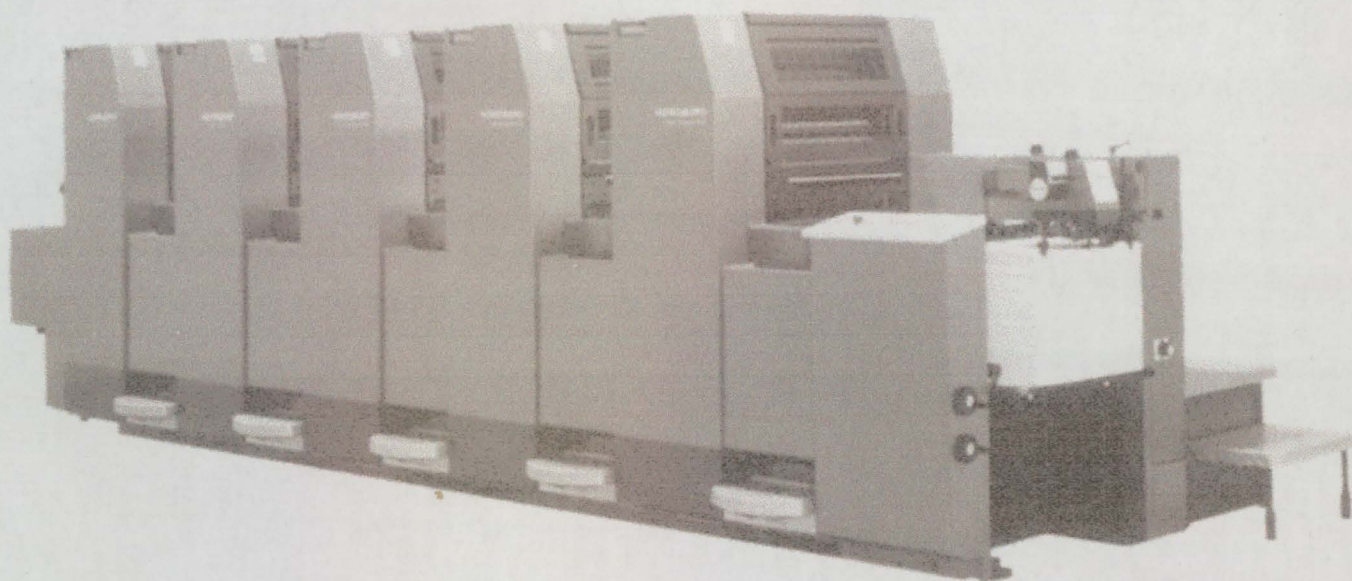




FEUP

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

Relatório de Estágio



Optimização das condições de Impressão Offset

André Dessa Correia

LEMM / DEMM
2002

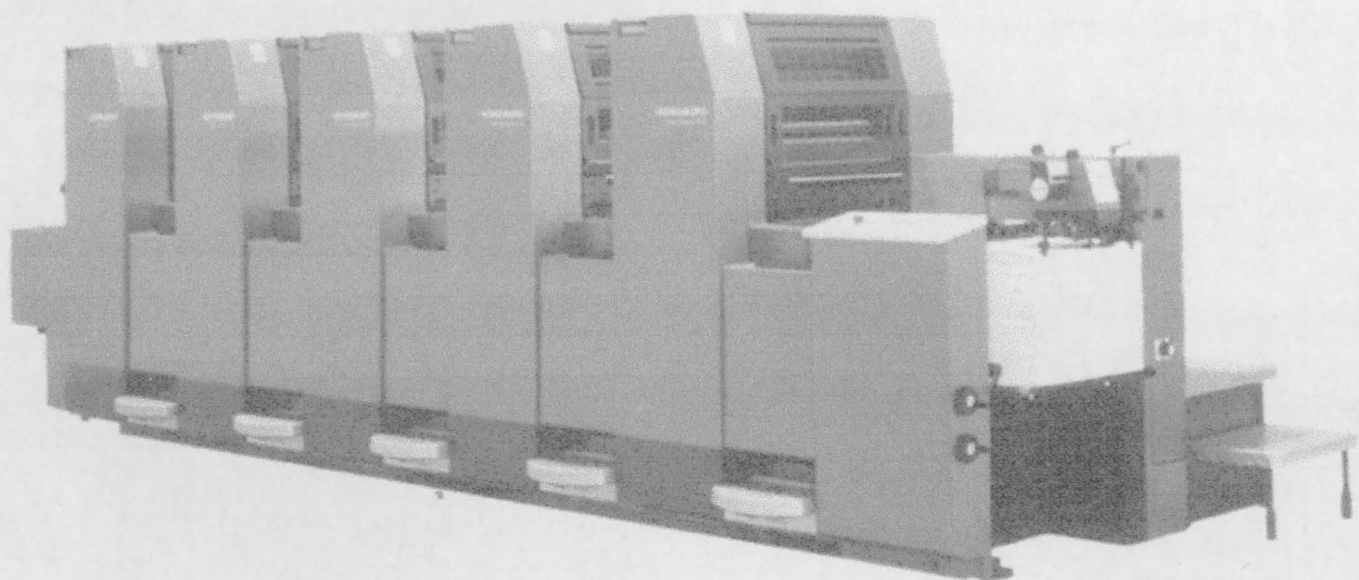
669(047.3)
LEMM 2001/CORa



FEUP

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

Relatório de Estágio



Optimização das condições de Impressão Offset

André Dessa Correia

**LEMM / DEMM
2002**

669(047.3)/LEMM 2001/CORA

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	90147
CDU	681.62(047.3)
Data	16/4/2007

OPTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE IMPRESSÃO OFFSET

ESTÁGIO REALIZADO NA SOPORCEL S.A.

André Dessa Correia

Orientado por:

Prof. Manuel Fonseca Almeida - FEUP

DR. FRANCISCO FRANCO - SOPORCEL

LEMM / DEMM

2002

AGRADECIMENTOS

À Soporcel, na pessoa do Dr. João Felgueiras, por ter tornado possível a realização deste Estágio.

Ao Professor Manuel Fonseca Almeida, pela sua disponibilidade e acompanhamento ao longo de todo o trabalho.

Ao Dr. Francisco Franco, Engº. João Breda, Rui Lemos, Filipe Soares e Victor Rodrigues da Soporcel, pelo total apoio e disponibilidade que sempre manifestaram.

À minha família, em especial aos meus pais e irmão.

Aos meus amigos e a todas as pessoas que, directa ou indirectamente, me deram força e o seu contributo.

ÍNDICE

1. OBJECTIVO	3
2. INTRODUÇÃO	4
3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	5
3.1. APRESENTAÇÃO	5
3.2. RESENHA HISTÓRICA	5
3.3. POLÍTICA DE QUALIDADE E AMBIENTE DO GRUPO	8
3.4. PRODUÇÃO	10
3.4.1. Pasta	10
3.4.2. Papel de escritório	10
3.4.3. Papel para a indústria gráfica	11
3.4.4. Bobinas	11
4. INSERÇÃO NA EMPRESA	12
4.1. IDENTIFICAÇÃO E INSTALAÇÃO	12
4.2. AMBIENTAÇÃO E INÍCIO DO ESTÁGIO	13
5. CENTRO DE IMPRESSÃO OFFSET	14
6. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	15
7. INTRODUÇÃO TEÓRICA	16
7.1. VARIÁVEIS	16
7.1.1. Velocidade de impressão	16
7.1.2. Pressão de impressão	16
7.1.3. Água de Molha	17
7.1.3.1. pH e Condutividade (Aditivo)	17
7.1.3.2. % de Álcool Isopropílico (IPA)	17
7.1.4. Temperatura e Humidade Relativa do Ar	17
7.2. MÉTODO DE TAGUCHI	18
7.2.1. Qualidade segundo Taguchi	18
7.2.3. Método de Taguchi	20
7.2.3.1. Linhas gerais	20
7.2.3.2. Ferramentas do método	23
7.2.3.3. Articulação das diversas etapas do método	25
8. DESCRIÇÃO DO TRABALHO	29
8.1. 1ª FASE – MÉTODOS RELACIONADOS COM A IMPRESSÃO OFFSET	29

8.1.1. I. F. para a Confirmação Metroológica do Sistema de Impressão Offset	30
8.1.2. I. F. para a Manutenção Preventiva do Sistema de Impressão Offset	31
8.1.3. Método de Ensaio	32
8.2. 2ª FASE – PLANO EXPERIMENTAL DE TAGUCHI	33
8.2.1. OBJECTIVO	33
8.2.2. CONDIÇÕES DO ENSAIO	34
8.2.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	34
8.2.4. TESTES	34
9. RESULTADOS	35
9.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
9.1.1. Tempo de Secagem	36
9.1.1.1. Influência do IPA	36
9.1.1.2. Influência da Pressão	36
9.1.1.3. Influência do Aditivo	37
9.1.2. Pó	37
9.1.2.1. Influência do IPA	37
9.1.2.2. Influência da Pressão	38
9.1.2.3. Influência do Aditivo	38
9.1.3. Função Composta	39
9.1.3.1. Influência do IPA	40
9.1.3.2. Influência da Pressão	40
9.1.3.3. Influência do Aditivo	41
9.2. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	42
10. CONCLUSÕES	43
11. NOTA FINAL	44
11. BIBLIOGRAFIA	45

1. OBJECTIVO

O trabalho desenvolvido na disciplina de Estágio Industrial realizado na empresa Soporcel S.A., teve como objectivo o uso de ferramentas de engenharia robusta (método de Taguchi – planeamento experimental) em ensaios de impressão Offset.

Devido ao facto do processo de impressão offset ser sensível a combinações de variáveis mecânicas e químicas e matérias primas, foi proposto a elaboração do **Método de Ensaio** para os ensaios de Impressão Offset, as **Instruções Funcionais** para a Manutenção Preventiva e Confirmação Metrológica do sistema de Impressão Offset (Heidelberg SM 74) e os **Boletins de Registo Intermediários**, de acordo com os procedimentos internos e critérios de certificação, de forma a garantir a uniformidade de condições nos ensaios de impressão.

2. INTRODUÇÃO

A apresentação deste relatório de estágio é o resultado do trabalho desenvolvido na disciplina de Estágio Industrial, sendo este o primeiro contacto do autor com a realidade profissional.

O relatório dá a conhecer a actividade desenvolvida ao longo deste período.

Este estágio foi realizado na empresa **Soporcel, Sociedade Portuguesa de Papel SA**, situada em Lavos – Figueira da Foz, sob a orientação do Professor Manuel Fonseca Almeida (FEUP) e do Doutor Francisco Franco, responsável pela Área de Laboratório de Ensaaios de Papel da Soporcel.

O estágio teve como principal objectivo o contacto directo com a realidade diária de uma indústria, em particular o Centro de Impressão Offset, consolidando e aumentando os conhecimentos teóricos adquiridos na realização do relatório de Seminário.

O estágio realizado na empresa dividiu-se em cinco etapas:

- 1ª. Conhecimento das instalações, ambientação na empresa e primeiro contacto com o processo de impressão Offset.
- 2ª. Estudo dos manuais da máquina de Impressão Offset.
- 3ª. Realização de alguns trabalhos experimentais de forma a estudar as variáveis que influenciam o processo de impressão Offset.
- 4ª. Elaboração do Método de Ensaio para os ensaios de impressão Offset, das Instruções Funcionais para a manutenção e confirmação metrológica do sistema de impressão Offset e dos Boletins de Registo Intermédios.
- 5ª. Realização de uma experiência aplicando o método de Taguchi.

3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA [1]

3.1. APRESENTAÇÃO

A Soporcel, pertencente ao grupo *PORTUCEL SOPORCEL*, é o maior produtor de papel da Península Ibérica e uma das unidades fabris de pasta e de papel mais eficientes da Europa, com um volume anual de produção de 730000 toneladas. A sua operação está integrada verticalmente, da floresta à pasta e ao papel.

A produção de pasta é parcialmente integrada no fabrico de papel. A quase totalidade do papel produzido, é transformado internamente, quer em grandes formatos (indústria gráfica), quer em formatos A4/A3.

3.2. RESENHA HISTÓRICA

Em 1973 foi constituída a *CELANGOL, Celulose de Angola* com o objectivo de instalar no território uma unidade produtiva de pasta branqueada de eucalipto.

Devido a factos políticos subsequentes ao 25 de Abril de 1974, assim como a própria independência de Angola, obrigaram a adaptar o projecto a novas circunstâncias.

Através da Resolução 200/78 de 23 de Novembro, o Governo deu o seu aval à instalação de uma nova unidade industrial em Portugal, produtora de pasta para papel. Com sede em Lisboa, a Empresa toma o nome de *SOPORCEL - SOCIEDADE PORTUGUESA DE CELULOSE, S.A. R. L.*

Na sequência do Despacho Conjunto dos Ministérios das Finanças e do Plano, e da Indústria e Energia, de Outubro de 1980, é escolhido o lugar de Lavos, no concelho da Figueira da Foz, para a implantação das instalações fabris da Empresa.

O arranque deu-se a 25 de Junho de 1984 e foi dos maiores êxitos a nível mundial, no âmbito das fábricas de celulose. Rapidamente foi atingida a velocidade de cruzeiro, atingindo-se o primeiro milhão de toneladas em Dezembro de 1987 e em 02 de Junho de 2002 o sétimo.

A Empresa prosseguiu e consolidou a execução do seu projecto agro-florestal que conta hoje com mais de 54 mil hectares de plantações de eucaliptos, capazes de garantirem um nível de sustentado de auto-abastecimento próximo dos 30%.

Em 1985, a *Wiggins Teape Group Ltd.* adquiriu 42.8% do capital da empresa. Nesse mesmo ano, a Soporcel é cotada na Bolsa de Valores de Lisboa.

A mais importante realização na área industrial, depois do arranque da sua Fábrica de Pasta, foi a construção da Fábrica de Papel, *MP1*, com uma capacidade de produção de 250 mil toneladas anuais, para um investimento de 50 milhões de contos. Decidida a execução deste projecto, em meados de 1989, depois de aprofundados estudos nas diversas áreas — tecnológica, comercial, financeira — o arranque dos trabalhos teve lugar em Outubro do mesmo ano.

Em Maio de 1991 foram produzidas as primeiras bobines de papel.

Em 1993 foi abandonado o branqueamento de pasta com cloro, para se introduzir a tecnologia ECF (Elemental Chlorine Free: sem cloro elementar), menos poluente e com melhores resultados em termos de características da fibra. Nesse mesmo ano o fabrico de pasta foi certificado nos termos da norma ISO 9000, pelo Instituto Português da Qualidade.

Em 1995 foi introduzido no processo de produção de papel uma combinação inovadora, adicionando à pasta de eucalipto o carbonato de cálcio precipitado (PCC), com o objectivo de alcançar melhores propriedades ópticas e físicas do papel.

Em Janeiro de 1996 obteve-se o primeiro milhão de toneladas de Papel acabado.

Em 1998, os Accionistas decidiram alterar a denominação social para *SOPORCEL - SOCIEDADE PORTUGUESA DE PAPEL, S.A.*, em coerência com a vocação estratégica da empresa de produtor integrado de papéis finos de impressão e escrita. No final do mesmo ano foi aprovado o investimento numa segunda máquina de papel, *MP2*, orçado em 63 milhões de contos, permitindo um aumento no volume de produção para 730 mil toneladas por ano.

O arranque concretizou-se em Julho do ano 2000, tendo a inauguração oficial ocorrido em Outubro do mesmo ano.

Em Dezembro de 2000, a *Portucel* - Empresa Produtora de Pasta e Papel comprou 40% das acções da *Soporcel*, criando-se em Portugal um grupo empresarial do sector de pasta e papel de dimensão internacional significativa.

Com a nova capacidade instalada, na Figueira da Foz, o grupo *Portucel Soporcel* posiciona-se como o quarto maior produtor europeu de papéis de escritório e o maior produtor de papéis offset no mercado europeu.

A importância da *SOPORCEL* para o Concelho da Figueira da Foz, é hoje reconhecida pela grande contribuição no desenvolvimento da região através da sua actividade industrial e comercial.

Tem sido preocupação da Empresa, a par do progresso económico e tecnológico, garantir uma vida saudável às populações, o que fez dela, no quadro sectorial da Indústria de Pasta e Papel em Portugal, uma das unidades melhor equipada no sentido de garantir elevada qualidade de produtos, protecção ambiental e segurança.

A par dos benefícios gerados pela actividade da *SOPORCEL* na região onde instalou a sua unidade industrial (Fig.1), merecem igual referência os efeitos induzidos pela Empresa. ao nível do território nacional, no sector primário, quer pelos trabalhadores rurais ocupados nos trabalhos de plantação, quer pela aquisição, exploração e transporte de matérias primas florestais.

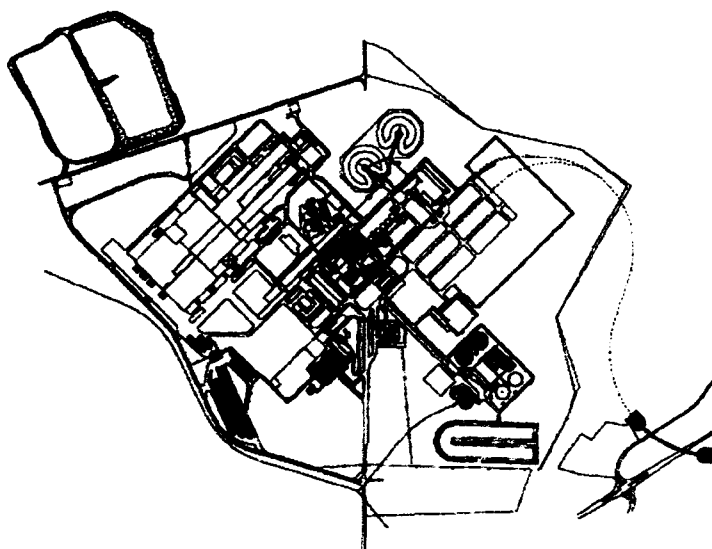


Figura 1 - Planta Geral da Fábrica

3.3. POLÍTICA DE QUALIDADE E AMBIENTE DO GRUPO

A Política da Qualidade e Ambiente do grupo *Portucel Soporcel* visa a satisfação das necessidades e expectativas dos clientes através do fornecimento de Pasta e Papel de elevada qualidade, da procura da excelência, da inovação e do desenvolvimento sustentável da actividade, assumindo uma atitude empresarial ecologicamente responsável e socialmente exemplar e seguindo os princípios da melhoria continua em todos os aspectos da sua actividade.

Nesse sentido, o grupo *Portucel Soporcel* assume os seguintes compromissos:

- Garantir elevados níveis de excelência dos produtos e serviços, construindo uma relação de fidelidade com os clientes, sustentada no cumprimento rigoroso dos compromissos acordados.
- Garantir o cumprimento integral de todos os requisitos legais aplicáveis à sua actividade e outros voluntariamente subscritos pelas empresas e pelo grupo.
- Manter Sistemas de Gestão da Qualidade e Ambiente adequados aos seus produtos e actividades, orientados pelos seus objectivos e princípios e em conformidade com as normas ISO 9001 e 14001.
- Promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos colaboradores, encorajando a iniciativa, a inovação, a produtividade e o empenhamento na concretização dos objectivos da Qualidade e Ambiente, nomeadamente através de uma política de formação profissional adequada.
- Manter-se a par das melhores técnicas disponíveis para o sector e, sempre que justificado e oportuno, desenvolver e incorporar tecnologias e práticas dirigidas à prevenção da poluição e melhoria da qualidade dos produtos e dos serviços.
- Participar activamente em projectos de investigação e desenvolvimento na procura de novas soluções aplicáveis às actividades, produtos e serviços do grupo.
- Encorajar os fornecedores a desenvolver produtos e serviços que respondam às exigências do grupo em matéria da qualidade e do ambiente.
- Promover a divulgação da Política da Qualidade e Ambiente do grupo junto de todos os colaboradores, fornecedores e subcontratados e comunidade envolvente.

A Administração do grupo *Portucel Soporcel* compromete-se a rever periodicamente a sua Política da Qualidade e Ambiente, analisando a experiência adquirida e avaliando e

actualizando os objectivos, metas e indicadores, de modo a garantir a sua eficácia na contribuição para o processo da melhoria contínua.

3.4. PRODUÇÃO

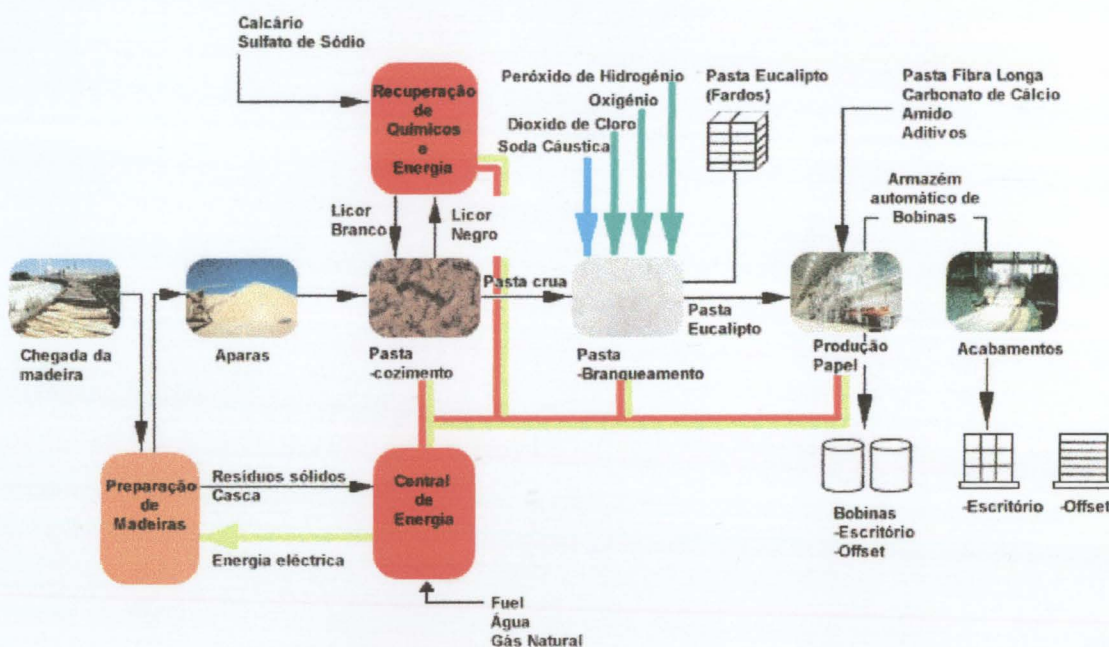


Figura 2 – Processo Produtivo da Soporcel.

3.4.1. Pasta

A pasta da Soporcel é produzida quase exclusivamente a partir de um único tipo de madeira - *eucalyptus globulus*. Ocasionalmente utilizam-se outras espécies de eucalipto, mas sempre com uma percentagem de utilização que não afecte as propriedades papelarias reconhecidas ao *eucalyptus globulus*.

3.4.2. Papel de escritório

A Soporcel lançou em 1991, uma gama de papéis de escritório que garantisse os melhores resultados em todos os equipamentos de escritório independentemente da tecnologia de impressão ou reprodução utilizada (em simultâneo cópia, impressão a laser e ink jet). Os papéis de alta qualidade da Soporcel são testados diariamente em laboratório, utilizando os equipamentos de escritório mais exigentes, das principais marcas mundiais, como por exemplo: Xerox, HP, Canon, Epson,...

A produção divide-se em papéis de alta qualidade (*Navigator* e *Explorer*) e de qualidade Standard (*Discovery*).

3.4.3. Papel para a indústria gráfica

A produção divide-se em: papel offset convencional (*Soporset*) e offset Pre Print (*Pre Press* e *Pre Print*).

3.4.4. Bobinas

A gama de bobinas da Soporcel pode ser segmentada nos seguintes grupos:

- Papel de escritório de alta qualidade
- Papel de escritório de qualidade standard
- Papel de impressão offset
- Papel de envelopes

4. INSERÇÃO NA EMPRESA

A transição do ensino para o mundo do trabalho, é um pouco complexa, porque, neste novo mundo - o de profissional em geral (e o da indústria em particular) tudo precisa ter um sentido prático.

A realidade de um estágio passa essencialmente pela experiência do "aprender a fazer" (de forma a poder testar novas soluções) e gestão de relações humanas do que propriamente, a implementação de melhorias.

4.1. IDENTIFICAÇÃO E INSTALAÇÃO

Devido ao grande fluxo de trabalhadores, alguns em trabalho temporário, ao funcionamento por turnos, e ao trânsito de mercadorias, a empresa tem um controle de entradas e saídas feito por uma empresa de segurança em duas portarias com barreira na entrada (e saída) das instalações. De forma a poder movimentar-me livremente dentro das instalações foi-me atribuído um cartão provisório (Fig.3), já que o cartão normal se destina a pessoas com vínculo à empresa.



Figura 3 – O meu cartão de estagiário.

O horário de trabalho ficou definido como sendo o mesmo dos quadros da área de Laboratório de Ensaios de Papel, de segunda a sexta-feira das 9h às 17h, com paragem de uma hora para almoço.

4.2. AMBIENTAÇÃO E INÍCIO DO ESTÁGIO

Ultrapassadas as questões burocráticas relacionadas com a realização de um estágio, estava então o autor preparado para a o primeiro contacto com a realidade profissional.

A "ambientação" à empresa começou com a apresentação às pessoas com quem iria trabalhar e uma visita à empresa com o objectivo de ficar com uma ideia sobre o processo de produção (e transformação) de papel e assimilar alguns termos técnicos relacionados com a área. Seguiu-se o acompanhamento de técnicos especializados em diversas áreas de actuação do Laboratório de Ensaios de Papel, nomeadamente o Victor Rodrigues (ensaios de impressão Ink Jet e impressão/cópia Digital), a Lidina Mesquita (ensaios físicos ao papel) e o Rui Lemos (ensaios de impressão Offset). Esta ambientação durou cerca de duas semanas.

Passadas estas duas semanas, começou então a "batalha".

5. CENTRO DE IMPRESSÃO OFFSET

O centro de impressão Offset pertence à Área de Laboratório de Ensaios de Papel que por sua vez está inserida na Direcção de Desenvolvimento de Produtos.

A Área de Laboratório de Ensaios de Papel é composta por 2 laboratórios de controlo imediato da produção, um laboratório de ensaios físicos, um laboratório de ensaios químicos, um *show room* onde se realizam os ensaios de impressão Ink Jet e impressão/cópia Digital e o Centro de Impressão Offset onde se realizam os ensaios de impressão offset e alguns ensaios físicos.



Figura 4 – Centro de Impressão Offset.

O Centro de Impressão Offset (Fig.4), está dividido em seis zonas:

- 1ª. É composta por vários equipamentos para realizar ensaios físicos ao papel.
- 2ª. Recepção de amostras.
- 3ª. Armazém de amostras do formato A4.
- 4ª. Arquivo de amostras impressas.
- 5ª. Reuniões.
- 6ª. Sistema de impressão.

6. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO



Figura 5 – Máquina de impressão offset.

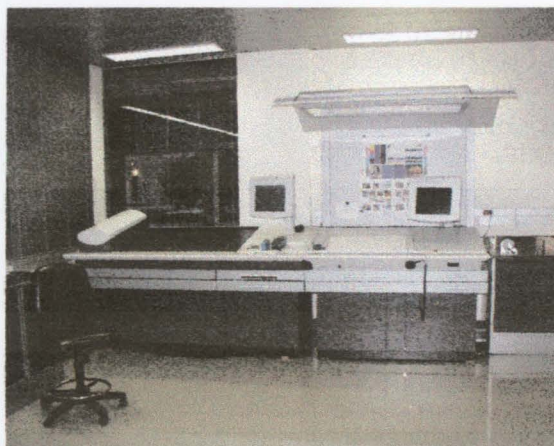


Figura 6 – À esquerda o CPC 24 e à direita o CP2000.

Para a realização dos ensaios de impressão a Soporcel adquiriu em 2001 um novo sistema de impressão offset da marca *Heidelberg*. Este sistema é composto por:

- máquina de impressão *Heidelberg SpeedMaster 74* com quatro corpos de impressão (Fig.4) e uma unidade de controlo CP 2000 (Fig.5 e 6).
- unidade de molha a álcool *Technotrans CombiStar Beta.c 120 L* com unidade doseadora de álcool Isopropílico, *Alcosmart R* (Fig.7).
- Espectrofotómetro *CPC 24* (Fig.6). [2]



Figura 7 – Unidade de molha.

7. INTRODUÇÃO TEÓRICA

O processo de impressão offset é um processo bastante sensível a algumas variáveis tais como: Velocidade de impressão, Pressão de impressão, Água de Molha, Temperatura e Humidade relativa do Ar.

Combinações de variáveis mecânicas e químicas e matérias primas como o papel e a tinta podem contribuir para uma multiplicidade de problemas. O controlo destas variáveis garantirá a realização dos ensaios de impressão sempre nas mesmas condições.

7.1. VARIÁVEIS [5, 8, 12]

7.1.1. Velocidade de impressão

Uma boa passagem de papel pela impressora é fundamental para que se possa obter uma impressão uniforme durante todo o processo, já que cada paragem de máquina provoca uma destabilização da carga de tinta e o abaixamento da produtividade da máquina, necessitando-se de realizar algumas impressões até que ocorra uma nova estabilização da tinta.

Poderá definir-se velocidade máxima de Impressão como a maior velocidade à qual é possível imprimir 500 folhas consecutivas sem se registar qualquer tipo de encravamentos.

Segundo o relatório técnico da FOGRA (empresa de consultoria na área da impressão), aquando da visita à Soporcel, a velocidade máxima de impressão recomendada foi 80% da velocidade máxima de impressão da máquina, ou seja neste caso, 12000 impressões por hora.

7.1.2. Pressão de impressão

O valor da pressão real de impressão recomendado é de 0,16 mm.

O valor da pressão depende do alceamento do cauchú e é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$Va = 0,16 - Hc, \text{ onde}$$

Va – Valor de ajuste de pressão a introduzir no CP 2000, mm.

Hc – Altura do cauchú, mm. Hc é > 0 quando o cauchú está acima da guia do cilindro e < 0 quando está abaixo desta.

7.1.3. Água de Molha

Para o processo de impressão offset não se pode usar apenas água para realizar a molhagem da chapa devido aos seguintes factores:

A água não mantém as propriedades litográficas da chapa.

Sem aditivos é necessária muito mais água para manter a chapa limpa .

A água em excesso vai para a tinta e papel.

A dureza água varia de região para região.

É importante acertar o balanço água-tinta de modo a envolver a mínima quantidade de solução de molha.

7.1.3.1. pH e Condutividade (Aditivo)

As soluções de molha usadas hoje em dia são tamponadas (entre 4,8 e 5,5), ou seja, contém substâncias (Aditivos) que mantêm o pH constante em diferentes concentrações. O uso abusivo de ácidos durante a impressão pode causar problemas de assentamento e secagem das tintas.

7.1.3.2. % de Álcool Isopropílico (IPA)

Aumenta a tensão superficial da água o que significa menos água para molhar a mesma superfície, ajuda a balancear o emulsionamento água/tinta.

7.1.4. Temperatura e Humidade Relativa do Ar

Variações da Humidade Relativa do ar poderão provocar problemas na secagem, no registo devido às variações dimensionais provocadas no papel e poderão influenciar a passagem do papel na impressora (encravamentos).

7.2. MÉTODO DE TAGUCHI [3, 4, 7]

A importância que a qualidade do produto adquiriu, nos nossos dias, é inquestionável e as empresas estão cada vez mais cientes de que dela dependerá o seu sucesso e, mesmo, a sua sobrevivência.

A progressiva globalização do mercado tem conduzido quer a uma melhor informação do consumidor em relação a produtos concorrenciais, quer a novas (e crescentes) facilidades de acesso, possibilitando-lhe um leque de escolha mais alargado. Deste modo, o perfil do consumidor evolui no sentido de uma exigência cada vez maior, dificultando, ao produtor, a sua cativação.

Numa primeira análise, o consumidor procura o produto que lhe garanta a maior qualidade ao menor preço mas, frequentemente, sentir-se-á receptivo a um produto que evidencie melhor qualidade, ainda que a um preço ligeiramente superior (dentro da mesma gama). Este aspecto é particularmente interessante para o produtor ao qual não é viável reduzir o preço do seu produto, mas que pode alcançar uma diferenciação desejável, investindo na melhoria da qualidade do mesmo (obviamente, procurando minimizar os custos de tal investimento).

7.2.1. Qualidade segundo Taguchi

A qualidade de um produto pode ser encarada sob diversas perspectivas e, por isso, associada a diferentes aceções:

Sob o ponto de vista do consumidor, adquire um carácter subjectivo, em qualquer das suas vertentes (física, sensorial, temporal), dado que não obedece a qualquer escala de avaliação universal. No entanto, existe uma proporcionalidade directa entre o nível de qualidade que este atribui ao produto, a adequabilidade ao uso e o grau de satisfação das suas expectativas perante o mesmo.

Sob o ponto de vista do produtor, a qualidade do produto integra dois parâmetros:

1. *qualidade do projecto*, isto é, das características que se lhe pretende conferir;
2. *qualidade da conformação*, que diz respeito ao grau de aproximação entre as características que o produto realmente adquiriu e as previamente pretendidas (especificações). É este aspecto da qualidade que, revelando-se problemático para o produtor, necessita de ser controlado, uma vez que a qualidade do projecto é arbitrariamente decidida.

Foi em relação à qualidade da conformação (aspecto que importa controlar) que Taguchi sugeriu uma abordagem completamente inovadora.

Tradicionalmente, a aceitação (ou a rejeição) de um produto dependia da inclusão (ou não) dos seus parâmetros nas respectivas especificações, pré-definidas, sob a forma de um intervalo de valores.

Exemplificando: se as especificações, para uma determinada característica (Y) do produto, fossem estabelecidas como:

$$[LIE, LSE],$$

LIE - limite inferior das especificações,

LSE - limite superior das especificações.

o produto só seria considerado defeituoso e, como tal, rejeitado, se o valor que exibisse, para a referida característica, fosse inferior a LIE , ou superior a LSE . Por outras palavras, assumindo que a característica medida apresentou o valor a , isto é,

$$Y = a,$$

o produto seria considerado defeituoso se, e só se:

$$a < LIE \text{ ou } a > LSE.$$

Taguchi idealizou um conceito de qualidade distinto que, reflectindo considerações de ordem socio-económica, revolucionou os objectivos da produção: em vez de se procurar produzir em função de um intervalo de especificações, passou-se a pretender produzir para valores-alvo específicos e precisos.

A ideia da qualidade de um produto, segundo Taguchi, pode ser expressa como:

"a perda causada à Sociedade pelo produto, desde o momento em que este é expedido para o cliente".

A partir do momento em que, não tendo conseguido alcançar os seus valores-alvo, o produto é entregue ao consumidor, é susceptível de lhe causar toda uma série de inconvenientes (mais ou menos graves), aquando da sua utilização.

Entre outras eventuais consequências, contam-se a publicidade negativa e a reparação/substituição do produto, com os devidos custos para o produtor.

O conjunto de danos resultantes para o consumidor e para o produtor constituíam a perda causada à Sociedade, segundo Taguchi.

7.2.3. Método de Taguchi

O método de Taguchi pertence à categoria dos métodos que, em Qualidade, são classificados de "fora-de-linha" (Off-line), por serem de utilização exterior à linha de produção, em oposição aos métodos "em-linha" (On-line) que, sendo os mais frequentemente utilizados, executam o controlo durante a fase produtiva. Mais concretamente, o método de Taguchi pode intervir desde a fase de desenho (concepção) do produto, ou seja, antes do fabrico, propriamente dito.

7.2.3.1. Linhas gerais

Objectivo do método:

Minimizar a variabilidade do produto, identificando os meios de lhe conferir robustez, durante o processo de fabrico, perante as fontes de variação a que ele é submetido.

Identificação da solução:

O conhecimento do processo sugere que determinados factores de produção influenciem os valores exibidos pelo produto, para determinada característica a controlar. Se a relação

funcional entre os *input's* (níveis desses factores) e o valor do *output* (da característica a controlar) fosse conhecida, poder-se-ia esperar que os cálculos dos níveis em que os primeiros deveriam intervir, para se obter o valor-alvo do produto, fosse imediato. No entanto, identificadas essas variáveis, revelar-se-ão alguns factores externos, não controláveis durante a produção e que exercem uma acção perturbadora, ocasionando desvios no valor real do *output*, em relação ao esperado (Fig.8).

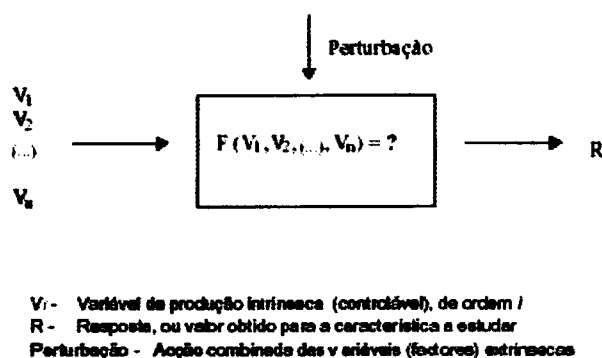


Figura 8 – Esquema representativo do sistema.

Denominar-se-ão intrínsecas as variáveis controláveis do processo e extrínsecas as de perturbação (ruído).

A situação é, na realidade, ainda mais complicada, pelo facto de não se conhecer a relação funcional entre as variáveis intrínsecas, de *input*, e o *output*.

Para ultrapassar esta limitação, Taguchi sugere que se realize um conjunto de experiências estatisticamente planeadas, em que as variáveis intrínsecas intervenham em níveis diferentes. É nesta fase que o método recorre ao desenho estatístico de experiências (DOE), devendo, cada experiência-tipo:

- corresponder a uma combinação específica de níveis para as variáveis intrínsecas;
- ser repetidas para diferentes condições das variáveis extrínsecas (também previamente planeadas).

As experiências simulam condições específicas de produção sob o efeito de fontes de variação e, analisados os resultados, identificar-se-á quais as variáveis intrínsecas que mais afectam a variabilidade, bem como quais os níveis em que elas deverão ser mantidas, durante a produção, de modo a que essa variação seja mínima.

Realização de experiência de confirmação:

Identificada a solução proposta pelo método, é ainda necessário confirmar a melhoria (diminuição) da variabilidade, isto é, a obtenção de robustez através da realização de nova experiência, desta vez com as variáveis intrínsecas a assumir os níveis propostos na etapa anterior.

Redefinição de tolerâncias (etapa facultativa)

Eventualmente, a experiência de confirmação poderá contradizer a solução proposta ou, noutros casos, apresentar resultados manifestamente insuficientes. Para qualquer destas situações, existe ainda a possibilidade de se tentar melhorar a qualidade do produto através do desenho de tolerâncias para a característica em observação. Esta solução de recurso é condicionada pelos custos envolvidos.

Um dos aspectos mais atractivos do método de Taguchi é o facto dele sugerir que se realize um número de experiências consideravelmente inferior ao teoricamente previsto pelo DOE, do que resulta uma redução no custo experimental.

7.2.3.2. Ferramentas do método

Função-perda

A função-perda, proposta por Taguchi, é uma função de custo associada ao desvio à idealidade (valor-alvo) apresentado pelo produto. É proporcional ao quadrado do referido desvio, podendo ser expressa como:

$$L(y) = k / (y - y_0)^2 ,$$

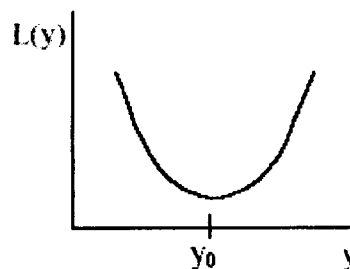
$L(y)$ - valor da função, em unidades monetárias

y - valor apresentado pelo produto, para a característica em observação

k - constante de proporcionalidade

y_0 - valor-alvo

e graficamente, como:



Quocientes SN (sinal-para-ruído)

Com base na função-perda, Taguchi construiu diversos quocientes SN (a que chamou de sinal-para-ruído), sugerindo que a maximização desses quocientes constitua a via de minimização da função-perda.

Cada um dos vários tipos de SN foi concebido para solucionar um problema de natureza específica. Os que se apresentam a seguir, de acordo com três naturezas distintas de problemas, são os mais conhecidos:

A. O valor-alvo é o melhor

$$SN = 10 \log_{10}(y_m^2/s^2)$$

B. O menor valor é o melhor (quanto menor, melhor)

$$SN = -10 \log_{10}[(1/n)\sum y_i^2]$$

C. O maior valor é o melhor (quanto maior, melhor)

$$SN = -10 \log_{10}[(1/n)\sum (1/y_i^2)]$$

y_m - média dos resultados (resposta)

s^2 - variância dos resultados (resposta)

n - nº de experiências do conjunto realizado

DOE (desenho estatístico de experiências)

Taguchi baseou-se nos princípios do desenho estatístico de experiências factoriais e desenhou diversos conjuntos de experiências altamente fraccionadas, sob a forma matricial, a serem utilizados consoante o número de factores e o dos respectivos níveis envolvidos no estudo.

Exemplo: As combinações possíveis dos níveis de factores, caso se pretenda testar 7 factores, cada um dos quais a dois níveis, conduziriam a 2^7 (=28) experiências distintas (desenho factorial completo).

Taguchi propõe, para a mesma situação, um quadro de apenas 8 destas experiências, criteriosamente escolhidas (desenho factorial fraccional) de modo a suprimir do estudo a maior parte da informação redundante e diminuindo, consequentemente, o custo experimental. Para contabilizar o efeito de ruído, propõe que se repita cada uma dessas experiências-tipo sob as condições de um desenho adequado aos factores de ruído (variáveis extrínsecas).

Grafos lineares e tabelas de interacções

Da redução do conjunto de experiências, resulta, inevitavelmente, alguma redução na informação que é possível retirar do estudo. Uma das suas consequências mais indesejáveis é que os efeitos de alguns factores se apresentarão confundidos com os efeitos de algumas interacções entre factores.

Para contornar este inconveniente, Taguchi sugere que a afectação dos factores às condições do desenho seja realizada com o auxílio dos grafos lineares ou das tabelas de interacções. Os dois auxiliares localizam as colunas do desenho que deverão representar interacções entre factores. Deve-se evitar afectar qualquer factor a qualquer das referidas colunas.

Além do exposto, Taguchi defende que a experiência e um conhecimento razoável do processo industrial permitem concluir quais das potenciais interacções poderão ser desprezadas

ANOVA

Após a realização do conjunto de experiências seleccionado, Taguchi propõe que se analise estatisticamente os resultados, com um emprego especial da ANOVA:

A. Submeter ao método ANOVA os valores de SN, calculados sobre os valores da resposta (y), para identificar os factores que influenciem significativamente a variância – factores-de-controlo.

B. Submeter ao método ANOVA as médias das respostas do conjunto de experiências, para identificar os factores que apresentem uma relação linear com a resposta – factores-sinal.

A intenção subjacente é a de empregar os factores-de-controlo nos respectivos níveis que minimizem a variabilidade e tirar proveito da relação linear entre o factor-sinal e a resposta, empregando-o no nível que ajuste a resposta ao valor-alvo.

7.2.3.3. Articulação das diversas etapas do método

As diversas etapas do método de Taguchi podem ser resumidas de acordo com a seguinte sequência:

- I. Identificação dos factores do sistema
- II. Escolha dos níveis dos factores a experimentar
- III. Selecção do modelo de experiências a adoptar
- IV. Condução da experiência
- V. Apuramento dos factores-de-controlo e dos respectivos óptimos; Identificação do factor-sinal e respectivo nível a utilizar
- VI. Realização de experiência de confirmação
- VII. Desenho de tolerâncias

Conhecidos a natureza do problema e o valor-alvo da característica à qual se pretende conferir robustez, a aplicação do método pode ser concretizada mas, se não se tiver, *a priori*, um bom conhecimento do processo (situação mais frequente), poderá ser necessário repetir esta sequência de procedimentos, para um conjunto modificado de factores e/ou respectivos níveis.

I. Identificação dos factores do sistema

Nesta etapa realiza-se a identificação dos factores (ruído e fatores principais do ambiente e processo de fabricação) e os parâmetros de produto (processo) relevantes. Para cada um deles são previstas as possíveis influências e interacções com os restantes. Esta é uma etapa importante pois a não consideração de um determinado factor ou parâmetro pode distorcer ou impedir a obtenção da função perda.

II. Escolha dos níveis dos factores a experimentar

Deve reflectir as limitações de recursos e considerações de ordem funcional.

III. Selecção do modelo de experiências a adoptar

Escolher-se-á um desenho de Taguchi compatível com o número de factores intrínsecos e respectivos níveis, e outro que seja adequado ao número de factores extrínsecos (de ruído) e respectivos níveis, a intervir na experiência. O conjunto de experiências definido, no primeiro caso, para os factores intrínsecos deverá ser repetido segundo cada uma das condições definidas para o segundo caso (replicação).

O desenho escolhido para a matriz intrínseca deverá ter um número de experiências igual ou superior ao total de graus de liberdade do sistema.

Deve-se atender às limitações que se imponham sob o ponto de vista da exequibilidade.

IV. Condução da experiência

A experiência não deverá, se concretizada laboratorialmente, ser efectuada segundo a ordem apresentada pelo desenho: esta deverá ser substituída por uma completamente aleatória (salvaguardado o cumprimento de todas as experiências-tipo integrantes do conjunto), a fim de evitar o enviesamento dos resultados, por qualquer influência de carácter sistemático.

V. Apuramento dos factores-de-controlo e dos respectivos óptimos; Identificação do factor-sinal e respectivo nível a utilizar

Aplicar a ANOVA sobre os quocientes SN, para a identificação dos factores-de-controlo (os que se apresentarem como significativos).

Aplicar a ANOVA sobre as médias das respostas, para identificação do factor-sinal (de entre os que se apresentaram significativos nesta fase, aquele que, em relação a SN, se revelou o menos significativo).

Após a análise ANOVA ter sido realizada sobre os quocientes SN e sobre as médias das respostas, dever-se-á escolher, para os primeiros, os níveis que produziram a menor variabilidade e, para o segundo, o nível que conduza a resposta ao seu valor-alvo. Os restantes factores poderão ser mantidos nos níveis habitualmente utilizados, ou nos que se afigurem mais económicos.

VI. Realização de experiência de confirmação

Realizar uma nova experiência, sob as condições apuradas como óptimas na fase anterior. Se os resultados forem considerados satisfatórios e não sugerirem que possam ser substancialmente melhorados a partir de um novo estudo, implementar-se-á a solução apurada ao processo de fabrico. No caso oposto, as alternativas serão ou uma aplicação melhorada do método, de acordo com as pistas reveladas pela anterior, ou o desenho de tolerâncias.

VII. Desenho de tolerâncias

O redimensionamento das tolerâncias só se justifica quando o desenho dos parâmetros tiver conduzido a resultados manifestamente insuficientes, quanto à redução da variabilidade do produto.

É nesta fase que se decide que factores deverão ser substituídos por análogos de tolerâncias mais estreitas e, por isso, de custos mais elevados.

8. DESCRIÇÃO DO TRABALHO

8.1. 1ª FASE – MÉTODOS RELACIONADOS COM A IMPRESSÃO OFFSET

Nesta secção era intenção do autor poder mostrar os métodos realizados durante o estágio. Tal facto não é possível devido a estes estarem já implementados na empresa e serem documentos confidenciais e internos.

Para o desenvolvimento do método e das Instruções Funcionais foram realizadas diversas experiências tais como:

- Estudo do consumo de tintas;

- Estudo da variação da altura dos cauchos. Neste estudo foi realizado um acompanhamento diário durante um mês com a intenção de quantificar a "vida útil" dos cauchos através do nº de impressões.

- Estudo da variação da altura das chapas. Neste estudo foi realizado um acompanhamento diário durante um mês com a intenção de quantificar a "vida útil" das chapas através do nº de impressões.

- Estudo da variação da condutividade, pH e % de álcool da água de molha. Neste estudo foi realizado um acompanhamento da água de molha, através da determinação da condutividade, do pH e da % de álcool com a intenção de quantificar a frequência de substituição da mesma.

- Comportamento do cauchú após a sua substituição. Neste estudo foram realizadas medições em intervalos de 500 impressões após a substituição deste com o objectivo de determinar o nº de impressões que este precisa para "acamar", isto é, a sua altura não varie com o nº de impressões.

8.1.1. Instrução Funcional para a Confirmação Metrológica do Sistema de Impressão Offset

Esta instrução tem como objectivo definir os procedimentos envolvidos na confirmação das unidades de controlo, de molha e de impressão, do Sistema de Impressão Offset Heidelberg SM-74 e tem a seguinte estrutura:

1. Objectivo

2. Descrição

2.1 –Referências

2.2 – Frequência

2.3 – Utensílios

2.4 - Técnica

2.4.1 – Unidade de Controlo CPC 24

2.4.2 – Unidade de Molha (Sonda de Condutividade e Sistema de doseamento de Álcool)

2.4.3 – Unidade de Impressão (Ajuste da pressão dos rolos e Uniformidade da superfície dos Cauchus)

2.5 – Registos

2.6 - Documentos Associados

8.1.2. Instrução Funcional para a Manutenção Preventiva do Sistema de Impressão Offset

A presente Instrução Funcional descreve os procedimentos envolvidos na manutenção preventiva do Sistema de Impressão Offset Heidelberg SM 74, por forma a garantir o bom funcionamento necessário ao processo de impressão Offset e tem a seguinte estrutura:

1. Objectivo

2. Descrição

2.1 –Referências

2.2 – Frequência

2.2.1 – Unidade de Controlo CPC 24

2.2.2 – Cauchús

2.2.3 – Água de Molha

2.2.4 – Chapas

2.3 – Utensílios

2.4 - Técnica

2.4.1 – Unidade de Controlo CPC 24

2.4.2 – Cauchús (Preparação do alceamento, Substituição do cauchú, Remoção dos cauchús usados, Colocação dos novos cauchús e Reaperto dos cauchús)

2.4.3 – Unidade de Molha (Limpeza do circuito de molha e Preparação da Água de Molha)

2.4.4 - Chapas de Impressão

2.5 – Registos (Unidade de Controlo CPC 24, Cauchús, Água de Molha e Chapas)

2.6 - Documentos Associados

8.1.3. Método de Ensaio

O método de ensaio descreve os parâmetros envolvidos na caracterização do comportamento de um papel num processo de impressão Offset e tem a seguinte estrutura:

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

2. REFERÊNCIAS

3. DEFINIÇÕES (Densidade Óptica, Ganho de Ponto, Contraste, "Tonal Range", Registo de Impressão, Marmoreado ou Mottling, Repintagem, "Slur" e "Doubling", Velocidade máxima de impressão, Encurvamento ou Curl Offset e Linting)

4. UTENSÍLIOS

5. PROCEDIMENTO (Amostragem, Identificação da Amostra, Preparação da Amostra, Ensaio Preliminares, Condições de Impressão, Chapas, Cauchus, Tintas de Impressão, Sistema de Molha, Preparação de máquina e Ensaio Pós – impressão)

6 – CÁLCULOS E EXPRESSÃO DOS RESULTADOS (Inspeção Visual, Qualidade do Corte – Nível de Corte, Espessura, Planura e Encurvamento após impressão, Humidade Relativa e Temperatura, Magnitude das Linhas de Água, Densidade óptica, Ganho de Ponto, "Slur" e "Doubling", Tempo de secagem, Brilho, Contraste, Linting, Marmoreado ou Mottling, Tonal Range e Registo de Impressão)

7. RELATÓRIO DE ENSAIO

8. DOCUMENTOS ASSOCIADOS

8.2. 2ª FASE – PLANO EXPERIMENTAL DE TAGUCHI

8.2.1. OBJECTIVO

O objectivo do teste foi o de minimizar o pó e o tempo de secagem através do método de Taguchi, utilizando 3 variáveis (%IPA, Pressão e % de Aditivo) a 2 níveis e avaliar a contaminação do cauchú através do nível de pó depositado neste ao fim de 5000 impressões e avaliar o tempo de secagem da tinta no papel.

Variáveis	% IPA	Pressão	% Aditivo
Níveis	5,0 e 15,0%	0,10 e 0,20	1,0 e 2,5%

Para isso foi escolhida a matriz L4 da figura 9:

Ensaio	Variáveis		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Figura 9 – Matriz L4 de Taguchi.

Devidamente preenchida ficamos com a seguinte matriz (Fig.10):

Ensaio	Variáveis		
	IPA	Pressão	Aditivo
1	5%	0,10	1,00%
2	5%	0,20	2,50%
3	15%	0,10	2,50%
4	15%	0,20	1,00%

Figura 10 – Matriz L4 de Taguchi preenchida para o ensaio.

Não foram considerados factores de ruído, porque os ensaios foram realizados em laboratório com condições controladas, nomeadamente a Temperatura a 23 °C e a Humidade Relativa a 50%, as condições padrão para ensaios laboratoriais.

8.2.2. CONDIÇÕES DO ENSAIO

Fixaram-se algumas condições de ensaio, a saber:

- Velocidade de impressão de 12000 iph
- Chapas CTP
- Papel igual para todos os ensaios
- 10000 fls da face 1 da folha (Normal)

de forma a garantir condições idênticas para todos os ensaios.

8.2.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Ligar a máquina e imprimir 3000 fls do mesmo papel de modo a assegurar a estabilidade, térmica que não interfira significativamente.

Acertar os valores de Densidade Óptica e Ganho de Ponto para o papel em questão.

Posteriormente realizar os ensaios com 10000 fls de acordo com a matriz experimental (L4) adaptada.

8.2.4. TESTES

Realizar o teste do tempo de secagem da tinta com intervalos de 5 minutos, após a impressão.

Relativamente à avaliação da contaminação do cauchú, realizar uma avaliação visual do cauchú do corpo preto. Esta avaliação é realizada às 5000 fls impressas.

9. RESULTADOS

Os resultados dos ensaios são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios.

Ensaio	Variáveis			Resultados		
	IPA	Pressão	Aditivo	T. Sec.	Pó	F. Composta *
1	5%	0,10	1,00%	40	4	X1 = 4/9
2	5%	0,20	2,50%	35	2	X2 = -1/3
3	15%	0,10	2,50%	40	4	X3 = 4/9
4	15%	0,20	1,00%	25	2	X4 = -5/9
				A ₂ B ₂ C ₁	B ₂	A ₂ B ₂ C ₁

Legenda:

T. Secagem – tempo de secagem da amostra em minutos.

Pressão em mm

Pó – quantidade de pó depositado sobre a superfície do cauchú atendendo a seguinte escala: 1 – Baixo; 2 – Médio Baixo; 3 – Médio; 4 – Médio Alto; 5 – Alto.

* ver em 9.1.3.

9.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS

9.1.1. Tempo de Secagem

9.1.1.1. Influência do IPA

$$\bar{I}_1 = \frac{40 + 35}{2} = 37.5$$

$$\bar{I}_2 = \frac{40 + 25}{2} = 32.5$$

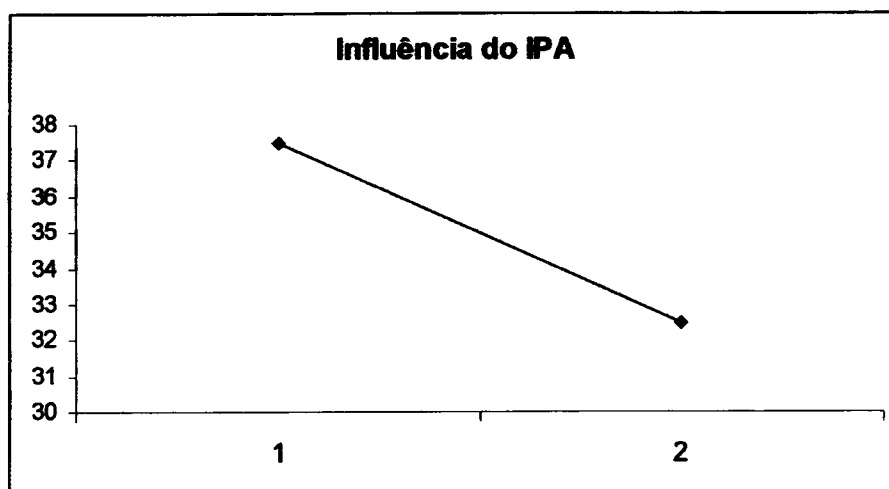


Figura 11 – Influência do IPA no tempo de secagem.

O nível 2 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.1.1.2. Influência da Pressão

$$\bar{P}_1 = \frac{40 + 40}{2} = 40$$

$$\bar{P}_2 = \frac{35 + 25}{2} = 30$$

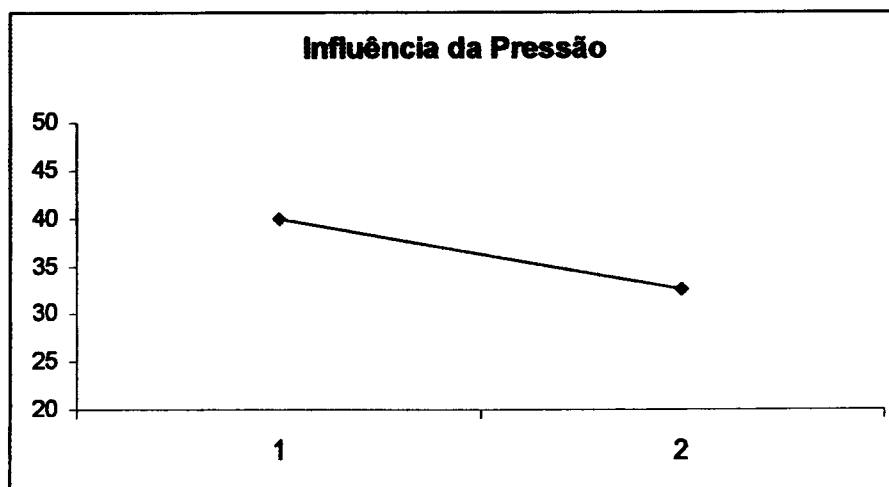


Figura 12 – Influência da Pressão no tempo de secagem.

O nível 2 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.1.1.3. Influência do Aditivo

$$\bar{A}_1 = \frac{40 + 25}{2} = 32.5$$

$$\bar{A}_2 = \frac{35 + 40}{2} = 37.5$$

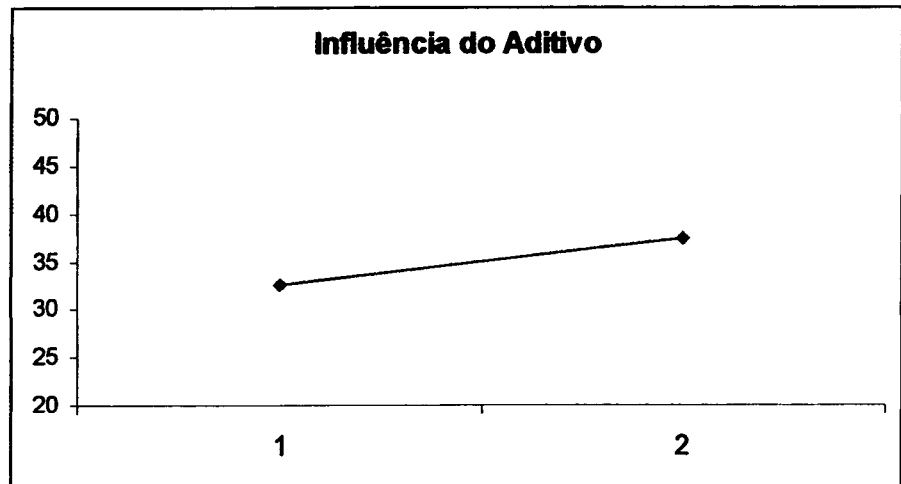


Figura 13 – Influência do Aditivo no tempo de secagem.

O nível 1 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.1.2. Pó

9.1.2.1. Influência do IPA

$$\bar{I}_1 = \frac{4 + 2}{2} = 3$$

$$\bar{I}_2 = \frac{4 + 2}{2} = 3$$

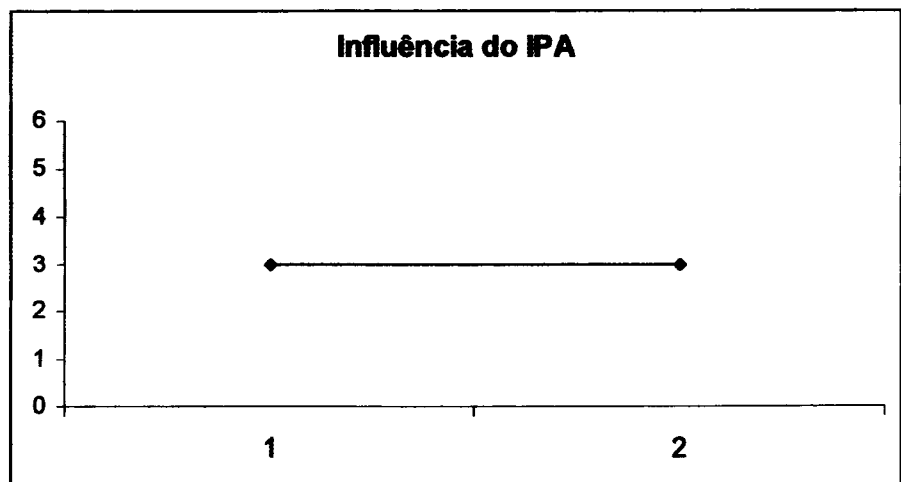


Figura 14 – Influência do IPA no Pó.

Nos níveis testados, parece não haver influência apreciável desta variável nos resultados.

9.1.2.2. Influência da Pressão

$$\bar{P}_1 = \frac{4 + 4}{2} = 4$$

$$\bar{P}_2 = \frac{2 + 2}{2} = 2$$

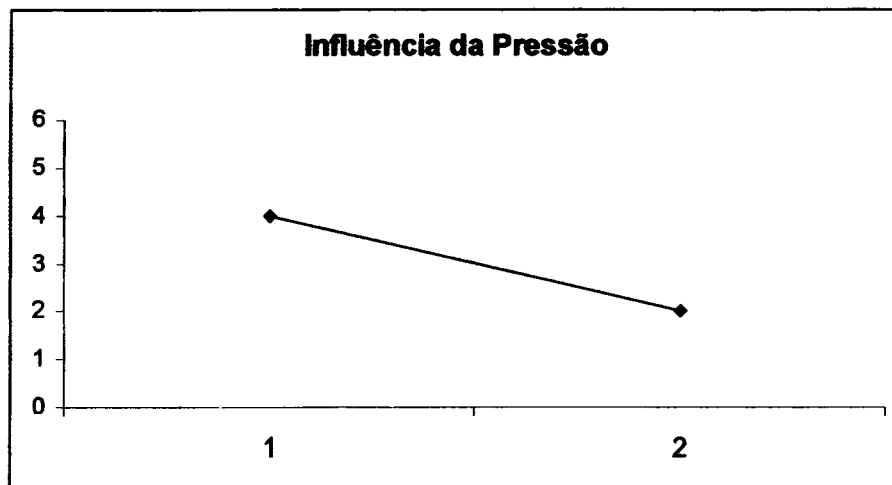


Figura 15 – Influência da Pressão no Pó.

O nível 2 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.1.2.3. Influência do Aditivo

$$\bar{A}_1 = \frac{4 + 2}{2} = 3$$

$$\bar{A}_2 = \frac{4 + 2}{2} = 3$$

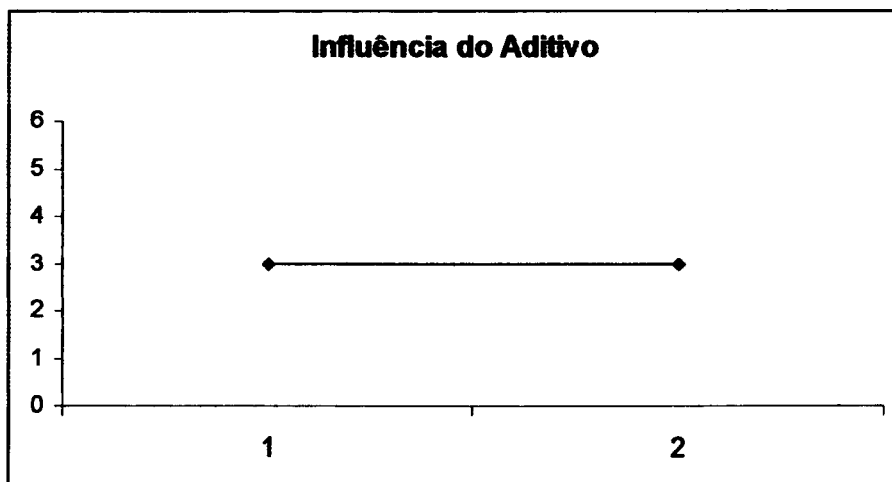


Figura 16 – Influência do Aditivo no Pó.

Nos níveis testados, parece não haver influência apreciável desta variável nos resultados.

9.1.3. Função Composta

Nos resultados de impressão da Soporcel, o Pó tem mais importância do que o tempo de secagem. Se atribuirmos 2/3 de importância ao Pó e 1/3 de importância ao tempo de secagem temos:

$$F_{Composta} X_1 = \frac{2}{3} \times \frac{(\text{Valor Pó} - \text{Média Pó})}{\text{Amplitude Pó}} + \frac{1}{3} \times \frac{(\text{Valor T.Secagem} - \text{Média T.Secagem})}{\text{Amplitude T.Secagem}}$$

T. Secagem

$$\overline{T.Secagem} = \frac{(40 + 35 + 40 + 25)}{4} = 35$$

$$\text{Amplitude} = |\text{Valor maior} - \text{Valor menor}| = |40 - 25| = 15$$

Pó

$$\overline{Pó} = \frac{(4 + 2 + 4 + 2)}{4} = 3$$

$$\text{Amplitude} = |\text{Valor maior} - \text{Valor menor}| = |4 - 2| = 2$$

Exemplo de cálculo:

$$F_{Composta} X_1 = \frac{2}{3} \times \frac{(4 - 3)}{2} + \frac{1}{3} \times \frac{(40 - 35)}{15} = \frac{1}{3} + \frac{1}{9} = \frac{4}{9}$$

9.1.3.1. Influência do IPA

$$\bar{I}_1 = \frac{\frac{4}{9} - \frac{1}{3}}{2} = \frac{1}{18}$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\frac{4}{9} - \frac{5}{9}}{2} = -\frac{1}{18}$$

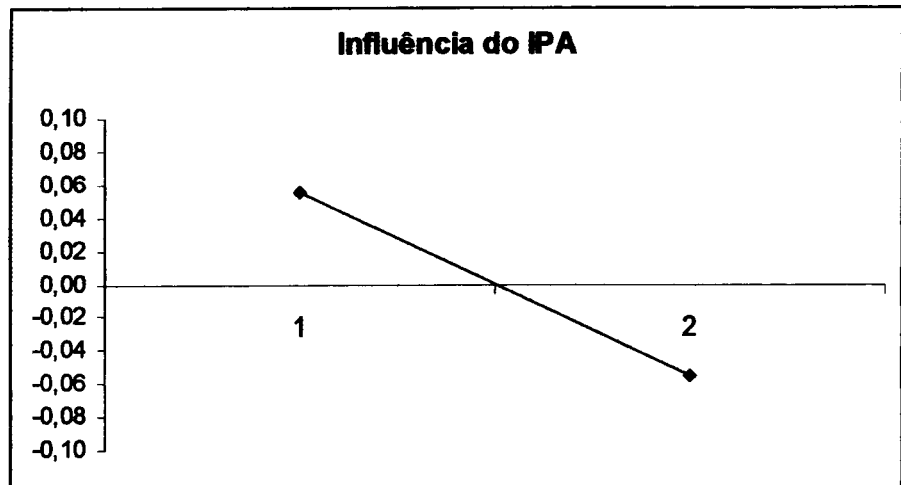


Figura 17 – Influência do IPA na Função composta.

O nível 2 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.1.3.2. Influência da Pressão

$$\bar{P}_1 = \frac{\frac{4}{9} + \frac{4}{9}}{2} = \frac{4}{9}$$

$$\bar{P}_2 = \frac{-\frac{1}{3} - \frac{5}{9}}{2} = -\frac{4}{9}$$

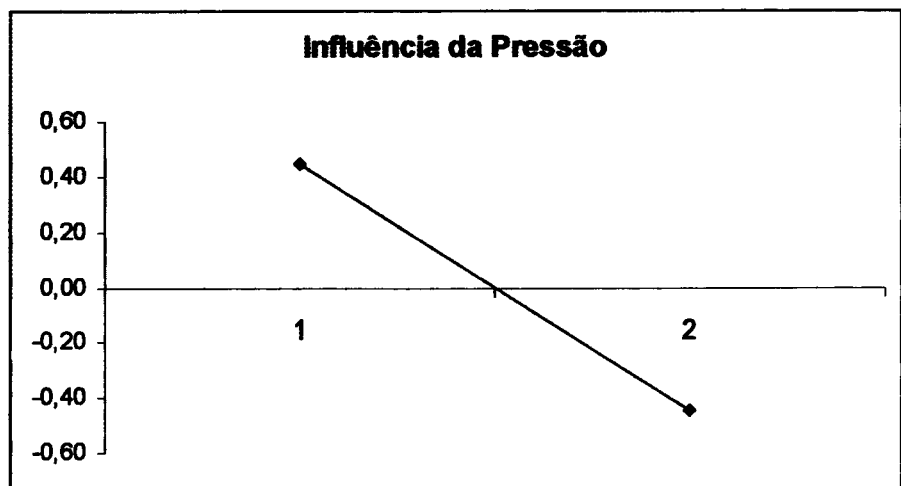


Figura 18 – Influência da Pressão na Função composta.

O nível 2 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.1.3.3. Influência do Aditivo

$$\bar{A}_1 = \frac{\frac{4}{9} - \frac{5}{9}}{2} = -\frac{1}{18}$$

$$\bar{A}_2 = \frac{-\frac{1}{3} + \frac{4}{9}}{2} = \frac{1}{18}$$

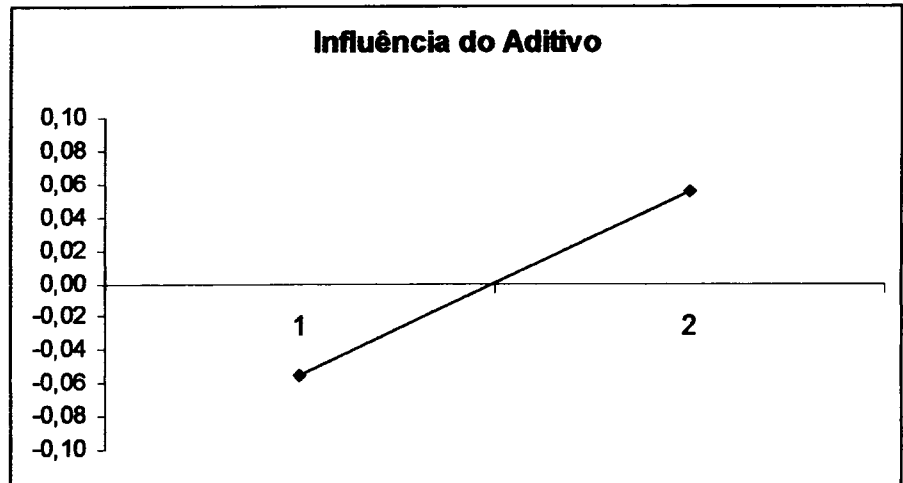


Figura 19 – Influência do Aditivo na Função composta.

O nível 1 é o que melhor corresponde ao objectivo de minimizar.

9.2. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Do conhecimento prático do processo não parecem existir interacções evidentes entre variáveis, o que me levou a na interpretação dos resultados não considerar interacções entre variáveis.

Analisando os resultados obtidos para as variáveis escolhidas pode-se afirmar serem as combinações óptimas as seguintes:

- T.Secagem - $A_2B_2C_1$, o que significa a adição de 15% de IPA, 0,20 de Pressão e 1% de Aditivo;
- Pó - B_2 , ou seja, 0,20 de Pressão;
- F.Composta - $A_2B_2C_1$, o que significa a adição de 15% de IPA, 0,20 de Pressão e 1% de Aditivo

10. CONCLUSÕES

Os ensaios conduziram a resultados esperados e não esperados como a seguir se refere.

▪ Pó

Um aumento da pressão de impressão implica normalmente o aumento da contaminação do cauchú (Pó). Porém, na experiência realizada, verificou-se exactamente o contrário, isto é, o valor ideal é o mais elevado o nível 2 (0,20). Tanto a variável IPA como o Aditivo não mostraram influência apreciável.

Evidentemente que estes resultados deveriam ser comprovados com uma nova experiência.

▪ Tempo de secagem

Em relação ao Tempo de secagem, os resultados são os esperados. A combinação $A_2B_2C_1$, que corresponde a 15% de IPA, 0,20 mm de Pressão e 1% de Aditivo faz sentido.

Os 15% de IPA (nível 2) originam uma diminuição da tensão superficial da água de molha, o que permite um maior espalhamento desta, portanto uma menor quantidade de água utilizada, e, em consequência uma secagem mais rápida.

A Pressão de 0,20 (nível 2) facilita a absorção da tinta pelo papel e diminui o tempo de secagem.

Em relação ao aditivo, verifica-se que os melhores resultados são obtidos com a adição correspondente ao nível 1, isto é, 1% de Aditivo.

▪ Função Composta

Como para o pó, o IPA e o Aditivo têm um efeito neutro nos resultados desta função. Na pressão o nível mais vantajoso é também o que permite obter os melhores tempos de secagem. A combinação $A_2B_2C_1$ além de minimizar o tempo de secagem, minimiza também a função composta que é um dos objectivos pretendidos.



11. NOTA FINAL

Gostaria de referir o meu contentamento e orgulho devido ao facto dos métodos realizados durante o estágio estarem já implementados na empresa. Julgo que é a recompensa da dedicação e do muito trabalho desenvolvido ao longo desta minha primeira experiência empresarial. Poderei ter tido alguma sorte com as pessoas que lidei diariamente, mas acima de tudo fui humilde, disponível, respeitador e bem disposto quando assim tinha de ser. Quando se reúne a humildade, motivação, disponibilidade e respeito, estamos a meio caminho para o sucesso.

Queria também lembrar que o trabalho por mim realizado na empresa deve-se também à equipa com quem trabalhei, nomeadamente o Rui Lemos e o Filipe Soares.

11. BIBLIOGRAFIA

- [1] www.soporcel.pt
- [2] www.heidelberg.com/hq/eng/products/sheetfed_offset/SM_74.asp?CON=3
- [3] www.cev.pt/ind-servicos.cgi?http://www.cev.pt/info-tecnica/GestaoValor/Met_Taguchi.html
- [4] www.ine.pt/prodserv/estudos/pdf/A4REN23.PDF
- [5] Kipphan, Helmut; "Handbook of Print Media, Technologies and Production Methods", Heidelberg, 2000.
- [6] Breda, João; "Qualidade de Impressão com Jacto de Tinta"; Fevereiro de 2001.
- [7] <http://www.profitability.pt/consultoria.php?OP=SHOW&CAT=21>
- [8] Glassman, Alex; "Printing Fundamentals"; Tappi Press, Atlanta, USA, 1985.
- [9] Revista Inter-Gráficas, Setembro de 2000.
- [10] Revista APIGRAF, Novembro de 2002
- [11] www.fernandocaparroz.hpg.ig.com.br/offset.htm
- [12] "Offset Printing Workshop for Portucel/Soporcel", Pira International, Novembro de 2002.



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000090147