



Análise e melhoria do processo produtivo de reciclagem de tinteiros

MANUEL LUÍS SOARES DA SILVA

dezembro de 2017

ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE RECICLAGEM DE TINTEIROS

Manuel Luís Soares da Silva

2017

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE RECICLAGEM DE TINTEIROS

Manuel Luís Soares da Silva
1120556

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva e coorientação do Mestre Gustavo Filipe Lopes Correia Pinto.

2017

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor Rui Pedro Cardoso da Silva Martinho
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Mestre Gustavo Filipe Lopes Correia Pinto
Técnico Superior, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Filipe Chaves
Investigador Pós-Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao Dr. Telmo Silva pela oportunidade concedida de realizar a minha dissertação de mestrado na sua empresa, e por todos os dias me proporcionar novas aprendizagens num ambiente empresarial dinâmico e competitivo, como é a área dos consumíveis para impressão. Agradeço também a todos os meus colegas de trabalho pela disponibilidade demonstrada para me ajudarem na realização desta dissertação.

Agradeço todo o apoio e disponibilidade dada pelo meu orientador o Doutor Francisco José Gomes da Silva.

Agradeço também ao Mestre Gustavo Pinto por todo o auxílio prestado na realização desta dissertação.

Quero expressar de uma forma especial um agradecimento a toda a minha família, que sempre me apoiou ao longo de todo o meu percurso académico, salientando em particular os meus pais, que tudo por mim fizeram.

Por último, e não menos importante, quero agradecer à minha namorada e Engenheira, Filipa Brandão, por todo o companheirismo demonstrado ao longo do meu percurso académico. Sem ela, esta dissertação não seria possível.

PALAVRAS CHAVE

Análise ABC; Enchimento; Impressão; Lavagem; Otimização; Payback; Processo; Tinteiro.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada na empresa Printerman Unipessoal Lda., com vista a melhorar o processo produtivo inicialmente implantado de reciclagem de tinteiros.

Inicialmente, realizou-se um descritivo do processo produtivo de reciclagem de tinteiros, bem como o seu fluxograma. Realizada esta fase primordial, recolheram-se dados processuais que permitiram uma caracterização real do processo que vigorava. Após terminada a caracterização, aplicaram-se modelos de ferramentas de apoio à decisão, como a análise ABC. Esta análise permitiu diferenciar as etapas do processo produtivo, de modo a identificar as que possuíam maior impacto. As etapas identificadas como fundamentais para o processo foram as que apresentavam maiores custos. Após realizada a análise, constatou-se que a otimização teria maior impacto na melhoria do processo se as atenções se focassem na lavagem e no enchimento dos tinteiros.

Assim, a lavagem e o enchimento foram as etapas sobre as quais incidiu a otimização. No caso da lavagem, a implementação de um novo equipamento com reajustes no processo produtivo, permitiu uma poupança de 28,9 segundos no tempo de ciclo, por tinteiro. Em termos diários, tendo em conta uma média produtiva de 313 tinteiros, esta poupança traduz-se numa redução do tempo de intervenção do colaborador de 151,0 minutos, sendo que o retorno do investimento será obtido ao final de 4,4 anos.

Para o enchimento, realizou-se um estudo alargado das opções de melhoria, tendo sido consideradas duas hipóteses: um equipamento projetado internamente e uma proposta de aquisição externa. Com este estudo, relativamente ao equipamento desenvolvido na Printerman Unipessoal Lda., estimou-se uma poupança de 12,0 segundos por tinteiro, o que equivale a uma poupança média diária de 62,6 minutos. Quanto à proposta da REEQ - *Outstanding Reprocessing Equipment*, existiria uma redução de 14,1 segundos por tinteiro, equivalente a um abatimento de 73,6 minutos diários na intervenção do colaborador. Tendo em conta que o período de recuperação do capital da proposta desenvolvida internamente é de 1,9 anos e o da proposta externa é de 6,5 anos, optou-se por desenvolver internamente o equipamento, uma vez que a recuperação de capital é 3,4 vezes inferior. À data da conclusão desta dissertação, a execução do equipamento encontrava-se em curso.

KEYWORDS

ABC analysis, inkjet, printing, washing, filling, payback, process, optimization

ABSTRACT

This dissertation was carried at Printerman Unipessoal Lda. company, in order to improve the current recycling process of inkjet cartridges.

Initially, it was made a description of the production process of recycling cartridges, as well as its flowchart. After this primordial phase, it was collected the data that allowed to make a real characterization of the process. After this characterization, it was used some decision support tools, such as ABC analysis. This analysis allowed to distinguish the different stages of the productive process, in order to identify the ones that have more impact. The steps identified as fundamental to the process were those present the highest costs. After the analysis, it was verified that the optimization would have a greater impact on the improvement of the process, if the attention was focused on washing and filling the cartridges.

In the case of the washing process, the implementation of a new equipment with some readjustments in the production process allowed a saving of 28,9 seconds in the cycle time per cartridge. In daily terms, taking into account a production average of 313 cartridges, this saving translates into a reduction of the worker intervention time of 151,0 minutes and the return of the investment will be achieved in 4,4 years.

For the filling process, a broad study of the improvement options was carried out, considering two hypotheses: an internally designed equipment and an external acquisition proposal. With this study, in relation to the equipment developed at Printerman Unip Lda., a saving of 12,0 seconds per cartridges was estimated which is equivalent to a daily average saving of 62,6 minutes. As for the REEQ – Outstanding Reprocessing Equipment proposal, there would be a reduction of 14,1 seconds per cartridge equivalent to a reduction of 73,6 minutes per day in the employee's intervention. Taking in account that the capital recovery period of the internally developed solution is 1,9 years and the external one's is 6,5 years, it was decided to develop it internally, since the capital recovery is 3,4 times lower. At the end of this dissertation, the execution of the equipment is in progress.

LISTA DE UNIDADES

Lista de Unidades

s	Segundo
min	Minuto
%	Porcentagem

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Payback</i>	Retorno do investimento
Virgem	Consumível original que nunca foi reciclado
Não virgem	Consumível original que já foi reciclado
Cabeçal	Cabeça de impressão do tinteiro
REEE	Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrónico

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - INSTALAÇÕES: PRINTERMAN UNIPESOAL LDA.	26
FIGURA 2 – PEGADA ECOLÓGICA DO PLANETA (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2017)	34
FIGURA 3 – PEGADA ECOLÓGICA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2017)	35
FIGURA 4 – PEGADA ECOLÓGICA DA EUROPA (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2017)	35
FIGURA 5 – PEGADA ECOLÓGICA DA CHINA (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2017)	36
FIGURA 6 – METAS DA DIRETIVA 2012/19/EU (APA, 2017)	38
FIGURA 7 - OFFSET (PAVIOVIC ET AL., 2015).	40
FIGURA 8 - ROTOGRAVURA (KIPPHAN, 2001).	41
FIGURA 9 - IMPRESSÃO A LASER (BUREAU DIGITAL, 2017).	42
FIGURA 10 - IMPRESSÃO A JATO DE TINTA TÉRMICA (PAVIOVIC ET AL., 2015).	43
FIGURA 11 - IMPRESSÃO A JATO DE TINTA PIEZOELÉTRICA (PAVIOVIC ET AL., 2015)	44
FIGURA 12 - IMPRESSÃO A JATO DE TINTA ELETROSTÁTICA (PAVIOVIC ET AL., 2015).	45
FIGURA 13 - IMPRESSÃO A JATO DE TINTA ACÚSTICO (PAVIOVIC ET AL., 2015).	46
FIGURA 14 - CABEÇA DE IMPRESSÃO	51
FIGURA 15 - CIRCUITO ELÉTRICO	52
FIGURA 16 – ESPONJAS	53
FIGURA 17 - FILTROS	53
FIGURA 18 - ORDEM DE PRODUÇÃO.	58
FIGURA 19 - INSTRUMENTO DE BICO FINO.	59
FIGURA 20 - FRESADORA COM BROCA.	60
FIGURA 21 - TINTEIROS NA MÁQUINA DE LAVAR A CABEÇA DE IMPRESSÃO	61
FIGURA 22 - LAVAGEM DE TINTEIRO.	61
FIGURA 23 - TINTEIROS NA CENTRIFUGADORA, POSIÇÃO UM.	62
FIGURA 24 - TINTEIROS NA CENTRIFUGADORA, POSIÇÃO DOIS.	62
FIGURA 25 - TINTEIROS SELADOS E COLOCADOS NO TABULEIRO	63
FIGURA 26 - TINTEIROS A MARCAR NO PAPEL	64
FIGURA 27 - TESTE DE IMPRESSÃO	64
FIGURA 28 - PROCESSO DE DESOBSTRUÇÃO DO CABEÇAL	65
FIGURA 29 - PROCESSO DE RECUPERAÇÃO.	65
FIGURA 30 - RETIRAR ETIQUETA E LIMPAR O TINTEIRO	66
FIGURA 31 - SELAR O TINTEIRO	66
FIGURA 32 - EMBALAMENTO <i>FLOWPACK</i> .	67
FIGURA 33 - EMBALAMENTO NA CAIXA	67
FIGURA 34 - ETIQUETAR CAIXA DE TINTEIROS.	68
FIGURA 35 – FLUXOGRAMA PROCESSO INICIAL.	72
FIGURA 36 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE ABC DO PROCESSO PRODUTIVO.	77
FIGURA 37- VISTA EXPLODIDA DA MÁQUINA DE ENCHIMENTO.	83
FIGURA 38- VISTA EXPLODIDA DA CÂMARA DE VÁCUO DA MÁQUINA DE ENCHIMENTO.	83

FIGURA 39 - FLUXOGRAMA DO NOVO PROCESSO.	87
FIGURA 40- PROPOSTA DA REEQ PARA EQUIPAMENTO DE LAVAGEM DE TINTEIROS - PARTE I	107
FIGURA 41 - PROPOSTA DA REEQ PARA EQUIPAMENTO DE LAVAGEM DE TINTEIROS - PARTE II	108
FIGURA 42 - MÁQUINA DE ENCHIMENTO DA REEQ.	109

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DADOS RELATIVOS AO PROCESSO INICIAL.	76
TABELA 2 - ANÁLISE ABC DO PROCESSO PRODUTIVO.	77
TABELA 3 - DADOS RELATIVOS AO NOVO PROCESSO PRODUTIVO.	88
TABELA 4 - DADOS RELATIVOS AO TEMPO DE COLOCAR OS TINTEIROS EM SOLUÇÃO.	101
TABELA 5 - DADOS RELATIVOS AO TEMPO DE FURAR OS TINTEIROS.	102
TABELA 6 - DADOS RELATIVOS AO TEMPO DE IMERSÃO DOS TINTEIROS.	103
TABELA 7 - DADOS RELATIVOS AO TEMPO DE LAVAGEM.	103
TABELA 8 - DADOS RELATIVOS AO TEMPO DE SELAGEM DOS TINTEIROS.	104
TABELA 9 - DADOS RELATIVOS AO TEMPO DE ENCHIMENTO DOS TINTEIROS.	105
TABELA 10 - CUSTO MÃO-DE-OBRA DO COLABORADOR.	106
TABELA 11 – PAYBACK ESTIMADO DO EQUIPAMENTO DE LAVAGEM DE TINTEIROS DA REEQ	109
TABELA 12 – PAYBACK ESTIMADO DO EQUIPAMENTO DE ENCHIMENTO DE TINTEIROS DA REEQ	110
TABELA 13 - LISTA DE PEÇAS E CUSTOS ASSOCIADOS AO EQUIPAMENTO DE ENCHIMENTO DESENVOLVIDO PELA PRINTERMAN.	110
TABELA 14 – PAYBACK ESTIMADO DO EQUIPAMENTO DE ENCHIMENTO DE TINTEIROS DESENVOLVIDO PELA PRINTERMAN	112
TABELA 15 – PAYBACK REAL DO EQUIPAMENTO DE LAVAGEM DE TINTEIROS DA REEQ	112

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Contextualização	25
1.2	Tema e objetivos	25
1.3	Empresa de suporte.....	26
1.4	Metodologia	27
1.5	Estrutura do relatório	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	Ambiente	31
2.2	Impressão	39
2.2.1	Impressão <i>Offset</i>	39
2.2.2	Rotogravura	40
2.2.3	Impressão a laser	41
2.2.4	Impressão a jato de tinta	42
2.3	Ferramentas de apoio à decisão	46
3	ENQUADRAMENTO TÉCNICO AO TEMA	51
4	DESENVOLVIMENTO	57
4.1	Descrição do processo produtivo da Printerman.....	57
4.2	Levantamento de dados processuais.....	72
4.3	Análise e síntese do processo produtivo	73
4.4	Análise das propostas de otimização do processo produtivo	78
4.4.1	Análise das propostas de otimização da lavagem	78
4.4.2	Análise das propostas de otimização do enchimento	80
4.5	Implementação de melhorias no processo produtivo	84
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	91
5.1	Conclusões.....	91

5.2	Propostas de trabalhos futuros	92
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	95
7	ANEXOS	101
7.1	Levantamento dos dados processuais	101
7.2	Custo mão-de-obra do colaborador.....	106
7.3	Proposta da máquina de lavagem <i>REEQ</i>	106
7.4	<i>Payback</i> estimado do equipamento de lavagem de tinteiros da <i>REEQ</i>	109
7.5	Proposta máquina de enchimento <i>REEQ</i>	109
7.6	<i>Payback</i> estimado do equipamento de enchimento de tinteiros da <i>REEQ</i>	110
7.7	Lista de peças e de custos associados ao equipamento de enchimento desenvolvido pela Printerman.....	110
7.8	<i>Payback</i> estimado do equipamento de enchimento de tinteiros desenvolvido pela Printerman	112
7.9	<i>Payback</i> real do equipamento de lavagem de tinteiros da <i>REEQ</i>	112

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Tema e objetivos

1.3 Empresa de suporte

1.4 Metodologia

1.5 Estrutura do relatório

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Este trabalho teve como principal foco a melhoria do processo produtivo de reciclagem de consumíveis informáticos.

Este tipo de produto é procurado por variadíssimos clientes que esperam um serviço de qualidade, que responda às suas diversas necessidades. A procura por consumíveis reciclados tem vindo a crescer nos últimos anos, devido ao seu baixo custo, mas também à crescente preocupação com o meio ambiente e sua preservação. Assim, a Printerman Unipessoal Lda., consciente do mercado competitivo que lhe é inerente, mostrou-se interessada em otimizar o seu processo produtivo. As ações de melhoria consistiram na diminuição dos tempos de mão-de-obra da linha de produção de consumíveis, e mostrou-se recetiva à implementação de medidas que apresentem notórias melhorias do processo, mantendo a política de qualidade intrínseca à marca e aos seus produtos.

1.2 Tema e objetivos

A Printerman Unipessoal Lda., mostrou-se preocupada com a competitividade existente no mercado e decidiu olhar com atenção para o processo produtivo da sua linha de reciclagem de tinteiros. Com o objetivo de manter a empresa competitiva, a Printerman decidiu, através deste trabalho, verificar e identificar as etapas do processo a melhorar.

Para propor ações de melhoria, foi necessário efetuar uma análise profunda ao processo, recorrendo a ferramentas da gestão de *stocks* – análise ABC e estimar o *payback* das melhorias.

1.3 Empresa de suporte

A Printerman Unipessoal Lda. é uma empresa jovem, estando na figura 1 representadas as suas instalações. Foi fundada em 2005 e dedica-se à reciclagem e venda de vários consumíveis informáticos. Com sede em Alpendorada, Marco de Canaveses, é atualmente uma empresa de referência nacional, com um diversificado leque de oferta, com todo o tipo de consumíveis informáticos originais e reciclados, e também artigos de papelaria, carimbos, CDs, DVDs, impressoras, etc.



Figura 1 - Instalações: Printerman Unipessoal Lda.

A Printerman é parceiro de várias empresas no fornecimento de artigos de papelaria, indo ao encontro das necessidades e expectativas dos seus clientes. A sua competitividade forte acrescenta valor aos seus clientes, devido ao tempo de entrega dos seus produtos, bem como à qualidade e ao baixo custo.

A preocupação com a preservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente, estão presentes na estratégia da sua atividade, assim como na política da empresa. Como tal, a empresa licenciou-se em 2009 como entidade gestora de resíduos, com o objetivo de satisfazer as necessidades de todos os seus clientes.

Instalada no norte de Portugal, a Printerman possui parceiros em diversos pontos de Portugal continental e ilhas, contando com a colaboração de profissionais atentos às necessidades dos seus clientes e ao mercado, dispondo de uma equipa talentosa em constante crescimento, o que potencia o próprio crescimento da empresa e da marca.

Em 2015 foi reconhecida com o prémio PME excelência, tendo-se congratulado com esta distinção, sendo mais um dos motivos que fomentam a crescente motivação para a prestação e fornecimento de serviços e produtos de qualidade. Este foi um prémio de renovação, uma vez que já em 2014 havia sido premiada como PME excelência. Como reconhecimento do mérito e profissionalismo que caracterizam a equipa Printerman, esta foi PME Líder entre 2010 e 2016, período no qual manteve a sua atuação em níveis ótimos de desempenho (Printerman, 2013).

1.4 Metodologia

Com vista à realização do presente trabalho, começou-se por fazer um levantamento das necessidades de melhoria do processo produtivo apontadas pelo gestor e pelos colaboradores da empresa. Após o levantamento e recolha dos dados operativos, procedeu-se à sua análise. Verificaram-se alguns pontos a melhorar e foram propostas ações de melhoria à direção da empresa. Também foi feita uma análise de mercado referente aos equipamentos utilizados na linha de reciclagem de tinteiros. Depois de uma análise detalhada das diversas propostas e da prévia aprovação do gestor da empresa, implementaram-se as melhorias sugeridas, tendo-se instalado o novo equipamento e feitos testes às novas soluções apresentadas. Após a implementação das ações de melhoria, efetuou-se novo levantamento e recolha dos dados operativos, para comparar o processo de produção antigo e o atual. Por fim, procedeu-se à redação da presente dissertação com o intuito de sumariar as atividades desenvolvidas e apresentar as conclusões delas retiradas.

1.5 Estrutura do relatório

A presente dissertação está dividida em sete capítulos: introdução, revisão bibliográfica, enquadramento técnico ao tema, desenvolvimento, conclusões, bibliografia e anexos.

No capítulo um é efetuada uma contextualização da presente dissertação, bem como referidos os objetivos específicos, apresentada a empresa acolhedora onde se realizou este trabalho e ainda a metodologia adotada.

No capítulo dois é realizada uma revisão bibliográfica, onde se procura fazer uma introdução à temática apresentada e abordar o tema das impressões, dos tinteiros, mas também do seu processo de reciclagem.

No capítulo três é feito um enquadramento técnico ao tema, para melhorar a compreensão e a capacidade crítica da temática abordada na dissertação.

No capítulo quatro é feita uma abordagem às atividades desenvolvidas, começando-se por uma descrição detalhada do processo de reciclagem dos tinteiros, seguida do levantamento de dados processuais, da sua análise e síntese, bem como da exposição e análise das propostas de otimização inerentes ao processo, e ainda dados sobre a implementação das melhorias sugeridas.

No capítulo cinco são apresentadas as principais conclusões retiradas da execução da presente dissertação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ambiente

2.2 Impressão

2.2.1 Impressão *Offset*

2.2.2 Rotogravura

2.2.3 Impressão a laser

2.2.4 Impressão a jato de tinta

2.3 Ferramentas de apoio à decisão

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A temática abordada na presente dissertação, bem como os temas a ela inerentes, são algo que está em desenvolvimento, não havendo muitos estudos publicados sobre o tema. A reciclagem de consumíveis informáticos é um ramo de negócio em crescimento, uma vez que o público vê nesse processo um meio de poupar, quer do ponto de vista financeiro, quer ambiental, permitindo que as impressões continuem com a qualidade desejada. Certo é que as impressões têm sofrido uma redução com o avanço da tecnologia e o conseqüente abandono do papel. No entanto, a preocupação com impressões de qualidade contínua em voga. Na apelidada era tecnológica, a reciclagem de tinteiros tornou-se mais visível, nomeadamente nas ofertas comerciais, mas também nas ações de sensibilização para a proteção do meio ambiente e nas ações promotoras da reciclagem, com centros de recolha de equipamentos elétricos e eletrónicos, próximos da comunidade. A otimização de processos e engenharia global tem acompanhado a crescente necessidade de satisfazer o cliente, tendo também presente uma cultura de controlo do risco. Neste sentido, são cada vez mais usadas ferramentas de controlo, quer de processos, quer de custos. Na presente dissertação, irá recorrer-se a uma análise ABC, no sentido de avaliar os custos inerentes a cada atividade. Esta análise permite uma divisão trifásica de itens, onde os classificados por “A” apresentam “alto valor de consumo”, os “B” são “intermediários”, e os “C” apresentam “baixo valor de consumo”. A curva ABC procura controlar os diferentes objetos de uma organização, bem como demonstrar o impacto destes sobre a rentabilidade e os custos dos processos.

2.1 Ambiente

Na conferência de 1972 das Nações Unidas sobre o homem e o ambiente, em Estocolmo, definiu-se ambiente como “o conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos e sociais, capazes de causar efeitos diretos ou indiretos, num prazo curto ou longo, sobre os seres vivos e sobre as atividades humanas” (Câmara, *et al.*, 2017).

É possível definir sustentabilidade de diversas formas (Fluerbaey, 2013). Uma das formas considera que as necessidades das populações não deve diminuir com o tempo

(Pezzy, 1997). A segunda linha de pensamento analisa a sustentabilidade como função da proteção que a sociedade deve maximizar, ao alocar os seus recursos ao longo do tempo. Outra linha de pensamento considera que não se devem considerar nulos os interesses das gerações futuras muito distantes (Zuber et al., 2011). Existem outras formas de definir sustentabilidade, para além das enumeradas anteriormente, contudo todas elas partilham uma preocupação: alguns temem que as gerações futuras se encontrem num ambiente desfavorável, outros preocupam-se com o facto destas gerações poderem estar mais desprotegidas do que as gerações passadas. Contudo, a preocupação com o futuro está sempre presente. Como tal, a comissão mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento definiu, em 1987, desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987).

Diversas são as condutas que põem em causa o desenvolvimento sustentável, entre elas, a quantidade de produtos disponíveis no mercado e a forma como estão ao dispor do consumidor. Isto tem provocado um aumento significativo da produção de resíduos. Pode-se então relacionar o aumento do consumo com o aumento da quantidade de resíduos a eliminar. A extração de matérias-primas da natureza, provoca grandes impactos ambientais, acrescentando aos elevados consumos de água e energia despendidos na extração, transporte, transformação e fabrico dos produtos (QUERCUS, 2017). Esta tendência de aumento da produção de resíduos por parte da população mundial, originou a política dos 3Rs, introduzida na conferência das Nações Unidas do Rio de Janeiro, em 1992. Os 3 Rs significam: **Reduzir**, **Reutilizar**, **Reciclar** (APA, 2017). O cumprimento dos 3 Rs deve ser realizado na ordem indicada, de forma a evitar a produção de resíduos. Será já numa fase avançada, quando a reutilização já não se afigura possível, que se prossegue para reciclagem do resíduo (QUERCUS, 2017).

Em 1994, realizou-se em *Aalborg*, Dinamarca, a conferência europeia sobre cidades sustentáveis. Nesta conferência, aprovou-se a carta das cidades europeias para a sustentabilidade. Este documento agrega valores e estratégias, com o objetivo de existir um desenvolvimento sustentável das áreas urbanas. Também define a necessidade de

se organizarem campanhas que apostem no apoio e divulgação de políticas sustentáveis (White, 2002).

De acordo com a *Ecological Footprint Atlas* (Ewing et al., 2017), os humanos usam mais recursos do que aqueles que a terra é capaz de produzir desde os anos 1970s. Estas exigências humanas alteram os ecossistemas, criando pressões ecológicas ao nível do uso das terras, da extração de recursos, da desflorestação, da pesca excessiva, da emissão de gases poluentes, entre outras pressões. Todas estas pressões ecológicas resultam em impactos irreversíveis no ecossistema. Os primeiros impactos afetam as populações mais pobres, e em países subdesenvolvidos (Steffen et al., 2005).

Desde o século XX que o planeta é marcado pelo crescimento exponencial da população e, a partir do final do século, é também marcado pela globalização. Discutindo a relação entre o estado do planeta e a globalização, muitos peritos afirmam não ter dúvidas que o aumento da globalização está diretamente ligado com a degradação do planeta (Rudolph et al., 2017).

A pegada ecológica, conceito criado por William Rees e Mathis Wackernagel em 1996, consiste numa forma simples da população perceber a quantidade de recursos naturais estimados que são necessários para suportar o estilo de vida de uma população. Esta estimativa permite avaliar até que ponto, a forma como uma determinada população vive, está de acordo com a capacidade do planeta disponibilizar e renovar os seus recursos naturais, bem como de absorver os poluentes que são gerados (Quercus, 2017)

Atendendo à figura 2, constata-se que a partir de 1970 deixaram de existir reservas ecológicas, tendo estas dado lugar a um défice ecológico crescente. A partir do ano 2000, a tendência para o crescente valor da pegada ecológica acentuou-se, tendo nesse mesmo ano chegado a 1,5 planetas. Pelas evidências apresentadas no gráfico da figura 2, verifica-se que, se não forem tomadas medidas que invertam a atual situação, esta terá sempre uma agravante de crescimento.

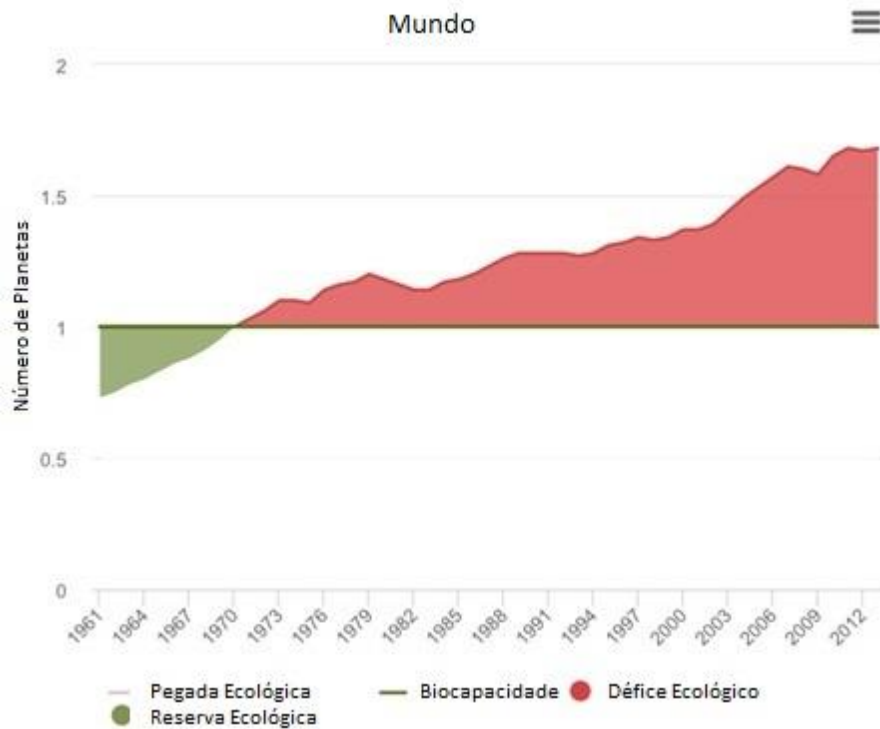


Figura 2 – Pegada ecológica do planeta (Global Footprint Network, 2017)

O dióxido de carbono é, sem dúvida, o componente cuja contribuição para o aumento da pegada ecológica global é maior. Estimou-se que este representa-se 60% do impacto ambiental em 2013, conforme mostra a figura 3 (Global Footprint Network, 2017).

Tal como é possível observar na figura 4, os Estados Unidos da América, a maior potencia a nível mundial, apresentaram em 2005 uma pegada ecológica de 5,9 planetas. Este valor foi crescendo até essa data, tendo-se aí invertido a tendência. Contudo, em 2013 ainda apresenta um valor de cerca de 5 planetas, o que é um enorme problema para a sustentabilidade da Terra (Foot Print Network, 2017).

Na figura 5 é possível observar a pegada ecológica da Europa. Tal como se pode observar, esta apresenta um crescimento continuado até aos 3 planetas de pegada ecológica em 2008, tendo esta vindo a diminuir muito ligeiramente desde então (Foot Print Network, 2017).

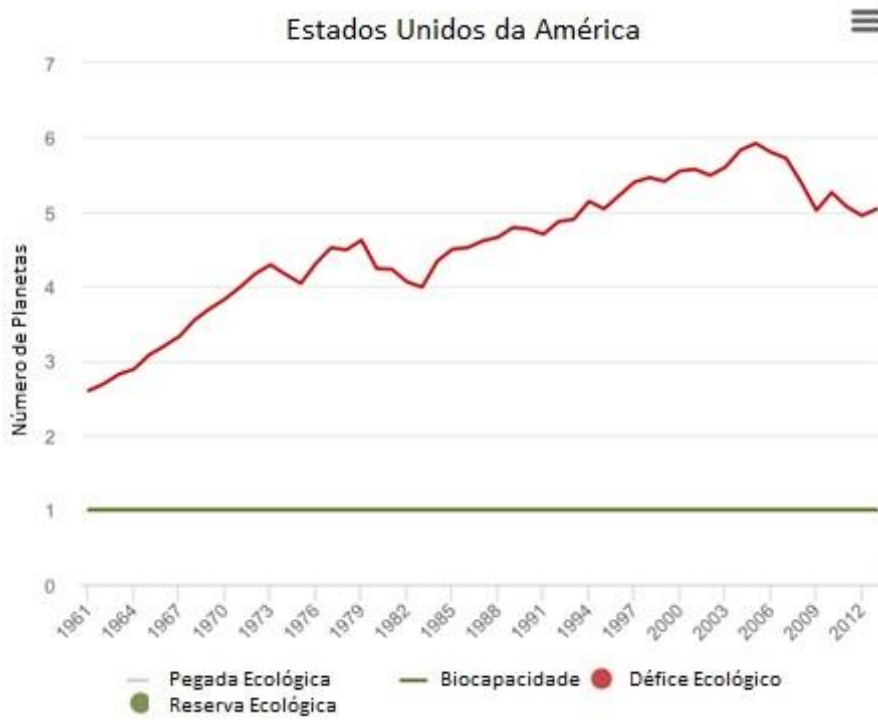


Figura 3 – Pegada ecológica dos Estados Unidos da América (Global Footprint Network, 2017)

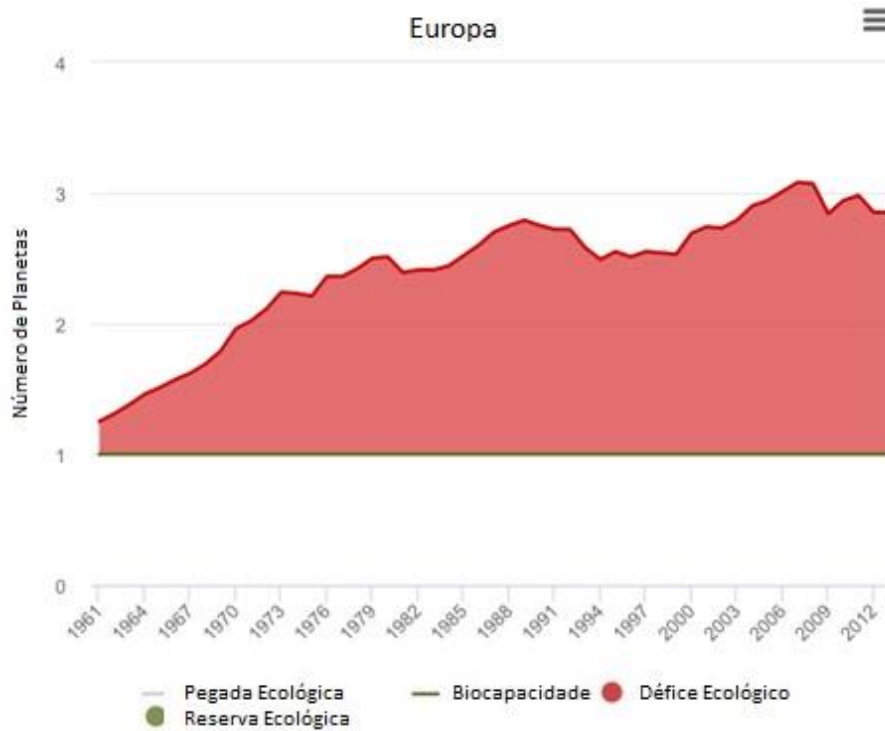


Figura 4 – Pegada ecológica da Europa (Global Footprint Network, 2017)

A China, com o elevado aumento populacional, tem apresentado um grande desenvolvimento industrial, o que tem a si associado um crescimento muito acentuado dos valores da pegada ecológica. Em 2001, a China viu nula a sua pegada ecológica, continuando a aumentar até aos 2,1 planetas em 2013, como se pode observar na figura 5 (Foot Print Network, 2017).

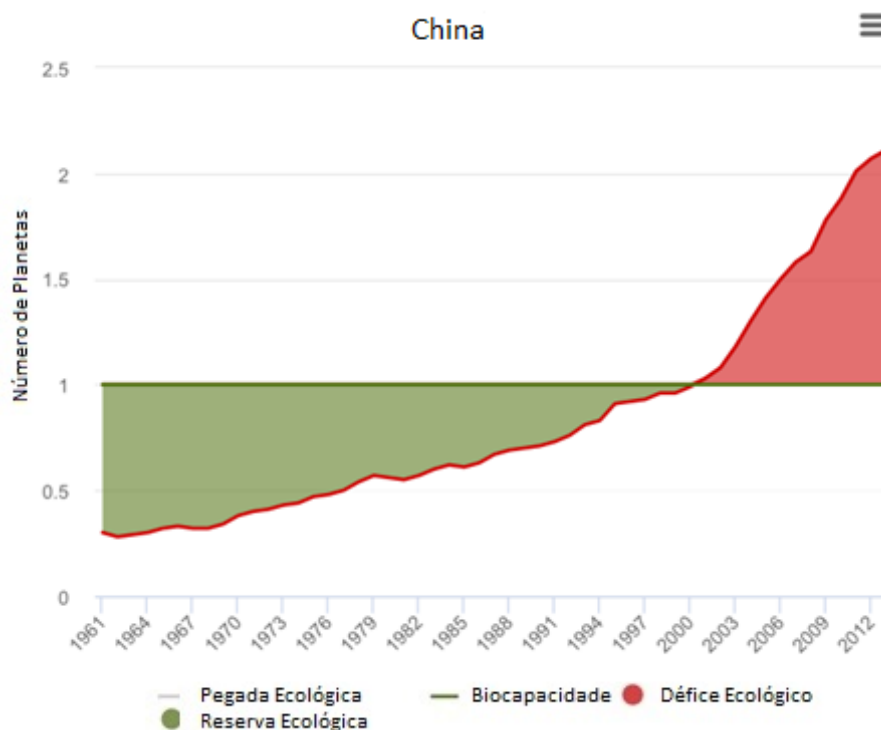


Figura 5 – Pegada ecológica da China (Global Footprint Network, 2017)

Nos últimos anos, os REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos) assumiram uma grande importância, pois são resíduos que apresentam fluxos com crescimento significativo desde o início do século XXI. A nível mundial, os REEE representam cerca de 5% dos resíduos urbanos gerados, e 8% na Europa. Estima-se que os REEE apresentem uma taxa de crescimento três vezes superior à dos restantes resíduos urbanos, ou seja, este é um resíduo que apresenta cada vez mais relevância no seu tratamento (Ongondo et al., 2010). O aumento das quantidades e os impactos ambientais causados pelos REEE, levaram à introdução de legislação em todo o mundo. Toda a legislação criada visa imputar responsabilidade aos produtos dos REEE, com o objetivo de associarem com essas preocupações (Bereketli et al., 2010).

Em 2006, a Associação Internacional de Recicladores de Resíduos de Equipamento Elétricos e Eletrônicos, indicou que foram vendidos 400 milhões de produtos eletrônicos, entre computadores, televisores, telemóveis e outros, e que só 12% foram reciclados (Wagner, 2009).

Durante anos a fio, os países desenvolvidos enviaram os seus resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos para a China, devido ao elevado custo da mão-de-obra e da deposição em aterro deste tipo de resíduos. Este envio incontrolado de resíduos, proibido pela China a partir de 2000, provoca ainda hoje sérios problemas em certas cidades como Guiyu, que apresentava, em 2005, nas suas águas, valores de metais pesados 400 a 600 vezes superior ao máximo permitido para consumo seguro (Wagner, 2009).

De forma a combater o movimento descontrolado de resíduos de equipamento elétricos e eletrônicos, foi aprovado na Convenção de Basileia, em 1992, um conjunto de restrições e de regras ao movimento transfronteiriço destes resíduos (Wagner, 2009).

Com vista ao melhor controlo e tratamento deste tipo de resíduos na União Europeia, estabeleceram-se metas e definições de resíduos na diretiva 2002/96/CE, diretiva esta que deixou de estar em vigor a partir de 15 de Fevereiro de 2014, por aplicação da diretiva 2012/19/EU (APA, 2017). As metas explícitas para Portugal apresentam-se na figura 7.

Pode-se concluir que, a partir de 2019, 85% dos REEE gerados terão de ser recolhidos, ou 65% do peso médio dos equipamentos elétricos e eletrônicos colocados nos três anos anteriores no mercado.

Em 2014, foi publicado em diário da república o decreto-lei nº 67, que estabeleceu medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, com o objetivo de prevenir ou reduzir os impactos adversos, decorrentes da produção e gestão de REEE's. Estas medidas passaram também por diminuir os impactos globais da utilização de recursos, por melhorar a eficiência dessa utilização e contribuir para o desenvolvimento sustentável (Decreto de lei nº67, 2014). Através deste decreto-lei, o governo Português faz cumprir a diretiva europeu nº 2012/19/UE anteriormente indicada, e que informa que os tinteiros e *toners* passam a ser considerados REEE's (Decreto de lei nº67, 2014).

	Diretiva 2012/19/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 Julho	Data de entrada em vigor das alterações
Âmbito de aplicação	EEE passam a incluir os painéis fotovoltaicos	No limite, a partir de Fevereiro 2014 (data limite de transposição da Diretiva UE para o direito interno)
	EEE passam a ser classificados em seis categorias (Anexo III)	A partir de 15-08-2018
Taxa de recolha ⁽¹⁾	4 kg/habitante, por ano, de REEE provenientes de particulares	Até 31-12-2015
	45% do peso médio dos EEE colocados no mercado, nos três anos anteriores, de REEE de proveniência particular e não particular	Entre 2016 e 2019
	85% REEE gerados ou, uma taxa de recolha de 65% do peso médio dos EEE colocados no mercado, nos três anos anteriores de REEE de proveniência particular e não particular	A partir de 2019
Objetivos de reciclagem e valorização ⁽²⁾	Aumento em 5% dos objetivos de valorização e reciclagem, estabelecidos na anterior Diretiva, tendo por base o peso de REEE que entram nas instalações de valorização ou de reciclagem / preparação para a reutilização, após terem sido devidamente tratados	A partir de 15 Agosto de 2015

⁽¹⁾: No que diz respeito aos consumidores, a Diretiva prevê que os consumidores possam entregar REEE muito pequenos, como telemóveis, em lojas retalhistas sem a obrigação de comprar um produto novo.

⁽²⁾: os REEE exportados só contam para o cumprimento dos objetivos de valorização, se o exportador puder provar que o tratamento ocorreu em condições equivalentes aos requisitos estabelecidos no Anexo VI da Diretiva REEE2.

Figura 6 – Metas da diretiva 2012/19/EU (APA, 2017)

Em Janeiro de 2017, a Agência Portuguesa do Ambiente emite um documento técnico relativo à gestão de tinteiros e cartuchos de *toner* usados (APA, 2017). Neste documento, foram classificadas todas as atividades desenvolvidas na gestão de tinteiros e *toners* usados, o que inclui a atividade de reenchimento, a de comércio, a de armazenagem e a de fabrico. Nesta publicação, passaram-se a considerar os tinteiros e *toners* como um resíduo perigoso (APA, 2017).

2.2 Impressão

A impressão de um projeto é um aspeto de extrema importância para a avaliação estética do mesmo. Qualquer aspeto menos positivo de uma impressão é realçado de uma forma depreciativa. Por outro lado, uma impressão de qualidade, realça todos os aspetos positivos do *layout* e cria um impacto visual positivo. Para que a impressão corresponda a todas as expectativas do projeto, é necessário escolher o melhor tipo de impressão, ajustado ao material que se vai utilizar, às cores e acabamentos necessários.

Os processos de impressão distinguem-se pela forma do processo de transferência dos elementos gráficos para o papel, havendo portanto diversos tipos de impressão como: *offset*, rotogravura, *laser*, jato de tinta, serigrafia, flexografia, tampografia, *hot-stamping*, 3D, entre outros (Kipphan, 2001).

Analisa-se de seguida os quatro primeiros tipos de impressão, por serem os que apresentam maior representatividade no mercado atual.

2.2.1 Impressão *Offset*

A impressão *offset* consiste numa tecnologia de impressão indireta. Em primeiro lugar, a tinta é transferida para um transportador intermédio, e de lá para o substrato. Nesta tecnologia, a tela de impressão consiste numa malha fina de *nylon*, por exemplo. Onde não existem elementos de impressão, a malha é bloqueada com um revestimento, que não deixa passar a tinta. A tela de impressão é coberta com tinta, através do transportador intermédio, e em seguida é passada uma lâmina sobre essa mesma tela. Através da pressão exercida pelos rolos, a tinta é forçada a passar da malha para o papel, tal como ilustrado na figura 7 (Paviovic et al., 2015).

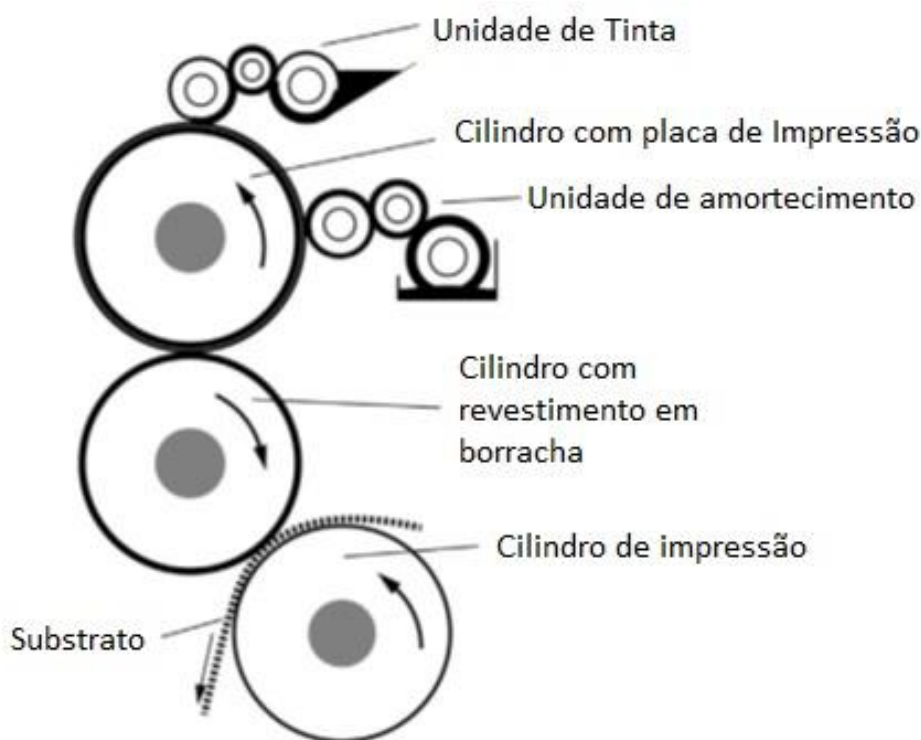


Figura 7 - Offset (Paviovic et al., 2015).

2.2.2 Rotogravura

Esta técnica de impressão é usada em grandes produções de longa duração. Consiste numa técnica de impressão direta, pois não existe qualquer meio intermédio entre o papel e a imagem gravada no cilindro. Uma característica especial desta técnica de impressão é o facto de cada cilindro imprimir a sua cor, ou seja, para imprimir a quatro cores, cada cilindro tem a sua cor, e cada um deles tem de ser mudado cada vez que se muda o trabalho. Esta gestão obriga a uma empresa que tenha diversos trabalhos, a armazenar diversos cilindros. O cilindro de gravação é instalado na máquina e é imerso em tinta, que contém solventes de secagem rápida. Uma lâmina remove o excesso de tinta existente, deixando apenas tinta onde se pretende que seja impresso. Isto deve-se ao facto da área de impressão se encontrar gravada em baixo revelo. O cilindro de gravação entra depois em contacto com o material a ser impresso (papel, plástico, cartão), que em conjunto com o cilindro de pressão, faz a tinta passar para o material a ser impresso tal como se observa na figura 8 (Kipphan, 2001).

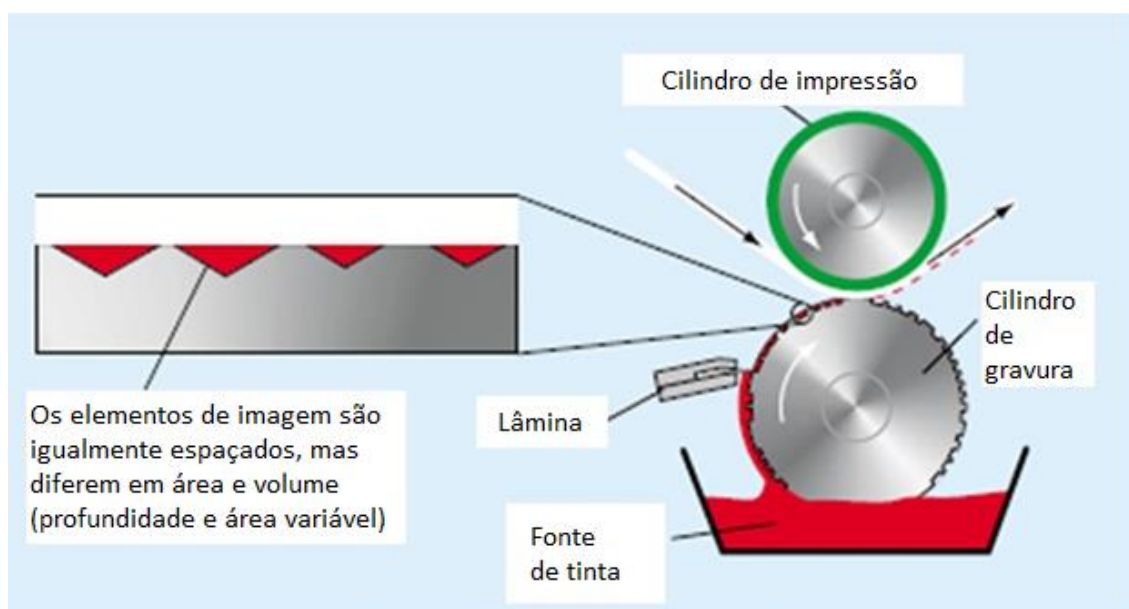


Figura 8 - Rotogravura (Kipphan, 2001).

2.2.3 Impressão a laser

A impressão a *laser* trata-se de uma tecnologia de impressão digital que se tem vindo a tornar cada vez mais popular, devido à capacidade de executar trabalhos de curtos ciclos e de muito fácil utilização por parte do utilizador. De uma forma geral, a tecnologia de impressão consiste na passagem de uma folha de papel sobre um tambor (*drum*), unidade de imagem, de forma a construir a imagem que pretendemos no papel.

De uma forma mais rigorosa, consiste em carregar eletricamente todo o tambor, sendo este rotativo. À medida que o tambor rola, incide sobre si um *laser* em pontos específicos, correspondentes à imagem ou texto, criando assim zonas sensibilizadas. É criado assim um desenho eletrostático no cilindro, a partir da memória armazenada no equipamento. É a estas zonas sensibilizadas que o *toner* adere ao tambor, e que ao passar sobre a folha do papel o *toner*, é transferido para a sua superfície. Isto deve-se ao facto do *toner* ter propriedades eletrostáticas. Por fim, e de forma a “agarrar” o *toner* ao papel, a folha passa por um aquecedor, denominado como fusor, que queima o *toner*, fixando-o assim ao papel.

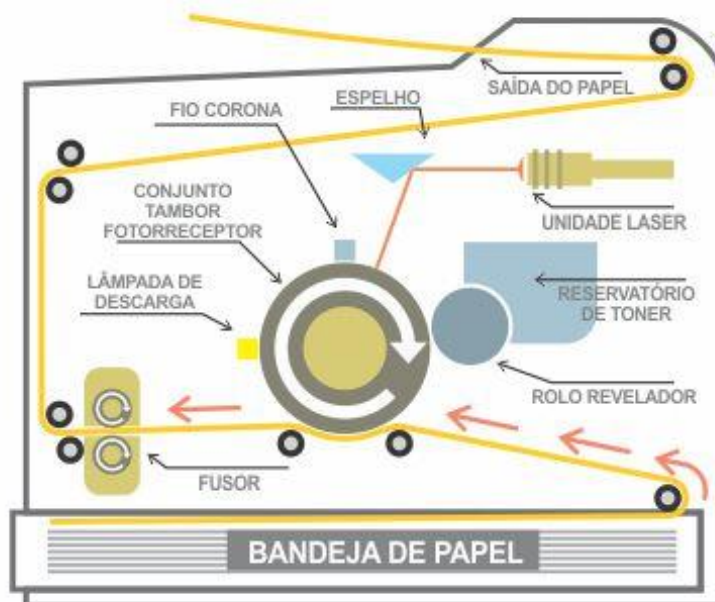


Figura 9 - Impressão a Laser (Bureau digital, 2017).

2.2.4 Impressão a jato de tinta

Os métodos tradicionais de impressão, consistem num processo de passar a tinta através de contacto com o material a ser impresso. No caso da técnica de impressão por jato de tinta, consiste num processo de impressão sem contacto, pois a tinta é projetada através de pequenos furos contra o material a ser impresso (Leach, 1988).

Como o objetivo principal desta dissertação pretende passar pela otimização do processo produtivo de reciclagem de tinteiros, serão mais aprofundados os tipos de impressão por jato de tinta.

Os processos de impressão por jato de tinta podem ser de quatro tipos: impressão a jato de tinta térmica, impressão a jato de tinta piezoelétrica, impressão a jato de tinta eletrostática e impressão a jato de tinta acústica (Leach, 1988).

2.2.4.1 Impressão a jato de tinta térmica

A impressão a jato de tinta térmica, consiste no processo de formar gotículas de tinta em microssegundos, através do aquecimento de uma resistência na câmara de tinta do tinteiro. São atingidas temperaturas entre os 300 e 400°C, que provocam a formação de

uma bolha, a qual provoca a saída de uma gota de tinta pelo cabeçal do tinteiro, tal como representa a figura 10. No momento em que sai a gota pelo cabeçal, cria-se um vazio de tinta na câmara, vazio este que é preenchido de seguida, para que o processo se volte a repetir. Esta tecnologia é utilizada em impressoras normalmente mais económicas, como grande parte das impressoras da marca HP e da Canon, e permite a formação de gotículas de tinta de tamanho bastante pequeno (Paviovic et al., 2015).

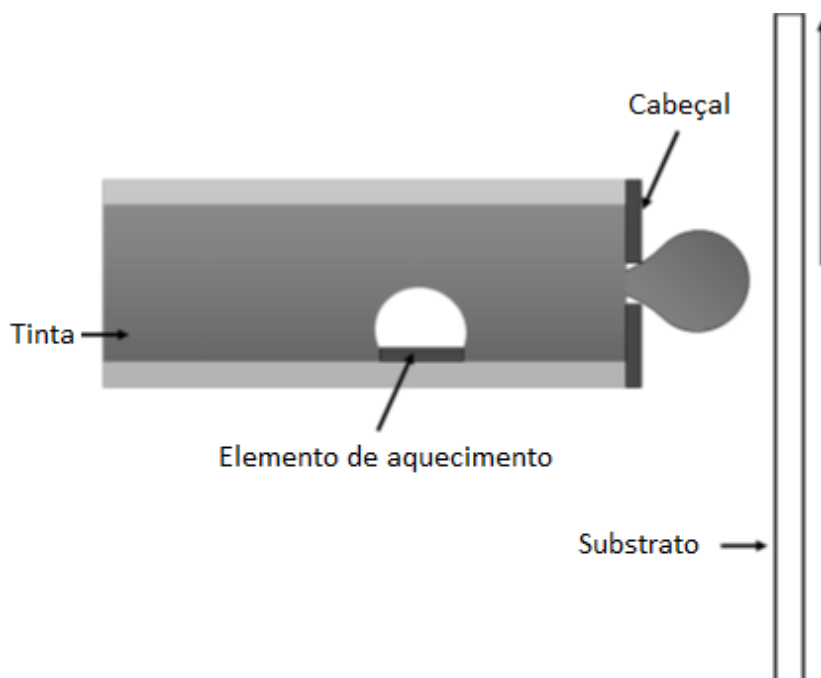


Figura 10 - Impressão a jato de tinta térmica (Paviovic et al., 2015).

2.2.4.2 Impressão a jato de tinta piezoelétrica

Na impressão a jato de tinta piezoelétrica, as gotas de tinta são ejetadas através do cabeçal, por distorção da membrana piezo-cerâmica. A superfície externa da membrana piezo-cerâmica tem um revestimento condutivo, que permite a condução elétrica através de si. Ao ser aplicado um impulso elétrico neste revestimento, a membrana piezo-cerâmica deflete. A duração durante a qual é aplicado este impulso, controla o tamanho da gota de tinta que sai pelo bocal, tal como é representado na figura 11. Esta tecnologia é utilizada nas impressoras com cabeça de impressão, sendo estas cabeças de impressão de custo elevado, mas de período de vida mais alongado. A tecnologia de impressão a jato de tinta piezoelétrica, pode ser classificada em quatro modos principais: dobrar (utilizada por marcas como a Epson e Biofluidix), empurrar (utilizada pela Hitachi,

pela Epson e pela Biofluidix), cisalhamento (utilizada pela Sharp e Tektronix) e espremer (utilizada pela Microdrop e Microfab). Esta tecnologia pode usar como fluido de impressão polímeros, soluções ou suspensões biomateriais (Paviovic et al., 2015).

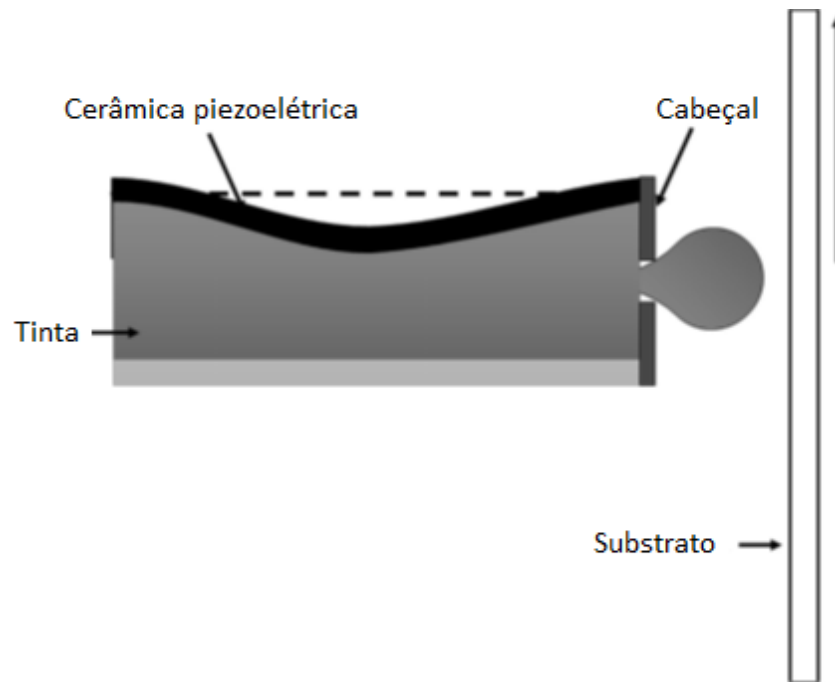


Figura 11 - Impressão a jato de tinta piezoelétrica (Paviovic et al., 2015)

2.2.4.3 Impressão a jato de tinta eletrostática

Com o objetivo de se obter uma gota de tinta mais pequena que as obtidas usando a tecnologia impressão a jato de tinta piezoelétrica, surge a impressão a jato de tinta eletrostática.

Como é difícil fazer uma gota de tinta mais pequena do que o tamanho do bocal no sistema da jato de tinta piezoelétrica, surge o método de jato de tinta eletrostática. Neste método, são induzidas forças eletrostáticas aplicadas entre um eletrodo e o bico, de forma a atrair cargas gratuitas para dentro da tinta e à sua superfície. Esta tinta carregada, é separada da cabeça de impressão na forma de gotículas finas, tal como é representado na figura 12. Neste método, o tamanho da gota não é controlado pelo diâmetro do bocal. Como tal, este método apresenta maior resolução que o método de impressão de jato de tinta piezoelétrico. Apesar destas vantagens, só alguns fabricantes como a TTP, a Seiko e a Epson empregam este método de impressão para aplicações comerciais (Paviovic et al., 2015).

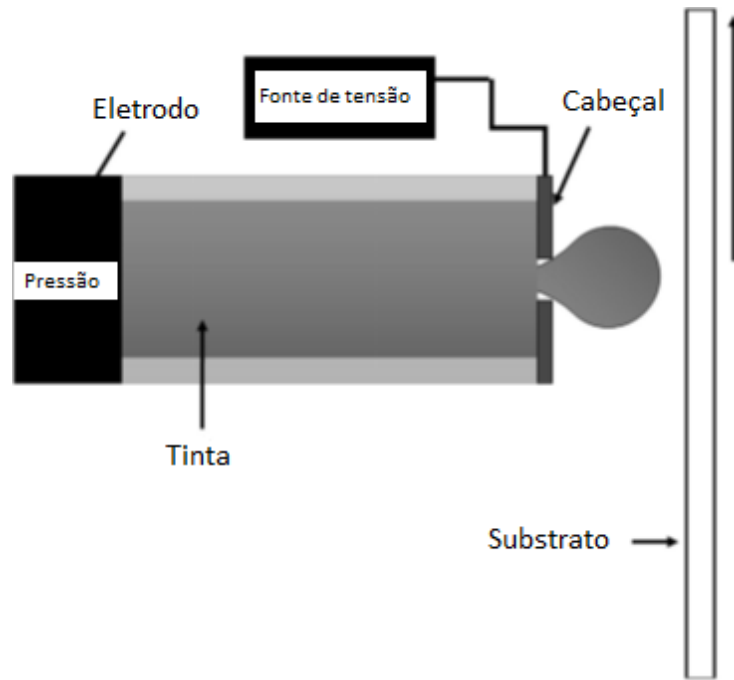


Figura 12 - Impressão a Jato de tinta eletrostática (Paviovic et al., 2015).

2.2.4.4 Impressão a jato de tinta acústico

A impressão por jato de tinta acústico, é um método de impressão recentemente desenvolvido, sendo usado em algumas aplicações comerciais. Neste método, as gotículas de tinta são geradas por energia acústica, em que um feixe de ultrassons é direcionado para uma lente acústica à superfície do fluido, produzindo assim uma gotícula de tinta, tal como é representado na figura 13. Com o uso deste método, o problema de entupir os injetores da cabeça de impressão fica a salvo.

Os tamanhos das gotas ejetadas são controlados dinamicamente, alterando-se a distância entre o fluido e o transdutor que emite o feixe de ultrassons, de forma a se variar o ponto focal na superfície da tinta (Paviovic et al., 2015).

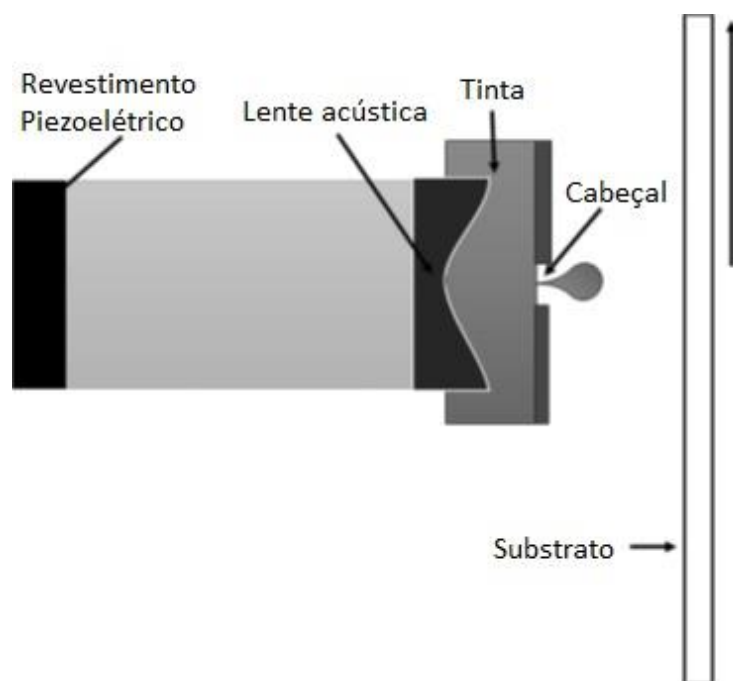


Figura 13 - Impressão a jato de tinta acústico (Paviovic et al., 2015).

2.3 Ferramentas de apoio à decisão

As ferramentas de apoio à decisão consistem em métodos que auxiliam os decisores a tomar a melhor decisão. Existem várias ferramentas de apoio à decisão disponíveis nos dias de hoje. Nesta dissertação, irão ser utilizadas duas, a análise ABC, também conhecida por análise Pareto e o *Payback*, ou tempo de retorno do investimento.

A análise ABC, desenvolvida por *Joseph Moses Juran*, e mais tarde denominada também como análise de Pareto, em homenagem ao economista *Vilfredo Pareto*, é amplamente aplicada para gerir *stocks*. A curva ABC permite separar os artigos ou atividades de maior importância, que são normalmente em menor número, do restante. Ao enquadrar-se um produto ou uma atividade numa curva ABC, torna-se possível identificar a real importância desse artigo para a faturação global da empresa, ou a importância daquela atividade para o processo em análise (Liu et al., 2016).

O *Payback*, também denominado de período de recuperação de capital, é uma técnica utilizada para determinar o número de períodos necessários para que ocorra a recuperação do capital, isto é, o tempo necessário para que o investidor efetue o reembolso de determinado investimento. Em termos práticos, o *Payback* obtém-se pelo

quociente entre o investimento inicial e o resultado médio do fluxo de caixa (Investopedia, 2017).

ENQUADRAMENTO

TÉCNICO AO TEMA

3 ENQUADRAMENTO TÉCNICO AO TEMA

Os tinteiros podem-se dividir em dois tipos: os tinteiros com cabeça de impressão, usados na tecnologia de impressão térmica, e os tinteiros sem cabeça de impressão, usados em tecnologias de impressão como, por exemplo, o caso da piezoelétrica. Nestes últimos, a cabeça de impressão encontra-se na máquina, impressora, e os tinteiros são simplesmente um reservatório de tinta.

Ao longo desta dissertação, irá incidir-se na melhoria do processo produtivo de reciclagem de tinteiros com cabeça de impressão. Assim, de seguida irá explicar-se a constituição de um tinteiro com cabeça de impressão.

Nas imagens seguintes (figuras 14 a 17), poderá verificar-se a constituição de um tinteiro com cabeça de impressão. À esquerda, encontra-se um exemplo de um tinteiro preto e do lado direito, um tinteiro de cor.

Na figura 14 pode-se observar os cabeçais existentes nos tinteiros. Como se pode verificar, os injetores de um consumível preto encontram-se centrados na cabeça de impressão. No caso dos tinteiros de cor, podemos observar três linhas de injetores separadas entre si, mais a esquerda a cor ciano, de seguida a amarela e depois a magenta. Pode ainda salientar-se que a ordem das cores pode variar entre referências de consumíveis.

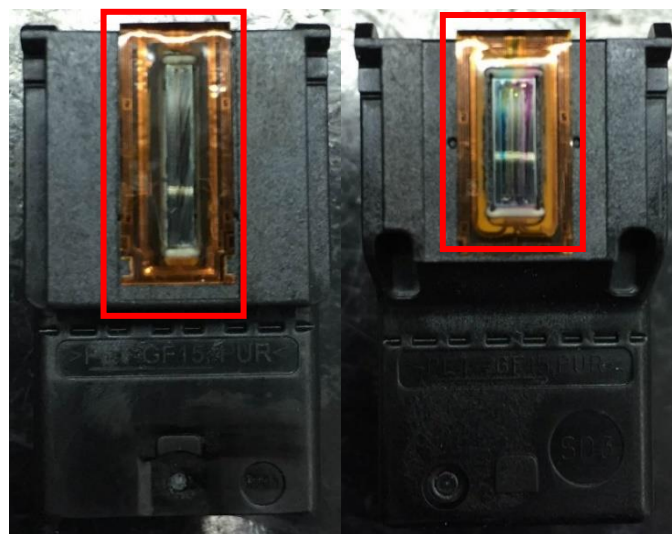


Figura 14 - Cabeça de impressão

Na figura 15 pode-se observar o circuito elétrico existente nos tinteiros de cabeça de impressão. Este circuito é que recebe a informação enviada pela impressora para o tinteiro, indicando quais os injetores que devem ser abertos, e durante quanto tempo. O formato do circuito elétrico, e o número de pontos de recepção de informação, varia entre referências de consumíveis.

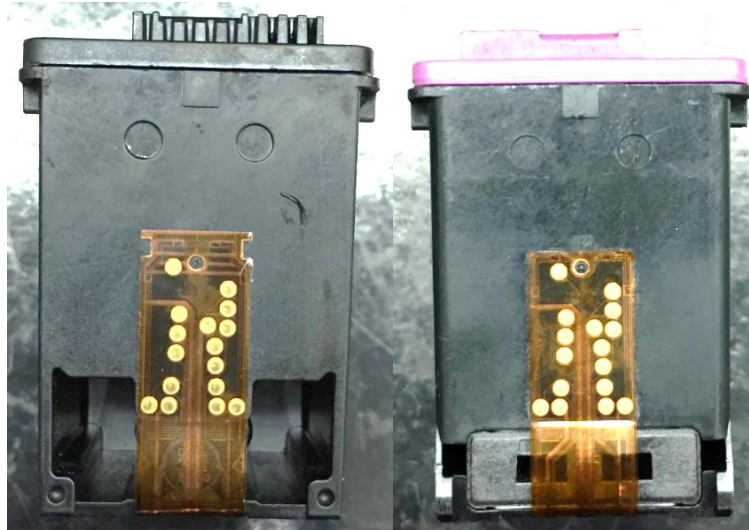


Figura 15 - Circuito elétrico

Na figura 16, pode-se verificar o interior dos tinteiros, depois de removida a tampa dos mesmos. Pode-se verificar que os consumíveis pretos só apresentam uma esponja, enquanto os tinteiros de cor apresentam três esponjas, uma para cada cor. O tamanho das esponjas é variável, consoante a capacidade dos tinteiros. Quanto maior for a capacidade do tinteiro, maior é a esponja, independentemente de serem tinteiros a preto ou a cor. As esponjas têm como missão reter a tinta nelas colocadas.

Retirando-se as esponjas dos tinteiros, é possível observar o filtro existente em cada consumível, como se visualiza na figura 17. Existe um filtro por cada esponja existente no tinteiro, ou seja, os tinteiros pretos têm um filtro, e os tinteiros cor têm três filtros. A missão do filtro é separar a tinta existente na esponja, da câmara de tinta, permitindo que esta última não se encontre demasiado saturada de tinta, para a tecnologia de impressão térmica funcionar corretamente.

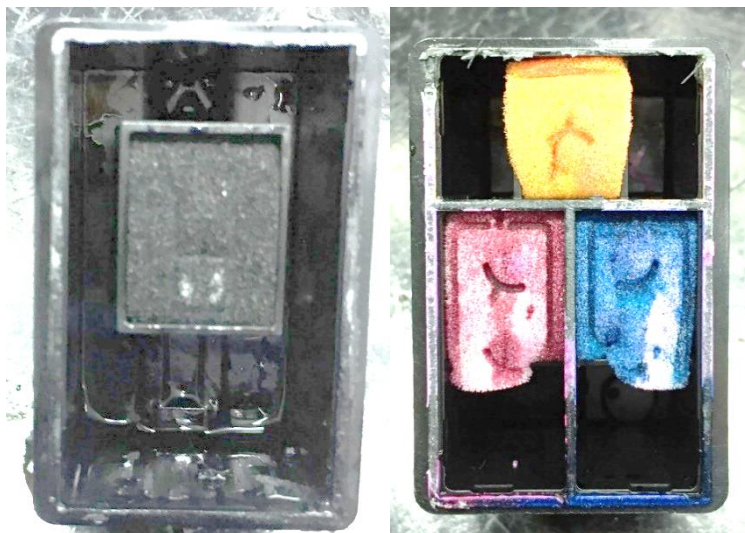


Figura 16 – Esponjas



Figura 17 - Filtros

DESENVOLVIMENTO

4.1 Descrição do processo produtivo da Printerman

4.2 Levantamento de dados processuais

4.3 Análise e síntese do processo produtivo

4.4 Análise das propostas de otimização do processo produtivo

4.4.1 Análise das propostas de otimização da lavagem

4.4.2 Análise das propostas de otimização do enchimento

4.5 Implementação de melhorias no processo produtivo

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Descrição do processo produtivo da Printerman

Na Printerman vigorava um processo produtivo que foi reformulado no âmbito da presente dissertação. Este processo era passado de forma verbal entre os colaboradores, não existindo um documento escrito que descrevesse o processo, até a realização da presente dissertação. Segundo Zhang Alting (Ávila et al., 2017), planeamento do processo pode ser definido como a determinação sistemática de métodos detalhados, através dos quais as peças ou componentes, podem ser fabricadas económica e competitivamente, desde a matéria-prima até ao estado final. Para intervir na melhoria, foi necessário fazer um planeamento de todo o processo de reciclagem de tinteiros. Após esta etapa, foram adquiridas competências para analisar todo o processo e capacidade crítica para propor ações de melhoria. Em seguida, é apresentada a descrição do processo produtivo, fazendo referência aos seguintes parâmetros:

- Os tinteiros produzidos e comercializados pela empresa, ocorrem em ciclos de quatro dias, desde a sua recolha até à sua colocação em comercialização;
- Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos são recolhidos pelos vendedores nos diversos clientes, chegam até às instalações da Printerman por meios adequados para o efeito, sendo todos os resíduos devidamente acompanhados pela guia de acompanhamento de resíduos;
- Após a receção, são alvo de uma triagem. É feita uma seleção por tipologia e características dos tinteiros rececionados;
- O ciclo é descrito seguidamente. Depois da recolha e receção, há lugar a uma ordem de produção, que coloca em marcha todo o processo de reutilização do tinteiro;
- **No dia zero**, são emitidas ordens de produção, pelo colaborador responsável por este procedimento, seguindo a política de *stocks* adotada pela empresa, como ilustrado na figura 18;

Ordem de Produção nº 201717615

Software PHC - Processado por programa certificado nº 0006AT (2017073)-Este documento não
é uma cópia

Data de Produção: 30.10.2017

ORIGINAL
1 x 1

Data de Emissão:
30.10.2017


Separação: Vazio: _____

Separação: MP: _____

Conferência Início
de Produção: _____

Observações: _____

**Percentagem
RMA**



Referência	Descrição	Unidade	MP	Produção	MP Não	Produção
			Reparada	Consumida	Consumida	Final
HPPROCH83E	Tinteiro Printerman Premium Pro HP n°301xl V1(CH83EE)	10,0 un				
MAOBRAJUL	Mão de obra Juliana	10,0min				
MAOBRACRI	Mão de obra Cristiane Isabel	10,0min				
MAOBRAFOR	Mão de obra Formação	10,0min				
HPCH81EEV1	Tinteiro HP n°301 V1 (CH81EE) Black - Virgin	10,0un				
HPCH81EEV1	Tinteiro HP n°301 V1 (CH81EE) Black - No Virgin	10,0un				
HPCH83EEV1	Tinteiro HP n°301xl V1 (CH83EE) Black - No Virgin	10,0un				
CONTINTA	Consumo Tinta	380,un				
MAOBRACOF	Mão de obra Sofie	10,0min				
CLTRAPH508	Clip Transparente HP 300 Black	10,0UN				
CLVERSE	Clip verde HP 5821	10,0un				
CAMODC	Caixa Tinteiro Printerman Modelo C (Mod_P033)	10,0un				
CONDIV	Consumo Diversos	10,0un				
MAOBRACRI	Mão de obra Cristiane	10,0min				
HB-301	Reset chip for 301 Black	10,0un				
AT-301	Double sided adhesive tape	10,0un				
PC-301	Protection Clip for cartridge use	10,0un				
HPCH83EEV1	Tinteiro HP n°301xl V1 (CH83EE) Black - Virgin	10,0un				
AJH-301XK	Chip for hp n°301XL Black	10,0un				
CHP901XL-301	Chip to convert HP n°901xl Black in n°301xl black	10,0un				
HPCD854AE-V	Tinteiro HP n°901XL (CD854AE) Black - Virgin	10,0UN				

Printerman:
Conferência Final _____

Documento processado por computador pelo Utilizador Supply Department
© Utilizador Supply Department data: este registo em 30.10.2017 pelas 22:25:07
© Utilizador Supply Department data: este registo em 30.10.2017 pelas 22:25:07

Figura 18 - Ordem de produção.

- As ordens de produção baseiam-se nas médias de vendas dos últimos 180 dias, garantindo a produção para um *stock* máximo (20 dias) e um *stock* mínimo (12 dias), processo este que não sendo totalmente automático, é controlado em grande parte pelo sistema de gestão existente (PHC);
- Os tinteiros vazios encontram-se organizados e dispostos num armazém próprio, denominado internamente por “armazém dos vazios”. A colaboradora responsável por este armazém, separa para tabuleiros os tinteiros necessários para as ordens de produção anteriormente emitidas, e regista a informação do tipo de consumível que separou, da quantidade e da referência em cada ordem;
- Na triagem dos tinteiros, estes são primeiramente separados de acordo com o seu número de reciclagens, isto é, separam-se os “virgens” dos “não virgens”;
- Na separação dos tinteiros vazios, estes são organizados no tabuleiro mediante o seu tipo, isto é, são separados os tinteiros de cabeça de impressão, dos tinteiros sem cabeça de impressão. Dentro dos consumíveis de cabeça de impressão, separam-se os tinteiros pretos dos tinteiros de cores;

- Por último, são levados para o departamento produtivo. Estas atividades desenvolvem-se no final do dia zero;
- **No primeiro dia**, os tinteiros já se encontram no departamento produtivo, onde é possível identificar dois processos distintos, o de tinteiros com cabeça de impressão e o de tinteiros sem cabeça de impressão. No decorrer desta dissertação vão ser abordados apenas os processos relativos aos tinteiros com cabeça de impressão. Durante o dia um, os tinteiros são mergulhados numa solução de água desmineralizada com *rinse solution*, produto com propriedades corrosivas, solução esta que humedecerá os tinteiros e ajudará a desobstruir o cabeçal, destruindo as incrustações existentes e melhorando a qualidade do tinteiro. Coloca-se ainda uma massa por cima dos tinteiros, em ferro, para garantir que estes fiquem efetivamente submersos;
- **No fim do primeiro dia**, os tinteiros são retirados da solução, e são de seguida furados. Este procedimento varia consoante a origem do tinteiro a reciclar. No caso dos tinteiros da marca HP, estes já têm previamente esses furos na tampa dos consumíveis, pelo que se torna necessário apenas furar a etiqueta, com o auxílio de um instrumento com bico fino, como ilustrado na figura 19. Nos consumíveis da Canon e da Lexmark, é necessário recorrer-se ao uso de uma fresadora com uma broca, figura 20, para se furar a tampa de plástico. O número de furos está diretamente relacionado com o número de esponjas de cada tinteiro. No caso dos tinteiros serem pretos, faz-se apenas um furo. No caso dos tinteiros serem de cor, fazem-se três furos;



Figura 19 - Instrumento de bico fino.



Figura 20 - Fresadora com broca.

- Os tinteiros são colocados de novo em tabuleiros, numa nova solução com água desmineralizada e *rinse solution*, e levados ao *Boiller*, camara de vácuo. De forma a operacionalizar o equipamento, ligam-se as duas bombas de vácuo e, quando o equipamento atinge 80% de vácuo, as bombas são desligadas. Em seguida, abre-se a válvula retentora de ar, que deixa entrar o ar novamente para dentro do equipamento, fazendo a despressurização do mesmo. Este processo faz com que as esponjas dos tinteiros fiquem saturadas da solução;
- No **segundo dia**, pela manhã, é retirado o líquido excedente existente nos tabuleiros, e retirada a massa, em ferro;
- Os tinteiros são colocados num equipamento que, devido à pressão de ar, expelle água contra o cabeçal do tinteiro, o que ajuda a desobstruir o cabeçal, tal como ilustrado na figura 21. Este equipamento possui capacidade para seis tinteiros, independentemente de serem pretos ou a cores. Este equipamento só permite lavar tinteiros HP;
- Os tinteiros são lavados numa máquina que usa agulhas, como o ilustrado na figura 22;
- As agulhas são introduzidas no furo vertical, previamente executado no tinteiro, de cima para baixo. Devido à pressão de água, o equipamento lava internamente a esponja do tinteiro. O equipamento permite lavar em simultâneo dezoito tinteiros pretos, ou seis tinteiros de cor.



Figura 21 - Tinteiros na máquina de lavar a cabeça de impressão



Figura 22 - Lavagem de tinteiro.

Os tinteiros são colocados numa centrifugadora, que retira todo o líquido do seu interior. Inicialmente, os tinteiros são colocados na centrifugadora com o cabeçal voltado para o seu centro, de forma à água sair pelo furo existente na tampa do tinteiro, figura 23, e em seguida, com o cabeçal voltado para a parede do equipamento, figura 24;



Figura 23 - Tinteiros na centrifugadora, posição um.

- Esta metodologia faz com que, caso a esponja se afaste do filtro do tinteiro, quando este se encontra voltado para o centro, esta se volte a encostar ao filtro. De salientar que não se deve deixar estar os tinteiros demasiado tempo nas centrifugadoras, pois estas começam a aquecer e secam demasiado as esponjas dos tinteiros, situação que não se pretende;



Figura 24 - Tinteiros na centrifugadora, posição dois.

- Os tinteiros são ordenados por tipos de tintas em tabuleiros, para passarem à fase do enchimento, como demonstrado na figura 25. Nesta etapa, são selados e colocados num *clip*, para evitar que o cabeçal do tinteiro esteja em contacto direto com o ar e tenha tendência a secar, e ao mesmo tempo impede que saia tinta pelo cabeçal, no momento do enchimento do tinteiro;



Figura 25 - Tinteiros selados e colocados no tabuleiro

- Antes do enchimento, os tinteiros são pesados para verificar se estão de acordo com os parâmetros definidos de tinteiro vazio. Após o parecer positivo, é feita a respectiva referência. Para efetuar o enchimento, é utilizado um equipamento de vácuo. Este equipamento cria até 80% de vácuo, recorrendo ao uso de bombas peristálticas, que introduzem tinta dentro do tinteiro. Em seguida, é feita a depressurização da câmara de enchimento. Para o efeito existem duas máquinas de encher consumíveis de cor, procedendo-se ao enchimento de um tinteiro de cada vez, e uma de encher consumíveis pretos, tendo esta capacidade de encher três tinteiros no total, por ciclo. No final é feito o controlo através do peso dos tinteiros, de modo a verificar todos os parâmetros. Após verificação positiva, os tinteiros cheios ficam referenciados de acordo com o procedimento, ficando em repouso até ao dia seguinte;
- No **terceiro dia** do ciclo, tiram-se os clips e a fita de selar dos tinteiros que estão nos tabuleiros. É feita uma inspeção visual, e marca-se num papel o estado aparente dos tinteiros, como se pode ver na figura 26. Na fase seguinte, do controlo de qualidade, os tinteiros são testados nas impressoras, de modo a verificar a qualidade de impressão dos mesmos. Os tinteiros que estiverem em conformidade com os padrões de qualidade associados à marca, como se vê na figura 27, passam para o embalamento, enquanto os não conformes irão ser recuperados;

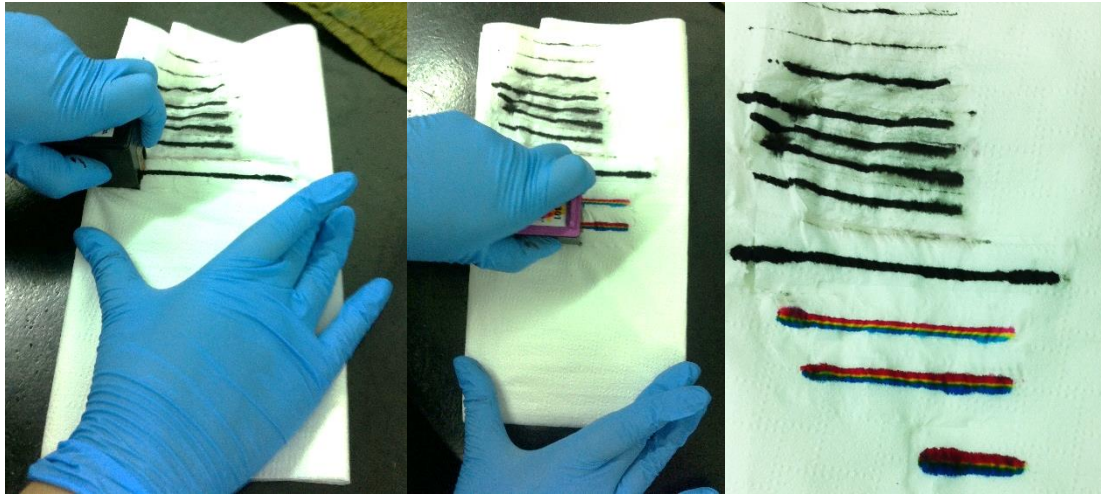


Figura 26 - Tinteiros a marcar no papel



Figura 27 - Teste de impressão

- Os tinteiros que se encontrem fora dos parâmetros de qualidade pré-estabelecidos, seguem para um processo de recuperação. Este processo consiste em fazer passar uma corrente de vapor de água no cabeçal, com o intuito de o desobstruir, como se pode observar na figura 28. Em seguida, os tinteiros são colocados na máquina de ultrassons, por tempo determinado, de acordo com a cor da tinta do tinteiro, preto ou cores. No primeiro caso, permanece no banho de *ultrassons* durante um minuto, e no segundo por três minutos. Depois de

retirado do aparelho de ultrassons, é realizada sucção na cabeça de impressão do tinteiro para puxar a tinta, como se pode observar na figura 29;



Figura 28 - Processo de desobstrução do cabeçal



Figura 29 - Processo de recuperação.

- Em seguida, os tinteiros são submetidos a um teste no papel, para verificar a sua forma de marcar. A última etapa deste processo consiste em mais um teste, neste caso um teste de impressão, numa série de impressoras distintas, a fim de controlar a qualidade dos tinteiros que estão prestes a serem distribuídos aos clientes;
- O processo de recuperação é repetido tantas vezes quantas as necessárias para que se consiga fazer a recuperação efetiva dos tinteiros. Quando se constata que não é possível recuperar a 100% o tinteiro, o processo de recuperação é imediatamente interrompido;
- Durante a parte final do processo, referente à marcação do tinteiro no papel e de verificação/teste, são rejeitados todos os tinteiros que tiveram as cores misturadas e os que deram erro, isto é, os tinteiros que não foram reconhecidos pelas impressoras;

- Os tinteiros considerados conformes segundo o controlo de qualidade, são organizados por referências. Nesta fase do processo, é realizado um teste ao peso do tinteiro, de forma a verificar se se mantêm dentro dos parâmetros definidos para tinteiros cheios, consoante a referência em causa. Depois são retiradas todas as etiquetas existentes nos tinteiros, e estes são limpos com álcool, como se pode ver na figura 30. Por último, os tinteiros são selados, figura 31, colocados num novo *clip*, de seguida é colocada a etiqueta de identificação e a etiqueta de controlo de qualidade;

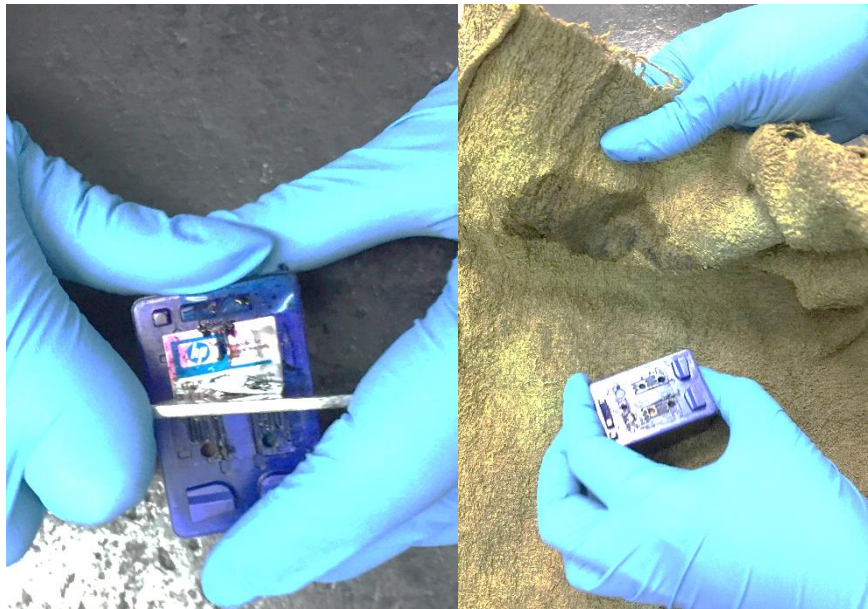


Figura 30 - Retirar etiqueta e limpar o tinteiro

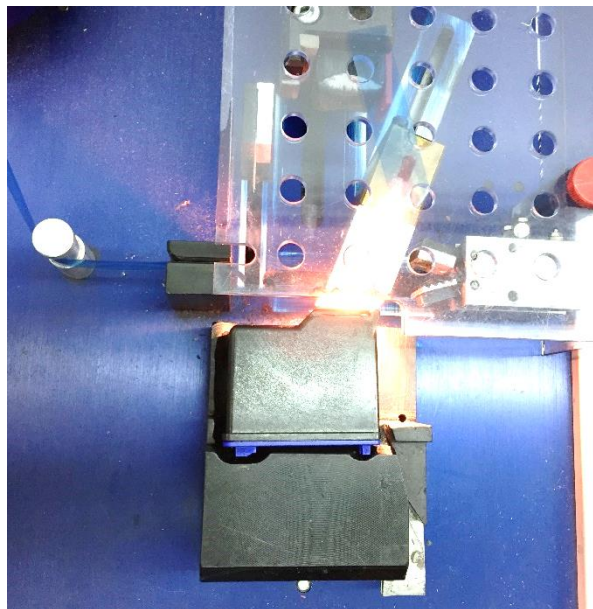


Figura 31 - Selar o tinteiro

➤ No quarto e último dia do ciclo produtivo, todos os tinteiros são inspecionados, de modo a verificar todos os parâmetros verificados ao longo de todo o processo de reciclagem. Nesta etapa, é realizada a introdução de dados do controlo de qualidade no sistema informático. De seguida, os tinteiros são embalados numa máquina de *flowpack*, que é um tipo de embalagem caracterizado por sacos com 3 soldaduras (2 transversais e 1 longitudinal) do tipo *pillow-bag*, como se observa na figura 32. Depois, são colocados nas respetivas caixas, como se verifica na figura 33, sendo estas posteriormente identificadas, como se pode observar na figura 34.

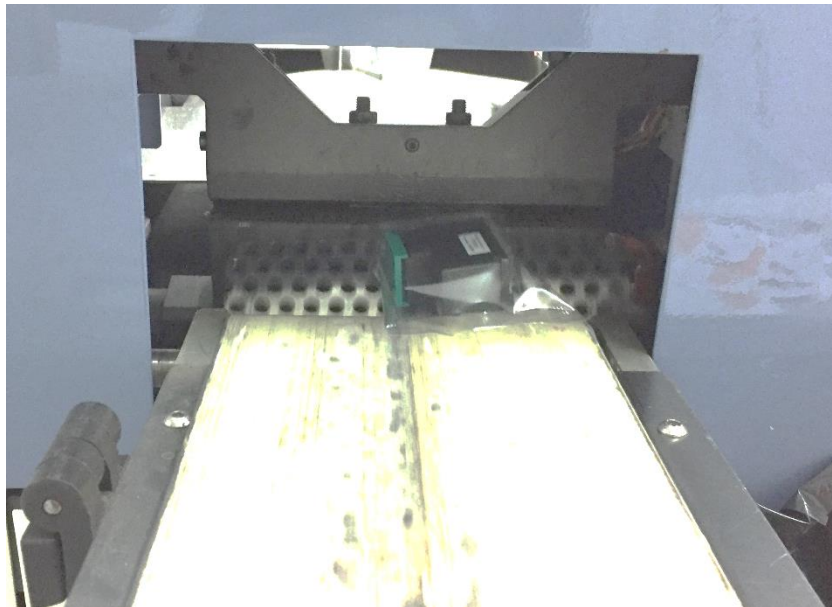


Figura 32 - Embalamento *flowpack*.

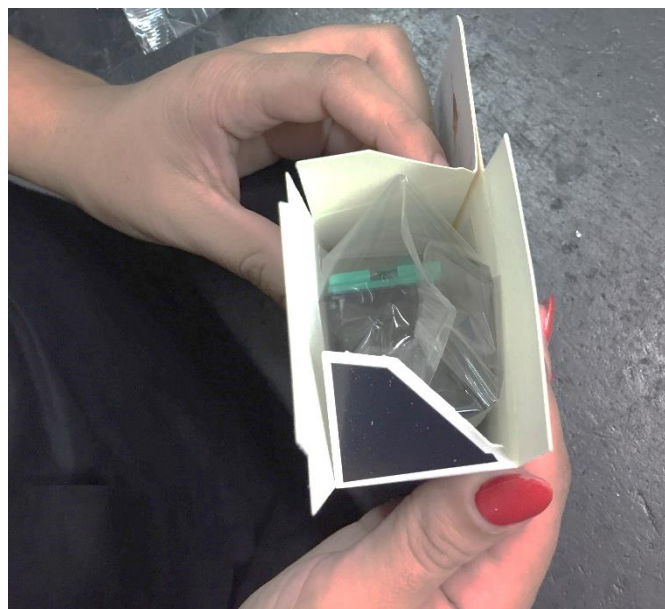
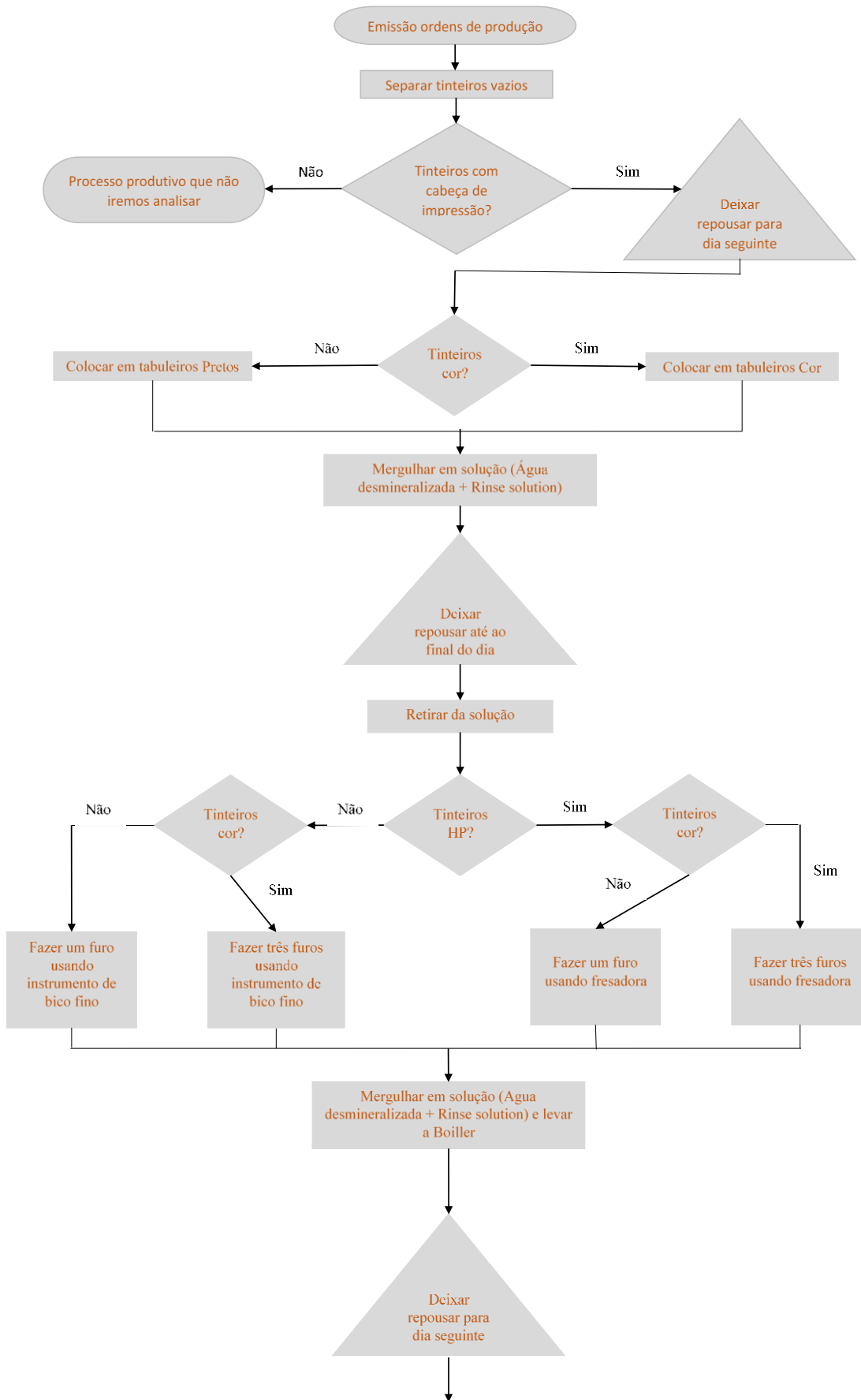


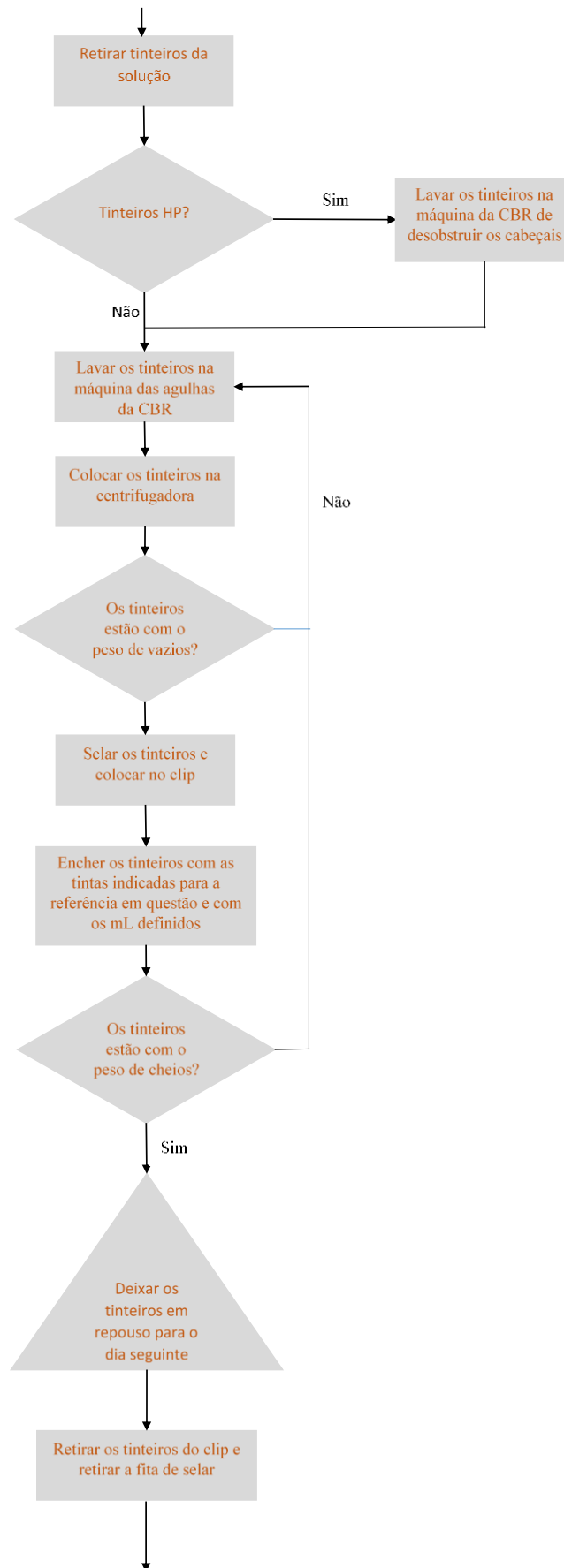
Figura 33 - Embalamento na caixa

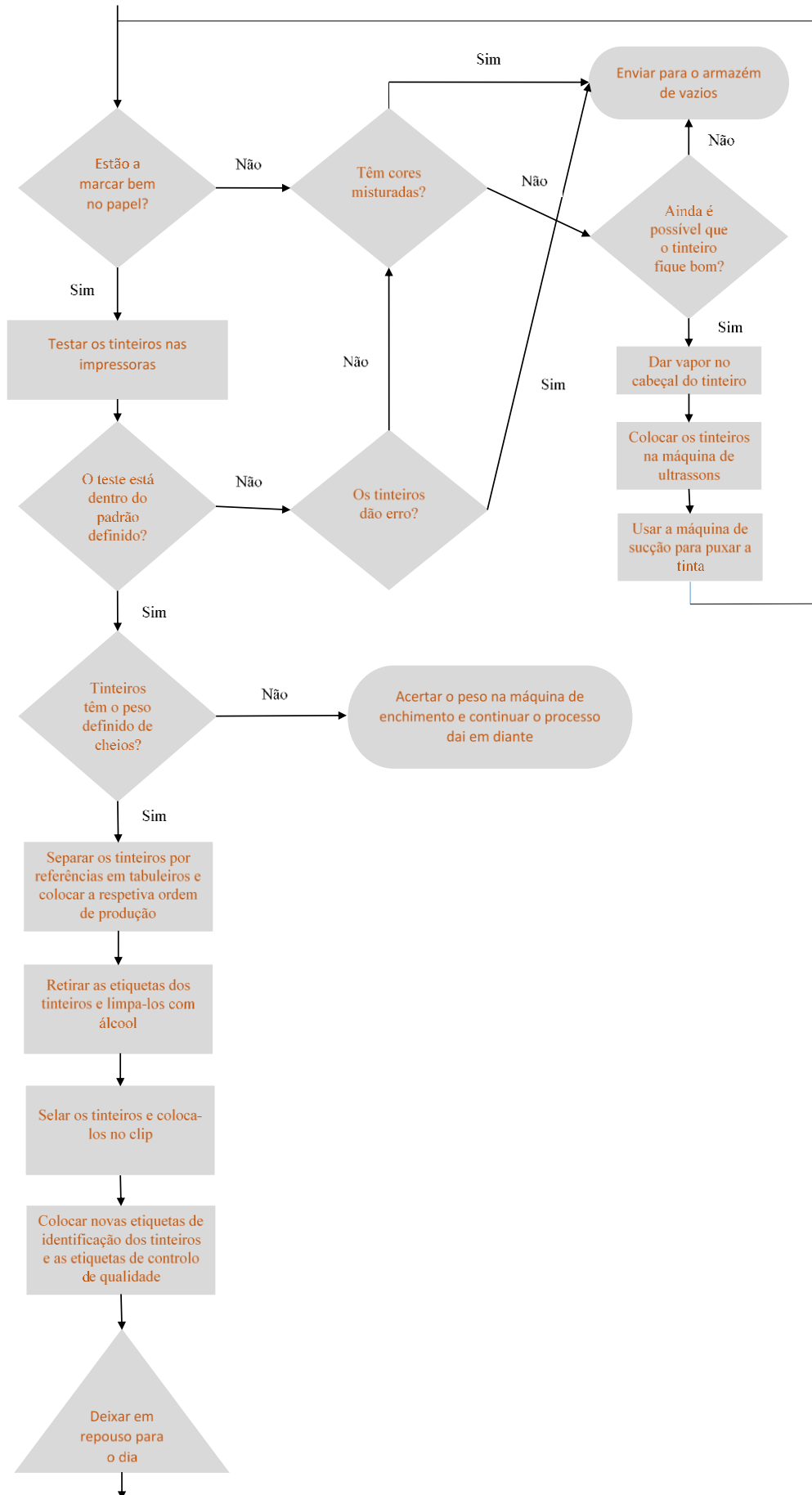


Figura 34 - Etiqueta caixa de tinteiros.

Em seguida é apresentado o fluxograma do processo anteriormente descrito.







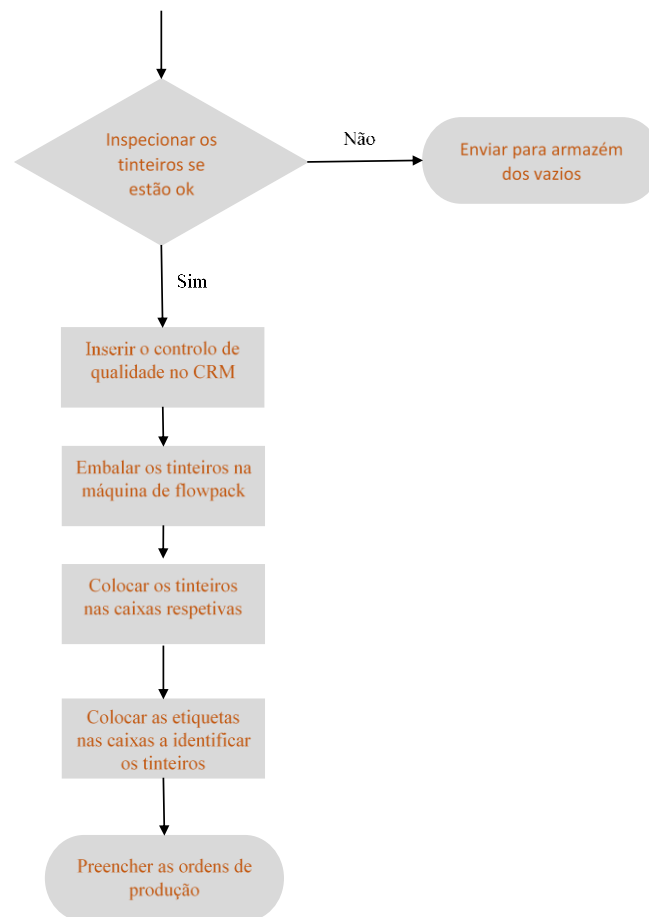


Figura 35 – Fluxograma processo inicial.

4.2 Levantamento de dados processuais

De forma a otimizar o processo produtivo de reciclagem de tinteiros, foi necessário fazer-se um estudo do processo produtivo, de modo a perceber quais as etapas que mais interessam otimizar, do ponto de vista estratégico da gestão. Na presente dissertação, a otimização incide nas etapas de lavagem e enchimento de tinteiros.

Depois de identificadas as etapas sobre as quais se desenvolveu o trabalho de otimização, houve a necessidade de recolher dados temporais sobre o processo. Pretende-se otimizar o tempo de processo, de forma a manter a qualidade de excelência, diminuindo o tempo de execução das diferentes tarefas que compõem a execução das etapas referidas no capítulo 4.1.

Assim, acompanhou-se o processo produtivo num período de quatro semanas. Tendo em conta o histórico de produções e a experiência no ramo, este período afigura-se

suficiente para ter resultados com elevado grau de confiança. Durante o mês de maio de 2017, o processo de lavagem e enchimento de tinteiros foi acompanhado, de forma a obter registos dos tempos necessários à execução de diversas tarefas. Todos os tempos foram medidos em ambiente industrial, mediante as necessidades de produção vigentes no mês já referido. Os resultados obtidos encontram-se no anexo 7.1, divididos por tarefas. Avaliou-se assim, numa escala diária, as seguintes variáveis:

- O tempo necessário para colocar os tinteiros no banho;
- O tempo necessário para furar os tinteiros e os colocar na câmara de vácuo, consoante a descrição processual apresentada no capítulo 4.1, dados que se encontram nas tabelas do anexo 7.1;
- O tempo necessário para a lavagem dos tinteiros, tarefa executada no segundo dia do ciclo;
- O tempo despendido no processo de selagem;
- Enchimento dos tinteiros, cujos resultados se apresentam nas tabelas do anexo 7.1.

Recordando que o processo de reciclagem de tinteiros que vigorava na Printerman ocorria em quatro dias, os dados recolhidos seguem essa premissa, avaliando-se assim o primeiro e o segundo dia do ciclo.

4.3 Análise e síntese do processo produtivo

A Printerman recicla uma grande variedade de referências, os seus tinteiros distinguem-se em dois grandes grupos, nomeadamente os tinteiros com cabeça de impressão e os tinteiros sem cabeça de impressão, como referido anteriormente. O presente estudo incide apenas no processo produtivo dos tinteiros com cabeça de impressão, sendo que destes se excluem as seguintes referências: HP nº 15, 40, 44, 45 e HP nº 17, 23, 78, cujos processos produtivos são distintos e apresentam um menor volume de negócios.

O processo produtivo foi analisado a partir do momento em que os tinteiros chegam à zona da produção, e tal como referido anteriormente no capítulo 4.1, este encontra-se dividido em três grandes grupos, nomeadamente o enchimento, o teste e o embalamento.

No dia um, os tinteiros são mergulhados numa solução de água desmineralizada com *rinse solution*, sendo esta uma etapa manual que merece especial atenção, uma vez que faz parte do processo de lavagem dos consumíveis. O procedimento referido, exige a manipulação de um operador, que previamente organiza os tinteiros em tabuleiros, colocando-os na solução referida, de modo a estes ficarem imersos, sendo que os tempos medidos incluem todo o tempo necessário à execução destas operações. Esta etapa foi alvo de acompanhamento durante quatro semanas, consoante se apresenta na tabela 4 do anexo 7.1. Após a análise dos resultados obtidos, verificou-se que, em média, este procedimento ocupa 0,4 s por tinteiro.

No final do primeiro dia, todos os tinteiros são furados com o auxílio de um instrumento com bico fino. Este procedimento difere, mediante o tipo de tinteiro vazio. Analisou-se assim o tempo necessário, respeitante à intervenção do colaborador, para furar todos os consumíveis da produção de cada dia. Os resultados relativos a esta operação encontram-se na tabela 5 do anexo 7.1, sendo que depois da sua análise se constatou que esta operação tem a duração média de 2,4 s por tinteiro.

No decorrer do **dia um**, colocam-se os tabuleiros com os tinteiros previamente organizados na câmara de vácuo, como se encontra descrito no capítulo 4.1. De forma a operacionalizar o equipamento, ligam-se as duas bombas de vácuo e quando o equipamento atinge 80% de vácuo as bombas são desligadas. Em seguida, abre-se a torneira, que deixa entrar o ar novamente para dentro do equipamento, fazendo a despressurização do mesmo. Os dados recolhidos relativos a esta etapa encontram-se na tabela 6 do anexo 7.1. Sendo esta uma etapa passível de ser otimizada, verificou-se que em média demora 3,1 s por tinteiro.

Já no **segundo dia** do ciclo de reciclagem dos tinteiros, procede-se à análise da lavagem. Os tinteiros são lavados numa máquina que usa agulhas, sendo estas introduzidas num furo previamente executado no tinteiro, de cima para baixo, sendo que o equipamento permite lavar em simultâneo dezoito tinteiros pretos, ou seis tinteiros de cor. De seguida, os tinteiros são colocados num equipamento que, devido à pressão de ar, expele água contra o cabeçal do tinteiro, o que ajuda a desobstruir o cabeçal. Este equipamento possui capacidade para seis tinteiros de cada vez, independentemente de serem pretos ou cores. Por último, os tinteiros seguem para uma centrifugadora, que

retira todo o líquido do seu interior, sendo que neste equipamento os tinteiros são colocados de duas formas distintas: primeiro, os tinteiros são colocados com o cabeçal para o centro e, em seguida, com o cabeçal para a parede do equipamento. Esta metodologia incorpora uma grande componente manual, dada a diversidade de operações. O acompanhamento foi feito desde a lavagem inicial por agulhas, até ao momento em que se retiram os tinteiros da centrifugadora. Os resultados das quatro semanas de recolha diária de dados, encontram-se registados na tabela 7 do anexo 7.1. Deste modo, depois de analisados os resultados relativos aos procedimentos de lavagem dos tinteiros, verificou-se que esta etapa tem a duração de 31,1 s por tinteiro.

No decorrer do segundo dia, os tinteiros são ordenados por tipos de tinta em tabuleiros, para passarem para a fase do enchimento, selados e colocados num *clip*. Esta etapa exige alguma atenção por parte do colaborador, uma vez que este executa uma vez mais tarefas de ordenação e separação, sendo a selagem e a colocação do *clip* também processos manuais. Deste modo, este procedimento também foi acompanhado diariamente, sendo que os resultados obtidos se encontram na tabela 8 do anexo 7.1. Após a análise dos tempos de intervenção do operador recolhidos para a execução destas funções, verifica-se que esta etapa demora em média 6,7 s por tinteiro.

Ainda no decorrer do segundo dia, procede-se ao enchimento dos tinteiros. Esta etapa do processo produtivo engloba várias metodologias, tais como: a pesagem dos tinteiros antes do enchimento, o seu enchimento propriamente dito, e ainda a verificação do peso dos tinteiros cheios. Para o efeito, existem duas máquinas a encher consumíveis de cor, procedendo-se ao enchimento de um tinteiro de cada vez, e uma de encher consumíveis pretos, onde se realiza o enchimento de três tinteiros em simultâneo. No final do enchimento, é feito o controlo do peso dos tinteiros, de modo a verificar que estejam dentro dos parâmetros definidos para a respetiva referência de tinteiros cheios que lhe é associada. Todas as etapas anteriores à fase do enchimento são etapas de preparação, sendo que esta é já uma etapa avançada na reciclagem de um tinteiro. Deste modo, os resultados obtidos quanto ao acompanhamento desta fase encontram-se detalhados na tabela 9 do anexo 7.1. Após a análise dos resultados diários recolhidos durante quatro semanas, verificou-se que a fase do enchimento apresenta uma duração

média de 19,1 s por tinteiro, sendo este o tempo de intervenção médio do operador para a execução desta função.

Tabela 1 - Dados relativos ao processo inicial.

		Etapa	Tempo (s)
Processo antigo	1º dia	Imersão <i>Boiller</i>	3,1
		Furar tinteiros	2,4
		Colocar na solução	0,4
	2º dia	Lavagem	31,1
		Enchimento	19,1
		Selar	6,7

Tendo em conta os resultados anteriormente verificados e sintetizados na tabela 1, constata-se que o processo que ocupa maior tempo de intervenção por parte do operador é o processo de lavagem, seguido do processo de enchimento, selagem, imersão, e, por último, a operação de furar os tinteiros e colocá-los na solução. Para uma melhor avaliação dos parâmetros a incidir numa perspetiva de melhoria e otimização, utilizou-se uma ferramenta de apoio à decisão, a análise ABC, aos itens acima descritos e apresentados. Na realização da presente análise ABC, consideram-se como premissas de definição das classes A, B e C, as seguintes percentagens: 80, 15 e 5%, como demonstrado na tabela 2. Assim, para o efeito, verificou-se a existência de dois itens em classe A, sendo eles a lavagem e o enchimento, um item em B, sendo esta classe composta apenas pela selagem, e três itens em C, sendo que a esta classe pertencem as operações para as quais se dispõem de menos tempo, sendo elas:

- A imersão de tinteiros no banho;
- A atividade de os furar;
- Colocar em solução;

Para o efeito, considerou-se ainda 10909,66 €/ano como o custo do operador na execução das diversas tarefas, como consta no anexo 7.2.

Tabela 2 - Análise ABC do processo produtivo.

Classe	Processo	Custos totais (%)	Percentagem (%)
A	Lavagem	80	49,5
	Enchimento		79,9
B	Selar	15	90,6
C	Imersão <i>Boiller</i>	5	95,5
	Furar tinteiros		99,3
	Colocar na solução		100,0

Após a análise da tabela 2, foi possível realizar a curva ABC presente na figura 36, onde se demonstram as etapas em análise, bem como as etapas sobre as quais se deve realizar a otimização, neste momento. Assim, a otimização deve incidir nas etapas de lavagem e enchimento, cujos custos relacionados com as atividades do operador são as mais avultadas.

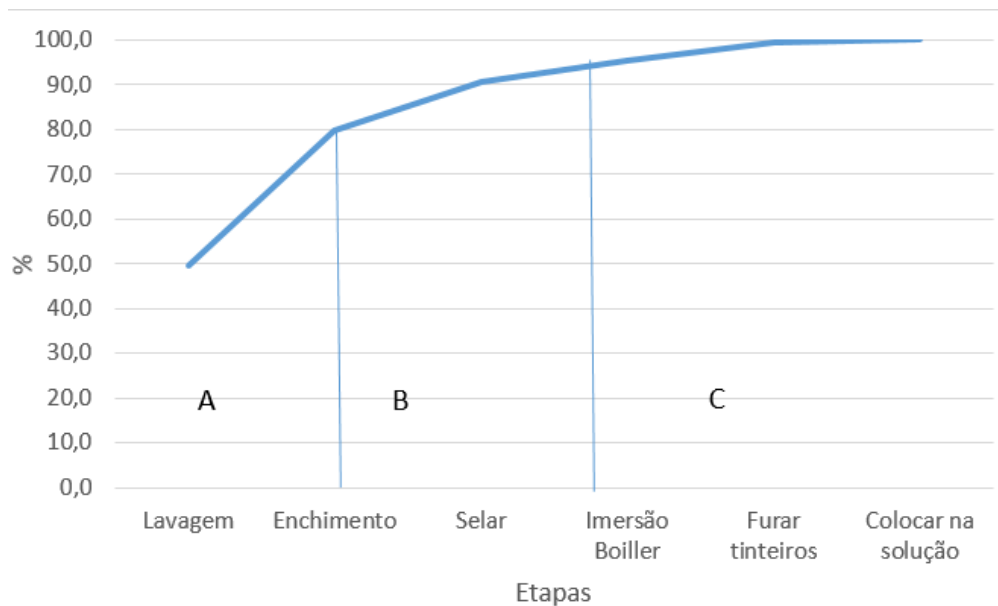


Figura 36 - Representação gráfica da análise ABC do processo produtivo.

4.4 Análise das propostas de otimização do processo produtivo

4.4.1 Análise das propostas de otimização da lavagem

Depois de identificadas as etapas do processo produtivo que evidenciavam maior necessidade de otimização, foram consultados os fornecedores de equipamentos de lavagem existentes neste tipo de indústria, com o objetivo de se encontrarem as soluções mais eficazes, e que permitissem minimizar custos, mantendo o padrão de qualidade. Nesta área de negócio, as empresas que desenvolvem equipamentos são muito poucas e, como tal, os equipamentos existentes são bastante restritos.

No passado, a Printerman já tinha usado a tecnologia da *Iberlaser*. No entanto, a sua tecnologia era bastante idêntica à tecnologia que a empresa já tinha instalada, mas com uma capacidade produtiva bastante inferior. De notar que a *Iberlaser*, entretanto, encerrou o seu fabrico.

Os equipamentos existentes na Printerman eram da *CBR*, uma empresa que desenvolveu, e foi líder durante longos anos, de tecnologias e equipamentos para a reciclagem de tinteiros, sendo que esta empresa também encerrou a sua produção em 2017.

As grandes empresas de reciclagem da Europa e dos Estados Unidos viram-se obrigadas a dispor de meios próprios para desenvolver equipamentos que satisfizessem as suas necessidades. Assim, nasceu a *REEQ*, uma empresa que desenvolve equipamentos para a indústria de reciclagem de tinteiros. Esta empresa apresentou à Printerman o equipamento "*Cleaning Machine RQ-CC700*". Este novo equipamento lava os consumíveis, deixando-os prontos para o enchimento. Este equipamento funciona com ciclos de centrifugação e vácuo sucessivos, o que promove a entrada e saída de água de dentro do tinteiro, lavando-o. Permite ainda o uso de água desmineralizada e de líquido de limpeza (*rinse solution*) numa etapa específica, para melhores resultados na limpeza. O único requisito para o uso do equipamento é os tinteiros estarem previamente furados.

Nas especificações da máquina, o tempo de *setup* de cada *rack* (suporte de tinteiros) de 72 tinteiros HP com cabeça de impressão, é de 5 min, e de 2 min para retirar os tinteiros do *rack*. A máquina demoraria aproximadamente 60 min para lavar estes 72 tinteiros, sem ser necessária qualquer intervenção do colaborador.

Tendo em conta estes dados, e dada a garantia que a qualidade dos consumíveis se manteria com a utilização deste equipamento, realizou-se uma visita a uma empresa de reciclagem de tinteiros na Alemanha, para analisar equipamentos idênticos a este a serem usados. Nesta visita, tudo decorreu conforme as expectativas, aparentando ser um bom investimento em termos tecnológicos. Seria então necessário fazer contas ao investimento, fazendo a recolha da melhor proposta junto do fornecedor, conforme segue no anexo 7.3, sendo calculado o tempo necessário para a amortização do mesmo - *Payback*.

O equipamento referido substituiria as seguintes etapas anteriormente descritas: lavagem, imersão na *Boiller*, colocação na solução, sendo que estas atividades totalizam 34,7 s de intervenção do colaborador por cada tinteiro.

O processo produtivo de reciclagem de tinteiros ocorre de forma distinta, consoante a marca do consumível. Desta forma, diariamente são reciclados cerca de 75% tinteiros HP e 25% de tinteiros Canon. Desta forma, por cada lavagem, a lotação máxima de tinteiros HP são 72, e da Canon são 60. Assim, em média, por dia, lavam-se um total de 69 tinteiros por *rack*. Cada lavagem demora em média 7 min, perfazendo 6,1 s por cada tinteiro, sendo que este novo sistema representa uma poupança prevista de 28,6 s por cada tinteiro. Considerando o *payback* como o quociente entre o valor do investimento e poupança por cada unidade, a recuperação do investimento ocorre depois de recicladas 343.966 unidades.

Ao longo de 2016 encheram-se em média 313 tinteiros por dia, como tal, o retorno do investimento é alcançado ao fim de 1098,9 dias produtivos, ou seja 4,4 anos, tal como se verifica no anexo 7.4.

4.4.2 Análise das propostas de otimização do enchimento

Depois de implementado este novo equipamento, como explícito no subcapítulo 3.5, avançou-se para a otimização do processo de enchimento, que era a segunda etapa do processo e que apresentava maiores custos em todo o processo produtivo analisado.

Começou-se por consultar o mercado, no sentido de encontrar equipamentos mais eficientes e com maior capacidade produtiva do que os que existiam até ao momento na Printerman.

A empresa *REEQ* apresentou a proposta que segue no anexo 7.4. O equipamento em questão ainda se encontra em desenvolvimento, e poderá apresentar as seguintes opções:

- Um equipamento capaz de encher 36 tinteiros pretos ao mesmo tempo.
- Um equipamento capaz de encher 12 tinteiros cor;
- Um equipamento combinado, que permitirá encher 12 tinteiros pretos, ou 8 tinteiros de cor por ciclo produtivo;
- Cada equipamento custará cerca de 12000 €, sendo máquinas do tipo *Filling Machine, modelo F700-SA*, tal como se pode verificar no anexo 7.5.

Tendo em conta as necessidades da Printerman, este equipamento deveria ser sempre capaz de encher consumíveis pretos e de cor, ou seja, deveria ser um equipamento combinado.

Para se preparar cada consumível para ser cheio, demoraria cerca de 2,5 s por tinteiro, e o mesmo tempo para se retirar o consumível da máquina, no fim do processo. O processo de enchimento propriamente dito demoraria cerca de 90 s independentemente de serem consumíveis pretos ou de cor. Ou seja, no caso de o equipamento estar a encher consumíveis pretos, demoraria cerca de 7,5 s por tinteiro, e no caso de serem consumíveis de cor, demoraria cerca de 11,3 s. Concluindo, um consumível preto demoraria 12,5 s a ser cheio, enquanto um consumível de cor demoraria 16,3 s.

Tendo em conta que 65% da produção da Printerman são consumíveis pretos, e o restante consumíveis de cor, o tempo de enchimento médio de um consumível seria de

13,8 s. Durante os 90 s que o equipamento está a encher os consumíveis, o colaborador pode estar a fazer outras funções. Como tal, considerou-se este tempo como poupança no processo. Assim sendo, a poupança com o uso deste novo equipamento é de 14,1 s. Esta poupança teria um *payback* ao fim de 512.246 tinteiros, o que corresponderia ao retorno do investimento em 6,5 anos, tal como se pode verificar no anexo 7.6.

Este equipamento não permitiria encher duas referências de consumíveis que usem quantidades de tinta diferentes, ou seja, teríamos de encher 12 tinteiros pretos de uma só referência, e 8 tinteiros de cor de uma mesma referência, de cada vez.

Tendo em conta a restrição do equipamento apresentada no parágrafo anterior, levantou-se a hipótese de ser desenvolvido internamente um equipamento de enchimento. Para tal, recorreu-se aos contactos existentes de pessoas com conhecimento na área, para que se avaliasse a possibilidade da realização deste projeto, e se compensaria economicamente. Foram então definidas quais deveriam ser as especificações do equipamento:

- Deveria ser um equipamento combinado, ou seja, que permitisse encher tinteiros de cor e tinteiros preto. Esta condição obriga ao número de canais ser múltiplos de 3, devido aos tinteiros de cor terem 3 cores.
- Deveria ser um equipamento que permitisse regular a tinta a colocar em cada tinteiro, ou seja, cada canal de admissão de tinta teria uma bomba peristáltica, bombas estas que são económicas, bastante fiáveis, sem manutenção e de fácil substituição em caso de avaria. Esta solução permitiria encher consumíveis de referências diversas no mesmo ciclo de enchimento.
- O tempo de enchimento dos tinteiros deveria ser igual ao existente nos equipamentos atuais, ou seja, a produtividade aumentaria, porque em cada ciclo de enchimento conseguir-se-ia encher mais tinteiros.

Tendo em conta as especificações anteriormente apresentadas, definiu-se que o equipamento deveria ser capaz de encher 6 tinteiros de cor de uma única vez, ou 18 pretos. Definiu-se 6 tinteiros cor para não se tornar demasiado confuso para o operador colocar as agulhas da máquina de enchimento na esponja correta do tinteiro, e para, no controlador do equipamento, não ser demasiado complicado ajustar a quantidade de tinta a colocar em cada tinteiro.

Os custos estimados para a construção do equipamento são de 3000 €, tendo em conta os custos dos componentes da lista do anexo 6.7, custo do controlador, sua programação, e custo de montagem de todo o equipamento.

O tempo de preparar cada tinteiro preto seria de cerca de 3,0 s, e de 9,0 s se fosse de cor. O tempo de retirar os consumíveis da máquina seria de cerca de 2,0 s por cada tinteiro. Estimou-se para tempo de configuração da quantidade de tinta a colocar em cada tinteiro 1,0 s. O tempo de enchimento de um ciclo seria de cerca de 50,0 s, sem que não implicasse a intervenção do operador. Assim, este poderia realizar outras tarefas. Estes tempos são estimados tendo em conta a experiência existente atualmente no uso de sistemas idênticos a estes.

Tendo em conta que 65% da produção da Printerman são consumíveis pretos e o restante, consumíveis de cor, o tempo de enchimento médio de um consumível seria de 7,1 s. Este tempo de enchimento permitiria uma poupança de 12,0 s, em relação ao sistema que existia. Como tal, o *payback* deste equipamento seria alcançado ao fim de serem cheios 150.472 tinteiros, ou seja, ao fim de 1,9 anos, tal como se verifica no anexo 7.8.

Tendo em conta que esta solução apresenta mais vantagens económicas, que permite maior versatilidade e que permitirá ter um conhecimento profundo sobre o equipamento que iremos usar diariamente, iniciou-se a execução deste projeto.

Até ao dia de entrega desta dissertação o equipamento em questão ainda se encontrava em fase de desenvolvimento. Já existe um esboço do equipamento que poderemos ver nas figuras 37 e 38. O controlador a usar na máquina, que não aparece ainda no esboço do equipamento, deverá ser um controlador da Siemens. O *software* necessário encontra-se em fase de desenvolvimento, por técnicos especializados da Siemens.

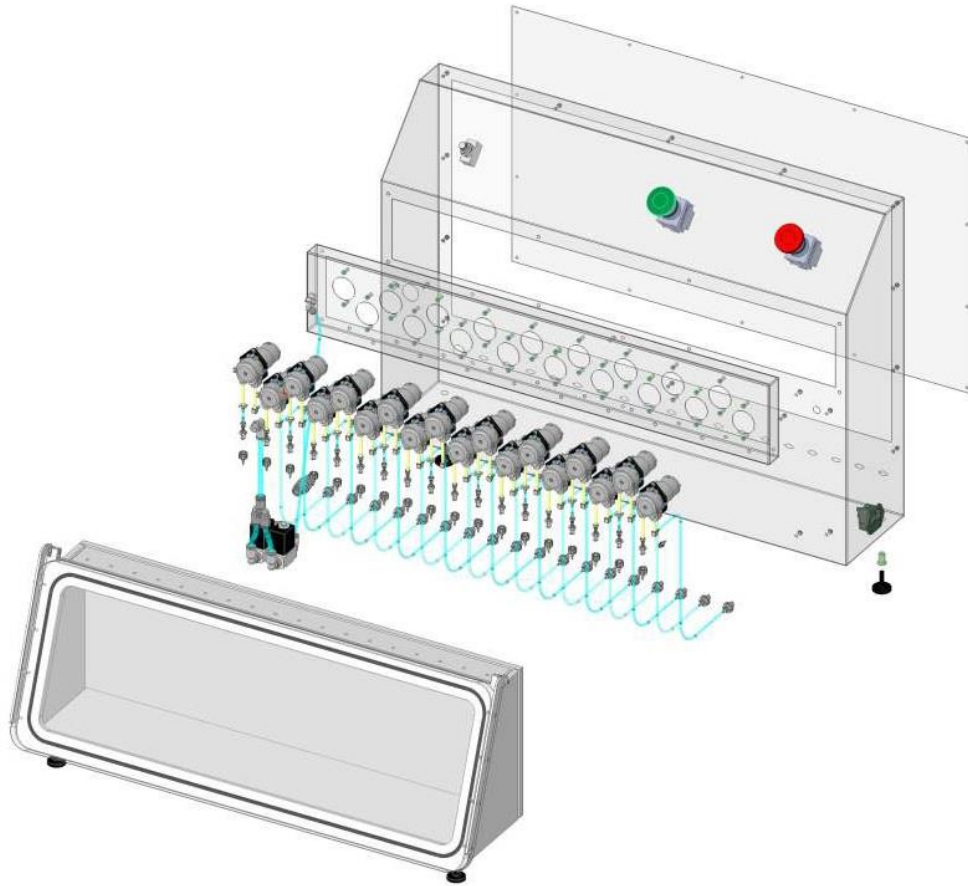


Figura 37- Vista explodida da máquina de enchimento.

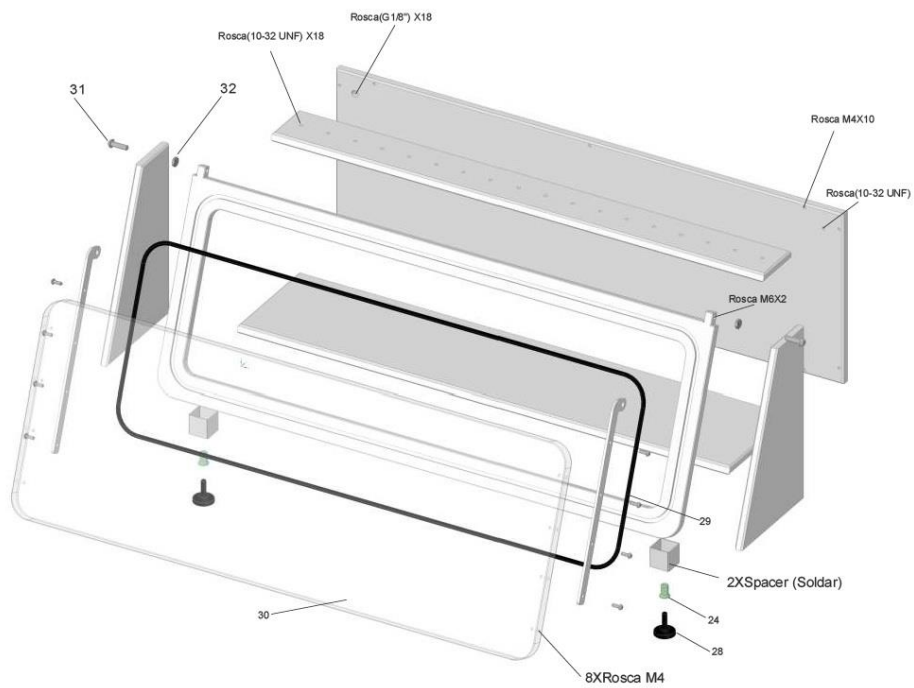
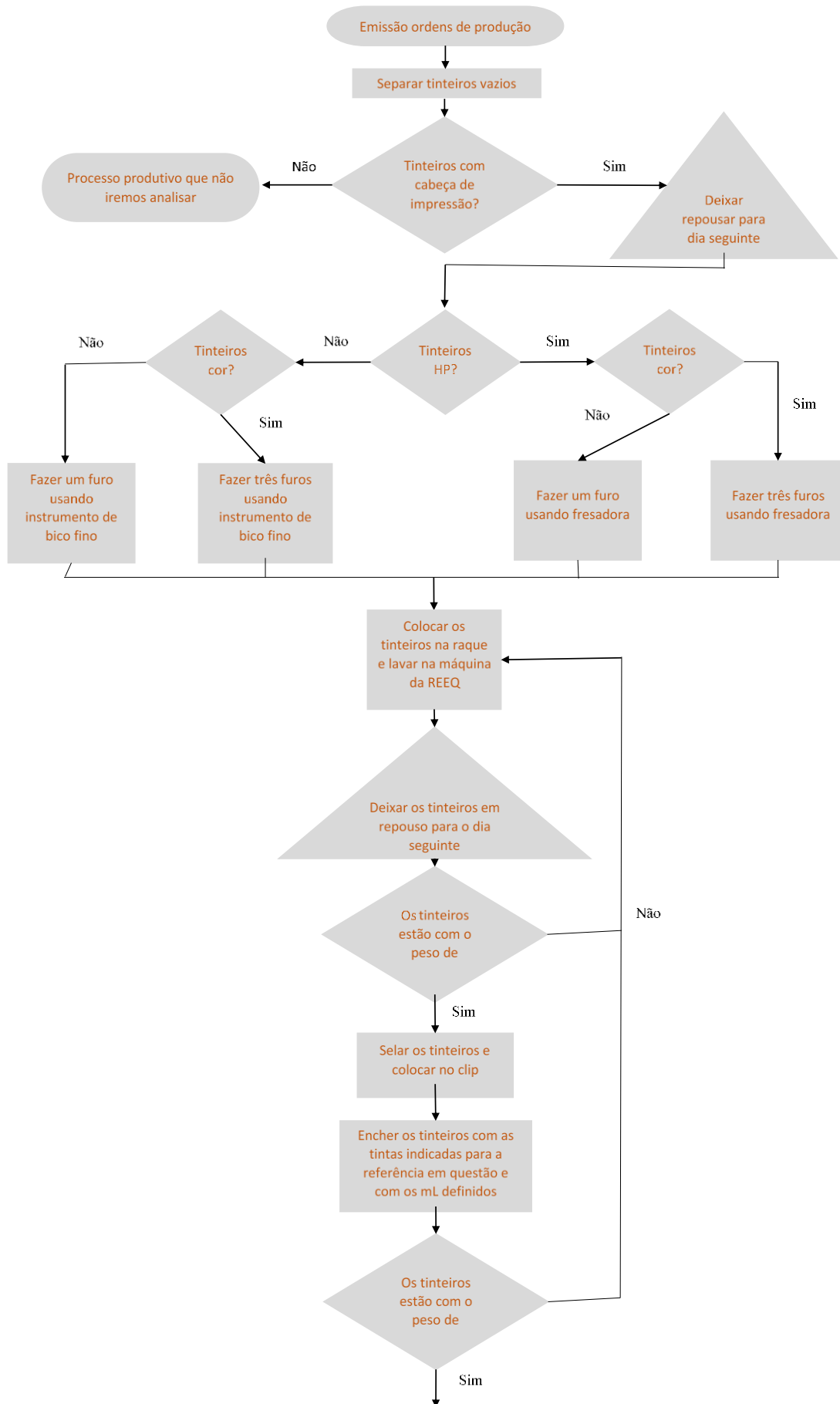
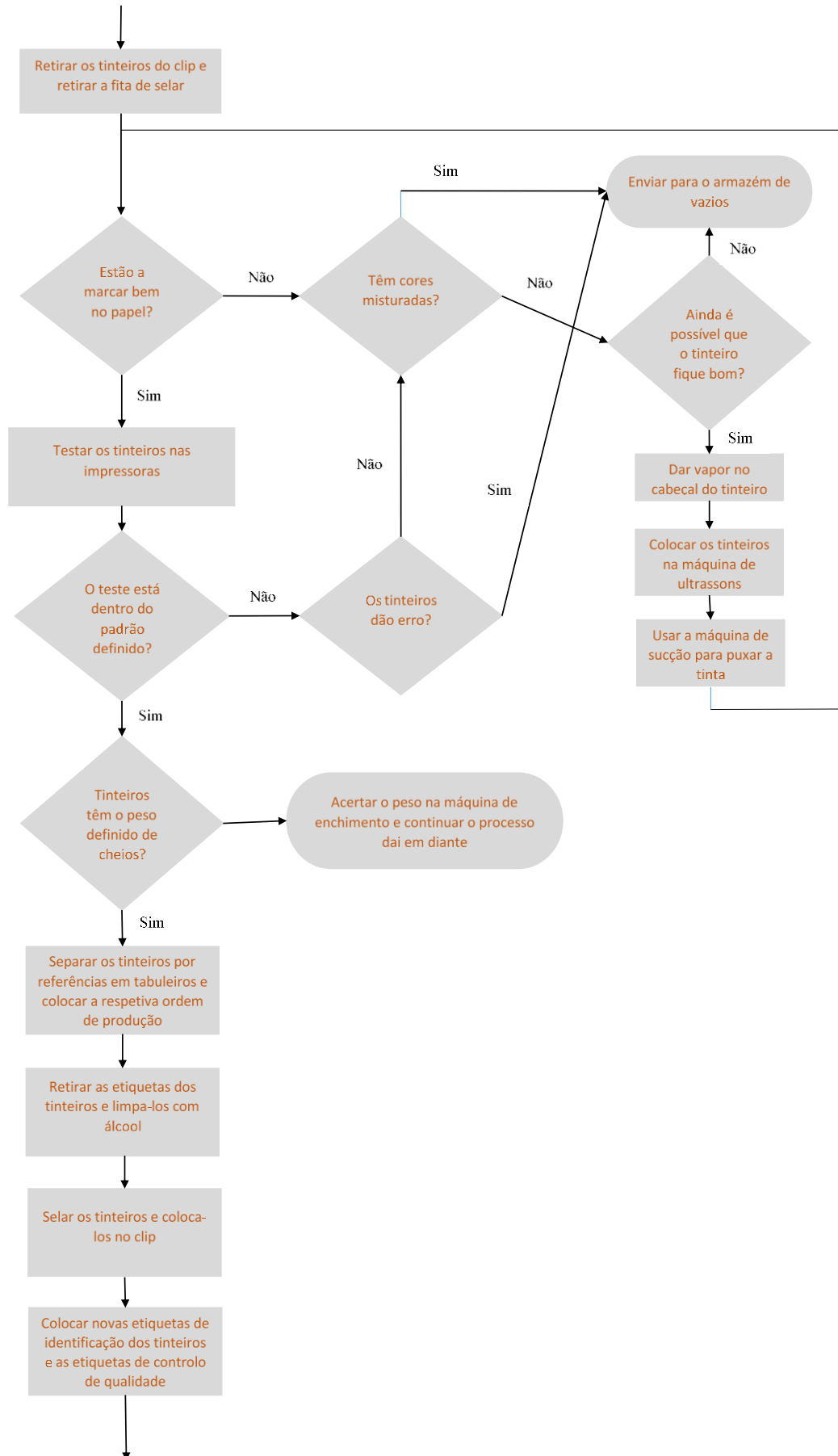


Figura 38- Vista explodida da câmara de vácuo da máquina de enchimento.

4.5 Implementação de melhorias no processo produtivo

Tendo em conta o *payback* estimado para o novo equipamento de lavagem de tinteiros, decidiu-se avançar com o negócio, pois era necessário libertar tempo à colaboradora responsável por este processo, de forma a estar disponível para realizar outras tarefas. Foi então necessário redesenhar o processo produtivo existente, criando-se assim um novo processo produtivo. O processo produtivo mantém-se de quatro dias, apesar das alterações feitas. Em seguida, é apresentado o novo fluxograma do processo, obtido com a introdução do novo equipamento de lavagem dos tinteiros.





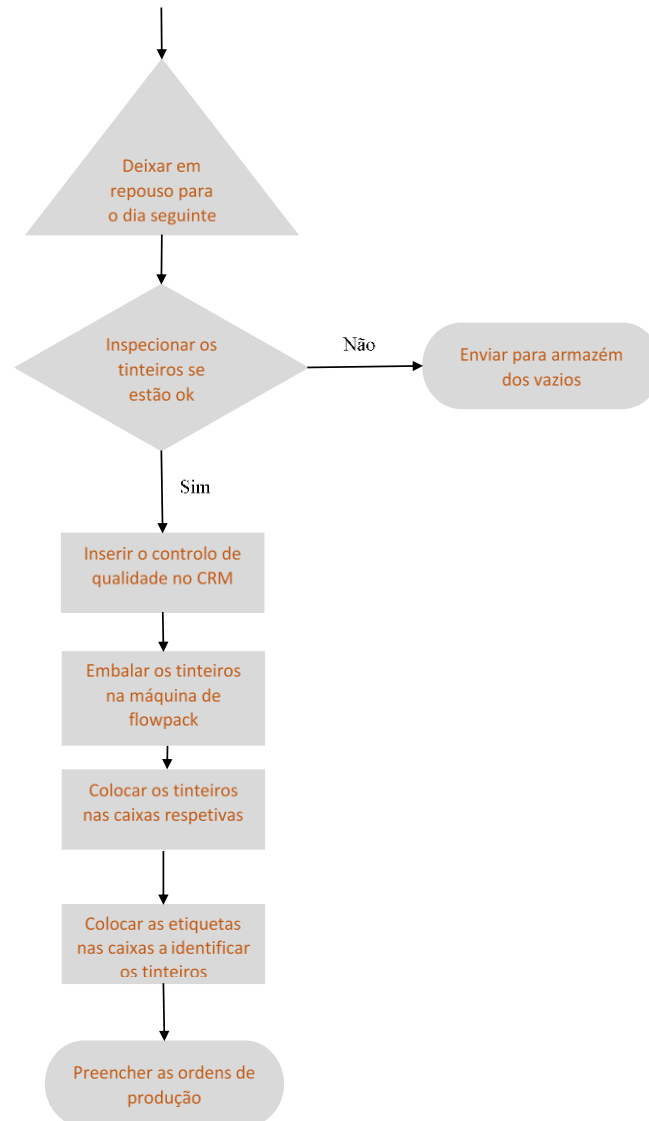


Figura 39 - Fluxograma do novo processo.

Em seguida, procedeu-se à última etapa, o cálculo do *payback* real do investimento realizado. Para a validação dos cálculos, era necessário confirmar os novos tempos no processo. No primeiro cálculo, os tempos estimados indicavam 7 min para o colaborador executar a tarefa no equipamento por cada lavagem, ou seja, 6,1 s por cada tinteiro, tal como explicado no ponto 4.4.

Depois de se ter instalado o novo equipamento, e após duas semanas de adaptação por parte dos colaboradores, iniciaram-se as medições dos tempos de produção.

Tabela 3 - Dados relativos ao novo processo produtivo.

		Etapa	Tempo (s)
Processo Novo	1º dia	Preparar raque	3,1
		Por a maquina a funcionar	0,5
		Retirar tinteiros da raque	2,2

Então, o novo processo exige um gasto de 5,8 s por cada tinteiro, um valor um pouco inferior ao indicado pelo fabricante, que seria de 6,1 s por cada tinteiro. Este tempo significa uma poupança de 5,4 % ao inicialmente indicado pelo produtor do equipamento.

Considerando o *payback* como o quociente entre o valor do investimento e poupança por cada unidade, a recuperação do investimento ocorre depois de recicladas 340 044 unidades. Ao longo de 2016 encheram-se em média 313 tinteiros por dia, como tal, o retorno do investimento é alcançado ao fim de 1086,4 dias produtivos, ou seja 4,4 anos, tal como se pode observar no anexo 7.9.

CONCLUSÕES

5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

No âmbito da conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica na Especialização em Gestão Industrial, desenvolveu-se a presente dissertação, tendo por base a atividade da empresa Printerman Unipessoal Lda. Esta teve como principal objetivo a melhoria do processo produtivo de reciclagem de tinteiros, tendo em vista a sua otimização.

Inicialmente, realizou-se um descritivo do processo produtivo de reciclagem de tinteiros, bem como o seu fluxograma. Posta esta fase primordial, recolheram-se dados processuais que permitiram uma caracterização real do processo em curso. Depois desta caracterização, aplicaram-se modelos de ferramentas de apoio à decisão, como a análise ABC. Esta análise permitiu diferenciar as etapas do processo produtivo, de modo a identificar aquelas que apresentam maiores custos para o processo, e assim se afiguravam fundamentais para a otimização do processo.

Assim, a lavagem e o enchimento foram as etapas sobre as quais incidiu a otimização. No caso da lavagem, a implementação de um novo equipamento com reajustes no processo produtivo, permitiu uma poupança de 28,9 s por tinteiro. Em termos diários, tendo em conta uma média produtiva de 313 tinteiros, esta poupança traduz-se numa redução do tempo de intervenção do colaborador de 151,0 min, sendo que o retorno do investimento será obtido ao final de 4,4 anos.

Para o enchimento, realizou-se um estudo alargado das opções de melhoria, tendo sido consideradas duas hipóteses: um equipamento projetado internamente e uma proposta de aquisição externa. Com este estudo, relativamente ao equipamento desenvolvido na Printerman Unipessoal Lda., estimou-se uma poupança de 12,0 s por tinteiro, o que equivale a uma poupança média diária de 62,6 min. Quanto à proposta da REEQ, existiria uma redução de 14,1 s por tinteiro, equivalente a um abatimento de 73,6 min diários na intervenção do colaborador. Tendo em conta que o período de recuperação do capital da proposta desenvolvida internamente é de 1,9 anos e o da proposta externa é de 6,6 anos, ou seja, o retorno do capital é feito num terço do tempo, no que toca à proposta desenvolvida internamente.

A capacidade produtiva instalada na Printerman Unip. Lda. antes da realização desta dissertação era de 459 tinteiros/dia. Com as alterações realizadas, e também com as alterações propostas, estima-se que a capacidade produtiva passará a ser de 1309 tinteiros/dia. Esta nova capacidade produtiva só será possível ser obtida se a Printerman Unip. Lda. adquirir três equipamentos de lavagem de tinteiros da REEQ. De outra forma, ela encontra-se restrita a 576 tinteiros/dia, que é a capacidade máxima de lavagem de tinteiros. Desta forma, a nova capacidade produtiva poderá ser 2,85 vezes superior à existente antes da realização da dissertação.

5.2 Propostas de trabalhos futuros

Uma vez que a implementação/execução do equipamento de enchimento não foi possível por motivos temporais, num período mais alargado sugere-se o estudo para validar as melhorias estimadas, confirmando assim as expectativas.

Sugere-se ainda a execução de um estudo de mercado sobre a possibilidade de comercializar o equipamento desenvolvido, bem como outros equipamentos a desenvolver, uma vez que este é um nicho de mercado com uma oferta bastante reduzida.

Sugere-se ainda como trabalho futuro o desenvolvimento de um equipamento de lavagem de tinteiros mais produtivo.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- APA. [ONLINE]. *Agência Portuguesa do Ambiente*. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente
http://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2012/DIR%20REEE_2%20texto%20site%20APA.pdf [Retrieved on 12.10.2017]
- APA. [ONLINE]. *Agência Portuguesa do Ambiente*. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente
https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Resíduos/FluxosEspecificosResíduos/REEE/Documento_tecnico_tinteiros_e_toners_rev_jan2017.pdf [Retrieved on 12.10.2017]
- APA. [ONLINE]. *Agência Portuguesa do Ambiente*. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente:
https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1992_Declaracao_Rio.pdf [Retrieved on 11.10.2017]
- Bereketli, I., Genevois, M. E., Albayrak, Y. E., & Ozyol, M. (2011). *WEEE treatment strategies evaluation using fuzzy LINMAP method. Journal: Expert Systems With Applications*, Vol. 38, 71-79.
- Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Journal: Oxford University Press*, 1-300.
- Câmara, A., Proença, A., Teixeira, F., Freitas, H., Gil, H., Vieira, I., Castro, S. [ONLINE]. *Referencial de educação ambiental para a sustentabilidade*. Lisboa, Portugal [Retrieved on 08.10.2017].
- Decreto de lei nº67 de 7 de Maio . *Diário da Republica nº 87/2014, Lisboa*, 2670-2692.
- Bureau Digital. [ONLINE]. *Bureau Digital*. Obtido de Bureau Digital:
<http://www.bureaudigital.com.br/impressao-digital> on 30.10.2017]
- Ewing, B., D. Moore , S. Goldfinger , A. Oursler , A. Reed , M. Wackernagel. [ONLINE] *Ecological Footprint Atlas*. Obtido de Global Footprint Network:
<http://www.footprintnetwork.org> [Retrieved on 11.10.2017]
- Ewing, B., D. Moore , S. Goldfinger , A. Oursler , A. Reed , M. Wackernagel. [ONLINE]. *Global Footprint Network*. Obtido de Global Footprint Network:
<http://www.footprintnetwork.org> [Retrieved on 12.10.2017]
- Fluerbaey, M. (2013). On Sustainability and Social Welfare. *Journal: Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.71. 1-40.
- Foot Print Network. [ONLINE]. *Foot Print Network*. Obtido de Foot Print Network:
<http://data.footprintnetwork.org/#/analyzeTrends?cn=5001&type=EFctot> [Retrieved on 12.10.2017]
- Foot Print Network. [ONLINE]. *Foot Print Network*. Obtido de Foot Print Network:
<http://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=5001&type=BCtot,EFtot> [Retrieved on 12.10.2017]
- Foot Print Network. [ONLINE]. *Foot Print Network*. Obtido de Foot Print Network:
<http://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=5001&type=BCtot,EFtot> [Retrieved on 12.10.2017]

- Global Footprint Network. [ONLINE]. *Global Footprint Network*. Obtido de Global Footprint Network:
www.footprintnetwork.org/2016/03/08/national-footprint-accounts-2016-carbon-makes-60-worlds-ecological-footprint/ [Retrieved on 10.10.2017]
- Investopedia. [ONLINE]. *Investopedia*. Obtido de Investopedia:
<http://www.investopedia.com/terms/c/capitalizationrate.asp> [Retrieved on 05.10.2017]
- Kipphan, H. (2001). *Handbook of Print Media*. Springer, Heidelberg, Alemanha, ISBN: 9783540673262.
- Leach, R. H. (1988). *The Printing Ink Manual*. Van Nostrand Reinhold, Surrey, UK, ISBN: 9789401170994
- Liu et al., J. L. (2016). Omega. Em J. Liu, X. Liao, W. Zhao, & N. Yang, *Omega* (pp. 19-34). Shaanxi: Elsevier.
- F.O. Ongondo, I.D. Williams, T.J. Cherrett, (2011). How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic waste. *Journal: Waste Management*. Vol. 31, 714-730.
- Paviovic, Zivko; Dedijer, Sandra; Draganov, Srdan; Karlovic, Igor; Juric, Ivana (2015). *Printing on Polymers*, Joanna Izdebska and Sabu Thomas, Novi Sad, Serbia, pp. 231-246. ISBN: 9780323374682
- Paviovic, Zivko; Dedijer, Sandra; Draganov, Srdan; Karlovic, Igor; Juric, Ivana (2015). *Printing on Polymers*, Joanna Izdebska and Sabu Thomas, Novi Sad, Serbia, pp. 217-229. ISBN: 9780323374682
- Pezzy, J. C. (1997). Sustainability constraints versus "optimality" versus intertemporal concern and axioms versus data. *Journal: Land economics*. Vol. 73, 448-466.
- Printerman*. [ONLINE]. *Printerman*. Obtido de *Printerman*:
<http://www.printerman.pt> [Retrieved on 08.08.2017]
- Quercus. [ONLINE]. *Quercus*. Obtido de *Quercus*:
<http://conservacao.quercus.pt/content/view/46/70/> [Retrieved on 10.10.2017]
- Quercus. [ONLINE]. *Quercus*. Obtido de *Quercus*:
<http://www.quercus.pt/residuos/3608-os-3-rs> [Retrieved on 11.10.2017]
- Rudolph et al., A. L. (2017). Determinant of Ecological Footprints: What the role of globalization?, *Journal: Ecological Indicators*. Vol. 81, 348-361.
- Scribd. [ONLINE]. *Paulo Ávila, Fernando Neves*. Obtido de Scribd:
<https://pt.scribd.com/document/259344768/Planeamento-Analise-e-Controlo-Do-Processo> [10.10.2017]
- Steffen et al., W. A. (2005). *Global Change and the Earth System: A planet under pressure*. IGBP Secretariat, Heidelberg, Berlin, Germany, pp. 1-40. ISBN: 9163153807
- Wagner, V. (2009). *Recycling*. Gale Cengage Learning, Farmington Hills, USA, pp. 31-59. ISBN: 9780737745955
- White, R. (2002). *Building the Ecological City*, Woodhead Publishing, Abington, U.K., pp. 209-214. ISBN: 9781855738683

Zuber et al., S. A. (2011). Justifying social discounting the rank-discounted utilitarian approach. Journal: *Journal of economic theory*. Vol. 147, 1572-1601.

ANEXOS

- 7.1 Levantamento dos dados processuais
- 7.2 Custo mão-de-obra do colaborador
- 7.3 Proposta da máquina de lavagem da *REEQ*
- 7.4 *Payback* estimado do equipamento de lavagem de tinteiros da *REEQ*
- 7.5 Proposta máquina de enchimento *REEQ*
- 7.6 *Payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros da *REEQ*
- 7.7 Lista de peças e de custos associados ao equipamento de enchimento desenvolvido pela Printerman
- 7.8 *Payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros desenvolvido pela Printerman
- 7.9 *Payback* real do equipamento de lavagem de tinteiros da *REEQ*

7 ANEXOS

7.1 Levantamento dos dados processuais

Ao longo de quatro semanas foram recolhidos dados processuais relativos a diversas etapas do processo de reciclagem como se apresenta no presente anexo

Na tabela 4 apresentam-se os dados relativos ao procedimento de colocar os tinteiros em solução no que respeita a quantidade de tinteiros produzida, o tempo de processo e o tempo de produção por unidade processual recolhidos durante quatro semanas entre 1 de março e 7 de abril.

Tabela 4 - Dados relativos ao tempo de colocar os tinteiros em solução.

Data	Quantidade de tinteiros	Tempo de processo (s)	Tempo por unidade (s)
Março			
1	291	125	0,43
2	287	118	0,41
3	370	167	0,45
6	336	138	0,41
7	219	103	0,47
8	309	121	0,39
9	411	136	0,33
10	279	137	0,49
13	338	149	0,44
14	282	127	0,45
15	290	119	0,41
16	419	197	0,47
17	249	112	0,45
27	220	108	0,49
28	400	172	0,43
29	425	166	0,39
30	260	109	0,42
31	259	127	0,49
Abril			
3	363	163	0,45
4	292	137	0,47
5	213	87	0,41
6	321	138	0,43

7	218	107	0,49
---	-----	-----	------

Na tabela 5 apresentam-se os dados relativos ao procedimento de furar os tinteiros no que respeita a quantidade de tinteiros produzida, o tempo de processo e o tempo de produção por unidade processual recolhidos durante quatro semanas entre 1 de março e 7 de abril.

Tabela 5 - Dados relativos ao tempo de furar os tinteiros.

Data	Quantidade de tinteiros	Tempo de processo (s)	Tempo por unidade (s)
Março			
1	291	699	2,4
2	287	718	2,5
3	370	851	2,3
6	336	806	2,4
7	219	526	2,4
8	309	773	2,5
9	411	1069	2,6
10	279	642	2,3
13	338	811	2,4
14	282	649	2,3
15	290	725	2,5
16	419	1089	2,6
17	249	573	2,3
27	220	508	2,3
28	400	960	2,4
29	425	935	2,2
30	260	598	2,3
31	259	648	2,5
Abril			
3	363	799	2,2
4	292	759	2,6
5	213	447	2,1
6	321	738	2,3
7	218	523	2,4

Na tabela 6 apresentam-se os dados relativos ao procedimento de imersão de tinteiros na máquina no que respeita a quantidade de tinteiros produzida, o tempo de processo

e o tempo de produção por unidade processual recolhidos durante quatro semanas entre 1 de março e 7 de abril.

Tabela 6 - Dados relativos ao tempo de imersão dos tinteiros.

Data	Quantidade de tinteiros	Tempo de processo (s)	Tempo por unidade (s)
Março			
1	291	873	3,0
2	287	890	3,1
3	370	1154	3,1
6	336	1058	3,1
7	219	679	3,1
8	309	927	3,0
9	411	1192	2,9
10	279	865	3,1
13	338	1065	3,2
14	282	902	3,2
15	290	922	3,2
16	419	1307	3,1
17	249	789	3,2
27	220	660	3,0
28	400	1220	3,1
29	425	1322	3,1
30	260	811	3,1
31	259	805	3,1
Abril			
3	363	1107	3,0
4	292	847	2,9
5	213	669	3,1
6	321	1027	3,2
7	218	693	3,2

Na tabela 7 apresentam-se os dados relativos ao procedimento de lavagem no que respeita a quantidade de tinteiros produzida, o tempo de processo e o tempo de produção por unidade processual recolhidos durante quatro semanas entre 1 de março e 7 de abril.

Tabela 7 - Dados relativos ao tempo de lavagem.

Data	Quantidade de tinteiros	Tempo de processo (s)	Tempo por unidade (s)
------	-------------------------	-----------------------	-----------------------

Março			
1	291	9021	31,0
2	287	9012	31,4
3	370	11322	30,6
6	336	10527	31,3
7	219	6789	31,0
8	309	9734	31,5
9	411	12152	29,6
10	279	8844	31,7
13	338	10613	31,4
14	282	8714	30,9
15	290	8990	31,0
16	419	12950	30,9
17	249	7794	31,3
27	220	6894	31,3
28	400	12567	31,4
29	425	13133	30,9
30	260	8008	30,8
31	259	8081	31,2
Abril			
3	363	11289	31,1
4	292	9024	30,9
5	213	6764	31,8
6	321	9919	30,9
7	218	6954	31,9

Na tabela 8 apresentam-se os dados relativos ao procedimento de selagem dos tinteiros no que respeita a quantidade de tinteiros produzida, o tempo de processo e o tempo de produção por unidade processual recolhidos durante quatro semanas entre 1 de março e 7 de abril.

Tabela 8 - Dados relativos ao tempo de selagem dos tinteiros.

Data	Quantidade de tinteiros	Tempo de processo (s)	Tempo por unidade (s)
Março			
1	291	2066	7,1
2	287	1952	6,8
3	370	2664	7,2
6	336	2318	6,9
7	219	1380	6,3

8	309	2039	6,6
9	411	2679	6,5
10	279	2009	7,2
13	338	2197	6,5
14	282	1918	6,8
15	290	1856	6,4
16	419	2598	6,2
17	249	1619	6,5
27	220	1408	6,4
28	400	2960	7,4
29	425	3018	7,1
30	260	1795	6,9
31	259	1839	7,1
Abril			
3	363	2432	6,7
4	292	2015	6,9
5	213	1512	7,1
6	321	2022	6,3
7	218	1352	6,2

Na tabela 9 apresentam-se os dados relativos ao procedimento de enchimento dos tinteiros no que respeita a quantidade de tinteiros produzida, o tempo de processo e o tempo de produção por unidade processual recolhidos durante quatro semanas entre 1 de março e 7 de abril.

Tabela 9 - Dados relativos ao tempo de enchimento dos tinteiros.

Data	Quantidade de tinteiros	Tempo de processo (s)	Tempo por unidade (s)
Março			
1	291	6156	21,2
2	287	6206	21,6
3	370	7189	19,4
6	336	6216	18,5
7	219	3923	17,9
8	309	6044	19,6
9	411	6854	16,7
10	279	5106	18,3
13	338	6451	19,1
14	282	5668	20,1
15	290	5706	19,7

16	419	7208	17,2
17	249	4021	16,1
27	220	4399	20,0
28	400	6840	17,1
29	425	8670	20,4
30	260	4985	19,2
31	259	5128	19,8
Abril			
3	363	6960	19,2
4	292	5875	20,1
5	213	3855	18,1
6	321	6869	21,4
7	218	4033	18,5

7.2 Custo mão-de-obra do colaborador

Na tabela 10 apresentam-se os parâmetros considerados para os custos de mão-de-obra do colaborador.

Tabela 10 - Custo mão-de-obra do colaborador.

12X Ordenados Mensais	6684,00€
11meses X 22 dias X Subsídio de refeição	847,00€
Subsídio de férias e de natal	1114,00€
Total Anual de remunerações	8645,00€
Segurança social da empresa	1852,02€
Total FCT	61,82€
Total FGCT	5,01€
Outros encargos	345,80€
Total anual de custos	10909,66€

7.3 Proposta da máquina de lavagem REEQ

De seguida apresenta-se a proposta apresentada pela REEQ de um novo equipamento de lavagem de tinteiros.



QUOTATION Q161001A

ReeQ B.V.		
Burg Conraetzstraat 32	VAT number	NL855120873B01
5913BC VENLO	Chamber of Commerce	63166984
The Netherlands	BIC / SWIFT code	RABONL2U
	Bank	RABO
contact	info@reeq.eu	IBAN code
		NL23RABO 0308 1347 88

Customer details

Company Printerman
 address Estrada da Barragem, nº10 Fracção B
 4575-003 Alpendurada e Matos
 Portugal
 contact Mr. Manuel Silva
 customer reference

quotation details cleaning machine RQ-CC700
 quotation number Q161001A
 date December 19th, 2016

According to our conversation and meeting at our German customer, we can offer you our cleaning machine RQ-CC700 Advanced.

The RQ-CC700 Advanced has programmable operating software. This advanced software makes it possible to adjust a lot of items in the cleaning program such as number and time of the wash cycles, rpm and time of the spinning cycles, use and amount of cleaning solution, and a lot more.

The price of the RQ-CC700 Advanced includes also an extra option. You can choose between the Cleaning Solution Option and the Demi-water Option.

With the Cleaning Solution Option, the machine automatically inserts cleaning solution in the RQ-CC700. In the operating software you can adjust when and how much cleaning solution.

With the Demi-water Option, the machine automatically inserts demi-water in the RQ-CC700. In the operating software you can adjust when to use the demi-water.

Of course it is possible to choose for both the options. The surcharge then will be € 250,00.

An environmental friendly option is the Ink-Drain valve. With this option you can separate the ink of the first spinning cycle from the washing water. This ink can be collected in separate jerry cans and will not go into the regular sewer.

Figura 40- Proposta da REEQ para equipamento de lavagem de tinteiros - Parte I



QUOTATION
Q161001A

Prices.

Price for the machine you saw at Tito

	price [€]
1 cleaning machine RQ-CC700 Advanced - includes programmable software for personalizing cleaning programs - Cleaning Solution Option	16.500,00
1 Demi-water Option	250,00
1 compensation for travel costs as promised	-/- 400,00
Total price	16.350,00
additional parts	
1 extra cartridge container (6 racks + 1 central part)	575,00

Payment and delivery conditions.

Value	Euro
Payment	30% of the total amount at order 60% of the total amount at transport 10% of the total amount within 14 days after date of invoice payment only by bank wire transfer, other payments will not be accepted
Taxes and duties	all prices are without VAT
Delivery time	Within 8 Weeks after signed order confirmation and first payment
Delivery	EXW Venlo according to the INCO Terms 2010
Validity	offer without obligations

Please do not hesitate to contact us in case you have any remarks or questions.

With best regards,
REEQ BV

André Piels MBA
Managing Director

Figura 41 - Proposta da REEQ para equipamento de lavagem de tinteiros - Parte II

7.4 Payback estimado do equipamento de lavagem de tinteiros da REEQ

Na tabela 11 apresentam-se o cálculo do *payback* estimado do equipamento de lavagem de tinteiros da REEQ.

Tabela 11 – *Payback* estimado do equipamento de lavagem de tinteiros da REEQ

Equipamento de Lavagem da REEQ (<i>Payback</i> estimado)		
Custo anual com o operador	10909,66	€
Nº de dias uteis do operador num ano	228	Dias
Custo ao segundo com o operador	$1,7 \times 10^{-3}$	€/s
Valor do investimento	16350	€
Poupança de tempo	28,6	s
<i>Payback</i>	343966,4	Tinteiros
Unidades cheias em média num dia	313	Tinteiros
Nº de dias uteis num ano	250	Dias
Retorno do investimento	1098,9	Dias
Retorno do investimento	4,4	Anos

$$\text{Payback} = \frac{\text{Valor do investimento}}{\text{Poupança de tempo} \times \text{Custo ao segundo com o colaborador}} \text{ Tinteiros}$$

7.5 Proposta máquina de enchimento REEQ

Na figura 42 apresentam-se a proposta da máquina de enchimento da REEQ.

F700-SA filling machine.

The F700-SA is a semi-automatic filling machine. It can fill 24 blacks or 8 colours in one charge. Due to it's unique filling system it works very secure. No need to check the weight of each cartridge after filling. The size of the machine will be about the same as the CC700 washing machine. Probably it also will be possible to have it as a "table" model.

The price of the F700-SA will be around the € 12.000,00

Unfortunately I don't have a picture of the unit at the moment. Only 3D pictures of the "table" model and a picture of the vacuum container.

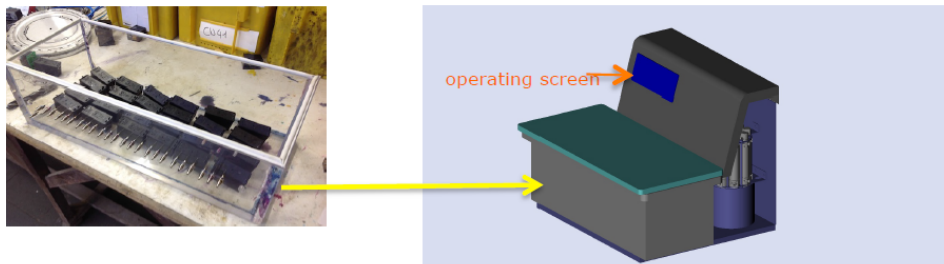


Figura 42 - Máquina de enchimento da REEQ.

7.6 Payback estimado do equipamento de enchimento de tinteiros da REEQ.

Na tabela 12 apresentam-se o cálculo do *payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros da REEQ.

Tabela 12 – Payback estimado do equipamento de enchimento de tinteiros da REEQ

Equipamento de enchimento da REEQ (Payback estimado)		
Custo anual com o operador	10909,66	€
Nº de dias uteis do operador num ano	228	Dias
Custo ao segundo com o operador	$1,7 \times 10^{-3}$	€/s
Valor do investimento	12000	€
Poupança de tempo	14,1	s
<i>Payback</i>	512245,6	Tinteiros
Unidades cheias em média num dia	313	Tinteiros
Nº de dias uteis num ano	250	Dias
Retorno do investimento	1636,6	Dias
Retorno do investimento	6,5	Anos

7.7 Lista de peças e de custos associados ao equipamento de enchimento desenvolvido pela Printerman.

Na tabela 13 apresenta-se a lista de peças e custos associados ao equipamento de enchimento desenvolvido pela Printerman.

Tabela 13 - Lista de peças e custos associados ao equipamento de enchimento desenvolvido pela Printerman.

Pos	Referência	Descrição	QT	Fornecedor	€	Total linha (€)
1	MCX66-PP0	3/32 x 3/32 Premium Grade Barbed Elbow Connector Material: Polypropylene	18	Ark-Plas	0,20	3,60
2	CAC15-PRO	3/32 x 3/32 Commercial Grade Barbed Straight Connector	18	Ark-Plas	0,20	3,60
3	MEX81-PP0	Barb Size: 3/32, Male Thread: 10-32 Special Taper, Material: Polypropylene	18	Ark-Plas	0,20	3,60
4	LMX24-PP0	10-32 UNF Threaded Female Luer	18	Ark-Plas	0,20	3,60
5	LJX88-NY0	3/32 Female Bulkhead Luer	18	Ark-Plas	0,20	3,60
6	LKC52-NY0	Nut for Bulkhead Luer	18	Ark-Plas	0,20	3,60
7	LKA76-PP2	Coding Ring with legs (White)	18	Ark-Plas	0,20	3,60
8	LAX22-PP0	3/32 Male Luer with Lock Ring	36	Ark-Plas	0,20	7,20

9	20300346	Peristaltic pump, 24VDC, 38ml/min (Thomas)	18	Aircontrol	28,00	504,00
10	010-0211	Botão de emergência (D Panel 22,5mm)	1	Mauser	5,49	5,49
11	010-0212	Botão de pressão monoestável tipo cogumelo (D Panel 22,5 mm)	1	Mauser	6,26	6,26
12	011-0385	Terminal fêmea isolado azul (1.5-2.5mm ²) 2.8mm	18	Mauser	0,10	1,80
13	011-0382	Terminal fêmea isolado vermelho (0.5-1.0mm ²) 2.8mm	18	Mauser	0,10	1,80
14	811-7213	Conector macho IEC, C14, Macho, Montaje roscado, Recto, 10A, 250 V ac	1	Amidata	1,84	1,84
15	TPU0402	Polyurethane Tube 4X2mm	1	Pneumax	5,00	5,00
16	TPU0806	Polyurethane Tube 8X6mm	1	Pneumax	5,00	5,00
17	551.112.M1.M1	Flow_Regulator	1	Pneumax	5,00	5,00
18	T100800	Bulkhead Connector	1	Pneumax	1,00	1,00
19	T220418	Swivel elbow male adaptor	2	Pneumax	1,00	2,00
20	T220818	Swivel elbow male adaptor	4	Pneumax	1,00	4,00
21	T230800	Y Connector	1	Pneumax	1,00	1,00
22	F3111AU20	2-way solenoid normally closed valve, direct plunger operation	2	Pneumax	15,00	30,00
23	0373203005 6006012726004170	Insert nut M3 , inox Insert nut M3 , inox	50	Intec	0,10	5,00
24	0373203005	Insert nut M6 , inox Insert nut M6 , inox	4	Intec	0,10	0,40
25	02007001962317214	Parafuso M3X10, inox A2, ISO 7380	50	Intec	0,07	3,50
26	02007001962317236	Parafuso M4X6, inox A2, ISO 7381	4	Intec	0,07	0,28
27	02007001962317240	Parafuso M4X10, inox A2, ISO 7382	18	Intec	0,07	1,26
31	02007001962317294	Parafuso M6X25, inox A2 (ISO 7380)	2	Intec	0,07	0,14
32	03016020656000380	Porca M6, inox A2 (DIN439B)	2	Intec	0,05	0,10
28		Pê_Ajustavel_M6	4		2,00	8,00
29		Perfil para junta, NBR, d=5mm	1	Montigoma	2,00	2,00
30		Tampa, policarbonato, 15mm	1	Dagol	5,00	5,00
33	ZSE30A-01-N-NLB	Digital pressure switch.	1	SMC	60,00	60,00
34		Controlador (ainda a escolher)	1	Siemens	1500,00	1500,00
		Mão-de-obra técnica	30		20,00	600,00
Total						2792,27
Arredondamos os custos previstos para os 3000,00€						

7.8 *Payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros desenvolvido pela Printerman

Na tabela 14 apresentam-se o cálculo do *payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros desenvolvido pela Printerman.

Tabela 14 – *Payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros desenvolvido pela Printerman

Equipamento de enchimento desenvolvido pela Printerman (<i>Payback</i> estimado)		
Custo anual com o operador	10909,66	€
Nº de dias uteis do operador num ano	228	Dias
Custo ao segundo com o operador	$1,7 \times 10^{-3}$	€/s
Valor do investimento	3000	€
Poupança de tempo	12	s
<i>Payback</i>	150472,1	Tinteiros
Unidades cheias em média num dia	313	Tinteiros
Nº de dias uteis num ano	250	Dias
Retorno do investimento	480,7	Dias
Retorno do investimento	1,9	Anos

7.9 *Payback* real do equipamento de lavagem de tinteiros da REEQ

Na tabela 15 apresentam-se o cálculo do *payback* estimado do equipamento de enchimento de tinteiros da REEQ.

Tabela 15 – *Payback* real do equipamento de lavagem de tinteiros da REEQ

Equipamento de Lavagem da REEQ (<i>Payback</i> real)		
Custo anual com o operador	10909,66	€
Nº de dias uteis do operador num ano	228	Dias
Custo ao segundo com o operador	$1,7 \times 10^{-3}$	€/s
Valor do investimento	16350	€
Poupança de tempo	28,9	s
<i>Payback</i>	340044,2	Tinteiros
Unidades cheias em média num dia	313	Tinteiros
Nº de dias uteis num ano	250	Dias
Retorno do investimento	1086,4	Dias
Retorno do investimento	4,3	Anos