

Manual **BATLOKO**

Manual de apoio à decisão na implementação de MTD

Índice

1. Âmbito e objectivo	3
2. Indicadores de performance ambiental.....	4
2.1 Fórmula de cálculo dos indicadores.....	4
2.2 Gamas de valores dos indicadores	11
3. Análise económica	15
4. Metodologia de apoio à decisão na implementação de MTD.....	18
4.1 Metodologia sem recurso à ferramenta informática BATinLoko	19
4.2 Metodologia com recurso à ferramenta informática BATinLoko	22
5. Bibliografia	33
6. Ficha técnica.....	34

1. Âmbito e objectivo

O objectivo do Manual BATinLoko é servir de apoio à decisão na implementação de Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), abrangendo a seguinte informação:

- Indicadores de performance ambiental que genericamente são mais adequados ao estudo de performance das MTD;
- Análise económica das MTD;
- Metodologia de apoio à decisão na implementação das MTD, com e sem recurso à ferramenta informática, desenvolvida no âmbito do projecto BATinLoko.

De referir que a informação presente neste manual foi obtida no âmbito das actividades do projecto BATinLoko – Indicadores de performance ambiental e a sua relação com factores económicos, na implementação de MTD (LIFE 07/ENV/P/000625), que teve como objecto de estudo empresas do sector têxtil e vestuário (STV) dos subsectores de tinturaria, estamparia e acabamentos, pelo que os dados obtidos, nomeadamente as gamas de indicadores de performance ambiental, necessitam de ser analisados atendendo às especificidades dos processos produtivos encontrados. A restante informação pode ser tida em consideração por todo o STV, já que algumas MTD são de aplicação horizontal em todo o sector têxtil.

2. Indicadores de performance ambiental

Na avaliação do desempenho das MTD são utilizados indicadores de performance ambiental. Estes indicadores fornecem informação sobre o desempenho ambiental associado aos materiais e recursos, aos níveis de consumo de energia, aos produtos, às emissões de poluentes, aos resíduos e aos equipamentos. Os indicadores utilizados no projecto BATinLoko foram agrupados em diferentes categorias, nomeadamente:

- Água
- Energia
- Produtos químicos
- Efluentes líquidos
- Emissões gasosas
- Resíduos sólidos
- Outros

2.1 Fórmula de cálculo dos indicadores

Os indicadores de performance ambiental seleccionados como sendo os mais adequados ao estudo das MTD, para cada uma das categorias apresentadas, são os seguintes:

Água

- Consumo de água (m³) – representa o total de água consumida no processo produtivo e auxiliares, proveniente das diversas fontes, obtendo-se pelo somatório da água captada, água da rede, efluente reciclado, águas de refrigeração recuperadas ou outros, conforme aplicável, normalmente em m³.
- Consumo específico de água (m³/volume de produção) – calculado pela divisão do consumo de água (normalmente em m³) pelo volume de produção, por exemplo, em toneladas.

$$\text{Consumo específico de água} = \frac{\text{Consumo de água (m}^3\text{)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 1 - Consumo específico de água (m³/ton)

- Redução do consumo de água (%) – indica a relação entre a água consumida entre 2 processos, podendo ser determinada em função do consumo de água, consumo específico de água ou outro que se considere mais adequado. Por exemplo, a redução do consumo de água com o processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), com base no consumo de água, é determinada pela expressão:

$$\text{Redução do consumo de água} = \frac{\text{Consumo água P1 (m}^3\text{)} - \text{Consumo água P2 (m}^3\text{)}}{\text{Consumo água P1 (m}^3\text{)}} \times 100$$

Equação 2 - Redução do consumo de água (%)

- Taxa de reciclagem da água (%) – indica a relação entre a água recuperada e a água consumida, normalmente em m³.

$$\text{Taxa de reciclagem da água} = \frac{\text{Água recuperada (m}^3\text{)}}{\text{Consumo de água (m}^3\text{)}} \times 100$$

Equação 3 – Taxa de reciclagem de água (%)

Energia

- Consumo de energia (tep) – representa o total de energia consumida na empresa, obtendo-se pelo somatório de todas as fontes de energia utilizadas, convertidas em toneladas equivalentes de petróleo (tep).

A conversão para tep foi realizada tendo em consideração os factores de conversão definidos pelo Despacho 17313, de 26 de Junho de 2008, nomeadamente:

Combustível	PCI (tep/ton)
Gás natural	1,077
Gás petróleo liquefeito (GPL)	1,130
Fuelóleo (nafta)	0,965
Gasóleo	1,034
Gasolina	1,075

Tabela 1 - Poder Calorífico Inferior (PCI) para os diferentes combustíveis

Para a energia eléctrica, tendo por base o despacho acima referido, considerou-se que 1 kWh = 215 x 10⁻⁶ tep.

- Consumo específico de energia (tep/volume de produção) - calculado pela divisão do consumo de energia (normalmente em tep) pelo volume de produção, por exemplo, em toneladas.

$$\text{Consumo específico de energia} = \frac{\text{Consumo de energia (tep)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 4 - Consumo específico de energia (tep/ton)

- Redução do consumo de energia (%) – indica a relação entre a energia consumida em 2 processos, podendo ser determinada em função do consumo de energia, consumo específico de energia ou outro que se considere mais adequado. Por exemplo, a redução do consumo de energia com o processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), com base no consumo de energia, é determinada pela expressão:

$$\text{Redução do consumo de energia} = \frac{\text{Consumo energia P1 (tep)} - \text{Consumo energia P2 (tep)}}{\text{Consumo energia P1 (tep)}} \times 100$$

Equação 5 - Redução do consumo de energia (%)

- Intensidade energética (tep/VAB) – indica a relação entre o consumo de energia e o Valor Acrescentado Bruto (VAB).

$$\text{Intensidade energética} = \frac{\text{Energia total consumida (tep)}}{\text{VAB (€)}}$$

Equação 6 - Intensidade energética

De acordo com o Sistema de Normalização Contabilística (SNC) (2011), o VAB (Valor Acrescentado Bruto) deve ser calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{VAB} = 71 + 72 + 781 + 74 - 61 - 62 - 688$$

Em que:

- | | |
|-----|------------------------------------------------------|
| 71 | Vendas |
| 72 | Prestações de Serviços |
| 781 | Rendimentos Suplementares |
| 74 | Trabalhos para a própria entidade |
| 61 | Custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas |
| 62 | Fornecimentos e Serviços Externos |
| 688 | Outros |

Equação 7 - VAB

Produtos químicos

- Consumo de corantes (ton) – representa o total de corantes consumidos no processo produtivo, obtendo-se pelo somatório de todos os corantes consumidos, normalmente em toneladas. Quando as empresas não possuem o controlo das quantidades consumidas, utiliza-se, em alternativa, as quantidades compradas.
- Consumo de pigmentos (ton) – representa o total de pigmentos consumidos no processo produtivo, obtendo-se pelo somatório de todos os pigmentos consumidos, normalmente em toneladas. Quando as empresas não possuem o controlo das quantidades consumidas, utiliza-se, em alternativa, as quantidades compradas.
- Consumo de auxiliares (ton) – representa o total de produtos químicos auxiliares consumidos no processo produtivo, como sejam, tensoactivos, sequestrantes, complexantes, estabilizadores, anti-espuma, espessantes, amaciadores, etc., obtendo-se pelo somatório de todos os produtos químicos auxiliares consumidos, normalmente em toneladas. Quando as empresas não possuem o controlo das quantidades consumidas, utiliza-se, em alternativa, as quantidades compradas.
- Consumo de produtos químicos (ton) – representa o total de produtos químicos consumidos no processo produtivo, como sejam corantes, pigmentos, substâncias químicas, auxiliares, etc., obtendo-se pelo somatório de todos os produtos químicos consumidos, normalmente em toneladas. Quando as empresas não possuem o controlo das quantidades consumidas, utiliza-se, em alternativa, as quantidades compradas.

- Consumo específico de corantes (ton/volume de produção) – calculado pela divisão do consumo de corantes (normalmente em toneladas), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Consumo específico de corantes} = \frac{\text{Consumo de corantes (ton)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 8 - Consumo específico de corantes

- Consumo específico de pigmentos (ton/volume de produção) – calculado pela divisão do consumo de pigmentos (normalmente em toneladas), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Consumo específico de pigmentos} = \frac{\text{Consumo de pigmentos (ton)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 9 - Consumo específico de pigmentos

- Consumo específico de auxiliares (ton/volume de produção) – calculado pela divisão do consumo de auxiliares (normalmente em toneladas), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Consumo específico de auxiliares} = \frac{\text{Consumo de auxiliares (ton)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 10 - Consumo específico de auxiliares

- Consumo específico de produtos químicos (ton/volume de produção) – calculado pela divisão do consumo de produtos químicos (normalmente em toneladas), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Consumo específico de produtos químicos} = \frac{\text{Consumo de produtos químicos (ton)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 11 - Consumo específico de produtos químicos

- Recuperação de produtos químicos (%) – indica a relação entre a quantidade de produtos químicos recuperados (por exemplo, em toneladas), seja por serem reutilizados ou reciclados, e o consumo total de produtos químicos, (por exemplo, em toneladas).

$$\text{Recuperação de produtos químicos} = \frac{\text{Produtos químicos reutilizados e/ou reciclados (ton)}}{\text{Consumo produtos químicos (ton)}} \times 100$$

Equação 12 - Recuperação de produtos químicos (%)

- Redução de consumo de produtos químicos (%) – indica a relação entre os produtos químicos (PQ) consumidos relativamente a 2 processos, podendo ser determinada em função do consumo de produtos químicos, consumo específico de produtos químicos ou outro que se considere mais adequado. Por exemplo, a redução de consumo de produtos químicos no processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), com base no consumo de produtos químicos, é determinada pela expressão:

$$\text{Redução de consumo de produtos químicos} = \frac{\text{Consumo de PQ P1 (ton)} - \text{Consumo de PQ P2 (ton)}}{\text{Consumo de PQ P1 (ton)}} \times 100$$

Equação 13 - Redução de consumo de produtos químicos (%)

Efluentes líquidos

- Volume de efluente líquido (m^3) – representa o total de efluentes líquidos gerados na empresa, provenientes das diversas actividades, como sejam, pré-tratamento, tingimento, lavagem de quadros, etc., obtendo-se pelo somatório de todos os efluentes líquidos produzidos, normalmente em m^3 .
- Volume específico de efluente líquido (m^3 /volume de produção) – calculado pela divisão da quantidade de efluente líquido gerado (normalmente em m^3) pelo volume de produção, por exemplo, em toneladas.

$$\text{Volume específico de efluente líquido} = \frac{\text{Volume efluente líquido (m}^3\text{)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 14 - Volume específico de efluente líquido

- Carga específica no efluente líquido - *poluente xx* (kg poluente/volume de produção) - calculado pela divisão entre a quantidade de poluente presente no efluente líquido, por exemplo em kg, e o volume de produção, por exemplo em toneladas. Este indicador é calculado para cada um dos poluentes caracterizados no efluente líquido, podendo o *poluente xx* ser substituído por carência química de oxigénio (CQO), carência bioquímica de oxigénio (CBO₅), matéria oxidável ($= (2 \times \text{CBO}_5 + \text{CQO}) / 3$), sólidos suspensos totais (SST), detergentes, cloretos, azoto, fósforo, chumbo, níquel, zinco, boro, etc..

$$\text{Carga específica efluente líquido - poluente xx} = \frac{\text{Quantidade de poluente xx (kg)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 15 - Carga específica no efluente líquido – poluente xx

- Redução da concentração de efluente líquido (%) – indica a relação entre a concentração do efluente líquido, para um determinado parâmetro, relativamente a 2 processos, podendo ser determinada em função do poluente que se considere mais adequado. Por exemplo, a redução da concentração do poluente xx no efluente líquido no processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), é determinada pela expressão:

$$\text{Redução da concentração de efluente líquido} = \frac{\text{Conc. efluente P1} - \text{Conc. efluente P2}}{\text{Concentração efluente P1}} * 100$$

Equação 16- Redução da concentração de efluente líquido

Emissões gasosas

- Volume de efluente gasoso (Nm^3) – representa o total de efluentes gasosos emitidos na empresa, provenientes das diversas fontes fixas de emissão para a atmosfera, como sejam, secadores, râmolas, caldeiras, encoladeira, tumbler, etc., obtendo-se pelo somatório de todas as emissões gasosas emitidas, normalmente em m^3 (em condições normais de pressão e de temperatura). Para as fontes em que não exista uma caracterização de um determinado ano, devem ser considerados, no somatório, os valores do histórico ou de equipamento similar. O volume de efluente gasoso, em Nm^3 , pode ser determinado do seguinte modo:

$$\text{Volume efluente gasoso} = \sum_{\text{fonte } i=1}^{\text{fonte } i=n} (\text{caudal volúmico seco (Nm}^3/\text{h)} \times \text{tempo funcionamento (h)})$$

Equação 17 - Volume de efluente gasoso

- Volume específico de efluente gasoso (Nm³/ volume de produção) – calculado pela divisão do volume de efluente gasoso (normalmente em Nm³) pelo volume de produção, por exemplo, em toneladas.

$$\text{Volume específico de efluente gasoso} = \frac{\text{Volume efluente gasoso (Nm}^3\text{)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 18 - Volume específico de efluente gasoso

- Carga específica no efluente gasoso - *poluente xx* (kg poluente/volume de produção) - calculado pela divisão entre a quantidade de poluente xx proveniente das diversas fontes fixas de emissão para a atmosfera, por exemplo em kg, e o volume de produção, por exemplo em toneladas. Este indicador é calculado para cada um dos poluentes caracterizados nas emissões gasosas, podendo o *poluente xx* ser substituído por CO, NO_x, CO₂, partículas, COV, etc.. Para as fontes em que não exista uma caracterização de um determinado ano, devem ser considerados, no somatório, os valores do histórico ou de equipamento similar.

$$\text{Carga específica no efluente gasoso - poluente xx} = \frac{\text{Quantidade de poluente xx (kg)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 19 - Carga específica no efluente gasoso

Resíduos sólidos

- Quantidade de resíduos sólidos (ton) – representa o total de resíduos gerados no processo produtivo e auxiliares, como sejam, tirelas, restos de fio, resto de tecidos ou malha, embalagens de papel, plástico, metal, madeira, etc., produtos químicos fora de prazo, óleos usados, etc., obtendo-se pelo somatório de todos os resíduos gerados na empresa, por exemplo em toneladas. Quando as empresas não possuem o controlo da quantidade gerada, utiliza-se, em alternativa, a quantidade enviada para destinatário, normalmente controlada através das guias de acompanhamento de resíduos.
- Quantidade específica de resíduos sólidos (kg / volume produção) – calculada pela divisão da quantidade de resíduos sólidos (normalmente em kg), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Quantidade específica de resíduos sólidos} = \frac{\text{Quantidade resíduos sólidos (kg)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 20 - Quantidade específica de resíduos sólidos

- Quantidade específica de resíduos sólidos perigosos (kg / volume produção) – calculada pela divisão da quantidade de resíduos classificados como perigosos (segundo as regras definidas na legislação em vigor) (normalmente em kg), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Quantidade específica de resíduos sólidos perigosos} = \frac{\text{Quantidade resíduos sólidos perigosos (kg)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 21 - Quantidade específica de resíduos sólidos perigosos

- Quantidade específica de resíduos valorizados (kg / volume produção) – calculada pela divisão da quantidade total de resíduos cujo destino é a valorização (reutilização, reciclagem, valorização energética, armazenagem para posterior valorização, etc.) (normalmente em kg), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Quantidade específica de resíduos valorizados} = \frac{\text{Quantidade resíduos valorizados (kg)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 22 - Quantidade específica de resíduos valorizados

- Quantidade específica de resíduos eliminados (kg / volume produção) – calculada pela divisão da quantidade total de resíduos cujo destino é a eliminação (deposição em aterro, tratamento, armazenagem para posterior eliminação, etc.) (normalmente em kg), pelo volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Quantidade específica de resíduos eliminados} = \frac{\text{Quantidade resíduos sólidos eliminados (kg)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 23 - Quantidade específica de resíduos eliminados

Outros

- Redução dos custos com produtos químicos (%) – indica a redução de custos com os produtos químicos (PQ), em relação a 2 processos, em euro. Por exemplo, a redução do custo de produtos químicos com o processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), é determinada pela expressão:

$$\text{Redução de custos com produtos químicos} = \frac{\text{Custo PQ P1 (€)} - \text{Custo PQ P2 (€)}}{\text{Custo PQ P1 (€)}} \times 100$$

Equação 24 - Redução de custos com produtos químicos

- Redução dos custos com efluente líquido (%) – indica a redução de custos com os efluentes líquidos, em relação a 2 processos, em euro. Por exemplo, a redução do custo do efluente líquido com o processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), é determinada pela expressão:

$$\text{Redução dos custos com efluente líquido} = \frac{\text{Custo efluente líquido P1 (€)} - \text{Custo efluente líquido P2 (€)}}{\text{Custo efluente líquido P1 (€)}} \times 100$$

Equação 25 - Redução de custos com efluente líquido

- Redução do tempo de operação (%) – indica a redução no tempo de operação, em relação a 2 processos, em horas. Por exemplo, a redução do tempo de operação com o processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), é determinada pela expressão:

$$\text{Redução do tempo de operação} = \frac{\text{Tempo operação P1 (h)} - \text{Tempo operação P2 (h)}}{\text{Tempo operação P1 (h)}} \times 100$$

Equação 26 - Redução do tempo de operação

- Redução dos custos com mão de obra (%) – indica a redução de custos com a mão-de-obra, em relação a 2 processos, em euro. Por exemplo, a redução do custo com pessoal com o processo 2 (P2) em relação ao processo 1 (P1), é determinado do seguinte modo:

$$\text{Redução de custos com mão de obra} = \frac{\text{Custo mão de obra P1 (€)} - \text{Custo mão de obra P2 (€)}}{\text{Custo mão de obra P1 (€)}} \times 100$$

Equação 27 - Redução de custos com mão de obra

2.2 Gamas de valores dos indicadores

Tendo em consideração os valores recolhidos nas empresas participantes no projecto BATinLoko, apresenta-se na tabela seguinte as gamas de valores obtidos para alguns dos indicadores em estudo durante o projecto:

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo específico de água (m ³ /ton)	56 - 506
Taxa de reciclagem de água (%)	9,4 - 64,2
Consumo específico de energia (tep/ton)	0,64 - 8,39
Intensidade energética (kgep/VAB)	0,45 - 2,02
Consumo específico de produtos químicos (kg/ton)	109,7 - 730,6
Volume específico de efluente líquido (m ³ /ton)	46,35 - 452,8
Carga específica no efluente líquido – CQO (kg/ton)	35,36 - 151,19
Carga específica no efluente líquido – CBO ₅ (kg/ton)	9,47 - 37,03
Carga específica no efluente líquido – SST (kg/ton)	2,94 - 10,02
Volume específico de emissões atmosféricas (Nm ³ /ton)	17.905 - 99.616
Carga específica de emissões atmosféricas – NOx (kg/ton)	0,01 - 121,3
Carga específica de emissões atmosféricas – COV (kg/ton)	0,05 - 23,14
Quantidade específica de resíduos (ton/ton)	0,04 - 0,28
Quantidade específica de resíduos perigosos (kg/ton)	0,03 - 6,08
Quantidade específica de resíduos valorizados (kg/ton)	10,56 - 226,64

(Continua na página seguinte)

(Continuação da página anterior)

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Quantidade específica de resíduos eliminados (kg/ton)	9,94 – 114,34
Taxa de resíduos valorizados (%)	39,4 – 93,2
Custo específico da água (€/ton)	0,43 – 21,74
Custo específico da energia (€/ton)	207,26 – 983,69

Tabela 2 - Gamas de valores de indicadores de performance ambiental

A diferença nas gamas de valores obtidos, em cada indicador de performance ambiental, justifica-se essencialmente pela variabilidade de dados entre empresas e mesmo na própria empresa, devido a variações na produção, nomeadamente tipo de cores (claras, médias ou escuras), tipo de fibras utilizadas (apenas uma ou misturas de duas ou mais tipos de fibras), tipo de matéria-prima (rama, fio, tecido, malha ou peça confeccionada), dimensão de cada partida, entre outros.

A variabilidade dos valores verificou-se também no cálculo dos indicadores específicos para as MTD estudadas, pelas mesmas razões especificadas acima. Assim, torna-se difícil definir indicadores específicos associados às MTD para o sector têxtil.

Nas tabelas seguintes apresentam-se valores obtidos em algumas das MTD consideradas no projecto BATinLoko. De referir que só foi possível estudar, algumas MTD, em uma empresa, pelo que não são apresentadas gamas de valores.

▪ **Instalação de sistemas automatizados de doseamento de produtos químicos e auxiliares**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Redução de consumo de produtos químicos (%)	12 - 15
Consumo de energia (tep)	Aumenta (valor não disponível)
Redução da concentração de efluente líquido (%)	12 - 15
Redução de custos com mão de obra (%)	67
Investimento (€)	262.000

Tabela 3 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: Instalação de sistemas automatizados de doseamento de produtos químicos e auxiliares

▪ **Instalação de sistemas automatizados de doseamento de corantes**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo de energia (tep)	Aumenta (valor não disponível)
Redução de custos com mão de obra (%)	67
Investimento (€)	139.000

Tabela 4 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: Instalação de sistemas automatizados de doseamento de corantes

▪ **Tratamento com enzimas**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo específico de água (m ³ /ton)	72 - 76
Redução do consumo de água (%)	8 - 40,3
Redução de consumo de produtos químicos (%)	17,1 - 42,9
Carga específica no efluente líquido - $MO (2 \times CBO_5 + CQO) / 3$ (kg/ton)	47,17 - 179,7
Custo específico de produtos químicos (€ /ton)	304,84 - 472,14
Redução dos custos com produtos químicos (%)	5,3 - 33,2
Redução dos custos com efluente líquido (%)	8 - 40,3
Redução do tempo de operação (%)	1,3 - 23,9

Tabela 5 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: Tratamento com enzimas

▪ **Recuperação e reutilização do hidróxido de sódio da água de enxaguamento da mercerização**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo de energia (tep)	0,0014 - 5,16
Redução de consumo de produtos químicos (%)	Valor não disponível - 50
Redução dos custos com produtos químicos (%)	Valor não disponível - 33
Investimento (€)	250.400 - 360.000

Tabela 6 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: Recuperação e reutilização do hidróxido de sódio da água de enxaguamento da mercerização

▪ **No tingimento contínuo, minimização do volume do balseiro de imersão**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo específico de água (m ³ /ton)	0,88 - 1,36
Redução do consumo de água (%)	1,5 - 11,3
Redução de consumo de produtos químicos (%)	1,4 - 11,2
Carga específica no efluente líquido - $MO (2 \times CBO_5 + CQO) / 3$ (kg/ton)	0,088 - 2,07
Volume específico de efluente líquido (m ³ /ton)	0,022 - 0,22
Custo específico de produtos químicos (€ /ton)	170,85 - 1.635,42
Redução dos custos com produtos químicos (%)	5,3 - 33,2
Redução dos custos com efluente líquido (%)	1,5 - 11,3

Tabela 7 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: No tingimento contínuo, minimização do volume do balseiro de imersão

▪ **No tingimento descontínuo, reutilização da água de enxaguamento**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo específico de água (m ³ /ton)	57 - 63
Taxa de reciclagem de água (%)	Valor não disponível - 18,8
Redução do consumo de água (%)	Valor não disponível - 45
Redução dos custos com efluente líquido (%)	18,8 - 30,6

Tabela 8 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: No tingimento descontínuo, reutilização da água de enxaguamento

▪ **Eliminação da 1/2 branqueação no tingimento de cores escuras**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Consumo específico de água (m ³ /ton)	6,0
Redução do consumo de água (%)	33,3
Redução de consumo de produtos químicos (%)	69,1
Carga específica no efluente líquido - <i>MO</i> ($2 \times CBO_5 + CQO$) / 3) (kg/ton)	6,9
Redução dos custos com produtos químicos (%)	39,7
Redução dos custos com efluente líquido (%)	27,8
Investimento (€)	0

Tabela 9 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: Eliminação da 1/2 branqueação no tingimento de cores escuras

▪ **Redução do consumo de água nas operações de limpeza da estamperia**

Indicador de performance ambiental	Valores obtidos
Recuperação de água (m ³)	30,21
Taxa de poupança de água (%)	66,7
Carga específica no efluente líquido - <i>MO</i> ($2 \times CBO_5 + CQO$) / 3) (kg/ton)	22,48
Carga específica no efluente líquido - <i>SST</i> (kg/ton)	0,848
Carga específica no efluente líquido - <i>detergentes</i> (kg/ton)	0,042
Carga específica no efluente líquido - <i>cloretos</i> (kg/ton)	0,980
Carga específica no efluente líquido - <i>azoto total</i> (kg/ton)	0,386
Carga específica no efluente líquido - <i>fósforo total</i> (kg/ton)	0,085

Tabela 10 - Indicadores de performance ambiental para a MTD: Redução do consumo de água nas operações de limpeza da estamperia

3. Análise económica

Na avaliação do desempenho das MTD são utilizados diversos conceitos de natureza económica e financeira que pretendem traduzir a viabilidade dos investimentos propostos. Cada empresa deverá ter em consideração parâmetros como o tempo de vida útil, o tipo de combustível utilizado, custos médios e taxa de custo de capital a considerar na análise. Com base nessa informação é possível o cálculo de vários indicadores destacando-se por exemplo o valor actualizado líquido ou o tempo de recuperação do investimento. Reconhecendo a dificuldade de previsão de custos de investimento associados a cada MTD, a ferramenta informática desenvolvida no projecto BATinLoko permite efectuar também a estimativa de investimento máximo admitido para garantir a viabilidade do projecto, tendo em consideração os custos estimados, custos evitados e benefícios.

Os parâmetros considerados na avaliação das MTD são descritos a seguir:

- Vida útil económica da MTD (anos) – Período de tempo durante o qual se espera que a MTD funcione normalmente.
- Taxa de custo de capital (%) – A taxa de custo de capital é a taxa de rentabilidade que se obteria num investimento alternativo de risco equivalente. O custo de capital é, portanto, a taxa mínima de atractividade mais apropriada para a avaliação de novos projectos de investimento da empresa e representa um custo de oportunidade. O custo do capital pode então ser representado pela taxa de juro que as empresas usam para calcular o valor do dinheiro no tempo.
- Valor residual (€) – Valor, em euros, que pode ser recuperado após a vida útil económica do investimento.
- Investimento (€) – O investimento é a aplicação de recursos monetários num projecto, com o objectivo de geração de lucros, em geral a longo prazo. Um investimento pode ser definido como sendo uma aplicação de dinheiro em projectos de implantação de novas actividades, expansão, etc., da qual se espera obter uma boa rentabilidade.
- Tempo de recuperação do investimento (anos) – O período de recuperação é um indicador simples que traduz o número de anos necessários para recuperar o investimento inicial de um projecto. O método assume que um projecto irá gerar receitas durante o seu tempo de vida e, em algum instante de tempo, as receitas totais irão igualar o custo inicial. Este método permite analisar a velocidade com que o dinheiro é recuperado, e deste modo avaliar a liquidez do projecto, o seu risco e a disponibilidade de fundos para outros investimentos.
- Receita anual (€/ano) – Considera-se como receita de uma empresa o dinheiro que a mesma recebe ou tem direito a receber, proveniente da aplicação de uma determinada MTD.
- Valor actualizado líquido (€) – O Valor Actual Líquido (VAL) de um projecto é um método de avaliação que se baseia na actualização dos valores esperados para os fluxos financeiros de um projecto. Os fluxos financeiros devem considerar todos os custos e receitas para um certo projecto ao longo do respectivo período de vida. O critério VAL define-se por:

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{FF_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n FF_t (1+i)^{-t}$$

Em que:

n	Vida económica útil da MTD
i	Taxa de actualização
t	Período
FF _t	Fluxo financeiro no período t

Equação 28 - Valor Actualizado Líquido

A utilização da expressão do VAL pressupõe que é conhecida a taxa de actualização. A taxa de actualização, que corresponde à taxa de custo de capital, utilizada no cálculo representa a taxa mínima de atractividade exigida pelos investidores. Se o VAL for positivo significa que o projecto irá gerar um valor superior ao desembolso de capital do investidor assegurando a taxa de remuneração pretendida e criando riqueza.

- Valor actualizado líquido total (€) – Baseia-se na actualização dos valores esperados para os fluxos financeiros da MTD, tendo em consideração os benefícios ambientais para além dos benefícios financeiros. Este indicador representa o somatório destes fluxos financeiros líquidos actualizados.
- Valor anual da energia poupada (€ / ano) – O valor anual da energia poupada é o valor da poupança originada pela implementação de uma MTD no processo global. Este valor anual da energia poupada traduz-se em custos anuais evitados.
- Valor actualizado da energia poupada (€) – Representa o valor actual, em euro, da energia poupada pela MTD durante a sua vida útil económica.
- Valor anual dos custos de operação e manutenção, em percentagem do investimento (%) – Valor anual dos custos de operação e manutenção calculado como uma percentagem do investimento inicial para a implementação da MTD.
- Valor anual dos custos de operação e manutenção (€ / ano) – Representa o custo de operação e manutenção anual associado à instalação de cada MTD.
- Valor actualizado dos custos de operação e manutenção (€) – Representa o valor actual, em euro, dos custos de operação e manutenção da MTD.
- Benefícios económicos anuais (€ / ano) – Os benefícios económicos anuais podem ser interpretados como o lucro/benefício de um investimento obtido anualmente e expresso em euros.
- Benefícios económicos actualizados (€) – É o valor dos benefícios económicos reportados ao momento actual, em euros. Este cálculo deverá se realizado somando todos os benefícios económicos actualizados obtidos durante o tempo de vida do projecto.
- Benefícios ambientais anuais (€ / ano) – Os benefícios ambientais anuais são a soma de todos os benefícios ambientais considerados anualmente.

- Benefícios ambientais actualizados (€) – É o valor dos benefícios ambientais reportados ao momento actual, em euros. Este cálculo deverá ser realizado somando todos os benefícios ambientais actualizados obtidos durante o tempo de vida do projecto.
- Custos anuais (€ / ano) – São as despesas anuais que a empresa tem de suportar através da implementação da MTD.
- Custo de energia (combustível) (€ / kWh) – É o valor associado à utilização ou consumo de combustível.
- Custos anuais com o consumo de vapor do sistema (€ / ano) – Referem-se aos custos anuais suportados pelo consumo de vapor do sistema.
- Custo específico da energia (€ / volume de produção) – relação entre os custos totais associados ao consumo de todos os tipos de energia utilizados e o volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Custo específico da energia} = \frac{\text{Custos totais associados à energia (€)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 29- Custo específico de energia

- Custo total da receita (€) – Representa o somatório de todos os custos relativos aos componentes que fazem parte de uma receita.
- Custo da receita rejeitada (€) – Refere-se ao custo relativo à receita rejeitada durante o processo.
- Custo da água (€/m³) – É o valor associado à utilização ou consumo de água.
- Custo específico da água (€ / volume de produção) – relação entre o total dos custos relativos à água, nomeadamente custos com caracterização, tratamento e taxa de recursos hídricos (TRH), etc., e o volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Custo específico da água} = \frac{\text{Custos totais associados à água (€)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 30- Custo específico da água

- Custo de tratamento do efluente líquido (€) – É o valor associado ao tratamento do efluente líquido.
- Custo específico do efluente líquido (€ / volume de produção) – relação entre os custos totais relacionados com o efluente líquido, nomeadamente, tratamento, caracterização, descarga em colectores, TRH, etc., e o volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Custo específico de efluente líquido} = \frac{\text{Custos totais associados ao efluente líquido (€)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 31- Custo específico de efluente líquido

- Custo médio de corante (€ / kg) – Resulta da divisão do custo total de corantes pela quantidade utilizada. Este valor representa o custo dos corantes utilizados.

- Custo médio de produtos químicos (€ / kg) – Resulta da divisão do custo total de produtos químicos pela quantidade utilizada. Este valor representa o custo dos produtos químicos utilizados.
- Custo médio de produtos auxiliares (€ / kg) – O custo médio resulta da divisão do custo total de produtos auxiliares pela quantidade utilizada. Este valor representa o custo dos produtos auxiliares utilizados.
- Custo específico dos produtos químicos (€ / volume de produção) – relação entre o total dos custos relacionados com a aquisição de produtos químicos e o volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Custo específico de produtos químicos} = \frac{\text{Custos totais associados aos produtos químicos (€)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 32- Custo específico de produtos químicos

- Custo específico das emissões gasosas (€ / volume de produção) – relação entre o total dos custos relacionados com as emissões gasosas, nomeadamente, tratamento, caracterização, etc., e o volume de produção, por exemplo em toneladas.

$$\text{Custo específico de emissões gasosas} = \frac{\text{Custos totais associados às emissões gasosas (€)}}{\text{Volume de produção (ton)}}$$

Equação 33- Custo específico de emissões gasosas

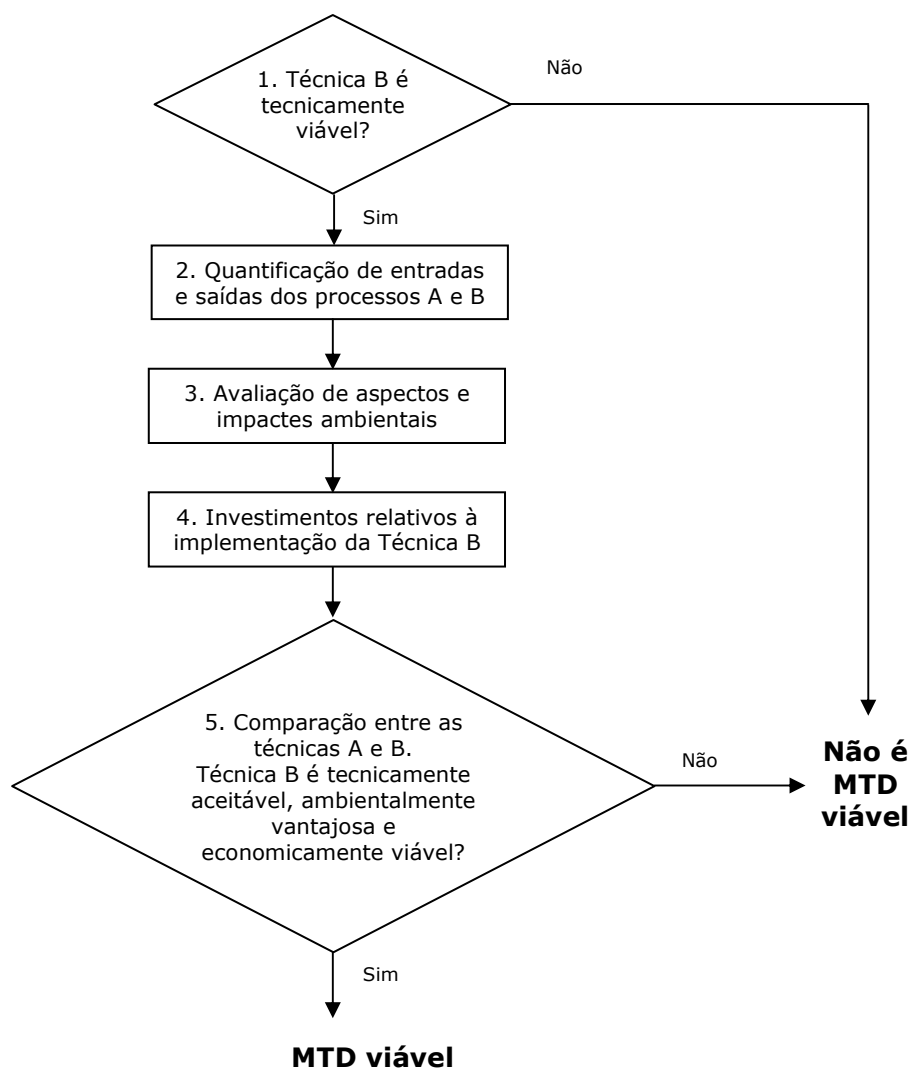
4. Metodologia de apoio à decisão na implementação de MTD

Na decisão de implementação de uma MTD, existem vários factores que são tidos em consideração, nomeadamente factores económicos, ambientais, estado de desenvolvimento da técnica envolvida, assim como os recursos materiais e humanos disponíveis. No processo de tomada de decisão, a forma genericamente adoptada é a da comparação entre os benefícios do processo actualmente existente ou convencional e um processo alternativo. Este processo é efectuado sem recurso a qualquer tipo de ferramenta informática, com base em dados que a empresa conhece acerca da implementação da técnica. Com a ferramenta informática desenvolvida no projecto BATinLoko é possível efectuar a simulação de diferentes cenários, testar um conjunto alargado de variáveis de processo e quantificar os benefícios da implementação de uma dada MTD recorrendo aos dados dos processos produtivos existentes na empresa. Esta metodologia de apoio à decisão é assim uma mais-valia para as empresas uma vez que produz resultados imediatos com cálculo dos benefícios de implementação.

4.1 Metodologia sem recurso à ferramenta informática BATinLoko

Nesta metodologia efectua-se a comparação entre o processo actualmente existente ou convencional e um processo alternativo, com base em dados que a empresa tem disponíveis acerca da implementação das técnicas.

Considerando a técnica tradicional ou existente na empresa, que passaremos a designar por Técnica A, e a técnica alternativa (MTD), que designaremos por Técnica B, o processo de decisão de implementação passará pelas seguintes fases:



Esquema 1 - Processo de decisão de implementação de MTD

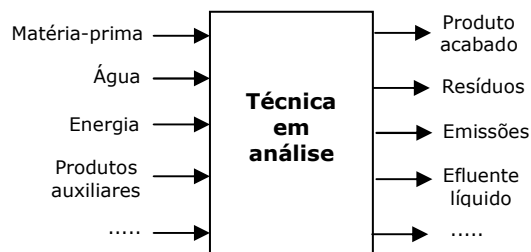
Em cada uma das fases acima avalia-se o seguinte:

1. Verificação da viabilidade técnica de implementação da Técnica B.

Se tecnicamente não for viável, não se deverá prosseguir com o processo.

2. Quantificação das entradas e saídas dos processos A e B

Nesta fase devem ser identificadas e quantificadas (em termos mássicos e monetários) todas as entradas e saídas das Técnicas A e B, nomeadamente matérias-primas, água, energia, produtos auxiliares, produto acabado, resíduos, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, entre outros.



Esquema 2 - Exemplo de entradas e saídas dos processos

3. Avaliação dos aspectos e impactes ambientais

Para cada uma das técnicas deverá ser efectuada uma estimativa dos impactes ambientais associados, avaliando se a Técnica B, relativamente à Técnica A, apresenta impactes negativos significativos, tais como:

- Consumo de recursos não renováveis
- Depleção dos recursos naturais
- Contaminação dos solos e da água
- Poluição atmosférica
- Poluição sonora
- Contaminação do ar ambiente
- Etc.

4. Investimentos relativos à implementação da Técnica B

Nesta etapa é necessário recolher dados relacionados com a implementação da Técnica B, nomeadamente ao nível dos investimentos fixos e variáveis, por exemplo:

- Custo de equipamento
- Custo de modificações de processo
- Custo de consumíveis
- Custos adicionais de mão-de-obra
- Custos de manutenção

5. Comparação entre as técnicas A e B

A partir dos dados recolhidos nas etapas anteriores a Técnica B é comparada com a Técnica A, atendendo aos seguintes itens:

- A aplicação é tecnicamente aceitável?
- É vantajosa em termos ambientais?
- É economicamente viável?

Se a resposta às questões acima for positiva, a Técnica B é considerada uma MTD que a empresa deve implementar.

Para demonstrar a aplicação desta metodologia, seguidamente apresenta-se um exemplo da aplicação da metodologia considerando a MTD **Recuperação e reutilização dos encolantes por ultrafiltração**. Assim, considera-se a Técnica A (existente na empresa) a encolagem utilizando um encolante à base de amido modificado e a Técnica B (MTD) a substituição do encolante utilizado por um à base de PVA e a respectiva recuperação por ultrafiltração, para posterior reutilização.

Ponto 1 – Viabilidade técnica

A implementação da técnica B só é possível tecnicamente se se tratar de uma empresa vertical com as secções de tecelagem (onde é efectuada a encolagem) e tinturaria (onde é efectuada a desencolagem) localizadas próximo uma da outra. Se esta questão não se verificar considera-se que não existe viabilidade técnica e não se deve prosseguir com a aplicação da metodologia. Se for tecnicamente possível, o que acontece no casos em estudo, pode-se avançar para o ponto 2.

Ponto 2 - Quantificação das entradas e saídas dos processos

Devem ser analisados os seguintes itens:

- Quantidade e custo do encolante utilizado – Técnica A e B
- Quantidade e custo da água utilizada – Técnica A e B
- Quantidade e custo de auxiliares consumidos – Técnica A e B
- Quantidade e custo de energia – Técnica A e B
- Volume e custo do efluente líquido gerado – Técnica A e B
- Caracterização de efluente líquido gerado (concentrações de poluentes) – Técnica A e B
- Quantidade e custo do encolante recuperado – Técnica B
- Quantidade e custo da água recuperada – Técnica B

Ponto 3 - Avaliação dos aspectos e impactes ambientais

Para a MTD *Recuperação e reutilização dos encolantes por ultrafiltração* os principais aspectos e impactes ambientais a ter em consideração na comparação das técnicas A e B são os seguintes:

Aspecto ambiental	Impacte ambiental
Consumo de água	Depleção de recursos naturais
Consumo de energia	Consumo de recursos não renováveis e/ ou renováveis Poluição atmosférica
Consumo de encolante	Consumo de recursos
Efluente líquido gerado	Contaminação da água Contaminação do solo
Produção de resíduos	Contaminação da água Contaminação do solo

Tabela 11 – Aspectos e impactes ambientais

No caso em estudo, verificou-se que a implementação da Técnica B permitiu obter os seguintes valores, comparativamente à Técnica A:

- Redução de cerca de 44% do consumo de água
- Redução de cerca de 55% na matéria orgânica total (CQO) do efluente
- Redução de resíduos de embalagem
- Aumento do consumo de energia

Ponto 4 - Investimentos relativos à implementação da Técnica B

Os principais investimentos a ter em consideração na implementação da Técnica B são os seguintes:

- Custo de equipamento de ultrafiltração e modificações de processo (tubagem, bombas, reservatórios, etc.)
- Custo de equipamento de instrumentação e controlo
- Custo de produtos
- Custos adicionais de mão-de-obra
- Custos de manutenção

O estudo de implementação da Técnica B permitiu verificar que os custos de investimento seriam cerca de 350.000€ e os custos de operação de cerca de 35.000€.

Ponto 5 - Comparação entre as técnicas A e B

Na comparação entre as 2 técnicas, verifica-se que a Técnica B é tecnicamente viável, apresenta uma redução de impactes ambientais relativamente à Técnica A e que o investimento é recuperável em 2 anos, pelo que é considerada uma MTD viável para a empresa.

4.2 Metodologia com recurso à ferramenta informática BATinLoko

A ferramenta informática BATinLoko possibilita a avaliação de 12 MTD, podendo ser acedida através do *link* <http://batinloko.dsi.uminho.pt>.

O utilizador pode testar e verificar se uma determinada MTD é ou não viável para a sua realidade (processo utilizado, consumos, retorno económico, etc.), quais as especificidades da MTD que serão mais vantajosas para a empresa e que possíveis benefícios poderão ser obtidos para o cenário criado ou pretendido.

As MTD incluídas nesta ferramenta são:

01 Isolamento térmico de tubagens, válvulas, tanques e máquinas.

O isolamento térmico consiste na aplicação de um revestimento, por exemplo lã de rocha ou silicato de sódio, com o objectivo de diminuir a dissipação de calor, contribuindo assim para a poupança de energia. O revestimento pode ser aplicado em tubagens, válvulas, tanques ou máquinas, como por exemplo, râmolos ou secadeiras.

02 Instalação de sistemas de recuperação de calor dos gases de exaustão em râmolas.

A minimização do consumo de energia nas râmolas pode ser efectuada através da instalação de sistemas de recuperação de calor, recorrendo a permutadores de calor que permitem a transferência do calor dos gases de exaustão da râmol, para o ar à entrada do processo, reduzindo a energia necessária para o processo assim como a temperatura do efluente gasoso libertado. Os permutadores de calor usados neste processo também podem ser de ar-água, permitindo recuperar o calor existente nos gases de exaustão para o aquecimento de água, a utilizar em processos a húmido da empresa.

03 Separação das correntes de águas residuais quentes e frias e recuperação de calor.

Esta técnica consiste em utilizar o calor existente nas águas residuais quentes resultantes do processo produtivo, para aquecer a água de entrada no processo. Para tal, o sistema de drenagem de águas residuais tem de estar dividido em 2 circuitos, um para águas residuais quentes (normalmente acima de 60°C) e outro para águas residuais frias. A transferência de calor entre as correntes (água residual quente e água fria de entrada) é efectuada em permutadores de calor. A aplicação desta tecnologia permite reduzir o consumo energético bem como reduzir a temperatura do efluente líquido descarregado.

04 Recuperação e reutilização do hidróxido de sódio da água de enxaguamento da mercerização.

A água de enxaguamento após o tratamento de mercerização tem uma elevada concentração em hidróxido de sódio apresentando um valor elevado de alcalinidade. A água de enxaguamento poderá ser utilizada directamente na fervura ou na caustificação. Uma outra alternativa consiste na utilização de evaporadores com o objectivo de retirar parte da água obtendo uma solução de hidróxido de sódio que pode ser novamente utilizada no processo de mercerização, e também da água evaporada, que pode ser utilizada no processo de enxaguamento da mercerização. Com a aplicação desta tecnologia são obtidas reduções no consumo de água e produtos químicos, assim como na carga poluente (especialmente ao nível da alcalinidade e condutividade) e volume de efluente líquido gerado. A recuperação do álcali da água de enxaguamento, após a mercerização, pode também ser realizada por osmose inversa.

05 Redução do consumo de água nas operações de limpeza na estamperia.

A redução do consumo de água nas operações de limpeza na estamperia pode ser efectuada através de diversos processos como, por exemplo, através de um sistema de corte da água de lavagem quando da paragem do tapete, da reutilização da água de lavagem do tapete da máquina de estampar e reutilização da água mais limpa da lavagem dos rolos, quadros, raclas e contentores da pasta de estampar. Em qualquer um desses processos, o principal impacte desta MTD incide sobre o consumo de água, o volume de efluente líquido descarregado e consumo de energia.

06 Recuperação e reutilização dos encolantes por ultrafiltração (UF).

Agentes de encolagem sintéticos ou artificiais solúveis em água, como o álcool polivinílico (PVA) e poliacrilatos, podem ser recuperados do banho de

desencolagem, por ultrafiltração, e reutilizados no processo de encolagem (tecelagem), com benefícios potenciais ao nível da redução da quantidade de produtos químicos, de energia, de água e da carga e volume de efluente líquido descarregado. Neste processo de ultrafiltração o banho de desencolagem passa por um filtro e membranas, originando o permeado (parte que passa através da membrana, essencialmente água) e um retentado (parte que fica retida e que vai concentrando ao longo do tempo, solução concentrada de encolante). O retentado é posteriormente usado no banho de encolagem e o permeado pode ser usado no processo de desencolagem da próxima partida ou para alimentar as primeiras caixas de lavagem.

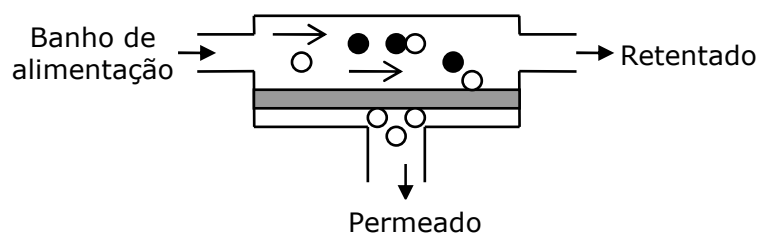


Figura 1 - Representação esquemática do processo de UF

07 No tingimento contínuo, minimização do volume do balseiro de imersão.

Esta técnica consiste na minimização da capacidade volumétrica do balseiro de imersão ou na optimização do volume de banho no balseiro, em técnicas de tingimento com foulard. Este procedimento contribui para a economia de produtos químicos, água e volume de efluente líquido gerado. Além disso, como reduz o tempo de residência do banho de impregnação no balseiro, este é renovado mais frequentemente diminuindo assim a sua degradação devida à oxidação por contacto com o ar garantindo uma melhor qualidade no processo de tingimento.

08 Combinação da desencolagem/fervura e branqueamento numa etapa única.

Esta técnica consiste na eliminação do branqueamento em substratos têxteis de fibras naturais de origem vegetal e suas misturas com fibras sintéticas destinadas ao tingimento de preto e cores escuras. Este procedimento traduz-se numa redução de consumo de água e energia, redução da quantidade de produtos químicos e redução da contaminação das águas residuais.

09 Tratamento enzimático.

O tratamento enzimático consiste na substituição dos processos tradicionais, por processos enzimáticos, com potencial redução dos consumos de água e energia, do volume de efluente gerado e ainda do tempo de operação. As enzimas podem ser aplicadas em diversas fases do processo têxtil, por exemplo, desencolagem, fervura, branqueamento, tingimento ou acabamento.

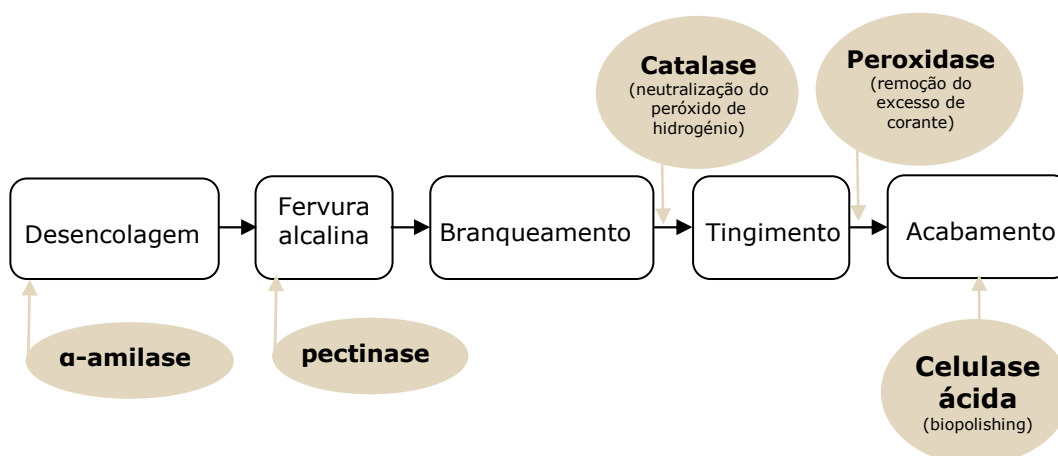


Figura 2 - Exemplos de aplicação de enzimas em processos húmidos

10 Utilização de sistemas automatizados para doseamento e débito de corantes.

Esta técnica consiste em instalar sistemas automatizados de doseamento e débito de corantes, segundo as receitas e planeamento de produção, que medem as quantidades exactas necessárias de corantes e os debitam directamente para as várias máquinas através de sistemas de tubagens sem contacto humano. Esta MTD permite reduzir as quantidades desperdiçadas de corantes, devido à preparação de quantidades em discrepância com a receita ou devido a erros na preparação das receitas, diminuindo consequentemente o nível de reprocessamentos. Tem ainda vantagens complementares ao nível da segurança e saúde dos trabalhadores, já que reduz o contacto directo dos trabalhadores com os corantes.

11 Instalação de sistemas automatizados de doseamento de produtos químicos e auxiliares.


Esta técnica consiste em instalar sistemas automatizados de doseamento e débito de produtos químicos e auxiliares, segundo as receitas e planeamento de produção, que medem as quantidades exactas necessárias de produtos químicos e auxiliares e os debitam directamente para as várias máquinas através de sistemas de tubagens, sem contacto humano. Esta MTD permite reduzir as quantidades desperdiçadas de substâncias químicas e auxiliares, devido à preparação de quantidades em discrepância com a receita ou devido a erros na preparação das receitas com consequente redução de reprocessamentos. Tem ainda vantagens complementares ao nível da segurança e saúde dos trabalhadores, já que reduz o contacto directo dos trabalhadores com os produtos químicos.

12 No tingimento descontínuo reutilização da água de enxaguamento ou reutilização do banho de tingimento.

Esta técnica consiste na reutilização das águas de enxaguamento como água industrial de entrada nos processos produtivos ou reutilização do banho de tingimento, reconstituindo o mesmo (com adição dos produtos entretanto esgotados no processo). Embora possam existir sistemas parciais de reutilização de águas de enxaguamento (em cada máquina ou pequeno grupo de máquinas), verificou-se que é mais comum a sua centralização, isto é, existe um sistema único de drenagem de águas residuais com 2 circuitos, um para águas mais limpas (essencialmente as de lavagem ou enxaguamento) e outro para as águas mais

suja (restantes banhos). As águas mais limpas são enviadas para um tanque comum, que posteriormente abastece a empresa, podendo ou não sofrer um tratamento prévio na estação de tratamento de água (ETA). Esta MTD permite essencialmente reduzir o consumo de água captada e volume de efluente líquido descarregado podendo, no entanto, originar um aumento da sua carga poluente.

A reutilização do banho de tingimento permite reduzir o consumo de água e de produtos químicos assim como o volume e carga das águas residuais.

A forma de utilização da ferramenta e da introdução dos dados é muito intuitiva, sendo que nos vários campos a preencher existem tópicos de ajuda ao utilizador, disponíveis no botão .

Para entrar na ferramenta é necessária a criação de uma conta. A criação da conta faz-se através de um registo no qual são definidos um *username* e uma *password* para acesso à ferramenta.

Após a introdução do *username* e da respectiva *password*, o utilizador acede à página inicial da ferramenta BATinLoko onde são apresentadas as 12 MTD existentes, podendo a partir desse momento testar qualquer uma delas e simular variadas condições de aplicação, introduzindo os dados necessários, solicitados em cada campo. A Figura 3 mostra a página de entrada da ferramenta e a lista de MTD que são suportadas pela ferramenta.



BATinLOKO Melhores Técnicas Disponíveis
Indicadores de performance ambiental e a sua relação com benefícios económicos na implementação das MTD

Bem-vindo(a) ao BATinLoko Website Tool

Login Membros

Username:

Password:

[Esqueceu a password?](#)

[Novo Registo](#)

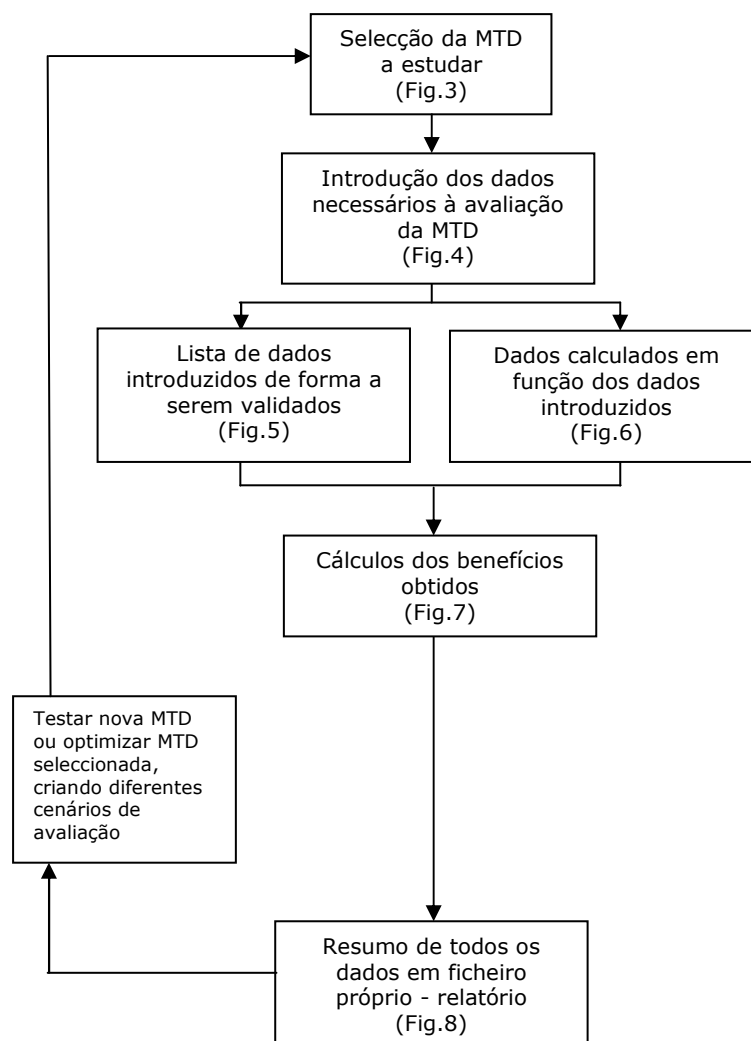
Lista de MTD suportadas pela ferramenta

- 01 Isolamento térmico de tubagens, válvulas, tanques e máquinas.
- 02 Instalação de sistemas de recuperação de calor dos gases de exaustão de máquinas.
- 03 Separação das correntes de águas residuais quentes e frias e recuperação de calor.
- 04 Recuperação e reutilização do hidróxido de sódio do banho de enxaguamento da mercadoria.
- 05 Redução do consumo de água em operações de limpeza na estampa.
- 06 Recuperação e reutilização dos encolantes por ultrafiltração.
- 07 No tingimento contínuo, minimização do volume do balneiro de imersão.
- 08 Combinação de desengorduragem/fervura e branqueamento numa etapa única.
- 09 Lavagem enzimática.
- 10 Utilização de sistemas automatizados para dosamento e débito de correntes.
- 11 Instalação de sistemas automatizados de dosamento de produtos químicos e auxiliares.
- 12 No tingimento descontínuo reutilização de água de enxaguamento ou reutilização do banho de tingimento.

© 2010 BATinLoko Website Tool

Figura 3 - Lista de MTD suportadas pela ferramenta informática

Podemos esquematizar o funcionamento da ferramenta da seguinte forma:



Esquema 3 - Funcionamento da ferramenta informática

Alguns dos campos são de preenchimento obrigatório, devidamente assinalados por um asterisco vermelho (* **Campo de preenchimento obrigatório**). Outros campos possuem uma lista de opções, da qual o utilizador deverá seleccionar a opção desejada. Em alguns casos mais específicos, e caso a empresa não tenha o dado necessário, a própria ferramenta indica o valor mais usual para a característica em causa, por exemplo, emissividade ou velocidade de circulação do ar. A Figura 4 apresenta um exemplo da página de introdução de dados.



BAT_{IN}LOKO Melhores Técnicas Disponíveis
Indicadores de performance ambiental e a sua relação com benefícios económicos na implementação das MTD

» Melhores Técnicas Disponíveis
» Novo Cálculo

Membro Online
Nome da Empresa: Universidade do Minho
Nome de Contacto: administrador
Username: Administrador
Logoff

MTD escolhida
Isolamento térmico para Tubagens.

Existência de isolamento
☐ O sistema já tem isolamento
☒ O sistema não tem isolamento

Características da convecção
Características da convecção: Convecção natural

Fonte primária de energia
Combustível utilizado: Gás

☒ Quero considerar o cálculo de acessórios (válvulas e suporte)

Anterior **Limpar** **Seguinte**

© 2010 BATinLoko Website Tool

Figura 4 - Introdução dos dados necessários à avaliação da MTD

Para cada uma das MTD os dados a introduzir são específicos, podendo abranger:

- Dados da produção (quantidade produzida, mão-de-obra aplicada, taxas de ocupação, características dos equipamentos, processo ou operações, receitas, etc.)
- Dados económicos (custos de mão-de-obra, custos dos produtos, custos de manutenção, investimentos, tempo de recuperação do investimento, etc.)
- Dados de custos dos recursos (água, energia, enzimas, corantes, etc.)
- Dados de custo das emissões (água residual, licenças de emissão CO₂ na bolsa de comércio de emissões, etc.)
- Tipos de combustível
- Etc.

Os dados que vão sendo introduzidos pelo utilizador são apresentados a cada nova página do questionário de forma a serem validados, como mostra a Figura 5.



BATinLOKO Melhores Técnicas Disponíveis
Indicadores de performance ambiental e a sua relação com benefícios económicos na implementação das MTD

» Melhores Técnicas Disponíveis
» Novo Cálculo
» Modo Administração

Membro Online
Nome da Empresa: Universidade do Minho
Nome de Contacto: administrador
Username: administrador
Logoff

DADOS INTRODUZIDOS

MTD escolhida
Isolamento térmico para Tubagens.

Existência de isolamento
O sistema não tem isolamento

Características da convecção
Características da convecção: Convecção natural

Fonte primária de energia
Combustível utilizado: Gás

Figura 5 - Lista de dados introduzidos

São também apresentados os cálculos efectuados a partir dos dados introduzidos como é exemplo a Figura 6.

DADOS CALCULADOS	
Resultados calculados para perda de calor	
<i>Perda de calor sem isolamento:</i>	1.395,48 W/m ² .h
<i>Perda de calor com isolamento:</i>	159,41 W/m ² .h
<i>Perda de calor evitada:</i>	1.236,07 W/m ² .h
Resultados calculados - Custos evitados por metro de tubo especificado	
<i>Quantidade anual de energia recuperada:</i>	6.180,352 kW.h/m
<i>Valor actualizado da energia poupada:</i>	964,78 €/m
Resultados calculados - Custos evitados na tubagem	
<i>Quantidade anual de energia recuperada:</i>	309.017,585 kW.h
<i>Valor actualizado da energia poupada:</i>	48.238,83 €
Resultados calculados - custos evitados nos acessórios especificados	
<i>Quantidade anual de energia recuperada:</i>	72.367,569 kW.h
<i>Valor actualizado da energia poupada:</i>	11.296,86 €
Resultados calculados - Custos evitados totais na tubagem e acessórios	
<i>Quantidade anual de energia recuperada:</i>	381.385,154 kW.h
<i>Valor actualizado da energia poupada:</i>	59.535,69 €

Figura 6 - Dados calculados em função dos dados introduzidos

Em alguns casos são apresentados os esquemas com o processo relativo à MTD para uma compreensão mais fácil pelo utilizador.

Em algumas MTD, por exemplo no caso do tingimento contínuo, optimização do volume do balseiro de imersão, é possível ter durante a análise da MTD uma comparação directa entre dois cenários, o actual e o futuro, permitindo uma rápida conclusão quando às duas opções em análise.

A ferramenta fornece também, dentro de um mesmo cenário, a simulação e a informação para diferentes condições de processo previamente definidas. Por exemplo, no caso do tingimento contínuo, optimização do volume do balseiro de imersão, é fornecida informação sobre a eficiência da técnica em função do tamanho da partida (comprimento do tecido a tratar), dando automaticamente e de forma simples ao utilizador uma visão da rentabilidade que poderá obter em função da variabilidade do processo.

No final da introdução dos dados, são apresentados os cálculos dos benefícios obtidos (Figura 7), em função dos dados introduzidos, designadamente:

- Receitas anuais
- Investimento
- Valor anual e/ou actualizado dos custos de operação e manutenção
- Valor residual
- Benefícios económicos anuais e/ou actualizados
- Benefícios ambientais anuais e/ou actualizados
- Valor actualizado líquido (VAL)
- Investimento máximo admissível para os anos pretendidos
- Tempo de recuperação de investimento
- Etc.









CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS		
Dados económicos		
Valor anual da energia poupada. Custos evitados totais. Seção e acessórios:	2.211,44 €	
Valor anual dos custos de operação e manutenção:	0,00 €	
Investimento:	0 €	
Valor residual:	0,00 €	
Vida económica do sistema de isolamento:	10 anos	
Taxa mínima de rentabilidade exigida:	15 %	
Resultados calculados - Benefícios económicos - 10 ano(s)		
Benefícios económicos anuais:	2.211,44 €	
Benefícios económicos actualizados:	11.098,72 €	
Valor actualizado líquido:	11.098,72 €	
Dados ambientais		
Factor de Emissão de CO ₂ para o combustível seleccionado:	56,1 kg CO ₂ /GJ	
Preço de Licenças de Emissão de CO ₂	12,58 €/1000kg	
Resultados calculados - Benefícios ambientais - 10 ano(s)		
Benefícios ambientais anuais:	15,70 €	
Benefícios ambientais actualizados:	78,81 €	
Resultados calculados - Benefícios económicos e ambientais - 10 ano(s)		
Valor actualizado líquido total:	11.177,53 €	
Investimento máximo admitido para 10 ano(s): 11.177,53 €		
Tempo de recuperação do investimento de 11.177,53 €: 10 ano(s)		

Figura 7 - Cálculos dos benefícios obtidos

Por fim é possível obter um relatório com toda a informação sobre a MTD estudada, permitindo análise posterior em reunião da empresa, com fornecedor da técnica ou comparação com outra simulação para análises das mais-valias obtidas. O relatório é apresentado em ficheiro próprio em formato pdf como exemplo na Figura 8.



Relatório BATinLoko

Resultados calculados - Total de campos

Perda de calor com isolamento instalado: 952,86 kWh/ano

Perda de calor com isolamento simulado: 649,70 kWh/ano

Valor actualizado da energia poupada: 2.080,30 €

Resultados calculados - Benefícios económicos - 10 ano(s)

Valor anual da energia poupada (Custos Evitados): 283,00 €/ano

Investimento: 2.000,00 €

Valor residual: 0,00 €

Valor anual dos custos de operação e manutenção, em percentagem do investimento: 1 %

Vida económica do sistema de isolamento: 10 ano(s)

Taxa mínima de rentabilidade exigida: 15%

Benefícios económicos anuais: 263,85 €

Benefícios económicos actualizados: 1.324,21 €

Valor actualizado líquido: -675,79 €

Resultados calculados - Benefícios ambientais - 10 ano(s)

Factor de Emissão de CO₂ para o combustível seleccionado: kg CO₂/GJ

Preço de Licenças de Emissão de CO₂: €/1000kg

Benefícios ambientais anuais: 0,77 €

Benefícios ambientais actualizados: 3,87 €

Valor actualizado líquido: -671,92 €

Investimento máximo admitido para 10 ano(s): 1,33 €

Figura 8 - Relatório com resumo de todos os dados

5. Bibliografia

- BREF – Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry (2003)
- Dijkmans, Roger; Methodology for the definition of best available techniques (BAT) at the sector level; Journal of Cleaner Production 8 (2000) 11-21
- Barros, C (1995) Decisões de investimento e financiamento de projectos, Edições Sílabo
- Soares, I; Moreira, J; Pinho, C e Couto, J (2007) Decisões de investimento. Análise financeira de projectos, Edições Sílabo
- Rogers, M (2011) Engineering Project Appraisal, Wiley-Blackwell
- Miljostyrelsen, (2002) Danish experience. Best Available Techniques- BAT- in the clothing and textile industry. Workin Reportnº 10 (Website: www.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7972-009-0/pdf/87-7972-010-2.pdf)
- Moore, S. B. and Ausley, L. W. (2004) Systems thinking and green chemistry in the textile industry: concepts, technologies and benefits. Journal of Cleaner Production SME's and Experiences with Environmental Management Systems, 12, 585-601
- Moris, M., Wolf, K., (2005) Evaluation of new and emerging Technologies for textile cleaning. EPA 02-408

6. Ficha técnica

Edição

CITEVE – Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal

Equipa técnica: CITEVE

Dionísia Portela
Maria José Carvalho
Renato Dias

Equipa técnica: Universidade do Minho

Maria Teresa Pessoa de Amorim
Maria Madalena Teixeira Araújo
Leonel Duarte Santos
Paulo Sérgio Afonso
Manuel Lopes Nunes
Paula Varandas Ferreira
Jorge Miguel Cunha
Maria Manuela Dias Ferreira
Fernando Pirotta
Luiz Vilar Lopes
Patrícia Carneiro
Sandra Coelho

Equipa técnica: ATP - Associação Têxtil de Portugal

Beatriz Sendin

Equipa técnica: Agência Portuguesa do Ambiente

João Veiga

Financiamento:

Projecto BATinLoko (LIFE 07/ENV/P/000625)