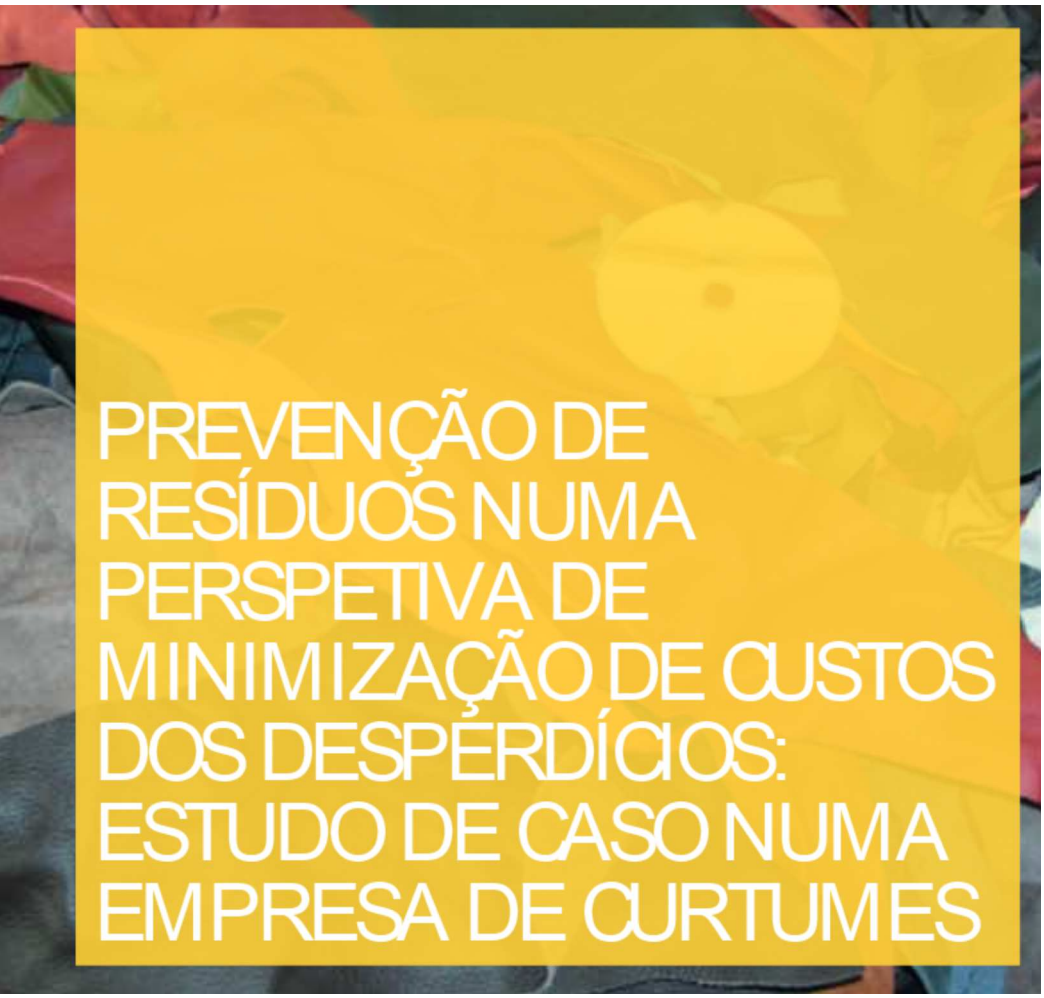


PREVENÇÃO DE RESÍDUOS NUMA PERSPETIVA DE MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS DOS DESPERDÍCIOS: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE CURTUMES

©NUNO SILVA / CTIC / DR

Carlos Nogueira
Investigador
LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.

Nuno Silva
Diretor Ambiente e Energia
CTIC – Centro Tecnológico das Indústrias do Couro

Paula C. Oliveira
Investigador
LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.

A prevenção de resíduos é uma das ferramentas de ecoeficiência dos processos industriais. No âmbito do projeto PRERESI, desenvolveram-se metodologias de abordagem à prevenção na ótica do "zero de resíduos", privilegiando a contabilização dos desperdícios por operação unitária e as perdas económicas a eles associadas. A hierarquização das operações por relevância permite identificar oportunidades de intervenção para obter melhorias, nomeadamente diminuindo desperdícios e potenciando benefícios económicos. Este artigo descreve sucintamente a aplicação desta metodologia a uma empresa do setor dos curtumes.

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, o combate à poluição esteve muito centrado na implementação de esquemas de tratamento eficiente das fontes de emissão. Contudo, nas últimas duas décadas, os novos conceitos de produção mais limpa e de prevenção da poluição alteraram radicalmente essa forma de pensar.

Numa perspetiva de produção industrial, o conceito de ecoeficiência pode ser interpretado como produzir mais e melhor, com menores recursos (materiais e energéticos), menos desperdícios e menores impactos sobre o ambiente. Assim, o conceito de "Prevenção" alinha-se perfeitamente nesta filosofia, na forma de todas as ações que podem ser empreendidas num processo produtivo que visem reduzir os desperdícios gerados nesse processo. Esta conceção, quando implementada nas empresas, tem vantagens óbvias: reduzir desperdícios implica reduzir custos e obter benefícios económicos. Assim, a proteção do ambiente passa a ser encarada como uma oportunidade de melhoria e não como uma simples despesa, sendo, por isso, muito mais atrativa para as empresas.

No projeto PRERESI (Prevenção de Resíduos Industriais) desenvolveram-se metodologias de abordagem aos processos industriais na ótica do "Zero de desperdícios". Essas metodologias foram aplicadas em vários setores industriais, entre os quais o setor dos curtumes. Este setor, no passado muito conotado com a poluição industrial, veio progressivamente melhorando o seu desempenho ambiental a vários níveis, tendo reconhecidamente evoluído de forma substancial, servindo, hoje em dia, em muitos casos, como um excelente exemplo da conciliação entre a produção industrial e o respeito pelo meio ambiente [1,2].

Neste artigo apresenta-se sumariamente um estudo de caso realizado numa empresa de curtumes, no âmbito do projeto PRERESI, ilustrando-se a metodologia usada e os principais resultados obtidos. Pretende-se que os princípios aqui ilustrados possam servir de exemplo a outros casos, contribuindo para a sua disseminação e generalização.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA

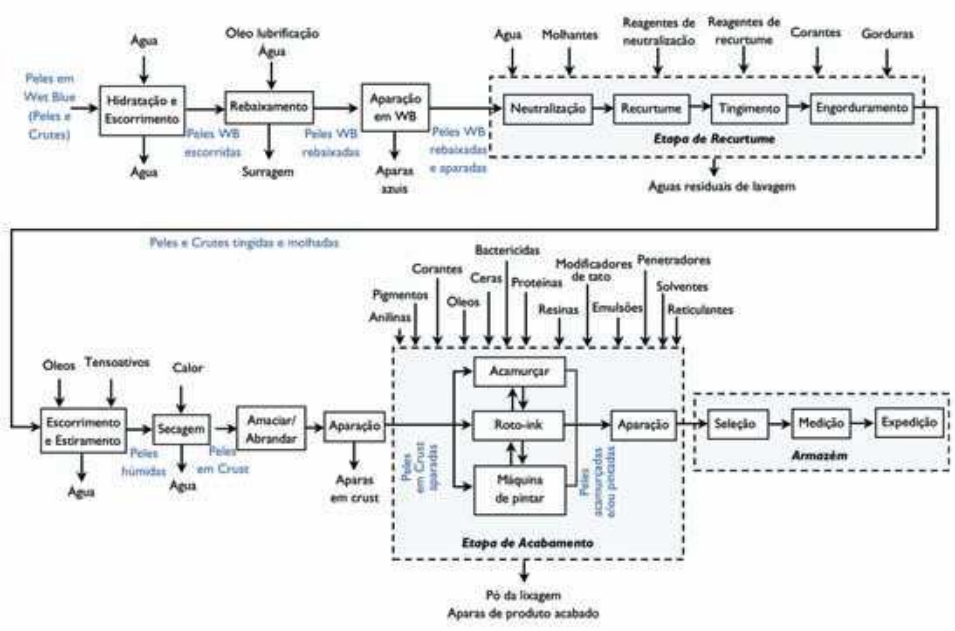
O processo de transformação de peles em couro envolve uma série de operações bem definidas que combinam processos mecânicos e processos químicos, com o objetivo de tornar a pele imputrescível e de lhe conferir determinadas propriedades, como cor, resistência, maciez a e textura, de acordo com o pretendido para o produto final. A fase central do processo é a operação de curtume propriamente dita, onde

se dá a estabilização da pele pela aplicação de agentes de curtimenta apropriados, sendo os mais comuns os agentes contendo crómio (III). A pele curtida nestas condições apresenta uma coloração azulada e designa-se por *wet-blue*. A fase da Ribeira prepara a pele para o curtume, dessalinizando-a, limpando-a e reidratando as suas fibras (operação de molho), removendo o pelo e os carnazes (operações de caleiro e descarna), removendo as aparas e os crutes (estes últimos são processados e acabados, sendo aplicados em produtos de menor qualidade), e processando a pele em banhos apropriados (operações de desencalagem, confitagem e piquelagem) para a adequar ao curtume. As operações após o curtume, fase designada de recurtume e tingimento, destinam-se a acertar a espessura (rebaixamento, gerando surragem ou raspas), a completar o curtume (operações de neutralização e recurtume) e a dar côr ou conferir outras propriedades à pele (operações de tingimento e engorduramento). Após remover o excesso de água, por escorrimento, estiragem e secagem, a pele assim produzida, designada de *crust*, segue então para a fase de acabamento. Aqui aplicam-se tratamentos para conferir a aparência exterior final (cor, brilho e textura), através de operações de pintura, acamurçamento/ lixagem, entre outras. Nestas fases também se processa uma aparação final para remoção de partes defeituosas. Na fase final ocorre a seleção, a medição e a preparação para a expedição.

A empresa analisada era de Alcanena, tinha média dimensão (50-60 trabalhadores), utilizava como matéria-prima a pele de bovino na forma *wet-blue* e produzia e comercializava couros acabados e forros para a indústria do calçado, peles para marroquinaria, e ainda pequenas quantidades de peles para luvas de trabalho (*Nobucks*, *Pull-upps*, Anilinas e Polidos, entre outros artigos). A empresa apenas realizava a fase final do processo (pós-curtume e acabamento), como se ilustra na Fig. 1. Esta é uma opção cada vez mais frequente no nosso país, dado que as operações mais complexas, na perspetiva ambiental, são as das fases de Ribeira e Curtume, pelo que algumas empresas têm evoluído no sentido de operar apenas as etapas finais, as de maior valor acrescentado, adquirindo a matéria-prima (pele curtida) a empresas de outros países, nomeadamente de fora da Europa.

A metodologia usada neste estudo de caso de prevenção, descrita em detalhe no respetivo manual [3], consistiu essencialmente em estimar todos os desperdícios do processo, nomeadamente os reagentes não incorporados

FIGURA 1 Diagrama do processo da empresa de curtumes analisada no estudo de caso.



e rejeitados nas águas residuais e noutros fluxos residuais e ainda as perdas de pele removida nas operações de aparação, tendo como base de cálculo os consumos e os balanços materiais efetuados ao processo (operação a operação). Contabilizando os custos associados a todos os desperdícios, incluindo todo o valor incorporado no produto até ao ponto em que o desperdício ocorre, contabiliza-se o custo por operação e hierarquiza-se as operações por custo, possibilitando, assim, identificar as prioridades de intervenção. Esta metodologia permite intervir nos pontos cruciais do processo, onde há mais perdas, e nas respetivas operações em que ocorrem essas perdas. Com esta filosofia atinge-se uma maior eficácia de atuação, em oposição à abordagem usual que elege cada resíduo per si como o foco de intervenção.

3. CONSUMOS, BALANÇOS E DESCARGAS

A base de cálculo utilizada neste estudo de caso foi de 1 ton de pele *wet-blue* rebaixada (WBR), equivalente a uma entrada no processo de 1,18 ton de pele em *wet-blue* (WB). O balanço global de materiais apresentado na Fig. 2 ilustra as principais entradas e saídas do processo. Destaca-se o elevado consumo de água (mesmo apesar de a empresa não ope-

FIGURA 2 Balanço global de materiais do processo.

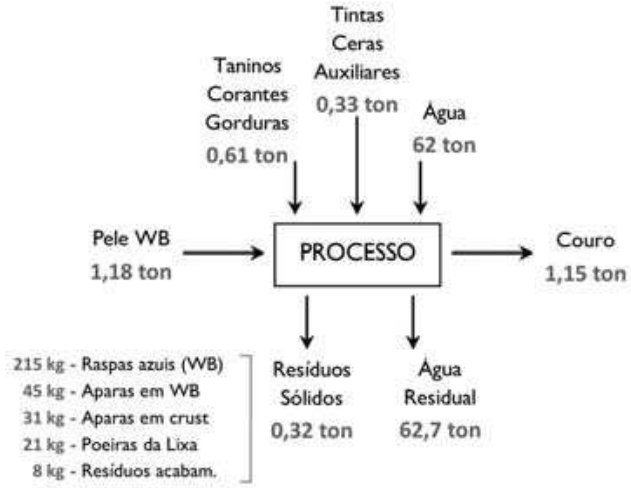
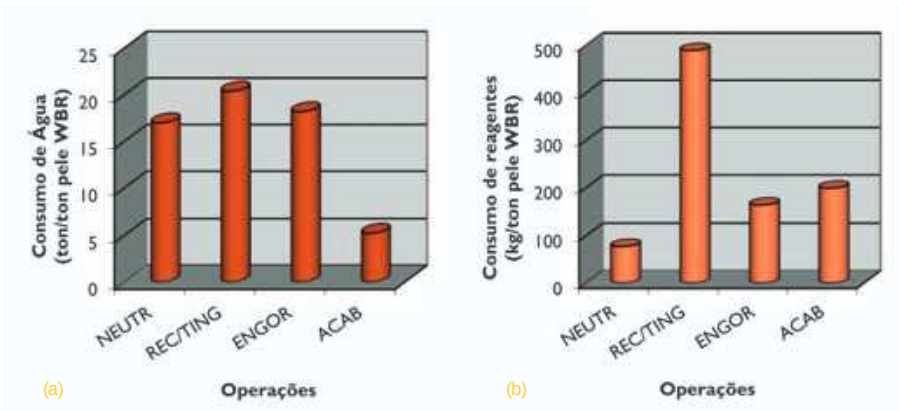


FIGURA 3 Consumos específicos de (a) água e (b) reagentes/ aditivos no processo.



rar as fases de Ribeira e Curtume) e também a quantidade substancial de resíduos sólidos (cerca de 27%em peso da pele alimentada). Como a empresa utilizava o sistema centralizado de tratamento de efluentes de Alcanena, as lamas não eram geradas nas próprias instalações, não sendo, assim, consideradas.

O balanço à água nas instalações de curtumes é complexo, porque a água incorporada na pele varia ao longo do processo e a estimativa dessa variação implica um conhecimento profundo dos fenómenos físico-químicos que ocorrem. O consumo é, na maioria, repartido nas operações de neutralização, recurtume, tingimento e engorduramento (Fig. 3a). Cerca de 80%do consumo de água é utilizado nas lavagens após e entre as operações, sendo apenas cerca de 7%consumida nos banhos reacionais. A água restante deve-se a outros consumos diversos. Nestes processos utiliza-se uma quantidade substancial e muito variada de reagentes, aditivos e auxiliares (Fig. 3b). É no recurtume que se utiliza a maioria dos reagentes (45%do total), essencialmente taninos sintéticos e vegetais. Nos corantes utilizados no tingimento predominavam as cores pretas e castanhas. Na etapa de acabamento é utilizada uma gama diversificada de reagentes, com destaque para ceras, emulsões, resinas, óleos, solventes e pigmentos, entre muitos outros.

4. CONTABILIZAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS E RESPETIVOS CUSTOS POR OPERAÇÃO

A avaliação da eficiência da utilização dos recursos é a base para a estimativa da contabilização dos desperdícios por operação unitária. No caso dos resíduos de pele, decerto a maioria será considerada como fatal, resultando de uma necessidade de adequar o produto às características pretendidas, mas isso não invalida que todos esses desperdícios devam ser contabilizados e que lhes sejam atribuídos custos. Nas descargas de banhos e águas de lavagem, contabilizam-se os reagentes perdidos (fração não incorporada na pele), através de balanços aos regentes ou, quando não haja dados disponíveis, utilizando taxas de incorporação típicas. Na estimativa dos custos associados aos desperdícios devem considerar-se todos os dados disponíveis: nos efluentes contabilizam-se os reagentes perdidos, o custo da água e os custos do tratamento desse quantitativo de efluente; nos resíduos sólidos de pele contabilizam-se o valor da pele perdida (com o valor incorporado até esse ponto do processo) bem como os custos de deposição do resíduo em aterro. É possível, então, definir custos de desperdícios por operação unitária. Dado o elevado valor da pele e dos reagentes utilizados no processo, constata-se que as principais perdas se devem a estes dois fatores, sendo substancialmente menores as contribuições dos tratamentos de efluentes ou da gestão dos resíduos (vd. Fig. 4). Relativamente aos desperdícios de reagentes por operação unitária, a Fig. 5 ilustra a respetiva estimativa (em valor mássico e económico).

Inventariando todos os desperdícios e respetivos custos, por tipologia e por operação, foi possível hierarquizar as operações por rele-

FIGURA 4 Distribuição dos custos afetos aos desperdícios pelas principais categorias de custos.

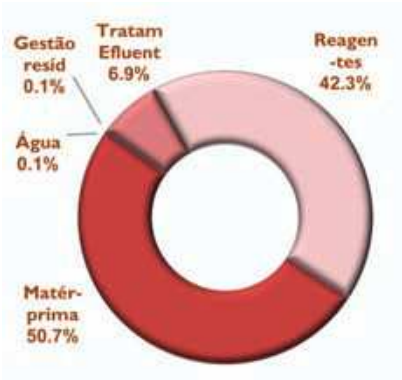


FIGURA 5 Contabilização dos desperdícios de reagentes por operação unitária: (a) quantitativos (b) custos.

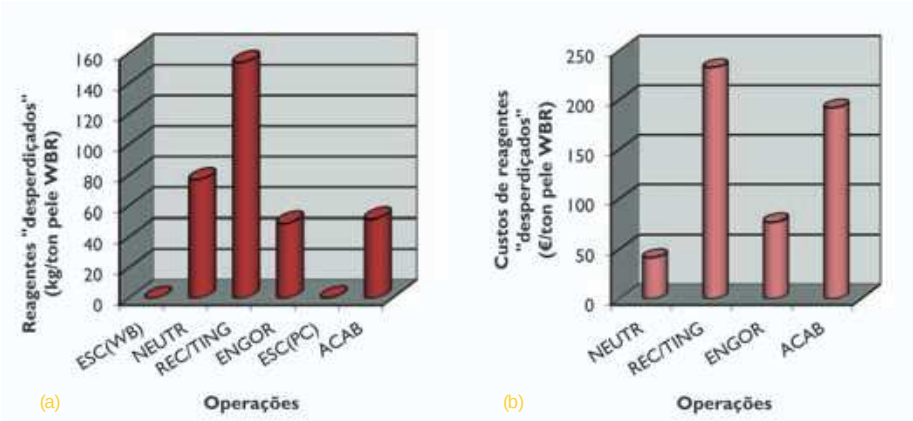
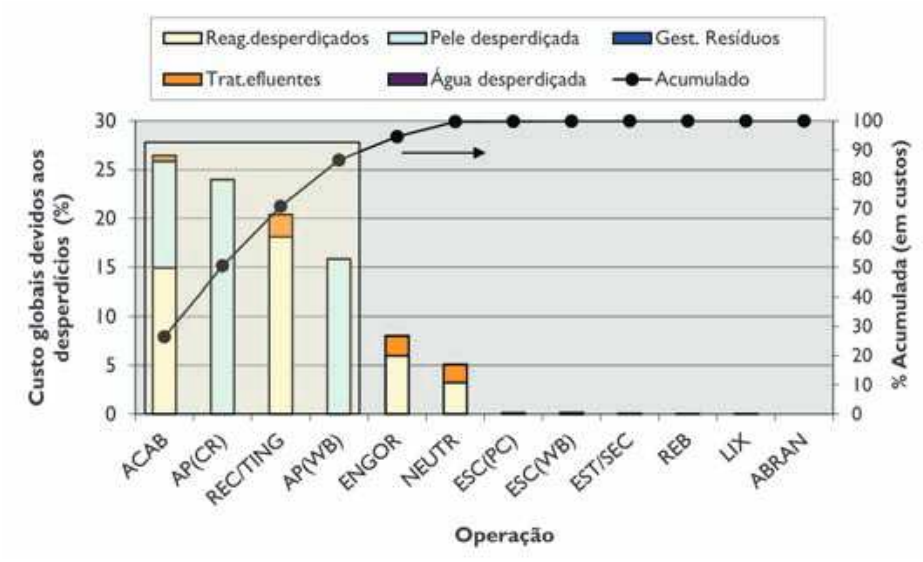


FIGURA 6 Hierarquização das operações pelos custos associados aos desperdícios.



vância, tal como ilustra o diagrama da Fig. 6. Identificaram-se, assim, como operações mais relevantes (que representam cerca de 80% dos desperdícios, em custo) as seguintes:

- Acabamentos, destacando-se as perdas de reagentes e a pele removida na aparação final;
- Aparação em *crust*;
- Recurtume/ Tingimento, destacando-se as perdas de reagentes e, em menor grau, os custos relativos ao tratamento de efluentes;
- Aparação da pele em *wet-blue*.

5. PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO E AVALIAÇÃO

Na metodologia seguida, o passo seguinte é a avaliação das possíveis causas associadas aos desperdícios. Através de uma análise causa-efeito, o grupo de trabalho propôs fatores determinantes, de que se exemplificam alguns: (a) nas operações de aparação, as perdas excessivas de pele podem dever-se a defeitos originais na matéria-prima ou a outros defeitos gerados no processo, à inadequação das ferramentas de corte ou a causas humanas (falta de formação ou de concentração); (b) nas operações de Recurtume e Tingimento, a utilização de banhos com excesso de reagentes pode ser equacionada e eventualmente otimizada em certas circunstâncias, assim como o ajuste das volumetrias dos banhos e a eficiência dos fulões utilizados; na aplicação de produtos de acabamento (pigmentos, corantes, resinas, etc), podem destacar-se fatores de natureza humana (falta de formação / inexperiência) ou utilização de equipamentos (ex. spray a pistola) desadequados ou desafinados.

A aplicação de medidas e tecnologias mais eficientes às operações identificadas como mais significantes podem ajudar o desempenho das mesmas e reduzir os desperdícios. Na Fig. 7 apresentam-se algumas das intervenções propostas neste âmbito. Para avaliar o seu impacto, estimaram-se os benefícios económicos decorrentes da sua aplicação. A título exemplificativo, refira-se que uma redução em 5% das aparas em crust pode representar cerca de 6 k€ de benefícios anuais, enquanto que o aumento de 5% na taxa de incorporação de taninos e corantes pode representar ganhos próximos de 15 k€ anuais.

As medidas e tecnologias propostas devem subsequentemente ser agendadas, aplicadas e os seus efeitos monitorizados numa perspetiva de melhoria contínua. Este estudo de caso é demonstrativo de que a prevenção de resíduos pode representar benefícios económicos para as empresas, em simultâneo com melhorias significativas no seu desempenho ambiental.

FIGURA 7 Aplicação de medidas e tecnologias que podem melhorar o desempenho das operações em análise, com vista a reduzir os desperdícios e respetivos custos associados: (a) operação de recurtume e tingimento; (b) aplicação de revestimentos nos acabamentos; (c) operações de aparação.

AGRADECIMENTOS

O projeto PRERESI (2006-2007) foi financiado pelo programa PRIME/ Parcerias e Iniciativas Públicas e resultou de uma iniciativa conjunta do INR (agora, APA) e do INETI (agora, LNEG), contando com a participação de Associações Empresariais dos setores envolvidos e de Centros Tecnológicos. O projeto foi coordenado por José Miguel Figueiredo e Paulo Partidário. A equipa técnica deste estudo de caso foi formada por colaboradores do então INETI (Carlos Nogueira, Paula Oliveira), do CTIC/ APIC (Nuno Silva, Gonçalo Santos, Teresa Costa) e contou ainda com a colaboração indispensável de ativos da empresa.

REFERÊNCIAS

1. M. Black, M. Canova, S. Rydin, B.M. Scalet, S. Roudier, L.D. Sanch, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins, Industrial Emissions Directive 2010/ 75/ EU (Integrated Pollution Prevention and Control), JRC Reference Report, 2013.
2. Cleaner production in Leather Tanning – a workbook for trainers, 1st ed., UNEP – Industry and environment, 1996.
3. Manual para a Prevenção de Resíduos: Estudo de Caso para o Sector de Curtumes, PRERESI – Prevenção de Resíduos Industriais, INETI, 2007.