

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSAMENTO DE COURO VACUM

Porto Alegre
2003

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSAMENTO DE COURO VACUM

SENAI-RS – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL DEPARTAMENTO REGIONAL DO RIO GRANDE DO SUL

CONSELHO REGIONAL

Presidente Nato

Francisco Renan O. Proença – Presidente do Sistema FIERGS

Conselheiros Delegados das Atividades Industriais – FIERGS

Titulares

Manfredo Frederico Koehler

Astor Milton Schmitt

Valayr Hélio Wosiack

Suplentes

Deomedes Roque Talini

Arlindo Paludo

Pedro Antônio G. Leivas Leite

Representantes do Ministério da Educação

Titular

Edelbert Krüger

Suplente

Aldo Antonello Rosito

Representantes do Ministério do Trabalho e Emprego

Titular

Neusa Maria de Azevedo

Suplente

Elisete Ramos

Diretor do Departamento Regional do SENAI-RS

José Zortéa

DIRETORIA REGIONAL DO SENAI-RS

José Zortéa – Diretor Regional

Paulo Fernando Presser – Diretor de Educação e Tecnologia

Jorge Solidônio Serpa – Diretor Administrativo-Financeiro

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSAMENTO DE COURO VACUM

Porto Alegre
2003

Série Manuais de Produção mais Limpa

PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO PROCESSAMENTO DE COURO VACUM

© 2003, CNTL SENAI-RS

Publicação elaborada com recursos do Projeto INFOREDE/FINEP N°.6400043600, sob a orientação, coordenação e supervisão da Diretoria de Educação e Tecnologia do Departamento Regional do SENAI-RS.

Coordenação Geral	Paulo Fernando Presser	Diretoria de Educação e Tecnologia
Coordenação Local	Hugo Springer	Diretor do CNTL
Coordenação do Projeto	Marise Keller dos Santos	Coordenadora técnica do CNTL
Elaboração		
Ana Cristina Cúria		
Adriano Prates Do Amaral		
Hugo Springer		
Maria Celina Abreu Mello		
Marise Keller Dos Santos		
Rosele De Felipe Wittée Neetzow		

S 491 SENAI.RS. Produção mais Limpa no processamento de couro
vacum

Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 33 p. il. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

1. Proteção do meio ambiente. 2. Administração da qualidade ambiental 3. Análise de situação ambiental 4. Processamento do couro I. Título II. Série

CDU – 504.064.2:675.025

Catálogo na fonte: Enilda Hack – SENAI-RS/DET/UNET

Centro Nacional de Tecnologias Limpas/SENAI-RS
Av. Assis Brasil, 8450 – Bairro Sarandi
CEP 91140-000 - Porto Alegre, RS
Tel.: (51) 33478410 Fax: (51) 33478405
Home page: www.rs.senai.br/cntl
e-mail: cntl@dr.rs.senai.br

SENAI – Instituição mantida e administrada pela Indústria

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 POSSIBILIDADES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA – PMAISL NO PROCESSAMENTO DE COURO VACUM.....	14
2.1 GERENCIAMENTO E BOM “HOUSEKEEPING”(“TOMAR CONTA DA CASA”).....	14
2.2 PREVENÇÃO DE ACIDENTES	14
2.3 REDUÇÃO NA UTILIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS.....	15
2.4 MEDIDAS INTEGRADAS AO PROCESSAMENTO DE COURO BOVINO	16
2.5 GERENCIAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA E DO TRATAMENTO DEPURADOR DE EFLUENTES LÍQUIDOS	22
2.6 GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	23
2.7 TRATAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	24
2.8 GESTÃO DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA	24
3 TECNOLOGIAS EMERGENTES	26
3.1 CONSERVAÇÃO	26
3.2 DEPILAÇÃO E CALEIRO.....	26
3.3 CURTIMENTO	27
3.4 ACABAMENTO	27
3.5 SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS	28
3.6 ENZIMAS	28
3.7 TRATAMENTO DEPURADOR TÉRMICO	28
4 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE PMAISL EM PROCESSAMENTO DE COURO	30
4.1 ESTUDO DE CASO HIPOTÉTICO	32
5 EXEMPLOS DE MEDIDAS SIMPLIFICADAS DE PMAISL IMPLEMENTADAS EM CURTUMES	36
6 REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Este manual tem como objetivo dar conhecimento de inovações em relação a tecnologias, técnicas e procedimentos de processamento “mais limpo” de couro vacuum, em desenvolvimento ou já utilizadas em diferentes partes do mundo.

Recomenda-se explicitamente aos leitores interessados que, antes de fazer uso das inovações mencionadas nesta publicação, aprofundem seu conhecimento a respeito junto aos detentores do mesmo. Este aprofundamento deve incluir, além de outros aspectos, o conhecimento das características (físicas, químicas, biológicas), da periculosidade dos produtos químicos e outros utilizados (incluindo a inerente ao seu uso), das precauções e controles necessários, dos procedimentos tecnológicos, técnicos e operacionais propriamente ditos, dos impactos ambientais, econômicos, sociais, de saúde, de segurança, de qualidade e outros.

As recomendações a seguir expostas são de natureza geral. Devem ser adaptadas a condições locais e específicas de cada planta industrial, sob a supervisão de um especialista em processamento de couro, sendo ainda necessário considerar os requisitos da produção.

De modo abrangente, a adoção da estratégia da **Produção mais Limpa - PmaisL** no processamento do couro compreende medidas relacionadas à produção, propriamente dita, e ao tratamento depurador dos resíduos industriais gerados no curtume.

O conceito aqui utilizado considera:

- O estágio mais avançado e eficaz de conhecimentos que permite evitar que os padrões-limite de emissão sejam atingidos ou, quando tal não for exequível, contribui para que sejam reduzidas as emissões e o impacto no meio ambiente;
- As tecnologias correspondentes são as que se encontram desenvolvidas em escala que permite a implementação no setor industrial, em condições técnica e economicamente viáveis;
- Que estas tecnologias, técnicas e procedimentos são os mais efetivos atualmente para alcançar um elevado nível de proteção ambiental como um todo;
- O princípio da prevenção.

A IUE – “International Union Environment and Wastes Commission” da IULTCS – “International Union of Leather Technologists and Chemists Societies” considera como **PmaisL** a utilização das melhores tecnologias praticáveis sob os pontos de vista econômico e ambiental, constituindo-se nas inovações tecnológicas utilizadas junto aos curtumes mais avançados, bem como os últimos desenvolvimentos realizados por centros de pesquisa.

2 POSSIBILIDADES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA – PMAISL NO PROCESSAMENTO DE COURO VACUM

Devem ser contemplados os enfoques de Gerenciamento e Bom “Housekeeping”, a Prevenção de Acidentes, a Redução na Utilização e Substituição de Produtos Químicos, as Medidas Integradas às Operações e aos Processos, o Gerenciamento do Consumo de Água e do Tratamento Depurador de Efluentes Líquidos, o Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Sólidos, o Tratamento de Emissões Atmosféricas e a Gestão da Utilização de Energia.

2.1 GERENCIAMENTO E BOM “HOUSEKEEPING”(“TOMAR CONTA DA CASA”)

O comprometimento da Direção e dos Gerentes do curtume constitui-se em pré-requisito fundamental para um bom desempenho técnico-econômico-ambiental.

É essencial o conhecimento das entradas e saídas do processo, no que se refere a características e quantidades dos materiais e aos impactos ambientais potenciais. Critérios que asseguram melhor desempenho ambiental podem ser então considerados, mantendo ou incrementando a qualidade do produto final e a contribuição do mesmo ao resultado econômico-financeiro da empresa.

A escolha de técnicas adequadas, boa manutenção e o controle de operações e processos, pelo do monitoramento e ajuste dos parâmetros relevantes, permitem a redução de derramamentos, acidentes e desperdícios de água e de produtos químicos. Assegura-se a operação eficaz dos diferentes equipamentos e a redução do lançamento de poluentes ao meio ambiente.

Neste enfoque, a adoção de **PmaisL** compreende também a implementação de medidas (entre as quais o treinamento de Recursos Humanos) para realizar o gerenciamento da segregação de fluxos de resíduos industriais, tendo por objetivo permitir a reutilização de alguns dos mesmos.

2.2 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Os produtos químicos empregados no curtume devem ser armazenados e manipulados de uma maneira que minimize o risco de derramamentos e acidentes. A **PmaisL** consiste em:

- armazenar os produtos químicos adequadamente, levando em conta a separação daqueles que podem reagir gerando emissões perigosas; o uso de recipientes apropriados, identificados e rotulados; o uso de locais de armazenagem adequadamente ventilados e com proteção do solo, principalmente para solventes orgânicos halogenados e não halogenados e resíduos que os contenham;
- implementar informação e treinamento de pessoal, bem como prover a existência de medidas de apoio à segurança e de proteção individual para minimizar os riscos na manipulação de agentes potencialmente perigosos, tais como os produtos químicos empregados e a combinação destes;
- treinamento dos trabalhadores no manuseio seguro dos produtos químicos e na limpeza da planta industrial. A manipulação e derramamento acidental podem

conduzir a reações químicas não previstas e incidentes como, por exemplo, o escapamento de sulfetos;

- deve ser providenciada proteção contra escapamento de substâncias perigosas. Sempre que possível, substituir substâncias potencialmente nocivas;
- garantir que fichas de produto com informações de segurança estejam disponíveis e facilmente acessáveis (para todos os produtos químicos e preparações utilizadas/armazenadas no local);
- instalar quadros que indicam o nome dos produtos químicos usados e os riscos a eles relacionados;
- providenciar recursos para primeiros socorros e estabelecer procedimentos de evacuação do local contaminado;
- elaborar planos de contingência para evitar cargas de choque nas estações de tratamento de resíduos;
- monitorar a operação de medidas depuradoras “fim de tubo”;
- ter rapidamente à mão materiais de limpeza de local, para lidar com derramamentos;
- assegurar a captura eficiente de efluente das operações de limpeza;
- manter registros de acidentes e de incidentes.

2.3 REDUÇÃO NA UTILIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Para haver minimização da geração de resíduos, os processos devem ser otimizados em relação ao emprego de produtos químicos.

A **PmaisL** consiste em:

- substituição de produtos químicos (principais e auxiliares), cujo efeito nocivo sobre o meio ambiente é conhecido, por outros menos danosos;
- manter um inventário de entradas e saídas, seu destino nos processos e suas emissões;
- mensurar parâmetros adequados para monitorar as emissões ao meio ambiente;
- exercer gestão responsável, incluindo o conhecimento dos produtos químicos usados no processo, treinamento da equipe, informação e medidas de segurança para o local de trabalho e o meio ambiente.

A listagem, a seguir, indica as substâncias a serem significativamente reduzidas ou substituídas e seus possíveis substitutos, baseada em critérios de **PmaisL**:

- Biocidas: utilização de produtos com menor impacto ambiental e toxicológico, empregados no nível mais baixo possível, tais como Dimetil-ditiocarbamato de Sódio ou de Potássio. São usados na conservação, remolho, piqué, curtimento e nos processos pós-curtimento;
- Compostos orgânicos halogenados: podem ser substituídos em muitos casos, incluindo agentes utilizados nas etapas de remolho, engraxe, tingimento e pós-curtimento;
- Solventes orgânicos não halogenados no Acabamento:
 - sistemas de acabamento em base aquosa (exceto quando são requeridas algumas especificações muito rigorosas para a camada de topo). Sistemas em base aquosa tem sido cada vez mais empregados no acabamento de couro para reduzir as emissões de Compostos Orgânicos Voláteis - COVs;
 - baixo teor de aromáticos;

- Tensoativos: uso alternativo de etoxilatos de álcool, sempre que possível;
- EDTA e NTA: emprego de EDDS e MGDA, sempre que exequível;
- Agentes descalcinantes amoniacaais: uso de CO₂ e/ou ácidos orgânicos fracos, entre outros;
- Curtentes: no curtimento ao Cromo, emprego de 20 a 35% de Cromo recuperado em substituição a sal de Cromo novo;
- Taninos sintéticos e resinas: substituição por produtos com baixo teor de aldeído fórmico, fenol e ácido acrílico livre;
- Tingimento: uso de corantes líquidos, corantes submetidos à remoção prévia de pó, corantes de alta exaustão contendo pequenas quantidades de sal, substituição Hidróxido de Amônio por produtos auxiliares tais como penetrantes de corante;
- Engraxe: não utilizar agentes que contribuem para o teor de AOX (exceto para couros à prova de água), aplicação em misturas sem solvente orgânico (ou pelo menos com baixo teor de solvente orgânico), promover a alta exaustão dos banhos de engraxe para reduzir o valor da DQO tanto quanto possível;
- Acabamento (coberturas “top”, resinas ligantes e agentes reticuladores): utilização de ligantes baseados em emulsões poliméricas com baixo teor de monômero livre, além de pigmentos e sistemas de acabamento isentos de metais pesados como o Cd, o Pb e o Cr⁶;
- Outros: Retardadores de chama à base de Br e Sb: utilização de outros à base de fosfato.

2.4 MEDIDAS INTEGRADAS AO PROCESSAMENTO DE COURO BOVINO

Utilizando de modo integrado os enfoques de **PmaisL** no conjunto de operações e processos, obtém-se melhorias em relação a:

- consumo de produtos químicos;
- substituição de produtos químicos perigosos por outros menos perigosos;
- gerenciamento do consumo de água e resíduos industriais;
- gestão e tratamento de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas;
- economias de energia.

Para tal, devem também ser consideradas a eficiência e a compatibilidade dos reatores (fulões) com esses objetivos, bem como dos sistemas para doseamento de produtos químicos e de controle de processos (automação).

2.4.1 Matéria - Prima

Processamento de couros “verdes” (“em sangue”) ou resfriados.

Isto ocorre em muitos curtumes em diferentes países. Sempre que possível, o processamento de peles frescas (“verdes” ou “em sangue”), logo após sua remoção da carcaça animal, constitui-se na melhor solução para diminuir o impacto ambiental por sal. O tempo que decorre entre o abate e a continuação do processamento já no curtume(etapas da “ribeira”) não pode exceder poucas horas. Após este tempo, é

necessário resfriar os couros com gelo ou com ar frio. Este é interessante na hipótese de transporte por longas distâncias.

A armazenagem a temperatura inferior a 4° C permite boa conservação por até três semanas.

É desejável realizar o descarte e o recorte das aparas no frigorífico.

Uso de antisépticos

O uso de antisépticos com pequeno impacto ambiental ajuda a aumentar o tempo de armazenagem de couros “verdes” ou resfriados. São adequados, entre outros, o TCMTB, produtos de Isotiazolona, Dimetil-ditiocarbamato de Potássio, Clorito de Sódio e sais quaternários de Amônio. Alguns deles são também adequados para o remolho, o piqué, a conservação de couro “wet-blue” e em processos de pós-curtimento.

Eliminação parcial de sal

Pode-se eliminar até 10% do sal adicionado ao couro para sua conservação, pela agitação manual do mesmo, escovação mecânica ou em fulão tipo “mixer”. Este sal pode ser reutilizado no piqué.

A salga com sal seco ou com salmoura não são **PmaisL**, mesmo se o resíduo adquirir maior valor em função de pré-descarte de couros “verdes” no frigorífico.

2.4.2 Ribeira

Novos modelos de fulões e de processadores de couro

Facilitam a lavagem e escoamento dos banhos, permitindo também o uso rotineiro de baixos volumes de banhos, o que tem como resultado economia significativa no consumo de água.

Remolho

Além do uso de antisépticos menos impactantes, o descarte de peles “verdes” após o remolho constitui-se em **PmaisL** nesta etapa. Obtém-se uma massa menor de carnaça, em relação ao descarte de couro caído. A carnaça resultante do “pré-descarte” apresenta pH praticamente neutro e melhores condições para obtenção de proteínas e graxas (não contaminadas com produtos químicos).

A reciclagem do banho residual do pré-remolho ou do remolho é outra possibilidade.

Processo clássico de depilação-caleiro

O tratamento enzimático na depilação-caleiro de peles pode ser considerado **PmaisL** somente se a quantidade de Sulfeto de Sódio é significativamente diminuída. Não tem sido ainda possível utilizar em termos práticos menos de 1% de Sulfeto de Sódio em peles bovinas. Pode-se obter redução de 30 a 50% da DQO no efluente da ribeira, ao se utilizar tratamento enzimático ou outro que conserve o pêlo, comparativamente a processos com destruição total do pêlo.

Reciclagem do banho residual de caleiro

Um bom nível de controle no curtume é necessário para a reutilização direta do banho residual. Obtém-se economias de até 40% de Sulfeto de Sódio e de até 50% de cal. Concomitantemente, podem ser obtidas reduções de 30 a 40% de DQO e de 35% de Nitrogênio no efluente homogeneizado.

A qualidade do couro obtido pode ser afetada pela reciclagem, a não ser que a depilação e abertura da estrutura do couro sejam conduzidas em duas etapas, e que hajam rígidos controles operacionais e de processo.

Divisão de couro caleado

Tendo em vista a dificuldade de agregar valor ao resíduo gerado na divisão de couro curtido ao Cromo, esta alternativa constitui-se em procedimento “mais limpo” por economizar Cromo, permitindo também a obtenção de resíduo proteico que pode ser facilmente usado para a produção de gelatina e de outros produtos como “dog toy”.

Descalcinação com CO₂

Considera-se que até 40% do Nitrogênio amoniacal contido no efluente líquido de um curtume seja produzido pelo uso de sais de amônio durante o processo de descalcinação. O emprego de CO₂ pode ser considerado como tecnologia “mais limpa”, sendo mais facilmente aplicável em couros bovinos leves (espessuras menores que 3 mm), para os quais dá bom resultado. Em couros mais espessos, é necessário aumentar a temperatura do banho para até 35 °C, e/ou a duração do processo e/ou agregar pequenas quantidades de auxiliares de descalcinação. H₂O₂ pode ser utilizada antes da adição de CO₂, para diminuir a formação de H₂S (preferencialmente sob controle das condições redox).

Quando o pH do banho de descalcinação com CO₂ for menor que o do procedimento padrão, utilizam-se purgas especiais. Existem também purgas com menor teor ou isentas de sais de amônio.

Outra alternativa de descalcinação isenta de amônio

Agentes descalcinantes isentos de amônio, tais como ácidos fracos ou ésteres, podem substituir total ou parcialmente sais de amônio usados para descalcinação tradicional. Neste caso, a DQO será maior do que na descalcinação com CO_2 .

Outros produtos ácidos também podem ser empregados, devendo sempre ser controlado o grau de intumescimento da tripa.

Balanço de massa na etapa de descalcinação

As necessidades ambientais não são antagônicas à fabricação de couro. Neste contexto, é muitas vezes conveniente combinar os produtos mencionados anteriormente com sais de amônio, para a obtenção de tripas abertas e não intumescidas, em função do poder de neutralização desses sais e do custo do processo. Contudo, é necessário estabelecer o adequado balanço de massa, minimizando a geração desnecessária de amônio no efluente líquido.

2.4.3 Curtimento

Sais curtentes de Cromo são atualmente empregados em cerca de 85% dos casos. Somente a forma trivalente do Cromo é usada nos processos de curtimento. Salvo em condições muito especiais, não tem sido possível substituí-lo por outro elemento sem afetar as características que ele confere ao couro.

Banhos de piqué com pouco sal

Quando os banhos de piqué e de curtimento são separados, a reciclagem de banhos de piqué pode economizar até 80% de sal e de 20 a 25% de ácido fórmico ou sulfúrico.

Quando os dois banhos estão associados, a economia maior pode ser realizada em relação ao ácido sulfúrico.

As concentrações de sal nos banhos de piqué podem também ser diminuídas usando agentes que inibem o intumescimento.

Reciclagem de banhos residuais de curtimento ao Cromo

Ao ser empregado este método, existe a possibilidade de limitar significativamente a presença de Cromo nos efluentes gerados no curtimento propriamente dito. Pode ser obtida uma diminuição em torno de 20% da quantidade de Cromo utilizado num processamento convencional em curtimento, bem como redução também considerável na quantidade de sal.

O excesso de banho contendo Cromo deve ser precipitado, para reutilização deste reagente.

Recuperação de Cromo após precipitação

Quando grandes quantidades de banhos residuais de curtimento ao Cromo são recuperados, a reutilização após precipitação passa a ser a melhor solução. Os reagentes usados na precipitação são principalmente o Carbonato de Sódio, o Hidróxido de Sódio e o Óxido de Magnésio. A adição de polieletrólito pode melhorar a qualidade da floculação. O lodo obtido após a sedimentação e filtração opcional é dissolvido com Ácido Sulfúrico, sendo a basicidade ajustada ao nível desejado.

Pode-se aumentar a eficiência do processo de curtimento ao Cromo pelo controle cuidadoso de pH, volume do banho, temperatura, tempo e velocidade do fulão. É possível recuperar o Cromo pela precipitação em banhos residuais com teor de Cr total acima de 1 g/l.

O efluente clarificado pode também ser reutilizado para a lavagem da tripa purgada.

Curtimento de alto esgotamento

Para reduzir a concentração de Cromo no banho residual podem ser empregados sais de Cromo de alta exaustão, produtos basificantes adaptados e/ou aumento de temperatura.

Deve ser preferido o curtimento de couros que foram divididos após o caleiro. É difícil obter um banho residual de curtimento ao Cromo contendo menos que 250 mg/l Cr^{+3} . Contudo, este processo pode ser considerado uma tecnologia “mais limpa”.

Curtimento isento de Cromo

Na maioria dos casos, o curtimento ao Cromo poderia ser considerado como a “melhor tecnologia disponível”. Muitas formulações alternativas tem sido propostas, mas até o momento os resultados correspondentes não têm sido completamente satisfatórios para vários tipos de couro a serem obtidos. Curtentes orgânicos sintéticos, utilizados sozinhos ou combinados com um cátion metálico, podem ser considerados um substituto para o Cromo, desde que as legislações ambiental e de saúde dos trabalhadores sejam atendidas.

O processo de fabricação de “wet-white” pode ser considerado “mais limpo” sempre que os produtos químicos nele usados não sejam tóxicos, uma vez que permite a produção de aparas e resíduos do ajuste de espessura do couro (“serragem”) não curtidos.

Existem restrições em relação a Alumínio, Titânio e Zircônio em alguns países. Dependendo de disposições legais, agentes curtentes à base de aldeídos modificados podem ser considerados como participantes de processos “mais limpos”.

Por outro lado, a recuperação de banhos de curtimento ao tanino vegetal, fazendo uso de ultrafiltração, é utilizado em alguns curtumes europeus. Os tanantes recuperados podem ser novamente empregados no curtimento.

Curtimento com tanante vegetal e com alumínio pode em algumas situações também ser utilizado em substituição ao curtimento com Cromo.

2.4.5 Pós-Curtimento

Quando houver recurtimento ao Cromo, podem ser utilizadas as mesmas alternativas aplicáveis ao curtimento propriamente dito. Entretanto, o esgotamento dos banhos residuais contendo Cromo no recurtimento é mais complexo, exigindo maiores controles e balanceamento da formulação.

Para um processamento “mais limpo” devem ser contempladas as ausências de Cromo durante o recurtimento, de corantes propriamente ditos que tenham impacto ambiental (à base de aminas), bem como de óleos halogenados em materiais de engraxe.

É necessário também obter alto nível de exaustão para banhos de pós-curtimento contendo taninos sintéticos, corantes, materiais de engraxe e tensoativos.

2.4.6 Acabamento

Durante a etapa de secagem, deve-se sempre que possível otimizar a remoção mecânica da umidade anteriormente à secagem propriamente dita.

A utilização de acabamentos em base aquosa é básica para processamento “mais limpo”. Os pigmentos não devem conter nenhum metal pesado ou outros produtos de uso restrito que confirmem riscos ambientais.

Formulações em base aquosa, contendo pequenas quantidades de solvente, são disponíveis para certas modalidades de aplicação no couro.

Os produtos de acabamento devem atender aos padrões atuais dos regulamentos ambientais e de saúde dos trabalhadores.

No que se refere aos equipamentos empregados no acabamento de couro, os aplicadores de rolo e tipo cortina são melhores sob o ponto de vista ambiental, mas não podem ser usados em todos os tipos de couro. Em algumas situações, unidades de pistolagem, dotadas de economizadores, bem como pistolas de Alto Volume e Baixa Pressão, ou do tipo “Airless”, podem reduzir as emissões ao meio ambiente.

2.5 GERENCIAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA E DO TRATAMENTO DEPURADOR DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Utilizam-se, normalmente, de 15 a 40 m³ de água para o processamento de 1 t de pele bovina conservada por salga.

A primeira iniciativa para a redução do consumo consiste na medição correta, no registro e controle do consumo de água. Além disto, há procedimentos tecnológicos que permitem reduzir o consumo de água em até 30 % como, por exemplo, o uso de banhos de volume menor, lavagens em batelada em substituição às contínuas, bem como a combinação de etapas do processamento do couro (“receituário” compacto). É oportuno lembrar que menor volume de água implicará em concentrações maiores das cargas poluidoras.

O consumo de água pode também ser diminuído (com concomitante diminuição de efluente líquido) por meio de medidas como o emprego de recipientes adequados para diminuir o derramamento de água e o uso de sistema automatizado para dosagem de produtos químicos e adição de água.

Em algumas operações e processos é possível reutilizar banhos residuais (remolho, depilação, caleiro, píquel e curtimento ao Cromo), bem como empregá-los na limpeza de máquinas e pisos com lava-jato, limpeza de tanques, etc. O consumo de água pode assim ser reduzido de 20 a 40 %.

É possível considerar o emprego de efluente líquido tratado biologicamente, o qual pode muitas vezes ser usado em substituição a quantidades parciais de banhos do processamento na ribeira.

Para se obter o padrão de qualidade desejado, nesta hipótese, é muitas vezes necessário realizar tratamento depurador complementar ao biológico, tal como filtração, desinfecção e separação por membranas.

No tratamento depurador de efluente líquido é importante, além de outros aspectos:

- manter o efluente da ribeira, o qual contém sulfeto, em separado e a um pH elevado até que o sulfeto tenha sido removido
- coletar em separado o efluente parcial que contém $Cr_{total} > 1$ g/l (oriundo das etapas de curtimento e enxugamento)
- empregar também tratamento mecânico
- usar tratamento biológico
- utilizar sedimentação e manuseio de lodo gerado na depuração.

Em todas as alternativas mostradas devem ser avaliadas, sob os pontos-de-vista ambiental e econômico, as possibilidades (quando factíveis) de realizar os tratamentos primário, secundário (biológico) e terciário junto ao curtume, ou de modo combinado num sistema depurador comunitário (de várias indústrias ou mesmo para despejos domésticos). Neste caso, há necessidade de realizar pré-tratamentos. Avaliação específica é também recomendável para substâncias que requerem tratamento peculiar, como biocidas, compostos orgânicos halogenados, tensoativos e outros.

2.6 GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste tema, as opções de **PmaisL** devem ser consideradas na seguinte ordem preferencial:

- prevenção da geração;
- redução;
- reciclagem/recuperação/ reutilização/aproveitamento;
- tratamento químico/térmico de alguns tipos de resíduos sólidos.

No processamento do couro são usualmente geradas grandes quantidades de resíduo sólido, principalmente de natureza orgânica.

Várias são as alternativas de reciclagem. O potencial para reciclagem pode ser incrementado pela segregação por tipo de resíduo.

Outrossim, a alternativa de comercialização de resíduos como subprodutos é relevante, bem como a cooperação entre curtidores para viabilizar as opções conjuntas de reciclagem e de reutilização.

O resíduo sólido produzido num curtume deve ser manejado e armazenado de modo a evitar a lixiviação, problemas de odor e outras emissões atmosféricas.

O enfoque de **PmaisL** permite identificar as oportunidades de aproveitamento correspondentes e implementá-las quando isto for técnica e economicamente exeqüível, tais como:

- raspas de couro dividido: fabricação de alguns tipos de produtos de couro;
- resíduos curtidos em geral, tais como raspas, “serragem” do rebaixamento de couro, aparas: fabricação de chapas de couro recuperado/aglomerado e licores de Cromo;
- raspas e recortes curtidos: pequenos bens manufaturados de couro;
- pêlo: material de recheio;
- aparas de couro “verde”, resíduos do descarte de couro “verde” e de couro caleado: gelatina e/ou cola, “dog toy”;
- raspas não curtidas: invólucros de salsicharia;
- aparas de couro “verde”, resíduos do descarte de couro “verde” e de couro caleado: recuperação de graxa;
- pêlo, aparas de couro verde e de couro caleado, resíduos do descarte de couro “verde” e de couro caleado, raspas de couro caleado e de couro curtido: hidrolisado de proteína;
- raspas e aparas de couro “caleado”: colágeno;
- pêlo (em função do teor de Nitrogênio), resíduos da compostagem e digestão anaeróbia, lodos do tratamento depurador de efluente líquido: utilização na agriacultura. Os requisitos legais para a aplicação do resíduo em solo tornam necessário uma separação mais elaborada dos resíduos e o tratamento das diferentes frações;
- pêlo, resíduos do descarte de couro “verde” e de couro “caleado”, raspas de couro caleado, óleo e graxa, lodos do tratamento de efluente líquido: compostagem;

- pêlo, aparas de couro “verde”, resíduos do descarte de couro “verde” e de couro caleado, raspas de couro caleado, óleo e graxa, lodos do tratamento depurador de efluente líquido: digestão anaeróbia;
- gorduras, misturas de solventes orgânicos não halogenados e óleo: tratamento térmico;
- solventes orgânicos (não em mistura): reciclagem de solventes orgânicos;
- filtros de carvão ativado: regeneração dos filtros para depuração de ar;
- “containers”, “pallets”, plástico, papelão: reutilização e reciclagem de material de embalagem, pela remessa ao fornecedor por um sistema de reciclagem adequado.

2.7 TRATAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

A utilização de **PmaisL** consiste em prevenir a geração de odores, pelo controle de processo, de programa de manutenção da planta industrial, de manejo apropriado e da armazenagem de matéria-prima couro e dos resíduos industriais. Muitas vezes, pode ser necessária a instalação de filtros em plantas de tratamento de efluentes líquidos e quando ocorrem emissões de Compostos Orgânicos Voláteis – COVs.

Além das alternativas preventivas mencionadas nos tópicos anteriores, estão disponíveis as seguintes soluções depuradoras, para H₂S, amônia e COVs:

- “scrubbing” úmido para a remoção de amônia e H₂S da descalcinação, do piquel e do tingimento;
- “scrubbing” úmido, absorção, uso de bio-filtros, remoção criogênica ou incineração para remover COVs da secagem e do acabamento;
- “scrubbing” úmido, absorção ou utilização de bio-filtros na remoção de várias emissões geradas no tratamento depurador de efluente líquido;
- “scrubbing” úmido para o tratamento de uma combinação de aerossóis, solventes orgânicos e odores.

2.8 GESTÃO DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA

Neste caso, **PmaisL** consiste basicamente em registrar e gerenciar o consumo de energia elétrica, calor (vapor e aquecimento) e ar comprimido. Isto deve ocorrer particularmente nos pontos de maior consumo, como no processamento de couro, no tratamento de efluentes líquidos e nas operações de secagem.

Neste contexto, devem ser contemplados:

- registro com frequência regular do consumo efetivo de energia, por tipo de energia e por tipo de uso final;
- geração de indicadores de desempenho energético;
- monitoramento do desempenho energético;
- ter assegurada a adoção de medidas de investigação e correção, no caso de variações significativas;
- fornecimento de informação de desempenho energético, de modo apropriado e no tempo adequado, a todos os que têm responsabilidades na gestão energética;
- estabelecimento e revisão de metas de desempenho;

- isolamento térmico de boa qualidade nas redes de distribuição de vapor e nos tanques de água quente;
- recuperação de vapor condensado;
- boa manutenção dos purgadores de vapor;
- racionalização do consumo de água quente;
- aproveitamento do calor gerado em algumas operações;
- eliminação de vazamentos no sistema de ar comprimido;
- ajuste do fator de potência do sistema elétrico e controle da demanda de energia elétrica.

3 TECNOLOGIAS EMERGENTES

No contexto do processamento de couro bovino existem inovações que se encontram em diferentes estágios de desenvolvimento, no que se refere a tecnologias preventivas em relação ao impacto ambiental e a técnicas de controle na etapa da depuração.

Elas ainda não são utilizadas em escala de produção junto a curtumes. Seu impacto técnico, econômico e ambiental necessita ser melhor conhecido.

3.1 CONSERVAÇÃO

3.1.1 Conservação De Couro De Curta Duração Por “Flo-Ice”

Um sistema de refrigeração usa salmoura com 3-5% de sal, criando um líquido com temperatura entre 0 e -10 °C. A suspensão de cristais microscópicos de gelo pode alternativamente ser obtida em uma solução de glicol.

Esta técnica, empregada pela indústria da pesca em alguns países, permite conservar os couros por até três dias.

3.1.2 CONSERVAÇÃO POR IRRADIAÇÃO DO COURO

Segundo os detentores da técnica, os couros “verdes” podem ser esterilizados por feixe de elétrons de alta velocidade, poucas horas após a remoção da carcaça. Couros assim esterilizados poderiam conservar-se durante até seis meses, mantendo as características de couro “em sangue”.

O procedimento compreende o descarte de couro “verde” e a imersão do couro em solução com baixa concentração de um produto que permite forte sinergia com radiação. Os couros são então colocados em filme termoplástico e conduzidos à câmara de irradiação. Após, os couros irradiados são acondicionados em caixas seladas.

3.2 DEPILAÇÃO E CALEIRO

Em algumas situações pode ser feito uso das seguintes substâncias, que são redutores em meio alcalino, em substituição ao sulfeto como agente depilante:

- tióis
- alguns compostos com certos tipos de aminas.

3.3 CURTIMENTO

3.3.1 Processo “Thru-Blu”

Realiza-se uma modificação nos complexos de Cromo, para aumentar a exaustão do curtimento ao Cromo pela maior facilidade da absorção dos complexos não-iônicos e aniônicos.

O curtimento inicia em pH elevado, após a descalcinação e a purga. O pH baixa gradualmente a 3-4, em função da acidez residual do curtente de Cromo, permitindo a absorção dos complexos catiônicos. Não há necessidade de basificação nem de mascaramento.

O curtimento é realizado com uma combinação de poliamida e agente curtente contendo Cromo.

3.3.2 Curtimento Orgânico

Existem pesquisas em andamento fazendo uso de resinas poliméricas, combinadas ou não com curtentes vegetais, bem como a busca de curtentes vegetais diferentes, procurando obter couros com propriedades semelhantes aos de couro curtido ao Cromo.

3.4 ACABAMENTO

3.4.1 Aplicação Eletrostática

Há pesquisas sendo realizadas para adaptar esta técnica ao couro, com formulações a baixa temperatura de sistemas de cobertura constituídos de pós de pequena granulometria, os quais também contém resinas, agentes reticulantes, pigmentos, agentes facilitadores do escoamento e outros aditivos.

A baixa resistência do couro a altas temperaturas (necessárias na condução desta técnica), o fato de que ele não tem condutividade elétrica e sua baixa condutividade térmica tem dificultado o desenvolvimento desta alternativa.

3.4.2 Substituição De Monômeros

Podem ser encontrados monômeros de ácido acrílico e de seus derivados, fenol e aldeído fórmico em alguns recurtentes. Estão sendo desenvolvidas formulações que não contém aqueles monômeros.

3.5 SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS

A utilização desta tecnologia está sendo aprimorada para:

- recuperação e reciclagem de banhos residuais da depilação-caleiro, ou de alguns outros banhos residuais típicos do processamento do couro;
- depuração de efluentes de difícil tratamento (redução de cor, do teor de substâncias tóxicas, de DQO de difícil remoção e de sólidos suspensos finos);
- incremento da eficácia de tratamento biológico, usando as membranas separadoras para filtração de biomassa e oxigenação (incluindo a inoculação com microorganismos especializados para a degradação de compostos orgânicos persistentes).

3.6 ENZIMAS

Pesquisa-se, atualmente, a utilização de enzimas tipo celulase para degradar esterco presente em couros, e de enzimas específicas tipo protease e queratinase para se chegar a um processo de depilação isento de sulfeto.

3.7 TRATAMENTO DEPURADOR TÉRMICO

O tratamento térmico de resíduos da indústria do couro consiste na incineração, na pirólise ou na conversão térmica a baixa temperatura.

Atualmente, as plantas piloto de incineração existentes não se localizam junto aos curtumes.

Incineração a baixas temperaturas e com baixa oferta de Oxigênio evitam a oxidação do Cromo trivalente a hexavalente. Neste caso, o Cromo encontrado na cinza pode ser utilizado pela indústria metalúrgica.

4 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE PMAISL EM PROCESSAMENTO DE COURO

A viabilidade econômica é freqüentemente o critério que pode determinar se uma opção será implementada ou não.

O programa de **PmaisL** utiliza três métodos padrão para a medição da lucratividade de um projeto:

- Período de Retorno do Capital (*payback*): tempo que se leva para recuperar o desembolso de caixa inicial para o projeto (recuperação do investimento efetuado com a opção de **PmaisL**).
- Valor Presente Líquido (VPL): calcula o valor atual do fluxo de caixa incremental em perspectiva, pelo uso de uma Taxa Mínima de Atratividade, ou seja, a partir de uma taxa de juros que seja considerada como satisfatória, em função dos ingressos e dos desembolsos futuros. Sempre que o VPL, estimado a uma taxa de juros (Taxa Mínima de Atratividade), for superior a zero, o projeto apresenta um mérito positivo. Na comparação entre dois projetos ou duas alternativas de um mesmo projeto, o melhor, em princípio, é aquele com maior VPL.
- Taxa Interna de Retorno (TIR): é uma demonstração da rentabilidade do projeto, sendo que quanto maior for a TIR mais vantagens apresenta o projeto em termos atuais. Para análise entre alternativas de um mesmo projeto e entre projetos sem grandes diferenças de investimento, a TIR é geralmente aceita como o melhor instrumento na determinação do mérito de projetos.

A lucratividade de um projeto é medida usando os fluxos líquidos de caixa estimados (entradas de caixa menos saídas de caixa) para cada ano da duração do projeto. Pode-se usar custos operacionais incrementais ao desejar comparar o sistema existente com o novo (custos operacionais incrementais representam a diferença entre os custos operacionais estimados associados à opção de **PmaisL** e os custos reais de operação do sistema existente sem a opção).

A fórmula para o cálculo do período de retorno é a que segue:

$$\text{Período de retorno (anos)} = \frac{\text{investimento de capital}}{\text{fluxo extra de caixa anual}}$$

O método do período de retorno é recomendado para avaliações rápidas de lucratividade. Se estiverem envolvidos investimentos grandes, segue-se normalmente uma análise mais detalhada.

A taxa interna de retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL) são técnicas para a determinação da rentabilidade, na qual os fluxos de caixa são feitos constantes (descontados). Muitas empresas usam estes métodos para classificar projetos que concorrem a recursos financeiros. A alocação de fundos de capital para um projeto pode depender do fato de um projeto ser capaz de gerar fluxo de caixa positivo,

gerando um retorno aceitável sobre o investimento. Tanto a TIR quanto o VPL levam em consideração o valor do tempo sobre o dinheiro (*time value of money*), descontando o fluxo líquido de caixa projetado do fluxo de caixa atual. Um projeto é viável quando o VPL for positivo. A vantagem do VPL é o fato de que todos os fluxos de caixa relevantes são levados em conta. A fórmula para o VPL é:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa}}{(1+i)^j} - I$$

n = tempo de vida da instalação (anos)

i = taxa de juros (%)

$1/(1+i)^j$ = o fator de desconto a ser calculado por ano a uma taxa de juros i

I = investimento total

j = ano

A TIR pode ser definida como a taxa de juros de torna o VPL igual a zero. A fórmula transforma-se em:

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa incremental}}{(1+i)^j} - I, \text{ ou } \sum_{j=0}^n \frac{\text{fluxo de caixa incremental}}{(1+i)^j} = I$$

A **PmaisL** pode reduzir a importância dos riscos ao meio ambiente e à segurança para uma empresa. É difícil atribuir alguns custos ou economias aos riscos reduzidos devido à **PmaisL**. Este ponto é crucial para a continuidade da **PmaisL** na empresa. Normalmente, os riscos podem ser muito grandes quando os dados não representarem a realidade da empresa, por isso a importância de que os dados sejam verdadeiros e confiáveis.

Por ser uma melhoria contínua e afetar o desempenho da empresa, tornando-a mais eficiente, com certeza afeta sua lucratividade. Este ponto é fundamental para o empresário que necessita sempre se manter competitivo no mercado. A partir do momento em que gera lucro, resultados, coloca a empresa em vantagem competitiva.

É importante considerar também, na análise financeira, a regulamentação ambiental que é imposta ou que provavelmente será imposta no futuro, multas, penalidades, etc., devido a não-conformidades, as quais podem resultar em grave corte na lucratividade da empresa. As questões de obrigações, como pelo solo contaminado, podem até levar à falência. Além da legislação, um outro item que normalmente não é considerado pela empresa, mas que afeta sensivelmente os resultados, é a segurança e saúde ocupacional. Atualmente, regras mundiais estão sendo criadas para minimizar esses problemas, como a OHSAS 18000, que trata das questões de risco para os trabalhadores.

Um dos objetivos da **PmaisL** é a melhoria do desempenho ambiental da empresa. Portanto, é imperativa uma avaliação correspondente. Em muitos casos, a vantagem

ambiental é óbvia: uma redução líquida na toxicidade e/ou quantidade de resíduos e emissões. No caso de mudanças no processo ou no produto, precisam ser estimadas as vantagens ambientais por todo o ciclo de vida do mesmo.

Pode-se distinguir três níveis para a avaliação ambiental:

- Avaliação simples baseada na redução da toxicidade e quantidade de resíduos, emissões e perdas de energia;
- Avaliação profunda do efeito da composição de novas entradas e saídas.
- Simples avaliação do ciclo de vida.

Uma avaliação do ciclo de vida (ACV) deve ser feita em casos especiais, por exemplo, no caso de que o órgão ambiental venha a exigir tal avaliação.

4.1 ESTUDO DE CASO HIPOTÉTICO

No item 2.3 é abordada a redução na utilização e substituição de produtos químicos. O estudo de caso, a seguir, descreve uma situação em que houve a redução no consumo de produtos químicos, além da substituição dos mesmos por produtos menos tóxicos.

Descrição do estudo de caso: Redução do consumo de produtos químicos no processo de engraxe e substituição dos mesmos.

Este estudo consiste na substituição dos insumos utilizados no processo de engraxe do couro, proporcionando ao produto final as mesmas características. Com esta mudança obteve-se uma vantagem econômica, com a diminuição da quantidade de produtos químicos utilizados a custo menor. Do ponto de vista ambiental há um menor teor de óleos e graxas no efluente líquido.

Os gastos com a modificação ficaram em R\$ 300,00, vinculados ao rateio dos gastos da empresa com a implementação do programa e com testes.

O consumo de produtos químicos é de 63.900 kg/ano, a um custo de R\$ 1,74 por kg. A alteração no tipo de produto químico adquirido reduziu a compra para 54.320 kg/ano, a um custo de R\$ 0,98 kg.

Viabilidade econômica: a seguir, demonstraremos a memória de cálculo e os resultados da análise econômica efetuada no estudo de caso.

Memória de cálculo

Situação atual		Unidade
Matéria-prima 1	63900	kg/ano
Custo unitário da matéria-prima 1	1,74	R\$/kg
Custo total da matéria-prima 1	111.186,00	R\$/ano
Total	111.186,00	R\$/ano

Gastos com Investimentos	R\$
Investimento	300,00
Total	300,00

Situação esperada		Unidade
Matéria-prima 1	54320	kg/ano
Custo unitário da matéria-prima 1	0,98	R\$/kg
Custo total da matéria-prima 1	53.233,60	R\$/ano
Total	53.233,60	R\$/ano

Tabela 1 - Fluxo de caixa inicial

Discriminação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receitas	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas			-	-		
venda resíduo 1		-	-	-	-	-
venda resíduo 2		-	-	-	-	-
* Custos Operacionais	-	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)
matéria-prima 1		(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)
Fluxo de Caixa Líquido	-	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)

* valores negativos

Tabela 2 - Fluxo de caixa esperado

Discriminação	0	1	2	3	4	5
* Investimentos	(300,00)	-	-	-	-	-
	(300,00)					
Receitas	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas			-	-		
venda resíduo 1		-	-	-	-	-
venda resíduo 2		-	-	-	-	-
* Despesas Operacionais	-	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)
matéria-prima 1		(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)
Fluxo de Caixa Líquido	(300,00)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)

* valores negativos

Tabela 3 - Fluxo de caixa incremental

Discriminação	0	1	2	3	4	5
Fluxo de caixa esperado	(300,00)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)	(53.233,60)
Fluxo de caixa inicial	-	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)	(111.186,00)
Diferença Líquida	(300,00)	57.952,40	57.952,40	57.952,40	57.952,40	57.952,40
Depreciação (-)	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	-	57.952,40	57.952,40	57.952,40	57.952,40	57.952,40
IRPJ	-	(8.692,86)	(8.692,86)	(8.692,86)	(8.692,86)	(8.692,86)
Lucro Líquido	-	49.259,54	49.259,54	49.259,54	49.259,54	49.259,54
Depreciação (+)	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Incremental	(300,00)	49.259,54	49.259,54	49.259,54	49.259,54	49.259,54

Análise da viabilidade econômica

Informações adicionais

INVESTIMENTO =	300,00	
DEPRECIÇÃO INVESTIMENTO =	ao ano	Obs.: campo a ser preenchido, caso o investimento seja depreciável.
TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE =	12%	
IRPJ =	15% sobre o lucro real	

Índices econômicos

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) =	0,01	(em meses) = 0,07308229
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) =	R\$ 177.270	Representa o valor economizado ao longo do projeto, trazido a valor de hoje.
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) =	16419,8%	Representa o percentual de lucratividade do projeto.

Benefícios econômicos: a empresa obteve uma redução no gasto com compra de produtos químicos de R\$ 57.952,40. A valores atualizados (para um período de 5 anos) é como se a empresa estivesse ganhando R\$ 177.270,00.

Descrição	Quantificação
Investimento	R\$ 300,00
Prazo de retorno do capital	Imediato
Benefício econômico líquido	R\$ 49.259,54
Valor presente líquido	R\$ 177.270,00
Taxa interna de retorno	16.419,8%

Observação: a depreciação não representa um desembolso efetivo, mas apenas uma operação contábil derivada de uma exigência legal. É o valor contábil acrescentado ao custo de produção para compensar o uso ou o desgaste das máquinas e das instalações. É um percentual obtido da divisão do investimento pela vida útil do projeto. A vida útil de cada equipamento pode ser estimada com base nas informações dos fornecedores e na experiência dos técnicos. Por razões fiscais as autoridades dispõem de períodos legais para a depreciação, sendo os mais comumente utilizados: 4% para construções, 10% para máquinas e equipamentos e 20% para veículos e computadores.

5 EXEMPLOS DE MEDIDAS SIMPLIFICADAS DE PMAISL IMPLEMENTADAS EM CURTUMES

- Redução do consumo de água bruta, através do aproveitamento da água da chuva.
- Redução do consumo de água bruta no processo através do melhor monitoramento de entrada nos fulões.
- Redução da geração de resíduos removendo as aparas salgadas na origem.
- Otimização do sistema de pesagem de produtos químicos.
- Processamento de peles frescas ou com conservação de curta duração.
- Reciclo do banho residual do pré-remolho.
- Pré-descarne.
- Reciclo do caleiro.
- Depilação com preservação do pêlo (tipo “hair saving”), usando aminas.
- Utilização agronômica do lodo do caleiro.
- Desencalagem com CO₂.
- Emprego de desencalantes com baixo teor de Nitrogênio.
- Reutilização de banhos residuais contendo Cromo em lavagens após a etapa de purga.
- Não utilização de água doce e diminuição do consumo de sal no píquél mediante o emprego de água salobra de poço artesiano e do reciclo do banho residual do curtimento.
- Reutilização de banhos contendo Cromo, por reciclagem direta ou por precipitação e redissolução.
- Alteração na capacidade das embalagens de produtos químicos nos setores de recurtimento e acabamento.
- Adequação das embalagens de produtos químicos, permitindo a sua reutilização nos setores de ribeira, curtimento, recurtimento e acabamento.
- Realização de processos compactos.
- Outras reduções do consumo de água (lavadores pressurizados, emprego de águas originárias de outras etapas para lavagem).
- Redução do volume de efluente gerado pela lavagem de piso.
- Desaguamento mecânico (enxuga-estira) conjugado com secador a vácuo.
- Redução no consumo de água do sistema de selar a bomba de vácuo na secagem correspondente.
- Otimização de operações de acabamento (outros modelos de pistolas, aplicação de tinta em equipamento tipo multiponto).
- Substituição do “top” solvente.
- Economia global de energia elétrica e térmica. Redução do consumo de energia elétrica através da eliminação dos vazamentos nas instalações de ar comprimido.
- Substituição do tipo de tarifa de energia elétrica, concomitante com a otimização de motores.

6 REFERÊNCIAS

- DANIELS, Richard. **Leather manufacture and the environment**. World Leather. Liverpool, Inglaterra: World Trades, out. 2003.
- GTZ. **Environmental management guideline for the leather tanning and finishing industry**. Tailândia: dez. 1997.
- HAUBER, Christiane. **Integrated pollution prevention and control for tanners within the European Union**. World Leather. Liverpool, Inglaterra: World Trades, p. 44-45, jun./jul. 2002.
- INTEGRATED pollution prevention and control (IPPC)**. Espanha, Sevilha: European Commission, may 2001.
- IUE. ULTCS. **Annual meeting of the IUE environment and waste comission**. Cape Town, South Africa, mar. 2001.
- MATTIELLO, Antonio; PEREIRA, Antônio C.; ZILLES, Marcelo H. **Produção mais Limpa no curtume Fridolino Ritter; uma aplicação prática**. Porto Alegre: MMA, FIEMG, SENAI/RS, 2002.
- MONEY, Catherine. **Clean technology of the future**. World Leather, Liverpool, Inglaterra: World Trades, nov. 1999.
- MOREIRA, Marina Vergílio; TEIXEIRA, Regina Cânovas. **Estado da arte tecnológico em processamento do couro**; revisão bibliográfica a nível internacional. Porto Alegre: MMA,FIEMG, SENAI/RS, 2003.