

DOSSIÊ TÉCNICO

Minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica

**Joseane Machado de Oliveira
Claudio Olavo Marimon da Cunha**

SENAI-RS

**Centro Nacional de Tecnologias Limpas
SENAI/CNTL**

**Dezembro
2007**

Sumário

1 INTRODUÇÃO	4
2 PROCESSO PRODUTIVO	6
2.1 Preparação de superfícies	6
2.1.1 Lixagem	6
2.1.2 Polimento	7
2.1.3 Desengorduramento	7
2.1.4 Decapagem	7
2.1.5 Proteção temporária	8
2.2 Métodos de revestimento	8
2.2.1 Revestimento por projeção de material sólido	8
2.2.2 Revestimento por via mecânica	9
2.2.3 Revestimento por imersão em tintas líquidas ou esmaltes	9
2.2.4 Revestimento metálico por eletrolise	9
2.2.5 Revestimento por via eletrolítica	10
2.3 Métodos de conversão	10
2.3.1 Conversão química	10
2.3.2 Conversão eletrolítica	11
2.3.3 Conversão por difusão: Tratamento termoquímico em fase sólida	11
2.3.4 Conversão por difusão: Tratamento termoquímico em fase líquida ou pastosa	11
2.3.5 Conversão por difusão: Tratamento termoquímico em fase gasosa	11
2.3.6 Conversão por difusão: Imersão	11
2.4 Métodos de transformação estrutural	12
2.4.1 Transformação estrutural por tratamento mecânico superficial	12
2.4.2 Transformação estrutural por tratamento térmico superficial	12
2.4.3 Transformação estrutural por implantação iônica	12
3. OBJETIVOS	12
4. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO / PROCESSO	12
4.1 Etapas da implementação da produção mais limpa	12
Formação do Ecotime	13
4.2 Exemplo de implementação de produção mais limpa no setor tratamento de superfícies - processo visto de um modo geral no setor	21
4.2.1 Estudo de caso nº 1: redução no consumo de água	27
4.2.2 Estudo de caso nº 2: redução do uso de produtos químicos no ciclo galvânico	28
4.2.3 Estudo de caso nº 3: solução de limpeza das peças brutas	28
4.2.4 Estudo de caso nº 4: recuperação de cobre nas soluções mais concentradas	28
4.2.5 Estudo de caso nº 5: recuperação do ouro das águas de enxágüe	29
4.2.6 Estudo de Caso Nº 6: Deposição de Ouro na Corrente – base	29
4.2.7 Estudo de caso nº 7: recuperação da prata das águas de enxágüe	31
4.2.8 Estudo de Caso Nº 8: Deposição de Prata na Corrente – base	32
5 SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - NORMAS REGULAMENTADORAS	34
6 FUNDAMENTOS LEGAIS	35
8 RESÍDUOS INDUSTRIAIS	38
9 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	39
9.1 Medidas de minimização de efluentes e resíduos	41
9.2 Medidas internas de reciclagem de água e produtos químicos	42

9.3.1 Descarga zero	42
9.3.2 Tratamento de efluentes.....	43
10 RISCOS AMBIENTAIS	44
11 SITES DE INTERESSE.....	45
Referências.....	45

	<h1>DOSSIÊ TÉCNICO</h1>	
---	-------------------------	---

Título

Minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica

Assunto

Recuperação de resíduos contendo produtos químicos

Resumo

O setor de minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica presta serviços a empresas de diversos ramos industriais, por exemplo, o setor de material elétrico, eletrônico, marítimo e em especial os setores de metalurgia e metalmeccânico. Devido à utilização de produtos químicos tóxicos em seu processo produtivo, este setor industrial pode causar degradação ao meio ambiente na geração de efluentes líquidos, sólidos e gasosos, que ao serem dispostos sem tratamento prévio, podem acarretar em sérios problemas ambientais e à saúde humana. Por esta razão o setor possui a necessidade de investir em pesquisa e desenvolvimento de soluções. Para tanto busca a melhoria na eficiência de seus processos produtivos adotando novas tecnologias e métodos ambientalmente mais limpos, utilizando metodologias para redução ou eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência no uso de água e energia, redução na geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, reuso de recursos, entre outros. Neste contexto, insere-se a Produção mais Limpa (PmaisL), que pode ser definida como uma série de estratégias, práticas, condutas econômicas, ambientais e técnicas, que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente através de ações preventivas, evitando a geração de resíduos ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados. Como as empresas possuem muitas dúvidas na hora de adotar a gestão de PmaisL, para melhor entendimento dessa técnica, este dossiê apresenta inúmeras orientações teóricas, técnicas, e exemplos de estudos de casos realizados, para auxiliar na busca de uma produção mais eficiente, econômica e com menor impacto ambiental.

Palavras-chave

Galvanoplastia; efluente atmosférico; galvanização; legislação; PGRS; plano de gerenciamento de resíduos sólidos; produção mais limpa; tratamento de efluente industrial

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

O processo de tratamento de superfícies é conhecido tecnicamente como processo galvânico ou galvanoplastia. Esta é uma técnica empregada na proteção superficial ou como efeito decorativo de peças metálicas ou não, através da deposição de uma camada metálica sobre sua superfície, através de processos químicos ou eletrolíticos. Esta proteção se dá utilizando-se uma solução diluída do sal do metal correspondente, a fim de conferir as mesmas, um efeito de maior proteção superficial e/ou decorativo. O processo compõe-se de diversas etapas que vão desde a preparação das peças até o seu acabamento (FIG. 1).

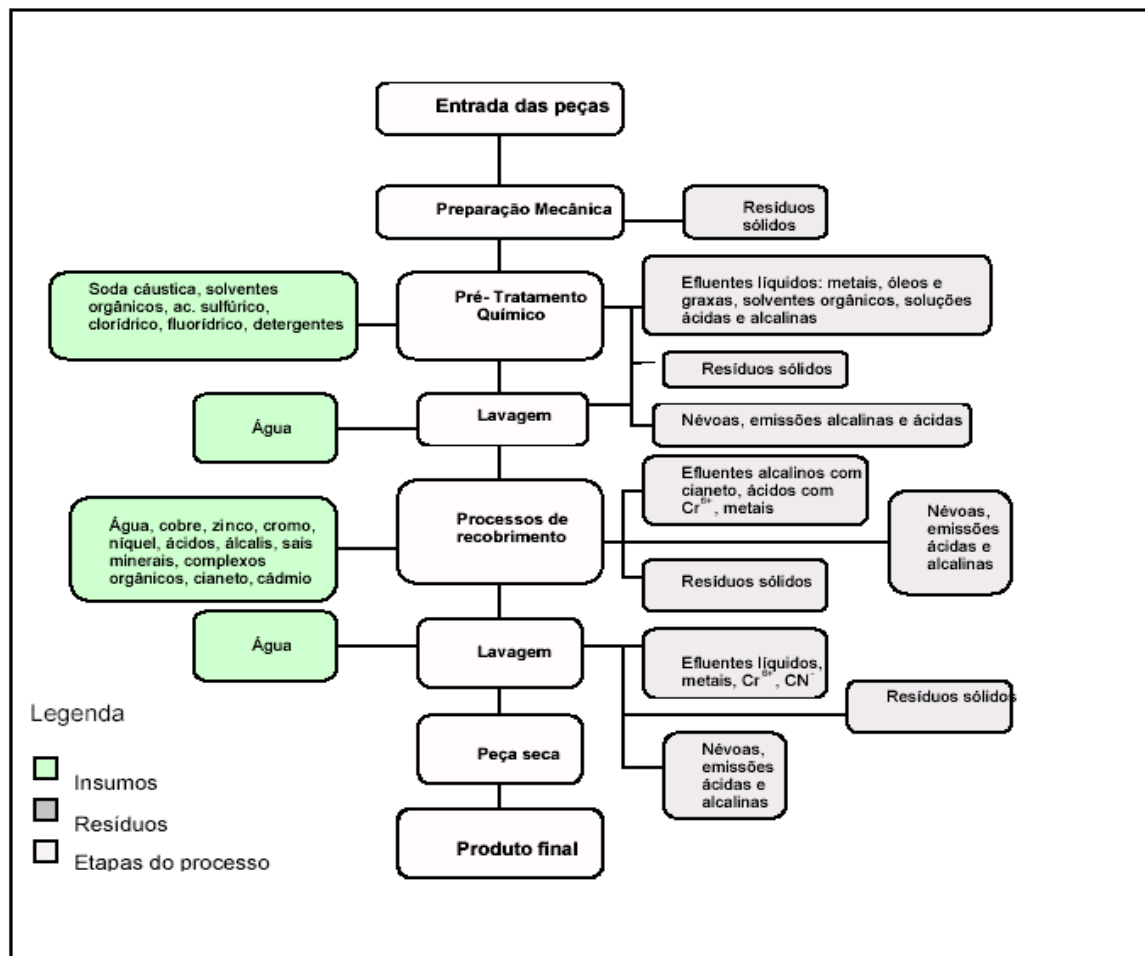


Figura 1 - Fluxograma genérico do processo de tratamento superficial.
 Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

Nas etapas do processo de minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica aparecem questões de saúde ocupacional devido aos acidentes do trabalho e doenças ocupacionais provenientes do manuseio incorreto de substâncias químicas e questões ambientais relativas ao consumo de matérias-primas, de água, de energia e geração de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas. Diante deste contexto, por questões de competitividade, para o desenvolvimento deste setor, torna-se necessária a elaboração de estratégias que apreciem estas questões.

Neste sentido, o Programa de Produção mais Limpa (PmaisL) é um procedimento planejado com o objetivo de identificar oportunidades para eliminar ou reduzir a geração de efluentes, resíduos e emissões, além de racionalizar a utilização de matérias-primas e insumos, catalisando os esforços da empresa para atingir uma melhoria ambiental contínua nas suas operações. É uma metodologia que busca solucionar problemas por meio de avaliações técnica, econômica e ambiental.

Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia através da não-geração, minimização e/ou reciclagem de resíduos gerados no setor de tratamento de superfícies. A implementação de um programa de PmaisL possibilita à empresa o melhor conhecimento do seu processo através do monitoramento constante para manutenção e desenvolvimento de um sistema eco-eficiente de produção com a geração de indicadores ambientais e de processo. Este monitoramento permite à empresa identificar necessidades de: pesquisa aplicada, informação tecnológica e

programas de capacitação. Além disso, o programa de PmaisL pode integrar-se aos Sistemas de Qualidade, Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional, proporcionando o entendimento por completo do sistema de gerenciamento da empresa.

A PmaisL pode ainda, propiciar a eliminação dos desperdícios, minimização ou eliminação de matérias-primas e outros insumos impactantes para o meio ambiente, redução dos resíduos e emissões, redução dos custos de gerenciamento dos resíduos, minimização dos passivos ambientais, incremento na saúde e segurança no trabalho, melhoria na imagem da empresa, aumento da produtividade, conscientização ambiental dos funcionários e redução de gastos com multas e outras penalidades.

A PmaisL no setor de minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica tem como principal foco a minimização de resíduos. Para isto, ela deve trabalhar na prevenção, buscando alternativas para evitar a geração do resíduo e, quando for inevitável, propor as melhores alternativas para o seu destino final. Além disso, com a implementação da PmaisL pretende-se que as pessoas envolvidas no processo levem consigo conceitos que as auxiliem na forma de pensar no meio ambiente em que vivem.

2 PROCESSO PRODUTIVO

Em termos gerais podem-se dividir os processos de minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica em quatro grandes grupos:

- Preparação de superfícies;
- Revestimentos;
- Tratamentos de conversão;
- Transformações estruturais.

2.1 Preparação de superfícies

Todas as peças devem, necessariamente, passar por esta etapa. Nela serão removidos óxidos metálicos, camadas de sujeira ou matéria orgânica que eventualmente estejam presentes, com a finalidade de melhorar o contato do revestimento com a superfície da peça, reduzir a rugosidade, ou ainda proteger a peça. Entre as etapas de preparação utiliza-se uma seqüência de operações, como lixagem, polimento, desengorduramento, decapagem e proteções temporárias.

2.1.1 Lixagem

A operação deste processo é realizada através de métodos mecânicos efetuados com lixas ou escovas para desbastar as peças ou atribuir determinada rugosidade sendo usualmente seguida da operação de polimento. A FIG. 2 apresenta o esquema de uma operação de cones abrasivo.

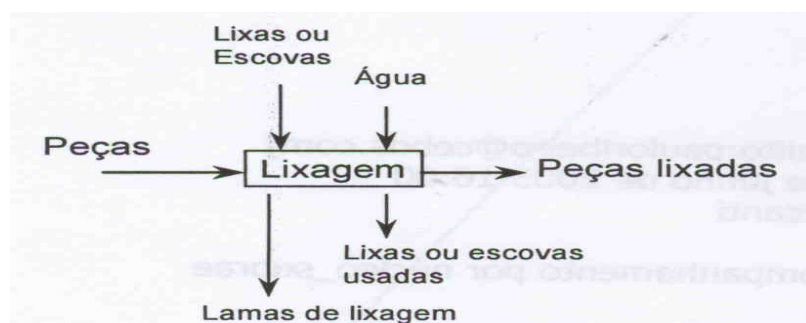


Figura 2 - Entradas e saídas de materiais numa operação de lixagem.

Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.1.2 Polimento

Nesta etapa do processo aplicam-se métodos mecânicos, químicos, eletrolíticos e mistos para desbastar as peças, diminuir a rugosidade superficial, dar brilho ou melhorar propriedades para uma função específica. Na FIG. 3 apresenta-se um esquema ilustrativo da operação com polimento de cones abrasivos.

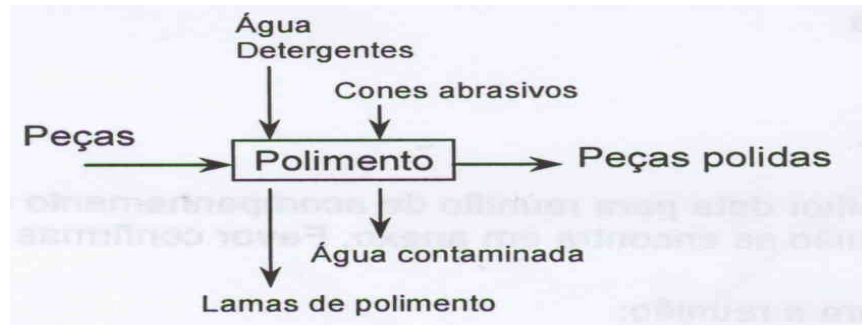


Figura 3 - Entradas e saídas de materiais num processo de polimento de cones abrasivo
Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.1.3 Desengorduramento

Processo realizado para retirar o óleo e/ou gordura das peças através de métodos químicos ou eletrolíticos utilizando-se solventes orgânicos na fase líquida ou vapor, ou soluções aquosas de sais alcalinos, produtos molhantes e aditivos. A FIG. 4 a seguir apresenta o processo de desengorduramento eletrolítico.

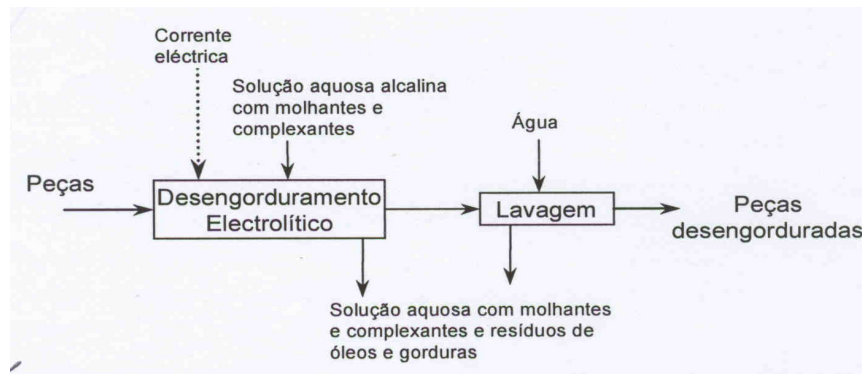


Figura 4 - Entradas e saídas de materiais numa operação de desengorduramento eletrolítico
Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.1.4 Decapagem

No processo de decapagem aplicam-se métodos mecânicos, eletrolíticos ou químicos para eliminar a camada de óxidos presentes nas superfícies das peças para que a deposição de material seja feita em uma camada aderente e homogênea. Na FIG. 5 apresenta-se o esquema de decapagem química.

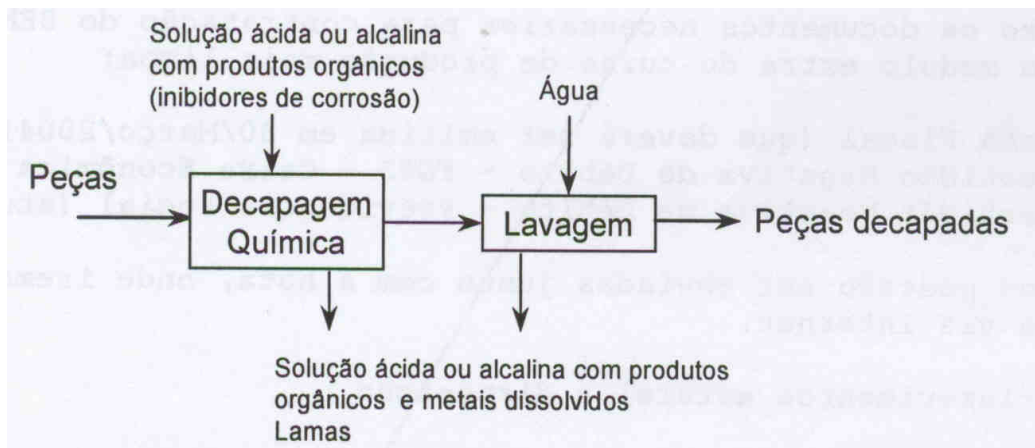


Figura 5 - Entradas e saídas de materiais num processo de decapagem química.
 Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.1.5 Proteção temporária

As proteções temporárias são utilizadas para proteger as peças contra corrosão, abrasão, etc., quando estas são transportadas, armazenadas ou manipuladas nas etapas do processo. Na FIG. 6 apresenta-se um exemplo de proteção temporária com filme plástico auto-adesivo.

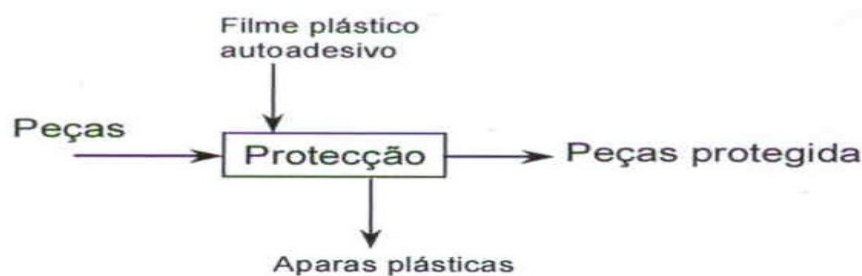


Figura 6 - Entradas e saídas de materiais do processo de proteção temporária
 Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.2 Métodos de revestimento

2.2.1 Revestimento por projeção de material sólido

Neste método são utilizadas duas formas de aplicação:

- a) Revestimento em pó (orgânico ou cerâmico): aplica-se o revestimento sobre a peça aquecida previamente ou após a aplicação com o auxílio de uma pistola para formar-se o filme pretendido. Como exemplo deste método temos a pintura eletrostática;
- b) Revestimento sólido (metálico, cerâmico ou orgânico): eleva-se o revestimento a temperatura de fusão e aplica-se sobre a peça com o auxílio de pistola de chama, por arco elétrico ou plasma. Como exemplo deste método temos os processos de metalização. Na FIG. 7 apresenta-se um exemplo de entradas e saídas de materiais do processo de operação com esmaltagem.

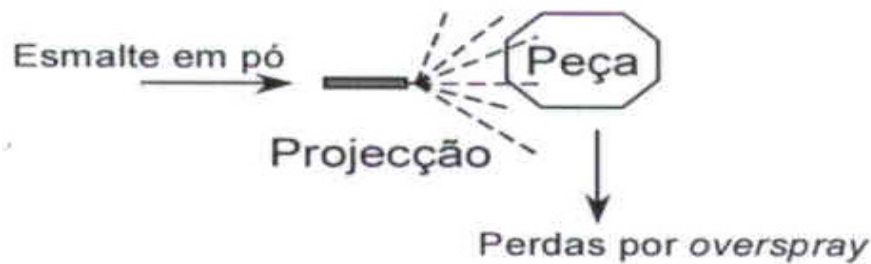


Figura 7 - Entradas e saídas de materiais do processo de operação com esmaltagem.
 Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.2.2 Revestimento por via mecânica

Neste método o material metálico na forma de pó é inserido em um tambor rotativo com esferas de vidro e uma solução de ativação obtendo-se assim o revestimento a frio. Na FIG. 8 apresenta-se um exemplo de zincagem mecânica.



Figura 8 - Entradas e saídas de materiais do processo de zincagem mecânica.
 Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.2.3 Revestimento por imersão em tintas líquidas ou esmaltes

Processo no qual o material de revestimento, cerâmico ou orgânico, após ser diluído em um solvente (aquoso ou orgânico) é depositado sobre a peça após imersão. Após evapora-se o solvente por via térmica, formando-se a camada definitiva. Na FIG. 9 apresenta-se o processo entradas e saídas de materiais do processo de pintura com tinta líquida por imersão.

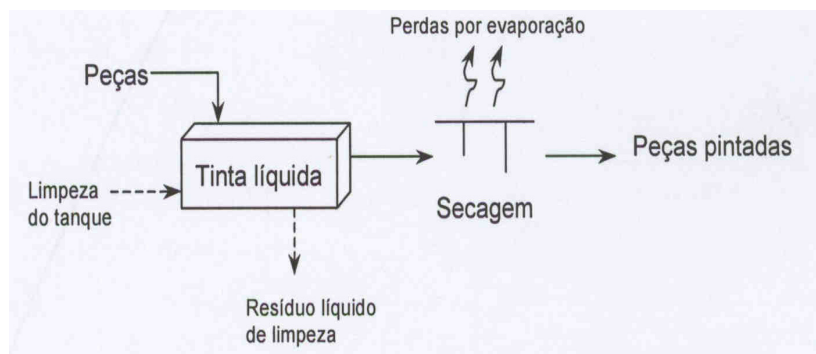


Figura 9 - Entradas e saídas de materiais do processo de pintura com tinta líquida por imersão.
 Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.2.4 Revestimento metálico por eletrolise

Neste processo dissolve-se e ioniza-se o revestimento que sofre uma reação de redução sendo

depositado a superfície da peça. Utiliza-se dois mecanismos distintos neste processo: oxidação do metal e oxidação de um redutor presente em solução. A FIG. 10 apresenta-se o processo entradas e saídas de materiais do processo de niquelagem por eletrolise.

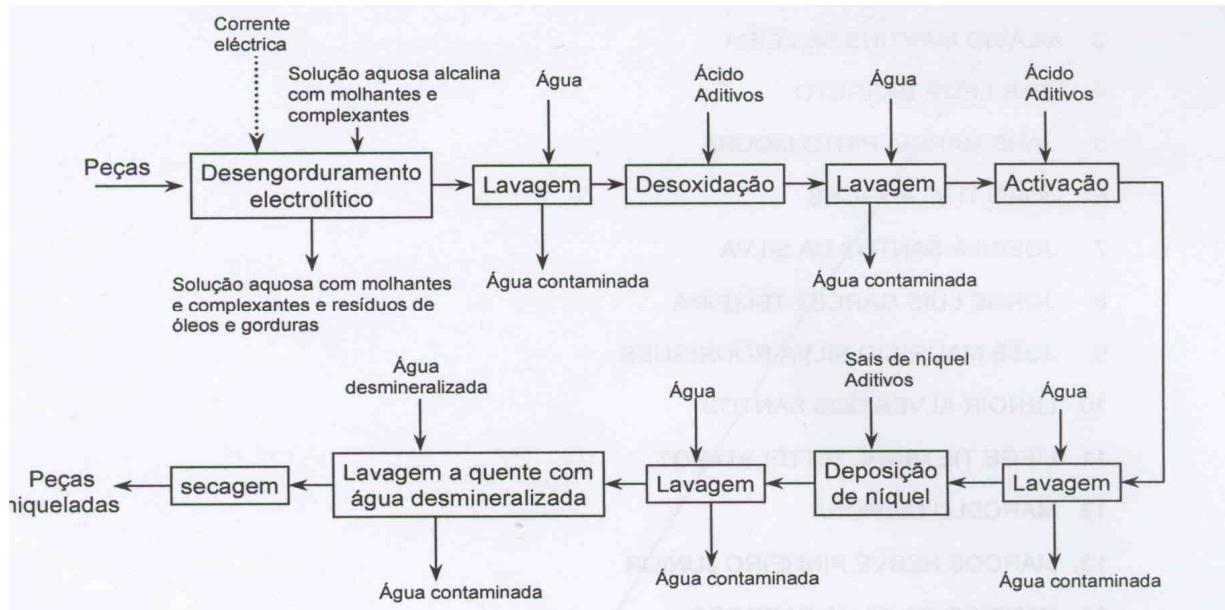


Figura 10 - Entradas e saídas de materiais do processo de niquelagem por eletrolise.
Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.2.5 Revestimento por via eletrolítica

Nesta técnica dissolve-se o material de revestimento em um banho. Aplica-se uma corrente elétrica ocasionando uma reação eletrolítica na superfície da peça depositando assim o material de revestimento (FIG. 11).

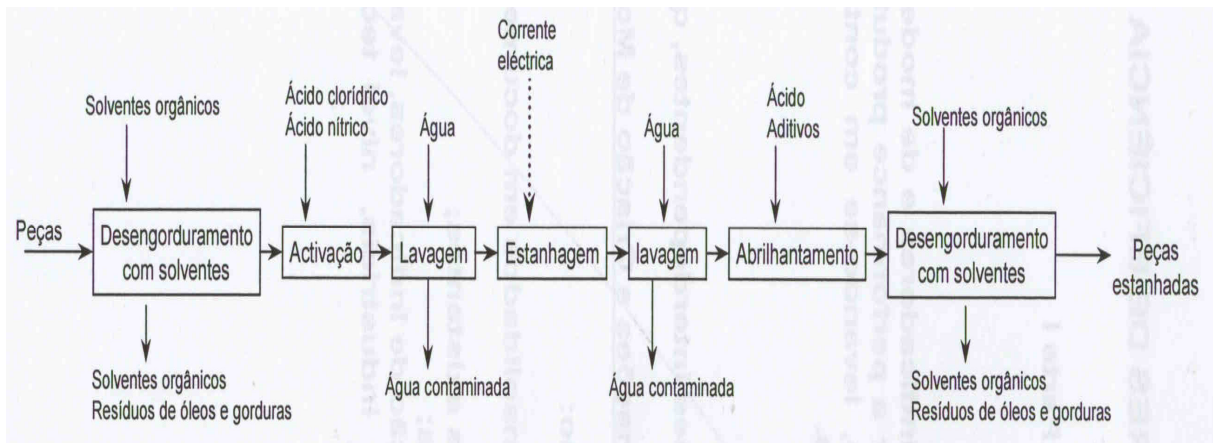


Figura 11 - Diagrama representativo do processo de estanhagem eletrolítica.
Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.3 Métodos de conversão

2.3.1 Conversão química

Nesta técnica, mergulha-se a peça em um banho, formando uma camada de conversão após o ataque da peça. Este banho contém em geral fosfatos, cromatos ou outros sais e ácidos, formando uma camada protetora na superfície da peça. A FIG. 12 mostra a lacagem de alumínio num processo de pintura eletrostática a pó.

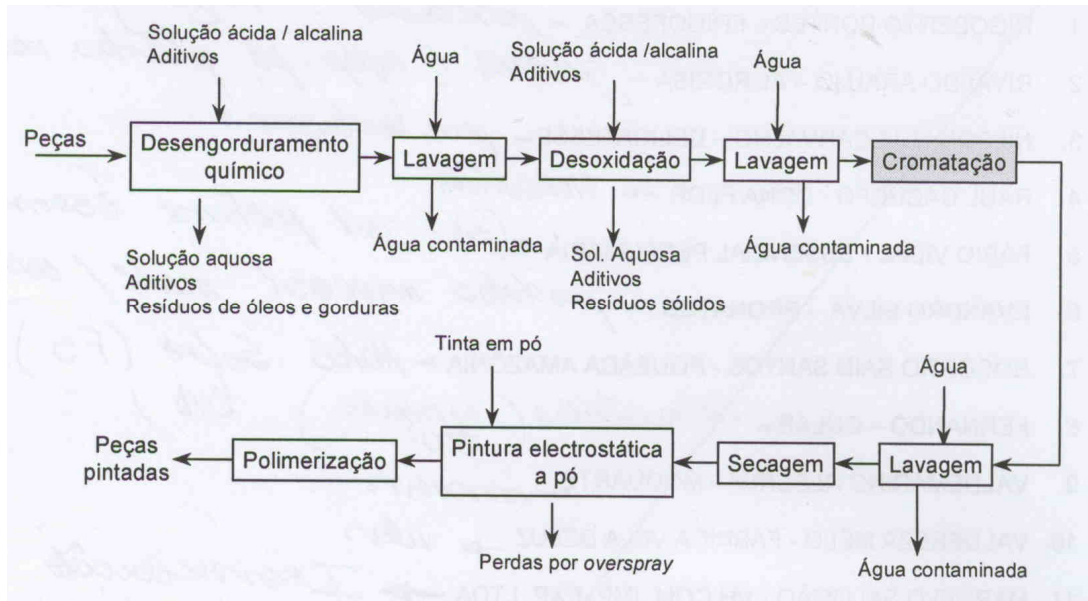


Figura 12 - Diagrama representativo do processo de lacagem de alumínio.
 Fonte: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007.

2.3.2 Conversão eletrolítica

Neste processo utilizam-se as peças a tratar como ânodo de uma célula eletrolítica, oxidando-se no momento em que a corrente passa. A participação do eletrólito na reação origina um óxido ou hidróxido do metal constituinte da peça, formando uma camada de proteção na superfície da peça e ao mesmo tempo ocorre a dissolução do metal no banho. São exemplos deste processo a anodização e oxidação anódica do alumínio. A FIG. 13 demonstra um processo de anodização de alumínio.

2.3.3 Conversão por difusão: Tratamento termoquímico em fase sólida

Nesta técnica coloca-se a peça junto com material em pó com o elemento a difundir em uma atmosfera inerte ou redutora, à pressão atmosférica ou sob vácuo parcial. Este material reage parcialmente com a peça sob efeito da temperatura difundindo-se. Cita-se como exemplo desta técnica de conversão a Cementação, a Nitruração e a Carbonituração.

2.3.4 Conversão por difusão: Tratamento termoquímico em fase líquida ou pastosa

Neste processo dá um banho de sais fundidos contendo sais do elemento a difundir e fundentes. Este material sob efeito da temperatura difundindo-se e reage parcialmente com a peça. São exemplos deste processo à conversão a Cementação, a Nitruração, a Carbonituração e a Sulfuração.

2.3.5 Conversão por difusão: Tratamento termoquímico em fase gasosa

Nesta técnica coloca-se a peça em um meio gasoso sob efeito do calor, contendo o elemento a difundir para reagir parcialmente com ela. Aplica esta técnica nos processos de Cementação, Nitruração Gasosa ou Iônica, Carburação Gasosa ou Iônica, Carbonituração, Sulfocarbonituração e Sulfuração Iônica.

2.3.6 Conversão por difusão: Imersão

Neste processo tem-se a imersão da peça em um material metálico no estado líquido

induzindo-a a conversão. Tem-se como exemplo deste processo de conversão a Galvanização, a Estanhagem com Chumbo e Alumínio.

2.4 Métodos de transformação estrutural

2.4.1 Transformação estrutural por tratamento mecânico superficial

Nesta técnica deforma-se a camada superficial plasticamente, por endurecimento a frio devido à projeção de granalha sobre a peça. A granalhagem é um exemplo de aplicação desta técnica.

2.4.2 Transformação estrutural por tratamento térmico superficial

Nesta técnica aquece-se a peça superficialmente por chama, indução, plasma ou laser, modificando sua estrutura e eventualmente sua composição. Após fixa-se por meio de tempera.

2.4.3 Transformação estrutural por implantação iônica

Utiliza-se neste processo uma substância que induz a transformação por meio de um metal vaporizado ou um elemento não metálico no estado gasoso, ionizada e acelerada por um campo elétrico e fixada na peça. Esta sofre modificações na estrutura após reação com o material com o material de fixação. Temos como exemplo de transformações estruturais, a fixação de cromo e de cobalto para melhorar as propriedades mecânicas e anticorrosivas de peças metálicas.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste dossiê é fornecer informações referentes à utilização da Produção mais Limpa como uma ferramenta de prevenção à geração de resíduos, efluentes e emissões bem como de aumento de eficiência e de redução de custos para o setor de tratamento de superfícies.

4. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO / PROCESSO

Para facilitar o entendimento do processo de implementação de PmaisL no setor tratamento de superfícies, serão apresentadas as etapas de um programa de PmaisL e, posteriormente, um exemplo de processo deste setor, seguido de estudos de caso, demonstrando os Benefícios Econômicos e ambientais.

4.1 Etapas da implementação da produção mais limpa

O primeiro passo antes da implementação de um Programa de Produção mais Limpa é a pré-sensibilização do público-alvo (empresários e gerentes) por meio de uma visita técnica, fazendo a exposição de casos bem sucedidos, ressaltando seus Benefícios Econômicos e ambientais. Além disso, devem ser também salientados:

- reconhecimento da prevenção como etapa anterior às ações de fim-de-tubo;
- as pressões dos órgãos ambientais para o cumprimento dos padrões ambientais;
- custo na aquisição e manutenção de equipamento de fim-de-tubo;
- outros fatores relevantes para que o público-alvo visualize os benefícios da abordagem de Produção mais Limpa.

É enfatizada, durante a pré-sensibilização, a necessidade do comprometimento gerencial da empresa, sem o qual não é possível desenvolver o programa de Produção mais Limpa.

Após a fase de pré-sensibilização, a empresa pode iniciar a implementação de um Programa de Produção mais Limpa por meio de metodologia própria ou com o auxílio de instituições que possam apoiá-la nesta tarefa. Um programa de implementação de Produção mais Limpa deve seguir as seguintes etapas, conforme a FIG. 13:

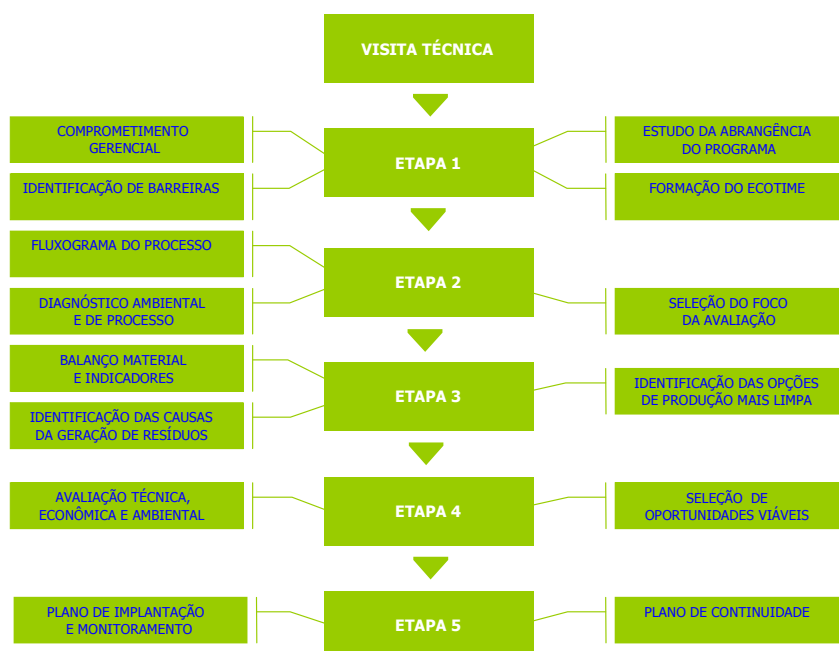


Figura 13 - Etapas da implementação de um programa de Produção mais Limpa.
Fonte: SENAI-RS, 2007.

Na ETAPA 1 a metodologia de implementação de um Programa de Produção mais Limpa contempla as seguintes fases:

- obtenção do comprometimento gerencial: é fundamental sensibilizar a gerência para garantir o sucesso do Programa. A obtenção de resultados consistentes depende decisivamente do comprometimento da empresa com o Programa;
- identificação de barreiras à implementação e busca de soluções: para que o Programa tenha um bom andamento é essencial que sejam identificadas às barreiras que serão encontradas durante o desenvolvimento do mesmo e buscar soluções adequadas para superá-las;
- estabelecimento da amplitude do Programa de Produção mais Limpa na empresa: é necessário definir, em conjunto com a empresa, a abrangência do Programa (incluir toda a empresa, iniciar em um setor crítico, etc).
- formação do Ecotime (FIG. 14).

Formação do Ecotime

O que é o Ecotime?
É um grupo de trabalho formado por profissionais da empresa que tem por objetivo conduzir o programa de Produção mais Limpa.

Funções do Ecotime:

- realizar o diagnóstico;
- implantar o Programa;
- identificar oportunidades e implantar medidas de Produção mais Limpa;
- monitorar o programa;
- dar continuidade ao programa.




Figura 14 - Descrição do Ecotime
Fonte: SENAI-RS, 2007.

A ETAPA 2 contempla o estudo do Fluxograma do Processo Produtivo, realização do diagnóstico ambiental e de processo e a seleção do foco de avaliação.

A análise detalhada do fluxograma permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, visualização da geração de resíduos durante o processo, agindo, desta forma, como uma ferramenta para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões. A FIG. 15 apresenta o fluxograma qualitativo de um processo produtivo.

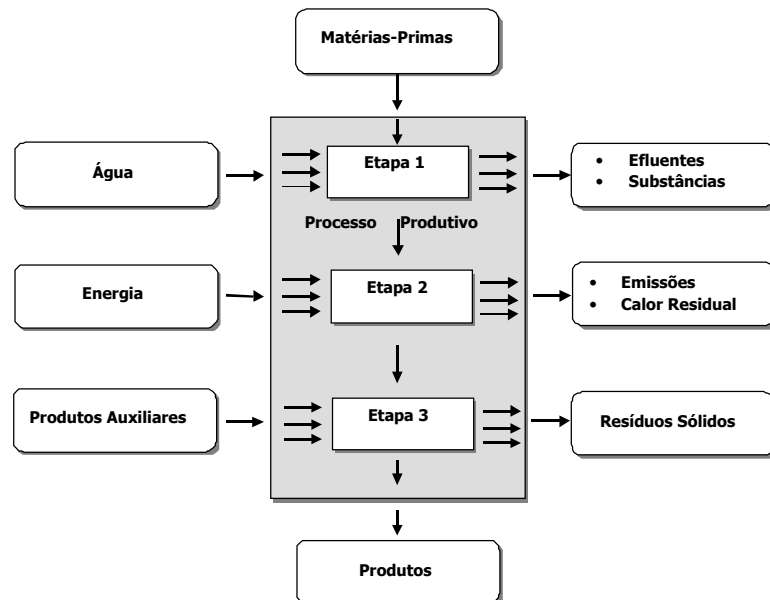


Figura 15 - Fluxograma qualitativo do processo produtivo
Fonte: SENAI-RS, 2007.

Após o levantamento do fluxograma do processo produtivo da empresa, o Ecotime fará o levantamento dos dados quantitativos, ambientais e de produção existentes, utilizando fontes disponíveis, como por exemplo, estimativas do setor de compras, etc. (FIG. 16):

- quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos), com maior enfoque para água e energia, mas sem detalhá-las por etapa do fluxograma;
- quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), mas sem detalhá-las por etapa do fluxograma;
- dados da situação ambiental da empresa;
- dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento.

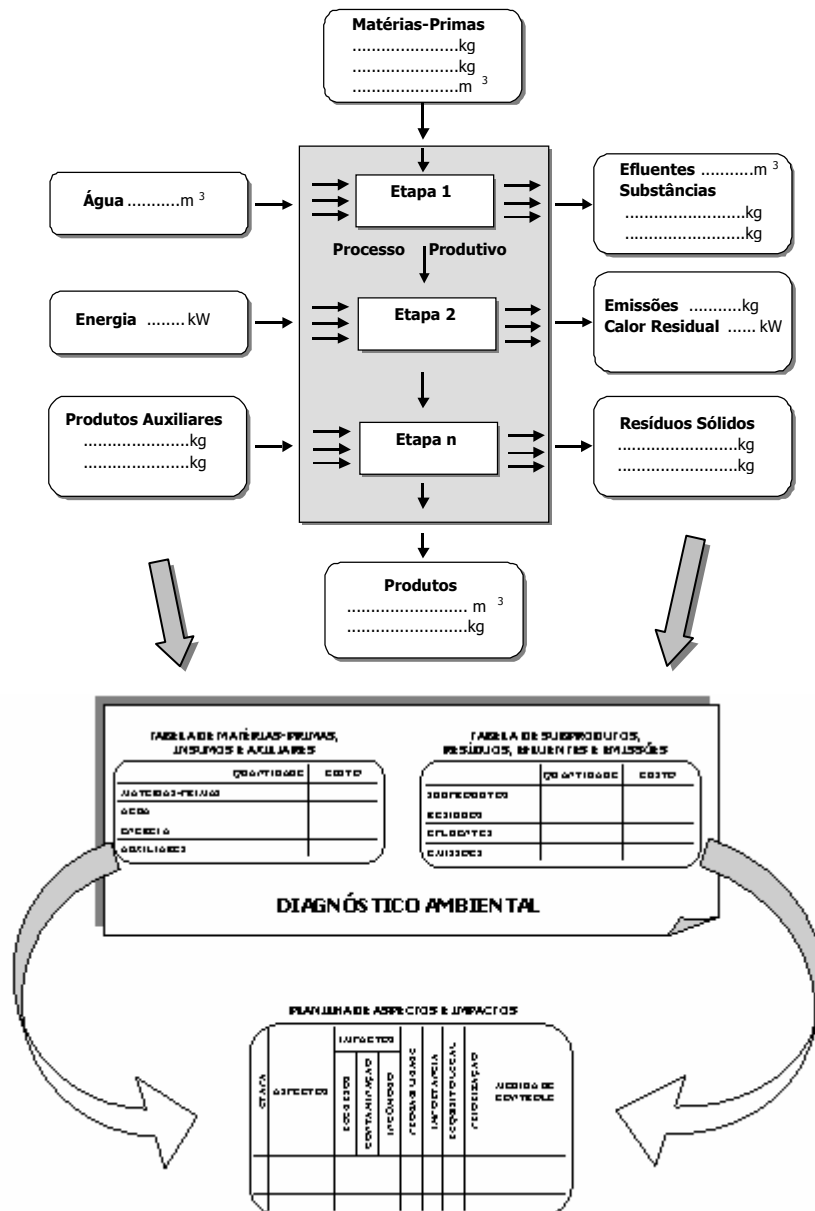


Figura 16 - Fluxograma quantitativo do processo produtivo, elaboração do diagnóstico ambiental e planilha de aspectos e impactos.
Fonte: SENAI-RS, 2007.

De posse das informações do diagnóstico ambiental e da planilha dos principais aspectos ambientais é selecionado, entre todas as atividades e operações da empresa, o foco de trabalho (FIG. 17). Estas informações são analisadas considerando os regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos. Por exemplo: se a empresa tem um determinado prazo para cumprir um auto de infração, será priorizado o item regulamentos legais.



Figura 17 - Prioridades para seleção do foco de avaliação.
Fonte: SENAI-RS, 2007.

Na ETAPA 3 é elaborado o balanço material e estabelecidos indicadores, são identificadas as causas da geração de resíduos e a identificadas as opções de Produção mais Limpa. Cada fase desta etapa é detalhada a seguir.

Análise quantitativa de entradas e saídas e estabelecimento de indicadores (FIG. 18): esta fase inicia com o levantamento dos dados quantitativos mais detalhados nas etapas do processo priorizadas durante a atividade de seleção do foco da avaliação. Os itens avaliados são os mesmos da atividade de realização do diagnóstico ambiental e de processo, o que possibilita a comparação qualitativa entre os dados existentes antes da implementação do Programa de Produção mais Limpa e aqueles levantados pelo programa:

- análise quantitativa de entradas e saídas;
- quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos);
- quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos);
- dados da situação ambiental da empresa;
- dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas.

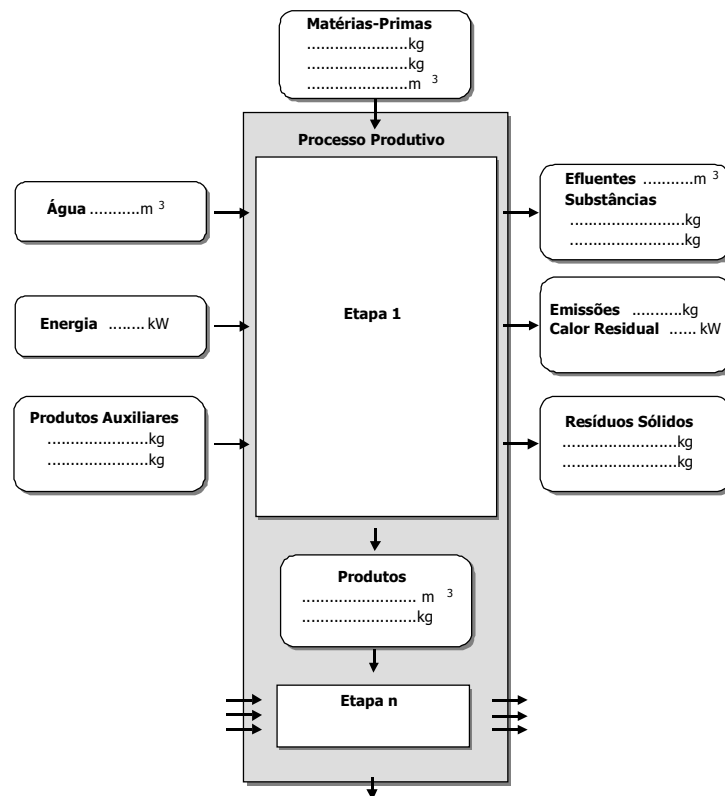


Figura 18 - Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo.
Fonte: SENAI-RS, 2007.

A identificação dos indicadores (FIG. 19) é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de Produção mais Limpa implantadas. Serão analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação. Dessa forma, será possível comparar os mesmos com os indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção mais Limpa.

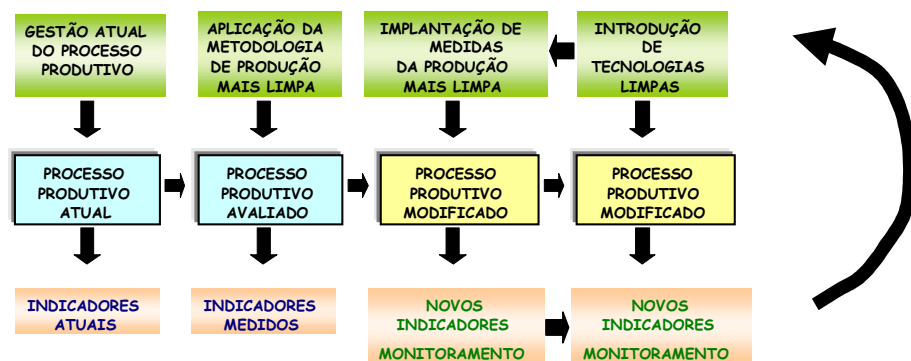


Figura 19 - Indicadores ambientais e econômicos.
Fonte: SENAI-RS, 2007.

Com os dados levantados no balanço material (quantificação) são avaliadas, pelo Ecotime, as causas de geração dos resíduos na empresa. Os principais fatores na origem dos resíduos e emissões (FIG. 20) são:

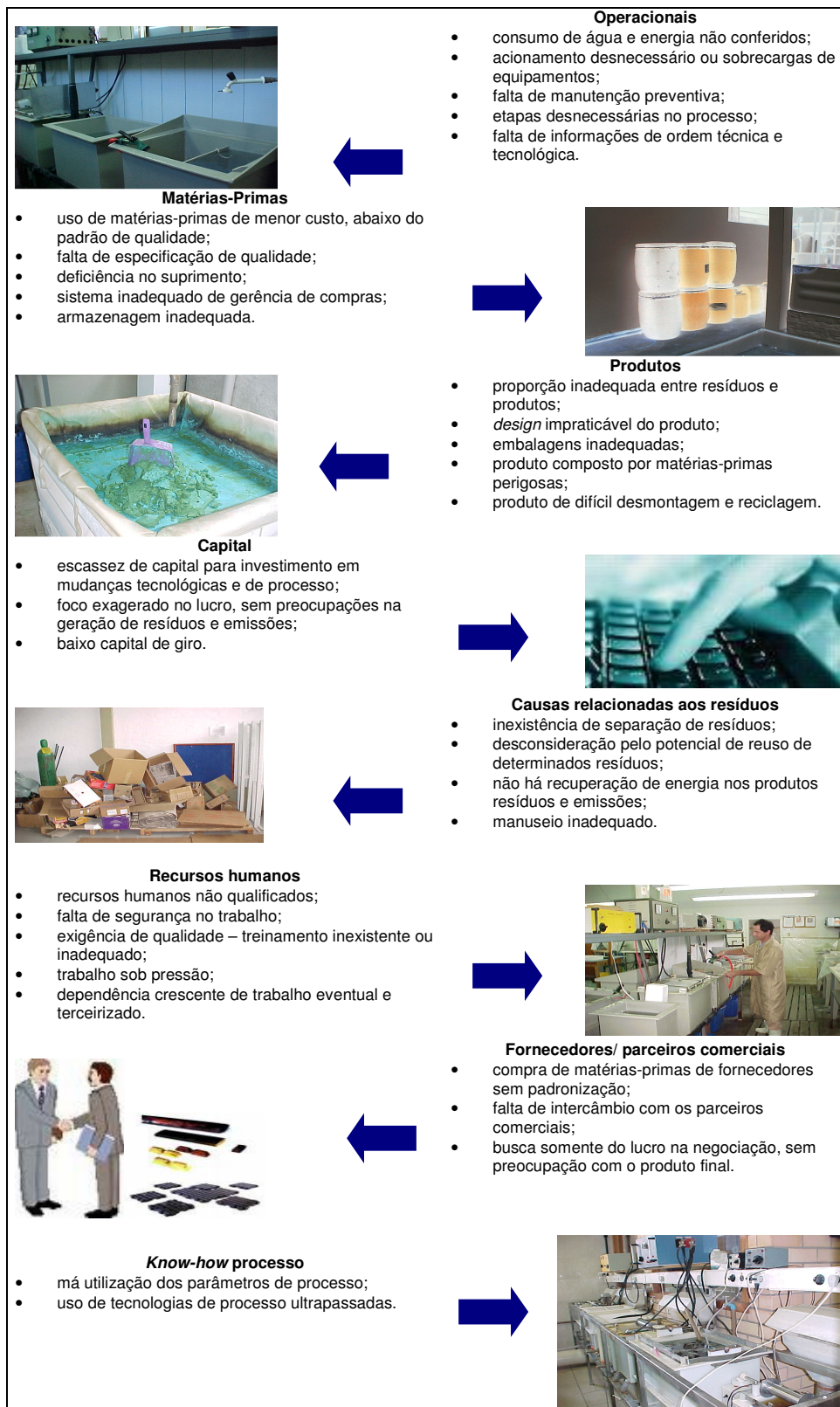


Figura 20 - Principais fatores na origem dos resíduos e emissões.
 Fonte: SENAI-RS, 2007.

Com base nas causas de geração de resíduos já descritas, são possíveis modificações em vários níveis de atuação e aplicação de estratégias visando ações de Produção mais Limpa (FIG. 21).

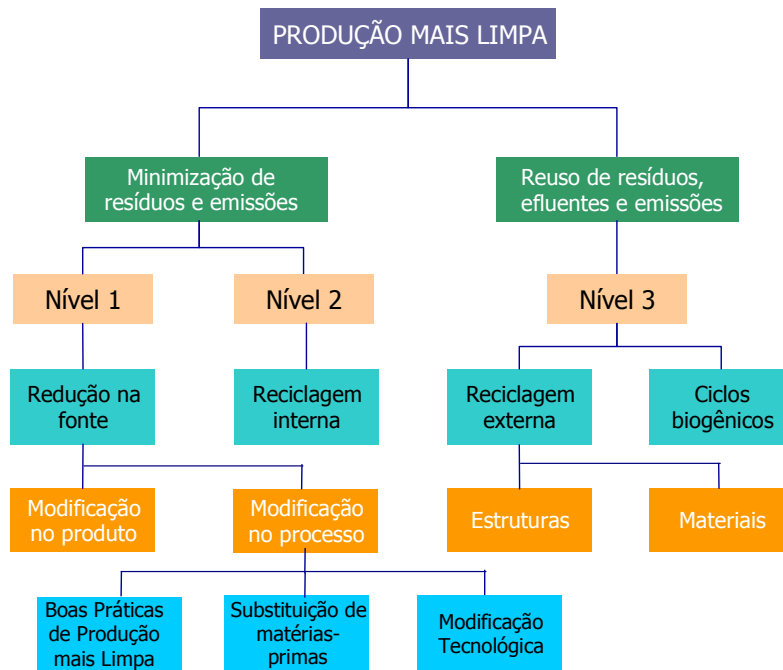


Figura 21 - Fluxograma da geração de opções de Produção mais Limpa.
Fonte: SENAI-RS, 2007.

A Produção mais Limpa é caracterizada por ações que privilegiam o Nível 1 como prioritárias, seguidas do Nível 2 e Nível 3, nesta ordem.

Deve ser dada prioridade a medidas que busquem eliminar ou minimizar resíduos, efluentes e emissões no processo produtivo onde são gerados.

A principal meta é encontrar medidas que evitem a geração de resíduos na fonte (**nível 1**). Estas podem incluir modificações tanto no processo de produção quanto no próprio produto.

Sob o ponto de vista de resíduos, efluentes e emissões e, levando-se em consideração os níveis e as estratégias de aplicação, a abordagem de Produção mais Limpa pode se dar de duas formas: através da minimização (**redução na fonte**) de resíduos, efluentes e emissões ou através da reutilização (**reciclagem interna e externa**) de resíduos, efluentes e emissões. As medidas relacionadas aos níveis 1 e 2 devem ser adotadas preferencialmente quando da implementação de um Programa de Produção mais Limpa. Somente quando tecnicamente descartadas deve-se optar por medidas de reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa (nível 3).

A ETAPA 4 constitui-se da avaliação técnica, econômica e ambiental e da seleção de oportunidades viáveis. A primeira atividade desta etapa é a avaliação técnica, ambiental e econômica das opções de Produção mais Limpa levantadas, sempre visando o aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros insumos através da não-geração, minimização, reciclagem interna e externa, conforme visto anteriormente.

Na **avaliação técnica** é importante considerar:

- impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança, etc.;
- testes de laboratório ou ensaios quando a opção estiver mudando significativamente o processo existente;
- *experiências de outras companhias com a opção que está sendo estudada;*
- todos os funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções;
- necessidades de mudanças de pessoal, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas envolvidas.



Na **avaliação ambiental** é importante considerar:

- a quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;
- a qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados – verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis;
- a redução na utilização de recursos naturais.

Na **avaliação econômica** é importante considerar:

- os investimentos necessários;
- os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;
- a economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

Os resultados encontrados durante as atividades de avaliação técnica, ambiental e econômica possibilitarão a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ecotime, gerando os **estudos de caso**.

A 5ª e última ETAPA é constituída por um plano de implementação e monitoramento e do plano de continuidade. Após a seleção das opções de Produção mais Limpa viáveis é traçada a estratégia para implementação das mesmas. Nesta etapa é importante considerar:

- as especificações técnicas detalhadas;
- o plano adequado para reduzir tempo de instalação;
- os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto;
- a instalação cuidadosa de equipamentos;
- a realização do controle adequado sobre a instalação;
- a preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Juntamente com o Plano de Implementação deve ser planejado o Sistema de Monitoramento das Medidas a serem implantadas. Nesta etapa é essencial considerar:

- quando devem acontecer as atividades determinadas;
- quem é o responsável por estas atividades;
- quando serão apresentados os resultados;
- quando e por quanto tempo monitorar as mudanças;
- quando avaliar o progresso;
- quando devem ser assegurados os recursos financeiros;
- quando a gerência deve tomar uma decisão;
- quando a opção deve ser implantada;
- quanto tempo deve durar o período de testes;

- qual é a data de conclusão da implementação.

O plano de monitoramento (FIG. 22) pode ser dividido em quatro estágios: planejamento, preparação, implementação, registros e análise de dados.



Figura 22 - Estágios da implementação do plano de monitoramento
Fonte: SENAI-RS, 2007.

Após a aplicação das etapas e atividades descritas no Plano de Monitoramento, o Programa de Produção mais Limpa pode ser considerado como implementado. Neste momento é importante não somente avaliar os resultados obtidos mas, sobretudo, criar condições para que o Programa tenha sua continuidade assegurada através da aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa.

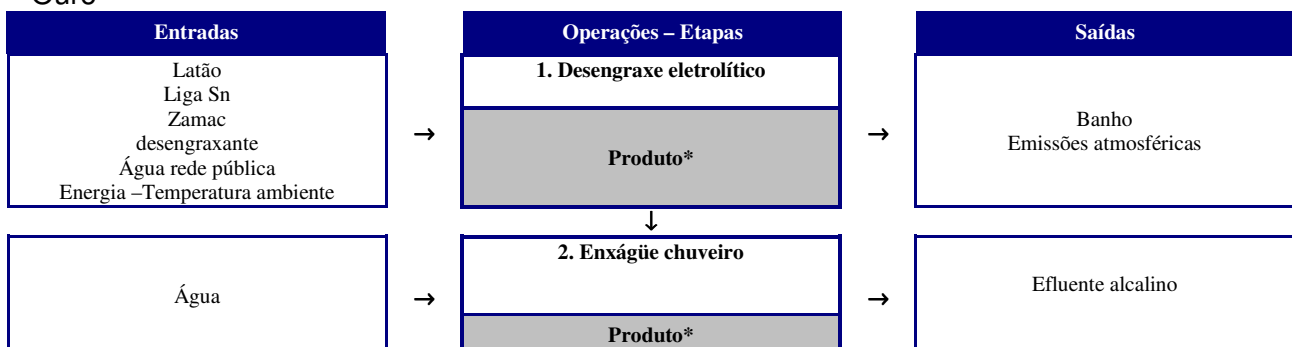
4.2 Exemplo de implementação de produção mais limpa no setor tratamento de superfícies - processo visto de um modo geral no setor

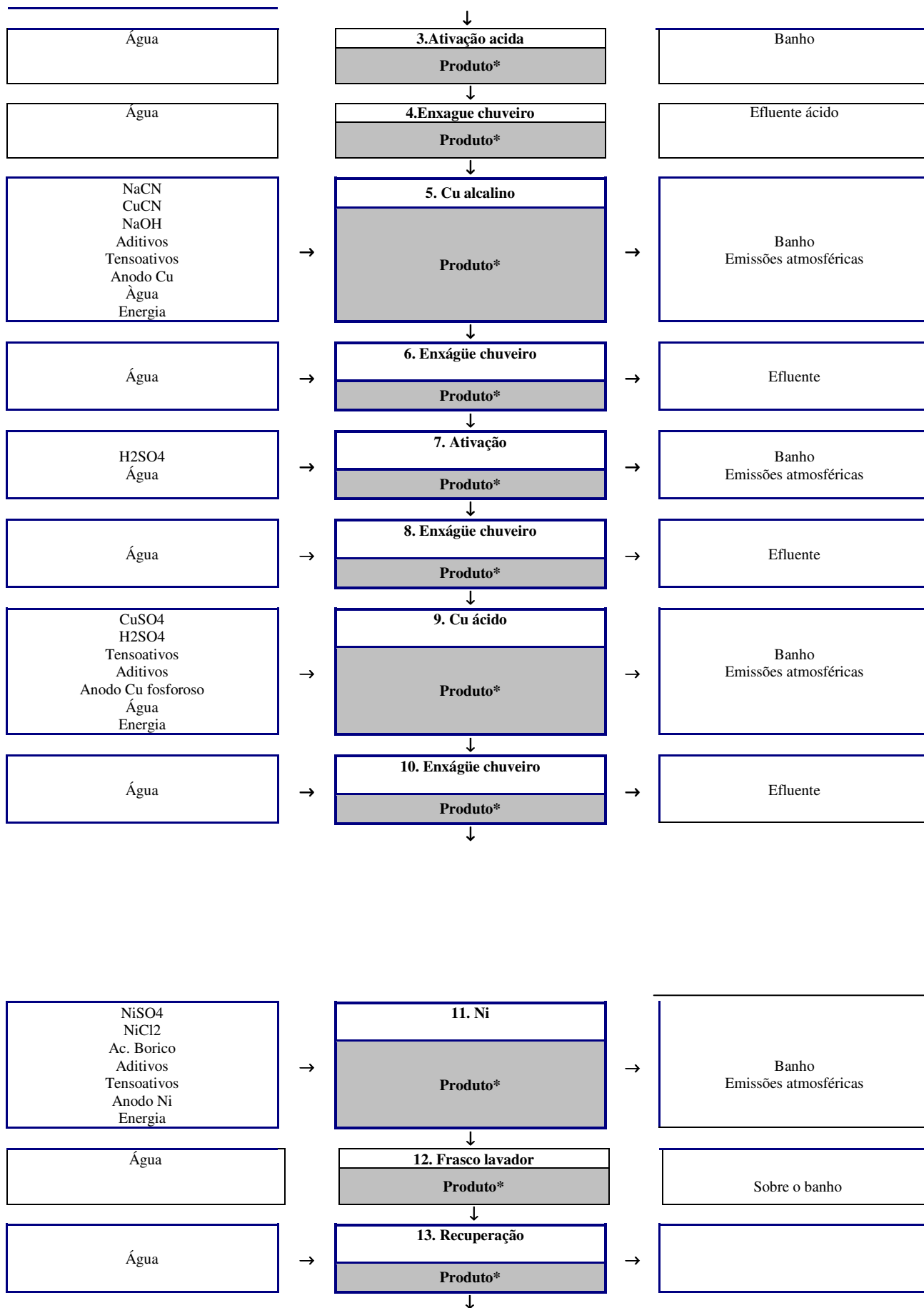
Na análise deste setor a PmaisL foi aplicada em estudos de casos, os quais contém basicamente a redução do consumo de água; da geração e o reaproveitamento de efluentes líquidos; consumo de matéria-prima; das emissões atmosféricas e resíduos de classe I – perigosos e de classe II – não perigosos.

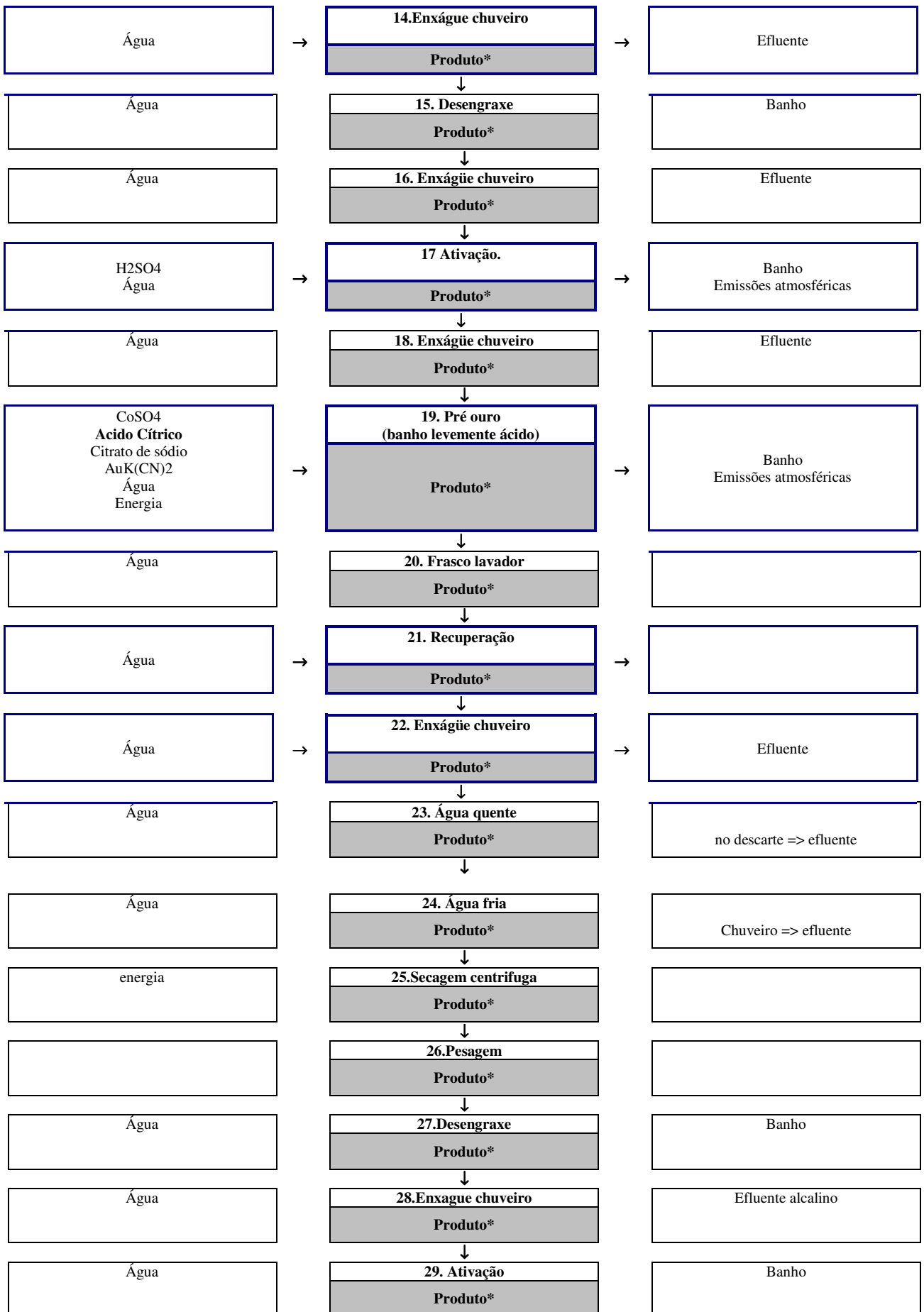
Descrição do processo Geral:

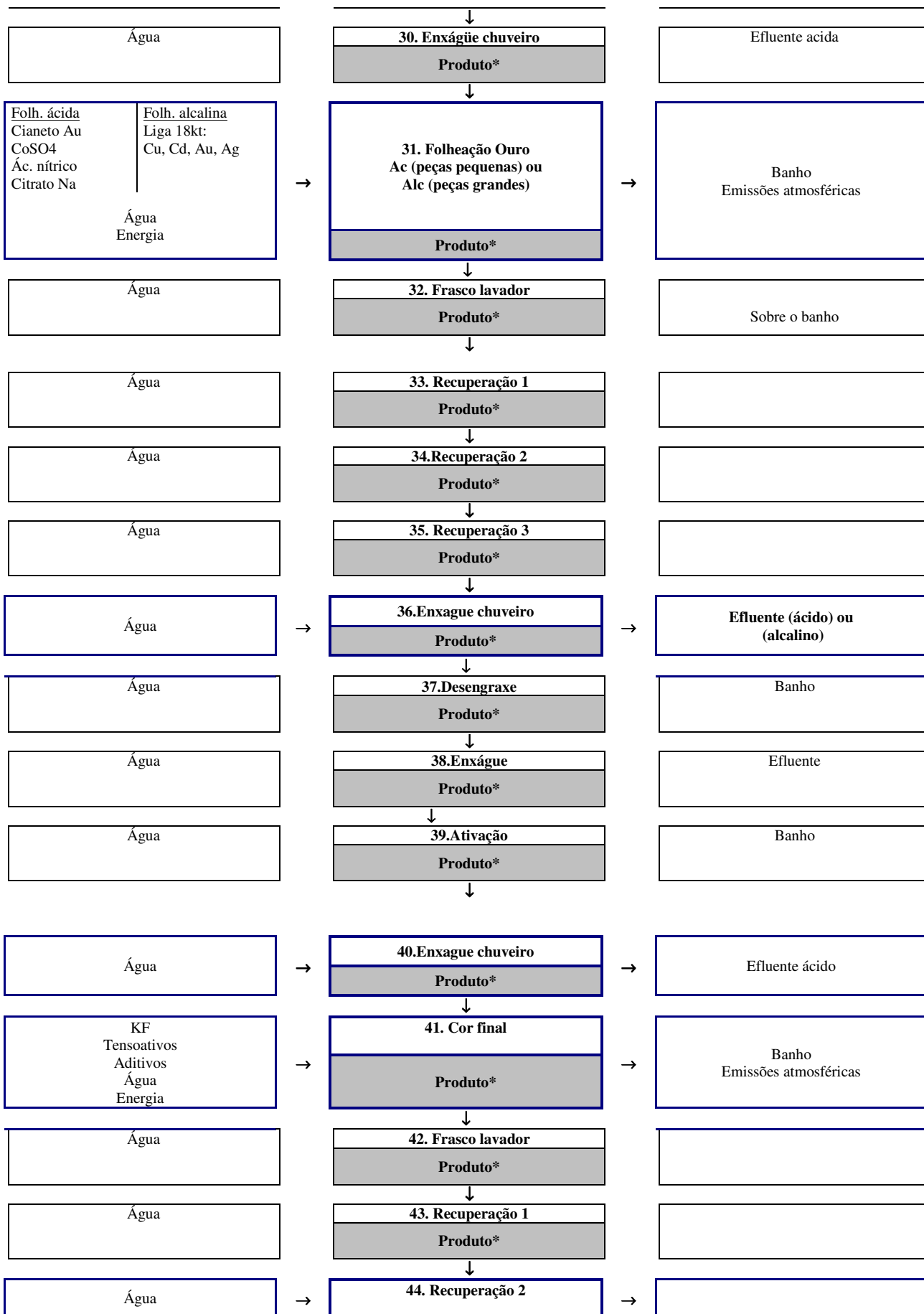
Trata-se da análise de entradas de matérias-primas, processo de produção e saídas de resíduos e desperdícios. Esta primeira análise pode ser observada nos QUADROS 1 e 2 que exemplificam de modo geral, as entras e saídas do processo da linha de Ouro e Prata respectivamente. Nele estão identificadas para cada etapa as entradas e saídas de água, produtos químicos e efluentes.

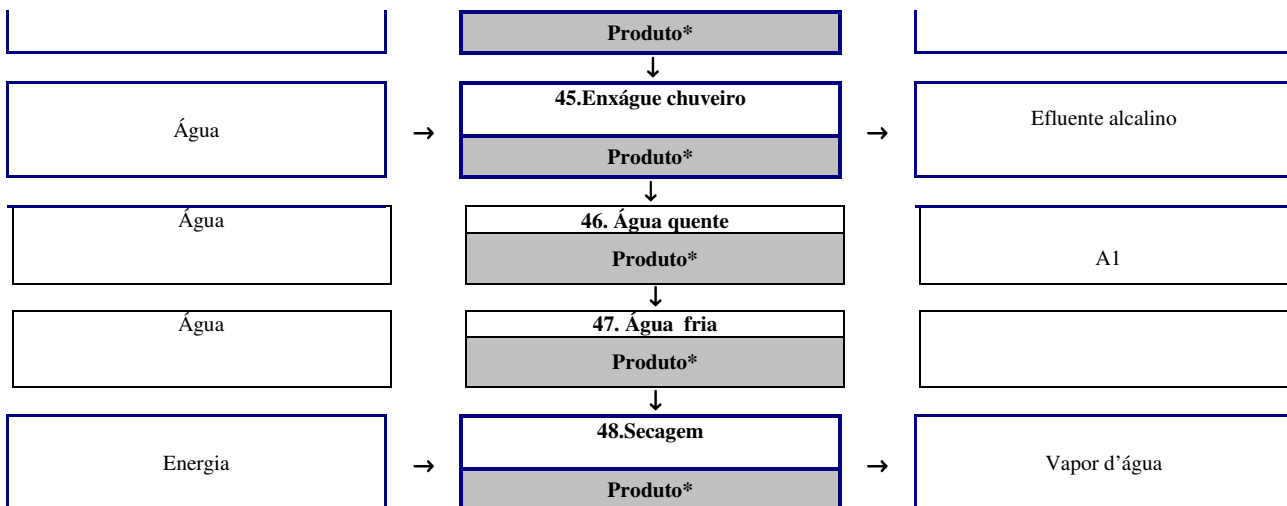
Quadro 1 - Entradas e saídas de água, produtos químicos e efluentes do processo da linha de Ouro





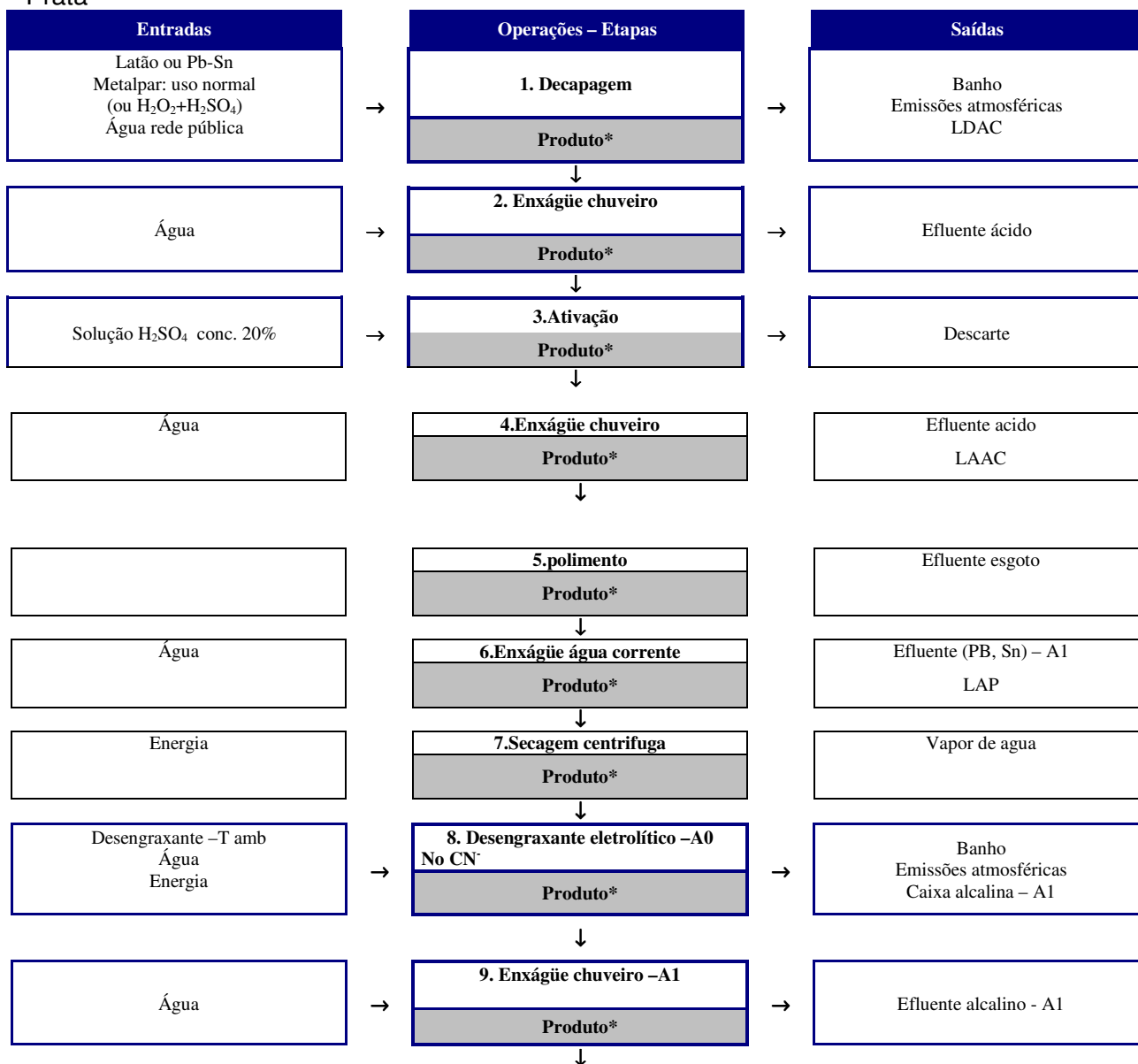


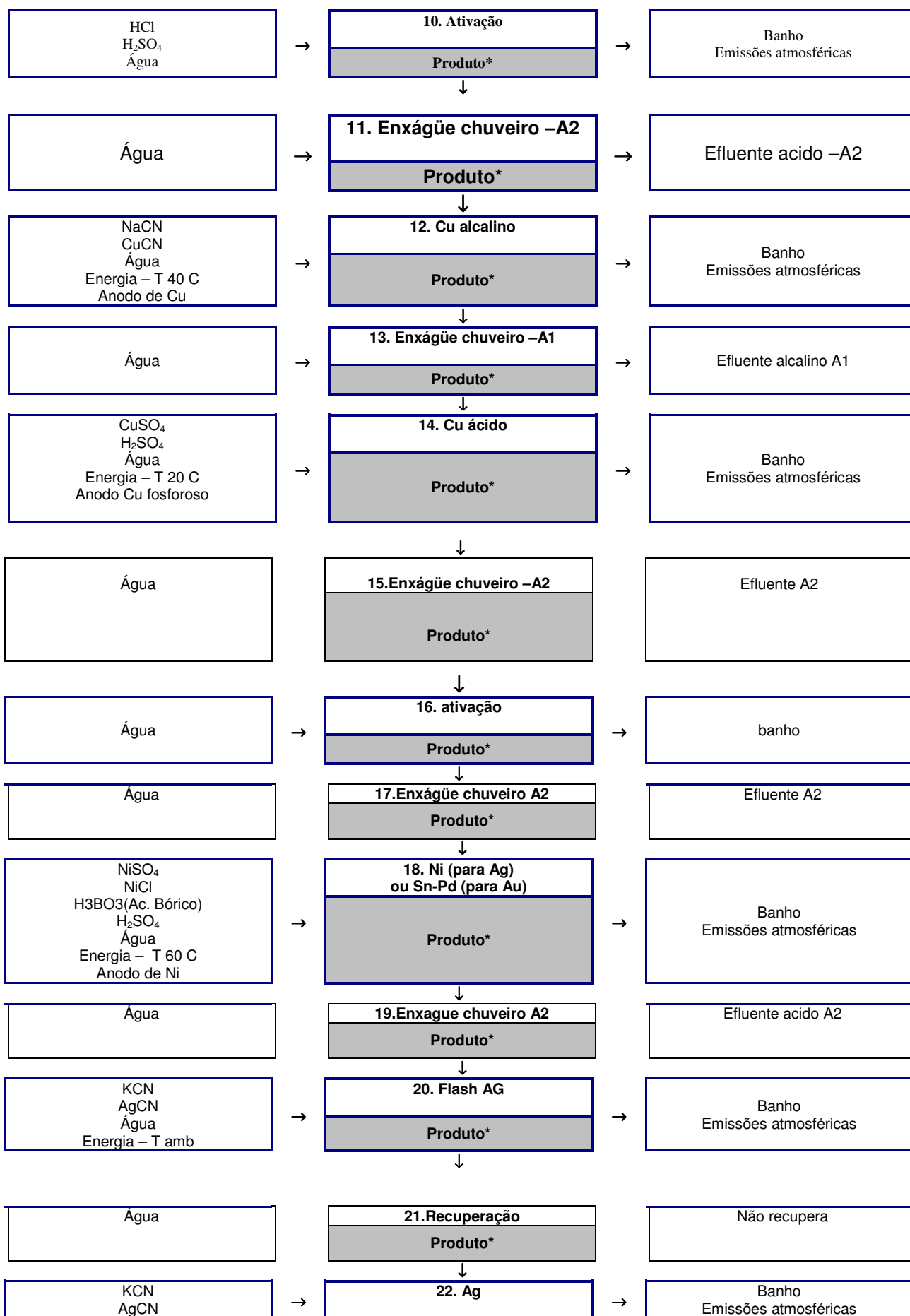


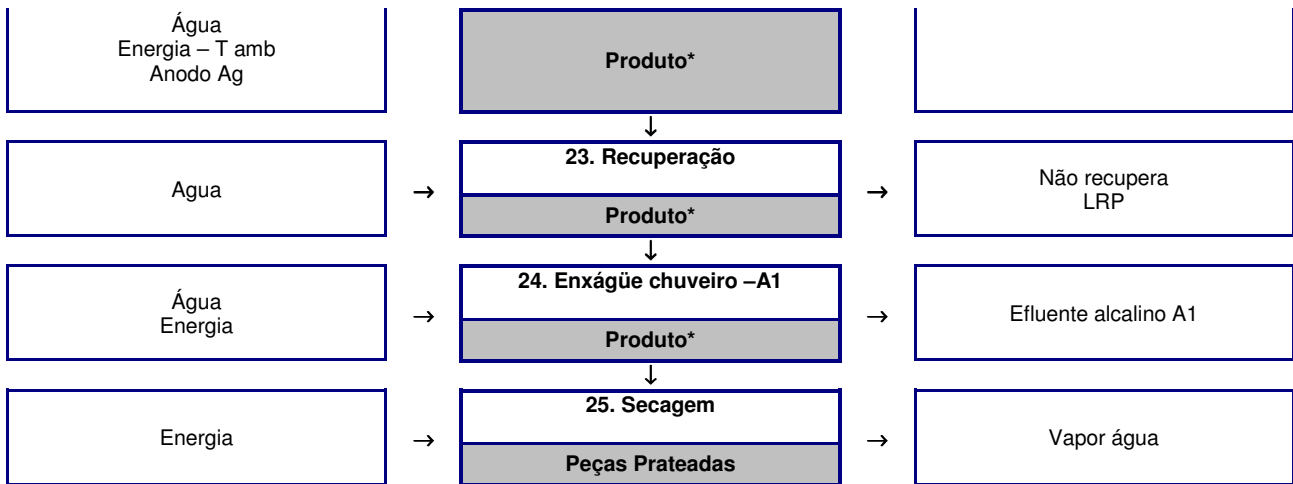


Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Quadro 2 - Entradas e saídas de água, produtos químicos e efluentes do processo da linha de Prata







Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Serão apresentados a seguir os estudos de caso referentes à redução do consumo de água, matérias-primas bem como a redução de resíduos no setor de tratamento de superfícies, utilizando-se a metodologia de Produção mais Limpa.

4.2.1 Estudo de caso nº 1: redução no consumo de água

Descrição:

Para se estimar a redução no consumo de água foram levantadas informações junto à Empresa. Esta informou que o consumo de água geral é de 3,3 m³/dia ou 74 m³/mês. Para o setor de banhos é 17 m³/mês ou 0,76 m³/dia. As medições efetuadas nos processos galvânicos determinaram o consumo de água por carga de peças no ciclo de banho, conforme descrito a seguir, tendo como peso médio cargas de 1000 g:

- Enxágües alcalinos (desengraxantes):	11,0 L/carga;
- Enxágües ácidos (cobre ácido e ativações):	15,2 L/carga;
- Enxágüe do banho anti-alérgico:	6,25 L/carga;
- Enxágüe folhação alcalina:	3,0 L/carga;
- Enxague ouro folhação ácida:	2,9 L/carga;
Total de consumo de água:	38,3 L/carga.

Observou-se que as lavagens são realizadas manualmente dependendo do operador, razão pela qual utiliza-se quantidade variável de água, nos diversos estágios do ciclo de banho. Indica-se técnicas de padronização dos pontos de consumo que limitam a vazão da água para se usar sempre a mesma quantia de água para a lavagem das peças. O fluxo de água pode ser acionado por pedal acionando facilitando o manuseio do operador com os carretéis de peças já que estará com as mãos disponíveis.

Apresenta-se outra opção para lavagem das cargas de peças, o uso de um tanque com água até cerca de ¾ de seu volume e na sua parte superior um sistema de esguichos para a lavagem final das peças. Inicialmente as peças seriam imersas na água e quando retiradas acionasse os esguichos para o enxágüe final.

Estimativa de redução no consumo de água

As medições realizadas indicam um consumo de cerca de 656 L de água por dia ou 0,656 m³/dia, considerando somente a água utilizada no enxágüe das cargas. Caso sejam adotadas as técnicas sugerida a estimativa de redução no consumo de água situa-se em torno de 30%,

isto significa um uso de 460 L / dia ($656 \text{ L / dia} - 196 = 460 \text{ L / dia}$) ou uma redução de 51,7 m³/ano ($196 \text{ L / dia} \times 22 \text{ dias} \times 12 \text{ meses/ano} = 51,7 \text{ m}^3/\text{ano}$).

Esta redução refere-se ao ciclo de banhos, não sendo consideradas outras possibilidades no estudo das águas da preparação das peças (processos de rebarbação e vibro acabamento).

4.2.2 Estudo de caso nº 2: redução do uso de produtos químicos no ciclo galvânico

O estudo de viabilidade econômica e ambiental do processo galvânico deve ser feito envolvendo o uso de águas; arraste de produtos químicos com as águas de enxágüe; uso de produtos químicos; disposição do lodo gerado e tratamento dos efluentes.

Utilizando-se técnicas que permitam a redução do consumo de produtos químicos na linha galvânica, tem-se a redução no arraste destes, com as águas de enxágüe, redução no uso de produtos para o tratamento destes efluentes e portanto redução na geração de lodo para descarte.

Técnicas para redução do uso de produtos químicos nos banhos:

A técnica mais empregada é a lavagem de recuperação. Após cada solução concentrada (banhos; ativadores; desengraxantes, etc.) tem-se um tanque de primeira lavagem das peças – tanque de recuperação do banho. Esta água deve retornar ao banho para completar o seu nível quando necessário.

Ao aplicar esta técnica estima-se uma redução de até 50% no uso de produtos químicos. Sendo este o mesmo percentual na redução da necessidade de tratamento dos efluentes e geração de lodo deste tratamento.

4.2.3 Estudo de caso nº 3: solução de limpeza das peças brutas

As peças brutas antes de serem banhadas são submetidas a um processo de limpeza utilizando-se cianeto de sódio e peróxido de hidrogênio. Como a mistura é feita na hora do uso e a quantidade de peças a limpar é variável, observou-se que o preparo da mistura nem sempre é proporcional ao peso das peças. Este fato além de ser um desperdício gera mais contaminantes para serem tratados na E.T.E.

Sugeriu-se então que se use a quantidade correta dos reagentes e coloque em provetas graduadas as duas soluções e, pelo peso das peças a limpar, dosar exatamente as quantias de cianeto e peróxido por meio das provetas que deverão ter torneiras para escoar as soluções até o recipiente onde se fará a decapagem das peças.

4.2.4 Estudo de caso nº 4: recuperação de cobre nas soluções mais concentradas

Quando se fazem cargas de peças banhadas, aumenta o volume de águas de recuperação do banho de cobre ácido. O arraste do banho não é compensado pelo retorno deste ao próprio banho devido a fato de operar a frio e portanto não sofrer evaporação significativa.

Como é difícil remover o cobre ácido dos efluentes, sugere-se que o excesso de águas da recuperação do banho seja tratado em separado reduzindo o teor de cobre nos efluentes.

Para tanto se sugere a sua remoção química em meio ácido colocando retalhos de ferro nesta solução. O cobre se depositará sobre a superfície do ferro e posteriormente poderá ser separado e vendido como cobre puro.

Para as soluções alcalinas, recomenda-se o processo de eletrólise por meio de célula

eletrolítica para este fim específico.

4.2.5 Estudo de caso nº 5: recuperação do ouro das águas de enxágüe

Pelos resultados das análises das águas de enxágüe, conclui-se que existe uma perda de ouro no ciclo de banho considerando as águas de enxágüe e que vão para o tratamento, conforme descrito a seguir:

- Teor de ouro na água do tratamento	0,875 mg / L
- Efluentes tratados	25 m3/mês ou 300 m3/ano;
- Total de Ouro nos efluentes tratados	262,5 g Ouro/ ano

Este total tratado de ouro representa um total de R\$ 9.187,50/ano considerando-se a grama do ouro cotada a R\$ 35,00.

Para a recuperação deste ouro existem dois sistemas:

- por meio de célula eletrolítica colocada no último tanque de recuperação do ouro;
- pela circulação da solução do tanque de recuperação com o uso de resinas de troca iônica, específica para captar ouro.

Monitoramento da perda de ouro nos efluentes brutos

O controle da perda de ouro nos efluentes brutos deverá ser feito por análise química de seu teor, após a implantação de sistema de recuperação de ouro das águas de recuperação de ouro.

4.2.6 Estudo de Caso Nº 6: Deposição de Ouro na Corrente – base

Utiliza-se corrente de latão, denominadas de “correntes-base”, como suporte de peças para banhar. Engancha-se nas correntes-base, as peças a ser banhadas, com fios de arame de cobre ou latão, fazendo um anel para se colocar no carretel, que serão banhadas conforme o ciclo de acabamento desejado.

Neste processo verifica-se que estas correntes também receberão camadas de banhos correspondentes ao ciclo determinado.

Devido à complexidade das conformações geométricas das peças e das correntes-base, calcula-se a deposição de cada banho pelo peso da carga. Resulta desta técnica a deposição de metais proporcional às áreas de peças e corrente-base, sendo então necessário retirar do ciclo galvânico as correntes-base para recuperação de ouro.

Considerando a deposição do ouro sobre as correntes-base, sendo que cada corrente-base é utilizada por sete ciclos de banhos antes de ser enviada para a recuperação do ouro.

Os dados medidos na Empresa indicaram os seguintes valores:

- Peso médio da corrente nova: 6,6g;
- Peso médio da corrente usada: 41,33g.

Para verificar a deposição de ouro na carga de peças e correntes-base, considera-se uma carga de peças composta por 10 correntes-base. O peso total da carga é de 800 g. A aplicação do ouro corresponderá a 10 milésimos de camada e portanto a quantia de ouro por carga será de 8,0 g.

Caso 1 - Correntes novas:

- 10 correntes = 66 g;
- Peças = 734 g.

Portanto o ouro depositado será de:

- Nas correntes = 0,7 g de ouro
- Nas peças = 7,3 g de ouro.

Caso 2 - Correntes velhas:

- 10 correntes = 413 g;
- Peças = 387 g.

Portanto o ouro depositado será de:

- Nas correntes = 4,13 g de ouro;
- Nas peças = 3,87 g de ouro.

Pelos dados conclui-se que:

- No primeiro caso as peças receberão uma camada bem próxima da especificação inicial do banho; no segundo caso a deposição de ouro nas peças ficará muito aquém do especificado.
- A deposição do ouro nas peças terá espessuras diferentes sendo, portanto suscetível de estudo de uma melhor avaliação na quantia de ouro aplicada às peças.

Considerando as seguintes hipóteses:

- a) A espessura da camada de ouro nas peças, quando as correntes-base estão para serem trocadas, está dentro da norma;
- b) A espessura da camada de ouro nas peças está abaixo da norma.

Para o caso a:

Se a espessura da camada está dentro da norma, isto significa que a quantidade de ouro aplicada no banho é maior que a necessária pois a relação de peso de peças x corrente-base indica que:

- ouro depositado total na carga: 8 g
- ouro depositado nas peças: 3,87 g = 48,3%
- ouro depositado nas correntes-base: 4,13 g = 51,7%

Portanto perde-se 51,7% de ouro à depositar sobre as peças ou seja $4,13 \text{ g} - 0,7 \text{ g} = 3,43 \text{ g}$ de ouro são usadas sem resultados de aproveitamento efetivo.

A cada carga (considerando o uso de correntes-base no limite de uso) 3,43 g de ouro são depositados nas correntes-base e não nas peças e portanto se a espessura de revestimento é a correta, teremos um uso excessivo de ouro depositado na carga.

Para o caso b:

A espessura da camada está abaixo da norma.

Utilizando o mesmo critério anterior (a) chega-se à conclusão que não há um padrão de espessura bem definido na aplicação de camada de ouro e como estas peças são aceitas, questiona-se o rigorismo do controle de qualidade de camada depositada.

Conclui-se que em ambos os casos utiliza-se ouro a mais que o necessário. Pode-se simular o valor de ouro gasto a mais no banho conforme demonstrado a seguir

Caso 1	
Uso de correntes-base novas	66 g
Carga de peças	734 g
Total da carga	800 g
Ouro depositado	
Nas correntes	0,7 g
Nas peças	7,3 g
Espessura de banho	A confirmar
Caso 2	
Uso de correntes-base velhas	413 g
Carga de peças	387 g
Ouro depositado	
Nas correntes-base	4,13 g
Nas peças	3,87 g
Espessura do Banho	a confirmar.
Diferença – antes x após	
Ouro depositado	
Peças	7,3 - 3,87 = 3,43 g
Correntes-base	4,13 - 0,7 = 3,43 g

Conclui-se que a cada carga utilizando corrente-base usadas, teremos um perda de 3,43g de ouro não irão para as peças. Tomando como média de uso das correntes-base o uso de 7 ciclos de banhos, temos que, a cada 1 banho em 7, ocorre uma perda de 3,43 g de ouro que deveria estar nas peças e não nas correntes-base.

Estimando-se que por dia banhada-se 21 cargas, logo a perda será equivalente a $3 \times 3,43 = 10,2$ g de ouro.

- No mês: 226,38 g de ouro.
- No ano: 2.716,56 g de ouro ou
- R\$ 95.079,6 / ano.

Obs.: Este ouro não é perdido, porém deverá ser recuperado pela empresa e o custo desta recuperação mais a perda correspondente é que dará o valor real da perda.

A perda efetiva corresponde ao custo de recuperação do ouro que, estimando em 10%, teremos o equivalente a R\$9.507,96/ano.

Para minimizar este desvio de deposição, sugere-se que:

- Usar somente corrente-base novas, deslocando-as a cada ciclo de banho;
- Usar como corrente-base fio de latão ou cobre, descartando-os para a recuperação do ouro a cada ciclo de banho;
- Estudar a possibilidade de utilizar um fio de cobre com revestimento plástico e com flexibilidade suficiente para poder ser utilizado como corrente-base, no qual se farão rasgos no plástico, deixando o fio nu, onde as peças serão enganchadas. A deposição de banho na corrente base será somente nestes pequenos rasgos.

4.2.7 Estudo de caso nº 7: recuperação da prata das águas de enxágüe

Os resultados das análises evidencia que a prata não é recuperada das águas de enxágüe das peças e das águas de recuperação, conclui-se então que existe uma perda de prata no ciclo de banho bastante significativa.

Considerando que o teor médio de prata das águas de recuperação que vão para o tratamento é de 0,622%, tem-se que para cada litro de água de recuperação existem 6,22 g de prata o que significa R\$ 4,665/L. Estima-se que a cada semana sejam descartados 10 L o que equivale a 62,2 g de prata por semana; Em um ano tem-se 3.234 g de prata ou 3,234 kg/ano com o custo de R\$750,00/kg R\$ 2.425,50/ano.

Sugere-se que as águas provenientes dos banhos de recuperação sejam coletados em separado e seu volume avaliado periodicamente para o estabelecimento do correto benefício econômico obtido pela recuperação da prata.

Deve-se considerar também o benefício ambiental referente a minimização do contaminante prata (estabelecido pela legislação ambiental) no efluente final e no lodo galvânico.

Para a recuperação da prata além dos processos químicos convencionais existem outros sistemas, que são descritos s seguir:

- por meio de célula eletrolítica colocada no último tanque de recuperação da prata;
- pela circulação da solução do tanque de recuperação com o uso de resinas de troca iônica específica para captar prata;

4.2.8 Estudo de Caso Nº 8: Deposição de Prata na Corrente – base

Utiliza-se corrente de latão, denominadas de “correntes-base”, como suporte de peças para banhar. Engancham-se nas correntes-base, as peças a ser banhadas, com fios de arame de cobre ou latão, fazendo um anel para se colocar no carretel, que serão banhadas conforme o ciclo de acabamento desejado.

Neste processo verifica-se que estas correntes também receberão camadas de banhos correspondentes ao ciclo determinado.

Devido à complexidade das conformações geométricas das peças e das correntes-base, calcula-se a deposição de cada banho pelo peso da carga. Resulta desta técnica a deposição de metais proporcional às áreas de peças e corrente-base, sendo então necessário retirar do ciclo galvânico as correntes-base para recuperação da prata.

Considerando a deposição da prata sobre as correntes-base, sendo que cada corrente-base é utilizada por sete ciclos de banhos antes de ser enviada para a recuperação da prata.

Para minimizar este desvio de deposição, sugere-se que:

- Usar somente corrente-base novas, deslocando-as a cada ciclo de banho;
- Usar como corrente-base fio de latão ou cobre, descartando-os para a recuperação do ouro a cada ciclo de banho;
- Estudar a possibilidade de utilizar um fio de cobre com revestimento plástico e com flexibilidade suficiente para poder ser utilizado como corrente-base, no qual se farão rasgos no plástico, deixando o fio nu, onde as peças serão enganchadas. A deposição de banho na corrente base será somente nestes pequenos rasgos.

Resumo de Benefícios Econômicos e Ambientais

O QUADRO 3 apresenta os benefícios econômicos (ano):

Quadro 3 - Benefícios econômicos

	Antes	Depois	% redução	Redução R\$
Consumo de água	173,18 m3	121,44 m3	30	248,35
Uso produtos químicos	R\$ 207,85	R\$ 103,93	50	103,93
Tratamento de efluentes	R\$ 2.187,20	R\$ 1.093,60	50	1.093,60
Disposição de lodo	R\$ 20,00	R\$ 10,00	50	10,00
Recuperação ouro*	R\$ 2.756,25	R\$ 9.187,50	100	6.431,25
Deposição de ouro	0	2.716,56 g	10	9.507,96
Recuperação Prata	R\$2.425,50	R\$ 727,65	70	1.697,85
Total			R\$	19.092,94

Fonte: Centro Nacional Tecnologias Limpas, 2007.

Foi considerada uma recuperação de 70% do total de ouro arrastado.

O QUADRO 4 apresenta os benefícios ambientais (ano)

Quadro 4: Benefícios ambientais

	Antes	Depois	% redução	Quantia Economizada
Consumo de água	173,18 m3	121,44 m3	30	51,7 m3
Tratamento de efluentes	173,18 m3	121,44 m3	30	51,7 m3
Disposição de lodo	80 kg	40 kg	50	40 kg
Produtos Químicos:				kg
Desengraxante				5,00
Cianeto de Sódio	10,03	5,00		5,00
Cianeto de Cobre	4,08	2,04		2,04
Soda Cáustica	15,34	7,67		7,67
Ácido Sulfúrico	3,40	1,70	50	1,70
Sulfato de Cobre	17,06	8,53		8,53
Banho de Cobre	34,18	17,09		17,09
Alcalino	332,64	166,3		166,3
Banho de Cobre	332,64	166,3		166,3
Ácido				
Recuperação ouro	262,5 g	78,75 g	70	183,75 g
Deposição de ouro	2.716,56	0	100	2.716,56
Recuperação prata	970,2 g	3.234,0 g	70	2.263,8g

Fonte: Centro Nacional Tecnologias Limpas, 2007.

Foi considerado o depósito de todo o ouro nas peças.

Após os estudos de casos foram identificadas algumas oportunidades de PmaisL nas empresas do setor de tratamento de superfície, relacionadas no quadro 5 a seguir:

Quadro 5 - Oportunidades de PmaisL

Oportunidade	Finalidade	Como fazer
➤ Redução do consumo de água.	Reduzir o consumo de água de enxágüe do processo galvânico e conseqüente redução no tratamento de efluentes.	Alterar o processo de enxágüe; adaptar pedal para o acionamento da ducha, que passa a ser fixa.
➤ Uso racional dos produtos de limpeza das peças brutas.	Reduzir o consumo de produtos químicos da limpeza das peças brutas.	Através de dosadores volumétricos e de tabela indicativa das quantias de produtos à utilizar conforme o peso de peças a limpar.
➤ Recuperação do cobre de águas de recuperação dos banhos de cobre ácido.	Reduzir o teor de cobre que vai com as águas de enxágüe para o tratamento e recuperar o cobre metálico.	Adaptar tanque de recuperação para a primeira lavagem após o banho de cobre ácido. O cobre é recuperado das águas desta lavagem por deslocamento iônico (diferença de eletronegatividades) entre o ferro e o cobre em solução – deposição química do cobre sobre chapa de ferro (aço-carbono).
➤ Recuperação do ouro das águas de enxágüe por resinas trocadoras de íons ou por eletrodeposição fina.	Recuperar o ouro que sai com as águas residuais sendo descartado com estas.	Uso de resinas troca iônicas seletivas para a retirada do ouro que sai com as águas de enxágüe dos banhos; Uso de célula de eletrolise fina para a mesma finalidade.
➤ Recuperação da prata das águas de enxágüe.	➤ Recuperar a prata das lavagens de recuperação dos banhos de prata que atualmente são descartadas para o tratamento.	➤ Uso de métodos convencionais de recuperação da prata em águas de enxágüe dos banhos de prata.
➤ Racionalização do uso de corrente-base para minimizar o uso de ouro depositado nestas correntes.	Redução da deposição inadequada de ouro nas correntes-base que servem como suporte das peças.	Uso de fio de latão no lugar de corrente-base; Uso da corrente-base com ciclo menor de utilizações, decapando-as mais freqüentemente de forma a reduzir a área de deposição nestas correntes.
➤ Redução de tratamento de efluentes.	Menor quantia de águas residuais e menor uso de produtos químicos para o seu tratamento.	A redução no uso de água com o sistema de lavagem modificado e da implantação de lavagens de recuperação após os banhos darão um reflexo tanto na quantidade de efluentes gerados quanto no uso de produtos químicos para o seu tratamento, tendo em vista que haverá menor contaminação dos efluentes

Fonte: Centro Nacional Tecnologias Limpas, 2007.

5 SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - NORMAS REGULAMENTADORAS

Com o intuito de preservar a saúde, a integridade física dos trabalhadores e desenvolver a consciência prevencionista na redução de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, melhorando desta forma a qualidade de vida do trabalhador, existem alguns programas que além de atender as exigências das legislações vigentes visam amparar as organizações referentes a fiscalizações e ações civis e trabalhistas, dentre eles:

Norma Regulamentadora Nº 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – NR 7 - PCMSO: a Norma Regulamentadora NR-7 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores.

Norma Regulamentadora Nº 9 – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais – NR 9 - PPRA: a Norma Regulamentadora NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Com estes programas espera-se que a organização conheça os riscos ambientais pertinentes aos seus processos, adote medidas para eliminação, minimização, monitoramento e controle periódico destes riscos, faça a integração do PPRA com o PCMSO e implemente a cultura de segurança com vistas qualidade de vida.

Estes programas que são parte integrante do conjunto mais amplo de iniciativas das empresas no campo da preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores devem estar articulados com o disposto nas demais Normas Regulamentadoras a serem adotadas pelas indústrias do setor peças brutas dentre elas:

- NR 5 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA;
- NR 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI;
- NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 12 – Máquinas e equipamentos;
- NR 13 - Caldeiras e vasos de pressão;
- NR 14 – Fornos;
- NR 15 - Atividades e operações insalubres;
- NR 16 - Atividades e operações perigosas;
- NR 17 – Ergonomia;
- NR 20 - Líquidos combustíveis ou inflamáveis;
- NR 23 - Proteção contra incêndios;
- NR 25 - Resíduos industriais;
- NR 26 - Sinalização de segurança;
- NR 33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados.

6 FUNDAMENTOS LEGAIS

A preocupação com a sustentabilidade das empresas do setor de tratamento de superfícies e as exigências do mercado, faz com que as empresas se voltem à necessidade de cumprimento da legislação.

As atividades industriais devem atender a Legislação Ambiental que baseia-se no licenciamento ambiental, fundamentado na Resolução CONAMA nº 237/97 - Regulamenta os aspectos de Licenciamento Ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Esta define as fases do licenciamento:

Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

7 LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÕES E NORMAS TÉCNICAS AMBIENTAIS

Neste capítulo são apresentadas algumas normas e legislações relacionadas ao meio ambiente que podem ser interessantes ao setor de peças brutas:

Leis

Lei n° 7.804/89 - Altera a Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei n° 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei n° 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências.

Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - LEI DE CRIMES AMBIENTAIS - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.

Decretos-leis

Decreto Legislativo n° 67/95 - Aprova o texto da Convenção n° 170, da Organização Internacional do Trabalho, relativa à segurança na utilização de produtos químicos no trabalho, adotada pela 77ª reunião da Conferência Internacional do Trabalho, em Genebra, em 1990.

Decreto-Lei n° 1.413/75 - Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.

Decretos

Decreto n° 157/91 - Promulga a Convenção n° 139, da Organização Internacional do Trabalho - OIT, sobre a Prevenção e o Controle de Riscos Profissionais causados pelas Substâncias ou Agentes Cancerígenos.

Decreto n° 2.657/98 - Promulga a Convenção n° 170 da OIT, relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990.

Decreto n° 50.877/61 - Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País e dá outras providências.

Decreto n° 76.389/75 - Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial de que trata o Decreto-Lei n° 1.413/75, e dá outras providências.

Decreto n° 93.413/86 - Promulga a Convenção n° 148, sobre a Proteção dos Trabalhadores Contra os Riscos Profissionais Devidos à Contaminação do Ar, ao Ruído e às Vibrações no Local de Trabalho.

Portarias

Portaria n° 110/INMETRO/MICT/94 - Aprova as Instruções que estabelecem os requisitos a serem satisfeitos pelos veículos e equipamentos utilizados no transporte rodoviário de produtos perigosos, quando carregados ou contaminados.

Portaria n° 261/MT/89 - Promove ajustamentos técnico-operacionais no Regulamento para o

Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Revogada, substituída pela Resolução n° 420/ANTT, de 12.2.2004.

Portaria n° 254/MT/01 - Altera as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, anexas à Portaria n° 204/MT, de 20/5/97. Revogada, substituída pela Resolução n° 420/ANTT, de 12.2.2004.

Portaria n° 3.214/MTE/78 - Aprova as Normas Regulamentadoras NR do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Com alterações e regulamentações pelas Portarias (MTE) n° 01, de 25.4.1980; n° 03, de 21.2.1992; n° 08, de 1°7.1993; n° 4, de 11.4.1994, e n° 26, de 29.12.1994.

Resoluções

Resolução CONAMA n° 001/86 - Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Com alterações pela Resolução n° 11/86.

Resolução CONAMA n° 001-A/86 - Dispõe sobre transporte de produtos perigosos em território nacional.

Resolução CONAMA n° 001/90 - Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais.

Resolução CONAMA n° 002/91 - Dispõe sobre adoção ações corretivas, de tratamento e de disposição final de cargas deterioradas, contaminadas ou fora das especificações ou abandonadas.

Resolução CONAMA n° 003/90 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

Resolução CONAMA n° 005/89 - Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR.

Resolução CONAMA n° 006/88 - Dispõe sobre o licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos.

Resolução CONAMA n° 008/90 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

Resolução CONAMA n° 0023/96 - Regulamenta a importação e uso de resíduos perigosos.

Resolução CONAMA n° 237/97 - Regulamenta os aspectos de Licenciamento Ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.

Resolução CONAMA n° 275/01 - Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.

Resolução CONAMA n° 281/01 - Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento.

Resolução CONAMA n° 313/02 - Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

Resolução CONAMA n° 316/02 - Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Resolução CONAMA n° 357/05 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Resolução ANTT n° 420/04 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Com alterações pela Resolução ANTT n° 701/04.

RESOLUÇÃO ANTT n° 701/04 - Altera a Resolução n° 420, de 12 de fevereiro de 2004, que aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos e seu anexo.

Normas da associação brasileira de normas técnicas (ABNT)

NBR 7.500 (SB54) - 11/05 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

NBR 8.969/85 - Poluição do ar –Terminologia

NBR 9.800-04/87 - Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgotos sanitários.

NBR 10.004 (Cb155) - 05/04 - Resíduos sólidos: classificação.

NBR 10.005/87 - Lixiviação de resíduos - Procedimento.

NBR 10.006/87 - Solubilização de Resíduos Procedimento.

NBR 10.151/00 -Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento

NBR 10.152 (NB 95) - 12/87 - Níveis de ruído para conforto acústico.

NBR 10.702/89 - Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias - Determinação da massa molecular -base seca -Método de ensaio,

NBR 10.703/89 - Degradação do solo - Terminologia.

NBR 11.174/89 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - Procedimento.

NBR 12.235 (NB 1183) - 04/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos: procedimento.

NBR 13.221 - 06/05 - Transporte terrestre de resíduos.

NBR ISO 14.044 - 10/05 - Sistemas de gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio

NBR 14.725 - 07/05 - Ficha de informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.

8 RESÍDUOS INDUSTRIAIS

As empresas de tratamento de superfícies que envolvem atividades de preparação de peças, utilizam produtos líquidos que dão origem a efluentes concentrados de compostos metálicos, ácidos, aditivos e lamas metálicas.

Já nos processos de galvanoplastia ocorre a geração de resíduos de lodo galvânico, contendo metais pesados, tais como, cromo, níquel, zinco, cobre, ferro e outros.

Nas operações de tratamento mecânico, tais como, polimento, lixagem, decapagem mecânica, pulverização de materiais em pó. São geralmente constituídos de poeiras de partículas metálicas, cerâmicas ou orgânicas.

As emissões atmosféricas são geradas devido à evaporação dos líquidos nos banhos quentes e em solventes, e nas reações eletrolíticas nos processos de decapagem, de desengraxe e de corrosão e nos eletrodos do processo galvânico.

Devido às características de seus processos produtivos o setor de tratamento de superfícies gera diversos resíduos perigosos, que quando dispostos de maneira inadequada podem acarretar em danos ao meio ambiente, por este motivo deve ser elaborado o Plano de Gerenciamento de Resíduos.

9 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS – é um documento integrante do processo de licenciamento ambiental, que aponta e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos. Este aborda ações visando minimizar a geração de resíduos na fonte, bem como todos os procedimentos a serem adotados na segregação, coleta, classificação, acondicionamento, armazenamento interno/externo, transporte interno/externo, reciclagem, reutilização, tratamento interno/externo e disposição final de acordo com as normas e legislação pertinentes. O gerenciamento de resíduos possibilita reduzir despesas e por consequência aumentar a receita, além de promover a imagem da organização junto aos órgãos ambientais e opinião pública.

A primeira etapa do gerenciamento de resíduos é classificação e a quantificação dos resíduos gerados na Empresa. A classificação dos resíduos deve seguir as recomendações da NBR 10.004/2004. Após a classificação, é possível promover a segregação dos resíduos.

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que os originou, de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Os resíduos são classificados em:

Classe I - perigosos: são aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ou ainda os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos. Exemplos: lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, resíduos infectantes, óleo combustível / lubrificante, solventes e graxas.

Classe IIA – não perigosos e não inertes: são aqueles que não se enquadram nas classe I e IIB, e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água. Exemplos: sucata de madeira, cinzas da caldeira, lixo doméstico, papel / papelão, resíduos de alimentos.

Classe II B - não perigosos e inertes: são aqueles que não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto. Exemplos: vidro, areia.

A FIG. 23 exibe um fluxograma de como classificar os resíduos, segundo a NBR 10.004.

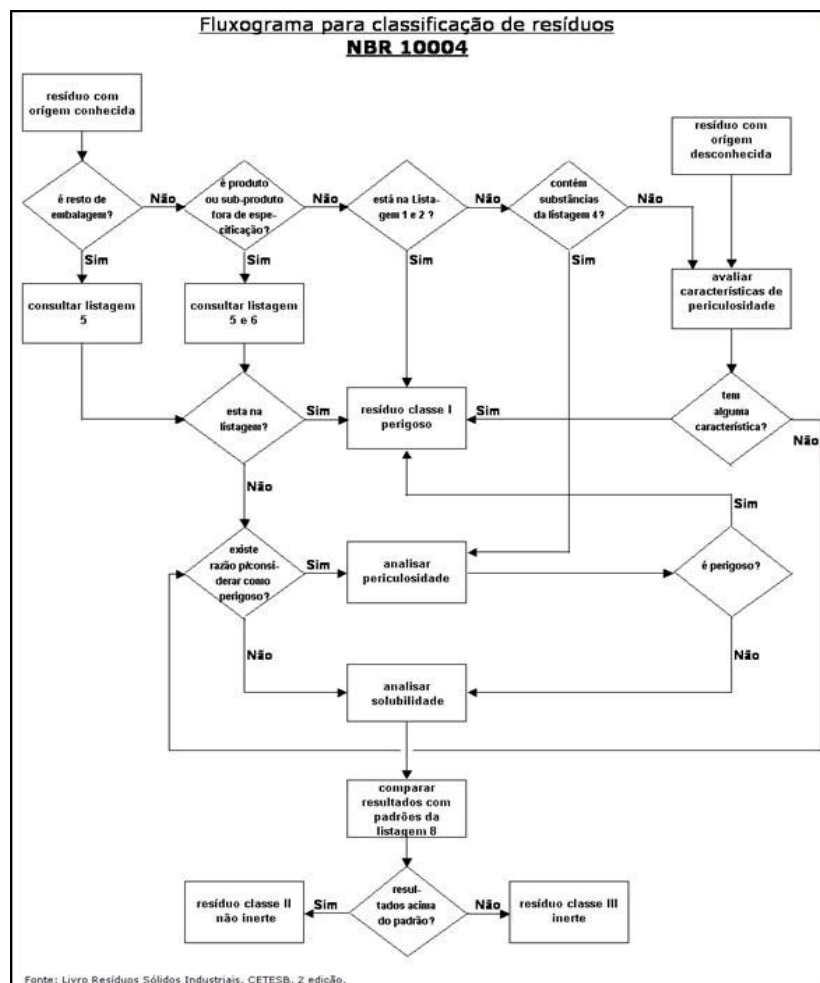


Figura 23 – fluxograma de classificação dos resíduos
Fonte: Fluxograma para a classificação dos resíduos, 2007.

Os resíduos sólidos gerados pela indústria de tratamento de superfícies, em geral, podem ser classificados como:

Resíduos de Classe II A – não Inertes: restos de papel, embalagens de filmes e papel, sobras de plástico, etc.

Resíduos de Classe I – Perigosos: epi's contaminados, materiais de limpeza como panos e estopas sujos com óleos, prata, cobre, etc. Além destes temos efluentes líquidos, que caso estejam fora dos padrões normais estabelecidos pelo órgão ambiental do estado onde está sendo localizado o empreendimento, será necessária a criação de uma estação de tratamento de efluentes – ETE adequada para a realização de tratamento antes da disposição final do efluente e emissões de poluentes atmosféricos provenientes da evaporação dos líquidos dos banhos de peças, geração de ruídos e vibrações que podem ocasionar riscos à saúde das pessoas envolvidas no processo. Para melhor avaliação destes poluentes são necessários um estudo e acompanhamento por profissionais capacitados desta área. Considerando que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água, foi criada a resolução CONAMA 275/01, que exhibe o código de cores para a coleta seletiva a fim de facilitar o processo de reciclagem. O QUADRO 6 exhibe o código de cores para a coleta seletiva segundo a CONAMA 275/01.

Quadro 6 - Código de cores para coleta seletiva segundo a resolução do CONAMA 275/01

Cor	Resíduo	Exemplos
AZUL	Papel e papelão	Caixas de papelão, folha de ofício, papel toalha, jornal, papel timbrado, rótulos, embalagens, etc.
VERMELHO	Plástico	Garrafas plásticas, filme ou embalagens plásticas.
VERDE	Vidro	Embalagens de vidro
AMARELO	Metais	Embalagens metálicas não contaminadas, latas de alumínio, chapas metálicas, anéis de vedação dos produtos, etc.
PRETO	Madeira	Resíduos derivados de madeira, tábuas, cadeiras, classes etc.
LARANJA	Resíduo perigoso	Resíduo contaminado com óleo, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, embalagens contaminadas, resíduos do ambulatório, etc.
BRANCO	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde	Seringas, agulhas, gases, algodão etc.
ROXO	Resíduos radioativos	Raios-X, baterias, etc.
MARROM	Orgânico	Guardanapos usados, restos de comida e frutas, resíduos de podas, meios de cultura descontaminadas, etc.
CINZA	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação	

Fonte: Centro Nacional Tecnologias Limpas, 2007.

9.1 Medidas de minimização de efluentes e resíduos

Considerando-se que os efluentes e os resíduos são compostos de produtos químicos, água e energia, uma diminuição na geração de efluentes representa economia destes insumos. Assim, medidas adequadas de minimização do volume de efluentes gerados não só minimizam os custos para instalação e manutenção de uma estação de tratamento de efluentes e os custos para disposição de resíduos sólidos, como também diminuem os gastos com água, energia e produtos químicos. Dentre as medidas, destacam-se as relacionadas a seguir.

Medida	Tipo	Descrição
Aumento da vida útil dos banhos	Tratamento químico	Precipitação de certos contaminantes
	Filtração	Remoção de partículas insolúveis (rebarbas de peças); e os insolúveis formados durante o processo (hidróxidos).
	Tratamento com carvão ativado	Remoção de compostos orgânicos formados por oxidação anódica ou redução catódica de aditivos do banho.
	Eletrólise	Remoção de íons metálicos estranhos ao processo
	Tratamento através de membranas	Separação ou difusão do soluto ou solvente.
	Eletrodialise	Separação de espécies iônicas por membranas carregadas eletronicamente e uma diferença de potencial.
	Microfiltração ou ultrafiltração	Separação forçando o fluxo a passar por membranas cerâmicas a altas pressões

Medida	Tipo	Descrição
Diminuição do arraste do banho	Velocidade de retirada da peça do tanque	Influência no volume de banho arrastado à próxima etapa.
	Tempo de escorrimento	Aumento do tempo de escorrimento das peças penduradas em gancheiras ou do tambor rotativo sobre o banho aumenta a eficácia do processo.
	Movimentação das peças	Movimentação mecânica da gancheira e/ou do tambor rotativo melhora o escorrimento das peças.
	Geometria e posicionamento das peças	Deve-se orientar as peças com ângulos e pontas para baixo e assegurar maior inclinação para peças tubulares e/ou verticais de forma a favorecer o escorrimento.
	Controle dos banhos	Controle das propriedades físico-químicas dos banhos pode levar a diminuição do arraste.

Medida	Tipo	Descrição
Substituição de processos ou componentes problemáticos	Substituição de cianeto	Minimização do problema ambiental e econômico. Pode-se utilizar nos banhos zinco ácido ou alcalino sem cianeto e níquel no lugar do cobre com cianeto.
	Substituição de cádmio	Substituição da deposição de cádmio por zinco, estanho, cobalto-zinco, zinco-níquel, zinco-ferro.
	Substituição de cromo hexavalente	No lugar do cromo decorativo as empresas tem substituído as peças de aço por materiais não-corrosivos, como o aço inoxidável e usam revestimentos orgânico (pintura).
	Minimização de compostos organo-halogenados (AOX)	Utilizar processos alternativos para destruição de cianeto por oxidação anódica, oxidação com peróxido de hidrogênio ou com ozônio.
	Substituição de agentes complexantes	Evitar utilizar os complexos metálicos formados com agentes complexantes pois são muito difíceis de precipitar em relação aos hidróxidos metálicos

Medida	Tipo	Descrição
Enxágüe adequado de peças	Enxágüe em água parada	Diminuir o volume de efluentes as ser tratado na estação de tratamento de efluentes, colocando um enxágüe em água parada antes das etapas de enxágüe de água corrente.
	Enxágüe em cascata	Consiste em tanques com entrada automática de água corrente em contracorrente ao fluxo das peças
	Enxágüe com borrifadores de água	Consiste em utilizar borrifadores de água sobre as peças. principalmente as planas.

Medida	Tipo	Descrição
Layout do processo	-----	Nas linhas automáticas ou semi-automáticas não existe espaço entre os tanques, o que diminui a possibilidade de contaminação do piso da unidade industrial.

9.2 Medidas internas de reciclagem de água e produtos químicos

9.3.1 Descarga zero

Antes de definir o tipo de tratamento a utilizar nas empresas de tratamento de superfície devem-se considerar os seguintes aspectos:

- o sistema de tratamento de vê tender a descarga zero, ou seja, não gerar efluentes;
- projetar a linha de processo adequada aos fins propostos de aumento de eficiência de processo, de redução de água, de minimização do consumo de produtos químicos, entre outros;
- utilizar sistemas de troca iônica para reter os contaminantes que saem com os contaminantes, permitindo recircular as águas no processo;
- utilizar concentradores, atmosféricos ou a vácuo, para recuperar os arrastes dos banhos;
- utilizar sistemas de osmose reversa para purificar os banhos contaminados com substâncias orgânicas;
- utilizar microfiltração para remover sólidos suspensos de menor diâmetro.

O consumo de água reduz em percentuais acima de 95% com a adoção destas medidas. A este conjunto de ações chama-se descarga zero. A FIG. 24 apresenta um sistema de tratamento baseado no conceito de descarga zero.

Este tipo de tecnologia é obrigatório na Europa e em outros países desenvolvidos, pelo fato de mesmo com o tratamento dos efluentes, não existir a recuperação dos produtos dos banhos. Isto faz com que ocorra grande consumo de água, e os efluentes tratados mesmo atingindo os padrões de exigência nos aspectos físico-químicos, não satisfazem quanto às questões biológicas de lançamento.



Figura 24 - Sistemas de tratamento de águas de recirculação por resinas de troca iônica e evaporador a vácuo

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

9.3.2 Tratamento de efluentes

O setor de tratamento de superfícies utiliza em seus processos produtos líquidos, dando origem a grandes quantidades de efluentes concentrados, contendo compostos metálicos, ácidos, aditivos e lamas metálicas. No processo de tratamento superficial, em especial, nos processos galvanicos, o tratamento de efluentes é feito pelo método físico-químico por bateladas ou de forma contínua. As FIG. 25 e 26 apresentam os fluxogramas dos processos convencionais de tratamento destes efluentes.

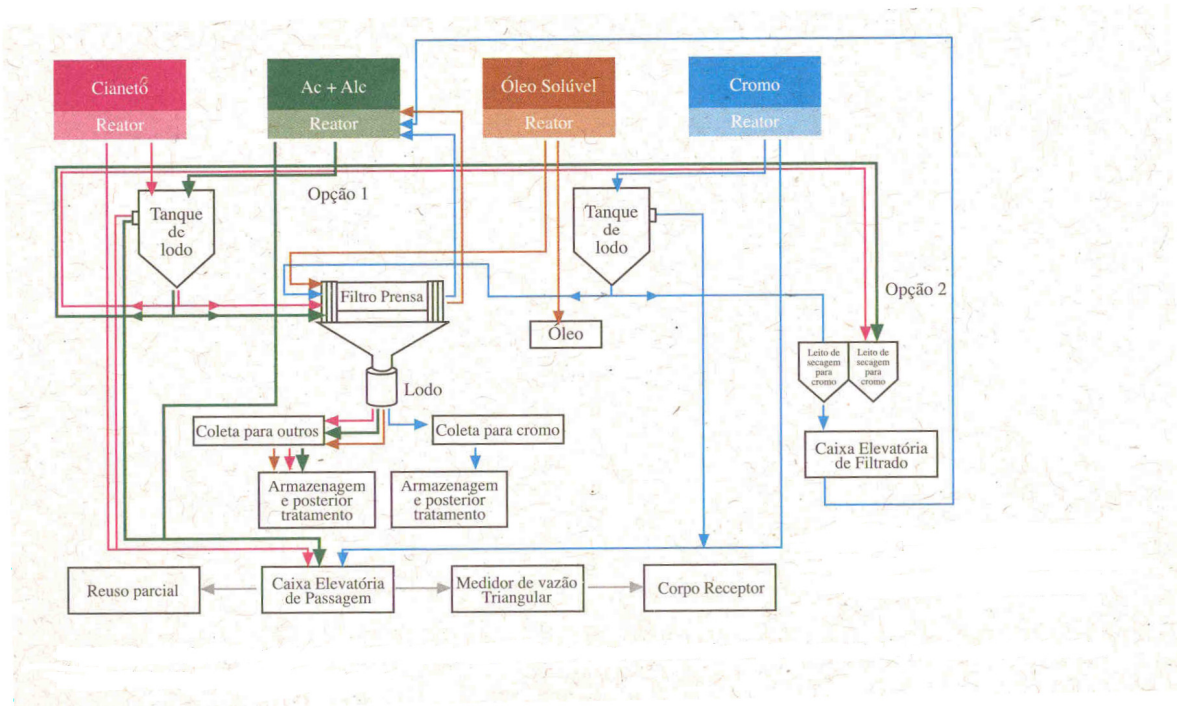


Figura 25 - Fluxograma de tratamento de efluentes galvânicos – processo por batelada
 Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

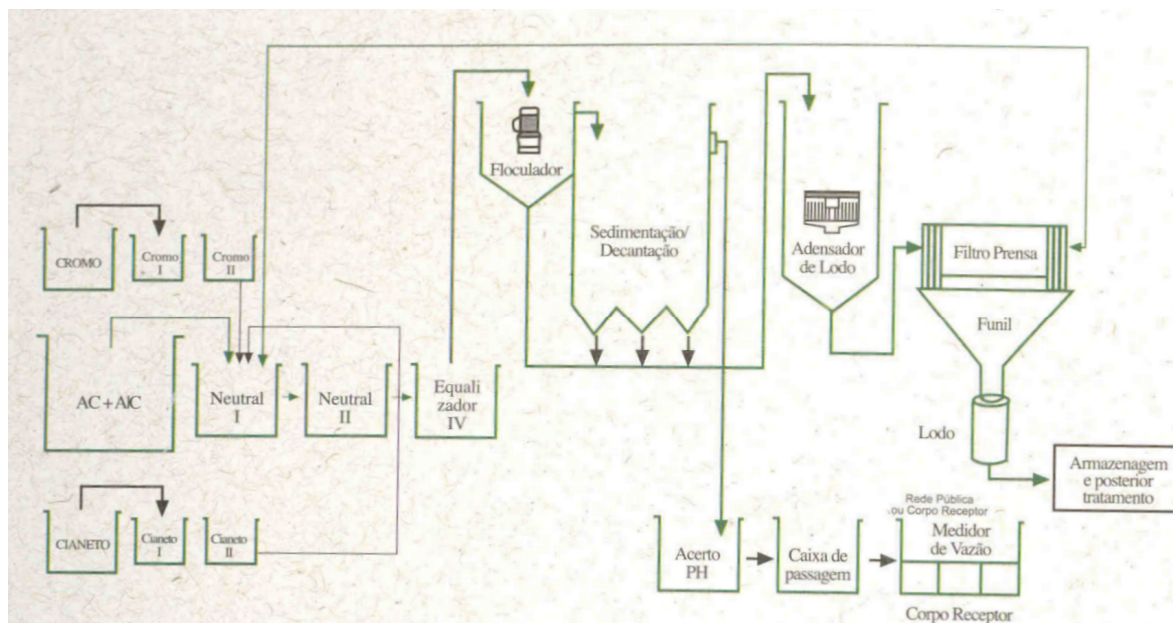


Figura 26 - Fluxograma de tratamento de efluentes galvânicos – processo contínuo
 Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

Para a recuperação do metal, no caso do cromo, por exemplo, deve tratar a linha separadamente, ou seja, utiliza-se um tanque de lodo, filtro prensa e coleta separados.

Os sistemas de tratamento tem por objetivo controlar o descarte de resíduos e demais poluentes que possam comprometer a saúde dos trabalhadores e a qualidade ambiental.

10 RISCOS AMBIENTAIS

A Norma Regulamentadora nº 9 – Prevenção de Riscos Ambientais da Portaria 3214/78 do

Ministério do Trabalho e Emprego considera como riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. Como nas indústrias de tratamento de superfícies manuseia-se com substâncias químicas contendo ácidos fortes e suas soluções, deve-se adotar medidas de prevenção para evitar acidentes ocupacionais. Por exemplo, na etapa de decapagem ácida pode-se adotar medidas, tais como:

- utilização de equipamentos de proteção coletiva (EPC's): exaustores, lavadores de gases, etc.
- uso de equipamentos de proteção individual (EPI's): óculos de proteção, luvas de pvc cano longo, avental de couro, macacão de pvc e botas de borracha, entre outros.
- os produtos utilizados devem conter a Ficha de Informação de segurança de Produtos Químicos (FISPQ) e Fichas de Emergências.

11 SITES DE INTERESSE

ABTS - Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície. Disponível em: <http://www.abts.org.br/ebrats2006/not_2.html>

ABTS - Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície. Disponível em: <<http://www.abts.org.br/>>

Química e Derivados. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/indice.htm>>

Tratamento de Superfície. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/indice.htm>>

Conclusões e Recomendações

Por meio deste trabalho, é possível verificar que a Produção mais Limpa (PmaisL) é uma importante ferramenta para conseguir o desenvolvimento econômico e ambiental, tanto para o setor de tratamento de superfícies quanto aos demais. Com a PmaisL é possível obter um melhor gerenciamento de resíduos, prevenir a geração dos mesmos, além de contribuir para a redução de custos e desperdícios. Uma vez que para a implementação da PmaisL são necessárias a qualificação e a quantificação de entradas e saídas do processo.

Recomenda-se o auxílio de consultoria especializada para desenvolver pela primeira vez atividades de PmaisL na empresa, de forma a adquirir conhecimentos e técnicas que possibilitem a continuidade do trabalho de forma independente. O Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL SENAI/UNIDO/UNEP presta serviços de consultoria em PmaisL para empresas do setor estudado. Contato: cntl.att@dr.rs.senai.br.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1024X768>>. Acesso em: 16 de nov. 2007.

ATLAS, E.. Segurança e Medicina do Trabalho. **Manual de legislação**. 60.ed. São Paulo: Atlas, 2007, 692 p.

BERNARDES, A. M. *et. al.* **Manual de orientações básicas para a minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica**. Porto Alegre: SENAI, 2000.

BOSCO, A. A. *et. al.* **Efluentes derivados dos processos de galvanoplastia**. Disponível em: <<http://www.ceset.unicamp.br/lte/Artigos/3fec2409.pdf>>. Acesso em: 19 de nov. 2007.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Bijuterias**:série P+L. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/downloads/bijuterias.pdf>>. Acesso em : 10 set. 2007.

COLOMBO, Cláudio; PENNELLA, Fabio. **Protección Ambiental em la Industria de Tratamientos Superficiales**. PAI / CIPRA-GTZ. Cooperación Técnica Argentino - Alemanha.

FLUXOGRAMA para a classificação dos resíduos. Disponível em: <http://www.ambientale.com.br/residuos_classificacao.php>. Acesso em: 05 de fev. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA INDUSTRIAL. **Guia técnico sectorial dos tratamento de superfície**. Disponível em: <<http://www.netresiduos.com/cont/file/SectorTratamientosSuperficie.pdf>>. Acesso em: 19 de nov. 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 16 de nov. 2007.

MONTEIRO, F. **Produção Limpa na indústria joalheira de Guaporé**. Disponível em: <http://inovando.fgvsp.br/conteudo/documentos/20experiencias2004/4Producao_Limpa_na_Industria_joalheira_de_guapore.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2007.

PASQUALINI, A. **Estudo de Caso Aplicado a Galvanoplastia**. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/12051.pdf>>. Acesso em: 22 de nov. 2007.

PROGRAMA piloto para a minimização dos impactos gerados por resíduos perigosos: gestão de resíduos fluidos de usinagem. Disponível em: <http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/Doc3_RS%20final.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2007.

SENAI-RS. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Disponível em: <http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2007.

TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C.; TOCCHETTO, A. L. **Indústria galvânica do Rio Grande do Sul: avaliação do gerenciamento ambiental, sob a ótica das melhores técnicas disponíveis** (BAT). Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/upload/1051.pdf>>. Acesso em: 19 de nov. 2007.

VELOSO, R.; ARTURO, E. **Reator térmico inertizante**. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/textos%20e%20arquivos/sexoes/5b/5/Emilio%20Arturo%20Rojas%20Velo%20-%20Resumo%20Exp..doc>>. Acesso em: 23 de nov. 2007.

Nome do técnico responsável

Joseane Machado de Oliveira – Eng. Química
Claudio Olavo Marimon da Cunha – Eng. Ambiental

Nome da Instituição do SBRT responsável

SENAI-RS - Centro Nacional de Tecnologias Limpas

Data de finalização

13 dez. 2007