

# Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia

## **Manual de Avaliação na Fábrica**

### **Produção Limpa**

Departamento de Engenharia de Produção &  
Fundação Vanzolini

Escola Politécnica - Universidade de São Paulo

São Paulo - Brasil

1998



# Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia

---

**João Salvador Furtado** (coordenador) - [jfurtado@usp.br](mailto:jfurtado@usp.br)

**Antônio Cesar Margarido** - [acmarga@mandic.com.br](mailto:acmarga@mandic.com.br)

**Eduardo Ramos Ferreira da Silva** - [erfsilva@net.ipen.br](mailto:erfsilva@net.ipen.br)

**Maria Lúcia Pereira da Silva** - [malu@lsi.usp.br](mailto:malu@lsi.usp.br)

**Carmen Dolores Straube** - [cstraube@usp.br](mailto:cstraube@usp.br)

**& Shirley Massako Suzuki** - [smsuzuki@usp.br](mailto:smsuzuki@usp.br)

*Os Quadros de Referência (Parte IV) foram traduzidos por* **Ademar H. Yamada**

---

Tradução, modificação e adaptação de manuais já publicados, respectivamente pela EPA-US [Agência de Proteção Ambiental dos EUA] e pelo UNEP-UNIDO [Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial].

Manual foi produzido como parte das atividades do Programa de Produção Limpa, em implantação no Depto. de Engenharia de Produção & Fundação Vanzolini, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Dentro do melhor espírito de cooperação acadêmica, fica registrada a participação, nas fase iniciais, do LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis), Departamento de Engenharia Elétrica que, dentre outras coisas, forneceu o suporte humano, técnico e material para a inserção do texto nos meios digitais.

O texto poderá ser extraído gratuitamente do *site*: [www.vanzolini.org.br](http://www.vanzolini.org.br), ou obtido por e-mail, mediante solicitação para o endereço: [fcav@vanzolini.org.br](mailto:fcav@vanzolini.org.br).

O texto deve ser considerado de caráter permanentemente experimental, sendo modificado de acordo com os comentários e sugestões que vierem a ser feitos pelos usuários. Os interessados são incentivados a testar a aplicabilidade das tarefas e enviar seus comentários.

Pede-se aos leitores que ao se referirem ao Manual o façam dando o devido crédito autoral e indicando a fonte de onde a cópia foi feita.

## **Comentários, sugestões, correções e informações específicas sobre o Manual:**

Eduardo Ramos Ferreira da Silva - [erfsilva@net.ipen.br](mailto:erfsilva@net.ipen.br)

## **Informações sobre o Programa de Produção Limpa:**

João S. Furtado, coordenador [jfurtado@usp.br](mailto:jfurtado@usp.br)

Depto. de Engenharia de Produção & Fundação Vanzolini

Av. Prof. Almeida Prado Travessa 2, nr. 128

Cidade Universitária Armando de Sales Oliveira

05508-900 São Paulo SP

# Índice

---

<b>Parte I - Conceitos</b>	<b>7</b>
<b>Parte II - Procedimentos</b>	<b>13</b>
<b>Parte III - Tabelas Padronizadas</b>	<b>61</b>
<b>Parte IV - Quadros de Referência</b>	<b>110</b>
<b>1. Organização &amp; planejamento</b>	<b>15</b>
1.1 <i>Envolvimento da administração</i>	16
1.2 <i>Equipe de avaliação ou força-tarefa</i>	16
1.3 <i>Barreiras à avaliação</i>	19
<b>2. Inspeção preliminar da planta industrial</b>	<b>21</b>
2.1 <i>Objetivos da avaliação</i>	21
2.2 <i>Opções para enfoque</i>	22
2.3 <i>Estratégia de partida</i>	22
2.4 <i>Identificação de operações</i>	22
2.5 <i>Construção do fluxograma do processo</i>	24
<b>3. Elaboração do balanço de material e de energia</b>	<b>25</b>
3.1 <i>Entradas: qualificação e quantificação</i>	27
3.2 <i>Saídas: resíduos gerados</i>	31
3.3 <i>Consolidação de informações de entradas e saídas</i>	35
3.4 <i>Avaliação do balanço de material e energia</i>	35
3.5 <i>Refinamento/consolidação do balanço de material e energia</i>	35
3.6 <i>Informações derivadas</i>	36
<b>4. Consolidação de informações</b>	<b>37</b>
4.1 <i>Correlação de problemas ou da realidade a informações</i>	37
4.2 <i>Tabulação de informações</i>	41
<b>5. Geração de opções de PR</b>	<b>44</b>
5.1 <i>Fontes externas e informações para opções de PR</i>	44
5.2 <i>Identificação de opções para PR</i>	45
5.3 <i>Métodos para geração de opções</i>	47
5.4 <i>Triagem e seleção de opções</i>	47
5.5 <i>Opções óbvias de PR</i>	48
<b>6. Opções complexas de PR</b>	<b>50</b>
6.1 <i>Avaliação ambiental</i>	50
6.2 <i>Avaliação técnica</i>	50
6.3 <i>Avaliação econômica</i>	51
6.4 <i>Relatório final</i>	55
<b>7. Implementação de opções de PR</b>	<b>57</b>
7.1 <i>Estratégia e motivação</i>	57
7.2 <i>Obtenção de fundos</i>	57
7.3 <i>Instalação do projeto</i>	57
7.4 <i>Demonstração e acompanhamento</i>	58
7.5 <i>Medição da PR</i>	58
7.6 <i>Avaliação da PR para novos processos ou novas plantas de produção</i>	58
7.7 <i>Continuidade das operações de PR</i>	59

Este Manual é para ser usado como ferramenta para avaliação voluntária, no nível de chão de fábrica, com o objetivo de

- detectar a geração de resíduos (principalmente os perigosos e tóxicos)
- identificar o consumo de água e energia
- e gerar medidas corretivas.

As idéias, texto e procedimentos não são originais, mas resultaram da tradução, combinação e adaptação dos seguintes manuais publicados por organizações oficiais de reconhecida importância internacional:

**Waste Minimization Opportunity Assessment Manual. Hazardous Waste Engineering Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, EPA/625/6-88/003 July 1988. 26 pp, +8 Append**

O Manual da EPA-US [Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos] descreve os procedimentos para *minimização de resíduos* industriais no processo de manufatura. Seu objetivo é fazer com que as indústrias possam cumprir a legislação dos EUA, conhecida como CERCLA *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liabilities Act* ou Superfund, de acordo com o *Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)*.

As indústrias norte-americanas dispõem de financiamentos governamentais para a minimização de resíduos. Indústrias de outros países adotaram o manual do EPA como modelo para redução de resíduos industriais.

**Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes. UNEP-UNIDO. Technical Report Series nr. 7, 1991.127 pp.**

Trata-se de publicação conjunta, de duas importantes agências da Organização das Nações Unidas, que são: UNEP United Nations Environmental Program e UNIDO United Nations Industrial Development Organization. O manual permite avaliar e reduzir fontes de emissão de resíduos.

O texto foi elaborado no contexto do Programa de Produção Mais Limpa - *Cleaner Production Programme* [patrocinado pelas duas agências] e para ser usado por pessoal das indústrias, consultores e autoridades governamentais interessados em melhorar as relações entre a indústria e o ambiente. A permissão para uso do manual da UNEP foi dada em correspondência de 1 de outubro de 1997.

**Rapid Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution. WHO offset publication nr. 62, 1982, 114 pp.**

A publicação da Organização *Mundial* de Saúde contém métodos rápidos para levantamento e avaliação da poluição do ar, água e solo. As tabelas ou quadros de referência fornecem índices de poluição para diferentes tipos ou segmentos industriais específicos, bem como guias para cálculo e interpretação de cargas de poluentes e resíduos. As tabelas da OMS foram traduzidas e poderão ser utilizadas por indústrias e agências ambientalistas preocupadas com a elevação dos padrões ambientais, especialmente na falta de legislação e padrões nacionais, estaduais ou municipais.

O texto do presente Manual resulta, portanto, da combinação das publicações da EPA, UNEP-UNIDO e da inclusão das tabelas e quadros de referência do manual da OMS, distribuído em quatro partes:

- 1  Parte I - **Conceitos**, utilizados para abordagem das questões relativas aos resíduos e à necessidade de economia de água e energia.
- 2  Parte II - **Procedimentos** ou **tarefas**, para execução a avaliação, propriamente dita, distribuídos em Capítulos destinados a sistematizar as atividades.
- 3  Parte III - **Tabelas padronizadas**, propostas como sugestão para organizar as informações relevantes para a avaliação.
- 4  Parte IV - **Quadros de referência** indicativos dos níveis de resíduos e emissões para indústrias de diferentes segmentos



## PARTE I - CONCEITOS

### Uso do Manual & vantagens competitivas

A sigla **PR** será utilizada ao longo do texto, para representa a expressão **prevenção de resíduos** (no processo de produção), dentro dos objetivos da avaliação, que são:

- fazer o diagnóstico do processo e produto e
- gerar informações para conceber e implementar opções para **PR** e redução do consumo de água e energia no processo de produção.

É importante enfatizar, de início, que a avaliação não poderá ser realizada, com sucesso, a menos que a direção de negócios Empresa tome a firme decisão de

- chamar para si e encarar - com transparência e objetividade - as questões ambientais envolvidas ou resultantes das atividades do processo de produção
- proceder o levantamento de informações diversificadas e complexas
- investir na organização, análise avaliação dos dados levantados e
- tomar medidas corretivas para os problemas identificados.

A avaliação não precisa, necessariamente, abranger toda a fábrica, nem ser feita em grande profundidade. Poderá cobrir parte do processo de produção ou ser conduzida em níveis de detalhamento que atendam a problemas específicos, ou as disponibilidades de recursos humanos, materiais e financeiros da Empresa. Portanto, a direção da Empresa poderá tomar a decisão para realizar a avaliação a partir de critérios mais simples, como:

- i  escolher determinadas partes ou etapas do processo de produção
- ii  abordar certos tipos de resíduos, considerados mais relevantes ou problemáticos
- iii  identificar situações onde o consumo de água e energia seja mais discrepante
- iv  abordar determinados tipos de problemas mais preocupantes ou
- v  eleger pontos de interesse, enfoques ou prioridades, de acordo com o porte da Empresa, seus objetivos ou situações em que estiverem acontecendo.

O Manual oferece a oportunidade para que as micro e pequenas empresas possam fazer uso de vantagens ambientais competitivas que, atualmente, têm sido utilizadas apenas por grandes empresas, na maior parte delas transnacionais.

Qualquer que seja o porte da indústria, o uso do Manual cria competência gerencial para que a Empresa possa

- lidar com informações ambientais
- identificar problemas, descobrir oportunidades e
- introduzir correções apropriadas no processo produtivo.

Os resultados gerados pelo uso do Manual trazem inúmeros benefícios para a Empresa.

- Surgirão vantagens do ponto de vista organizacional, econômico, mercadológico, social e político.
- Os dirigentes passarão a dispor de instrumentos para definir estratégias ambientais diferenciadas e melhorar a competição da Empresa no mercado.
- A Empresa estará em posição de vantagem, em relação às concorrentes, caso decida criar seu sistema de gestão ambiental e pleitear a certificação pela Série ISO 14000.

O uso do Manual não está limitado à indústria de bens e serviços. Poderá ser adotado e coordenado por entidades e associações de classe, com várias vantagens:

- as empresas associadas poderão compartilhar recursos e reduzir despesas
- a Associação de Empresas fortalecerá o nível tecnológico das associadas, reforçando sua representatividade no segmento e contribuindo para o estabelecimento de padrões elevados de conduta ambiental.

Associações mais fortes e atuantes têm conseguido criar importantes códigos de ética ambiental para o setor, reconhecidos como *estatutos* ou *acordos voluntários*, respeitados pelas empresas do segmento, muitas delas não associadas.

### ***Como iniciar o uso do Manual***

O ponto de partida para uso do Manual poderá ser estabelecido mediante:

- o exame da forma como a Empresa está se comportando em relação à legislação
- a verificação dos tipos e volumes de resíduos gerados na planta industrial e identificação dos processos de produção responsáveis pelas emissões
- o reconhecimento dos resíduos, com identificação dos perigosos e a separação dos tóxicos e não-tóxicos ou
- o exame das tabelas de referência do Manual da OMS, comparando-as com o perfil da Empresa em questão, seguido da identificação das matérias-primas responsáveis por resíduos indesejáveis.

Os dirigentes poderão agir de diferentes modos.

- Ignorar o problema do resíduo, arcando com os prejuízos financeiros e econômicos, inclusive da fiscalização e outros impactos no mercado de seus produtos.
- Atender a legislação nos seus limites mínimos e, mesmo assim, perder dinheiro e competitividade no mercado.
- Seguir o modelo já adotado por organizações mais avançadas, as quais não se limitam em atender às exigências legais, mas que adotaram o modelo denominado de desempenho ambiental, como padrão de negócio. Neste caso, os dirigentes procuram identificar possíveis problemas e tomar medidas acautelatória para prevenir riscos que possam afetar o trabalhador, os consumidores e o ambiente, em geral.

### ***Como fazer a avaliação***

Alguns pontos são fundamentais para o sucesso da avaliação para **PR**.

- 1  A direção superior, responsável pelos negócios da Empresa - ou o dono, no caso das pequenas e médias empresas - deverá assumir e cumprir a tarefa de ***definir a política ambiental da Empresa***.
- 2  As deliberações deverão ser comunicadas aos empregados, com objetividade e clareza, para que todos cumpram as determinações da direção superior e executem as tarefas propostas no Manual.
- 3  A equipe técnica, especialmente designada para conduzir a avaliação, deve dedicar-se com empenho e competência, a fim de que as tarefas sejam corretamente executadas.

### ***O que fazer***

As tarefas para a avaliação não precisam ser executadas, necessariamente, na ordem proposta no Manual. Por razões práticas e didáticas, as atividades foram distribuídas nas seguintes etapas ou fases:

**Etapas I** - Organização & planejamento da avaliação

**Etapas II** - Elaboração do balanço de material e de energia



**Etapa III** - Tabulação de informações

**Etapa IV** - Opções de PR

**Etapa V** - Projeto e implementação de PR

### ***Utilização dos resultados da avaliação***

A avaliação do sistema de manufatura irá fazer com que a Administração da Empresa passe a dispor de informações seguras para:

- identificar e quantificar os volumes de resíduos gerados
- quantificar os percentuais de redução desejados e decidir sobre as providências para PR na fonte
- eleger as medidas apropriadas para reaproveitamento de materiais e a redução dos níveis de consumo de água e energia
- implementar as opções de PR.

### **Novas relações entre a indústria e o ambiente**

A elaboração do Manual levou em conta os principais conceitos e questões ambientais-abordados em seguida, os quais afetam as relações entre a Empresa, o mercado e os agentes de legislação e fiscalização. Os conceitos ultrapassam os limites dos textos utilizados para a geração do presente Manual.

### ***Produção limpa***

A expressão *Produção Limpa* foi proposta pela organização ambientalista não-governamental Greenpeace, para representar o sistema de produção industrial que levasse em conta:

- a auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matérias-primas
- a redução do consumo de água e energia
- a prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção
- a reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia-eficiente (consumo energético eficiente e eficaz)
- a geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e o ambiente, cujos restos (inclusive as embalagens), tenham reaproveitamento atóxico e energia-eficiente e
- a reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica e energia-eficiente, como substitutivo para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejos em aterros.

Diversos princípios e critérios passaram fazer parte do conceito de Produção Limpa e a serem promovidos, em várias partes do mundo, especialmente nos países europeus. Atenção especial vem sendo dada aos **princípios** da *precaução, prevenção, integração, controle democrático, direito de acesso a informações sobre riscos e impactos de produtos e processos e responsabilidade continuada do produtor*<sup>1</sup>.

O manual do EPA é de 1988, antes do modelo de Produção Limpa (que surgiu no início dos anos 90), e enfatiza a *minimização de resíduos*, baseada em duas perspectivas estratégicas importantes para a Produção Limpa: redução de resíduo na fonte e reciclagem.

---

<sup>1</sup> Furtado, João S. & Furtado, Marcelo de C. 1997. Produção Limpa. *In* Gestão de Operações, ed. José Celso Contador & col. p.317-329. Fundação Vanzolini & Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo.

O conceito de Produção Limpa também ultrapassa a proposta do Manual da UNEP-UNIDO. As duas agências são as grandes estimuladoras da *Produção Mais Limpa (Cleaner Production)* e seu manual tem o mérito de estimular atitudes voluntárias, de parte das indústrias que estão fora do alcance da legislação ambiental do Governo dos EUA.

As diferenças entre os modelos de *Produção Mais Limpa* e *Produção Limpa* são pequenas. A maior abrangência dos princípios da Produção tornam este modelo mais relevante do ponto de vista ambiental, social e político.

A proposta da UNEP-UNIDO ganhou a adesão de governos de diferentes países, inclusive do Brasil. Todavia, a questão ambiental mostra diferenças notáveis entre o discurso governamental e a prática efetiva.

- O mercado, sozinho, não é suficiente para estimular mudanças no empresário.
- Estudos de caso, publicados pela UNEP, mostram vantagens econômicas e rápido retorno de investimentos, em diferentes tipos de indústrias.
- Não há exemplos de que as indústrias tenham introduzido mudanças no desempenho ambiental sem iniciativas e medidas práticas de estímulo, por parte de agências governamentais para que as indústrias implantassem medidas efetivas de *redução e minimização* (Produção Mais Limpa) ou de *prevenção* de resíduos perigosos ou tóxicos na planta de produção industrial (Produção Limpa).

A Empresa interessada em abordar a questão dos resíduos não pode ficar apenas na mudança de discurso e na introdução de terminologia *ecológica* ou *ambientalmente correta* em moda. Deverá fazê-lo de maneira consciente, objetiva e transparente. Ao estabelecer sua política ambiental - a Empresa deverá tomar precauções para evitar a *maquiagem verde* ou o *greenwashing*, a fim de evitar ações civis ou a crítica de consumidores, de organizações ambientalistas não-governamentais e dos próprios concorrentes. Os prejuízos e os danos à imagem e negócios serão inevitáveis.

## ***Resíduo***

Neste Manual, o termo ***resíduo*** é usado para caracterizar todo e qualquer tipo de materiais - líquidos, sólidos ou gasosos - que não representem o ***produto-fim*** do sistema de manufatura industrial. Assim, os resíduos poderão:

- estar ou não previstos no processo de manufatura industrial
- ser ou não gerados ou despejados durante o processo ou
- ser ou não utilizados como parte do ***produto-fim*** da Empresa .

O objetivo do Manual é detectar a geração de resíduos e os consumos indevidos de água e energia. Por isso, o termo ***resíduo*** engloba a energia entrópica, as dissipações, perdas de calor e outros fatores de ineficiência termodinâmica do sistema de manufatura.

## ***Processo de produção***

O contexto de Produção Limpa está intimamente relacionado à expressão ***do berço-à-cova***, que leva em conta os aspectos ambientais que envolvem:

- a fonte de recursos naturais de matérias-primas
- o método de extração ou de obtenção, armazenagem e uso de matérias primas
- a prevenção de resíduos e economia de água e energia no processo de produção
- o reaproveitamento de materiais e o fechamento de ciclos ou fluxos (*loopings*), particularmente através da reciclagem primária (na planta) ou secundária (fora da fábrica), de maneira atóxica e energia-eficiente

- a natureza das embalagens utilizadas e seu destino
- a segurança no trabalho, do trabalhador, dos consumidores e da comunidade em geral
- e o uso do produto e sua destinação, ao final da vida útil.

### ***Prevenção de resíduos (PR)***

A expressão **PR** representa, portanto, a atitude ou a operação industrial baseada em medidas que evitam a geração de resíduos (não-produtos), no sistema global de produção, segundo o conceito *do berço à cova*. Nestas condições, os procedimentos propostos pelo Manual permitem identificar as operações onde ocorre a geração de resíduos, criando meios para que a direção da Empresa tome medidas para **PR** através de

- mudanças técnicas nas matérias-primas, processos, produtos e/ou embalagens e
- reaproveitamento e reciclagem de materiais e de resíduos, de maneira atóxica e energia-eficiente

O Manual contém orientação para a concepção das opções de **PR**, mas não abrange os aspectos técnicos ou tecnológicos para mudanças de produtos e processos. Estes instrumentos deverão ser procurados em fontes específicas para o tipo de produto e processo avaliados.

### ***PR ao invés de end-of-pipe***

A indústria do Século 21 irá optar pelo modelo de **PR**, ao invés do controle e tratamento de poluição na fábrica (*end of pipe*). Com isso, os novos padrões industriais serão representados por:

- i  melhoria da eficiência do processo, através da diminuição dos custos com água e energia, dos custos de matérias primas, de redução das pressões extrativas sobre as fontes naturais renováveis e dos custos para tratamento de efluentes;
- ii  redução do consumo (e conseqüente custo) de matérias-primas, através do uso de materiais simples e renováveis, de menor consumo material e energético, com reaproveitamento de materiais reciclados;
- iii  redução de resíduos gerados, ao invés do tratamento e contenção para conformidade aos limites das regulamentações ambientais locais;
- iv  redução do potencial de poluição de determinado processo ou produto;
- v  melhoria das condições de trabalho nas fábricas, em conformidade com as exigências legais e medidas *pró-ativas* (antecipadas), envolvendo (a) aspectos de segurança e saúde no trabalho e (b) prevenção de riscos em cada unidade, operação ou no do processo produtivo, como um todo; e
- vi  redução dos custos de tratamento de resíduos, através de modificações no processo e no fechamento de ciclos (*loopings*) nas operações industriais.



## PARTE II - PROCEDIMENTOS

Os Capítulos a seguir contêm as tarefas para a realização da avaliação. A sequência proposta visa sistematizar os procedimentos e facilitar a organização das informações geradas. Esquemáticamente, a avaliação abrange 05 (cinco) etapas ou fases:

### Etapa I - Pré-avaliação

- i □ **Organização e Planejamento [Cap. 1]**
  - Os principais aspectos abordados são: o envolvimento da administração superior; a maneira de montar a equipe que irá executar o trabalho, a caracterização do perfil dos profissionais, a divisão das tarefas e as principais barreiras que poderão surgir na execução do trabalho.
- ii □ **Inspeção preliminar da fábrica [Cap. 2]**
  - Apresenta uma abordagem eminentemente qualitativa da questão, porém importante para que a Equipe de Avaliação possa definir os objetivos, a abrangência e o nível de profundidade do trabalho a ser realizado. A proposta fundamental, neste capítulo, é a importância de reconhecer as operações industriais (também chamadas operações unitárias, na indústria química) e a elaboração do fluxograma do processo.

### Etapa II - Execução da avaliação

#### Elaboração do Balanço de Material e de Energia [Cap. 3]

■ Neste capítulo, a preocupação é de ordem quantitativa. Os dados a serem obtidos visam caracterizar a indústria pelo aspecto físico e químico, através da elaboração do Balanço de Material e de Energia. Os resultados alcançados serão fundamentais para a qualidade da avaliação desejada.

### Etapa III - Correlação e tabulação de informações [Cap. 4]

■ As preocupações deste capítulo têm forte implicação organizacional. A base de informações recomendada tem o objetivo de estabelecer os recursos essenciais para a continuidade da avaliação, no que se refere à priorização e geração de opções de **PR**.

■ As informações disponíveis são tabuladas para caracterizar as emissões e resíduos, o consumo de água e energia e os correspondentes dados econômicos.

### Etapa IV - Geração de opções de PR [Cap. 5 e 6]

■ As tarefas incluídas nestes capítulos sintetizam todo o trabalho realizado e orientam a geração e escolha de opções. São destacadas as informações internas e externas suplementares, os métodos para identificação, triagem e seleção de opções de **PR**. O Manual propõe o enfoque a (i) *opções óbvias* - recomendadas para empresas de pequeno e médio porte ou para abordagem a processos selecionados, em sistemas de manufatura de maior abrangência e a (ii) *opções complexas* - para indústrias de maior porte e que demandam maior amplitude nas abordagens técnico-econômicas.

### Etapa V - Implementação de opções [Cap. 7]

■ Este Capítulo aborda as estratégias para implantação de projetos de **PR**, motivação das pessoas, obtenção de fundos, execução, acompanhamento de atividades e demonstração dos resultados do projeto. Traz, também, as recomendações para avaliar novos projetos e garantir a continuidade da prática de **PR** na Empresa.

## Como registrar e organizar os dados e informações

Os Capítulos contêm uma *parte descritiva*, seguida de um conjunto de *tabelas padronizadas*. A parte descritiva abrange os procedimentos, atitudes e providências que deverão ser adotados durante a avaliação ambiental, com o propósito de

- i  caracterizar o sistema de produção, no dia-a-dia e no nível de chão de fábrica e
- ii  orientar a conduta dos responsáveis pela avaliação.

Para garantir a consistência dos procedimentos e evitar que passos importantes possam ser, inadvertidamente, negligenciados, algumas informações ou recomendações são reforçadas em diferentes capítulos ou em diferentes itens do mesmo capítulo.

O conjunto de tabelas padronizadas tem o objetivo de

- i  funcionar como um instrumento rápido e prático para operacionalizar a parte descritiva
- ii  organizar os resultados
- iii  normalizar e orientar o uso dos dados ou informações e
- iv  subsidiar a tomada de decisões para escolha e implementação de projeto para **PR**.

As tabelas propostas não esgotam as necessidades de organização das informações. A Equipe de Avaliação poderá adotar as formas propostas ou usar - a seu critério - formatos diferentes de tabelas. O importante é organizar as informações, na medida que as tarefas vão sendo executadas.

É também essencial que a Equipe de Avaliação estabeleça a forma ou modelo a ser usado que as informações sejam corretamente identificadas, classificadas e catalogadas. Por razões práticas, sugere-se que a sequência e numeração dos Capítulos, adotadas neste Manual, sejam usadas como base para sistematização dos arquivos. Sempre que possível, a Equipe de Avaliação deveria usar programa (*software*) de banco de dados para processamento com microcomputador.

## 1. Organização & planejamento

A primeira etapa, no processo de avaliação, envolve a tomada de decisão, pelo nível superior de administração da Empresa e as providências para:

- i  reconhecer a problemática ambiental como parte da estratégia de negócios da Empresa
- ii  definir a política ambiental da Empresa
- iii  envolver a administração
- iv  identificar os pontos ou forças internas de resistência
- v  preparar e organizar a Equipe de Avaliação (força-tarefa) e os recursos necessários
- vi  levantar informações para a inspeção preliminar da planta industrial
- vii  dividir o processo industrial em operações
- viii  construir fluxogramas e interligar operações

Os dois primeiros tópicos devem ter abordagem e tratamento específicos, no nível de decisão da Empresa. Os demais são tratados neste Manual.

Antes de iniciar os trabalhos, é necessário levantar e, se disponíveis, obter informações da empresa referentes aos tópicos relacionados a seguir, as quais serão utilizadas durante a avaliação, na consolidação de informações, priorização e geração de opções de **PR**:

- i  Política ambiental da empresa
- ii  Procedimentos padronizados e adotados para o processo produtivo do tipo que a ser avaliado
- iii  Organograma da Empresa
- iv  Estrutura organizacional e níveis de coordenação das atividades ambientais, entre os diferentes departamentos
- v  Controles administrativos, como: procedimentos de contabilização total de custos, procedimentos de compra de materiais e procedimentos de coleta e reciclagem de resíduos, bem como seu descarte
- vi  Relatórios de avaliação ambiental já realizadas
- vii  Requerimentos ou pedidos de autorização de licença para funcionamento e operação
- viii  Relatórios já realizados de EIA (Estudos de Impactos Ambientais) e RIMA (Relatório de Impactos ao Meio Ambiente)
- ix  Práticas já realizadas de *housekeeping*, especialmente para limitação de resíduos gerados
- x  Atitudes da Empresa para conformidade à legislação vigente
- xi  Posição da Empresa em relação às tendências de mudança na legislação, observadas nos países desenvolvidos
- xii  Reflexos de recomendações feitas por agências multigovernamentais ou de acordos voluntários já estabelecidos no segmento industrial da Empresa
- xiii  Potencial de ações de responsabilidade civil, geradas por questões ambientais e de segurança da comunidade
- xiv  Disponibilidade de recursos para programas e projetos de **PR**

## 1.1 Envolvimento da administração

O sucesso da proposta e execução dos procedimentos deste Manual, bem como a qualidade dos resultados somente serão efetivos se os níveis superiores de decisão de negócios da Empresa tomarem duas atitudes firmes e efetivas:

- i  reconhecer e assumir as questões ambientais como atribuições de sua responsabilidade e de seu nível de definição
- ii  determinar que suas deliberações, neste assunto, devem ser cumpridas e efetivamente implementadas por todos os funcionários da Empresa.

*Nas pequenas e médias indústrias*, os donos devem determinar que as questões ambientais sejam tratadas como estratégia de negócios, por diversos encarregados e demais funcionários.

Todavia, somente isso não será suficiente. Independente do tamanho da Empresa, é preciso:

- i  criar e consolidar *filosofia de PR*, como estratégia operacional da Empresa
- ii  incorporar a filosofia, como atribuição e responsabilidade dos níveis mais altos de decisão de negócios
- iii  estabelecer, documentar e divulgar a política ambiental da Empresa, de maneira a incorporar a **PR** como filosofia da organização
- iv  definir objetivos e quantificar as metas de **PR** (por exemplo, percentual de redução de resíduos), bem como os procedimentos e os mecanismos que deverão ser usados para avaliar os resultados que vierem a ser obtidos
- v  e criar força-tarefa ou equipe de avaliação, para conduzir as atividades e implantar a filosofia de **PR** na Empresa.

## 1.2 Equipe de avaliação ou força-tarefa

### 1.2.1 Responsabilidades

O papel da equipe de avaliação ou força-tarefa é fazer cumprir as determinações da administração superior ou do dono da Empresa. A força-tarefa tem como função

- i  reforçar e institucionalizar a política e filosofia de **PR** como parte integrante dos procedimentos de gestão da Empresa
- ii  estimular a capacidade de percepção dos trabalhadores, sobre os benefícios da **PR**
- iii  examinar, identificar e conhecer, em detalhes: (a) as origens e fontes de resíduos, suas quantidades, tipos e descargas, frequência e impactos causados no ambiente, (b) coletar, organizar, documentar e arquivar, apropriadamente, as informações sobre unidades operacionais e os problemas associados com matérias-primas, uso de água e energia, deficiências no processo e na gestão e (c) as áreas, unidades e locais onde os aperfeiçoamentos poderão ser introduzidos
- iv  identificar e detalhar os objetivos do programa de **PR**, de maneira a executar as determinações procedentes dos níveis administrativos superiores da Empresa
- v  estabelecer o sistema de rastreamento de resíduos em todas as etapas do sistema produtivo (da matérias prima até o produto acabado) e comercialização de produtos (inclusive o descarte de restos e embalagens)
- vi  priorizar os efluentes e resíduos ou as áreas (sítios) da planta industrial a serem avaliados
- vii  selecionar os integrantes para as equipes de trabalho (por exemplo: avaliação, avaliação, processamento de informações, etc.)
- viii  conduzir ou supervisionar as avaliações



- ix  conduzir ou monitorar as análises de viabilidade técnica e econômica de implementação de projetos, para corrigir ou aprimorar situações existentes, visando obter as condições de produção ambientalmente favoráveis
- x  selecionar e justificar as opções viáveis para implementação
- xi  obter fundos e estabelecer o calendário para implementação
- xii  monitorar e/ou dirigir o progresso da implementação
- xiii  monitorar o desempenho da opção selecionada, uma vez em operação.

## 1.2.2 Organização da Equipe de Avaliação

### ■ Micro-empresa - até 10 funcionários

A Equipe de Avaliação ou força-tarefa poderá ser formada por

- i  uma única pessoa da fábrica, que deverá receber a contribuição de outros empregados
- ii  ou contratação de uma pessoa ou de empresa prestadora de serviços em questões ambientais, dependendo da natureza da indústria e, especialmente, dos riscos ambientais existentes ou previstos.

### ■ Empresa com até 200 funcionários

A força-tarefa poderá ser composta de 2 a 4 pessoas, envolvendo pessoal técnico, empregados na produção e especialista em questões ambientais . É fundamental designar o *Chefe da Equipe de Avaliação*, com atribuições definidas mais à frente.

A Empresa poderá contratar pessoa ou empresa de fora, para preencher lacunas no quadro de competência para realizar a avaliação.

### ■ Empresa com mais de 200 funcionários

A força-tarefa deverá apresentar natureza e composição mais elaboradas, podendo, para tanto, combinar a presença de especialistas de fora do quadro da Empresa. Com isso, passariam a existir duas equipes, uma interna e outra externa, coordenadas pelo Chefe da Equipe de Avaliação.

## 1.2.3 Chefe da Equipe de Avaliação: responsabilidade e procedimentos

Independente do tamanho da Equipe de Avaliação e, especialmente quando ocorrer a contratação de Equipe Externa, o funcionário da indústria, designado para chefiar a avaliação deverá fazer com que as tarefas sugeridas a seguir sejam executadas:

- i  identificar os encarregados de atividades e delegar responsabilidade
- ii  preparar, com antecedência, a agenda de trabalho para ser examinada e entendida pelas Equipes Interna e Externa
- iii  quando for necessário ou conveniente, designar o Chefe da Avaliação Interna, encomendar e obter dele, com antecedência, o *checklist* para exame, discussão e compreensão pela Equipe Interna
- iv  programar a inspeção, de maneira a coincidir com as operações selecionadas e/ou críticas, como: operações padrão (adição de determinados componentes, amostragem de banho ou determinado tratamento, procedimentos especiais, partidas, parada programada, etc.)
- v  monitorar a operação em diferentes tempos, nos diferentes turnos, especialmente quando a geração de resíduo tiver maior dependência ao fator humano

- vi  entrevistar operadores, supervisores de equipes e de mudanças de turnos, encarregados e outros responsáveis, nas áreas em estudo, para obter informações sobre: percepção da questão dos resíduos no processo de produção, percepção do impacto de seus respectivos trabalhos nas operações, etc.
- vii  fotografar a área em estudo, para visualizar e registrar problemas e buscar de soluções posteriores, tomando precauções para não documentar, nem transferir, involuntariamente, segredos industriais ou informações tecnológicas com valor de mercado para a concorrência
- viii  registrar o *housekeeping* nas operações, envolvendo sua integridade, existência de tubulações ou equipamentos estranhos ao processo, etc. Anotar transbordamentos e vazamentos. Investigar necessidades e frequência de reparos ou serviços para manutenção contra vazamentos. Avaliar a limpeza geral da área em estudo. Anotar a emissão de gases, nos seus diferentes aspectos: odores, fumaça e vapores
- ix  gerar relatório de pré-avaliação.

## 1.2.4 Equipe Interna [Tab. 1.2.4]

### A. Perfil dos integrantes

Dependendo da complexidade do processo de manufatura, recomenda-se a designação do Chefe da Equipe de Avaliação Interna e a participação de funcionários da Empresa com interesse em lidar com questões ambientais e que disponham de conhecimentos ou habilidades identificadas em seguida:

- i  levantamento de informações, detecção objetiva de evidências e relacionamento social com pessoas, para conduzir entrevistas
- ii  conhecimento técnico e, quando possível, científico e, preferivelmente, familiarização com a área ou processo específico a ser avaliado, levando em conta questões relativas a poluição, efluentes e resíduos gerados
- iii  conhecimentos ou entendimento de aspectos legais que envolvam regras, regulamentos, normas, autorizações de funcionamento, registros, monitoramento e outros aspectos da fiscalização governamental.

### B. Composição sugerida

- i  Gerente de Produção ou de Departamento
- ii  Engenheiro responsável pelo processo ou pela unidade específica
- iii  Gerente ou responsável pela estação de tratamento de resíduos
- iv  Gerente ou responsável por assuntos ambientais
- v  Gerente ou supervisor de manutenção

### C. Papel da Equipe Interna

- i  Levantar - quando disponíveis na Empresa - ou produzir, se não existirem, as informações necessárias para a avaliação
- ii  Familiarizar-se com a área de interesse para estudo ou com o processo específico a ser avaliado
- iii  Comparar as operações realizadas e as descritas em manuais e documentos, tais como o projeto de produção, registros de produção e outros documentos afins
- iv  Verificar modificações em fluxos, equipamentos e outros procedimentos
- v  Preparar agenda (*checklist*) para a inspeção a ser feita pelas Equipes Interna e Externa, quando esta for necessária
- vi  Processar as informações, avaliá-las e propor estratégias de prevenção de resíduos redução de consumo de energia e água

## 1.2.5 Equipe Externa [Tab. 1.2.5]

Profissionais fora do quadro da Empresa, com competência em assuntos ou em problemas que não possam ser atendidos por funcionários do quadro da Empresa.

Recomenda-se que, antes de contratar serviços externos, a Equipe Interna possa preparar documento ou relação de tópicos, temas ou problemas que deverão merecer a atenção de especialistas externos. O documento deverá conter, por exemplo:

- i  informações já disponíveis na indústria
- ii  agenda (*checklist*) para a inspeção desejada, onde estejam claramente identificados: objetivos, questões, problemas a serem resolvidos, informações desejadas, etc.

### A. Perfil

Profissionais capazes de preencher temas ou áreas de competência não atendidos pela Equipe Interna. Para a pequena e média empresa, sem recursos financeiros suficientes para contratação de consultor externo, recomenda-se a associação com outra Empresa, a fim de compartilhar custos.

### B. Composição ideal

- i  Engenheiros especialistas em questões ambientais, particularmente em resíduos e com experiência adquirida no desempenho de funções afins às que vierem a ser caracterizadas para a implantação da filosofia de **PR**
- ii  Consultor em avaliação ambiental, devidamente credenciado e familiarizado com os sistemas e operações do tipo de unidade produtiva ou da planta industrial a ser avaliada
- iii  Recursos externos: laboratórios analíticos, empresas de serviços ambientais e equipamentos para amostragem, medição de fluxos e outras tarefas ou procedimentos afins

### C. Papel da Equipe Externa

- i  Identificar, caracterizar ou relacionar as informações consideradas necessárias para o trabalho de avaliação contratado, a fim de que a Equipe Interna possa produzi-las
- ii  Trabalhar com as informações geradas, dentro da agenda previamente elaborada pela Equipe Interna
- iii  Realizar a inspeção de acordo com agenda previamente estabelecida, para cumprir os objetivos da avaliação

## 1.3 Barreiras à avaliação

A Equipe de Avaliação poderá encontrar dificuldades para realizar as tarefas, por diferentes causas ou razões.

### A. Do processo de produção

- Surgimento de “gargalos” e dificuldades tecnológicas
- Resistência à introdução de mudanças e paradas na produção
- Problemas no desempenho insatisfatório de equipamentos

### B. Dos serviços de manutenção

- Insuficiência de espaço físico e/ou de outros recursos
- Falta de condições adequadas para introdução de novos equipamentos
- Indisponibilidade de recursos humanos, na data prevista
- Exigências das rotinas de manutenção extensiva

### **C. Do controle de qualidade**

- Dificuldades do sistema de produção para atender novas exigências
- Problemas gerados pelo aumento de demanda e repetição de trabalho no processo industrial

### **D. Das relações comerciais e marketing**

- Resistência às mudanças no produto que implicam em alterações no programa de marketing

### **E. Do serviço de inventário**

- Receio de que a substituição de matérias-primas, as modificações no processo e a racionalização de estoque de materiais sensíveis poderão acarretar alteração na política de estoques e causar dificuldades nos períodos de aquecimento de vendas
- A substituição materiais perigosos por outros não perigosos poderá afetar as relações e contratos com fornecedores

### **F. Das finanças**

- Poderão faltar recursos financeiros para custear a avaliação

### **G. Da regulamentação ambiental**

- As mudanças no processo poderão requerer novos procedimentos para conformidade à legislação

## 2. Inspeção preliminar da planta industrial [Tab. 2.0]

Este item abrange procedimentos destinados à tomada de posição para início da avaliação na planta industrial. As tarefas correspondem ao trabalho de pré-avaliação e consistem dos seguintes tópicos:

- i  definição dos objetivos da avaliação, em função da política, interesse e disponibilidade de recursos da Empresa
- ii  eleição do enfoque ou amplitude da avaliação
- iii  estabelecimento da estratégia a ser adotada para execução do trabalho
- iv  identificação das operações que caracterizam o processo ou os processos utilizados na indústria e
- v  elaboração do(s) fluxograma(s) de produção.

Recomenda-se que a Equipe de Avaliação tenha feito o planejamento adequado para o trabalho, conforme foi tratado no Capítulo 1 do Manual e tenha organizado, em especial, o sistema de registro de informações para posterior tratamento, avaliação e interpretação.

O primeiro passo para o trabalho consiste na descrição da área (*site*) onde será feita a avaliação [Tab. 2.0]. O leitor poderá encontrar alguma dificuldade ou aparente conflito na terminologia usada para identificar o alvo a ser avaliado.

No presente Manual, o termo **local** refere-se à planta industrial ou fábrica. A expressão **area** é usada no sentido do *site* (do Inglês) e sempre correlacionada ao alvo a ser avaliado. Assim, o termo *área* poderá representar a fábrica, uma ou mais linhas de produção, segmentos da fábrica, de linhas ou de processos de linhas de produção, ou operação única ou conjunto de operações especialmente selecionados.

A principal razão para isso reside no fato de que a avaliação poderá ser feita - a critério da Empresa - em *parte do processo de produção* (abrangendo, neste caso uma ou mais operações), em determinada *área* física onde certas operações são realizadas, na *planta* ou *local industrial* como um todo, ou em determinada *unidade* da planta industrial, dentre outras opções.

### 2.1 Objetivos da avaliação [Tab. 2.1]

Este tópico é fundamental para garantia de sucesso no trabalho a ser realizado. São sugeridos os seguintes passos:

- i  verificar *se e como* a Empresa está atuando, no que se refere à conformidade à legislação vigente, abrangendo
  - controle de poluição da água, inclusive de descargas líquidas, monitoração de água subterrânea e água potável
  - manejo de resíduos sólidos, especialmente os perigosos e tóxicos
  - práticas adotadas para disposição de resíduos
  - avaliação de riscos
- ii  avaliar a efetividade do sistema de gestão ambiental, se estiver implantado, levando-se em conta:
  - práticas ou comportamentos internos que inibam ou dificultem a conformidade à legislação e regulamentação
  - operações padronizadas para as diferentes atividades na indústria
  - condutas e procedimentos já estabelecidos, para atendimento às normas, exigências ou recomendações da legislação, planos ou projetos relacionados às atividades industriais da Empresa
  - relações entre as funções de gestão ambiental e as demais atividades executadas na Empresa

- iii  acessar e avaliar riscos reais ou potenciais, resultantes de materiais ou de procedimentos regulamentados ou que não estejam sujeitos a regulamentações
  - possibilidades de riscos de ação civil contra a Empresa
  - potencial de riscos não regulamentados para a saúde do trabalhador, comunidade nas vizinhanças, consumidores e os diferentes ambientes e
  - riscos de ação movida por órgãos de proteção ao consumidor contra a empresa
- iv  criar base de informação para planejamento de mudanças, visando a **PR**.

## 2.2 Opções para enfoque

A Equipe de Avaliação precisa trabalhar com base em premissas definidas com clareza e com pleno suporte dos níveis de decisão de negócios da Empresa. As opções para escolha da área a ser avaliada são sugeridas a seguir.

- i  Cobertura de todo o processo de produção ou enfoque em unidades operacionais selecionadas
- ii  Eleição de emissões de resíduos mais evidentes
- iii  Decisão de prevenção, redução ou minimização de determinados tipos de resíduos
- iv  Eleição ou priorização de problemas, como:
  - principais problemas ambientais na indústria
  - perda de matérias-primas
  - resíduos causadores de problemas em processos de produção
  - resíduos considerados perigosos ou para os quais existam restrições legais
  - resíduos cuja destinação e despejo envolvam altos custos.

## 2.3 Estratégia de partida

A Equipe de Avaliação deve ser capaz de identificar os seguintes elementos:

- i  política ambiental da Empresa e os objetivos relacionados às questões ambientais
- ii  emissões de resíduos, distinguindo os perigosos e não-perigosos, inclusive os tóxicos
- iii  matérias-primas usadas, responsáveis pela geração de resíduos
- iv  processos ou sistemas de coleta e tratamento de efluentes, adotados na indústria
- v  comparação entre as emissões detectadas e tabelas ou quadros de referência disponíveis para indústrias similares. Na falta de dados reais sobre a emissão de resíduos na própria indústria, poderão ser utilizadas as tabelas no manual da OMS.

Além das medidas acima, a direção superior da Empresa deverá tomar outras, de ordem administrativa, para que a Equipe de Avaliação possa

- acompanhar o processo, desde a entrada da matéria-prima na área em estudo, até o ponto em que o produto deixa a área
- identificar as fontes suspeitas de resíduos, abrangendo:
  - processo de produção
  - operações de manutenção
  - armazenagem de matérias-primas, produtos acabados e em fase de acabamento
  - situações de geração de resíduos e outras de ineficiências termodinâmicas do processo.

## 2.4 Identificação de operações [Tab. 2.4]

O processo de produção é composto, usualmente, de diferentes etapas ou operações que poderão ser identificadas e sistematizadas. Na indústria química, tais etapas são denominadas *operações unitárias*. Neste Manual, é usado o termo *operação*.

## 2.4.1 Conceito

A *operação* corresponde (a) à parte, unidade ou área do processo de produção ou (b) a determinado item de equipamento quando

- i** há entrada de materiais
- ii** ocorre algum tipo de transformação
- iii** e materiais são liberados, em forma, estado ou composição diferentes das condições de entrada.

O conceito abrange as operações unitárias na indústria química e as etapas ou fases de processos de produção em outros segmentos industriais.

## 2.4.2 Estratégia para identificação das operações

A identificação das operações não requer, necessariamente, a existência prévia de documento formal representando o fluxograma de processo. Entretanto, o reconhecimento das operações acaba gerando o fluxograma atual para o processo, o qual consiste em documento fundamental para que a avaliação possa ser realizada.

Na existência prévia de fluxograma, este documento será aperfeiçoado, através do preenchimento lacunas ou de modificações introduzidas no processo de produção. Recomenda-se, portanto, que os membros da Equipe de Avaliação:

- i** caminhem e observem a planta de produção
- ii** observem e anotem os dados considerados importantes ou relevantes, para identificar itens ou medidas importantes para **PR** e redução de consumo de água e energia
- iii** identifiquem todas as operações e os tipos de inter-relacionamentos existentes
- iv** registrem, apropriadamente, as observações visuais
- v** discutam os resultados das observações com empregados, com ênfase nos seguintes tópicos ou temas:
  - percepção geral das pessoas sobre o processo
  - resíduos gerados
  - condições operacionais, transbordamentos, vazamentos
  - esquemas de trocas de turnos
  - práticas de armazenamento e manuseio de materiais e eventuais diferenças de comportamento nos diferentes turnos de trabalho
  - geração ou liberação não esperada de resíduos
  - possíveis melhorias do processo e outros comentários pertinentes
- vi** executem esquemas ou *layout* do processo, dos sistemas de drenagem, ventilações, de tubulações e outras áreas de transferência de materiais
- vii** verifiquem a coerência e correspondência entre as observações na área avaliada e as informações contidas no projeto industrial
- viii** anotem os problemas iminentes que deverão ser atendidos antes da conclusão da avaliação.

## 2.4.3 Registro de dados [Tab. 2.4.3]

Durante a inspeção preliminar na fábrica e e após o levantamento de dados, os responsáveis pelo tratamento das informações obtidas deverão:

- i** coletar, catalogar e classificar informações em arquivos previamente planejados, identificados de acordo com a unidade ou com a operação, conforme a complexidade do processo e
- ii** planejar a organização da informação de maneira a permitir o processamento eletrônico de dados, idealmente através de *software* de banco de dados.

## 2.5 Construção do fluxograma do processo

A conexão das operações permitirá a construção do fluxograma atualizado e revisado, de acordo com os níveis de complexidade do sistema de manufatura.

### 2.5.1 Definição do nível de detalhamento desejado

A Equipe de Avaliação poderá escolher a opção de trabalho que melhor atender às características e condições da Empresa, conforme sugerida a seguir.

- i  Manter o equilíbrio entre a escala ou profundidade de avaliação desejada e o volume de informações necessárias
- ii  Considerar a natureza do problema ambiental e as expectativas da Empresa, perante a legislação, a comunidade vizinha, os consumidores e a concorrência
- iii  Adotar o nível de detalhamento da informação, de acordo com o objetivo da Empresa e o escopo da avaliação.

### 2.5.2 Para processo simples

- i  Interligar as operações unitárias individuais, sob a forma de diagramas de bloco, através de suas entradas e saídas
- ii  Identificar as operações intermitentes (exemplos: lavagens, drenagens, reposição de materiais, etc.) com *linhas pontilhadas*.

### 2.5.3 Processos complexos

- i  Preparar o fluxograma geral, englobando as principais áreas do processo
- ii  Em folhas separadas, preparar os fluxogramas detalhados para cada área principal do processo



### 3. Elaboração do balanço de material e de energia

A elaboração do fluxograma ou de fluxogramas de processo, baseados nas operações identificadas *in loco*, deve ser complementada por tabelas (criadas a critério da Equipe de Avaliação e outras sugeridas neste Manual e mencionadas ao longo do texto).

O conjunto de informações geradas deverá envolver a descrição do processo [ver **Tab. 4.2.1a**] e do balanço de material e de energia, na indústria em estudo, abrangendo matérias primas, produtos, água e energia.

Os primeiros parágrafos a seguir abordam aspectos conceituais e trazem indicações para que a Equipe de Avaliação possa descrever o quadro de referência apropriado para a Empresa. Depois, são apresentados os procedimentos e indicadores fundamentais para a elaboração precisa do balanço de material e de energia.

O Manual aborda tópicos e recomenda atividades de forma genérica, independente do tipo de indústria. A Equipe de Avaliação tem a missão especial de traduzir as sugestões do Manual em propostas de ações específicas e apropriadas ao tipo de processo de produção ou ao produto a serem avaliados.

#### A. Conceito de Balanço de Material e de Energia

O Balanço de Material e de Energia parte da premissa de que

$$\text{Entrada de massa/ energia} = \text{Saída de massa/energia} + \text{Massa/energia Acumuladas}$$

Portanto, é preciso fazer a *quantificação precisa das entradas (inputs) e saídas (outputs) de um processo de produção.*

#### B. Abrangência

A expressão *Balanço de Material e de Energia* abrange todos os materiais, água e energia envolvidos no processo de produção. Portanto, de acordo com a decisão e o planejamento previamente estabelecidos pela Equipe de Avaliação, o Balanço de Material e de Energia poderá cobrir

- i  todo o processo de produção ou
- ii  aspectos selecionados, especialmente quando relacionados ao controle de poluição

#### C. Informações derivadas:

Uma vez concluído, o Balanço de Material e de Energia irá gerar informações para estabelecer:

- i  a quantificação de perdas ou de emissões
- ii  a linha de base para traçar o progresso na **PR**
- iii  a estimativa de escala e custos adicionais em equipamentos e outras modificações
- iv  a avaliação de desempenho econômico
- v  a determinação da concentração de componentes das emissões
- vi  e a detecção do consumo de água e energia.

#### D. Delimitação

Para melhor sistematização, o Balanço de Material e de Energia poderá ser realizado a partir de limites estabelecidos para

- i  unidades ou linhas de produção industrial individuais na fábrica
- ii  cada operação do processo de produção ou
- iii  processos específicos.

## E. Periodicidade e coleta de dados

Recomenda-se que o levantamento de dados permita

- i  medir cada ciclo completo de produção
- ii  repetir 3 ciclos seguidos e extrapolar para valores mensais e anuais quando se tratar de ciclos curtos (ex. uma semana), e
- iii  que os dados de saída sejam coletados ao mesmo tempo ou antes dos dados de entrada.

## F. Fontes e causas de geração de resíduos [Tab 3.0Fa,b]

As principais fontes de resíduos encontram-se

- i  no recebimento de matérias primas
- ii  na armazenagem de matérias primas e produtos
- iii  nas etapas de produção e
- iv  nos serviços auxiliares.

## G. Fontes de informações para o Balanço

A base de informações relevantes para o Balanço de Material deve ser procurada em

- i  amostras, análises e medições de fluxos de insumos, produtos e efluentes
- ii  registros de compra de matérias-primas
- iii  medidas de consumo geral
- iv  inventário de materiais
- v  inventário de emissões
- vi  procedimentos de limpeza e validação de equipamentos
- vii  registros de reposição de produtos (*make-up*) nas bateladas
- viii  especificação de produtos
- ix  balanço de material e energia previsto no projeto (*design*)
- x  registros de produção
- xi  registros das operações de produção
- xii  manuais e procedimentos de operações padrão
- xiii  manifestos de resíduos
- xiv  especificação de equipamentos

## H. Dificuldades na elaboração do Balanço e recomendações

- Utilização de várias fontes distintas de energia, geralmente não registradas em qualquer parte do processo.
- O Balanço, quando realizado em curto período de tempo, requer o monitoramento de efluentes mais acurado e com maior frequência.

- A aquisição de matérias primas e insumos, durante determinado período, poderá não corresponder aos volumes utilizados nos processos, no mesmo período de tempo.
- Balanço durante processos complexos pode ser dificultado, especialmente se houver recirculação de efluentes.
- A presença de materiais tóxicos requer atenção especial, de acordo com a legislação local ou de países importadores. [A legislação dos EUA tem exigências específicas. Ver publicação do EPA 560/4-88/02 *Estimating Releases and Waste Treatment Efficiencies for the Toxic Chemicals Inventory Form*].
- A sazonalidade das emissões de resíduos deve ser considerada e adequadamente calculada, da mesma forma como as emissões individuais, grandes, nas bateladas ou nas campanhas devem ser diferenciadas das emissões contínuas e constantes.
- As experiências na execução de balanço de material são melhoradas nas operações.
- Grandes empresas já introduziram registros em bases de dados. As características dos efluentes de resíduos podem ser registradas em planilhas de dados
- Micro e pequenas empresas ou grandes empresas com apenas algumas emissões de resíduos devem avaliar toda a planta industrial.

### 3.1 Entradas: qualificação e quantificação

Devem ser tomados cuidados especiais para identificar os efluentes reutilizados ou reciclados, a fim de evitar a contagem em duplicata, inclusive nos casos em que determinados materiais sejam saída de um processo e entrada em outro.

Sugere-se que o registro das entradas e - por analogia, das saídas - seja feito com base na classificação ou ordenação das partes ou operações identificadas para descrever o processo, de acordo com o item 2.4 (ver **Tab. 2.4**).

#### 3.1.1 Matérias-primas [Tab. 3.1.1]

Os dados de entradas devem ser computados a partir de

- i  registro de compras
- ii  controle de uso
- iii  condições de armazenagem e manipulação
- iv  perdas por evaporação, vazamentos, contaminações, prazos de validade
- v  consumo por operação ou média de utilização
- vi  critério estabelecido para o período de tempo a ser usado para as medições. Ex. para processos em batelada que duram 01 semana, repetir as medições por 03 semanas, pelo menos, e extrapolar resultados para 01 mês ou 01 ano.

#### Sugestões práticas

- *Matérias-primas sólidas*: levantar a quantidade de sacos estocados no início da semana, antes da operação, e o resultado, ao final da operação. Pesar alguns sacos para conferir as especificações de peso e medidas
- *Matérias-primas líquidas*: conferir a capacidade de armazenamento do tanque e quando o tanque foi enchido. Monitorar os níveis do tanque e o número de tanques que chegarem à planta industrial.

#### Interrogativas para orientação do trabalho

- i  O inventário de matérias-primas proporciona a minimização de perdas por manipulação dos estoques?

- O potencial de perda poderia ser minimizado pela redução da distância entre a armazenagem e a unidade de consumo ?
- Materiais diferentes, com risco de contaminação cruzada, são estocados no mesmo tanque ?
- Os sacos e vasilhames são totalmente esvaziados ? Há sobras ?
- No caso de materiais viscosos, seria possível eliminar perdas residuais nos tambores ?
- A área de armazenagem de matérias-primas é segura ? O prédio é trancado à noite ou a área poderia ser cercada para acesso restrito ?
- Matérias-primas sensíveis à luz estão protegidas ?
- Há problemas com pó resultante de materiais empilhados ?
- Bombas e equipamentos para transferência de materiais estão funcionando eficientemente ? Sua manutenção é rotineira ?
- Derrames poderiam ser evitados ?
- O processo é conduzido adequadamente pelo operador ?
- Como monitorar a entrada de matérias-primas ?
- Algum equipamento necessita ou requer conserto ?
- O encanamento é auto-drenável ?
- A água da bomba de vácuo é recirculada?

### 3.1.2 Produtos químicos [Tab. 3.1.2]

Examinar e extrair informações de

- i  registro de compras
- ii  controle de uso
- iii  condições de armazenagem e manipulação
- iv  registro de perdas e suas causas, como: evaporação, vazamentos, contaminações, prazos de validade, etc.
- v  determinação do consumo por operação ou da média de utilização.

### Sugestões práticas

- *Produtos químicos sólidos:* registrar a quantidade de sacos, estocados no início da semana, antes da operação e resultado, ao final da operação. Pesquisar alguns sacos para conferir as especificações de peso e medidas.
- *Produtos químicos líquidos:* conferir a capacidade de armazenamento do tanque e quando o tanque foi preenchido. Monitorar os níveis do tanque e o número de tanques que chegam à planta ou área de produção a ser avaliada.
- *Produtos químicos gasosos:* conferir a capacidade de armazenamento dos tanques e cilindros e quando os mesmos foram enchidos. Monitorar as pressões do tanque e/ou dos cilindros e o número de tanques e/ou de cilindros que chegam à planta.

### Interrogativas recomendadas

- O inventário de produtos químicos proporciona a minimização de perdas por manipulação de estoques ?
- O potencial de perda poderia ser minimizado pela redução da distância entre a armazenagem e a unidade de consumo do produto ?
- Produtos químicos diferentes, com possibilidade ou risco real de contaminação cruzada, são estocados no mesmo tanque ou compartimento ?

- Os sacos ou vasilhames são completamente esvaziados ? Há sobras?
- No caso de produtos químicos viscosos, seria possível eliminar perdas residuais nos tambores ?
- A área de armazenagem de produtos químicos é segura ? O prédio é trancado à noite ? A área está ou poderia ser cercada, para permitir apenas o acesso restrito ?
- Os produtos sensíveis à luz estão protegidos ?
- Há problemas de pó resultante de empilhamento de produtos ?
- Bombas e equipamentos para transferência de materiais estão funcionando eficientemente ? A manutenção é rotineira ?
- Há derrames que poderiam ser evitados ?
- O processo é conduzido apropriadamente pelo operador ?
- Como está sendo monitorada a entrada de produtos químicos ?
- Algum equipamento necessita ou requer conserto?
- O encanamento é auto-drenável?
- Há possibilidade de reutilização ou reciclagem de algum produto químico?

### 3.1.3 Água como solvente [Tab. 3.1.3]

#### A. Uso no processo

Identificar e registrar informações ou questões como:

- i  fontes: poços, reservatório, rio, rede urbana
- ii  armazenagem: tanques, lagoa
- iii  capacidade de armazenagem na instalação
- iv  sistema de transferência: bomba : gravidade, manualmente, outro ?
- v  o regime de chuvas é significativo no local ?

#### B. Uso em operações

- i  Como a água é utilizada em cada operação: pressão, resfriamento, remoção de resíduos, limpeza, enxágüe, remoção de restos de resíduos (ex. lavagem de gases), resfriamento (segurança), etc. ?
- ii  Qual a frequência de uso ?
- iii  Qual o volume utilizado em cada ação?
- iv  Como é feita a recirculação: ciclo fechado, purgas, etc.?

#### C. Uso em condições especiais: reutilização/reciclo

- i  Determinar e quantificar todas as situações de reutilização, observando-se que a saída do líquido em uma operação poderá representar a entrada em outra, do ponto de vista do Balanço de Material
- ii  Registrar os casos em que a reutilização/reciclo possa promover a diminuição de uso de água das fontes principais

#### D. Recomendações especiais

- i  Organizar o sistema de monitoração e medição por operação
- ii  Cobrir o período de tempo suficiente para monitorar todas as operações
- iii  Considerar as ações intermitentes e o uso indiscriminado de água
- iv  Ver os procedimentos básicos de medição [**Anexo 1**] recomendados pela UNEP (Ap. 1, p.103)

### 3.1.4 Ar atmosférico

#### A. Uso no processo

Esclarecer como o ar é utilizado, nos casos de

- i  armazenagem: tanques de alta pressão; outros ?
- ii  capacidade de armazenagem na planta industrial ?
- iii  e no sistema de transferência: alta ou baixa pressão ?; manualmente?

#### B. Uso em operações

- i  Como o ar é utilizado em cada operação: resfriamento, remoção de resíduos, acionamento de equipamentos, outros ?
- ii  Qual a frequência de uso?
- iii  Qual o volume utilizado em cada ação?
- iv  Recirculação: ciclo fechado ? purgas ?

#### C. Uso em condições especiais

- i  Determinar e quantificar todas as situações de reutilização, observando-se que a saída de ar em uma operação poderá representar a entrada em outra, do ponto de vista do balanço de material
- ii  Registrar os casos em que a reutilização/reciclo possa promover a redução de contaminação no ambiente de trabalho

#### D. Recomendações especiais

- i  Organizar o sistema de monitoração e medição por operação
- ii  Cobrir o período de tempo suficiente para monitorar todas as operações do processo
- iii  Considerar as ações intermitentes e o uso indiscriminado de ar

### 3.1.5 Energia [Tab. 3.1.5]

A energia é um tema complexo e que merece tratamento diferenciado. Boas informações quanto ao controle e minimização de gastos de energia podem ser obtidos de organizações governamentais<sup>2</sup>.

Por outro lado, a questão do uso de energia é muito mais particularizado, dificultando a criação de critérios aplicáveis à maioria das situações. As recomendação a seguir são de ordem geral.

É necessário recordar que, muita da energia, gasta no ambiente industrial, não está diretamente relacionada ao produto/processo mas, às pessoas envolvidas no processo. Até agora, o objetivo foi chegar a um mapa de distribuição de energia por operação. Por isso, o balanço de energia mostrará, via de regra, uma menor percentagem a energia total consumida quando comparado ao balanço de material.

#### A. Uso no processo

- i  Fontes: renováveis ou não ? É possível adaptação? Estas fontes trazem algum tipo de emissão gasosa? (Se a resposta for afirmativa, proceda como o indicado para as emissões gasosas)

---

<sup>2</sup> Sugere-se, como exemplo, o departamento americano na área de energia - DOE  
(<http://www.osti.gov/html/techstds/techstds.html>)

- ii  Transporte: qual a perda por transporte entre operações? A mudança do *layout* pode favorecer a diminuição das perdas?

## B. Uso em operações

- i  Quanta energia é gasta em cada operação ? Criar tabelas de conversão entre as diversas formas de energia
- ii  Tipo de uso de energia: aquecimento, reação, transporte, outros
- iii  Freqüência de uso
- iv  Quantidade utilizada em cada ação

## C. Recomendações especiais

- i  Considerar que todo o gasto de energia deve ser racionalizado. Para tanto, devem ser institucionalizadas desde atitudes simples quanto a medidas de controle em equipamentos. Fazer medições de luminosidade em salas, verificar a temperatura de sistemas de ar condicionado, etc.
- ii  Controlar os sistemas de produção do mesmo modo como citado no item anterior. Verificar se as temperaturas estipuladas estão sendo corretamente utilizadas. Garantir a calibração dos instrumentos, etc. Procurar fuga no sistema elétrico. Verificar se a manutenção está sendo feita corretamente. Inspeccionar equipamentos elétricos que estão apresentando “aquecimento acima do esperado”. Quando necessário, instalar medidores individuais nos equipamentos.
- iii  Evitar operações desnecessárias ou duplicadas. Considerar que, via de regra, qualquer operação consome energia. Evitar transportes desnecessários de matéria-prima e produto acabado.
- iv  A troca de tecnologia e/ou de equipamento favorece a diminuição do gasto?

### 3.1.6 Totalização de entradas [Tab. 3.1.6]

Recomenda-se a criação de planilhas, da maneira mais simples possível. Contudo, é importante reconhecer que a melhor opção será o uso de recursos computacionais.

## 3.2 Saídas: resíduos gerados

O cálculo das saídas, nos processos, representa a contrapartida da aferição das entradas, para a elaboração do Balanço de Material. É muito importante estabelecer e definir as unidades de medidas que deverão ser adotadas e garantir que as anotações respeitem a padronização estabelecida.

Como foi proposto para este Manual, a designação de *resíduo* engloba todo material (inclusive energia) que não representar o *produto-fim* ou *primário* da manufatura.

A Equipe de Avaliação poderá trabalhar no sentido de caracterizar as emissões, em grandes blocos ou categorias, ou gerar informações em maior profundidade, para cada efluente ou resíduo.

### 3.2.1 Identificação e caracterização individual de saídas [Tab. 3.2.1a, b, c]

Classificar as saídas, de acordo com a natureza do componente, por exemplo:

- i  produto primário ou produto-fim
- ii  resíduos gasosos, resíduos líquidos e sólidos
- iii  águas residuárias

- iv  ar atmosférico
- v  energia

A Equipe de Avaliação deverá definir o critério adotado para verificar a perda de energia ocorrida na operação. Não havendo medição direta, poderão ser usados métodos indiretos baseados em acréscimos de entrada de energia, necessários para garantia de desempenho da operação.

### 3.2.2 Níveis correntes de reuso/reciclagem *in site* de resíduos

Não será fácil apurar a saída de um resíduo que seja utilizado como material intermediário que venha a ser reutilizado como entrada em outro processo ou outra operação. Apesar disso, recomenda-se tabular os dados de saída sempre que a reutilização ou a reciclagem na fábrica forem evidentes. Estes dados estão nas **Tabelas 3.2.1.b e 3.2.1c.**

### 3.2.3 Volumes transferidos e usados em outras ações na planta industrial

A apuração dos volumes visa estabelecer os volumes e valores transferidos para fora da planta industrial

- i  sem modificações ou
- ii  modificados e reutilizados.

#### Recomendações

- i  Eliminar contagens duplas (ex. computar o saída de uma ação e entrada em outra operação)
- ii  Considerar a possibilidade de reutilização/reciclagem da saída de uma operação como a entrada de outra

### 3.2.4 Medição de águas residuárias [Tab. 3.2.4]

#### Recomendações

- i  Identificar pontos de descarga : rede de esgoto, curso de água, outro
- ii  Determinar tipo e dimensão de todos os efluentes de água residuária
- iii  Identificar efluentes secundários e principais, na planta
- iv  Estabelecer o projeto (*design*) de amostragem e medições dos efluentes e a contribuição individual para cada operação
- v  Considerar p.ex. a produção total, envolvendo a partida, encerramento do processo e limpeza do sistema
- vi  Distinguir a drenagem de água de chuva da de águas residuárias
- vii  Usar metodologias adequadas para medições de tempo e volume [**Anexo 1**] recomendados pela UNEP (Ap. 1, p.103)
- viii  A saída deverá ser aproximadamente igual à entrada no processo (cuidado com contagem dupla)
- ix  Analisar a água para determinar: concentração de contaminantes, DQO, DBO, suspensões sólidas, graxas e óleos substâncias tóxicas e outras recomendações
- x  Analisar os produtos químicos especiais para o processo industrial em questão: comparar saída com entrada da matérias primas
- xi  Retirar amostras para análises laboratoriais



- xii  Tomar cuidados específicos para formação de amostras compostas (ex. 100 ml por hora, até completar 1.000 ml) para processos intermitentes e para redes de efluentes secundários, que contribuem para o efluente principal
- xiii  Totalizar o efluente de água residuária

### 3.2.5 Medição de emissões gasosas [Tab. 3.2.5]

#### Recomendações

- i  Considerar as emissões atuais e potenciais, associadas a cada operação (da entrada e do estoque de matérias-primas até a armazenagem do produto acabado)
- ii  Qualificar e quantificar as emissões
- iii  Adotar metodologias adequadas para medições [**Anexo 1**] recomendados pela UNEP (Ap. 1, p.107).
- iv  Usar informação estequiométrica, quando não for possível fazer as medições

#### Interrogativas importantes

- Existem odores associados à operação ?
- Os odores são mais proeminentes em determinados períodos ? Estão associados à temperatura ?
- Há algum equipamento para controle de poluição presente ?
- As emissões gasosas originam-se de áreas confinadas (inclusive as emissões fugazes) e ventiladas para o exterior ?
- Se houver lavador de gás, o que é feito com a solução exaurida? Poderá ser convertida em produto útil ?
- O empregados usam vestes e equipamentos de proteção ?

#### Emissões gasosas

- i  Efetuar a quantificação das emissões gasosas ou efetuar estimativas estequiométricas das emissões
- ii  Para medição de emissões de um único gás, adotar o modelo proposto (UNEP, Ap. 1, pág. 107)

### 3.2.6 Resíduos para tratamento fora da planta industrial (*off site*)

#### Identificação

Cada tipo de resíduo a ser enviado para tratamento fora da planta industrial deve ser apropriadamente identificado e registrado. Estes dados estão na **Tab. 3.2.1b,c**

Caracterizar corretamente, se

- i  *sólidos*: lodos ou pós
- ii  *líquidos*: aquosos e não aquosos
- iii  *gasosos*.

#### Recomendações

- Identificar os resíduos transportados para tratamento e destinação fora da planta
- Medir a quantidade e frequência da geração
- Identificar a composição

#### Interrogativas

- De onde se originam ?
- É possível otimizar o processo de produção para prevenir os resíduos ?
- É possível usar matéria-prima alternativa, para evitar os resíduos?
- Algum componente particular torna o resíduo perigoso ? Tal componente poderá ser isolado ?
- O resíduo contém algum material valioso?
- A armazenagem (temporária) do resíduo na planta industrial (*in site*) causa algum problema adicional de emissão ?
- Quais as características do resíduo e da armazenagem ?
- Há problemas de segurança na armazenagem ?

### 3.2.7 Resíduos individualizados: medições

Os volumes de resíduos devem ser apurados [Ver **Tab. 3.2.1c**]

- i  sem modificações e
- ii  modificados e reutilizados.

### 3.2.8 Medições de perda de energia [Tab. 3.2.8]

Usar os dados da **Tab. 3.2.1.a** para subsequente detalhamento:

- i  por equipamento
- ii  por operação
- iii  por área.

### 3.2.9 Totalização de saídas do processo

Ver Tabs. 3.2.1a,b. Recomenda-se a criação de planilhas, da maneira mais simples possível. Contudo, é importante reconhecer que a melhor opção será o uso de recursos computacionais.

### 3.3 Consolidação de informações de entradas e saídas

#### Recomendações:

- i  Examinar cada operação do processo de produção
- ii  Reexaminar as diferenças que forem detectadas
- iii  Totalizar os valores e volumes para o fluxograma geral do processo
- iv  Avaliar e decidir se todos os dados de entrada e saída devem ser utilizados para o Balanço de Material preliminar.

#### 3.3.1 Procedimentos

- i  Investigar os problemas detectados no Balanço de Material, caso seja encontrada variação significativa na totalização para o fluxograma do processo de produção
- ii  Padronizar as unidades de medida (litros, toneladas, quilogramas) por dia, por ano ou por batelada
- iii  Sumariar os valores medidos em unidades padrão, com referência ao fluxograma

#### 3.3.2 Balanço de material e energia preliminar [Tab. 3.3.2a, b]

- i  Avaliar os dados coletados, para cada operação
- ii  Tabular os resultados, por entrada e saída
- iii  Usar sempre as mesmas unidades de massa, conforme a padronização adotada para o Balanço de Material e Energia
- iv  Levar em consideração a densidade de líquido, gás ou sólido em questão
- v  Elaborar o Balanço de Material e Energia para: entrada de matérias-primas e saídas de produtos e resíduos. Considerar, especialmente, água, solventes líquidos e gasosos, além de cada contaminante de maior volume ou importância.
- vi  Repetir o procedimento para cada contaminante mais relevante
- vii  Agrupar e avaliar o balanço de água para todas as entradas e saídas de água, a fim de detectar possíveis desbalanços causados por vazamentos ou derrames
- viii  Somar os balanços individuais, para representar o Balanço para todo o processo, para toda a unidade de produção ou toda a planta industrial

### 3.4 Avaliação do balanço de material e energia

- i  Revisar o Balanço de Material e de Energia, de operações ou de ações individuais
- ii  Revisar o Balanço consolidado
- iii  Investigar as variações significativas. Ex.: perda de entradas em descargas de resíduos (vazamentos, evaporação, etc.) ou maiores saídas por erros de medição ou falha de leitura de entradas.

### 3.5 Refinamento/consolidação do balanço de material e energia

- i  Acrescentar os dados eventualmente corrigidos ou faltantes
- ii  Se necessário, estimar as perdas intangíveis
- iii  Se necessário, refazer o Balanço de Material e Energia para operações críticas ou importantes

- iv  Continuar o refinamento e, onde necessário, expandir a base de dados

## 3.6 Informações derivadas

Tomar precauções para que as informações obtidas incluam

- i  total de materiais nas entradas e saídas (especialmente resíduos) para cada operação e para o processo total
- ii  quantificação de perdas por vazamentos ou por emissões
- iii  linha de base para traçar o progresso na **PR**
- iv  estimativa de escala e custos adicionais em equipamentos e outras modificações
- v  avaliação do desempenho econômico e
- vi  determinação da concentração de componentes das emissões

Ao concluir as atividades previstas no Capítulo 3, a Equipe de Avaliação terá condições para caracterizar o sistema produtivo da empresa, ou a parte do processo escolhida para a avaliação, do ponto de vista tecnológico (físico, químico e energético).

A caracterização feita foi baseada no levantamento e uso de inúmeros parâmetros e exigiu, por isso, a elaboração de fluxogramas de processo em diferentes níveis de detalhes e profundidade.

## 4. Consolidação de informações

As informações levantadas nos Capítulos anteriores permitiram **(a)** retratar a realidade ou identificar problemas na geração de resíduos e consumo de água e energia, e **(b)** determinar as interfaces com outras áreas ou ambientes da empresa, que afetam a área avaliada.

Para facilitar a priorização e geração de opções de **PR**, é importante, a partir deste ponto:

- (a) correlacionar a realidade ou os problemas detectados a: **(i)** informações geradas durante a avaliação, **(ii)** dados referentes a outras áreas da empresa e **(iii)** fora da indústria e
- (b) tabular informações selecionadas.

### 4.1 Correlação de problemas ou da realidade a informações [Tab. 4.1 a, b]

#### 4.1.1 Informações administrativas

- i. Declaração da política ambiental da Empresa
- ii. Procedimentos padronizados e adotados para o processo produtivo do tipo que está sendo avaliado
- iii. Organograma da Empresa
- iv. Estrutura organizacional e níveis de coordenação das atividades ambientais, entre os diferentes departamentos
- v. Controles administrativos, como: procedimentos de contabilização total de custos, procedimentos de compra de materiais e procedimentos de coleta e reciclagem de resíduos, bem como seu descarte

#### 4.1.2 Informações ambientais

- i. Relatórios de avaliações ambientais já realizadas
- ii. Requerimentos ou pedidos de autorização de licença para funcionamento e operação
- iii. Relatórios já realizados de EIA (Estudos de Impactos Ambientais) e RIMA (Relatório de Impactos ao Meio Ambiente)

#### 4.1.3 Informações referentes a projetos

- i. Plano diretor e planta civil da fábrica
- ii. Fluxogramas de processo e registro operacional, com dados de eficiência e eficácia
- iii. Diagramas de Balanço de Material e Energia (tanto o referente ao projeto de produção, como o real, resultante do levantamento feito na fábrica), para representar (a) o processo de produção e (b) os processos de controle de poluição
- iv. Manuais de operação e descrição de processos
- v. Lista de equipamentos
- vi. Folha de dados e especificação de equipamentos
- vii. Diagramas ou plantas de tubulações e instrumentação
- viii. Planos de elevação na fábrica
- ix. Plantas ou diagramas de localização de equipamentos e fluxogramas operacionais

- x. Matérias-primas ou ingredientes com recomendações especiais para uso no processo de fabricação

#### **4.1.4 Informações gerais sobre emissões e resíduos**

- i. Esquema de manejo e monitoramento de resíduos, registros e dados disponíveis
- ii. Resíduos mais evidentes no processo industrial
- iii. Inventário de emissões
- iv. Resíduos classificados como não-perigosos, perigosos e o que os tornam perigosos
- v. Registros anteriores de monitoramento de resíduos
- vi. Análises e estudos de resíduos já realizados
- vii. Volumes anuais ou bienais totais de resíduos perigosos transportados para sítios externos ou destinados de acordo com a legislação
- viii. Fontes potenciais de resíduos [ver **Tab. 3.0F**]
- ix. Tipos e quantidades de resíduos mais evidentes e comuns gerados e respectivos processos de geração ou origens
- x. Produtos utilizados e respectivas recomendações especiais de manuseio
- xi. Disponibilidades para tratamento e destinação de resíduos e respectivos custos
- xii. Locais ou pontos de descarga de emissões líquidas, sólidas ou gasosas
- xiii. Entrada de materiais usados capazes de gerar efluentes de um processo particular, na planta industrial
- xiv. Volume de materiais registrado através de perdas por fuga
- xv. Geração desnecessária de resíduos por mistura de resíduos perigosos com outros resíduos de processo
- xvi. Práticas de *housekeeping* utilizadas para limitar a quantidade de resíduos gerados
- xvii. Tipos de controle de processos usados para aperfeiçoar a eficiência do respectivo processo
- xviii. Geração de resíduos por manipulação indevida de materiais

##### **4.1.4.1 Informações sobre detecção de resíduos [ver Tabs. 3.0F, 3.2.1c]**

- i. Periodicidade
- ii. Variações em procedimentos contínuos, em bateladas ou campanhas
- iii. Emissões pequenas e fragmentadas, ou grandes e unitárias

##### **4.1.4.2 Informações sobre prevenção de resíduos e prioridades**

- i. Atitudes da Empresa para conformidade à legislação vigente
- ii. Posição da Empresa em relação às tendências de mudança na legislação, observadas nos países desenvolvidos
- iii. Reflexos de recomendações feitas por agências multigovernamentais ou de acordos voluntários já estabelecidos no segmento industrial da Empresa
- iv. Custos de manejo (tratamento e destinação)
- v. Potencial de ações de responsabilidade civil, geradas por questões ambientais e de segurança da comunidade
- vi. Características perigosas dos resíduos detectados: toxicidade, flamabilidade, corrosividade e reatividade
- vii. Riscos e perigos para os trabalhadores
- viii. Possibilidades ou facilidades para **PR** na planta industrial

- ix. Possibilidades de eliminação de *gargalos* no tratamento de resíduos
- x. Potencial de recuperação de resíduos úteis ou valiosos
- xi. Disponibilidade de recursos para programas e projetos de **PR**

#### **4.1.5 Informações sobre o consumo de água**

- i. Locais ou partes do processo onde há maior consumo de água
- ii. Identificação das fontes de abastecimento
- iii. Capacidade de armazenagem na planta industrial
- iv. Meios de transferência: bombas, gravidade, etc.
- v. Identificação dos volumes de água utilizada em cada operação unitária
- vi. Frequência de uso
- vii. Pontos de descarga de efluentes
- viii. Resumo do consumo real de água, obtido através do Balanço de Material e Energia real na planta industrial

#### **4.1.6 Informações sobre o consumo de energia**

- i. Locais, na fábrica, operações ou partes do processo onde há maior consumo de energia
- ii. Identificação das fontes geradoras de energia
- iii. Determinação do consumo na planta industrial
- iv. Identificação dos equipamentos consumidores de energia
- v. Identificação, através do balanço de energia, de como esta é utilizada em cada operação
- vi. Identificação da frequência de uso
- vii. Determinação dos pontos de descarga de efluentes e verificação dos balanços térmicos
- viii. Resumo do consumo real de energia, obtido através do balanço de energia da planta industrial

#### **4.1.7 Informações sobre matérias-primas e produtos**

Devem ser tomados cuidados especiais, para tratar as informações referentes às matérias primas e produtos, procurando-se

- i. organizar, registrar e numerar toda a documentação produzida
- ii. verificar sua consistência, o nível de profundidade alcançado nas revisões, o nível de utilização na avaliação realizada, o número de identificação do documento suporte e sua localização, em relação aos tópicos mencionados em seguida.

##### **4.1.7.1 Composição do produto e folhas de dados (planilhas) de bateladas**

Descrição ou folha de dados, contendo informações sobre os componentes do produto, sejam estes compostos químicos, quaisquer equipamentos ou outros elementos.

É necessário produzir, claramente, as planilhas de insumos, contendo os dados correlacionais ao processo em estudo.

Este Manual não impõe a maneira de formatação das tabelas e planilhas, mas, insiste que a Equipe de Avaliação faça a descrição mais completa e padronizada, a fim de caracterizar a instalação e a área a ser avaliada.

#### **4.1.7.2 Diagramas de utilização de materiais**

Todo o processo de produção deve ser representado por fluxogramas ou diagramas, onde fiquem claramente especificadas

- a maneira como os materiais deverão ser utilizados
- em que fase do processo os materiais são introduzidos ou retirados
- a localização física dos mesmos e, em especial, a dos resíduos.

#### **4.1.7.3 Folhas de dados sobre segurança de materiais (MSDS - Material Safety Data Sheet)**

É preciso dispor de folhas com informações sobre a segurança dos materiais utilizados e produzidos, abrangendo, dentre outros dados:

- características toxicológicas e de riscos para manuseio e uso
- propriedades físico-químicas
- forma de manipulação
- equipamentos de proteção coletiva e individual
- medidas a serem adotadas, no caso de combate a incêndio, transbordamentos e outros acidentes e
- cuidados quanto à mistura de materiais incompatíveis que venham a gerar um outro produto de alto risco.

Alguns segmentos industriais, como o de química, adotam formato padronizado para as informações de MSDS.

#### **4.1.7.4 Registros do inventário de produtos e matérias primas**

O inventário de todas as matérias-primas, produtos e resíduos deve ser registrado de modo a representar a produção

- diária
- mensal
- anual
- por batelada ou campanha.

#### **4.1.7.5 Registros do operador**

Todo o processo deverá ser monitorado pelos operadores. Os dados deverão ser registrados com cuidado e precisão, a fim de permitir o acompanhamento e controle das operações.

#### **4.1.7.6 Procedimentos operacionais**

Toda e qualquer operação deve ser descrita de maneira clara e sucinta, para que o operador tenha resguardadas todas suas ações e intervenções.



#### **4.1.7.7 Planilhas de produção**

Toda e qualquer produção deve ser registrada, inclusive a geração de resíduos, de maneira representativa e mais conveniente, para documentar a produção diária, mensal, anual. As produções em batelada deverão ser especificamente registradas.

#### **4.1.8 Informações externas**

É necessário dispor de diversos tipos de informações, produzidas para outros ambientes industriais, como as mencionadas em seguida.

- i  Fontes de resíduos e poluição já identificadas em indústrias semelhantes, conforme publicações de agências ambientais fiscalizadoras, como CETESB, no Estado de São Paulo.
- ii  Quadro ou termos de referência para prováveis comparações com os resultados observados e os objetivos pretendidos [**Parte IV**].
- iii  Levantamentos locais e regionais de indicadores de problemas e eventuais preocupações referentes à indústria em estudo.
- iv  Mapas da região, com cursos de água, hidrologia e assentamentos humanos.
- v  Outras fábricas ou plantas industriais, na região, com processos ou produtos semelhantes.
- vi  Toda a legislação ambiental pertinente, que possa ser obtida, tanto no âmbito nacional quanto no internacional.

### **4.2 Tabulação de informações**

O uso dos conceitos, critérios e recomendações já propostos, bem como a realização das tarefas sugeridas devem resultar em valioso acervo de informações sobre o processo de produção e produtos. Portanto, a Equipe de Avaliação não deverá ter dificuldades para tabular os dados recomendados a seguir, se tiver adotado critérios apropriados para organização e sistematização das informações levantadas.

É preciso enfatizar que a emissão de resíduos não representa a única fonte de perda de recursos no processo de produção. É importante levar em conta outras causas como: o consumo de insumos, especialmente os solventes, a água e energia.

Os procedimentos propostos até agora não esgotam as possibilidades de geração de informações para o controle dos insumos. Alguns poderão ser considerados sofisticados, como os sugeridos para o controle de matérias primas e produto acabado. É o caso, por exemplo, da contabilização do retrabalho, cuja metodologia poderá ser obtida, a critério da Empresa, em manuais específicos.

Os itens a seguir devem ser entendidos como proposta de tabulação de informações para que a Equipe de Avaliação possa gerar opções de **PR**. As tabelas geradas nos Capítulos anteriores constituem, em boa parte, a base de dados sobre a qual o trabalho será feito, daqui para frente. Entretanto, outras tabulações - recomendadas neste e outros capítulos, deverão ser concluídas.

## 4.2.1 Emissões e resíduos [Tab. 4.2.1a-d] Ver Tabs. 3.0F, 3.2.1

Organizar as informações a partir dos itens propostos a seguir, aproveitando outras informações já obtidas através das tarefas descritas nos Capítulos anteriores, especialmente o Capítulo 3.

### 4.2.1.1 Dados gerais

- i  Inventário de emissões
- ii  Resíduos classificados como não perigosos e perigosos e o que os tornam perigosos
- iii  Registros anteriores de monitoração de resíduos
- iv  Inventário de resíduos perigosos
- v  Análises de resíduos já realizadas
- vi  Quantidades anuais/bienais totais de resíduos perigosos transportados ou destinados para sítios externos, a conforme legislação vigente
- vii  Fontes potenciais de resíduos
- viii  Tipos e quantidades de resíduos mais óbvios gerados e respectivos processos ou origens
- ix  Produtos químicos usados, com recomendações especiais para manuseio
- x  Disponibilidade de tratamento e destinação de resíduos e respectivos custos
- xi  Locais de descarga para emissões líquidas, gasosas e sólidas
- xii  Entrada de materiais usados, que geram efluentes de resíduos de um processo particular na planta industrial
- xiii  Quantidade de matéria-prima registrada através de perdas por fuga
- xiv  Geração desnecessária de resíduos gerados por mistura de resíduos perigosos com outros resíduos de processos
- xv  Práticas de *housekeeping* usadas para limitar a quantidade de resíduos gerados
- xvi  Tipos de controle de processos usados para aprimorar a eficiência do processo

### 4.2.1.2 Detecção de resíduos [ver Tabs. 3.0F, 3.2.1.c]

Determinar

- i  Periodicidade
- ii  Variações em procedimentos contínuos e sazonais
- iii  Emissões pequenas e fragmentadas ou grandes e unitárias

### 4.2.1.3 Priorização de resíduos

Estabelecer a ordem de prioridade para avaliar a questão dos resíduos, baseada em

- i  Conformidade à legislação e regulamentação vigente e futura
- ii  Custos de manejo (classificar por tipo de tratamento e destinação)
- iii  Potencial de responsabilidade ambiental e segurança civil
- iv  Quantidade de resíduos
- v  Propriedades perigosas do resíduo (toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade)
- vi  Riscos e perigos para os trabalhadores
- vii  Potencial ou facilidades para prevenção ou para redução do resíduo
- viii  Potencial de eliminação de gargalos na geração ou tratamento do resíduo
- ix  Potencial de recuperação de subprodutos valiosos
- x  Disponibilidade de recursos para programas e projetos de **PR**

## **4.2.2 Avaliação do consumo de água**

Examinar o processo e criar uma tabela geral contendo dados que permitam tomar a decisão sobre onde (em que operação, etapa, unidade ou área) poderão ser obtidas grandes variações de consumo de água, com o menor ou com pouco esforço.

## **4.2.3 Avaliação do consumo de energia**

Examinar o processo e criar uma tabela geral contendo dados que permitam tomar a decisão sobre onde (em que operação, etapa, unidade ou área) poderão ser obtidas grandes variações de consumo de energia, com o menor ou com pouco esforço.

## **4.2.4 Avaliação de matéria-prima e ou de produto acabado**

Considerar a necessidade de contabilizar as perdas de matérias-primas ou de produtos acabados. Criar uma tabela geral que privilegie os maiores pontos de fuga. Dar prioridade para ações que resultem em maior benefícios a curto prazo ou com menores esforços.

## **4.2.5 Informação econômica**

Organizar as informações, envolvendo:

- i**  Custos de tratamento e destinação de resíduos
- ii**  Custos de produto, utilidades e matérias-primas
- iii**  Custos operacionais e manutenção
- iv**  Relatórios de contabilização de custos departamentais

## 5. Geração de opções de PR

As informações obtidas através da execução das tarefas anteriores cobrem aspectos técnicos, econômicos e organizacionais, relacionados a questões internas da Empresa, ou, quando externas, as informações dizem respeito à realidade ou problemas detectados na área avaliada.

O Manual dá preferência para fatores fundamentais para a geração e posterior escolha de opções de **PR**, mas caberá à Equipe de Avaliação encontrar - dentro ou fora da Empresa - outros profissionais capacitados para participar das tarefas mencionadas daqui para frente.

É importante destacar que, assim procedendo, serão criadas condições para a concepção de projetos de **PR** em dois níveis de complexidade.

- i  **Opções simples e óbvias** - que poderão ser geradas e implementadas com base nas informações já disponíveis e que demandam menores esforços e dispêndios. Por razões práticas, a abordagem a este tipo de opção será feita neste Capítulo.
- ii  **Opções complexas** - que requerem maior elaboração e investimentos e demandam o levantamento de informações não abordadas nos capítulos anteriores. Parte destas corresponde a fontes externas à Empresa; outras são derivadas da opinião de pessoas que trabalham na indústria e que podem oferecer importantes contribuições. Como este tipo de opção requer tratamento mais elaborado, as tarefas a serem realizadas para geração de opções complexas serão tratadas em Capítulo próprio.

A exemplo do que vem sendo dito nos Capítulos anteriores, as fontes de informações - que serão mencionadas neste e nos próximos Capítulos - não esgotam as possibilidades para a geração de opções de **PR**. A Equipe de Avaliação fica com liberdade para identificar outras informações e fontes que atendam necessidades específicas da Empresa.

A seleção, busca, tratamento e utilização das informações dependerão da criatividade dos membros da Equipe de Avaliação, sua formação técnica e experiência no processo de produção industrial.

As fontes e tipos de informações mencionados nos itens a seguir devem servir como orientação para o trabalho da Equipe.

### 5.1 Fontes externas e informações para opções de PR

#### 5.1.1 Associações comerciais e de classe

- i  Tipo de assistência técnica oferecida às empresas afiliadas
- ii  Regulamentação, códigos de conduta e técnicas para conformidade ambiental recomendados para as indústrias associadas

#### 5.1.2 Engenheiros e operadores da planta industrial

- i  Sugestões e recomendações para **PR**, procedentes de pessoas consideradas competentes ou conhecedoras do problema, na Empresa
- ii  Opinião pessoal das mesmas pessoas sobre a opção sugerida

#### 5.1.3 Publicações (literatura)

- i  Textos obtidos em revistas técnicas, jornais de negócios, relatórios governamentais, resumos e resenhas de pesquisas envolvendo temas ou problemas em **PR**

#### **5.1.4 Agências ambientais locais e estaduais**

- i  Conteúdo de programas de assistência técnica, informação específica em **PR**, bibliografias, etc.
- ii  Informações sobre **PR** já realizada em indústria similar

#### **5.1.5 Vendedores de equipamentos**

- i  Informações sobre mudanças tecnológicas, sistemas semelhantes em indústrias correlatas
- ii  Sugestões a respeito de máquinas e equipamentos que poderão ser utilizados para a implantação de alternativas tecnológicas
- iii  Opiniões sobre o desempenho de equipamentos de concorrentes, já utilizados em projetos de **PR**

#### **5.1.6 Consultores**

- i  Opiniões, sugestões ou recomendações sobre técnicas de **PR**, particularmente quando se tratar de trabalho já realizado e, ainda mais importante, quando o trabalho tiver sido feito campo de atuação da Empresa em questão

#### **5.1.7 Comunidade**

- i  Levantamento de críticas, comentários e sugestões da vizinhança da fábrica, a respeito de problemas, situações ou questões do sistema de fabricação que afeta os moradores

#### **5.1.8 Organizações não-governamentais**

- i  Opiniões, críticas e comentários sobre a Empresa ou sobre a natureza de processos de produção ou de produtos similares ou parecidos com os da Empresa
- ii  Campanhas e outros projetos mantidos por tais organizações, dos quais poderão ser extraídos indicadores ou subsídios importantes para o projeto de **PR** a ser implantado pela Empresa

#### **5.1.9 Seguradoras e agências de financiamento de projetos industriais**

- i  Documentos, comentários, critérios e outros subsídios que possam orientar a Empresa no momento de selecionar as opções de **PR**
- ii  histórico de exigências e sinistros em casos envolvendo a geração de resíduos ou ações contra empresas por conta de produtos e processos semelhantes ao da Empresa avaliada

### **5.2 Identificação de opções para PR**

A Equipe de Avaliação poderá usar sequência própria ou adotar a sequência hierárquica de abordagem, sugerida a seguir, destinada à geração de opções de **PR** na Empresa.

#### **5.2.1 GOP (Good Operating Practices)**

É importante que a Equipe de Avaliação leve em conta os procedimentos já adotados na indústria, do ponto de vista administrativo ou institucional que contribuem para a **PR**, em particular as questões adiante mencionadas.

- i  Programas de **PR** já existentes ou que foram anteriormente implantados
- ii  Práticas de gestão e de pessoal - treinamento, incentivos, bônus e outros instrumentos, orientados para a **PR**
- iii  Práticas de inventário e manipulação de materiais - prevenção da má manipulação, da expiração do tempo de prateleira de materiais sensíveis e de más condições de armazenagem
- iv  Prevenção de perdas por transbordamentos e vazamentos
- v  Segregação de resíduos perigosos de não perigosos
- vi  Práticas de contabilização de custos: alocação de custos com tratamento e destinação de resíduos diretamente aos departamentos ou grupos geradores
- vii  Esquemas de produção que reduzam a frequência de uso e o consumo de materiais para limpeza e manutenção de equipamentos

## 5.2.2 Mudança de tecnologia

Considerar as questões tecnológicas que afetam ou determinam o tipo de projeto de **PR**, especialmente

- i  as mudanças no processo de produção
- ii  as mudanças no equipamento, *layout* e tubulações
- iii  o uso de controles e de automação
- iv  as mudanças nas condições operacionais: vazões, temperaturas, pressões, tempos de residência e outros fatores que atendam às práticas de **PR**

## 5.2.3 Modificação na entrada (input) de materiais

Identificar os materiais que contribuem para a **PR**, através de estratégias de

- i  purificação de materiais e
- ii  substituição de materiais clássicos por *ecomateriais*

## 5.2.4 Modificação do produto

Levar em conta que a **PR** poderá ser alcançada através de

- i  substituição de produto
- ii  conservação de produto
- iii  mudança na composição do produto

## 5.2.5 Adoção de processos de reciclagem

A reciclagem representa outra ferramenta indispensável para a geração de opções de **PR**, a partir de estratégias de

- i  recuperação e reutilização de matéria prima empregada no processo original
- ii  reorientação de resíduos gerados para uso em outros processos ou
- iii  recuperação, para venda, de resíduos valiosos.

É importante reforçar o fato de que, para o modelo de gestão industrial baseado em Produção Limpa, a reciclagem deverá ser atóxica, com baixo consumo de água e energia.

### 5.3 Métodos para geração de opções [Tab. 5.3.]

As chances para geração de opções são maiores nos ambientes onde há maior criatividade e liberdade para o pensamento independente. Portanto, é recomendável explorar todo o potencial contribuições individuais e sugestões coletivas para propostas de **PR**. Muitas vezes, as opiniões pessoais não são emitidas em grupos, recomendando-se que a Equipe de Avaliação desenvolva métodos para estimular as manifestações individuais, através de

- i  *brainstorming* e outras técnicas para criatividade e pensamento livre
- ii  pesquisa de processos para *benchmarking*

### 5.4 Triagem e seleção de opções [Tab. 5.4a, b]

Na medida que as opções vão sendo identificadas, as que apresentarem potencialidade real de **PR** devem ser destacadas e descritas de maneira sumária. Para isso, são recomendadas algumas estratégias para triagem.

A seguir, são mencionados alguns critérios para atribuição de *peso relativo* e *escala de prioridade* para seleção de opções, levando-se em conta (a) importância dos objetivos de **PR** e (b) os objetivos da Empresa:

- *redução da quantidade de resíduos*
- *redução de riscos causados por resíduos (toxicidade, inflamabilidade, reatividade, corrosividade, etc.)*
- *redução de custos de tratamento e destinação de resíduos*
- *redução do custo de matérias primas*
- *redução de custos de seguro e ações civis*
- *sucessos anteriores já obtidos pela Empresa*
- *ações não comprometedoras da qualidade do produto*
- *baixo custo de capital*
- *baixo custo operacional e de manutenção*
- *curto período para implementação (mínimo para interferir na rotina de produção)*
- *facilidade de implementação*

Estes critérios são utilizados no método da soma de pesos [Tab. 5.4b]

#### 5.4.1 Triagem custo-efetiva

##### A. Revisão informal

Para plantas de produção e equipes pequenas (até 5 pessoas)

- i  Discussão e análise de cada opção
- ii  Decisão - pelo gerente ou pela equipe - do programa a ser implantado.

##### B. Instrumentos quantitativos para decisão

Para plantas de produção e equipes maiores [Tab. 5.4.1.B]

- i  Quantificação de fatores importantes para a gestão de resíduos
- ii  Desempenho de cada opção em relação aos fatores citados
- iii  Somatória de valores

## 5.4.2 Seleção viabilidade efetiva

Encontrar respostas para questões como

- i  Qual o maior benefício/ganho ? (econômico, conformidade legal, responsabilidade civil, segurança no trabalho, marketing ambiental, certificação segundo a ISO 14000, etc.)
- ii  Há tecnologia disponível para implementar a opção ?
- iii  Quanto custa ? É custo-efetiva ?
- iv  A opção poderá ser implementada sem quebra ou interrupção da produção?
- v  Há evidências de que a opção já foi testada em alguma empresa ? Se não, há evidências convincentes que a opção irá funcionar como esperado ?
- vi  Há boas chances de sucesso ?
- vii  Quais serão os outros benefícios ?

## 5.5 Opções óbvias de PR

Para identificar as opções mais óbvias de **PR**, é recomendável levar em conta os fatores ou indicadores a seguir.

### A. Possibilidades

- i  Problemas identificados visualmente na planta de produção
- ii  Situações percebidas antes da elaboração do balanço de material e de energia
- iii  Geração de resíduos que requerem providências simples nas operações, manuseio ou melhores cuidados

### B. Requisição de materiais

- i  Não comprar mais matéria prima do que a necessária para o programa de produção, evitando perdas e problemas de armazenagem
- ii  Adquirir matéria prima fácil de manipular, estocar e com melhores características ecológicas

### C. Recepção de materiais

- i  Exigir o controle de qualidade dos fornecedores
- ii  Recusar embalagens danificadas, não rotuladas, fora das especificações
- iii  Controlar pesos e medidas
- iv  Controlar especificação dos materiais e prazos de validade

### D. Armazenagem de materiais

- i  Controlar o nível de tanques para evitar derramamentos e vazamentos
- ii  Utilizar tanques que possam ser manipulados e arredondados, para que possam ser esvaziados e lavados com facilidade
- iii  Evitar a limpeza de tanques destinados a um único produto
- iv  Controlar a qualidade física de tambores, sacos e outras formas de embalagem, no local de armazenagem
- v  Controlar o uso correto de tanques para armazenagem de produtos pré-destinados. Assegurar que os produtos sejam destinados corretamente para cada tanque.
- vi  Tomar providências para que os produtos voláteis sejam armazenados em tanques fechados
- vii  Verificar como está sendo feita a selagem de tanques contendo materiais voláteis e verificar como é feita a abertura do tanque

### E. Transferência e manipulação de materiais e água

- i  Minimizar o número de operações



- ii  Monitorar linhas, mangueiras e tubulações de transferência, para evitar vazamentos e derrames
- iii  Analisar a possibilidade de diminuição de distâncias no sistema de transferência
- iv  Instalar *escorredores* para mangueiras, plugues para vazamentos e redutores de fluxos para controlar o uso e evitar o excesso de consumo de água

### ***F. Controle de processo***

- i  Realimentar informações sobre desempenho da **PR** no aprimoramento do processo e na percepção do resultado para os operadores (funcionários)
- ii  Desenhar programa de monitoramento para controlar emissões e resíduos em cada operação do processo de produção
- iii  Implantar rotina de manutenção em todos os equipamentos, para redução de perda fugaz no processo

### ***G. Limpeza***

- i  Minimizar o volume de água no uso e rinsagem de containers e similares
- ii  Instalar válvulas de segurança contra vazamento de água nos registros e tubulações
- iii  Investigar a possibilidade de retenção e reutilização de água de lavagem e limpeza

### ***H. Embalagens***

- i  Exigir embalagens recicláveis, de fácil descarte

## 6. Opções complexas de PR

Os procedimentos para geração de opções complexas de **PR** devem ser baseados em critérios e avaliações técnico-econômicos, abordados em seguida.

- i  Modificação do processo de produção, como, por exemplo: sistema contínuo ou batelada, JIT, Kanban, etc.
- ii  Mudanças na instalação de equipamentos: tecnologias mais limpas (exemplo: uso de tecnologia com reações em fase vapor e não líquida), modificação de *layout* (exemplo: evitar a duplicação de equipamentos)
- iii  Automação dos controles do processo
- iv  Mudanças nas condições de tempos de retenção, temperaturas, agitação, pressão, catálise e outros componentes do processo
- v  Troca de solvente: uso de solvente não tóxico, renovável, de preferência não orgânico (derivado do petróleo)
- vi  Redução ou substituição de matérias primas, pelo uso de matérias primas residuais, materiais reciclados ou outras matérias primas geradoras de menor volume de resíduos, especialmente os resíduos não-perigosos
- vii  Reutilização de resíduos: (a) concentração e purificação de matérias primas contidas nos resíduos, com o uso de técnicas, por exemplo, de osmose reversa, ultrafiltração, eletrodialise, destilação, eletrólise e troca iônica e (b) desenvolvimento de processos paralelos que utilizam o resíduo como matérias prima em outros processos de produção
- viii  Tecnologia de tratamento de resíduos que permitam a recuperação de materiais valiosos para reutilização fora da planta (*off-site*) e na fábrica (*on-site*), como a reciclagem na forma de fabricação de material inerte (como *carga* para construção civil, fabricação de materiais plásticos, etc.)

### 6.1 Avaliação ambiental

- i  Efeito de cada opção sobre o volume e contaminação de resíduos de processos
- ii  Efeito cruzado da opção sobre o ambiente: a redução/eliminação de um resíduo não gera outro, sobre diferente meio, no ambiente ?
- iii  Efeito da opção sobre a mudança de toxicidade, degradabilidade ou tratabilidade do resíduo
- iv  Efeito da opção sobre o aumento de consumo de recursos não-renováveis
- v  Reflexo tangível da melhoria ambiental sobre ganhos econômicos e financeiros na produção: mão de obra, materiais, produtos, gestão empresarial, mercado, etc.
- vi  Efeito sobre o consumo de água e de energia

### 6.2 Avaliação técnica

#### 6.2.1 Sem dispêndio significativa de capital

Quando a opção demandar investimentos suportáveis, a Empresa deverá optar pela *via rápida*. A geração deste tipo de opção é feita a partir do conhecimento de projetos idênticos, similares ou afins ao desejado, ou outros já implantados em outras empresas, mesmo que para estes não existam registros formais. As experiências vividas por outras empresas incluem, por exemplo:

- i  Teste de processo sem necessidade de maiores instalações ou modificação de equipamentos
- ii  Teste de equipamentos: visita a outras instalações para
  - contatos com vendedores ou outras indústrias

- comentários de operadores e comparações com vendedores
- verificação de testes de bancada ou piloto, quando necessários.

## 6.2.2 Com dispêndio significativo de capital [Tab. 6.2.2a-f]

Utilizar as tabelas sugeridas, os critérios apresentados a seguir e os demais procedimentos para avaliação discutidos nos itens subsequentes.

## 6.2.3 Critérios para a avaliação técnica

- i  O sistema é seguro para os trabalhadores ?
- ii  A qualidade do produto será mantida ?
- iii  Há espaço físico suficiente ?
- iv  O novo equipamento, os novos materiais ou os procedimentos são compatíveis com a produção, procedimentos operacionais, fluxo de trabalho e as escalas de produção ?
- v  Há necessidade de trabalho adicional ?
- vi  Há facilidades disponíveis, ou será preciso investir capital ?
- vii  Qual o tempo de interrupção da produção, para instalar o sistema ?
- viii  Há necessidade de *expertise* especial para operar ou manter o novo sistema?
- ix  O vendedor oferece assistência aceitável ?
- x  O novo sistema irá criar outros problemas ambientais ?

## 6.3 Avaliação econômica

A dimensão da empresa, da fase ou da etapa do processo avaliado permitem que a avaliação econômica possa ser feita de maneira *simplificada* [Tab. 6.3]. Avaliações em maior escala requerem avaliação econômica mais elaborada (**ver item 6.3.1 a-e**).

Em qualquer um dos dois casos é necessário fazer comparações entre os gastos atuais (correntes) e as perspectivas de modificação das planilhas de custos, levando-se em conta as alterações das condições nas áreas, departamentos, unidades operacionais ou fluxograma atuais de produção.

É possível que a Empresa tenha necessidade de contratar especialistas, a fim de lidar com as diferentes informações levantadas e abordadas em seguida. Em certos casos, os benefícios poderão ser inaparentes ou não quantificados (p.exemplo: redução dos riscos de responsabilidade civil, ações movidas pelo Código do Consumidor, dentre outras).

Algumas reações em cadeia poderão acontecer. A redução na emissão de resíduo resultará na redução de custo de matérias primas, no custo do tratamento ou no custo de transporte de resíduos para fora da planta. O mesmo poderá acontecer com mudanças nas matérias primas usadas no processo.

Poderá haver situação reversa: alteração de matéria prima ou de processo resultará em geração de outros tipos de resíduos que poderão afetar outras operações, com resultados indesejáveis.

Um dos primeiros passos consiste em apurar os custos de processo e de tratamento de resíduos.

### A. Indicadores intangíveis

- i  Redução/eliminação de custos potenciais de responsabilidade civil
- ii  Redução/eliminação de custos para a saúde do trabalhador
- iii  Redução/eliminação de custos com segurança do produto

### **B. Indicadores tangíveis**

- i  Tempo de amortização
- ii  Retorno do investimento
- iii  Custo a valores presentes

### **C. Comparativos**

- i  Redução de custos de matérias primas *versus* perdas no processo
- ii  Redução de resíduos sólidos *versus* substituição de matérias primas
- iii  Redução de emissões gasosas *versus* substituição de matérias primas
- iv  Redução de uso de solventes e/ou reagentes líquidos *versus* substituição de matérias primas
- v  Redução física e de instalações da planta, unidade ou processo de tratamento

### **D. Modelos de abordagem**

- i  **EMPRESA PEQUENA** - avaliação simples, sem maiores preocupações para demonstrar vantagens para adoção das opções selecionadas
- ii  **PLANTA DE GRANDE PORTE** - avaliação elaborada, para modificação de projeto

## **6.3.1 Investimento de capital - para projetos de grandes plantas [Tab. 6.3.1.a-e]**

As sugestões a seguir abrangem ampla gama de custos. *Recomenda-se a elaboração de planilhas de custos, com o uso de programas para cálculos para uso em microcomputador.* Os itens da planilha poderão ser escolhidos e denominados, de acordo com a cultura, experiência e critérios da Empresa interessada.

A legislação ambiental vigente em vários países e a tendência regulamentadora em outros recomendam que as empresas procurem adquirir competência para contabilização de custos que envolvem as questões relativas aos resíduos e consequências ambientais do sistema de produção industrial.

Os itens a seguir contribuem para a capacitação da Empresa.

### **6.3.1.1 Apuração de custos diretos de capital**

#### **A. Modificações na planta ou área (site) avaliada**

- i  Demolição e serviços de obras
- ii  Limpeza e nivelação
- iii  Calçadas, vias, cercas, fechamentos

#### **B. Equipamentos para o processo**

- i  Todos os equipamentos listados nos diagramas de fluxo
- ii  Peças e partes sobressalentes
- iii  Impostos, frete, seguros e taxas

#### **C. Materiais**

- i  Dutos e tubulações
- ii  Isolamentos e pintura
- iii  Energia e eletricidade
- iv  Instrumentação e controles
- v  Construção e estruturas

#### **D. Conexão a serviços e utilidades existentes**

- i  Água, vácuo, energia, vapor, refrigeração, combustíveis, ar e gás, iluminação, prevenção de incêndio

#### **E. Novos serviços e utilidades**

- i  Água, vácuo, energia, vapor, resfriamento, combustíveis, ar e gás, iluminação, prevenção de incêndio

#### **F. Outros equipamentos, construção/Instalações**

- i  Salários e decorrências
- ii  Supervisão, controles, contabilização, compra, segurança e expedição
- iii  Facilidades temporárias
- iv  Ferramentas e equipamentos
- v  Impostos, encargos e seguros
- vi  Licença para construção, testes, licenças

#### **G. Custos indiretos de capital**

- i  Engenharia *in-house*, compras e outras despesas administrativas
- ii  Engenharia externa, *design* e serviços de consultoria
- iii  Despesas com licenças e autorizações (desde que não listadas anteriormente)
- iv  Taxas com empreiteiras
- v  Custos de início de operações (*start-up*)
- vi  Custos com treinamento
- vii  Despesas contingenciais
- viii  Juros apurados durante a construção
- ix  Total dos custos fixos de capital

#### **6.3.1.2 Capital de giro**

- i  Inventário de matérias primas
- ii  Inventário do produto acabado
- iii  Suprimentos e materiais
- iv  Total de custos de capital de giro

#### **6.3.1.3 Total do investimento de capital**

#### **6.3.1.4 Apuração de custos operacionais e economias**

Os dados incluídos na **Tab. 6.3.1a-e** contribuem para a apuração dos custos operacionais. Além desses, podem ser feitas as avaliações mais aprofundadas, abrangendo outros aspectos, como os mencionados em seguida.

- i  Avaliação prévia e preferencial de custos e prováveis economias com taxas para destinação de resíduos, transporte, tratamento pré-destinação, matérias primas, operações e manutenção
- ii  Comparativos entre custos operacionais incrementais presentes e esperados com a nova opção
- iii  Avaliação da redução ou eliminação de custos operacionais (*in-site* e *off-site*) presentes e futuros, associados com o tratamento de resíduos, armazenagem e descarte

### **A. Custos de gestão para PR**

Apurar as reduções de custos envolvendo

- i  Tratamento *off-site*, armazenagem e taxas de descarte
- ii  Taxas estaduais e municipais sobre geração de resíduos perigosos
- iii  Custos com transporte
- iv  Tratamento *off-site*, armazenagem e manipulação
- v  Custos com licenças, relatórios, controles e registros
- vi  Economia com reutilização de materiais

### **B. Economia em custos de entrada de materiais**

- i  Mudanças no processo ou produto, com redução de entrada (*input*) de matérias primas

### **C. Economia em responsabilidade civil**

- i  Seguros
- ii  Possíveis multas por acidentes e por ações civis pelo Código do Consumidor
- iii  Despesas com remediação ambiental
- iv  Custos decorrentes de saúde e segurança no trabalho

### **D. Mudanças em custos associados à qualidade**

- i  Efeitos positivos ou negativos na qualidade do produto
- ii  Custos decorrentes de reprocessamento, sucatas, aparas ou funções de controle de qualidade

### **E. Mudanças em custos de utilidades**

- i  Aumento ou diminuição de custos com vapor, eletricidade, água para o processo e resfriamento, ventilação, refrigeração e gás inerte

### **F. Mudanças em custos com salários, encargos e decorrências, para operações e manutenção**

- i  Horas extras
- ii  Modificações no número de trabalhadores
- iii  Custos com acidentes no trabalho
- iv  Custos com supervisão

### **G. Mudanças nos custos de suprimento para operações e manutenção**

- i  Aumento ou diminuição operacionais e de manutenção

### **H. Mudanças nos custos de overhead**

- i  Alteração de custos de *overhead* nos projetos da Empresa

### **I. Mudanças no faturamento decorrente de produção maior ou menor**

- i  Resultados da mudança da produtividade nas unidades ou operações do processo de produção

### **J. Aumento ou redução de faturamento com subprodutos**

- i  Resultados da comercialização de resíduos para reciclagem ou como matéria prima para outra indústria

## 6.3.2 Alternativas para avaliação econômica

### A. Avaliação simplificada [ver Tab. 6.3]

- i  Organização das informações previamente levantadas
- ii  Estimativa de custos de capital e operacional
- iii  Determinação do tempo de retorno do investimento
- iv  Custos operacionais do processo
- v  Custos operacionais do tratamento de resíduos

### B. Avaliação complexa [ver Tab. 6.3.1a-e]

- i  Resumo e *checklist* para custos de capital e operações
- ii  Cálculo do tempo de retorno do investimento
- iii  Cálculo líquido a valores presentes e taxa interna de retorno

## 6.3.3 Análise de lucratividade [Tab. 6.3.4]

- i  Determinação do fluxo de caixa líquido para cada ano da vida do projeto
- ii  Se o custo de capital for insignificante, a lucratividade é avaliada pela ocorrência ou não de economia em custos operacionais
- iii  Se o custo de capital for significativo, são recomendados três procedimentos: (i) período de retorno, (ii) taxa interna de retorno e (iii) cálculo a valores presentes líquidos
- iv  Período de retorno (em anos) = Investimento de Capital dividido pela economia em custo operacional anual

## 6.3.4 Ajustes para riscos e responsabilidade civil

- i  Identificar os possíveis riscos, no projeto de **PR** (embora seja difícil de prever se irão ocorrer problemas, sua natureza e magnitude)
- ii  Utilizar estratégias abrandamento de exigências de desempenho financeiro do projeto de **PR**, como, por exemplo: (a) extensão do período de “payback” (ex. de 5 para 4 anos), (b) redução da taxa interna de retorno (ex. de 15 para 12%), (c) análise dos custos em relação às exigências e pressões ambientais, especialmente a legislação, ações civis, trabalhistas, criminais, inclusive para gerentes, até possível fechamento da planta industrial

## 6.4 Relatório final

### A. Elementos

- i  Cenários: rentabilidade do projeto nas situações otimista (melhoria econômica, política, conformidade, etc.) e pessimista (consequências do aumento de resíduos e dos custos de destinação)
- ii  Análise de sensibilidade: efeito de variáveis sobre a lucratividade

### B. Conteúdo

- i  Qual o custo do projeto ?
- ii  Como será executado ?
- iii  A tecnologia a ser usada já estabelecida ? há registros de sucessos obtidos ?
- iv  Quais os recursos necessários e como serão obtidos ?

- v  Qual o período estimado para construção ?
- vi  Qual a estimativa do tempo de produção ?
- vii  Como será feita a avaliação do desempenho do projeto, após sua implementação ?
- viii  Como os diferentes departamentos serão motivados para garantir que representantes destes dêem o suporte necessário para o sucesso do projeto ?
- ix  Imediatamente antes do final da execução do projeto, qual será a estratégia a ser usada para garantir o envolvimento dos diferentes departamentos da Empresa, para que façam a revisão dos resultados obtidos ?

### **C. Estratégia**

- i  Revisar os resultados, em conjunto com departamentos envolvidos
- ii  Participação de representantes das unidades e departamento, na elaboração, avaliação e revisão do relatório
- iii  Sintetizar a avaliação qualitativa de custos e benefícios intangíveis
- iv  Discutir a responsabilidade civil e melhoria da imagem perante trabalhadores e comunidade



## 7. Implementação de opções de PR

O sucesso do projeto de **PR** depende, em grande parte, da descrição clara dos benefícios tangíveis e intangíveis.

### 7.1 Estratégia e motivação

- i  Demonstrar os méritos e benefícios, tangíveis e intangíveis
- ii  Discutir com Equipe de Avaliação, supervisores, gerentes e trabalhadores operacionais
- iii  Adotar posição flexível para introduzir alternativas para substituir modelo *end of pipe* por **PR**
- iv  Executar serviços de suporte e antecipar problemas que poderão ocorrer
- v  Criar material visual para estimular aumento da percepção para **PR**
- vi  Estabelecer cronograma adequado às possibilidades de resistências internas e outras dificuldades operacionais
- vii  Desenhar projeto(s) fáceis de acompanhar e para demonstrar resultados benéficos desejados
- viii  Prever mecanismos de realimentação, para atualização de dados, correção de erros, preenchimento de falhas, etc.
- ix  Conceber sistema de “atribuição de custos” por resíduo gerado, para cada ação, área ou operação unitária, e sua significação nos custos com tratamento e destinação de resíduos
- x  Conceber planos de incentivos (creditícios, financeiros, promocionais, meritórios, etc.) para atitudes de **PR** na empresa
- xi  Tornar **PR** um evento regular na empresa
- xii  Desenhar projeto de avaliação das atividades de avaliação de **PR** e acompanhamento de novas tecnologias de **PR**

### 7.2 Obtenção de fundos

- i  Analisar plano de investimentos da empresa e oportunidade para custeio do projeto de implantação das opções
- ii  Conhecimento das unidades e pessoas envolvidas no processo de decisão do financiamento
- iii  Estimular a criação de grupo de avaliação equilibrada e objetiva da proposta de financiamento
- iv  Critérios para avaliação: experiência prévia no assunto do projeto; o que está sendo feito pela concorrência e no mercado; como a implementação do projeto se encaixa na estratégia global de negócios da empresa
- v  Possibilidades de financiamento externo: fontes privadas e governamentais
- vi  Incentivos e oportunidades; empréstimos e financiamentos; programas especiais para controle de poluição e para destinação de resíduos perigosos; possibilidades de assistência técnica por Agências Ambientais oficiais, Institutos de Pesquisa e Universidades

### 7.3 Instalação do projeto [Tab. 8.3]

- i  *Se não houver necessidade de modificação ou adição de equipamentos:* - tão logo for demonstrada a potencialidade de economia de custos prevista no projeto, deverão ser iniciadas, imediatamente, as mudanças operacionais, procedimentais e materiais

- ii  ***Se for preciso modificar ou adicionar equipamentos:*** adotar os procedimentos recomendados para projetos de investimento de capital, prevendo-se quatro fases: **(a)** planejamento, **(b)** detalhamento do projeto (*design*), **(c)** aquisições e **(d)** execução de obras e instalações.

## 7.4 Demonstração e acompanhamento [Tab.8.4]

Após a implementação do projeto de **PR**, é importante e necessário demonstrar resultados mensuráveis e os esforços realizados para conduzir o planejamento a bom termo.

Para tanto, são recomendadas as estratégias mencionadas a seguir.

- i  Comprometimento de fornecedores e prestadores de serviços
- ii  Acompanhamento de resultados
- iii  Aferição de resultados frente às expectativas previstas

## 7.5 Medição da PR

- i  Efetividade da opção de **PR** sobre o fluxo de caixa da Empresa
- ii  Autocusteio do projeto de **PR**, através da redução dos custos de gestão sobre os resíduos e redução dos custos de matérias primas

### 7.5.1 Demonstração da percentagem de redução

- i  Quantidade de resíduos gerados, antes e depois do projeto
- ii  Determinação da percentagem de redução = diferença encontrada, dividida pelo volume original antes do projeto de **PR**

### 7.5.2 Índice da geração de resíduos em relação à taxa de produção industrial

#### A. Problemas

- i  Ocorrências infreqüentes de grandes volumes de resíduos: acumulação durante períodos de limpeza, manutenção, conservação, etc.
- ii  Exatidão nas medições de correntes individuais de efluentes, sua caracterização, fluxo e totalização
- iii  Boas práticas de *housekeeping* poderão resultar em concentração de resíduos solúveis e conseqüente redução de custos de destinação
- iv  Considerar a existência de outros índices, como a razão do consumo de materiais de entrada em relação à taxa de produção e a razão da quantidade de resíduos em relação ao produto gerado

#### B. Medições

- i  Quantidade total de uma emissão de resíduo e de cada componente individual ou característico da emissão, seu respectivo fluxo e composição
- ii  Identificação, em alguns casos, em termos de taxa de consumo de materiais (entrada) e a taxa de produção
- iii  Para unidades específicas do processo de produção, poderão ser medidos a relação entre a quantidade de resíduos e a saída de materiais ou de produtos

## 7.6 Avaliação da PR para novos processos ou novas plantas de produção

É importante que a Empresa consolide a cultura de **PR**, para implementar seus princípios nos novos projetos. É mais fácil e barato prever e prevenir a geração de resíduos na fase de P&D. Portanto, as seguintes recomendações devem ser observadas.

- i**  Manter a Equipe de **PR**, como parte da organização da Empresa
- ii**  Articular a Equipe de **PR** à equipe de projeto e desenvolvimento de novos produtos, novos processos de produção ou de operações
- iii**  Avaliar o pré-projeto de instalação do novo processo ou nova planta, segundo a óptica da **PR**
- iv**  Ajustar os procedimentos recomendados nos capítulos anteriores, para atender as situações a serem criadas
- v**  Incluir um membro da Equipe de **PR** em cada pré-projeto com potencial de geração de resíduo

## 7.7 Continuidade das operações de PR

- i**  Institucionalizar a obrigatoriedade de **PR** como atividade corrente na Empresa
- ii**  Elaborar projeto de monitoramento continuado de emissões aéreas, de resíduos sólidos e de descargas de águas residuárias
- iii**  Ajustar as atividades em função do calendário orçamentário da empresa (geralmente, anual), levando em conta situações especiais, como: **(a)** modificações em matérias primas ou exigências do processo produtivo; **(b)** elevação dos custos de gestão de resíduos, **(c)** novas pressões e regulamentações, **(d)** novas tecnologias, **(e)** eventos inesperados ou indesejáveis com conseqüências ambientais: vazamentos, falhas, etc

## Considerações finais

Ao final desta exposição, é necessário lembrar que a filosofia que permeia este Manual é de que:

- i  o melhor tratamento para o resíduo - aqui considerado como qualquer (não-produto) - é a prevenção na fonte
- ii  quando a prevenção não é possível, a minimização deve ser obtida, até que o objetivo primeiro, a **PR**, seja alcançada
- iii  e reciclagem deve ser considerada se, mesmo após a minimização, ainda existirem resíduos inaproveitáveis dentro da Empresa.

É importante enfatizar que qualquer insumo que não for corretamente utilizado representa perda em produtividade. O descarte exige mão-de-obra e novos insumos. Em muitos casos, a destinação final acontece fora do ambiente fabril, requerendo a procura de local apropriado e outras implicações legais.

O aumento do custo proveniente atrapalha a capacidade da Empresa para competir. Além da perda de produtividade e aumento de custos, resíduos tóxicos significam riscos à saúde do trabalhador, inclusive dirigentes e proprietários. Portanto, cuidar do ambiente de trabalho representa, em última análise, preservar a própria saúde.

Finalmente, é importante lembrar que o trabalhador, intimamente envolvido com o processo de manufatura da empresa, é capaz de, rapidamente, sugerir, opinar, desenvolver, produzir e introduzir modificações.

Mesmo que o lucro - ambiental, social ou econômico - pareça insignificante, não convém desprezar qualquer melhoria. Por isso, é extremamente recomendável que a Empresa implemente a filosofia da melhoria contínua nos procedimentos para prevenção de resíduos na fonte.

## PARTE III - TABELAS PADRONIZADAS

Os Capítulos anteriores recomendaram que - na medida da execução das tarefas - a Equipe de Auditoria planejasse a organização e tabulação das informações geradas, tomando o cuidado para sistematizá-las, registrar os códigos de identificação e arquivá-las de maneira a facilitar sua referência e recuperação.

O formato das tabelas é de livre escolha da Equipe, desde que facilite o manuseio, interpretação e avaliação dos resultados, de acordo com a abrangência e o nível de detalhamento desejado da auditoria.

Entretanto, a Equipe de Auditoria poderá utilizar as *tabelas padronizadas*, incluídas a seguir, na forma como estão propostas ou, se preferir, com modificações que forem consideradas necessárias. É importante que as tabelas permitam concluir o balanço de material e energia e gerar as opções para o projeto de **PR**.

A definição do formato e conteúdo das *tabelas padronizadas* levaram em consideração os critérios apresentados em seguida.

- i □ A numeração da tabela corresponde ao item ou sub-item do respectivo Capítulo. Assim, a **Tabela 3.2.5**, para registrar as *saídas de emissões gasosas*, corresponde ao Capítulo 3, subitem 3.2.5, dedicado à medição das saídas ou emissões gasosas. Quando o item do Capítulo comporta ou requer mais de uma tabela, o número desta é seguido de letras minúsculas. A **Tabela 1.2.4 a** refere-se à **Composição da Equipe Interna** para a auditoria, enquanto a **Tabela 1.2.4 b** registra o **Perfil**.
- ii □ As tabelas padronizadas representam, no geral, tradução das tabelas encontradas nos manuais da EPA-US (Agência de Proteção Ambiental dos EUA) e UNEP (United Nations Environmental Program)-UNIDO (United Nations Industrial Development Organisation).
- iii □ A abreviatura **Seg.**(Segundo) , na legenda, indica que a fonte e formatação original da tabela foram mantidas. Nas raríssimas situações em que a fonte original foi modificada, aparece abreviatura **Mod** (Modificado)





## CAPÍTULO 2 - Inspeção preliminar da planta industrial

Tabela 2.0 - Descrição preliminar da planta: área a ser auditada (Mod. EPA W4-A e S2-B)

### Empresa:

#### 1. Dados gerais

1.1. Planta, local ou unidade de produção <sup>(a)</sup>:

1.2. Departamento <sup>(b)</sup>:(se houver):

1.3. Área (*site*)<sup>(c)</sup> auditada:

1.4. Endereço: (Rua)

(Complemento)

(CEP)

(Cidade)

(Estado)

fone: ( )

fax: ( )

1.5. Principais produtos fabricados no local ou planta

[identificar ou denominar]

criar nr. de codificação]

produto:

código

produto:

código

produto:

código

produto:

código

1.6. Regulamentação ou legislação ambiental a ser respeitada no local

Classificar (Fed., Est. Mun.) e identificar (nr., data, etc.)

2. Dados específicos da área (*site*) a ser auditada <sup>1, 2</sup>

2.1. Identificação da área:

2.2. Operação(ões) principal (ais) na área:

2.3. Equipamentos (e respectiva infra-estrutura)/nr anos em operação:

a = Unidade fabril ou grande setor da planta de produção

b = Subunidade fabril ou grande linha de produção

c = Parte do local, da planta industrial ou da unidade de produção escolhida para ser auditada

1  Elaborar uma planilha para cada área (*site*) da fábrica ou do processo de produção a ser auditada.

2  Fazer as adaptações necessárias para incluir outras informações relevantes que sirvam para descrever o processo da melhor maneira possível.



### Tabela 2.1 - Determinação dos objetivos da auditoria

- 1  Esta tabela deverá conter os *objetivos desejados*, para ser confrontada com a Tabela nr. ..., ao final da auditoria, onde serão registrados os *objetivos alcançados*.
- 2  A construção da tabela dependerá do grau de dificuldade para a inspeção prévia e das tarefas mencionadas nos próximos Capítulos. Conseqüentemente, os dados da tabela poderão ser incluídos ao longo da execução das tarefas dos demais Capítulos.
- 3  Os dados desta tabela poderão ser alterados, uma vez que as informações levantadas durante a auditoria estarão sendo continuamente aprimoradas.
- 4  Se for necessário mudar os objetivos originalmente propostos, recomenda-se que as alterações não sejam drásticas, para não distorcer o propósito da auditoria. Por isso, os objetivos propostos devem ser gerais e aperfeiçoados ao longo da auditoria.
- 5  A Equipe de Auditoria deverá estabelecer a escala de *código de prioridade* em relação aos objetivos da auditoria (por exemplo: 1-3, 1-5, 1-10, etc.). É necessário descrever os objetivos com clareza, de preferência quantificados e identificar o significado, descrição ou critérios para explicar a escala de códigos de prioridades usados para classificar os objetivos.

NÚME-RO DE ORDEM	OBJETIVOS PROPOSTOS OU DESEJADOS	CÓD. DE PRIORIDADE

### Definição dos critérios para a escala usada de Códigos de prioridades.

CÓD.	SIGNIFICADO OU DESCRIÇÃO DO CRITÉRIO PARA O CÓDIGO
1	
2	
3	
4	
5	
6	

**Tabela 2.4. - Identificação de operações (Mod. UNEP-UNIDO Tab.2)**

- 1  Anotar se as operações são manuais (M) ou automatizadas (A).  
 2  Esta tabela deve permitir que os processos fiquem bem compreendidos, através da listagem sistematizada das respectivas operações, cada uma dessas com suas respectivas descrições.  
 3  As informações desta tabela facilitarão a execução do balanço de material.  
 4  Cada operação deverá ser citada pelo respectivo código de identificação, criado pela Equipe de Auditoria.

NOME DA OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	M = manual A = automatizada	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO

EXEMPLO

OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	M = manual A = Automatizada	CÓD. DE IDENTIFICAÇÃO
Lavagem	Água é utilizada para remover partículas de uma superfície que sofrerá tratamento posterior de pintura	A	01
Pintura	Uma superfície de 100 m <sup>2</sup> /mês é pintada por processo de jato de tinta. O fluxo é de 10 l/min e são utilizadas três bombas	A	02

### Tabela 2.4.3 - Registro de dados para construção do fluxograma

No exemplo a seguir, uma operação (especialmente quando se trata de operação unitária da indústria química) pode ser analisada, inicialmente, como se fosse uma “caixa preta”, com entradas e saídas.

NOME DA OPERAÇÃO	CÓD.
ENTRADAS	SAÍDAS
(matéria-prima)	(emissões gasosas)
(catalisadores)	(produtos)
(solventes)	(resíduos)
(produtos gasosos)	(solventes)
(energia)	(resíduos utilizados em outras operações)
(reciclos)	

Ao preencher os campos desta tabela, é preciso levar em conta que:

- 1  Por tratar-se de fluxograma de processo, é preciso levar em conta tanto os dados de massa como os de energia
- 2  Os procedimentos de realimentação (ex.: reciclagem) devem merecer especial atenção, pois levam tanto a erros de contabilização como a equívocos de ligação entre operações ou mesmo de processos. É importante lembrar que a saída de um processo poderá representar a entrada em outro.

NOME DA OPERAÇÃO	CÓD.
ENTRADAS	SAÍDAS

### EXEMPLO

LAVAGEM	CÓD. 03
ENTRADAS	SAÍDAS
água - 80 l/h	água (para próximo banho) - 30 l/h
água recirculada - 20 l/h	água (para banho anterior) - 30 l/h
	água (para dreno) - 40 l/h

### CAPÍTULO 3.- Elaboração do Balanço de Material e de Energia Real

**Tab. 3.0Fa - Fontes e causas de geração de resíduos: exemplos de resíduos típicos da planta de produção (seg. EPA D-1-D, modificado de diversos autores)**

Função ou atividade na fábrica	Local ou operação	Potencial de resíduo
Recepção de material	Plataformas de carga, tubulações, áreas de recebimento	Material de embalagem, vasilhames e containers danificados, vazamentos e derramamentos, resíduos de mangueiras de transferência de produtos
Matérias primas e produtos armazenados	Tanques, almoxarifados, pátios, tambores de armazenamento, caixas de lixo	Fundo de tanques; materiais excedentes e fora de especificação; restos de vazamentos e derramamentos; vazamentos de bombas, válvulas, tanques e tubulações; containers danificados
Produção	Fundição, preservação, cozimento, destilação, lavagem, tratamento de superfície, formulação, reações	Água de lavagem; água de rinsagem; solventes; líquidos parados; produtos fora de especificação; catalisadores; containers vazios; varrimentos; limpeza de dutos; aditivos; óleos; filtros; resíduos de vazamentos; materiais excedentes; descartes de soluções de processos; vazamentos de tubulações, de válvulas, mangueiras, tanques e equipamentos usados em processos.
Serviços de apoio	Laboratórios	Reagentes; materiais químicos fora de especificação; amostras; embalagens e containers de produtos químicos.
	Salas de manutenção	Solventes, materiais de limpeza, lodos de desengraxamento; resíduos de lavagens com jatos de areia; materiais cáusticos; sucatas de metais; óleos e graxas.
	Garagens	Óleos, filtros, solventes, ácidos, produtos cáusticos, restos de materiais de lavagens, baterias
	Casa de força e caldeiras	Cinzas, restos metálicos, materiais de limpeza de tubulações, aditivos químicos, tambores de óleo vazios, purga ( <i>blowdown</i> ) de caldeiras; restos de produtos químicos para limpeza.
	Torres de resfriamento	Aditivos químicos, containers vazios, sedimentos de fundo da torre, purga ( <i>blowdown</i> ) da torre, óleo de lubrificação de ventiladores.

**Tab. 3.0Fb - Fontes e causas de geração de resíduos: causas e fatores de controle na geração de resíduos (seg. EPA D-2 D, seg. Jacobs Engineering Group)**

<b>Origem do resíduo</b>	<b>Causas típicas</b>	<b>Fatores operacionais</b>	<b>Fatores de projeto (design)</b>
Reações químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Conversão incompleta</li> <li>■ Formação de subproduto (resíduo)</li> <li>■ Inativação do catalisador (por envenenamento ou sinterização)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Controle inadequado da temperatura</li> <li>■ Mistura inadequada</li> <li>■ Controle insuficiente do fluxo de alimentação</li> <li>■ Controle insuficiente da pureza de alimentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Características do projeto do reator</li> <li>■ Processo escolhido</li> <li>■ Escolha das condições de reação</li> <li>■ Seleção do catalisador</li> </ul>
Contato entre fases aquosa e orgânica	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Condensado dos ejetores de vapor</li> <li>■ Presença de água como subproduto de reação</li> <li>■ Uso de água para rinsagem do produto</li> <li>■ Limpeza do equipamento</li> <li>■ Transbordamentos na limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uso indiscriminado de água para limpeza ou lavagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bombas de vácuo ao invés de ejetores de vapor</li> <li>■ Processo escolhido</li> <li>■ Uso de refeedores (<i>reboilers</i>) ao invés de esgotamento com vapor (<i>steam stripping</i>)</li> </ul>
Limpeza de equipamento de processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Presença de grumos (<i>cling</i>)</li> <li>■ Formação de depósitos</li> <li>■ Uso de auxiliares para filtração (<i>filter aid</i>)</li> <li>■ Uso de produtos químicos de limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drenagem antes da limpeza</li> <li>■ Esquemas de produção para redução da frequência de limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Projeto do reator ou de tanques com palhetes de limpeza</li> <li>■ Redução de grumos</li> <li>■ Dedicção do equipamento, exclusiva para o processo</li> </ul>
Limpeza de trocador de calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grumos (lado do processo), escamas ou incrustações (lado da água de resfriamento)</li> <li>■ Formação de depósito</li> <li>■ Uso de produtos químicos de limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tratamento inadequado da água de resfriamento</li> <li>■ Temperatura excessivamente alta da água de resfriamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Projeto de temperatura do filme mais baixa e alta turbulência</li> <li>■ Controles para evitar o superaquecimento da água de resfriamento</li> </ul>
Limpeza de partes metálicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descarte de solventes ou soluções de limpeza gastos ou lodos de limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uso indiscriminado de solventes ou de água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Escolha entre tanques para imersão a frio ou desengraxamento por vapor</li> <li>■ Uso de solução para limpeza aquosa ou com solvente</li> </ul>
Tratamento de superfícies metálicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Extração (retirada)</li> <li>■ Descarte de soluções gastas de tratamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manutenção inadequada dos suportes (cavaletes)</li> <li>■ Rinsagem excessiva com água</li> <li>■ Retirada rápida da peça de trabalho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rinsagem contracorrente</li> <li>■ Rinsagem com nebulizador</li> <li>■ Tanques ou bandejas de coleta para retirada</li> </ul>
Descarte de matérias primas não utilizadas ou de produtos fora de especificação	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Matérias primas obsoletas</li> <li>■ Produtos fora da especificação por contaminação, controle impróprio de reagentes, pré-lavagem inadequada do equipamento ou de peça para o trabalho, desvios de temperatura ou pressão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Treinamento inadequado do operador ou de supervisão</li> <li>■ Controle de qualidade inadequado</li> <li>■ Planejamento inadequado da produção e do controle do inventário dos estoques de suprimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uso de automação</li> <li>■ Maximização da dedicação de equipamento a uma única função</li> </ul>
Eliminação de derramamentos e vazamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Operações de transferência manual e manuseio de produtos</li> <li>■ Vazamentos nos selos de bombas</li> <li>■ Vazamentos nos anéis de vedação das tubulações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manutenção inadequada</li> <li>■ Treinamento inadequado do operador</li> <li>■ Desatenção do operador</li> <li>■ Uso excessivo de água na limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Escolha de materiais de vedação</li> <li>■ Escolha de selos vedantes</li> <li>■ Uso de materiais soldados ou de construção com selos soldados</li> </ul>

**Tabela 3.1.1 - Entradas: qualificação e quantificação da matéria-prima (Seg, UNEP-UNIDO Tab. 4). Ver Tab. 2.4 para identificar a operação pelo nr. de controle ou referência.**

Nr ou Identificação da operação	MATÉRIA PRIMA	QUANTIDADE ADQUIRIDA/ ANO	QUANTIDADE GASTA/ ANO	TIPO DE ARMAZENAGEM	TEMPO MÉDIO DE ARMAZENAGEM	PERDA ANUAL ESTIMADA

**EXEMPLO**

Operação	MATÉRIA-PRIMA	QUANTIDADE ADQUIRIDA/ ANO	QUANTIDADE GASTA/ ANO	TIPO DE ESTOCAGEM	TEMPO MÉDIO DE ARMAZENAGEM	PERDA ANUAL ESTIMADA
Tratamento químico de superfície	NaOH (controle de pH)	100 kg	95 kg	recipientes plásticos (fechado)	1 mês	5 kg



**Tabela 3.1.5 - Entradas: qualificação e quantificação da energia**

**1. Utilizar sempre a mesma unidade de medida.**

Identificação da operação	Quantidade	USOS				
		Fonte	Refrigeração	Aquecimento	Produção	Outros

**Tabela 3.1.6 - Entradas: totalização (Seg. UNEP-UNIDO Tab.4)**

OPERAÇÃO	MATÉRIA-PRIMA (NO. 1) (m <sup>3</sup> /ANO)	MATÉRIA-PRIMA (NO. 2) (t/ANO)	ÁGUA (m <sup>3</sup> /ANO)	FONTE DE ENERGIA (TIPO)	CONSUMO DE ENERGIA (Kw/ANO)
<b>TOTAL PARA TODAS AS OPERAÇÕES</b>					



**Tabela 3.2.1a - Saídas de resíduos: identificação simplificada de saídas, por grandes categorias. por operação e volumes.**

**1. Identificar as operações conforme Tab. 2.4.**

**2. Indicar a unidade de medida (exemplos: m<sup>3</sup>/ano, ton/ano; kw/ano).**

OPERAÇÃO	PRODUTO	RESÍDUOS SÓLIDOS	ÁGUA RESIDUÁRIA E/OU SOLVENTES	EMISSÕES GASOSAS	ENERGIA
Total					

**Tabela 3.2.1b - Saídas de resíduos: por operação, totalização por grandes categorias e descarte (Mod. UNEP-UNIDO Tab. 6)**

1. Utilizar a Tab. 2.4 para identificação das operações
2. Indicar a unidade de medida utilizada.

OPERAÇÃO	SAÍDAS						
	PRODUTO(S) OBTIDO(S)	RESÍDUO(S) OBTIDO(S)	RESÍDUO PARA RECICLAGEM	ÁGUA LIBERADA	EMIÇÃO GASOSA	RESÍDUO ESTOCADO	RESÍDUOS TRATADOS FORA DA PLANTA *

\* SÓLIDOS OU LÍQUIDOS

**Tab. 3.21.c. Saídas de resíduos: caracterização detalhada de resíduos individualizados (Seg. EPA W9 A).**

1  **Nome/Identif.da emissão de resíduo:** \_\_\_\_\_ **Fluxo nr.** \_\_\_\_\_

**Unidade ou operação do processo** \_\_\_\_\_

2  **Características do resíduo** (anexar folhas adicionais, se necessárias)

gasoso     líquido     sólido     fase mista

Densidade - kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_ Valor de alto aquecimento: Btu/kg

Viscosidade/ Consistência \_\_\_\_\_

pH \_\_\_\_\_ Ponto de fulgor \_\_\_\_\_ % de água \_\_\_\_\_

3  **O resíduo sai do processo como**

emissão aérea     água residuária     resíduo sólido     resíduo perigoso

4  **Ocorrência**

contínua

intermitente

Descarga provocada por:  análise química \_\_\_\_\_

outras (descrever) \_\_\_\_\_

Tipo:  periódica \_\_\_\_\_ duração (tempo) do período \_\_\_\_\_

esporádica (ocorrência irregular)

não recorrente

5. **Taxa de geração**

Anual \_\_\_\_\_ ton/ano

Máxima \_\_\_\_\_ kg por \_\_\_\_\_

Média \_\_\_\_\_ kg por \_\_\_\_\_

Frequência \_\_\_\_\_ bateladas por \_\_\_\_\_

Tamanho dabatelada \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ faixa

**Tab. 3.2.1c - Saídas de resíduos: caracterização detalhada de resíduos individualizados. folha 2/4**

**6  Origens e fontes de resíduos**

**(i)** Preencher a planilha para identificar a origem do resíduo. Se o resíduo consiste de mistura de efluentes, preencher uma folha para cada emissão de resíduo, individualmente.

**(ii)** O resíduo está misturado com outros resíduos     Sim  Não

**(iii)** Descrever como o resíduo é gerado

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Exemplo: formação e remoção de composto indesejável, remoção de material de entrada (*input*) não convertido, esgotamento de componente essencial, resíduo de equipamento de limpeza, entrada de material obsoleto, batelada danificada, remoção de transbordamento ou vazamento, perda por evaporação, perda por ventilação ou aeração, etc.

**Tab. 3.2.1c -Saídas de resíduos: caracterização detalhada de resíduos individualizados. folha 3/4**

**Identificação da emissão de resíduo** \_\_\_\_\_

**7**  **Método de manuseio**

- Saída do local/fábrica como**
- granel \_\_\_\_\_
  - esteira com vasilhames \_\_\_\_\_
  - tambores de \_\_\_\_\_ litros \_\_\_\_\_
  - outros (identificar) \_\_\_\_\_

**Frequência de descarte** \_\_\_\_\_

**Legislação/regulamentação (Fed., Est. Mun) aplicável** \_\_\_\_\_

**Classificação aplicável ao resíduo (se existente)** \_\_\_\_\_

- Manuseio**
- na fábrica                       fora da fábrica
  - serviço público
  - serviços de terceiros
  - outros (descrever) \_\_\_\_\_

- Reciclagem**
- uso ou reutilização diretos
  - recuperação de energia
  - outros (descrever) \_\_\_\_\_

gera produtos/ resíduos  tóxicos                       atóxicos

produtos recuperados voltam para a fábrica ?

- sim                       não                       usados por terceiros

resíduos gerados \_\_\_\_\_

destinação/depósito de resíduos \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tab. 3.2.1c - Saídas de resíduos: caracterização detalhada de resíduos individualizados. folha 4/4**

**7  Método de manuseio (continuação)**

**Tratamento**

biológico

oxidação/redução

incineração

ajuste de pH

precipitação

solidificação

outro (descrever) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

destinação/depósito do resíduo \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Descarte final**

aterro                       tanque                       lagoa

poço profundo               oceano

outro (descrever) \_\_\_\_\_

**Custos**

**Total em unidade de moeda por período (trimestre, semestre, ano):** \_\_\_\_\_

Elementos de custos	Preço unitário R\$ por _____	Referência/fonte
Armazenagem e manuseio na planta		
Pré-tratamento		
Vasilhames		
Taxas de transporte		
Taxa de descarte		
Taxas locais		
Taxas Estaduais		
Taxas Federais		
Total de custos de descarte		

**Tabela 3.2.2 - Saídas de resíduos: níveis correntes de reuso/reciclagem na fábrica.**

1. Utilizar Tab. 2.4 para identificação das operações pelo código

OPERAÇÃO (CÓD)	IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO	QTDE TOTAL	% DE PERDA
OPERAÇÃO n			

**Tabela 3.2.4 - Saídas de resíduos: medição de águas residuárias (Seg. UNEP-UNIDO Tab. 7)**

	DESCARGA PARA									
	ESGOTO PÚBLICO		DRENO DE ÁGUA PLUVIAL		REUTILIZAÇÃO		ESTOCAGEM		SAÍDA TOTAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA	
FONTE DE ÁGUA RESIDUÁRIA	FLUXO	CONC.	FLUXO	CONC.	FLUXO	CONC.	FLUXO	CONC.	FLUXO	CONC.
OPERAÇÃO 1										
OPERAÇÃO 2										

CONC. = concentração dos contaminantes encontrados na água







**Tabela 3.3.2a - Balanço de material e de energia preliminar: Folha por operação ou por unidade do processo (Seg. UNEP-UNIDO Fig. 3)**

1. Fazer uma tabela para cada operação

Operação: \_\_\_\_\_

**ENTRADAS (utilizar as mesmas unidades de medidas para todas as matérias-primas)**

*Indicar em unidades de medida por ano*

---

Matéria-prima 1

Matéria-prima 2

Matéria-prima 3

Matéria-prima n

Resíduo reusado/reciclado

**Total de material utilizado**

Água

Energia

**SAÍDAS (utilizar as mesmas unidades de medidas para todas as matérias-primas)**

*Indicar em unidades de medida por ano*

---

Produto

Resíduo sólido 1

Resíduo sólido 2

Resíduo sólido 3

Resíduo sólido n

Resíduo reusado/reciclado

Perda de matéria-prima por armazenagem e manuseio

Emissão gasosa

Resíduo armazenado

Resíduo tratado na planta

Resíduo sólido tratado fora da planta

- perigoso

- não perigoso

Resíduo líquido tratado fora da planta

- perigoso

- não perigoso

**Total**

### **Tabela 3.3.2b- Balanço de material e de energia preliminar: sugestões para consolidação e revisão dos objetivos da auditoria**

1. A tomada de decisões, para consolidar o Balanço de Material e de Energia, deve ser baseada nas informações obtidas anteriormente (Capítulos 1, 2 e 3), especialmente nos resultados de entradas e saídas constantes da Tab. 3.3.2 e, em particular, quando tal tabela revelar altas discrepâncias.

2. É recomendável fazer, previamente, a estimativa de erros que poderão acontecer na análise do processo em questão, a fim de fazer o melhor julgamento possível a respeito das variações nos valores das discrepâncias.

#### ■ Balanço de Material/Energia **com** discrepância

- Verificar onde a discrepância for maior.
- Elegger um ou mais setores (unidades de processo, operação unitária, etc.) e realizar análises mais detidas, a fim de verificar se houve erro de medidas, de leitura de unidades ou de outros tipos.
- Se não for detectado qualquer erro de tomada de dados, poderá ficar caracterizado, desde já, que um dos objetivos da auditoria (Capítulo 2. item 2.1. Objetivos) previstos para o trabalho será sanar as perdas evidenciadas durante a elaboração do Balanço de Material e Energia. Os resultados mostram
  - (a) a existência de um local ou ponto do processo sobre o qual há controle absoluto
  - (b) e que é preciso reavaliar todas as informações anteriores, tais como, produção mensal, compra de matéria-prima, etc.

#### ■ Balanço de Material/Energia **sem** discrepância

- Os objetivos da auditoria podem ser estabelecidos com base apenas no controle ambiental (incluindo-se, aqui, o ambiente interno da instalação)

3. Para definir os **objetivos da auditoria** com maior precisão, é recomendável, portanto, que - além dos resultados do Balanço de Material/Energia - sejam utilizadas as informações levantadas a partir das tarefas mencionadas no Capítulo 4.

## CAPÍTULO 4. CONSOLIDAÇÃO DE INFORMAÇÕES

### Tabela 4.1a.: Correlação de problemas ou da realidade a informações

Preencher tantas folhas quantas forem necessárias para correlacionar a realidade ou problemas detectados a informações indicadas nos itens: 4.1.1.administrativas, 4.1.2. ambientais, 4.1.3. projetos, 4.1.4. emissões e resíduos, 4.1.5. consumo de água, 4.1.6. consumo de energia, 4.1.7. matérias-primas e produtos, 4.1.8. informações externas à empresa.

**Área auditada:** \_\_\_\_\_

**Realidade ou problema detectado:** \_\_\_\_\_

**Descrição da correlação entre realidade ou problema e um ou mais de um dos os itens mencionados (4.1.1 a 4.1.8):**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Descrever a relevância da correlação para a priorização e opção de PR:** \_\_\_\_\_

---

---

**Observações e comentários necessários:**

---

---

---

---

**Obtido por:** \_\_\_\_\_

**Fornecido por:** \_\_\_\_\_

**Tabela 4.0b.: Avaliação de informações relevantes**

Informação relevante	Consequência/efeito	Providência sugerida

**Obs.:** Recomenda-se que a consolidação seja feita por manifestação de pensamento livre (*brainstorming*) ou por outro método qualquer que permita a participação de todos os membros da Equipe de Auditoria e, quando necessário, por entrevista com o responsável pelo fornecimento da informação (campo “fornecido por”) da tabela anterior.

**Tabela 4.2.1.a - Emissões e resíduos: informação do processo (Seg. EPA W6 A)**

Processo/Unidade/Operação: \_\_\_\_\_

Tipo de Operação:  contínuo  intermitente  
 batelada  outro \_\_\_\_\_

Documento	Situação [S= sim N=não)					Localização
	completo (S/N)	em curso (S/N)	última revisão	usado neste trabalho *(S/N)	número do doc.	
Fluxograma do processo						
Balanco de material/energia						
• Projeto						
• Operacional						
Medição de fluxo/quantidades						
• Fluxo						
• Fluxo						
• Fluxo						
Análise/ensaios						
• Fluxo						
• Fluxo						
• Efluente						
Descrição do processo						
Manuais de operação						
Lista de equipamentos						
Especificação dos equipamentos						
Fluxogramas de tubulação e instrumentação						
Planta(s) de locação						
Diagramas de trabalho (fluxo)						
Registro de resíduos perigosos						
Inventário de emissões						
Relatórios anuais ou bienais (de emissão)						
Relatórios de auditoria ambiental						
Permissões e autorizações						
Planilhas de bateladas						
Diagramas de aplicação de material						
Planilha de composição do produto						
Planilhas sobre segurança de materiais (MSDS)						
Relatórios de inventário						
Diários do operador						
Esquema de produção						

**Tabela 4.2.1.b - Emissões e resíduos: sumário dos materiais de entrada (Seg. EPA W7 A)**

Atributo	Descrição		
	Fluxo no.	Fluxo no.	Fluxo no.
Nome/identificação			
Fonte/fornecedor			
Componente/atributo de interesse			
Taxa de consumo anual			
• total			
• do componentes de interesse			
Preço de compra: R\$ por _____			
Custo total anual			
Modo de recebimento (1)			
Tamanho e tipo da embalagem (2)			
Modo de armazenagem (3)			
Modo de transferência (4)			
Manuseio/descarte da embalagem vazia (5)			
Prazo de validade			
Fornecedor:			
• aceita material vencido? Sim/Não			
• aceita as embalagens? Sim/Não			
• revalida prazo de validade Sim/Não			
Substitutos possíveis (se houver)			
Fornecedores alternativos			

Exemplos:

(1) tubulação, carro tanque, caminhões, etc.

(2). tambores de 200 L, pacotes de 50 Kg, tanque, etc.

(3)almoxarifado, desabrigado, subterrâneo, etc.

(4) bombas, transporte pneumático, container, etc.

(5) triturada e enterrada, lavagem e reciclo, retorno ao fornecedor

**Tabela 4.2.1.c - Emissões e resíduos: sumário dos produtos (Seg. EPA W8-A)**

<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>		
	<b>fluxo no.</b>	<b>fluxo no.</b>	<b>fluxo no.</b>
<b>Nome/identificação</b>			
<b>Componente/atributo de interesse</b>			
<b>Taxa de produção anual</b>			
• total			
• do componentede interesse			
<b>Retorno anual, R\$_____</b>			
<b>Modo de transpote</b>			
<b>Tamanho e tipo da embalagem</b>			
<b>Modo de armazenamento na planta</b>			
<b>Containers/embalagens são retornáveis (Sim/Não)</b>			
<b>Prazo de validade</b>			
<b>Reutilização possível? (Sim/Não)</b>			
<b>Cliente:</b>			
• aceita pequenas mudanças nas especificações (Sim/Não)			
• aceita containers maiores (Sim/Não)			



**Tab. 4.2.1d - Emissões e resíduos: sumário da emissão de resíduos (Seg. EPA W10-A)**

Elaborar tantas tabelas quantas forem as emissões que vierem a ser identificadas e auditadas, de acordo com a extensão da auditoria planejada (conforme decisão tomada de acordo com o item 3.0A Abrangência)

Atributos		Descrição					
		Fluxo nr. ____		Fluxo nr. ____		Fluxo nr. ____	
Identificação/nome do resíduo							
Fonte/origem							
Componente/característica de interesse							
Taxa anual de geração (unidade de medida: )							
■ Resíduo em geral (total)							
■ Componente(s) selecionado(s)							
Custo do descarte							
■ Custo Unitário (R\$ por _____)							
■ Total (por ano)							
Método de manuseio do resíduo (1)							
Critérios de escala de prioridade (2)		Peso relativo (R)	Prioridade (P)	P x R	Prioridade (P)	P x R	Prioridade (P)
Conformidade à legislação ambiental							
Custos de tratamento ou descarte							
Potencial de ações civis							
Quantidade de resíduos gerados							
Riscos/perigos por ação de resíduos							
Riscos/perigos para segurança							
Potencial para prevenção ou redução de resíduos							
Potencial para eliminação de gargalos							
Potencial para recuperação de subprodutos							
Soma de pontos das escalas de prioridade		$\Sigma(P \times R)$		$\Sigma(P \times R)$		$\Sigma(P \times R)$	
Escala de prioridade							

(1) Exemplos: aterro sanitário, aterros de resíduos perigosos, reciclagem na planta, reciclagem fora da planta, incineração, combustão com recuperação de calor, destilação, desidratação, etc.

(2) Classificar cada emissão para cada categoria, usando, por exemplo Pesos Relativos (R) de 0 (nenhuma) a 10 (alta)



**Tabela 5.4a - Triagem e seleção de opções: descrição da opção de PR (Seg. EPA W12 A)**

**Nome da opção:** \_\_\_\_\_

**Descrição abreviada da opção:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Efluente(s) afetado(s):** \_\_\_\_\_

**Entrada de material(is) afetada(s):** \_\_\_\_\_

**Produto(s) afetado(s):** \_\_\_\_\_

**Tipo de opção escolhida:**

**Prevenção na fonte**

\_\_ modificação relacionada a equipamento

\_\_ modificação relacionada a pessoal ou procedimentos

\_\_ modificação relacionada a matéria prima

**Reciclagem/reutilização**

\_\_ na planta

\_\_ material reutilizado em seu propósito original

\_\_ fora da planta

\_\_ material usado para propósito menos nobre

\_\_ venda de material

\_\_ material queimado para recuperação de calor

**Originalmente proposto por:** \_\_\_\_\_ **Data:**

**revisado por:** \_\_\_\_\_ **Data:**

**Aprovado para estudo ?** \_\_ sim \_\_ não, **por:** \_\_\_\_\_

**Razão da aprovação/rejeição** \_\_\_\_\_

### Tab. 5.4.b. Triagem e seleção de opções: método da soma de pesos relativos para classificação de opções de PR (Seg. EPA G)

1. Determinação de critérios - importância dos objetivos de PR em relação aos objetivos da Empresa, levando em conta, por exemplo:

- redução da quantidade de resíduos
- redução de riscos causados por resíduos (toxicidade, inflamabilidade, reatividade, corrosividade, etc.)
- redução de custos de tratamento e descarte de resíduos
- redução do custo de matérias primas
- redução de custos de seguro e ações civis
- sucessos anteriores já obtidos pela Empresa ou em indústrias similares
- ações não comprometedoras da qualidade do produto
- baixo custo de capital
- baixo custo operacional e de manutenção
- curto período para implementação (mínimo para interferir na rotina de produção)
- facilidade de implementação

Ao avaliar a opção, atribuir, para cada critério, o numeral (de 0 a 10) correspondente ao *peso relativo*, com base na importância. Por exemplo: o custo do tratamento e descarte do resíduo é muito importante (peso relativo 10), mas a experiência anterior na empresa foi de menor importância (peso relativo 1 ou 2).

2. Determinar a peso de prioridade da opção, frente a cada um dos critérios

- Usar escala de valor de 0 a 10

3. Estabelecer a escala de prioridade da opção

- Tabular os resultados
- Multiplicar o *peso relativo* do critério pelo *peso de prioridade* atribuído à opção (ver exemplo abaixo e Tab. 5.4.1B]

Exemplo

Critérios de escalonamento	Classificação para cada opção						
	Peso Rel.	X		Y		Z	
• Reduz custo de tratamento	10	8	80	6	60	3	30
• Reduz riscos por resíduos	8	6	48	3	24	8	64
• Reduz ações civis	7	4	28	4	28	5	35
• Fácil de implementar	5	2	10	2	10	8	40
<b>Somatória dos pesos x prioridades</b>			<b>166</b>		<b>122</b>		<b>169</b>

As opções X e Z obtiveram maior pontuação. Logo, deverão ser selecionadas para estudos avaliativos posteriores, baseados em outros modelos e procedimentos.

**Tab. 5.4.1.B. Triagem e seleção de opções: avaliação de opções pelo método da somatória de pesos (Seg. EPA W13 A)**

Critérios	Peso Relativo R (1)	Escala de prioridade P (2)									
		Opção 1		Opção 2		Opção 3		Opção 4		Opção 5	
		R	RxP	R	RxP	R	RxP	R	RxP	R	RxP
Redução de riscos por resíduos											
Redução de custos de tratamento/descarte											
Redução de riscos de segurança											
Redução de custos de matérias primas											
Ampliação do uso corrente na indústria											
Efeito sobre a qualidade do produto(3)											
Baixo custo de capital											
Baixo custo operacional e de manutenção											
Curto período de implementação											
Fácil implementação											
Avaliação final	Soma de escalas	<b>Σ RxP</b>									
	Escala da opção										
Data prevista para análise de viabilidade	<b>(data)</b>										

- (1) Escala de 0-10
- (2) Escala de 0-10
- (3) nenhum efeito = 10

## CAPÍTULO 6 OPÇÕES COMPLEXAS DE PR

**Tab. 6.2.2a. Avaliação técnica, com dispêndio significativo de capital: viabilidade técnica das opções (Seg. EPA W14 A)**

Descrição da opção de PR \_\_\_\_\_

1. Natureza da opção  Relacionada a equipamento [ver item 3 a seguir]  
 Relacionada a pessoal ou a procedimento (Item 4)  
 Relacionada a materiais (Item 5)

2. No caso da opção parecer viável tecnicamente, apresentar o necessário embasamento:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.1. Há necessidade de análise complementar ?  sim  não

Se a respostas for SIM, continuar preenchendo esta planilha

Se for NÃO, passar para Tab. 6.3.1.a

3. Para a opção relacionada a equipamento

3.1. O equipamento está disponível comercialmente ?  sim  não

3.2. O equipamento já foi demonstrado comercialmente?  sim  não

3.3. Com sucesso ?  sim  não

3.4. Descrever uma situação industrial análoga mais próxima : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.5. Descrever o estágio atual da situação em andamento: \_\_\_\_\_

Possível fornecedor	Instalações em funcionamento	Pessoas para contato	Data do contato realizado (1)

(1) Anexar: anotações da conversa telefônica, relatórios de visita para conhecer equipamentos, etc.

**Tab. 6.2.2b - Avaliação técnica, com dispêndio significativo de capital: viabilidade técnica das opções - Continuação fl. 2/6**

**Descrição da opção de PR** \_\_\_\_\_

**3. Opção relacionada a equipamento (continuação)**

**3.6. Informação sobre o desempenho esperado (descrever os parâmetros):**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.7. Informação sobre a ampliação de escala requerida - descrever:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.8. Testes necessários ?**     sim     não

escala     bancada     piloto     \_\_\_\_\_

. Há unidade disponível para testes ?     sim     não \_\_\_\_\_

Parâmetros para testes (listar) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3.9. Número de testes realizados:** \_\_\_\_\_

**3.10. Quantidade de materiais necessessários** \_\_\_\_\_

**3.11. Local de execução dos testes:**     na planta     fora desta

Onde ? \_\_\_\_\_

**3.12. Gargalos nas instalações ou produtos**

Necessidade de espaço \_\_\_\_\_

Possíveis locais no interior da fábrica \_\_\_\_\_

**Tab. 6.2.2.c - Avaliação técnica, com dispêndio significativo de capital: viabilidade técnica das opções - Continuação fl. 3/6**

Descrição da opção de PR \_\_\_\_\_

---

**3. Opção relacionada a equipamento (continuação)**

**3.13. Necessidade de utilidades**

Energia elétrica	Volts (AC ou DC) _____	kW _____
Água de processo	Vazão _____	Pressão _____
	Qualidade (potável, desmineralizada etc.)	
Água de resfriamento	Vazão _____	Pressão _____
	Temp. entrada _____	Temp saída _____
Fluido térmico _____	Temp. entrada _____	Idem saída _____
	Carga térmica _____	Vazão _____
Vapor`	Pressão _____	Temp. _____
	Carga térmica _____	Vazão _____
Óleo combustível	Tipo _____	Vazão _____
Ar na planta	Vazão _____	Carga térmica _____
Gás inerte na planta	Vazão _____	

**3.14. Tempo estimado para entrega (após assinatura de contrato) \_\_\_\_\_**

**3.15. Tempo estimado para instalação \_\_\_\_\_**

**3.16. Datas para instalação \_\_\_\_\_**

**3.17. Tempo (decorrido) estimativo para produção \_\_\_\_\_**

**3.18. A produção atual será afetada ? Descrever o efeito e impacto na produção**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.19. A qualidade do produto será afetada ? Discorrer a respeito do efeito sobre a qualidade \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Tab. 6.2.2d - Avaliação técnica, com dispêndio significativo de capital: viabilidade técnica das opções - Continuação fl. 4/6**

Descrição da opção de PR \_\_\_\_\_

**3. Opção relacionada a equipamento (continuação)**

**3.20. A opção irá requer modificações no fluxo do trabalho ou nos procedimentos ?**

**Explicar:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3.21. Requisitos de treinamento para operação e manutenção**

Número de pessoas a serem treinadas  na planta \_\_\_\_\_

fora da planta \_\_\_\_\_

Duração do treinamento \_\_\_\_\_

**3.22. Descrever a necessidade de reposição de catalisadores, produtos químicos, peças e outros suprimento. conforme quadro a seguir**

Item	Taxa ou frequência de reposição	Fornecedor, endereço

**3.23. A opção atende as exigências do governo ou da empresa em segurança e saúde**

sim  não Explicar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3.24. Como o serviço (manutenção e assistência técnica) é conduzido ? Explicar: \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_

**3.25. Quais as garantias oferecidas ? Descrever: \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_

**Tab. 6.2.2e - Avaliação técnica, com dispêndio significativo de capital: viabilidade técnica das opções. Continuação fl. 5/6**

Descrição da opção \_\_\_\_\_

**3. Opção relacionada a equipamento (continuação)**

**3.26. Descrever quaisquer outras exigências adicionais referentes armazenamento ou manuseio de materiais** \_\_\_\_\_

**3.27. Descrever quais outras exigências laboratoriais ou analíticas** \_\_\_\_\_

**4. Opção relacionada a pessoal ou a procedimentos**

**4.1. Áreas ou departamentos afetados** \_\_\_\_\_

**4.2. Necessidades de treinamento** \_\_\_\_\_

**4.3. Modificações nas instruções operacionais (descrever os departamentos responsáveis)** \_\_\_\_\_

**5. Opção relacionada a mudanças em materiais.**

**Obs. Se houver necessidade de mudanças substanciais em equipamentos, este caso deverá ser avaliado conforme o item 3. Opção relacionada a equipamento.**

	sim	não
<b>5.1. O novo material já foi demonstrado comercialmente ?</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>5.2. Em aplicação similar ?</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------------------------------------	--------------------------	--------------------------

<b>5.3. Com sucesso ?</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---------------------------	--------------------------	--------------------------

**5.4. Descrever a aplicação similar mais próxima** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**6.2.2.f - Avaliação técnica, com dispêndio significativo de capital: viabilidade técnica das opções - Continuação fl. 6/6**

**Descrição da opção** \_\_\_\_\_

**5. Opção relacionada a mudança de materiais (continuação)**

**5.5. Áreas ou departamento afetados** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5.6. A produção será afetada ? (Descrever os efeitos dos impactos na produção)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5.7. A qualidade do produto será afetada ? (Descrever os efeitos dos impactos sobre a qualidade do produto)** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5.8. Haverá exigências adicionais para armazenagem, manuseio ou equipamento auxiliar ? Explicar.** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5.9. Descrever qualquer exigência para treinamento ou mudanças em procedimentos.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5.10. Descrever qualquer exigência em programa de teste de materiais** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tab. 6.3. Avaliação econômica simplificada da opção. Custos anuais de processo e tratamento de resíduos (Seg. UNEP-UNIDO Tab 9)**

<b>Custos operacionais com o processo</b>	
<b>Itens de despesas</b>	<b>Gastos anuais em R\$</b>
Matéria prima 1	
Matéria prima 2	
Matéria prima 3	
Matéria prima n	
Água	
Energia	
Mão de obra	
Manutenção	
Administração	
Outras (segurança, multas, etc.)	
Total dos custos	

<b>Custos operacionais com o tratamento de resíduo</b>	
<b>Itens de despesas</b>	<b>Gastos anuais em R\$</b>
Matéria prima 1	
Matéria prima 2	
Matéria prima 3	
Matéria prima n	
Água	
Energia	
Taxas e serviços	
Transporte	
Descarte fora da fábrica	
Mão de obra	
Manutenção	
Administração	
Multas, infrações	
Custos com fiscalização	
Outras despesas	
Total dos custos	

**Tab. 6.3.1a - Avaliação econômica: investimento de capital para projetos de grandes plantas  
 (Seg EPA W15 A)**

**Descrição da opção** \_\_\_\_\_

<b>1. CUSTOS DE CAPITAL - incluir todos os custos cabíveis</b>	<b>TOTAIS</b>
<b>1.1 Compra de equipamentos de processo</b>	
Preço (FOB fábrica) _____	
Taxas, frete, seguro _____	
Custos com entrega _____	
Instalação e peças sobressalentes _____	
<b>1.2. Estimativa de custos de materiais</b>	
Tubulações _____	
Rede e instalação elétrica _____	
Instrumentação _____	
Estruturas _____	
Isolamento em tubulações _____	
<b>1.3. Estimativa de custos de novas conexões e novos sistemas de utilidades</b>	
Eletricidade _____	
Vapor _____	
Água de resfriamento _____	
Água de processo _____	
Refrigeração _____	
Combustível (gás, óleo, etc.) _____	
Ar de planta _____	
Gás inerte _____	
<b>1.4. Equipamentos adicionais</b>	
Armazenamento & manuseio de materiais _____	
Laboratório e análises _____	
Outros _____	
<b>1.5. Preparação do local</b>	
Demolição, limpeza, etc. _____	
<b>1.6. Custos estimativos de instalação:</b>	
Fornecedor _____	
Empreiteira _____	
Pessoal interno _____	
<b>1.7. Engenharia e suprimentos (<i>procurement</i>)</b>	
Planejamento _____	
Engenharia _____	
Levantamento de preços _____	
Consultoria _____	
<b>1.8. Custos de partidas: (<i>start-ups</i>)</b>	
Fornecedor _____	
Empreiteira _____	
Pessoal interno _____	
<b>1.9. Treinamento</b>	

**Tab. 6.3.1b - Avaliação econômica: investimento de capital para projetos de grandes plantas.**  
 Continuação fl. 2/5

Descrição da opção _____		
<b>1. CUSTOS DE CAPITAL - continuação</b>		<b>TOTAIS</b>
<b>1.10. Autorizações &amp; permissões</b>		
Taxas	_____	
Pessoal interno	_____	_____
<b>1.11. Custos iniciais de catalisadores e produtos químicos</b>		
Item 1	_____	
Item 2	_____	
<b>1.12. Outros itens não especificados (para execução de operações)          (Matérias primas, produtos, inventário, suprimentos, etc.)</b>		
Item 1	_____	
Item 2	_____	
Item 3	_____	_____
<b>1.13. Reparos e recuperação (se houver)</b>		_____
<b>1.14. Resumo de CUSTOS DE CAPITAL</b>		

Item de custo	Custos sem R\$
<b>Equipamento de processo comprado</b>	
<b>Materiais</b>	
<b>Utilidades</b>	
<b>Equipamentos adicionais</b>	
<b>Preparação do local</b>	
<b>Instalação</b>	
<b>Engenharia e suprimentos (<i>procurement</i>)</b>	
<b>Custo de partida (<i>start-up</i>)</b>	
<b>Treinamento</b>	
<b>Autorizações e licenças ou permissões</b>	
<b>Catalisadores e produtos químicos iniciais</b>	
<b>Subtotal 1 - Custos fixos de capital</b>	
<b>Custos variáveis de capital</b>	
<b>Custos totais de capital</b>	
<b>Custos de reparos e recuperação</b>	

**Tab. 6.3.1c - Avaliação econômica: investimento de capital para projetos de grandes plantas -  
 Continuação fl. 3/5**

Descrição da opção \_\_\_\_\_

**1. CUSTOS DE CAPITAL - continuação**

**1.15. Estimativa de redução ou aumento em utilidades**

Utilidades	Custo unitário R\$ por unidade	Redução ou aumento em quantidade Unidade por tempo	Total de redução ou aumento R\$ por tempo
Eletricidade			
Vapor			
Resfriamento do processo			
Água de processo			
Refrigeração			
Combustível (óleo, gás, etc.)			
Ar de planta			
Gás inerte			

**2. CUSTOS INCREMENTAIS NAS OPERAÇÕES: - Incluir todas as economias operacionais relevantes. Estimar estes custos em bases incrementais, isto é, reduções ou aumentos sobre os custos existentes.**

**2.1. Base para custos:**

ANUAL \_\_\_ TRIMESTRAL \_\_\_ MENSAL \_\_\_ DIÁRIA \_\_\_ OUTRA \_\_\_

**2.2. Estimativa de economia no custo de descarte**

Redução de taxas e impostos \_\_\_\_\_

Redução em custos de transporte \_\_\_\_\_

Redução em custos de tratamento e manuseio na planta \_\_\_\_\_

Redução em custos com autorizações, fiscalização, relatórios,  
registros, autorizações e permissões \_\_\_\_\_

Redução total no custo de descarte \_\_\_\_\_

**2.3. Estimativa de redução no consumo de matérias primas**

Materiais	Custo unitário R\$ por unidade	Redução em quantid. Unid. por tempo	Diminuição em custo R\$ por tempo

**Tab. 6.3.1d - Avaliação econômica: investimento de capital para projetos de grandes plantas -  
Continuação fl. 4/5**

Descrição da opção \_\_\_\_\_

**2.4. Estimativa de redução ou aumento em catalisadores e produtos químicos  
auxiliares**

<b>Produtos químicos/catalisadores</b>	<b>Custo unitário R\$ por unidade</b>	<b>Redução ou aumento em quantidade Unid. por tempo</b>	<b>Total de redução ou aumento R\$ por tempo</b>

**2.5. Estimativa de redução ou aumento de custos de mão de obra operacional e de  
manutenção (inclui custos de supervisão, benefícios e obrigações):**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2.6. Estimativa de redução ou aumento de custos de suprimentos de operações e de  
manutenção**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2.7. Estimativa de redução ou aumento em seguro e ações civis (explicar)**

\_\_\_\_\_

**2.8. Estimativa de redução ou aumento de outros custos operacionais (explicar)**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Tab. 6.3.1e - Avaliação econômica: investimento de capital para projetos de grandes plantas -  
Continuação fl. 5/5**

Descrição da opção \_\_\_\_\_

**3. INCREMENTO DE RECEITAS**

**3.1. Estimativa de receitas incrementais por aumento ou redução na produção ou comercialização de resíduos (qualquer não-produto) (explicar)**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.2. Resumo do incremento de receitas**

Itens de custos operacionais/receitas	R\$ por ano
Redução em custos de descarte	
Redução em custos de matérias primas	
Redução ou aumento em custos de utilidades	
Redução ou aumento em catalisadores e prods. químicos	
Redução ou aumento em custos de mão de obra operacional e de manutenção	
Redução ou aumento em custos de suprimentos para operações e manutenção	
Redução ou aumento em custos para seguros e ações civis	
Redução ou aumento de outros custos operacionais	
Receitas incrementais da redução ou aumento da produção	
Receitas incrementais da comercialização de não-produtos	
<b>Economias líquidas de custos operacionais anuais</b>	

**4. Determinação da rentabilidade ou retorno do investimento (Seg. EPA W16 A)**

**Custos totais de capital (item 1.14 Tab. 6.3.1b)** \_\_\_\_\_

**Economias líquidas de custos operacionais anuais (item 3.2 acima)** \_\_\_\_\_

**Tempo de retorno (em anos)** 
$$\frac{\text{Custos totais de Capital}}{\text{Economias líquidas de custos operacionais anuais}}$$

**Tab. 6.3.4. - Análise de lucratividade: fluxo de caixa a valor presente e taxa interna de retorno. (Seg. EPA W17 A)**

**Alvos/objetivos**

Item orçamentário	Anos de restrição 0	Ano de operação (1)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A - Investimento fixo de capital									
B - (mais) Capital de giro									
C - Investimento de capital total									
D - Valores recuperáveis (salvage) (2)									
E - Economia líquida de custos operacionais									
F - Juros sobre empréstimos									
G - Depreciação									
H - Lucro tributável									
I - Imposto de renda (3)									
J - Lucro após impostos (3)									
K - (mais) Depreciação									
L - (menos) Pqto. empréstimo (principal)									
M - (menos) Investimento de capital (item C)									
N - (mais) Valor recuperado (item D)									
O - Fluxo de caixa									
P - Fluxo de caixa a valor presente (4)									
Q - Valor presente líquido (5)									
Valor presente (6) (5% desconto)	1,000	0,9524	0,9070	0,8638	0,8227	0,7835	0,7462	0,7107	0,6768
..... (10% desconto)	1,000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665
(15% desconto)	1,000	0,8696	0,7561	0,6575	0,5718	0,4972	0,4323	0,3759	0,3269
(20% desconto)	1,000	0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019	0,3349	0,2791	0,2326
(25% desconto)	1,000	0,8000	0,6400	0,5120	0,4096	0,3277	0,2621	0,2097	0,1678

(1) Ajustar a tabela, quando necessário, se a vida útil prevista do projeto for menor do que 8 anos

(2) Valor recuperável inclui: scrap value of equipment plus sale of working capital minus demolition costs

(3) A planilha é usada para calcular o fluxo de caixa após impostos. Para fluxo de caixa pré-impostos, usar a taxa de imposto de renda de 0%

(4) O fluxo de caixa a valor presente é igual ao fluxo de caixa multiplicado pelo fator do valor presente

(5) O valor presente líquido é a soma do valor presente do fluxo de caixa para o respectivo ano e todos os anos antecedentes

(6) A fórmula para o fator do valor presente é  $\frac{1}{(1+r)^n}$  em que n é o número de anos e r a taxa de desconto.

(7) A taxa interna de retorno é a taxa de desconto (r) que resulta no valor presente líquido de zero sobre a vida do projeto.



**Tab. 7.4 - Demonstração e acompanhamento: desempenho da opção PR (Seg. EPA W19 A)**

Descrição da opção de PR \_\_\_\_\_

- Situação anterior (sem a opção)     
  Esperado     
  Obtido (atual)

(a) Período de duração \_\_\_\_\_ Início \_\_\_\_\_ Fim \_\_\_\_\_

(b) Produção por período \_\_\_\_\_ Unidades ( \_\_\_\_\_ )

(c) Entrada de materiais (consumidos) por período

<u>Material</u>	<u>Vol./Quant.</u>	<u>Vol/Quant/Unid. de produto</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

(d) Resíduos gerados por período

<u>Resíduo</u>	<u>Substância</u>	<u>Vol./Quant.</u>	<u>Vol/Quant/Unid. de produto</u>
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

(e) Substância de interesse - Taxa de geração por período

<u>Resíduo</u>	<u>Substância</u>	<u>Vol/Quant</u>	<u>Vol/Quant/Unid. de produto</u>
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____



## PARTE IV - QUADROS DE REFERÊNCIA

Os Quadros de Referência (**QR**) correspondem à tradução das tabelas do manual da Organização Mundial de Saúde: **WHO 1982. Rapid assessment of sources of air, water and land pollution. Offset Publication No. 62. World Health Organization. Geneva. 1982.** Recomenda-se a consulta à publicação original, se houver interesse em detalhes como as premissas para a coleta dos dados e as principais fontes geradoras de informações para os diferentes segmentos.

O objetivo dos **QRs** é permitir a *quantificação rápida* das cargas de poluentes gerados a partir de diversas fontes poluidoras, municipais e industriais, tendo como base valores práticos médios, já determinados em diversos segmentos da economia.

O primeiro passo para a rápida quantificação consiste em identificar e classificar as principais fontes poluidoras da área em estudo. A partir da classificação, parte-se para o preenchimento propriamente dito das **QRs**.

Os Quadros dão uma classificação concisa das maiores atividades causadoras de poluição e geradoras de resíduos, e listam os correspondentes fatores de poluição e resíduos. Além disso, contêm colunas com espaço para preenchimento com os dados da área em estudo e para cálculo das cargas de poluentes e resíduos gerados.

Reconhece-se que os fatores fornecidos não são precisos, para o nível individual de indústria, mas proporcionam cálculos suficientemente precisos para regiões onde existam muitas indústrias similares e onde as médias de produção forem estatisticamente válidas.

Comparando-se o **QR 2.1** (Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais) com o **QR 2.3** (Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais) pode-se notar, para certos processos industriais, algumas diferenças entre os valores tabulados. O **QR 2.1** inclui apenas fatores médios simplificados, requerendo menos informações sobre o processo industrial utilizado.

A lista dos tipos de atividades industriais mais importantes, utilizada nos **QRs** foi feita de acordo com classificação e nomenclatura das Nações Unidas.

**QR 1 - Lista dos tipos de indústrias importantes de acordo com os códigos de classificação das Nações Unidas**

PRODUÇÃO AGRÍCOLA E CRIAÇÃO DE ANIMAIS

- 1110a Gado bovino
- 1110b Suínos
- 1110c Frangos
- 1110d Caneiros
- 1110e Perus
- 1110f Patos
- 1110g Fazenda de laticínios
- 1110h Granja de ovos

PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

- 3111a Abatedouro
- 3111b Embalagem
- 3111c Processamento de aves
- 3112 Produção de laticínios
- 3113 Enlatamento de frutas e vegetais
- 3114 Enlatamento de peixes
- 3115a Extração de óleo de oliva
- 3115b Refino de óleo vegetal comestível
- 3116 Moagem de cereais
- 3118a Usinas de açúcar (de cana)
- 3118b Produção de açúcar de beterraba
- 3121a Produção de amido e glicose
- 3121b Produção de fermentos

INDÚSTRIA DE BEBIDAS

- 3131a Destilarias de álcool
- 3133a Produção de bebidas à base de malte
- 3133b Produção de cerveja (fermentação)
- 3133c Total da produção de cerveja
- 3133d Produção de vinho
- 3134 Indústrias de refrigerantes e água gaseificada

MANUFATURA DE TÊXTEIS

- 3211a Lã (incluindo beneficiamento)
- 3211b Lã (tingimento e acabamento)
- 3211c Algodão
- 3211d Raiom
- 3211e Acetato
- 3211f Náilon
- 3211g Acrílico
- 3211h Poliéster

MANUFATURA DE COURO E SEUS PRODUTOS, SIMILARES E PELES (EXCETO CALÇADOS)

- 3231a Curtimento a cromo de peças inteiras de couro
- 3231b Curtimento base vegetal de peças de couro
- 3231c Acabamento de peças de couro

MANUFATURA DE MADEIRA E PRODUTOS DE MADEIRA E CORTIÇA, EXCETO MÓVEIS

- 3311a Manufatura de compensados
- 3311b Manufatura de placas de fibra

MANUFATURA DE POLPA, PAPEL E PAPELÃO

- 3411a Polpa kraft
- 3411b Polpa sulfito
- 3411c Polpa semiquímica
- 3411d Fábricas de papel
- 3411e Fábricas de papel com recuperação de água
- 3411f Fábricas de papel com recuperação de água otimizada

MANUFATURA DE PRODUTOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS

- 3511 Manufatura de produtos químicos industriais básicos, exceto fertilizantes  
Produtos inorgânicos básicos:
  - 3511a Ácido clorídrico
  - 3511b Ácido sulfúrico
  - 3511c Ácido nítrico
  - 3511d Ácido fosfórico (processo seco)
  - 3511e Ácido fosfórico (processo úmido)
  - 3511f Ácido fosfórico (processo térmico)
  - 3511g Amônia
  - 3511h Hidróxido de sódio (células de mercúrio)
  - 3511i Hidróxido de sódio (células de diafragma)
  - 3511j Ácido fluorídrico
  - 3511k Pigmentos de cromoProdutos orgânicos básicos:
  - 3511m (Veja QR 2.3 - Seção 2.0)
  - 3511n (Veja QR 2.3 - Seção 2.0)
  - 3511o (Veja QR 2.3 - Seção 2.0)
  - 3511p (Veja QR 2.3 - Seção 2.0)
- 3512 Produção de fertilizantes e pesticidas  
Fertilizantes:
  - 3512a Superfosfato normal (19% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
  - 3512b Superfosfato triplo (48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
  - 3512c Fosfato de amônia (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
  - 3512d Fosfato de di-amônia (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)Pesticidas:
  - 3512e DDT
  - 3512f Herbicidas organoclorados
  - 3512g Carbamatos
  - 3512h Parathion
- 3513 Resinas sintéticas, materiais plásticos e fibras
  - 3513a Fibras de raiom
  - 3513b Elastômeros vulcanizados (borracha sintética)
  - 3513c Poliolefinas (polietilenos)
  - 3513d Resinas de poliestireno e copolímeros
  - 3513e Resinas vinílicas (PVC)
  - 3513f Poliéster e resinas alquiladas
  - 3513g Resinas fenólicas
  - 3513h Resinas acrílicas (polímero a granel)
  - 3513i Resinas acrílicas (emulsão)
- 3521 Manufatura de tintas, vernizes e lacas
- 3522 Manufatura de drogas e remédios
- 3522a Produtos biológicos

3522b Produtos medicinais, químicos e botânicos

3523 Preparação de sabão e produtos de limpeza

3523a Sabão por cozimento em refervedor kettle

3523b Sabão a partir de ácidos graxos

3523c Detergentes

3523d Refino de Glicerina

3523e Detergentes líquidos

3529 Manufatura de cola animal (de carnes, de couros e de cromos)

3530 Refino de petróleo

3530a Refino leves

3530b Refino baixo craqueamento

3530c Refino alto craqueamento

3530d Refino de lubrificante

3530e Refinarias petroquímicas

3530f Refinarias integradas

3530g Refino de óleo lubrificante gasto

#### MANUFATURA DE PRODUTOS MISCELÂNEOS DE PETRÓLEO E CARVÃO

3540 Manufatura de produtos asfálticos

3540a Asfalto de pavimentação

3540b Teto de asfalto

3540c Feltros de construção civil

#### MANUFATURA DE PRODUTOS DE BORRACHA

3551a Manufatura de pneus e câmaras

3551b Outros produtos de borracha

#### INDÚSTRIA DE PRODUTOS MINERAIS NÃO METÁLICOS

3610 Manufatura de cerâmica, porcelana e manufaturados

3620 Manufatura de vidro e produtos à base de vidro

3621 Manufatura de produtos de argila estrutural

3692 Produção de cimento

3697 Produção de cal

#### INDÚSTRIA DE METAIS BÁSICOS

3710 Indústria de ferro e aço

3710a Forno de coque metalúrgico

3710b Alto forno

3710c Forno de aço BOF

3710d Forno Siemens-Martin (open hearth)

3710e Forno elétrico de arco voltáico, de aço

3710f Fundições de aço e ferro cinzento

3710g Fundições contínuas

3720 Indústria de metais não-ferrosos básicos

3720a Manufatura de alumínio a partir da bauxita

3720b Fundição primária de alumínio

3720c Fundição secundária de alumínio

3720d Fundição de cobre a partir de minérios de sulfato

3720e Refino eletrolítico de cobre

3720f Fundição secundária de cobre

3720g Fundições de latão e bronze

3720h Fundição de chumbo a partir de minério

3720i Fundição e refino secundário de chumbo

3720j Fundição e refino primário de estanho

3720k Fundição primária de zinco

3720l Processamento secundário de zinco

3720m Fundição primária de antimônio

3720n Fundição e refino primário de mercúrio

3720o Fundição e refino primário de titânio

#### MANUFATURA DE PRODUTOS METÁLICOS ACABADOS, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

3840a Utensílios domésticos

3840b Galvanoplastia

deposição de cobre

deposição de níquel

deposição de cromo

deposição de zinco

3840c Decapagem ácida de chapas de ferro

3840d Decapagem e banho de polimento de cobre e latão

3841 Construção de navios

3843 Produção de motores de automóveis

#### ELETRICIDADE, GÁS E VAPOR

4101a Termoelétricas usando linhita como combustível

4101b Termoelétricas usando carvão

betuminoso como combustível

4102 Manufatura de gás de fornos de coque



## **Índice dos Quadros de Referência**

- 1**□□ Cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais e fontes móveis e estacionárias de combustão
- 2**□□ Cargas de poluição a partir de efluentes industriais
- 3**□□ Cargas de poluição a partir de efluentes domésticos
- 4**□□ Cargas de efluentes sólidos industriais
- 5**□□ Cargas de efluentes sólidos municipais

## **Seção 1.0 - Cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais e fontes móveis e estacionárias de combustão**

- 1**Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes estacionárias de combustão
- 2**Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes móveis de combustão
- 3**Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais
- 4**Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir da disposição de efluentes sólidos
- 5**Planilha em branco para cálculo de cargas de poluentes atmosféricos para indústrias não listadas no **QR 1.3**

**QR 1.1 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes estacionárias de combustão**

Tipo de fonte	Combustível queimado	Unidade	Consumo 10 <sup>3</sup> unidades por ano	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO	
				kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
Termo-elétricas	Linhita	t		3,5 (A)		15 (S)		7		0,5		0,5	
	Antracito	t		8,5 (A)		19 (S)		9		0,015		0,5	
	Carvão betuminoso	t		8 (A)		19 (S)		9		0,15		0,5	
	Óleo combustível	t		1,04		19,9 (S)		13,2		0,13		0,66	
	Gás natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0,24		16,6 (S)		9,6		0,016		0,27	
		t		0,29		19,9 (S)		11,5		0,019		0,32	
	Subtotal												
Fornos comerciais e industriais	Linhita	t		3,5 (A)		15 (S)		3		0,5		1	
	Antracito	t		1 (A)		19 (S)		5		0,1		3	
	Carvão betuminoso	t		6,5 (A)		19 (S)		7,5		0,5		1	
	Óleo combustível, residual	t		2,87		19 (S)		7,5		0,37		0,52	
	Óleo, destilado	t		2,13		20,1 (S)		7,5		0,41		0,59	
	Gás liquefeito de petróleo	m <sup>3</sup>		0,21		0,01 (S)		1,43		0,036		0,19	
		t		0,38		0,02 (S)		2,6		0,065		0,35	
	Gás natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0,29		6,6 (S)		3		0,048		0,27	
Subtotal	t		0,34		20 (S)		3,6		0,058		0,32		

Notas: Densidades específicas médias (valores assumidos): Óleo combustível, destilado = 0,845  
 Óleo combustível, residual = 0,957  
 Gás liquefeito de petróleo = 0,55 (mistura de 80% butano e 20% propano)  
 Gás natural = 0,832 kg / m<sup>3</sup> (nas condições normais de temperatura e pressão)

(A) é a porcentagem em peso do teor de cinzas do combustível - (S) é a porcentagem em peso do teor de enxofre do combustível

**QR 1.1 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes estacionárias de combustão (continuação)**

Tipo de fonte	Combustível queimado	Unidade	Consumo 10 <sup>3</sup> unidades por ano	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO	
				kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
Fornos domésticos	Antracito (queima manual)	t		5		18 (S)		1,5		1,25		45	
	Carvão betuminoso (queima manual)	t		10		19 (S)		1,5		10		45	
	Madeira	t		13,7		0,5		5		1		1	
	Óleo combustível, destilado	t		0,37		20,1 (S)		2,72		0,14		0,75	
	Querosene	t		3		17 (S)		2,3		0,4		0,25	
	Gás liquefeito de petróleo	m <sup>3</sup>		0,23		0,01 (S)		1		0,094		0,24	
		t		0,42		0,02 (S)		1,8		0,17		0,44	
	Gás natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0,302		16,6 (S)		1,3		0,128		0,32	
		t		0,363		20 (S)		1,56		0,154		0,38	
	Subtotal												
Total													

Notas: Densidades específicas médias (valores assumidos): Óleo combustível, destilado = 0,845  
 Óleo combustível, residual = 0,957  
 Gás liquefeito de petróleo = 0,55 (mistura de 80% butano e 20% propano)  
 Gás natural = 0,832 kg / m<sup>3</sup> (nas condições normais de temperatura e pressão)

(A) é a porcentagem em peso do teor de cinzas do combustível  
 (S) é a porcentagem em peso do teor de enxofre do combustível

**QR 1.2 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes móveis de combustão**

Tipo de veículo	Unidade	Consumo 10 <sup>3</sup> unidades por ano	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
Média total para veículos de transporte rodoviário	10 <sup>3</sup> km		0,36		0,12		3,3		7,2		48	
Veículo leve movido a gasolina (EUA)	10 <sup>3</sup> km		0,33		0,08		3,2		6		40	
Veículo leve movido a diesel (EUA)	10 <sup>3</sup> km		0,45		0,39		0,99		0,28		1,1	
Veículo pesado movido a gasolina (EUA)	10 <sup>3</sup> km		0,52		0,16		5,7		9,9		81	
Veículo pesado movido a diesel (EUA)	10 <sup>3</sup> km		0,75		1,5		21		2,1		12,7	
Motocicletas (EUA)	t		1,89		19 (S)		52		5,2		32	
	10 <sup>3</sup> km		0,2		0,02		0,07		10		17	
Caminhões e automóveis movidos a gasolina (Europa)	t combustível consumido		2,0		0,54		10,3		14,5		377	
Caminhões e automóveis movidos a diesel (Europa)	t combustível consumido		2,4		19 (S)		11		2,6		43,5	
Subtotal												
Jatos grandes	Quantidade		2		3		50		19		74	
Outros jatos de longo percurso	de pousos e decolagens		2		3		14		75		86	
Jatos de médio percurso			0,5		1		11		5		18	
Aeronaves turbo-propelidas			1,5		0,5		3		4		9	
Jatos executivos			0,3		0,2		1,6		1,5		4,2	
Aviação geral (pistão)			0,01		0,006		0,021		0,18		5,5	
Subtotal												

Nota: (S) é a porcentagem em peso do teor de enxofre do combustível

**QR 1.2 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes móveis de combustão (continuação)**

Tipo de veículo	Unidade	Consumo 10 <sup>3</sup> unidades por ano	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
Barcos a vapor atracados	Quantidade de dias atracados		6,8		136 (S)		90,7		4,1		0,036	
Barcos motorizados atracados			7,5		19,5		22,7		14,9		20,8	
Subtotal												
Turbinas estacionárias a gás usando:												
Óleo combustível destilado	t		0,77		20,1 (S)		9,7		0,8		2,2	
Gás natural	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>		0,274		15,5		6,6		0,67		1,84	
Subtotal												
Total												

Nota: (S) é a porcentagem em peso do teor de enxofre do combustível







**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produto (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
3511b Ácido sulfúrico	t				20									
3511c Ácido nítrico														
(i) Sem controles de emissão do ar	t						26,2							
(ii) Com controles	t						2,5							
3511d/e Ácido fosfórico (processo seco e úmido)	t												20,1 (Fluor.)	
3511f Ácido fosfórico (processo térmico)	t		5,1											101 (NH <sub>3</sub> )
3511g Amônia	t								45					
3511h Hidróxido de sódio (células de mercúrio)														
(i) Sem controles de emissão do ar	t de Cl <sub>2</sub>													306 (Cl <sub>2</sub> )
(ii) Com absorvedor de água	t de Cl <sub>2</sub>													8,5 (Cl <sub>2</sub> )
3511i Hidróxido de sódio (células de diafragma)														
(i) Sem controles de emissão do ar	t de Cl <sub>2</sub>													60 (Cl <sub>2</sub> )
(ii) Com absorvedor de água	t de Cl <sub>2</sub>													11 (Cl <sub>2</sub> ) Fluoretos
Subtotal C														NH <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub>



**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produto (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
3523 Sabão e detergentes:														
3523c Detergentes														
(i) Sem controles de emissão do ar	t		45											
(ii) Com ciclone a seco	t		4											
3530 Refino de petróleo:	kg de S													
Unidades de desulfurização de produto	removido dos produtos				$\frac{2(100-E)}{100}$ (Nota 1)									
ou	kg de S removido dos produtos				$\frac{(200 - 2)}{E}$ (Nota 1)									
Emissões de processos diversos em refinarias antigas	m <sup>3</sup> de estoque de materiais								2,5					
Emissões de processos diversos em refinarias novas	m <sup>3</sup> de estoque de materiais								1,54					
Emissões de tanques de armazenamento (teto flutuante)														
Refino de gasolina	m <sup>3</sup> (2)									12,1				
Subtotal E														

Notas: (1) E é o coeficiente de eficiência percentual das unidades Claus de recuperação de enxofre (valor típico de E é 90)  
 (2) m<sup>3</sup> de capacidade de refino da planta

**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produto (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
Refino comb. de aviação	m <sup>3</sup> (1)								4,4					
Refino de querosene	m <sup>3</sup> (1)								1,9					
Refino comb. destilado	m <sup>3</sup> (1)								1,9					
Refino de óleo cru	m <sup>3</sup> (1)								10,6					
<u>MANUFATURA DE PRODUTOS MISCELÂNEOS DE PETRÓLEO E CARVÃO</u>														
3540 Produtos asfálticos:														
3540a Asfalto de pavimentação	t		22											
3540b Teto de asfalto	t		2,3						0,8		0,5			
<u>INDÚSTRIA DE PRODUTOS MINERAIS NÃO METÁLICOS</u>														
3610 Cerâmica, porcelana e manufaturados (Nota 2)														
3620 Vidros e produtos à base de vidro (Nota 2)	t		65											
3621 Produtos de argila estrutural (Nota 2)	t		1										10 (F <sub>2</sub> )	
3692 Produção de cimento (i) Sem controles de emissão do ar	t		65											
Subtotal F			170											F <sub>2</sub>

Notas: (1) m<sup>3</sup> de capacidade de refino da planta

(2) Foram excluídas as emissões da queima de combustíveis por já haverem sido consideradas na **Tab 1.1** nos itens sobre queima em fornos industriais e comerciais

**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produto (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
(ii) Com multiciclones	t		34											
(iii) Com precipitadores eletrostáticos	t		8,5											
(iv) Com precipitadores eletrostáticos e multiciclones	t		4,3											
3697 Produção de cal (Nota 1)														
(i) Com fornos rotativos, sem controles	t		170											
(ii) Com fornos rotativos com ciclones	t		100											
(iii) Com fornos verticais, sem controles	t		4											
<b>INDÚSTRIA DE METAIS</b>														
<b>BÁSICOS</b>														
3710 Indústria de ferro e aço:														
3710a Forno de coque metalúrgico	t de carvão		1,75		2,01		0,02		2,1		0,63		0,09 (NH <sub>3</sub> )	
	t de coque		2,5		2,9		0,03		3		0,9		0,13 (NH <sub>3</sub> )	
3710b Alto forno														
(i) Sem controles de emissão do ar	t		75								875			
Subtotal G														NH <sub>3</sub>

Nota: (1) Foram excluídas as emissões da queima de combustíveis por já haverem sido consideradas na **Tab 1.1** nos itens sobre queima em fornos industriais e comerciais

**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produto (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
(ii) Com ciclone a seco	t		30								~ 50			
(iii) Com scrubber	t		7,5								~10			
(iv) Com venturi ou precipitadores eletrostáticos	t		0,75								~10			
3710c Forno de aço BOF														
(i) Sem controles	t		25,5								69,5		0,1 (CaF <sub>2</sub> )	
(ii) Com câmara de spray	t		7,65										0,03 (CaF <sub>2</sub> )	
(iii) Com venturi ou precipitadores eletrostáticos	t		0,255										0,001 (CaF <sub>2</sub> )	
3710d Forno Siemens - Martin (open hearth)														0,015 (CaF <sub>2</sub> )
(i) Sem controles	t		8,7										0,0003 (CaF <sub>2</sub> )	
(ii) Com precipitadores eletrostáticos	t		0,175										0,0008 (CaF <sub>2</sub> )	
(iii) Com venturi	t		0,085										0,119 (CaF <sub>2</sub> )	
3710e Forno elétrico de arco voltáico, de aço														0,119 (CaF <sub>2</sub> )
(i) Sem controles	t		5,5								9		0,0055 (CaF <sub>2</sub> )	
(ii) Com precipitadores eletrostáticos	t		0,3								9		0,0055 (CaF <sub>2</sub> )	
(iii) Com venturi	t		0,11								9		0,0055 (CaF <sub>2</sub> )	
3710f Fundições de aço e ferro cinzento	t		8,5								72,5			
Subtotal H														CaF <sub>2</sub>

**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produto (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
3720 Indústria de metais não-ferrosos básicos:														
3720a Manufatura de alumínio a partir da bauxita														26,1 (HF)
(i) Sem controles	t		295,0											18 (Fluor.)
(ii) Com torres de spray	t		83,3											14,1 (HF)
														6,3 (Fluor.)
3720c Fundição secundária de alumínio	t		2,15											
3720d Fundição de cobre a partir de minérios de sulfato	t		270											
3720g Fundições de latão e bronze	t		30											
3720h Fundição de chumbo a partir de minério	t		300		297									
3720i Fundição secundária de chumbo														
(i) Sem controles	t		65		43									
(ii) Com controles	t		1,6		43									
3720j Manufatura de estanho														
3720k Fundição de zinco a partir de minério	t		300		1 100									
3720l Processamento secundário de zinco			50											
Subtotal I														HF Fluoretos

**QR 1.3 - Planilha de cálculo de cargas de poluentes atmosféricos a partir de fontes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção (10 <sup>3</sup> unidades / ano)	Particulados		SO <sub>2</sub>		Óxidos de nitrogênio		Hidrocarbonetos		CO		Outros	
			kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano	kg / unidade	t / ano
<u>PRODUTOS METÁLICOS</u>														
<u>ACABADOS</u>														
3840a Utensílios domésticos (Nota 1)	t de chapas de ferro								16,2					
3843 Produção de motores de automóveis	t de chapas de ferro								16,2					
<u>ELETRICIDADE E GÁS</u>														
4101 Termoelétricas			(Veja QR 1.1)											
4102 Manufatura de gás de fornos de coque	t de carvão		1,75		2,01		0,02		2,1		0,63		0,09	
	t de coque		2,5		2,9		0,03		3		0,9		0,13	
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gás		3,75		4,31		0,04		4,5		1,35		0,19	
Subtotal J													(NH <sub>3</sub> )	

Nota: (1) Perdas por evaporação de pintura: a quantidade de tinta utilizada é em torno de 29 kg/t de chapa de ferro









## **Seção 2.0 - Cargas de poluição a partir de efluentes industriais**

- **1**Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais
- **2**Planilha em branco para cálculo de poluição da água e cargas de resíduos para indústrias não listadas no **QR 2.1**
- **3**Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais



**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3111b Embalagem	t (peso vivo)			9,3		6,3				3				2,3		1,59			
3111c Processamento de aves	10 <sup>3</sup> pássaros			37,5		11,9		22,4		12,7		15		5,6					
3112 Produção de laticínios	t de leite			2,4		5,3				2,2		3,3							
3113 Enlatamento de frutas e vegetais	t de prod.			11,3		12,5				4,3									
3114 Enlatamento de peixes	t de prod.			23		7,9		16		9,2				4,5		0,64			
3115a Extração de óleo de oliva	t		9-5	0,5		7,5		59		33									
3115b Refino de óleo vegetal	t			57,5		12,9		21		16,4		882		6,5					
3116 Moagem de cereais	t			0,6		1,1				1,6									
3118a Usina de açúcar (de cana)	t			28,6		2,6				3,9									
3118b Produção de açúcar de beterraba	t			23,4		20				75									
3121a Produção de amido e glicose	t			33		13,4		21,8		9,7		42,3		1,2					
3121b Produção de fermentos	t			150		1 125				18,7		2 250		127,5					337 (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Subtotal B																			

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
<u>INDÚSTRIA DE</u>																			
<u>BEBIDAS</u>																			
3131a	Destilarias de álcool	t de prod.		63		220				257		385							
3133a	Produção de bebidas à base de malte	m <sup>3</sup> de cerveja		4,5		1,1				0,2									
3133b	Produção de cerveja (fermentação)	m <sup>3</sup> de cerveja		10		7,5				14,5									
3133c	Total da produção de cerveja	m <sup>3</sup> de cerveja		14,5		8,6				14,7									
3133d	Produção de vinho	m <sup>3</sup> de vinho		4,8		0,26													
3134	Indústria de refrigerantes e água gaseificada	t de prod.		7,1		2,5				1,3									3,7 (alcal.)
<u>MANUFATURA DE</u>																			
<u>TÊXTEIS</u>																			
3211a	Lã (incluindo beneficiamento)	t de prod.	2 ~ 10	544		314		1 140		196		481		191					1,33 (Cr) 0,22 (Fenóis)
3211b	Lã (tingimento e acabamento)	t de prod.	2 ~ 10	537		87		347		43		365		-					1,33 (Cr) 0,17 (Fenóis)
3211c	Algodão	t de prod.	8 ~ 11	317		155				70		205							
Subtotal C																		Cr Fenóis	

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3211d Raiom	t de prod.			42		30		52		55		100							
3211e Acetato	t de prod.			75		45		78		40		100							
3211f Náilon	t de prod.			125		45		78		30		100							
3211g Acrílico	t de prod.			210		125		216		87		100							
3211h Poliéster	t de prod.			100		185		320		95		150							
<u>MANUFATURA DE COURO E SIMILARES</u>																			
3231a Curtimento de couro	t de couro cru		1 ~ 13	52		89		258		138		351		20		15		3,5 (Cr) 7 (S <sup>2-</sup> )	
<u>MADEIRA E PRODUTOS DE MADEIRA, EXCETO MÓVEIS</u>																			
3311a Manufatura de compensados	10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> prod.		10,5	4,1				7,3		1,1		5,1				0,24		0,5 (Fenóis)	
3311b Manufatura de placas de fibra	t de prod.			20		125				20									
<u>MANUFATURA DE POLPA, PAPEL E PAPELÃO</u>																			
3411a Polpa kraft	t de prod.			61,3		31				18		166							
Subtotal D																		Cr S <sup>2-</sup> Fenóis	



**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3411b Polpa sulfito	t de prod.			92,4		130				26		258							
3411c Polpa semiquímica	t de prod.			47		27				12,5		134							
3411d Fábricas de papel	t de prod.			54		8				23		37							
3411e Fábricas de papel com recup. de água	t de prod.			22		6,4				15,2		30							
3411f Fábricas de papel com recup. de água otimizada	t de prod.			12,5		4				11,5		15							
<u>MANUFATURA DE PRODUTOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS</u>																			
3511 Produtos inorgânicos básicos:																			
3511a Ácido clorídrico	t de prod.			Nota 1		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.	
3511b Ácido sulfúrico	t de prod.			1,62		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.	
3511c Ácido nítrico	t de prod.			Nota 1		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.		Despr.	
Subtotal E																			

Notas: Despr. = Desprezível

(1) Apenas água de resfriamento

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3511d fosfórico (processo seco)	Ácido (processo seco)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		670						3 772						6			[32,3 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 22,2 (F) 0,74 (Cu)]
3511e fosfórico (processo úmido)	Ácido (processo úmido)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1 ~ 1,6	2,8												0,15			[25,2 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 11,2 (F) 82,2 (SO <sub>4</sub> )]
3511f fosfórico (processo térmico)	Ácido (processo térmico)	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		4,6															[1,0 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 8,4 (SO <sub>4</sub> )]
3511g Amônia	t de prod.			2,1		0,2		0,26						10		0,12			-
3511h Hidróxido de sódio (células de mercúrio)	t de Cl <sub>2</sub>																		[13,5 (NaOH) 0,15 (Hg) 0,7 (HC Nota 1)]
3511i Hidróxido de sódio (células diafr.)	t de Cl <sub>2</sub>																		NaOH despr. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> F <sup>-</sup> Cu SO <sub>4</sub> NaOH Hg HC (1)
Subtotal F																			

Nota: (1) HC = Hidrocarbonetos clorados

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3511j Ácido fluorídrico	t de prod.			11,0		Despr.		Despr.		2 711									[45,4 (F) 0,4 (Zn)]
3511k Pigmentos de cromo	t de prod.									70,4									[30,5 (Cr <sup>+6</sup> ) 21,5 (Cr) 8,6 (Zn)]
3511 Produtos orgânicos básicos:																			
3511m Veja <b>QR 2.3</b>	t de prod.			8,3		0,11		2											[0,467 (COT - Nota 1)]
3511n Veja <b>QR 2.3</b>	t de prod.			12,7		0,35		11											[20 (COT)]
3511o Veja <b>QR 2.3</b>	t de prod.			12,6		63		193											[76 (COT)]
3511p Veja <b>QR 2.3</b>	t de prod.			450		136		2 500											[830 (COT)]
3512 Fertilizantes: 3512a Superfosfato normal (19% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	t de prod.			(Os efluentes principais são aqueles oriundos da produção de ácido fosfórico (3511d/e) e ácido sulfúrico (3511b))															
Subtotal G																			F Zn Cr <sup>+6</sup> Cr COT (1)

Nota: (1) COT = Carbono orgânico total

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros		
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	
3512b Superfosfato triplo (48% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	t de prod.							(idem 3512a)												
3512c Fosfato de amônia (20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	t de prod.							(idem 3512a)												
3512d Fosfato de di-amônia (20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	t de prod.							(idem 3512a)												
3512e Pesticidas: DDT	t de prod.			5,3																[1 166 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) 38 (EHS) 38 (CB) Notas 1 e 2]
3512f Herbicidas organoclorados	t de prod.		0,5	3,6		22,7		30		9		365								[4,85 (CF - Nota 3) 187 (Cl)]
3512g Carbamatos	t de prod.		7 ~ 10			0				0										
3512h Parathion	t de prod.		2			0				0										
Subtotal H																				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> EHS (1) CB (2) CF (3) Cl

Notas: (1) EHS = Etil hidrogênio sulfato

(2) CB = Clorobenzeno

(3) CF = Clorofenol





**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3529b Cola animal (de couros)	t de prod.			457		580		1 420		1 920									
3529c Cola animal (de cromos)	t de prod.			426		280		650		400									
3530 Refino de petróleo:																			
3530a Refino leves Típicas	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais			66		3,4		37		11,7			8,3		1,2			[0,034 (Fenóis) 8,0 (COT - Nota 1)]	
Antigas	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais					190						115		24			[4,3 (Fenóis) 5 (S <sup>2-</sup> )]		
3530b Refino baixo craqueamento	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais			79		71,5		200		27			27		10		[2, 86 (Fenóis) 45,7 (COT - Nota 1)]		
3530c Refino alto craqueamento	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais			93		72,9		217		18,2			31,4		28,3		[4,0 (Fenóis) 0,9 (S <sup>2-</sup> ) 41,5 (COT - Nota 1)]		
Subtotal K																		Fenóis COT (1) S <sup>2-</sup>	

Nota: (1) COT = Carbono orgânico total

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3530d Refino de lubrificante	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais			117		217		543		71,5			120		24,1			[8,3 (Fenóis) 108 (COT - Nota 1)]	
3530e Refinarias petroquímicas	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais			108		171,6		463		48,6			52,9		34,3			[7,7 (Fenóis) 0,86(S <sup>2</sup> ) 148,9 (COT - Nota 1)]	
3530f Refinarias integradas	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de estoque de materiais			234		197		328		58			75		20,5			[3,8 (Fenóis) 2,9 (S <sup>2</sup> ) 139 (COT - Nota 1)]	
<u>MANUFATURA DE PRODUTOS MISCELÂNEOS DE PETRÓLEO E CARVÃO</u>																			
3540a Asfalto de pavimentação				(Sem poluição significativa)															
3540b Produtos de teto de asfalto	t de prod.			50		8				40									
Subtotal L																		Fenóis COT (1) S <sup>2</sup>	

Nota: (1) COT = Carbono orgânico total





**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
<u>INDÚSTRIA DE METAIS</u>																			
<u>BÁSICOS</u>																			
3710 Indústria de ferro e aço:																			
3710a	Forno de coque metalúrgico	t de prod.		0,42		0,58				0,44				0,075		0,95		[0,045 (CN) 0,197 (Fenóis) 0,18 (S <sup>2-</sup> )]	
3710b	Alto forno	t de prod.		14,4		-				15,8						0,09		[0,011 (CN) 0,0065 (Fenóis) 0,11 (S <sup>2-</sup> )]	
3710c	Forno de aço BOF	t de prod.		2,3						3,5						0,01		[0,0018 (F)]	
3710d	Forno Siemens-Martin (open hearth)	t de prod.		2,41						4,93								[1,01 (Zn) 0,0455 (F)]	
Subtotal N																		CN Fenóis S <sup>2-</sup> F Zn	

Nota: (1) Os fatores de resíduos para fornos de coque metalúrgico são baseados na premissa de que os produtos condensados e lamas produzidos (veja **QR 4.1**) são dispostos como resíduos sólidos. Se, entretanto, os resíduos descartados forem líquidos, devem ser consideradas também a poluição na forma de líquidos e as cargas de resíduos envolvidas.

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3710e Forno elétrico de arco voltáico, de aço	t de prod.			0,8						11,7									[1,58 (Zn) 0,013 (F)]
3710f Fundições de aço e ferro cinzento	t de prod.			1,6						0,3				0,25					-
3720 Indústria de metais não-ferrosos básicos:																			
3720a Alumínio	t de prod.							2,9		4,47		2,2		0,46					[0,016 (Zn) 4,4 (SO <sub>4</sub> ) 4,2 (F)]
3720c Fundição secund. de alumínio	t de prod.																		
3720d Fundição de cobre a partir de minérios de sulfito	t de prod.																		
3720g Fundições de latão e bronze	t de prod.																		
3720h Fundição de chumbo a partir de minério	t de prod.																		
3720i Fundição secundária de chumbo	t de prod.																		
Subtotal O																			Zn F SO <sub>4</sub>

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros		
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	
3720j Refino e estanho	Fundição e primário de	t de prod.																		
3720k	Fundição primária de zinco	t de prod.																		
3720l	Processamento secundário de zinco	t de prod.																		
3720n	Fundição primária de mercúrio	t		4,3	(Outros fatores de resíduos não estão disponíveis)															
<u>MANUFATURA DE PRODUTOS METÁLICOS ACABADOS</u>																				
3840a	Utensílios domésticos	t de folhas de ferro utilizadas		55		19,3		82		8,3		22,6		3,4					[0,44 (Zn) 0,13(Cr) 0,02(P)]	
3840b	Galvanoplastia	t de anodos :																		
		Cu		1 403																[9,77(Cu) 20 (CN Nota 1)]
		Ni		1 519																3,98 (Ni)
	Subtotal P																			Zn Cr P Cu CN Ni

Nota: (1) CN está presente somente se banho de cianeto é utilizado.

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
3840b Galvanoplastia (continuação)	t de anodos : Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			36	300														[297 (Cr <sup>6+</sup> ) 743 (Cr total)]
	Zn			1	815														[224 (Zn) 32,5 (CN)]
	Cd				883														[17,5 (CN)]
	Sn			1	125														-
	Deposição de cobre	metal eletrode- positado			94														
Deposição de níquel	metal eletrode- positado			103															0,27 (Ni)
Subtotal Q																			Cr <sup>6+</sup> Cr (total) Zn CN Cd Sn Cu Ni

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros		
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	
3840b Galvanoplastia (continuação)																				
Depósito de cromo	metal eletrode- positado			95															[0,92 (Cr <sup>6+</sup> ) 1946 (Cr total)]	
Depósito de zinco	metal eletrode- positado			93															[0,21 (Zn)]	
3840c Decapagem ácida de chapas de ferro	t de chapas			1															-	
3840d Decapagem e banho de polimento de cobre e latão	t de prod.			9															[3,5 (Cu) 7,5 (Zn Nota 1) 116 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )]	
3843 Produção de motores de automóveis	t de chapas de ferro pintadas			55		19,3		82		8,3		22,6		3,4					[0,44(Zn) 0,13 (Cr) 0,02 (P)]	
Subtotal R																			Cr <sup>6+</sup> Cr Zn Cu H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> P	

Nota: (1) Zn apenas no caso do latão

**QR 2.1 - Planilha de cálculo de poluição da água e cargas de resíduos a partir de efluentes industriais (continuação)**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
<u>ELETRICIDADE E GÁS</u>																			
4101 Termoelétricas	10 <sup>3</sup> MWh			129		2,2		17		286		110		0,15					[0,01 (Zn) 0,047 (Ni) 0,006 (Cr)]
4102 Manufatura de gás de fornos de coque (Nota 1)	t de coque			0,42		0,58				0,44				0,075		0,95			[0,045 (CN) 0,197 (Fenóis) 0,18 (S <sup>2-</sup> )
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gás			0,63		0,87				0,66				0,11		1,4			[0,07 (CN) 0,3 (Fenóis) 0,27 (S <sup>2-</sup> )
Subtotal S																			Zn Ni Cr CN Fenóis S <sup>2-</sup>

Nota: (1) Os fatores para manufatura de gás de fornos de coque (4102) são baseados na premissa de que os produtos condensados e lamas produzidas (veja **QR 4.1**) são dispostos como resíduos sólidos. Se, entretanto, os resíduos descartados forem líquidos, devem ser consideradas também a poluição na forma de líquidos e as cargas de resíduos envolvidas.

## Resumo da QR 2.1

Poluente ou indicador de poluição	Subtotais de cargas de poluição																	Total (t / ano)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		R	S
Volume de resíduos																				
DBO <sub>5</sub>																				
DQO																				
Sólidos suspensos																				
Óleo																				
N																				
Fenóis																				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>																				
S <sup>2-</sup>																				
CN																				
Hg																				
Cu																				
Ni																				
Cr																				
Zn																				
Cd																				
Sn																				
Hidrocarbonetos clorados																				
F																				

Nota: (1) Os sólidos totais dissolvidos não estão incluídos nesta tabela resumo pois este fator é disponível apenas para alguns poucos processos e a somatória dos sólidos totais dissolvidos destes processos resultará em um quadro não muito verdadeiro da situação global, no que diz respeito aos sólidos totais dissolvidos.



**QR 2.2 - Planilha em branco para cálculo de poluição da água e cargas de resíduos para indústrias não listadas na QR 2.1**

Indústria e processo	Unidade	Produção 10 <sup>3</sup> unidades / ano	pH	Volume de resíduos		DBO <sub>5</sub>		DQO		Sólidos suspensos		Sólidos totais dissolvidos		Óleo		N		Outros	
				m <sup>3</sup> / unid.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano	kg / unid.	t / ano
Subtotal																			

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais

### PRODUÇÃO AGRÍCOLA E CRIAÇÃO DE ANIMAIS

	Vol. de resíduo (m <sup>3</sup> /cabeça/ano)	DBO <sub>5</sub> (kg/cabeça/ano)	SS (kg/cabeça/ano)	N (kg/cabeça/ano)
1110a Gado bovino	20,2	250	1 716	80,3
1110b Suínos	1,6	28,4	183	8,4
1110c Frangos	0,04	1,4	14,6	0,51
1110d Carneiros	1,8	36,6	201	8,4
1110e Perus	0,04	1,5	14,6	0,51
1110f Patos	0,04	1,4	14,6	0,51

	<u>Resíduo bruto</u>	<u>DBO<sub>5</sub></u>
1110g Fazenda de laticínios	17 337 kg / vaca / ano	539 kg / vaca / ano
1110h Granja de ovos	66 kg / galinha / ano	4,6 kg / galinha / ano

### PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

#### 3111a Abatedouro

Volume de rejeito	5,33	l / t de animal abatido
DBO <sub>5</sub>	6,0	kg / t de animal abatido
Sólidos em suspensão	5,6	kg / t de animal abatido
Gordura	2,1	kg / t de animal abatido
Nitrogênio (Kjeldahl)	0,68	kg / t de animal abatido
Cloretos	2,6	kg / t de animal abatido
Fósforo total	0,05	kg / t de animal abatido

#### 3111b Embalagem

Volume de rejeito	9,3	m <sup>3</sup> / t de animal processado
DBO <sub>5</sub>	6,28	kg / t de animal processado
Sólidos em suspensão	2,98	kg / t de animal processado
Nitrogênio (Kjeldahl)	1,59	kg / t de animal processado
Gordura	2,32	kg / t de animal processado

#### 3111c Processamento de aves

Volume de rejeito	37,5	m <sup>3</sup> / 1000 aves processadas
DBO <sub>5</sub>	11,9	kg / 1000 aves processadas
DQO	22,4	kg / 1000 aves processadas
Sólidos dissolvidos	15	kg / 1000 aves processadas
Sólidos em suspensão	12,7	kg / 1000 aves processadas
Gordura	5,6	kg / 1000 aves processadas

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### 3112 Produção de laticínios

Cálculo dos efluentes baseado nos dados de produção

<u>Produto final</u>	<u>Vol. Efluente (m<sup>3</sup>/t produto)</u>	<u>DBO<sub>5</sub> (kg/t produto)</u>	<u>DQO (kg/t produto)</u>	<u>SS (kg/t produto)</u>
Estação de recebimento (lata)	0,83	0,46	0,84	0,03
Estação de recebimento (central)	0,54	0,17	0,31	0,03
Produto líquido	3,87	3,21	5,63	1,5
Produtos fermentados	3,87	3,21	5,63	1,5
Manteiga	20,9	20,9	36,5	10,4
Ricota (sem recuperação)	79,4	137	239	3,4
Ricota (com recuperação)	80,3	609	953	3,4
Queijo fresco (sem recuperação)	14,8	10,3	16,8	5
Queijo fresco (com recuperação)	15,7	482	731	5
Sorvete	1,6	0,8	1,4	0,24
Leite condensado	7,2	3,9	6,8	1,5

### 3113 Enlatamento de frutas e vegetais

Volume de rejeito	11,3	m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	12,5	kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	4,25	kg / t de produto

### 3114 Enlatamento de peixes

Volume de rejeito	23	m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	7,9	kg / t de produto
DQO	16	kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	9,2	kg / t de produto
Óleo e gordura	4,5	kg / t de produto
Nitrogênio orgânico	0,62	kg / t de produto
Nitrogênio (amônia)	0,022	kg / t de produto

### 3115 Manufatura de óleo e gorduras de origem vegetal e animal

#### 3115a Extração de óleo de oliva

Volume de rejeito	0,5	m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	7,5	kg / t de produto
DQO	55	kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	33	kg / t de produto
pH	3 ~ 5	kg / t de produto

### QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

#### 3115b Refino de óleo vegetal comestível

Volume de rejeito	57,5	m <sup>3</sup> / t de óleo refinado
DBO <sub>5</sub>	12,9	kg / t de óleo refinado
DQO	21	kg / t de óleo refinado
Sólidos em Suspensão	16,4	kg / t de óleo refinado
Sólidos dissolvidos	882	kg / t de óleo refinado
Óleo e gordura	6,5	kg / t de óleo refinado

#### 3116 Moagem de cereais

Volume de rejeito	0,65	m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	1,14	kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	1,62	kg / t de produto

#### 3118 Usinas de açúcar (de cana)

	<u>Açúcar de cana</u>	<u>Açúcar de beterraba</u>
Volume de rejeito	28,6 m <sup>3</sup> / t de produto	23,35 m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	2,6 kg / t de produto	20 kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	3,9 kg / t de produto	75 kg / t de produto

#### 3121a Produção de amido e glicose

Volume de rejeito	33	m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	13,4	kg / t de produto
DQO	21,8	kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	9,7	kg / t de produto
Sólidos dissolvidos	42,3	kg / t de produto

#### 3121b Produção de fermentos

Volume de rejeito	150	m <sup>3</sup> / t de produto
DBO <sub>5</sub>	1 125	kg / t de produto
Sólidos em Suspensão	18,7	kg / t de produto
Sólidos dissolvidos	2 250	kg / t de produto
Nitrogênio total	127,5	kg / t de produto
Sulfato como SO <sub>4</sub>	337	kg / t de produto

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### INDÚSTRIA DE BEBIDAS

#### 3131 Destilarias de álcool

		<u>Cereal</u>	<u>Melaço</u>	<u>Cana de açúcar</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t álcool anidro)	63	63	113
DBO <sub>5</sub>	(kg / t álcool anidro)	216	220	426
Sólidos em suspensão	(kg / t álcool anidro)	257	300	-
Sólidos dissolvidos	(kg / t álcool anidro)	257	305	-

#### 3133c Total da produção de cerveja

	<u>Volume de rejeito</u> <u>(m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> de cerveja)</u>	<u>DBO<sub>5</sub></u> <u>(kg / m<sup>3</sup> de cerveja)</u>	<u>SS</u> <u>(kg / m<sup>3</sup> de cerveja)</u>
Malte	-	1,1	0,2
Fermentação	-	7,5	14,5
Total da produção de cerveja	14,5	8,6	14,7

#### 3133d Produção de vinho

<u>Volume de rejeito</u> <u>(m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> de vinho)</u>	<u>DBO<sub>5</sub></u> <u>(kg / m<sup>3</sup> de vinho)</u>
4,8	0,255

#### 3134 Indústria de refrigerantes e água gaseificada

	<u>Média geral</u>	<u>Sem prep. xarope</u>	<u>Com prep. Xarope</u>
Volume de rejeito	7,1 m <sup>3</sup> / t	4,3 m <sup>3</sup> / t	12,8 m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	2,5 kg / t	2,15 kg / t	4,33 kg / t
Sólidos em Suspensão	1,9 kg / t	0,73 kg / t	4,33 kg / t
Alcalinidade total	3,7 kg / t	-	-

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### MANUFATURA DE TÊXTEIS

#### 3211a/b Processamento de lã

Resíduos de processos individuais:

		<u>Desengor- duramento</u>	<u>Tingimento</u>	<u>Lavagem</u>	<u>Carbonização</u>	<u>Branqueamento</u>
Vol. rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	17	25	362	138	12,5
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	227	22	63	2	1,4
DQO	(kg / t)	1 093	-	-	347	-
Sól. Susp.	(kg / t)	153	-	-	44	-
Sól. Dissolv.	(kg / t)	116	100	95	166	3,3
Óleo	(kg / t)	191,4	-	-	-	-
Fenóis	(kg / t)	0,0537	0,166	-	-	-
Cr	(kg / t)	-	1,33	-	-	-
pH		9 ~ 10,4	4,8 ~ 8	7,3 ~ 10	1,9 ~ 9	6

Média geral de rejeitos:

		<u>Material não desengordurado</u>	<u>Material de primeira desengordurado</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	544	537
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	314	87
DQO	(kg / t)	1 440	347
Sólido Suspenso	(kg / t)	196	43
Sólidos Dissolvidos	(kg / t)	481	365
Óleo e graxa	(kg / t)	191	-
Fenóis	(kg / t)	0,22	0,166
Cr	(kg / t)	1,33	1,33
pH		2 ~ 10	2 ~ 10

#### 3211c Processamento de algodão

Rejeitos de processos individuais:

		<u>Engoma- gem de fio</u>	<u>Desengo- magem</u>	<u>Kiering</u>	<u>Branquea- -mento</u>	<u>Merceri- zação</u>	<u>Tingi- mento</u>	<u>Impres- são</u>
Vol. rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	4,2	22	100	100	35	50	14
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	2,8	58	53	8	8	60	54
Sól. Susp.	(kg / t)	-	30	22	5	2,5	25	12
Sól. Dissolv.	(kg / t)	57	53	65	35	33	70	71
pH		7 ~ 25	7	10 ~ 13	8,5 ~ 9,6	5,5 ~ 9,5	5 ~ 10	-

### QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

Valor global médio do processo:

Volume de rejeito	317	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	155	kg / t
Sólidos Suspensos	70	kg / t
Sólidos Totais Dissolvidos	205	kg / t
pH	8 ~ 11	

#### Processamento de tecidos sintéticos

		<u>3211d</u>	<u>3211e</u>	<u>3211f</u>	<u>3211g</u>	<u>3211h</u>
		<u>Raiom</u>	<u>Acetato</u>	<u>Náilon</u>	<u>Acrílico</u>	<u>Poliéster</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	42	75	125	210	100
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	30	45	45	125	185
DQO	(kg / t)	52	78	78	216	320
Sólidos Suspensos	(kg / t)	55	40	30	87	95
Sólidos Totais Dissolvidos	(kg / t)	100	100	100	100	150
pH				6,5 ~ 12,5		

### MANUFATURA DE COURO E SEUS PRODUTOS , SIMILARES E PELES (EXCETO CALÇADOS)

#### 3231 Curtimento e acabamento de couro

		<u>Curtimento a cromo</u>	<u>Curtimento a cromo</u>	<u>Curtimento vegetal</u>
		<u>sem pêlo</u>	<u>com pêlo</u>	<u>com pêlo</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	53	63	50
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	95	69	67
DQO	(kg / t)	260	140	250
Sólidos Suspensos	(kg / t)	140	145	135
Sólidos Dissolvidos	(kg / t)	525	480	345
Cromo total	(kg / t)	4,3	4,9	0,2
Sulfetos	(kg / t)	8,5	0,8	1,2
Óleo e graxa	(kg / t)	19	43	33
N total	(kg / t)	17	13	9,2
pH		1 ~ 13	4 ~ 12,6	2 ~ 13

**QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)**

		<u>Apenas acabamento</u>	<u>Curtimento a cromo e acabamento</u>	<u>Com ou sem pêlo / cromo / sem curtim. ou acabamento</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	20	63	28
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	37	67	110
DQO	(kg / t)	28	170	230
Sólidos Suspensos	(kg / t)	47	88	110
Sólidos Dissolvidos	(kg / t)	140	490	595
Cromo total	(kg / t)	2,6	1,2	4,4
Sulfetos	(kg / t)	2,1	4,5	3,7
Óleo e graxa	(kg / t)	7	24	6,6
N total	(kg / t)	3,7	6	16
pH		3,4 ~ 11,2	1,5 ~ 12,5	9,2 ~ 10,4

Médias para a produção global de couro:

Volume de rejeito	52	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	89	kg / t
DQO	258	kg / t
Sólidos Suspensos	138	kg / t
Sólidos Dissolvidos	489	kg / t
Cromo total	3,5	kg / t
Sulfetos	7	kg / t
Óleo e graxa	20	kg / t
Alcalinidade (CaCO <sub>3</sub> )	92	kg / t
N total	15	kg / t
pH	1 ~ 13	

MANUFATURA DE MADEIRA E PRODUTOS DE MADEIRA E CORTIÇA, EXCETO MÓVEIS

3311a Manufatura de compensados

Volume de rejeito	4,1	m <sup>3</sup> /1000m <sup>2</sup> compensado
DQO	7,3	kg/1000m <sup>2</sup> compensado
Sólidos em Suspensão	1,1	kg/1000m <sup>2</sup> compensado
Sólidos totais	6,2	kg/1000m <sup>2</sup> compensado
Fenol	5,0	kg/1000m <sup>2</sup> compensado
Nitrogênio total	0,24	kg/1000m <sup>2</sup> compensado
pH	10,5	

3311b Manufatura de placas de fibra

Volume de rejeito	20	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	12,5	kg / t
Sólidos em Suspensão	20	kg / t



## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### MANUFATURA DE POLPA, PAPEL E PAPELÃO

		<u>3411a Polpa kraft</u>	<u>3411b Polpa sulfito</u>	<u>3411c Polpa semiquímica</u>
Vol. Rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	61,3	92,4	47
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	31	130	27
Sól. Suspensão	(kg / t)	18	26	12,5
Sólidos Totais	(kg / t)	184	284	146

Nota: Os processos considerados são a polpação, refino, lavagem e desaguamento

#### 3411d Fábricas de papel

Volume de rejeito	54	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	8	kg / t
Sólidos em Suspensão	23	kg / t
Sólidos Totais	60	kg / t

#### 3411e Fábricas de papel com recuperação de água

	<u>Eficiência de redução de rejeitos</u>	
Volume de rejeito	(%)	60
DBO <sub>5</sub>	(%)	20
Sólidos em Suspensão	(%)	34
Sólidos Totais	(%)	25

#### 3411f Fábricas de papel com recuperação de água otimizada

	<u>Eficiência de redução de rejeitos</u>	
Volume de rejeito	(%)	77
DBO <sub>5</sub>	(%)	50
Sólidos em Suspensão	(%)	50
Sólidos Totais	(%)	56

### MANUFATURA DE PRODUTOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS

#### 3511a Ácido clorídrico

Assumindo-se que não há nenhum sistema de controle de poluição de ar, o efluente decorre basicamente da água de resfriamento.

### QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

#### 3511b Ácido sulfúrico

Normalmente o efluente provém da água de resfriamento, além da água de torre de lavagem nos processos de absorção em simples estágio e rejeitos do sistema de tratamento de água:

Resfriamento	1,5	m <sup>3</sup> / t	( 95% reciclagem)
Processo	0,125	m <sup>3</sup> / t	
Total	<u>1,625</u>	m <sup>3</sup> / t	

#### 3511e / f Ácido fosfórico

	<u>3511 e</u>		<u>3511 f</u>
	<u>Processo úmido</u>		<u>Processo térmico</u>
	<u>(Ácido p/ fertilizantes)</u>		<u>(Químicos de alta pureza e alimentos)</u>
Volume de rejeito	2,8	m <sup>3</sup> / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,6 ~ 92 m <sup>3</sup> / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25,2	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1 kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Fluoreto	11,2	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Sulfato	8,4	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Cálcio	2,2	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Amônia	0,14	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
Nitrato	0,14	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nada
pH	1,0 ~ 1,5		
Resíduo sólido produzido:	4,75 t de gesso / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		

Nota: Os fatores acima para o processo úmido são para plantas de ácido fosfórico providas de tanques onde o gesso é depositado e a água sobrenadante é reciclada. Os fatores para plantas sem tais tanques e sem reciclo da água são:

Volume de rejeito	670	m <sup>3</sup> / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(Sem reciclo da água de resfriamento)
Sólidos Suspensos	3 900	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Fluoreto (dissolvido)	22,2	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Amônia	6,1	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Cobre	0,74	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Sulfeto	25,8	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Sulfato	82,2	kg / t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	

#### 3511g Amônia

Volume de rejeito	2,1	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	0,2	kg / t
DQO	0,26	kg / t
Óleo	0,2 ~ 20	kg / t
Amônia	0,12	kg / t

**QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)**

3511h Manufatura de hidróxido de sódio (células de mercúrio)

NaOH	13,5	kg / t de Cl <sub>2</sub>
NaCl	211	kg / t de Cl <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16	kg / t de Cl <sub>2</sub>
Hidrocarbonetos clorados	0,7	kg / t de Cl <sub>2</sub>
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15,5	kg / t de Cl <sub>2</sub>
Cl <sub>2</sub> (como CaOCl <sub>2</sub> )	11	kg / t de Cl <sub>2</sub>
Auxiliares de filtração	0,85	kg / t de Cl <sub>2</sub>
Mercúrio	0,15	kg / t de Cl <sub>2</sub>
Sólidos totais	2,2	kg / t de Cl <sub>2</sub>

3511 m / n / o / p Produtos químicos orgânicos básicos

Principais sub-categorias:

<u>3511m</u>	<u>3511n</u>	<u>3511o</u>	<u>3511p</u>
Ciclohexano	Etileno	Acetaldeído	Corantes orgânicos
Etilbenzeno	Propileno	Ácido acético	Corantes nitrogenados
Cloreto de vinila*	Metanol	Ácido acrílico	e componentes
Aromáticos BTX	Acetona	Anilina	
	Acetaldeído	Bisfenol A	
	Acetato de vinila	Caprolactana	
	Butadieno	Alcatrão de hulha	
	Acetileno	Etilenoglicol	
	Óxido de etileno	Dimetil tereftalato	
	Formaldeído	Prod. quim. oxigenados	
	Dicloroeteno	Fenol	
	Cloreto de vinila**	Ácido tereftálico	
	Estireno	Acrilatos	
	Metilaminas	p-Cresol	
		Metil metacrilatos	
		Chumbo tetraetila	

\* Produzido por adição de HCl no acetileno

\*\* Produzido por craqueamento de dicloroeteno

Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	<u>3511m</u>	<u>3511n</u>	<u>3511o</u>	<u>3511p</u>
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	8,3	12,7	12,6	450
DQO	(kg / t)	0,11	0,35	63	136
Carbono orgânico total	(kg / t)	2	11	193	2500
		0,467	20	76	830

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### 3512 a / b / c / d Manufatura de fertilizantes

Os principais efluentes de uma fábrica de fertilizantes são aqueles provenientes da produção de ácido sulfúrico (3511b) e ácido fosfórico (3511d).

### Manufatura de pesticidas

#### 3512e DDT

Volume de rejeito	5,3	m <sup>3</sup> / t
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 166	kg / t
Sulfato de etila	38	kg / t
Clorobenzeno	38	kg / t

#### 3512f Herbicidas organoclorados

Volume de rejeito	3,6	m <sup>3</sup> / t
DQO	30	kg / t
DBO <sub>5</sub>	22,7	kg / t
Sólidos em Suspensão	9	kg / t
Sólidos Totais	374,4	kg / t
pH	0,5	kg / t
Cloretos	187	kg / t
Clorofenóis	4	kg / t
Ácidos clorofenólicos	0,85	kg / t

	<u>3512g Carbamatos</u>	<u>3512h Parathion</u>
Volume de rejeito	-	-
DBO <sub>5</sub>	desprezível	700 mg / l
DQO	1 000 mg / l	3 000 mg / l
Sólidos em Suspensão	desprezível	-
Sólidos Totais	40 000 mg / l	27 000 mg / l
Sódio	8 000 mg / l	6 000 mg / l
Cloretos	100 mg / l	7 000 mg / l
Fosfatos	desprezível	250 mg / l
Nitrogênio orgânico	500 mg / l	-
Sulfatos	20 000 mg / l	3 000 mg / l
Nitratos	-	20 mg / l
Parathion	-	20 mg / l
pH	7 ~ 10	2,0

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### 3513 Manufatura de resinas sintéticas, materiais plásticos e fibras

#### 3513b Elastômeros vulcanizados (borracha sintética)

Volume de rejeito	19,6	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	2,6	kg / t
DQO	20	kg / t
Sólidos em Suspensão	12	kg / t
Óleo	1,2	kg / t

#### 3513d Resinas de poliestireno e copolímeros

Volume de efluentes de processo: 5,7 m<sup>3</sup> / t

#### 3513e Resinas vinílicas (PVC)

Volume de rejeito	12,5	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	10	kg / t
Sólidos em Suspensão	1,5	kg / t

#### 3513g Resinas fenólicas

Volume de rejeito	4,1	m <sup>3</sup> / t ( 93% recirc. água resfriamento)
Fenol	6,6	kg / t
DBO <sub>5</sub>	47,3	kg / t
Sólidos em Suspensão	1,6	kg / t
Sólidos Totais	2,1	kg / t
pH	6,4	kg / t

#### 3513i Resinas acrílicas (emulsão)

Volume de rejeito	0,5	m <sup>3</sup> / t
DBO <sub>5</sub>	1,5	kg / t

**QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)**

3522b Produtos medicinais, químicos e botânicos

	<u>pH</u>	<u>Volume de</u> <u>rejeito</u> (m <sup>3</sup> / t)	<u>DBO<sub>5</sub></u> (kg / t)	<u>DD</u> (kg / t)
Eritromicina	7,2	4 000	13 800	5 600
Streptomicina	8,5	4 000	7 400	-
Tetraciclina	9,4	4 000	5 200	1 776
Penicilina	4,5	4 000	12 800	-
Aureomicina	8	4 000	14 280	-

3523 Manufatura de sabão e produtos de limpeza

	<u>3523a</u> <u>Sabão por</u> <u>cozimento</u> <u>em</u> <u>refervedor</u> <u>kettle</u>	<u>3523b</u> <u>Sabão a</u> <u>partir de</u> <u>ácidos</u> <u>graxos</u>	<u>3523c</u> <u>Detergentes</u>	<u>3523d</u> <u>Refino de</u> <u>glicerina</u> 10*/	<u>3523e</u> <u>Detergentes</u> <u>líquidos</u>	
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	4,5	3,1	2,8	1 120**	-
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	6	13,5	0,4	20	5,3
DQO	(kg / t)	10	24,5	1,2	40	7,9
SS	(kg / t)	4	23	0,7	4	0,6
Óleo e graxa	(kg / t)	0,9	3,5	0,4	2	-

\* Com recirculação de água de resfriamento

\*\* Sem recirculação de água de resfriamento

3529 Manufatura de cola animal

		<u>De carnes</u>	<u>De couros</u>	<u>De cromos</u>
Vol. rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	421	457	426
DBO <sub>5</sub>	(kg / t)	2 500	580	280
DQO	(kg / t)	4 800	1 420	650
SS	(kg / t)	4 250	1 920	400

**QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)**

3530 Refino de petróleo

		<u>3530a Refino leves</u>	<u>3530b Refino baixo craqueamento</u>
Vol. rejeito	(m <sup>3</sup> /1000m <sup>3</sup> de petróleo)	66	79
DBO <sub>5</sub>	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	3,4	71,5
DQO	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	37	200
Carbono			
Orgânico Total	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	8,0	45,7
Sólidos Susp.	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	11,7	27
Óleo	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	8,3	27
Fenóis	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	0,034	2,86
Amoníaco	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	1,2	10
Sulfetos	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	0	1
		<u>3530c Refino alto craqueamento</u>	<u>3530d Refino de lubrificante</u>
Vol. rejeito	(m <sup>3</sup> /1000m <sup>3</sup> de petróleo)	93	117
DBO <sub>5</sub>	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	72,9	217
DQO	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	217	543
Carbono			
Orgânico Total	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	41,5	108
Sólidos Susp.	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	18,2	715
Óleo	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	31,4	120
Fenóis	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	4,0	8,3
Amoníaco	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	28,3	24,1
Sulfetos	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	0,9	-
		<u>3530e Refinarias petroquímicas</u>	<u>3530f Refinarias integradas</u>
Vol. rejeito	(m <sup>3</sup> /1000m <sup>3</sup> de petróleo)	108 x 10 <sup>3</sup>	234 x 10 <sup>3</sup>
DBO <sub>5</sub>	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	171,6	197
DQO	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	463	328
Carbono			
Orgânico Total	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	148,7	139
Sólidos Susp.	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	48,6	50
Óleo	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	52,9	75
Fenóis	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	7,7	3,8
Amoníaco	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	34,3	20,5
Sulfetos	(kg/1000m <sup>3</sup> de petróleo)	0,9	2,0

Nota: Os dados acima são válidos somente para refinarias dotadas de separadores API.

**QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)**

MANUFATURA DE PRODUTOS MISCELÂNEOS DE PETRÓLEO E CARVÃO

3540 Produtos asfálticos - feltros de construção civil e papel alcatroado

Volume de rejeito	50 000	l / t
DBO <sub>5</sub>	8	kg / t
Sólidos Suspensos	40	kg / t

MANUFATURA DE PRODUTOS DE BORRACHA

3551 Manufatura de pneus e câmaras (fábricas antigas)

Volume de rejeito	37	m <sup>3</sup> / t
DQO	0,78	kg / t
Sólidos Suspensos	1	kg / t
Sólidos Totais	13	kg / t
Óleo	0,12	kg / t

MANUFATURA DE PRODUTOS MINERAIS NÃO METÁLICOS, EXCETO PRODUTOS DE PETRÓLEO E CARVÃO

3620 Vidros e seus produtos

Volume de rejeito	45,9	m <sup>3</sup> / t de vidro
DQO	4,6	kg / t de vidro
Sólidos Suspensos	0,7	kg / t de vidro
Sólidos Totais	8,7	kg / t de vidro
pH	9	kg / t de vidro

3692 Produção de cimento

		<u>3692a Processo úmido</u>	<u>3692b Processo seco</u>
Volume de rejeito	(l / t de produto)	5 100	5 100
Alcalinidade	(kg / t de produto)	1,4	0,1
Sólidos totais dissolvidos	(kg / t de produto)	6,6	0,3
Sólidos suspensos	(kg / t de produto)	0,9	0
Sulfato	(kg / t de produto)	3,7	0
Potássio	(kg / t de produto)	3,3	0,1



**QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)**

INDÚSTRIA DE METAIS BÁSICOS

3710 Indústrias de ferro e aço

		<u>3710a Coque metalúrgico</u>		<u>3710b Alto forno</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t de produto)	0,42		14,4
Amoníaco	(kg / t de produto)	0,99		0,09
DBO <sub>5</sub>	(kg / t de produto)	0,58		-
Cianeto	(kg / t de produto)	0,045		0,011
Óleo e graxa	(kg / t de produto)	0,075		-
Fenol	(kg / t de produto)	0,197		0,0065
Sulfeto	(kg / t de produto)	0,18		0,11
Sólidos suspensos	(kg / t de produto)	0,04		15,89
Fluoreto	(kg / t de produto)	-		0,019

  

		<u>3710c Forno de aço BOF</u>	<u>3710d Forno Siemens-Martin (open hearth)</u>	<u>3710e Forno elétrico de arco voltaico, de aço</u>
Volume de rejeito	(m <sup>3</sup> / t)	2,3	2,41	0,8
Sólidos suspensos	(kg / t)	3,5	4,93	11,7
Fluoreto	(kg / t)	0,0018	0,0455	0,013
Nitrato	(kg / t)	-	0,0635	-
Zinco	(kg / t)	-	1,01	1,58

3710g Fundições contínuas

Volume de rejeito	11,6	m <sup>3</sup> / t
Sólidos suspensos	0,3	kg / t
Óleo e graxa	0,25	kg / t

3720 Indústrias de metais não-ferrosos básicos

<u>3720a Manufatura de alumínio</u>		
Alcalinidade	0,555	kg / t
DQO	2,9	kg / t
Sólidos Totais	6,7	kg / t
Sólidos Suspensos	4,47	kg / t
Sulfato	4,4	kg / t
Fluoreto	4,2	kg / t
Óleo e graxa	0,46	kg / t
Zinco	0,016	kg / t
Cobre	0,003	kg / t

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### 3720g Fundições de latão e bronze

Problemas apenas relacionados a efluentes de água de resfriamento.

## FABRICAÇÃO DE PRODUTOS METÁLICOS ACABADOS, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

### 3840a Manufatura de eletrodomésticos

Volume de rejeito	55	m <sup>3</sup> / t de chapa de ferro
DBO <sub>5</sub>	19,3	kg / t de chapa de ferro
DQO	82	kg / t de chapa de ferro
Sólidos Suspensos	8,3	kg / t de chapa de ferro
Sólidos Totais Dissolvidos	22,6	kg / t de chapa de ferro
Óleo e graxa	3,4	kg / t de chapa de ferro
Fósforo	0,02	kg / t de chapa de ferro
Zn	0,44	kg / t de chapa de ferro
Cr	0,13	kg / t de chapa de ferro

### 3840b Galvanoplastia

Cálculo do rejeito bruto a partir da quantidade de anodo utilizado:

	<u>Volume de Rejeito</u> (m <sup>3</sup> / t) de metal depositado	<u>kg / t de metal depositado</u>
Cu	1 403	9,77 Cu + 20 CN (banho CN)
Ni	1 519	3,98 Ni
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36 300	743 Cr (total) e 297 Cr <sup>6+</sup>
Zn	1 815	224 Zn + 32,5 CN
Cd	883	qtde. desconh. Cd + 12,7 CN
Sn	1 125	qtde. desconh. Sn

Cálculo do rejeito bruto baseado em amperes de eletricidade consumido por hora ou em área eletrodepositada produzida:

	<u>Volume de rejeito</u> (m <sup>3</sup> / A / h)	<u>Rejeito seco</u> (mg / A / h)	<u>Volume de rejeito</u> (m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> )	<u>Rejeito seco</u> (mg / m <sup>2</sup> )
Banho de cobre	1,67	11,6	94	658
Banho de níquel	1,66	4,35	103	270
Banho de cromo	1,66	13,6 Cr <sup>6+</sup> , 34 Cr (total)	95	918 Cr <sup>6+</sup> , 1 946 Cr (total)
Banho de zinco	1,52	205	93	12 448
Banho de cianeto	-	23,8	-	1 333

## QR 2.3 - Efluentes líquidos e fatores de poluição em processos industriais (continuação)

### ELETRICIDADE, GÁS E VAPOR

#### 4101 Termoelétricas a vapor

Volume de rejeito	0,129	m <sup>3</sup> / MW.h
DBO <sub>5</sub>	2,2	g / MW.h
DQO	17	g / MW.h
Cr	0,006	g / MW.h
Cu	0,005	g / MW.h
Fe	0,55	g / MW.h
Ni	0,047	g / MW.h
Óleo	0,15	g / MW.h
Fosfato	1,32	g / MW.h
Sólidos Totais Dissolvidos	110	g / MW.h
Sólidos Suspensos	286	g / MW.h
Zn	0,0118	g / MW.h

#### 4102 Manufatura de gás de fornos de coque

Veja 3710a Coque Metalúrgico.

### **Seção 3.0 - Cargas de poluição a partir de efluentes domésticos**

**QR 3.1 -** Planilha de cálculo de poluição e cargas de resíduos de efluentes domésticos



## Seção 4.0 - Cargas de efluentes sólidos industriais

- 1**Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais
  
- 2**Planilha em branco para cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais de indústrias não listadas na **QR 4.1**

#### QR 4.1 - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3111a Abatedouro	t (peso vivo)		35		Sangue, pança, patas, etc.
	t (peso vivo)		3		Animais e órgãos infectados
3111b Embalagem	t		300		Ossos, partes não comestíveis, etc.
3111c Processamento de aves	10 <sup>3</sup> aves		35		Penas, patas, partes não comestíveis
3113 Enlatamento de frutas e vegetais	t		50		Cascas, medulas, sementes, etc.
3114 Enlatamento de peixes	t		100		Partes não comestíveis
3115b Refino de óleo vegetal comestível	t		4,7*		Lamas embebidas em óleo
3118 Usinas de açúcar	t		N/A		Bagaço de cana ou beterraba
3121a Produção de amido e glicose	t		N/A		Resíduos de milho, etc.
3131a Destilarias de álcool	t		N/A		Vinhoto, bagaço, etc.
3133a/b/c Cervejarias	m <sup>3</sup>		20		Lúpulo gasto, resíduos de grãos, levedura, etc.
3211a Beneficiamento de lã	t		95		Impurezas, lã, poeira e varreduras
	t		570*		Lama da estação de tratamento de efluentes
	t		5 700		
3211b Tingimento e acabamento de lã	t		38		Flocos, corantes e containers químicos etc.
	t		25*		Fibras do pré-tratamento
	t		100		

\* base seca

**QR 4.1 - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)**

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3211c Algodão (Fiação) Tecelagem Tingimento e acabamento	t		32		Fibras e fios
	t		11		Fibras, fios e tecidos
	t		7		Tecidos e estopa
	t		0,8*		Fibras do pré-tratamento
	t		2,8		
	t		20*		Lamas da estação de tratamento de efluente
	t		2 300		
3231a Curtimento a cromo de peças inteiras de couro	1000 peças		450*		Resíduos de processo (refugos, etc.)
	1000 peças		550		
	1000 peças		910*		Resíduos de processo contendo
	1000 peças		1 770		Cr, Pb, Zn
	1000 peças		90*		Coletas da água residual contendo
					Cr, Pb, Zn
	1000 peças		390		Coletas da água residual contendo
					Cr, Pb, Zn
1000 peças		300*		Lama da água residual contendo	
1000 peças		2 700		Cr, Pb, fenóis	

\* base seca



**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3231b Curtimento base vegetal de peças de couro	1000 peças		230*		Resíduos de processo (refugos, etc.)
	1000 peças		250		
	1000 peças		910*		Resíduos de processo contendo
	1000 peças		1 770		Cr, Pb, Zn
	1000 peças		10*		Coletas da água residual contendo
	1000 peças		40		Cr, Pb, Zn
3231c Acabamento de peças de couro	1000 peças		75*		Resíduos de processo (refugos, pó, etc.)
	1000 peças		84		
	1000 peças		55*		Resíduos de processo contendo
	1000 peças		161		Cr, Pb
3411 Fábricas de polpa de papel	t		50		Celulose, lignina, açucares redutores, etc.

\* base seca

**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3511b Ácido sulfúrico	t		N/A		Catalisador exausto no processo de contato (V2O5) Minério de sulfeto gasto (quando usado como matéria prima)
3511e Ácido fosfórico (processo úmido)	t de P2O5		4 750*		Gesso quando removido dos efluentes
3511g Amônia	t		N/A		Condensados oleosos da matéria prima
3511h Hidróxido de Sódio (células de mercúrio)	t de Cl <sub>2</sub>		40*		Grafite e lamas da purificação (CaCO <sub>3</sub> + Mg(OH) <sub>2</sub> , talvez com teor de Hg)
3511 m / n / o / p Produtos orgânicos básicos	-		N/A		
3512 Produção de pesticida	t de ingred. ativo		200*		Containers, sacos, material tóxico a 1,5%, etc. Emulsões potencialmente tóxicas
3513 Manufatura de resinas sintéticas, materiais plásticos e fibras	t de ingred. ativo		N/A		
3521 Tintas base látex	t de tinta		5,8		Lama de tinta, solvente residual etc. / Hg 125 g/l
3521 Tintas base solvente	t de tinta		8,3		Lama de tinta, solvente residual, etc./ Teor de metal pesado 4,5%

\* base seca

**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido kg / unidade	t / no	Natureza do Resíduo
3522 Produtos químicos sintéticos farmacêuticos	t		800		Solventes residuais
3522 Produtos de fermentação (antibióticos)	t		600		Resíduo sólido seco
	t		1 200		Resíduo de solvente concentrado
	t		600		Solvente (acetato de butila)
	t		600		Gorduras dissolvidas, proteínas, etc.
3523a Sabão a partir de refervedor kettle	t		80 000		Lamas do tratamento de água
	t		N/A		
3529 Manufatura de cola animal	t		N/A		
3530a Refino leves	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> processado		1 311		Lamas oleosas e tóxicas dos tanques de estocagem de gasolina
3530b Refino baixo craqueamento	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> processado		1 675		Lamas oleosas e tóxicas
3530c Refino alto craqueamento	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> processado		3 303		Lamas oleosas e tóxicas
3530d Refino de lubrificante	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> processado		6 140		Lamas oleosas e tóxicas

**QR 4.1 - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)**

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3530g Re-refino de óleo lubrificante gasto	m <sup>3</sup> de óleo refinado		150		Resinas oleosas com ácido sulfúrico
	m <sup>3</sup> de óleo refinado		59		Outras lamas
	m <sup>3</sup> de óleo refinado		77		Lamas de purificação com óleo
3551a Pneus de borracha	t		55		Resíduos de borracha, cargas, etc.
3551b Outros produtos de borracha	t		175		
3710a Forno de coque metalúrgico	t de coque		5,5		Condensados e lamas contendo Cr(10 g/m <sup>3</sup> ), Cu(4 g/m <sup>3</sup> ), Mn(102 g/m <sup>3</sup> ), Ni (5,5 g/m <sup>3</sup> ), Pb(30,5 g/m <sup>3</sup> ), Zn(96,5 g/m <sup>3</sup> ), óleo(20,3%) Escória (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes) Pó (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes) Lama(Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
3710b Alto forno	t de ferro		348		
			16,2		
			24,4		
3710c Forno de aço BOF	t de aço		145		Escória (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
	t de aço		16,0		Sujeira (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
	t de aço		17,3		Lama(Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)

**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3710d Forno Siemens-Martin (open hearth)	t de aço		243		Escória (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
	t de aço		13,7		Pó (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
3710e Forno elétrico de arco voltáico, de aço	t de aço		120		Escória (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
	t de aço		12,8		Pó (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
	t de aço		8,7		Lama (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn presentes)
3710f Fundições de ferro	t de fundido		142		Escória, poeira, refratários contendo metais pesados
			600		Areia de fundição contendo metais pesados e fenóis
			32,8		Lama contendo metais pesados
3710f Fundições de aço	t de fundido		361		Escória, poeira, refratários contendo metais pesados
			780		Areia de fundição contendo metais pesados e fenóis
			36,4		Lama contendo metais pesados
3720a Alumina a partir da bauxita	t de alumina		2 000*		Lama vermelha da estação de tratamento de efluentes

\* base seca

**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido kg / unidade    t / ano	Natureza do Resíduo
3720b Fundição primária de alumínio	t de alumínio		117	Lama dos lavadores (14% de flúor)
	t de alumínio		7,5	Poeira da casa de fundição(F, Cu, Pb)
	t de alumínio		59	Revestimento gasto e espuma das células (F, CN)
3720c Fundição secundária de alumínio				
(I) Fundição de sucata	t		75	Lama do lavador (Cr, Cu, Pb, Zn)
(II) Fundição de escória	t		1 400	Escória salina(Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn)
3720d Fundição de cobre	t		3 000	Escória (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)
	t		17	Pó (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)
	t		155	Lama (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)
3720e Refino eletrolítico de cobre	t		2,4	Lama (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn)
3720f Fundição secundária de cobre	t		350	Escória (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, Zn)

**QR 4.1 - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)**

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
3720h Fundição e refino primário de chumbo	t		410		Escória (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Zn)
	t		89		Lama (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Sb, Zn)
3720i Fundição e refino secundário de chumbo					
(I) Chumbo doce/alto forno	t		472		Escória e lama do lavador(Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)
(II) Liga chumbo / cubilote	t		225		Escória (Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)
(III) Metal branco / reverberatório	t		166		Escória (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn)
3720j Fundição e refino primário de estanho	t		915		Escória(Sn, Pb, possivelmente Sb, As, Zn)
3720k Fundição primária de zinco					
(I) Refino eletrolítico	t		26,1		Lama (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Se, Zn)
(II) Fundição e refino pirometalúrgico	t		1 050		Resíduos da retorta (Cd, Cr, Cu, Pb, Se, Zn)
	t		122		Lama (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Se, Zn)

**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido kg / unidade t / ano	Natureza do Resíduo
3720m Fundição e refino primário de antimônio				
(I) Alto forno ou forno de revérbero	t		2 800	Escória (Pb, Cu, Zn, Sb)
(II) Processo eletrolítico	t		210	Anodo gasto (As 16 g/m <sup>3</sup> , Pb 5 g/m <sup>3</sup> , Cu 50 g/m <sup>3</sup> , Zn 2 g/m <sup>3</sup> , Ni 5 g/m <sup>3</sup> , Sb 27000 g/m <sup>3</sup> , Cr 32 g/m <sup>3</sup> , Cd 1 g/m <sup>3</sup> )
3720n Refino primário de mercúrio	t		207 000	Resíduo de calcinação (As, Pb, Cu, Zn, Ni, Hg, Mn, Sb, Cd, Cr)
3720o Refino primário de titânio	t		330	Lamas do clorador e condensador(V, Cr, Zr, Ti, Cl)
3840 Eletrodeposição de Cu	t anodo de Cu		9*	Cu na lama do tratamento de efluentes (Cianetos também podem estar presente)
Eletrodeposição de Ni	t anodo de Ni		4*	Ni na lama do tratamento de efluentes
Eletrodeposição de Cr	t de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		250*	Cr na lama do tratamento de efluentes
Eletrodeposição de Zn	t anodo de Zn		220*	Zn na lama do tratamento de efluentes (Cianetos também podem estar presente)

\* base seca



**QR 4.1** - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais (continuação)

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido		Natureza do Resíduo
			kg / unidade	t / ano	
4101a Termoelétricas a linhita	MWh		10 (A)		Cinzas das chaminés e equipamento de controle de poluição do ar
4101b Termoelétricas a carvão betuminoso	MWh		4,3 (A)		Cinzas do fundo e equipamento de controle de poluição do ar
	MWh				PCB dos transformadores
4102 Manufatura de gás de fornos de coque	t de coque		5,5		Condensados e lama contendo Cr 10g/m <sup>3</sup> , Cu 4g/m <sup>3</sup> , Mn 102g/m <sup>3</sup> , Ni 5,5g/m <sup>3</sup> , Pb 30,5g/m <sup>3</sup> , Zn 96,5g/m <sup>3</sup> , Óleo 20,3%
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gás		8,25		Condensados e lama contendo Cr 10g/m <sup>3</sup> , Cu 4g/m <sup>3</sup> , Mn 102g/m <sup>3</sup> , Ni 5,5g/m <sup>3</sup> , Pb 30,5g/m <sup>3</sup> , Zn 96,5g/m <sup>3</sup> , Óleo 20,3%

(A) é a porcentagem de cinzas

**QR 4.2** - Planilha em branco para cálculo de cargas de efluentes sólidos industriais de indústrias não listadas na **QR 4.1**

Indústria / Processo	Unidade de Produção	Produção 10 <sup>3</sup> unidades/ano	Resíduo Sólido kg / unidade    t / ano	Natureza do Resíduo

## **Seção 5.0 - Cargas de efluentes sólidos municipais**

- 1** Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos municipais
- 2** Fatores para efluentes sólidos municipais
- 3** Composição e densidade de efluentes municipais em diferentes países
- 4** Quantidades de efluentes líquidos e lodos de usinas de tratamento de água

### QR 5.1 - Planilha de cálculo de cargas de efluentes sólidos municipais

Características da área de estudo	10 <sup>3</sup> pessoas com coleta regular de lixo	Efluentes municipais	
		Fator (kg / pessoa / ano)	Carga (t / ano)
<u>(1) Rejeitos municipais</u>			
Área de baixa renda		150	
Área típica em uma nação em desenvolvimento		250	
Área típica em uma nação desenvolvida		400	
Área típica em uma região rica		900	

Características da área de estudo	10 <sup>3</sup> pessoas servidas por sistema de esgoto	Peso seco de lodo	
		Fator (kg / pessoa / ano)	Carga (t / ano)
<u>(2) Lamas</u>			
Usina de efluente líquido primário (não digerido)		12	
Usina de tratamento de efluente líquido secundário (digerido)		5,4	
Tratamento de água por abrandamento soda / cal		20	

### QR 5.2 - Fatores para efluentes sólidos municipais

	<u>Efluentes municipais</u>
Áreas com baixíssima renda no sudoeste da Ásia	0,4 kg / pessoa / dia
Cidades típicas na Ásia, norte da África e América do Sul	0,7 kg / pessoa / dia
Cidades típicas em nações industrializadas	1,1 kg / pessoa / dia
Cidades típicas em regiões ricas (EUA e países do Golfo Pérsico)	2,5 kg / pessoa / dia

### QR 5.3 - Composição e densidade de efluentes municipais em diferentes países

	<u>Inglaterr</u>	<u>Índia</u>	<u>México</u>	<u>Tunísia</u>	<u>Equador</u>
	<u>a</u>				
Vegetais perecíveis (%)	28	75,2	55	80,8	65,5
Papel (%)	37	1,5	15	9,6	17,9
Metais (%)	9	0,1	6	2,1	1,4
Vidro (%)	9	0,2	4	1,1	1,7
Tecidos (%)	3	3,1	6	2,9	3,1
Plásticos e borracha (%)	3	0,9	4	1,2	2,7
Combustíveis diversos (%)	1	0,2	2	0,5	3,0
Incombustíveis diversos (%)	1	6,9	6	0,1	0,9
Inertes abaixo de 10 mm (%)	9	12	0	1,8	3,8
					(30 mm)
Densidade, kg / m <sup>3</sup>	150	570		321	292

#### QR 5.4 - Quantidades de efluentes líquidos e lodos de usinas de tratamento de água

##### A. Tratamento de efluentes

(baseado em um fluxo de esgoto de 200 litros / pessoa / dia ou 0,06 kg / pessoa / dia de sólidos suspensos no esgoto)

Processo de tratamento	Quantidade de lodo			
	Úmido		Seco	
	kg / m <sup>3</sup> de esgoto	m <sup>3</sup> /1000 pessoas / dia	kg / 1000 m <sup>3</sup> de esgoto	kg / 1000 pessoas / dia
<b>Sedimentação primária:</b>				
Não digerido	3,0	0,6	150	30
Digerido em tanques separados	1,5	0,3	90	16
Digerido e desidratado em leitos de areia	0,2	0,1	90	16
Filtros percoladores	0,8	0,2	57	12
Precipitação química	5,3	1,1	396	79
Desidratado em leitos de areia	1,4	0,3	396	79
<b>Sedimentação primária e lodo ativado:</b>				
Não digerido	7,0	1,4	280	56
Digerido em tanques separados	2,0	0,4	168	33
Digerido e desidratado em leitos de areia	0,4	0,1	168	33
<b>Lodo ativado:</b>				
Lodo úmido	19,5	3,9	270	46
Fossa séptica, digerido	-	0,2	97	20
Tanque de lodo Imhoff, digerido	-	0,1	83	17

**QR 5.4** - Quantidades de efluentes líquidos e lodos de usinas de tratamento de água (continuação)

B. Tratamento de água - abrandamento soda / cal

Sedimentos / 1000 m<sup>3</sup> de água tratada = 0,2 t (peso seco) ou 2000 litros (lodo).