

# Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

## Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa

Porto Alegre

2003

# Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

## Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa

## PRESIDENTE DO SISTEMA FIERGS E DO CONSELHO REGIONAL DO SENAI-RS

Francisco Renan O. Proença

### Conselheiros Representantes das Atividades Industriais - FIERGS

#### Titulares

Manfredo Frederico Koehler  
Astor Milton Schmitt  
Valayr Hélio Wosiack

#### Suplentes

Deomedes Roque Talini  
Arlindo Paludo  
Pedro Antônio G. Leivas Leite

### Representantes do Ministério da Educação

#### Titular

Edelbert Krüger

#### Suplente

Aldo Antonello Rosito

### Representantes do Ministério do Trabalho e Emprego

#### Titular

Neusa Maria de Azevedo

#### Suplente

Elisete Ramos

## DIRETORIA SENAI-RS

José Zortéa  
Diretor Regional

Paulo Fernando Presser  
Diretor de Educação e Tecnologia

Silvio S. Andriotti  
Diretor Administrativo-Financeiro

# Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

## Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa

Porto Alegre  
2003

# Série Manuais de Produção mais Limpa

## Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa

© 2003, CNTL - SENAI-RS

Publicação elaborada com recursos do Projeto INFOREDE/FINEP Nº.6400043600, sob a orientação, coordenação e supervisão da Diretoria de Educação e Tecnologia do Departamento Regional do SENAI-RS.

Coordenação Geral	Paulo Fernando Presser	Diretoria de Educação e Tecnologia
Coordenação Local	Hugo Springer	Diretor do CNTL
Coordenação do Projeto	Marise Keller dos Santos	Coordenadora técnica do CNTL

Elaboração

ADRIANO AMARAL  
ÂNGELA DE SOUZA  
EDUARDO TORRES  
ENDRIGO PEREIRA LIMA  
ISABEL MANGANELI  
LUIZ ALBERTO BERTOTTO  
MARCELO CARLOTTO NEHME  
MARISE KELLER DOS SANTOS  
MICHEL GERBER  
PAULO BOCACCIUS  
ROSELE NEETZOW  
WAGNER GERBER

S491 SENAI.RS. *Cinco fases da implantação de técnicas de produção mais limpa.* Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 103p. il. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

1. Proteção do meio ambiente. 2. Administração da qualidade ambiental I. Título

CDU – 504.06

Catálogo na fonte: Enilda Hack – UNET/NUI

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

SENAI – Instituição mantida e administrada pela Indústria

# Índice Analítico

Fase 1 .....	1
1. Planejamento e organização.....	1
1.1. Objetivo .....	1
1.2. Resultados.....	1
1.3. Orientação ao usuário .....	1
1.4. Estudo de caso de uma Avaliação de Produção mais Limpa .....	2
2. Fase 1 - Planejamento e Organização.....	6
2.1. Folhas de trabalho para a fase de planejamento e organização.....	6
2.2. O Ecotime .....	7
2.3. Lista de checagem para planejamento e organização .....	8
2.4. Avaliar os procedimentos da empresa .....	9
2.5. Primeiro passo - Obter o comprometimento da gerência.....	12
2.6. Segundo passo – Organizar o Ecotime.....	14
2.7. Terceiro passo - Estabelecer metas .....	16
2.8. Quarto Passo - Barreiras e soluções .....	19
Apêndice .....	20
3. BARREIRAS E SOLUÇÕES.....	20
3.1. Barreiras .....	20
3.2. Soluções.....	25
Fase 2 .....	28
4. Pré - Avaliação .....	28
4.1. Objetivo .....	28
4.2. Resultados.....	28
4.3. Lista de checagem para o Estudo de Viabilidade .....	29
4.4. Avaliação Técnica.....	30
4.5. Folhas de Trabalho para a Fase de Pré-Avaliação .....	31
4.6. Quinto passo - Desenvolver um fluxograma de processo .....	33
4.7. Sexto passo - Avaliar as entradas e saídas.....	36
4.8. Sétimo passo - Determinar os focos da Avaliação de Produção Mais Limpa .....	36
Fase 3 .....	38
5. Avaliação .....	38
5.1. Objetivo .....	38
5.2. Resultados.....	38
5.3. Folhas de trabalho para a fase de avaliação.....	39
5.4. Lista de checagem para o Estudo de Viabilidade .....	40
5.5. Oitavo passo – Originar um balanço de material .....	45
5.6. Nono passo – Avaliação das causas.....	53
5.7. Décimo passo – Gerar oportunidades de produção mais limpa .....	56
5.8. Décimo primeiro passo – Seleção de oportunidades .....	58
Fase 4 .....	60
6. Estudo de Viabilidade.....	60
6.1. Objetivo .....	60
6.2. Resultados.....	60
6.3. Folhas de Trabalho para o Estudo de Viabilidade.....	60
6.4. Avaliação Econômica .....	62
6.5. Avaliação Ambiental .....	63
6.6. Décimo segundo passo - Avaliação Preliminar .....	73

6.7.	Décimo terceiro passo - Avaliação Técnica.....	74
6.8.	Décimo quarto passo - Avaliação econômica.....	75
6.9.	Décimo quinto passo - Avaliação Ambiental .....	79
6.10.	Décimo sexto passo - Selecionar Oportunidades .....	81
Fase 5	.....	83
7.	Implementação .....	83
7.1.	Objetivo .....	83
7.2.	Resultados.....	83
7.3.	Folhas de trabalho para a fase de implementação.....	83
7.4.	Décimo sétimo passo - Preparar um Plano de Produção Mais Limpa .....	88
7.5.	Décimo oitavo passo - Implementar oportunidades de produção mais limpa .....	89
7.6.	Décimo nono passo - Monitorar e Avaliar.....	90
7.7.	Vigésimo passo - Sustentar atividades de produção mais limpa.....	91
8.	Bibliografia Recomendada .....	95

# FASE 1

## 1. PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO

### 1.1. Objetivo

Convencer a gerência e os funcionários da empresa da necessidade de produção mais limpa.

### 1.2. Resultados

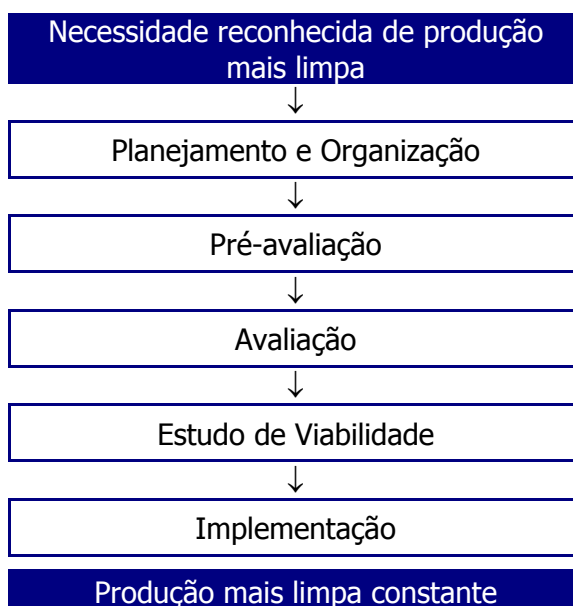
- A participação e o compromisso da alta gerência são obtidos.
- A gerência e os funcionários são informados dos objetivos da avaliação de produção mais limpa.
- O Ecotime é formado.
- Os recursos financeiros e humanos necessários são assegurados.
- As fontes de informação são identificadas e analisadas.
- Os objetivos de produção mais limpa são estabelecidos.
- As barreiras são superadas.

### 1.3. Orientação ao usuário

Este manual descreve passo a passo o modo de conduzir uma avaliação de produção mais limpa. Todos os passos são explicados de tal modo que o gerente de qualquer empresa, seja ela pequena, média ou grande, possa sentir-se em condições de iniciar ele mesmo uma avaliação da produção mais limpa. Tenha em mente, porém, que, às vezes, é melhor que a avaliação de produção mais limpa seja conduzida por uma pessoa estranha à empresa.

O principal elemento da avaliação de produção mais limpa é a análise dos fluxos de material e de energia que entram e saem do processo, a fim de identificar oportunidades de produção mais limpa e resolver, na fonte, os problemas relacionados à geração de resíduos e emissões. Este método está inserido em um procedimento que promove a verdadeira implementação destas oportunidades e inicia atividades constantes de produção mais limpa dentro da empresa.

A produção mais limpa se divide em cinco fases distintas, cada uma compreendendo vários passos.



**Figura 01** - Avaliação de Produção Mais Limpa



## 1.4. Estudo de caso de uma Avaliação de Produção mais Limpa

Este estudo de caso foi extraído do Curso de Treinamento: *Desenvolvimento Industrial Ecologicamente Sustentável*, da UNIDO, Unidade Cinco Aprendizagem. Pode ser usado para apresentar uma avaliação de produção mais limpa à gerência e aos funcionários de uma empresa.

Neste estudo de caso usa-se o termo Auditoria de Redução de Resíduos. Este é um termo utilizado, às vezes, como referência à avaliação de produção mais limpa. Outros termos que você pode encontrar são: Auditoria de prevenção da poluição, auditoria de minimização de resíduos e auditoria de produção mais limpa.

### 1.4.1. Estudo de caso 1: Auditoria de redução de resíduos para uma fábrica de amendoins<sup>1</sup>

Para este estudo de caso você estará observando uma fábrica que produz amendoins salgados completamente fritos usando amendoins descascados e sem pele. Os próximos dois parágrafos descrevem a fábrica; o terceiro parágrafo descreve um processo nessa fábrica.

Os amendoins, que são fornecidos em sacos plásticos, são despejados diretamente em uma esteira transportadora, conduzidos até um forno de fritura profunda e então passam por uma unidade de resfriamento. Finalmente são borrifados com óleo e sal. Os amendoins são então despejados em recipientes para armazenamento provisório. Após algumas horas eles estão prontos para ser embalados. Os recipientes são fixados a uma máquina de empacotar, que forma sacos de rolos de lâminas e então os enche de amendoins. Para evitar a perda do sabor, o ar é removido do saco, usando-se nitrogênio.

Após um certo período o óleo usado para fritura deve ser substituído, uma vez que, gradualmente, se acumulam resíduos no fundo do forno (devido aos amendoins quebrados e à decomposição do óleo). Os amendoins completamente fritos são resfriados por meio de ar externo. O sal é trazido à planta em sacos de papel e o óleo em recipientes de metal.

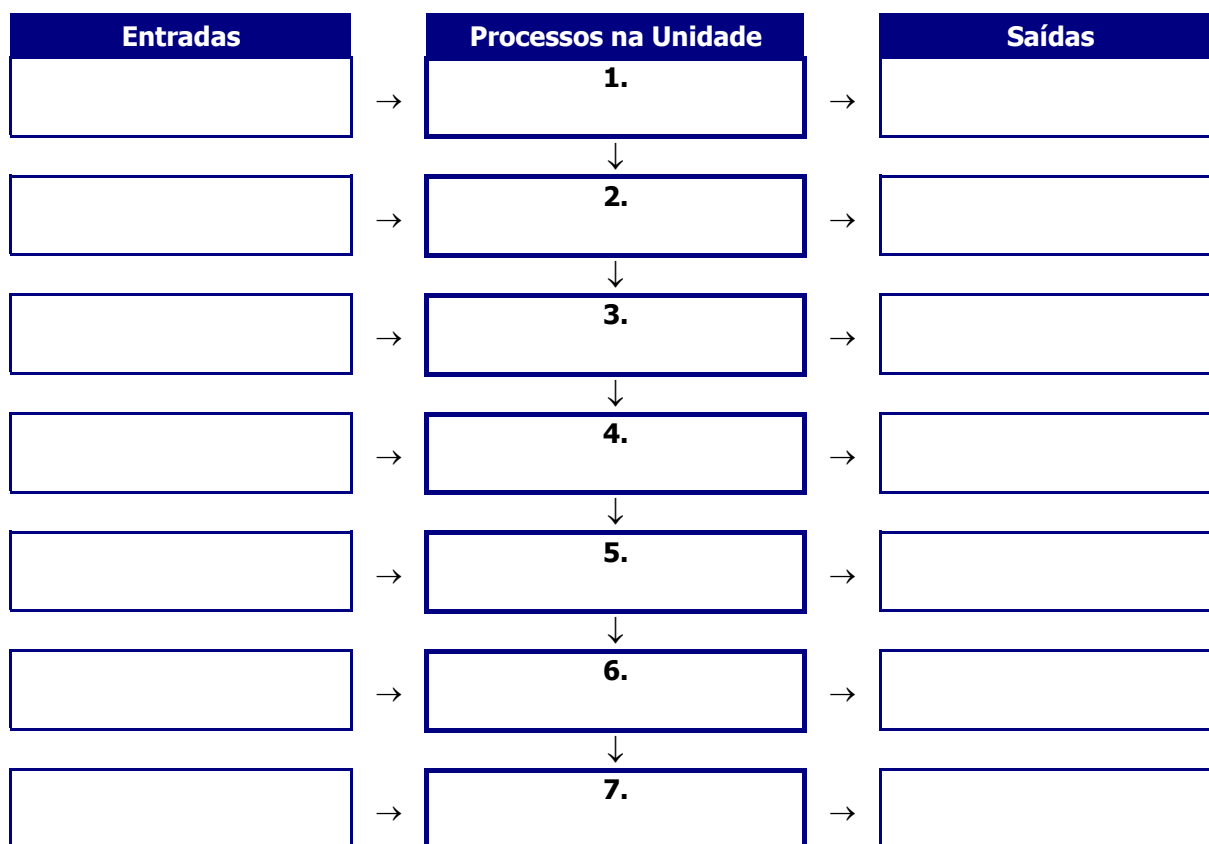
O processo da fritura completa dos amendoins pode ser descrito da seguinte forma: os amendoins são despejados em uma esteira transportadora que os transporta em velocidade constante para um forno para fritura cheio de óleo. São fritos completamente por 10 minutos nesse óleo, que é mantido em temperatura constante de 160<sup>o</sup> C. Os amendoins quebrados caem para o fundo do forno e este resíduo acelera o processo de decomposição do óleo. Por isso, a qualidade do óleo é monitorada a cada 15 minutos. Se a concentração de produtos em decomposição estiver excessivamente alta, o processo é interrompido e o óleo é substituído. O óleo usado é estocado em um tambor e o forno é inteiramente limpo com água quente e detergente. Quando está completamente limpo, o forno é preenchido com óleo novo para fritura e o processo é reiniciado.

---

Fornecido por Rene van Berkel, IVAM Environmental Research, Universidade de Amsterdã, Holanda.

**1.4.1.1. PERGUNTAS**

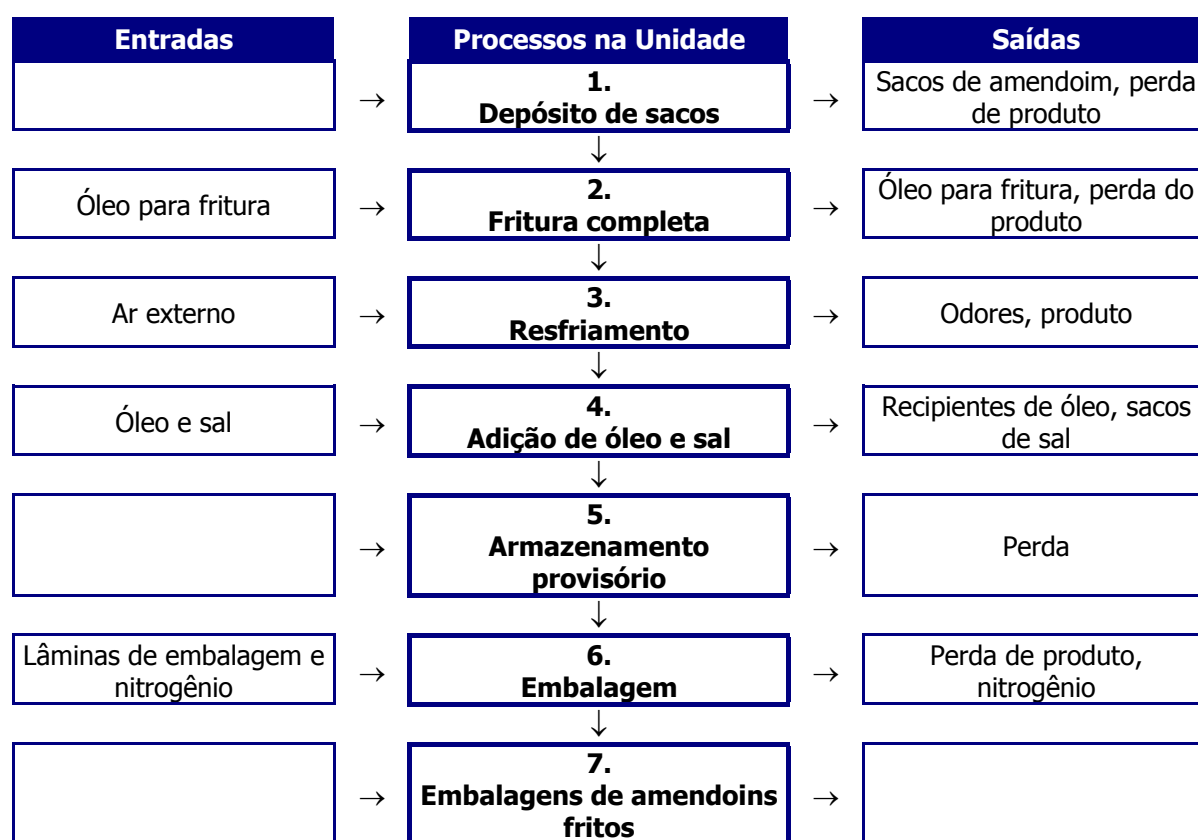
1. Esboce um diagrama do fluxo do processo para esta fábrica de amendoins. Liste os resíduos e emissões potenciais.



2. O processo lhe sugere algumas mudanças que poderiam ser feitas no diagrama de fluxo de processo? Apresente suas razões.
3. Analise esta descrição de processo para gerar oportunidades de prevenção de resíduos e emissões. Resolva os problemas de resíduos encontrando respostas apropriadas para as perguntas a seguir.
- Que melhoria na conservação e apresentação do prédio poderia ser considerada para minimizar cada uma das correntes de resíduos?
  - Que substituições de insumos poderiam ser consideradas para minimizar cada uma das correntes de resíduos?
  - Que modificações no produto poderiam ser consideradas para minimizar cada uma das correntes de resíduos?
  - Existem oportunidades para reciclagem no local? Como elas contribuem para a minimização de resíduos e emissões?
  - Que modificações na tecnologia poderiam ser consideradas para minimizar cada uma das correntes de resíduos?

### 1.4.1.2. RESPOSTAS

1. O diagrama de fluxo do processo para a fábrica de amendoins é dividido em seis estágios: depósito de sacos, fritura completa, resfriamento, acréscimo de óleo e sal, armazenamento provisório e embalagem. Quando os amendoins são despejados na esteira transportadora, isto resulta em resíduos de embalagem (sacos plásticos). No estágio da fritura completa é usado óleo fornecido em recipientes de metal, enquanto é formado outro fluxo de resíduos pelo óleo usado na fritura. O ar externo é usado no resfriamento dos amendoins; logo após, este ar é expelido, o que causa odores. Quando são acrescentados óleo e sal aos amendoins, isto resulta em resíduos de embalagens (tambores e papel). O armazenamento provisório não envolve fluxo de outros materiais, a não ser do próprio produto. Durante a embalagem, são consumidas lâminas de plástico e nitrogênio; este estágio também envolve emissões de nitrogênio e resíduos (quando são mudados os rolos das lâminas). Ocorrem ainda perdas de produto em cada um dos estágios, quando os amendoins se quebram ou caem da esteira transportadora.

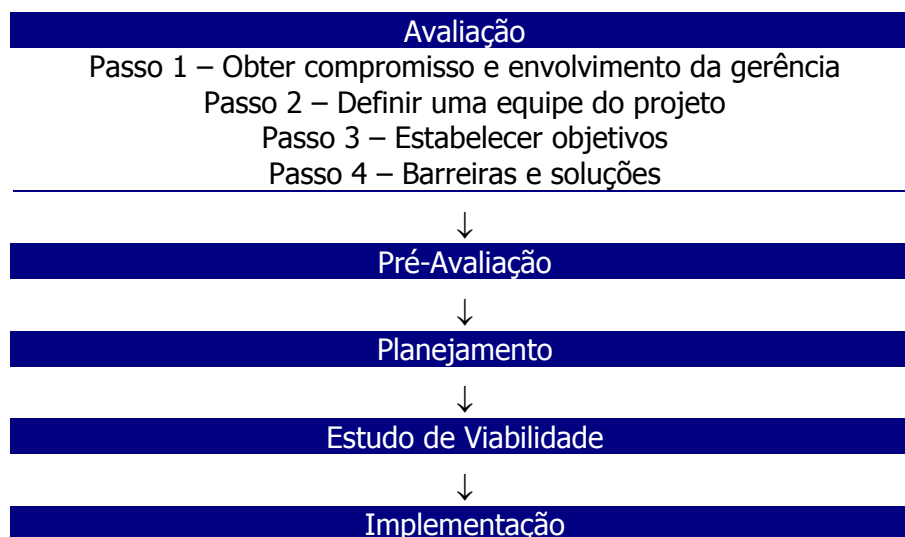


2. Este diagrama de fluxo de processo representa apenas as correntes de resíduos relacionadas à produção. Pela descrição fica claro que há também uma fonte de resíduos líquidos não relacionados ao processo, que se origina quando o equipamento de fritura é limpo antes de ser preenchido com óleo novo.

3. Ver abaixo:

- a) De acordo com a descrição, os processos de produção na fábrica de amendoins são altamente automatizados. Contudo, a boa e simples organização é um fator importante no estágio de limpeza. A quantidade de água e detergente usado poderia ser reduzida ao mínimo, levando a uma considerável redução na geração de resíduos.
- b) Outra possibilidade é mudar para um óleo de fritura que seja menos suscetível à decomposição e que não necessite ser trocado com tanta frequência, o que ajudaria a reduzir os resíduos. Além disso, se fosse usado um óleo ambientalmente correto, o resíduo produzido seria menos prejudicial ao meio ambiente.
- c) Poderiam ser considerados certos ajustes no equipamento da planta. Como vimos, os amendoins quebrados, abandonados no forno, aceleram a decomposição do óleo de fritura. Se este resíduo fosse continuamente filtrado da frigideira, a decomposição do óleo seria mais lenta. Isto significa que o óleo poderia ser trocado com menos frequência, reduzindo assim a quantidade de resíduo.
- d) Pode ser possível reciclar o óleo de fritura dentro da planta, se o mesmo puder ser reprocessado. Pela descrição, não fica claro se isto é viável.
- e) A substituição do tipo de produto poderia reduzir a geração de resíduos. Para isso, teria que ser encontrado um tipo de amendoim menos sujeito à quebra.

## 2. FASE 1 - PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO



### **Nota ao CNTL:**

O CNTL deve apresentar os conceitos de produção mais limpa na avaliação de produção mais limpa aos gerentes e funcionários da empresa.

O CNTL deve também agendar reuniões periódicas com o Ecotime e assessorar tecnicamente, quando necessário.

Percorra os passos de maneira flexível e criativa e não hesite em mudar a ordem dos passos ou em ajustá-los se julgar adequado. Tenha consciência de que algumas das atividades iniciadas durante um passo, podem prosseguir por toda a avaliação de produção mais limpa. Por exemplo, após a conclusão de cada fase, você precisa avaliar a composição do Ecotime e os objetivos de produção mais limpa.

### 2.1. Folhas de trabalho para a fase de planejamento e organização

Estão incluídas as seguintes folhas de trabalho:

- Lista de Checagem para o planejamento e a organização

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a fase de planejamento e a organização. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se foram tratados todos os assuntos importantes desta fase.

- Avaliação dos procedimentos da empresa

Estas três folhas de trabalho podem ser usadas para ajudar a estabelecer objetivos de produção mais limpa.

- O Ecotime

Ao final da fase de planejamento e organização você deve informar a gerência e os funcionários da empresa sobre o progresso da avaliação de produção mais limpa. Informe aos gerentes e funcionários sobre o Ecotime e os objetivos da avaliação de produção mais limpa.



### 2.3. Lista de checagem para planejamento e organização

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a fase de Planejamento e Organização. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se foram tratados todos os assuntos importantes desta fase.

No caso de uma resposta positiva justificar a existência de um relatório com outra informação, junte esta informação aos arquivos da Avaliação de Produção Mais Limpa.

	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. A gerência está comprometida com a produção mais limpa?			
2. Você esclareceu durante quais os passos será necessário o envolvimento da gerência?			
3. A empresa editou uma declaração da política mostrando que apóia iniciativas de produção mais limpa?			
4. Foram alocados recursos humanos e financeiros para a avaliação de produção mais limpa?			
5. As tarefas e responsabilidades foram divididas entre os membros do Ecotime?			
6. Você analisou as práticas atuais da empresa?			
7. Você informou aos funcionários sobre a avaliação de produção mais limpa?			
8. Foram estabelecidas as metas de produção mais limpa <b>a curto prazo</b> ?			
9. Foram estabelecidas as metas de produção mais limpa <b>a longo prazo</b> ?			
10. Você desenvolveu um plano e uma programação para a avaliação de produção mais limpa?			
11. Você identificou barreiras para produção mais limpa em sua empresa?			
12. Você tem sido capaz de superar essas barreiras?			
13.			
14.			
15.			

## 2.4. Avaliar os procedimentos da empresa

### Explicação:

Durante o planejamento e organização, o Ecotime deve obter compreensão de como a empresa é dirigida e onde podem ser identificadas oportunidades de produção mais limpa. Esta visão pode ajudar a convencer a gerência da empresa da necessidade de produção mais limpa e auxiliar o estabelecimento de metas nesse sentido.

**SIM** significa que sua empresa está promovendo ou poderia promover produção mais limpa.

**NÃO** significa que sua empresa não adota práticas de produção mais limpa.

**NÃO TEM CERTEZA** significa que precisa avaliar melhor a respectiva atividade.

A. Questões gerais	SIM	NÃO	NÃO TEM CERTEZA
1. Você está bem informado sobre os conceitos de produção mais limpa?			
2. Há alguém na empresa responsável pelos assuntos ambientais?			
3. Sua empresa sujeita-se aos regulamentos ambientais?			
4. O meio ambiente tem alta prioridade em sua empresa?			
5. Sua empresa tem investido em medidas ambientais?			
6. Sua empresa tem boa reputação na comunidade vizinha/local?			
7. Sua empresa tem um plano comercial estratégico a longo prazo (mais de 2 anos)?			



<b>B. Questões específicas para o plano de operações:</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO TEM CERTEZA</b>
1. Os funcionários e a gerência estão desenvolvendo um programa para promover produção mais limpa?			
2. Vocês estão reciclando todos os resíduos que conseguem?			
3. Você conhece a quantidade de resíduos e emissões produzidas por cada processo e unidade de operação em sua empresa?			
4. Você mantém limpo e organizado o piso de seu posto de trabalho, para assim rastrear o manuseio do material e as operações do processo?			
5. Você regularmente usa serviços/centro de reciclagem fora da empresa?			
6. Você verificou se as matérias-primas utilizadas nas correntes de resíduos e emissões podem ser reusadas e/ou recicladas?			
7. Você separa correntes de resíduos do processo?			
8. Seus funcionários conhecem os processos que geram resíduos e emissões?			
9. Seu plano de operações inclui avaliações periódicas de produção mais limpa?			
10. Você pede Folhas de Dados de Segurança de Materiais (MSDSs – Material Safety Data Sheets) para avaliar as matérias primas antes da compra, para assegurar-se que está usando os materiais menos tóxicos?			
11. Você delimita seu estoque para evitar possíveis derramamentos, evitar compras em quantidades excessivamente elevadas e outros resíduos?			
12. Você solicita informações sobre o tipo e quantidade de resíduos e emissões gerados pelos equipamentos que planeja comprar?			
13. Suas decisões de compra incluem provisões para inspeção de remessas antes da aceitação, para assegurar-se que não estejam vazando ou danificados de qualquer outra forma?			
14. Você tenta o intercâmbio de resíduos com outras empresas?			
15. O sistema contra incêndios consegue atender emergências de grande porte envolvendo os materiais químicos e perigosos que a empresa utiliza?			
16. Suas áreas de armazenamento são projetadas para minimizar danos causados por terremotos, controlar derramamentos e outros desastres?			
17. Todos os seus funcionários são treinados sobre como agir em caso de incidentes com materiais perigosos?			
18. A política da empresa promove treinamento e desenvolvimento de funcionários na área de produção mais limpa?			

<b>C. Questões específicas para o plano financeiro:</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO TEM CERTEZA</b>
1. Você considera o custo da disposição de resíduos quando realiza declarações de lucros e perdas?			
2. Você conhece os custos da produção de resíduos e emissões associados aos vários processos de sua empresa? Em caso afirmativo, você "debita" esses custos diariamente os custos diariamente ao processo quando estabelece os preços?			
<b>D. Questões específicas do arquivo de dados:</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO TEM CERTEZA</b>
1. Você arquiva os dados sobre a quantidade de matérias-primas utilizadas em cada processo, a fim de monitorar a eficiência dos processos?			
2. Você adota controles sobre os tipos e quantidades de resíduos e emissões gerados por sua empresa, de modo que possa sinalizar como alvo às áreas para produção mais limpa?			
3. Você mantém Folhas de Dados de Segurança de Materiais (MSDSs) sobre os materiais usados em sua empresa, que possam ajudar na identificação de possíveis correntes de resíduos e emissões?			
4. Você mantém políticas escritas para documentar os procedimentos padrões das operações na planta?			
<b>E. Questões específicas do plano de marketing:</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO TEM CERTEZA</b>
1. Você e seus funcionários reconhecem a importância do gerenciamento adequado dos materiais perigosos e da produção mais limpa?			
2. Suas estratégias de marketing incorporam a imagem pública positiva relacionada à produção mais limpa?			
3. Você divulga os esforços de sua empresa para redução de resíduos e emissões?			

## 2.5. Primeiro passo - Obter o comprometimento da gerência

### 2.5.1. Objetivo

Receber apoio da gerência da empresa para a avaliação de produção mais limpa.

A gerência da empresa apoiará a avaliação de produção mais limpa quando estiver convencida de seus benefícios. Sem o comprometimento da gerência não haverá verdadeira ação e, conseqüentemente, não haverá resultado.

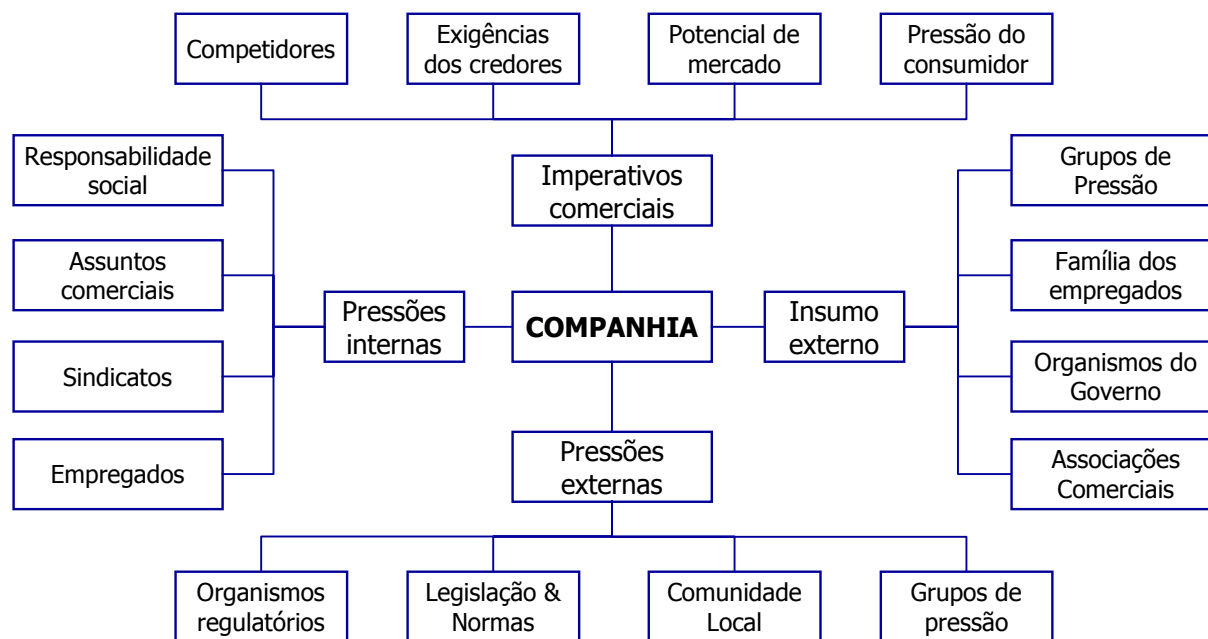
### 2.5.2. Comprometimento da gerência

Em geral, podem ser identificados dois grupos diferentes, mas inter-relacionados, de promotores de produção mais limpa. Primeiro, existem as empresas que estão interessadas em produção mais limpa porque os gerentes e/ou proprietários estão ansiosos por uma área de trabalho limpa e adequadamente organizada. Realizam manutenção ADEQUADA do equipamento, bons registros de produção e mostram interesse nos problemas e na competência profissional dos funcionários.

Em segundo lugar, estão as empresas que são dirigidas pelas forças de mercado. Os impostos e a arrecadação sobre consumo de recursos e/ou resíduos e emissões "forçam" as indústrias à adoção de práticas de produção mais limpa. Além disso, a produção mais limpa dá às empresas uma vantagem competitiva em mercados onde há demanda por produtos melhorados ambientalmente.

Os interesses que podem influenciar numa decisão da empresa para adotar a produção mais limpa estão ilustrados na figura 2. Com referência a esses interesses, devem ser levadas em conta as seguintes considerações:

Como esses interesses responderão à iniciativa de produção mais limpa e como isso influenciará a competitividade em minha empresa?



**Figura 02** - Interesses que influenciam na decisão de uma empresa para adotar práticas de produção mais limpa.

O comprometimento da gerência pode ser obtido tanto pela ênfase no princípio de proteção como pela influência das forças de mercado. Podem ser usados os seguintes argumentos:

- A produção mais limpa baixa os custos da produção, de tratamento de fim-de-tubo, dos cuidados com a saúde e da limpeza total (remoção de gases) do meio ambiente.
- A produção mais limpa melhora a eficiência do processo e a qualidade do produto, contribuindo assim para a inovação industrial e a competitividade.
- A produção mais limpa diminui os riscos aos trabalhadores, comunidade, consumidores de produtos e gerações futuras, decrescendo assim os custos indenizações e prêmios de seguro.
- A produção mais limpa pode garantir a imagem pública da empresa (registros de meio ambiente limpo), produzindo benefícios sociais e econômicos intangíveis.
- É possível que os funcionários e empregadores de uma empresa tenham interesse pessoal no meio ambiente.

Resumindo, para convencer a gerência e obter seu comprometimento você precisa:

- Ressaltar os benefícios econômicos;
- Encorajar o cuidado responsável e
- Destacar os benefícios ambientais.

### 2.5.3. Conseguir o envolvimento da gerência

Uma vez que a gerência esteja comprometida e aprove a avaliação de produção mais limpa, você precisa assegurar-se de que ela mantenha-se envolvida durante toda a avaliação. Pode ser desnecessário, ou até não ser desejável, envolver a gerência em todos os passos da avaliação, mas você deve indicar claramente os passos onde seu envolvimento seja necessário.

A gerência pode mostrar seu envolvimento no projeto editando uma declaração formal da política ambiental (opcional). Uma declaração desse tipo deve partir dos Diretores e ser repassada e explicada aos empregados.

#### Declaração de Política

"Nós da gerência da empresa Barvellous objetivamos produzir os produtos da mais alta qualidade possível, à medida que minimizamos o impacto ambiental da empresa. Neste esforço, nossa prioridade máxima será a busca pró-ativa de mudanças custo-efetivas de processo que reduzam ou eliminam o uso e/ou a geração de resíduos e emissões no ponto de produção. Onde os resíduos e emissões não puderem ser eliminados na fonte, serão explorados e implementados, sempre que possível, o reuso e a reciclagem de materiais. Os objetivos serão incorporados ao projeto dos novos produtos e processos de produção, ao re-projeto de produtos e processos existentes e à construção de novas instalações. Nós encorajamos todos os empregados a apresentar suas sugestões para ajudar a tornar bem sucedido este esforço para produção mais limpa".

A fim de sustentar o comprometimento e o envolvimento da gerência, você precisa informar regularmente e mostrar os benefícios que a avaliação tem trazido à empresa.

Resumindo, para obter o envolvimento da gerência, você precisa:

- Envolver a gerência na tomada de decisões;
- Manter a gerência informada sobre o processo da avaliação;
- Tornar os benefícios visíveis e
- Comprometer-se com o sucesso da Avaliação de Produção Mais Limpa.

## 2.6. Segundo passo – Organizar o Ecotime

### 2.6.1. Objetivo

Organizar o Ecotime que conduzirá a avaliação de produção mais limpa.

A avaliação de produção mais limpa afetará um número de grupos dentro da empresa. Deve-se tentar incluir na equipe, representantes de todos os setores envolvidos.

### 2.6.2. Identificar um líder para o Ecotime

Não importa tanto quem é o líder do Ecotime, desde que ele/ela tenha autoridade suficiente para realmente executar o programa. Uma pessoa adequada para a posição de líder do Ecotime ajuda a superar a resistência e é altamente motivado e convicto do sucesso da avaliação de produção mais limpa.

### 2.6.3. Selecionar os membros do Ecotime

A produção mais limpa afeta todos os aspectos de produção. Portanto é importante que seja formado um Ecotime bem equilibrado que tenha conhecimento sobre todos os setores da empresa e seus processos de produção.

A composição adequada da equipe dependerá do tamanho e da estrutura organizacional da empresa. As empresas pequenas, onde cada funcionário atua em muitas frentes, podem achar que uma equipe modesta – duas ou três pessoas – possa desenvolver uma avaliação de produção mais limpa.

É de vital importância a inclusão de operadores e supervisores do chão de fábrica no Ecotime, uma vez que eles são a chave do sucesso do programa por seu envolvimento direto com os processos de produção. Sua criatividade freqüentemente tem resultado na identificação de oportunidades de produção mais limpa.

Você pode também incluir um "forasteiro", ou seja, uma pessoa estranha à empresa, que pode ser um representante do CNTL, de uma associação industrial, um consultor industrial ou perito de uma divisão diferente da empresa. Os "forasteiros" podem trazer idéias novas, oferecer um ponto de vista objetivo e provavelmente agir contra o preconceito de síndrome da "vaca sagrada".

A tabela 01 lista possíveis membros do Ecotime e mostra as responsabilidades que cada um pode assumir.

**Tabela 01** – Membros da equipe e possíveis responsabilidades

Membro da Equipe	Responsabilidades
Gerência	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Demonstrar o comprometimento da corporação.</li> <li>– Estabelecer e reforçar objetivos de longo prazo.</li> <li>– Ter autoridade para implementar mudanças.</li> </ul>
Engenharia e design	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oferecer informações sobre os processos atuais.</li> <li>– Contribuir com idéias para mudança dos processos.</li> <li>– Avaliar a viabilidade técnica das propostas.</li> <li>– Identificar parâmetros mais favoráveis para operação.</li> </ul>
Qualidade ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calcular os custos com tratamento e disposição.</li> <li>– Determinar os efeitos ambientais das propostas.</li> <li>– Assegurar conformidade com a regulamentação.</li> </ul>
Finanças/Compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calcular os custos de operações atuais.</li> <li>– Calcular os custos e economias das propostas.</li> <li>– Localizar custos e economias das propostas.</li> <li>– Localizar custos e benefícios das mudanças reais.</li> <li>– Implementar mudanças no controle de estoque.</li> </ul>
Vendas & Marketing	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ter discernimento sobre as necessidades do cliente.</li> <li>– Instruir os clientes sobre as mudanças da produção mais limpa.</li> <li>– Comercializar os produtos como ambientalmente responsáveis.</li> <li>– Monitorar as reações do cliente às mudanças do produto.</li> </ul>
Operários da Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oferecer descrições exatas das práticas de produção.</li> <li>– Sugerir idéias sobre novas abordagens.</li> <li>– Determinar a compatibilidade das mudanças com as práticas do trabalho.</li> <li>– Fornecer <i>feedback</i> sobre os efeitos das mudanças de vanguarda.</li> <li>– Aumentar o apoio dos operários às mudanças na linha de produção.</li> </ul>

#### 2.6.4. Tarefas do Ecotime

O Ecotime é responsável pelo progresso da avaliação. Pode-se identificar muitas tarefas, mas, para efeito de simplificação, as mais importantes são:

- Analisar e rever as práticas atuais (conhecimento);
- Desenvolver e avaliar mudanças (criatividade) e
- Implementar e manter as mudanças (autoridade).

A tabela 02 apresenta uma lista mais abrangente de tarefas para o Ecotime.

**Tabela 02** – Tarefas do Ecotime

**Tarefas de cada Ecotime**

- Obter o envolvimento da alta gerência e tomar providências para que editem uma declaração de política de produção mais limpa;
- Documentar as suas atividades e manter a empresa informada sobre os progressos obtidos;
- Estabelecer objetivos gerais sobre a produção mais limpa;
- Estabelecer um sistema de registros dos materiais de resíduos;
- Definir o foco da Avaliação de Produção mais Limpa em determinadas correntes de resíduos e seções do processo de produção;
- Formular tarefas individuais, se necessário;
- Realizar (ou supervisionar) a avaliação;
- Realizar (ou supervisionar) análise de viabilidade técnica-financeira das oportunidades adequadas;
- Selecionar e apoiar as oportunidades mais apropriadas para implementação;
- Cuidar do financiamento e elaborar um programa para implementação;
- Supervisionar (ou dirigir) o processo de implementação;
- Monitorar os resultados da oportunidade tão logo ela se torne operacional;
- Assegurar a continuidade das atividades de produção mais limpa.

#### 2.6.5. Dividir o Ecotime

Dependendo do tamanho da empresa, você pode dividir o Ecotime em dois grupos: um **grupo central** com tarefas específicas, composto de pessoas que possuem bom conhecimento do processo no nível de chão de fábrica e um **conselho consultivo**, que tem papel menos ativo, composto de pessoas do *staff* e da alta gerência.

### 2.7. Terceiro passo - Estabelecer metas

#### 2.7.1. Objetivo

Estabelecer metas amplas da empresa para produção mais limpa que funcionarão como orientação para a avaliação de produção mais limpa.

Se não forem estabelecidas metas, facilmente a avaliação pode tornar-se um exercício sem objetivo. As metas são aperfeiçoadas à medida que o Ecotime adquire uma visão mais ampla das possibilidades para produção mais limpa na empresa.

#### 2.7.2. Formular metas para a produção mais limpa

Deve-se dar muita atenção às metas para a produção mais limpa, porque elas devem ser suficientemente ambiciosas para motivar esforços significativos para a produção mais limpa, porém suficientemente realistas para servir com medida adequada do sucesso – que não tragam fracasso a partir do início. Na prática, suas metas evoluirão de **diretivas de qualidade** para **objetivos de quantidade** à medida que for prosseguindo a avaliação de produção mais limpa.

Os objetivos de curto prazo são úteis:

- Para encorajar os não-convictos e os relutantes;
- Em locais onde o planejamento de longo prazo é raro e incomum;
- Quando os recursos são escassos e as empresas vulneráveis.

Os objetivos de longo prazo são úteis:

- Para ampliar as ambições dos que aceitam correr riscos;
- Em locais onde o planejamento de longo prazo faz parte da cultura da corporação;

- Em empresas onde muitas pessoas e divisões devem ser coordenadas e integradas.



### 2.7.3. Enfocar as metas de produção mais limpa

Em muitos casos, as metas já estão estabelecidas antes do início da avaliação de produção mais limpa. Se não tiverem sido estabelecidas, você pode querer basear suas metas em:

- Padrões internos de produtividade;
- Legislação ambiental;
- *Benchmarking* e tecnologia (pontos de referência que servem como padrão da tecnologia);
- Dados históricos de produção.

Uma ferramenta útil no estabelecimento de metas para a produção mais limpa é o uso de **folhas de trabalho** (encontradas antes da fase de planejamento e organização) para avaliar os procedimentos da empresa.

### 2.7.4. Critérios para o estabelecimento de metas para a produção mais limpa

Deve-se elaborar, de preferência, metas quantitativas, de modo que possam ser uma orientação clara para posterior avaliação do sucesso do programa. Em geral, as metas devem ser:

- Aceitáveis para aqueles que trabalharão para atingi-las;
- Flexíveis e adaptáveis a necessidades variáveis;
- Mensuráveis no decurso do tempo do programa;
- Motivadoras;
- Adequadas à declaração da política da gerência;
- Compreensíveis no nível prático dos esforços.

A seguir, apresenta-se um conjunto de critérios que será útil para ajudá-lo a formular suas metas e direcionar a avaliação de produção mais limpa para determinada área prioritária.

- Custo (mão-de-obra, tecnologia, manutenção, matérias-primas);
- Quantidade usada;
- Reatividade química;
- Emissões atmosféricas (regulamentadas?);
- Emissões para as águas (regulamentadas?);
- Custo de disposição (regulamentado?);
- Método de disposição (reciclagem no local ou fora dele, aterro);
- Efeitos sobre a saúde;
- Substitutos/alternativas conhecidas.

### 2.7.5. Fazer um planejamento

Com base nos objetivos de curto e longo prazo, a equipe do projeto deve fazer um planejamento incluindo um programa de execução das atividades, uma divisão de responsabilidades e previsão de uma data para a conclusão do projeto. A folha de trabalho incluída antes desta fase, deve ser preenchida definindo os membros do Ecotime e as metas da avaliação de produção mais limpa.

O planejamento deve ser flexível de modo que possam ser feitos ajustes à medida que as metas de produção mais limpa forem sendo aperfeiçoadas, durante a fase de pré-avaliação e a avaliação.

## 2.8. Quarto Passo - Barreiras e soluções

### 2.8.1. Objetivo

Identificar e superar as barreiras que possam impedir ou retardar a execução da Avaliação de Produção mais Limpa.

Barreiras de Produção mais Limpa podem causar conflitos dentro da empresa e arriscar o progresso da Avaliação. O ecotime deve ter consciência destas barreiras e encontrar soluções para superá-las.

### 2.8.2. Identificar barreiras

O Módulo 2 da Parte 2 discute barreiras de Produção mais Limpa em geral. A seguir serão discutidas algumas barreiras específicas ao nível da empresa. O apêndice do Passo 4 contém algumas barreiras e soluções que foram identificadas em pequenas e médias empresas durante o projeto "DESIRE" na Índia.

As barreiras podem ser identificadas nas seguintes áreas:

### 2.8.3. Atitudes predominantes

Barreiras são muitas vezes um resultado de mal-entendidos, de preconceitos ou de resistência a mudanças. Uma das barreiras freqüentemente encontrada é "Se não está quebrado, não conserte." Esta atitude se baseia no desejo de manter a situação existente e evitar o desconhecido. Também baseia-se no receio de que as oportunidades da Produção mais Limpa não funcionem como esperado.

Uma outra barreira é a atitude "Isto não vai funcionar." Esta é uma frase usada freqüentemente por pessoas que não conseguem entender o sentido da oportunidade proposta ou o efeito desta na empresa.

### 2.8.4. Falta de informação

Freqüentemente, as informações sobre a quantidade e composição dos resíduos e emissões gerados, possíveis oportunidades de Produção mais Limpa e requerimentos (parâmetros) legais não estão disponíveis.

A falta de informação está relacionada ao estágio de desenvolvimento dos sistemas de gerenciamento e informação para monitoramento de processo, planejamento, contabilidade, etc.

A educação tem um papel muito importante na geração e entendimento da informação. Se não existe uma cultura na empresa para educação dos empregados, a mudança de comportamento necessária para implantação de oportunidades de Produção mais Limpa vai encontrar muita resistência.

### 2.8.5. Barreiras organizacionais

Os problemas organizacionais estão relacionados à alocação de recursos humanos e financeiros e a falta de cooperação e coordenação entre indivíduos e funções dentro e fora da empresa.

### 2.8.6. Barreiras econômicas

A disponibilidade de recursos financeiros, os custos de mão-de-obra bem como de recursos naturais, e as políticas econômicas que afetam a empresa, são barreiras importantes à Produção mais Limpa. Para iniciar uma Avaliação de Produção mais Limpa é necessário um investimento inicial em tempo, dinheiro e recursos humanos e talvez a gerência não tenha recursos ou não queira investir em Produção mais Limpa.

### 2.8.7. Barreiras técnicas

Em geral, a tecnologia não é um fator que possa limitar seriamente a adoção de Produção mais Limpa. Entretanto, em alguns casos, a falta de um determinado equipamento e conhecimento técnico impede a mudança para as práticas de Produção mais Limpa.

### 2.8.8. Identificar soluções às barreiras

O primeiro passo para superação das barreiras é a conscientização sobre os benefícios da Produção mais Limpa e a demonstração de que a Avaliação de Produção mais Limpa não é um processo de busca a culpados e todos devem sentir-se livres e confortáveis para dar sugestões e idéias sem serem acusados de não terem percebido isso antes!

### 2.8.9. Outras soluções às barreiras podem ser encontradas utilizando-se a seguinte abordagem:

- Apresente a PML como um desafio para o desenvolvimento positivo da empresa!
- Apresente a PML como integrando o desenvolvimento de produtos e processos!
- Apresente casos bem sucedidos de outras empresas do mesmo setor industrial!
- Colete informações de PML de bancos de dados, centros de pesquisa, etc!
- Colete informações sobre alternativas tecnológicas ou substitutos implantados com sucesso!
- Avalie a minimização de energia, resíduos e emissões e os considere como recurso em potencial!
- Enfatize que oportunidades sem e/ou de baixo custo podem ser facilmente implantadas!

## APÊNDICE

---

### 3. BARREIRAS E SOLUÇÕES

Esta seção contém parte do texto *Demonstrating Cleaner Production in SMEs in India. UNIDO-NPC experience of project "DESIRE"* escrito por S. Luken para UNIDO. O texto foi levemente modificado. Note que diferentes categorias de barreiras são distinguidas neste documento. Você pode achar que é possível reestruturá-las facilmente conforme estrutura mencionada anteriormente (atitudes negativas frente PML, falta de informação, barreiras organizacionais, econômicas e técnicas).

#### 3.1. Barreiras

Para simplificar e facilitar o entendimento, as barreiras podem ser classificadas nas seguintes categorias:

- Barreiras organizacionais;
- Barreiras sistêmicas;
- Barreiras de atitude;
- Barreiras econômicas;
- Barreiras técnicas;
- Barreiras governamentais;
- Outras Barreiras.

##### 3.1.1. Barreiras Organizacionais

###### **NÃO ENVOLVIMENTO DOS EMPREGADOS**

Os funcionários da produção não participam em atividades de minimização de resíduos/gestão ambiental a menos que sejam ordenados pelo gerente.

**CONCENTRAÇÃO DE PODER DE DECISÃO**

Geralmente, o dono da empresa é o chefe executivo e todas as decisões são tomadas por ele. Mesmo para medidas de baixo custo para minimização de resíduos é necessária a aprovação do dono. Dessa forma, o time de minimização não se sente envolvido no programa.

**ÊNFASE NA PRODUÇÃO**

Devido à ênfase excessiva na produção, pelos donos da empresa, o tempo e esforços necessários para executar o programa de minimização de resíduos freqüentemente fica relegado a segundo plano.

**ALTA ROTATIVIDADE DE PESSOAL TÉCNICO**

Excesso de tarefas e baixa remuneração, especialmente aos técnicos iniciantes, causa alta rotatividade nesses cargos. Isso limita a capacidade da empresa para trabalhar com as medidas de minimização de resíduos, pois a experiência adquirida por um time desaparece com a saída de seus membros.

**FALTA DE RECONHECIMENTO**

Os funcionários de empresas de pequeno porte supostamente devem fazer qualquer trabalho designado a eles. A motivação através de outras formas de reconhecimento tais como reconhecimento público, prêmios, etc., raramente é realizada. Dessa forma, os empregados demonstram uma falta de iniciativa para iniciar novas atividades.

### 3.1.2. Barreiras Sistêmicas

**FALHAS NA DOCUMENTAÇÃO**

Devido à falta ou falhas nos registros sobre consumo de água, energia, materiais, produtos químicos, combustível, matéria-prima, preenchimento diário de tabelas de entradas-saídas, tempo reduzido, etc., o processo de auditoria para minimização de resíduos torna-se tedioso, devendo iniciar pela coleta de dados básicos. Se os registros ambientais como quantidade e qualidade de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas, também não são efetuados, esta geração de dados consome tempo e esforço intensivo. Sem resultados durante esse período, o interesse e o compromisso do time desaparecem rapidamente.

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO INADEQUADO OU INEFICIENTE**

Na falta de um sistema de gerenciamento bem definido, a linha de registro, responsabilidade, contabilidade, etc. são fundamentados em uma base subjetiva. Os empregados freqüentemente tendem a evitar qualquer atividade fora da rotina, como minimização de resíduos.

**FALTA DE SISTEMAS PARA PROMOÇÃO PROFISSIONAL**

Existe uma grande falta de treinamento sistemático para aprimoramento das habilidades dos empregados. Desta forma, eles são incapazes de compreender novos assuntos como a minimização de resíduos.

**PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO "AD HOC"**

O plano de produção geralmente é preparado numa base diária. Isto atrapalha qualquer trabalho sistemático, quer seja a coleta de dados básicos ou a avaliação de impacto das medidas implantadas.

### 3.1.3. Barreiras Técnicas

**FALTA DE INFRA-ESTRUTURA**

Devido à falta de equipamentos de infra-estrutura necessários para conduzir os estudos, tais como instrumentos para monitoramento, equipamentos analíticos, etc., as empresas dependem de instituições externas. Estas instituições, além de poucas, são caras e distantes.

A coleta de dados básicos torna-se assim uma grande limitação à implementação da Produção mais Limpa.

#### **MÃO-DE-OBRA LIMITADA OU NÃO DISPONÍVEL**

Na falta de disponibilidade de pessoal técnico para atuar/guiar programas de minimização de resíduos na empresa ou no local, as unidades individuais são obrigadas a conduzir sozinhas estes programas.

#### **ACESSO LIMITADO À INFORMAÇÃO TÉCNICA**

Geralmente, as unidades têm acesso limitado à informação e estudos de casos bem sucedidos de minimização de resíduos, no país ou em outros países. Além disso, muitas vezes, não há literatura técnica disponível. A informação que está disponível no exterior não é relevante nem adequada para as pequenas indústrias.

#### **TECNOLOGIA LIMITADA**

Na Índia, a formação das pequenas indústrias foi baseada na necessidade. Não houve nenhum desenvolvimento específico de tecnologia. Em geral, a velha tecnologia descartada é modificada de qualquer maneira. Os problemas encontrados no processo da modificação são resolvidos através do sistema de "Tentativas e Erros", sem analisar a química e a engenharia básica envolvida no processo. A baixa capacidade de investimento e a falta de interesse dos fornecedores em vender equipamentos de pequena capacidade, obriga os empregados a trabalhar com equipamentos velhos e obsoletos, que não são tão eficientes quanto os modernos. O resultado disso são equipamentos/sistemas ineficientes e, em consequência, uma geração maior de resíduos e emissões.

#### **DÉFICITS TECNOLÓGICOS**

Ainda existem vários déficits tecnológicos nas pequenas indústrias, como por exemplo, a recuperação química na indústria de celulose e papel, baseada em agro-resíduos; o processo automático, de baixo custo, de preenchimento e selamento de sacos na indústria de formulação de pesticidas, etc.

#### **INFRA-ESTRUTURA LIMITADA NA MANUTENÇÃO PRÓPRIA**

Geralmente, o departamento de manutenção em pequenas indústrias possui uma infraestrutura e pessoal técnico que são suficientes apenas para executar manutenções de rotina. Trabalhos maiores de manutenção, como examinar máquinas, regular motores ou limpar caldeiras etc, são encomendados a empresas externas e são caros e demorados.

### 3.1.4. Barreiras Econômicas

#### **PREÇOS E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS**

A predominância de preços baixos e abundância de recursos naturais, como por exemplo agro-resíduos, água, etc, reprime o impulso de implantar medidas de minimização de resíduos.

#### **DISPONIBILIDADE E CUSTOS DE FUNDOS**

As instituições financiadoras ainda não têm demonstrado interesse em financiar medidas de minimização de resíduos, em particular aqueles que tem períodos longos de Pay-Back. Mesmo se os fundos são disponíveis, as taxas de juros são altas, fazendo com que as medidas de minimização de resíduos sejam economicamente inviáveis.

#### **EXCLUSÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS DA ANÁLISE ECONÔMICA DAS MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS**

A economia/viabilidade das medidas de minimização de resíduos é calculada principalmente com base nos rendimentos econômicos diretos e ganhos financeiros de curto prazo. Os benefícios obtidos através dos custos reduzidos para o controle da poluição não são considerados, pois em muitos casos esses custos nem estão sendo assumidos. Já que a

economia dos custos ambientais é geralmente maior, a exclusão desta, dificulta a aceitação de medidas de minimização de resíduos.

#### **PLANEJAMENTO INADEQUADO DE INVESTIMENTOS**

Às vezes, o investimento para a adoção de medidas de minimização de resíduos é feito sem um planejamento adequado, o que pode resultar em uma implantação parcial dessas medidas. Assim, não são alcançados os resultados esperados, deixando insatisfeito e desconfiado o responsável pela decisão tomada.

#### **CRITÉRIOS PARA INVESTIMENTO "AD-HOC"**

Em geral, o empresário da pequena indústria/empresa tem capital restrito. Assim, as medidas mais atraentes, mas que exigem um maior investimento, não são priorizadas. Em vez disso, aquelas medidas que exigem menos capital, são selecionadas para a implantação. O impacto de uma implantação desse tipo não é tão atraente como esperado, causando assim uma perda de interesse e confiança.

#### **PREDOMINÂNCIA DE INCENTIVOS FISCAIS RELATIVOS À PRODUÇÃO**

Os incentivos fiscais predominantes, como a isenção de impostos de importação ou sobre a venda, muitas vezes são relativos à quantidade de produção, com pequena ou quase nenhuma relevância ao custo da produção. Desse modo, a tendência dos empresários é de concentrar-se na produção a fim de gerar o máximo de benefícios, deixando os itens de redução de custos, como as medidas de minimização de resíduos, relegados a um nível de importância secundário.

### 3.1.5. Barreiras de atitude

#### **FALTA DE CULTURA EM "MELHORES PRÁTICAS OPERACIONAIS" ("GOOD HOUSEKEEPING")**

Good Housekeeping é mais uma questão cultural do que uma questão técnica. Em geral, pequenos moinhos que foram criados como empresas familiares, sem o estabelecimento de um gerenciamento profissional, apresentam falta dessa cultura. Erros em Housekeeping, que ocorrem dos operários até o chefe executivo, estão sendo considerados como parte das operações industriais ao invés de serem vistos como um indicador da baixa eficiência e do mau gerenciamento.

#### **RESISTÊNCIA A MUDANÇAS**

Devido ao receio do desconhecido, o pessoal de uma planta industrial geralmente mostra uma resistência a qualquer mudança. Os conhecimentos do operador muitas vezes são baseados em experiência própria, sem nenhum treinamento estruturado. Ocorre uma resistência ao desvio das práticas operacionais existentes, dificultando a implantação das medidas de minimização de resíduos.

#### **FALTA DE LIDERANÇA**

Em geral, os moinhos pequenos são gerenciados como negócios familiares. Os donos/responsáveis pelas decisões raramente são gerentes qualificados e falham em exercer a liderança corporativa necessária. A visão e o pensamento dos empregados também são limitados à rotina diária, não tendo objetivos de longo prazo.

#### **FALTA DE SUPERVISÃO EFICAZ**

Em geral, os supervisores de pequenos moinhos são pessoas que foram promovidas devido ao seu desempenho positivo como operários. Isto significa que eles não são treinados para a função. Assim, a supervisão é ineficaz, e sob o ponto de vista dos operários, o supervisor é só um colega sênior, não recebendo o respeito como pessoa a quem devam prestar contas.

#### **SEGURANÇA NO TRABALHO**

A segurança no trabalho em pequenos moinhos depende mais dos caprichos dos empresários do que do desempenho dos funcionários. Por isso o pessoal está mais

preocupado em manter o emprego, fazendo o que o empresário gosta, e não querem arriscar cometer falhas em novas atividades.

### **MEDO DE FALHAR/ERRAR**

Existe uma série de estudos de caso bem sucedidos/projetos de demonstração que poderiam gerar confiança nos funcionários para testarem conceitos de minimização de resíduos nas suas unidades. O medo de cometer erros dissuade os funcionários de implantar programas de gerenciamento de resíduos. Isto também causa o NMF - Síndrome (NMF= Not Me First = Eu Primeiro Não), que mostra que uma pessoa tem vontade de testar uma idéia como segunda pessoa, contanto que a mesma tenha sido implantada e bem sucedida antes em outro lugar .

#### 3.1.6. Barreiras Governamentais

### **POLÍTICA DE ESTABELECEER PREÇOS DE ÁGUA**

O custo da água subterrânea (de poço), que serve como maior recurso de água para a indústria, é baseado no custo de bombear e uma "tarifa nominal". Isto é baixo demais para justificar ganhos econômicos na maioria das medidas de conservação de água.

### **ÊNFASE NO FIM-DE-TUBO**

As autoridades ambientais ainda concentram suas atividades em atingir um determinado padrão ambiental de descarga/disposição. Nesse contexto, não é dada importância à redução na geração de resíduos e emissões. Por isso os empresários preferem declarar-se partidários do fim-de-tubo convencional e satisfazer as autoridades ambientais, em vez de adotarem a minimização de resíduos.

### **POLÍTICA INDUSTRIAL**

Mudanças freqüentes na política industrial não incentivam os esforços de minimização de resíduos. Por exemplo, a proclamação recente da redução de isenção fiscal para o papel feito a partir de agro-resíduos irritou os representantes desse setor. Em vista das incertezas desse tipo, as unidades não têm vontade de implantar medidas de minimização de resíduos de longo ou médio prazo.

### **FALTA DE INCENTIVOS PARA ESFORÇOS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS**

Ainda não existem incentivos para a minimização de resíduos, como por exemplo concessões de impostos corporativos, licença de depreciação até 100% para medidas de controle da poluição, etc.

#### 3.1.7. Outras Barreiras

### **FALTA DE APOIO INSTITUCIONAL**

Praticamente não existe apoio institucional para promover programas de minimização de resíduos e para assistir os empreendedores no desenvolvimento e a implantação de programas de minimização de resíduos. A unidade tem que achar as soluções por si mesma e devido às barreiras mencionadas nos itens 2 e 3 das Barreiras Tecnológicas o programa não se desenvolve.

### **FALTA DE PRESSÃO PÚBLICA PARA O CONTROLE DA POLUIÇÃO**

A pressão das ONGs e do público em geral é necessária para um gerenciamento ambiental adequado. Na falta de uma abordagem como essa, o gerenciamento tende a ter um caráter despreocupado.

### **SAZONALIDADE**

Algumas pequenas empresas/indústrias apresentam variações sazonais. Por exemplo, moinhos de papel e celulose baseados em agro-resíduos são dependentes das colheitas para o suprimento de matéria-prima, o que varia conforme o tipo de colheita. Não é possível processar as diferentes matérias-primas com a mesma eficiência utilizando o mesmo

equipamento. Da mesma forma, a indústria de pesticidas têm de regular sua produção conforme a demanda de mercado, a qual tende a ser dirigida pelas estações do ano, pelo clima, etc.

#### **ESPAÇO LIMITADO**

Nas unidades existentes a disponibilidade de espaço para a instalação de equipamentos adicionais é um grande obstáculo na implantação de medidas de minimização de resíduos.

### **3.2. Soluções**

Neste momento, apenas as barreiras relacionadas às indústrias estão sendo tratadas. No entanto, também podem ser desenvolvidas recomendações para barreiras não industriais.

#### **3.2.1. Medidas organizacionais**

##### **ENVOLVENDO OS FUNCIONÁRIOS NO PROGRAMA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS**

Execução de workshops de sensibilização e reuniões de funcionários no nível do chão de fábrica normalmente apresentam resultados muito animadores em todos os setores.

##### **DELEGAÇÃO DE PODER DE DECISÃO**

Os empresários são convencidos a delegar poder para o líder do time de minimização de resíduos.

##### **REMUNERAÇÃO DOS "PRÓ-ATIVOS"**

No setor de pesticidas dois empregados foram indicados para um treinamento no exterior como um prêmio pelo seu envolvimento no programa de minimização de resíduos.

##### **MAIOR ÊNFASE EM QUESTÕES NÃO PRODUTIVAS**

O gerenciamento da empresa é levada a perceber a importância do custo de produção para aumentar a rentabilidade. Nas empresas onde foram implementadas medidas para a minimização de resíduos, o impacto foi significativo nos setores têxtil e de papel. Porém, no setor de pesticidas, onde a maior parte das empresas trabalha sob encomendas, a relevância da redução do custo de produção não foi significativa.

#### **3.2.2. Medidas sistemáticas**

##### **MELHORAR A DOCUMENTAÇÃO**

Alguns procedimentos simples de documentação para a compilação de dados foram introduzidos em algumas unidades do setor têxtil e de papel. Uma das unidades do setor de pesticidas também começou a organizar sua documentação.

##### **DESENVOLVIMENTO DA MÃO-DE-OBRA**

Foram feitos esforços para desenvolver as habilidades dos funcionários através da execução de treinamentos práticos, como, por exemplo, na operação eficiente de caldeiras e manutenção de máquinas de fabricação de papel.

##### **PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO**

Duas indústrias do setor têxtil começaram a planejar sua produção, mesmo insistindo na produção em larga escala. Porém, nos setores de papel e de pesticidas isto não foi possível devido às pressões externas.

#### **3.2.3. Medidas técnicas**

##### **DESENVOLVER A INFRA-ESTRUTURA**

Instrumentos simples de medição de fluxo e instalações de análise foram instaladas apenas em duas unidades têxteis, apesar de todas terem demonstrado interesse.



### 3.2.4. Medidas econômicas

#### **INCLUIR OS CUSTOS AMBIENTAIS NA ANÁLISE ECONÔMICA**

Apenas algumas unidades, que estão incorrendo em algum custo de abatimento de poluição, aceitaram esta medida.

#### **PLANO DE INVESTIMENTO**

A disponibilidade de fundos e planejamento de investimento não tiveram nenhum problema em duas unidades do setor de papel. Na terceira unidade, devido à dificuldade de fluxo de caixa, não foi possível investir. No setor têxtil, uma unidade incluiu o investimento em medidas de minimização de resíduos no seu plano geral de investimento. Uma unidade de pesticidas ligou a implantação de medidas de minimização de resíduos com a criação de uma nova planta.

### 3.2.5. Medidas de atitude

#### **GERENCIAR A MUDANÇA**

No setor têxtil em duas unidades valeu a pena a discussão de uma mudança proposta com operador e a sua colocação em prática como uma idéia dele mesmo.

#### **PRESTAR SUPERVISÃO EFICAZ**

Pessoal de supervisão adicional foi empregado em algumas unidades.

### 3.2.6. Soluções para o governo e agências externas

#### **DESENVOLVIMENTO DE MÃO-DE-OBRA**

O governo e instituições similares devem melhorar passo a passo a disponibilidade de mão-de-obra treinada. Instituições como Prestadoras de Serviço às pequenas indústrias/empresas, Organizações de treinamento industrial e Institutos de Tecnologia do papel devem desenvolver e conduzir programas/cursos de treinamento específicos de minimização de resíduos.

#### **ACESSO A INFORMAÇÃO TÉCNICA**

As instituições envolvidas devem desenvolver e apoiar ações de edição e disseminação de mais informações para uso da indústria. Algumas das áreas, onde esta informação é necessária, são: Minimização de Resíduos; Práticas de Operação e Manutenção: Química e Processo da Fabricação de Papel a partir de Agro-resíduos; Engenharia de Equipamento, etc.

#### **DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA**

As instituições técnicas e de pesquisa têm a difícil missão de desenvolver tecnologias adequadas para pequenas indústrias/empresas. Os déficits tecnológicos, que foram mencionados na lista de barreiras, devem ser resolvidos. Deve ser tomado cuidado para desenvolver tecnologias simples e custo-efetivas, as quais possam ser facilmente adotadas pela indústria. O governo deveria apoiar os esforços necessários nesta direção através de planos envolventes para a promoção de desenvolvimento tecnológico.

#### **PLANOS ESPECIAIS DE FINANCIAMENTO**

A fim de promover medidas de minimização de resíduos, que são dispendiosas, o governo e as agências de financiamento devem desenvolver planos para assistência financeira. Os planos devem ser simples e de fácil acesso às indústrias. As instituições financeiras devem dar prioridade a propostas de minimização de resíduos ao invés de propostas de controle de poluição através de técnicas de fim-de-tubo.

#### **INCENTIVOS FISCAIS**

Os incentivos fiscais devem ser vinculados à Produção mais Limpa e não apenas à produção. Incentivos adicionais como aumento automático da capacidade, compras preferenciais no setor governamental, permissão de 100% de depreciação sobre investimentos em

minimização de resíduos, etc., podem ser considerados para indústrias nas quais o consumo de recursos e a geração de resíduos e emissões estão abaixo de um nível especificado.

#### **POLÍTICA PARA ESTABELECIMENTO DE PREÇOS DE ÁGUA**

O preço da água necessita ser racionalizado e determinado sobre "custos evitados" no lugar de "custos de produção". O preço da água deve ser alto o suficiente para justificar sua conservação, mas não tão alto que afete a rentabilidade da indústria. Também poderia ser aplicada uma escala variável que tornasse a água progressivamente mais cara para permitir que as empresas implantem medidas de conservação.

#### **REDUÇÃO DA ÊNFASE NA ABORDAGEM DE FIM-DE-TUBO**

Os padrões de descarga/emissões precisam ser modificados para incorporar os benefícios da minimização de resíduos. Estimular padrões baseados na carga (kg ou DQO/tonelada de papel produzido) poderiam permitir à indústria optar em adotar a abordagem custo efetiva de minimização de resíduos ou a dispendiosa abordagem de fim-de-tubo. Aqui podem ser consideradas de forma especial as indústrias que estão habilitadas a reduzir seus níveis de geração de resíduos e emissões abaixo dos limites especificados.

#### **POLÍTICA INDUSTRIAL ESTÁVEL NO LONGO PRAZO**

O governo deve evitar fazer mudanças freqüentes na sua política industrial. Declarações de políticas industriais de longo prazo podem ajudar as indústrias a planejar seus programas e adotar passos adequados para ser cada vez mais competitivas sem proteção fiscal artificial.

#### **APOIO INSTITUCIONAL**

O governo deve criar instituições que possam prestar o apoio necessário para as indústrias desenvolverem e implantarem programas de minimização de resíduos. As instituições existentes devem ser forçadas a desenvolver as instalações e conhecimentos em minimização de resíduos e conseqüentemente ajudar as indústrias.

## FASE 2

### 4. PRÉ - AVALIAÇÃO

#### 4.1. Objetivo

- Selecionar o foco para a fase de avaliação.

#### 4.2. Resultados

- Desenvolvimento de um fluxograma do processo;
- Estabelecimento de um foco para a fase de avaliação;
- Elaboração de preparativos para a composição do “antes e depois”;
- Implementação das oportunidades óbvias de produção mais limpa a custo zero/baixo custo.



#### **Nota ao CNTL:**

A pré-avaliação pode, em alguns casos, ser integrada à fase de avaliação e poderia ser limitada a uma caminhada por toda empresa. Antes de serem implementadas quaisquer oportunidades de produção mais limpa, o Ecotime deve trabalhar no sentido de definir como, dentro das práticas operacionais existentes, podem ser monitoradas as mudanças de processo. Isto permite que o Ecotime faça uma comparação do “antes e depois” das oportunidades de produção mais limpa. Sem esta comparação, o Ecotime não pode provar a eficácia de custo das oportunidades.

É importante que as oportunidades óbvias de produção mais limpa sejam implementadas diretamente. Os resultados dessas oportunidades rapidamente introduzidas podem ajudar a motivar o pessoal da empresa.

### 4.3. Lista de checagem para o Estudo de Viabilidade

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a Fase de Estudo de Viabilidade. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se foram tratados todos os assuntos importantes desta fase.

No caso de uma resposta positiva justificar um relatório sobre outra informação, junte esta informação aos arquivos da Avaliação de Produção Mais Limpa.

Questões	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Você conduziu uma avaliação técnica para as oportunidades priorizadas?			
2. Você conduziu uma avaliação econômica para as oportunidades priorizadas?			
3. Você conduziu uma avaliação ambiental para as oportunidades priorizadas?			
4. Você determinou que treinamentos são necessários aos funcionários, para implementação bem sucedida das oportunidades selecionadas?			
5. Você tem consciência das barreiras para a implementação das oportunidades de produção mais limpa que podem ser encontradas no local de trabalho?			
6. Você tomou medidas para facilitar a implementação dessas oportunidades, tais como workshops, encontros, instruções resumidas, etc.			
7. Você documentou as oportunidades viáveis que foram selecionadas para implementação?			
8. Você documentou as oportunidades não viáveis?			
9. Você ajustou o planejamento e o cronograma para a avaliação de produção mais limpa?			
10. Você informou à gerência e aos funcionários sobre o progresso da avaliação de produção mais limpa?			
11. Você preparou folhas de "antes e depois" para a fase de implementação?			
12. Com base na situação esperada do antes e depois, você calculou o período esperado para o retorno?			
13.			
14.			
15.			

#### 4.4. Avaliação Técnica

Oportunidade de Produção Mais Limpa:

Questões	SIM	NÃO	NÃO TEM CERTEZA
1. Você determinou se outras empresas já têm experiências sobre isso?			
2. Essa oportunidade manterá a qualidade do produto?			
3. Essa oportunidade afetará adversamente a produção?			
4. Essa oportunidade requererá pessoal adicional?			
5. Os operários serão capazes de realizar o processo com a oportunidade implementada?			
6. É necessário treinamento extra dos operários?			
7. Você tem certeza de que essa oportunidade gerará menos resíduos?			
8. Você tem certeza de que essa oportunidade simplesmente não transferirá os problemas de resíduos de um meio a outro (por exemplo, de resíduos sólidos para emissões atmosféricas)?			
9. O layout e design de sua planta são capazes de incorporar essa oportunidade?			
10. O distribuidor garantirá essa oportunidade?			
11. Você determinou que essa oportunidade melhorará ou manterá a segurança e a saúde dos operários?			
12. Essa oportunidade reduz os resíduos em sua fonte?			
13. Os materiais e peças são rapidamente disponíveis?			
14. Essa oportunidade pode entrar facilmente em serviço?			
15. Essa oportunidade promove reciclagem?			
16.			
17.			

## 4.5. Folhas de Trabalho para a Fase de Pré-Avaliação

### 4.5.1. Lista de checagem para a Pré-Avaliação

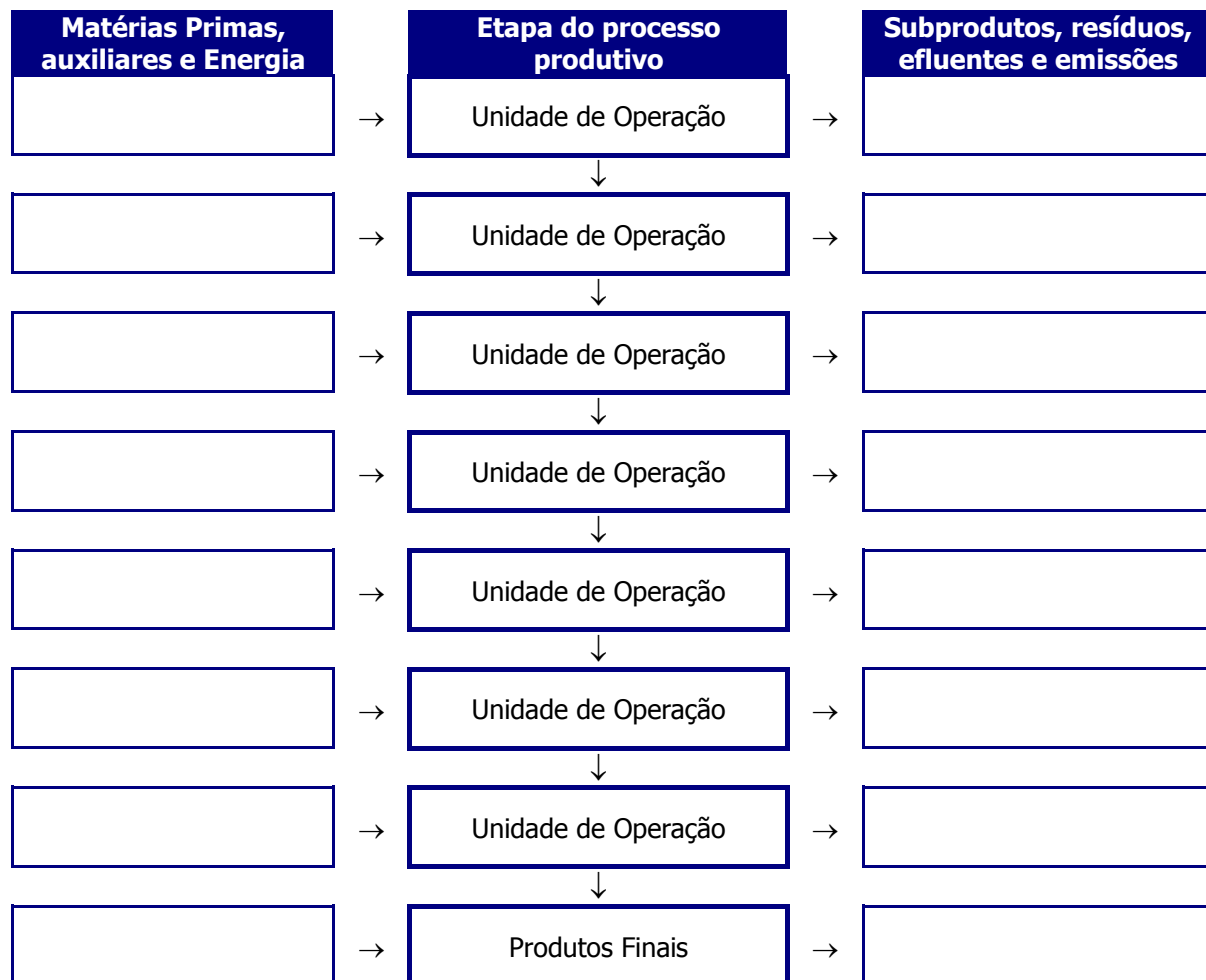
Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a fase de pré-avaliação. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se todos os assuntos importantes desta fase foram tratados.

No caso de uma resposta positiva justificar a necessidade de um relatório sobre outra informação, junte esta informação aos arquivos da avaliação de produção mais limpa.

Questões	SIM	NÃO	NÃO É RELEVANTE
1. Você coletou informações sobre a empresa e seus processos?			
2. Você identificou fontes de informação fora da empresa?			
3. Todos os membros do Ecotime estavam engajados na visita por toda a empresa?			
4. Você documentou as descobertas e resultados da visita?			
5. Você desenvolveu um fluxograma do processo?			
6. Foram realizadas ações para instalar um sistema de monitoramento e análise que permita uma comparação do "antes e depois" das oportunidades de produção mais limpa?			
7. Foram implementadas oportunidades óbvias de produção mais limpa sem custo?			
8. Você preparou folhas "antes e depois" para estas oportunidades?			
9. Você calculou o período de retorno para estas oportunidades?			
10. Foi estabelecido o foco para avaliação de produção mais limpa?			
11. Você avaliou e aperfeiçoou os objetivos de produção mais limpa?			
12. Você ajustou o planejamento e o cronograma para a avaliação de produção mais limpa?			
13. Você informou à gerência e aos funcionários sobre o progresso da avaliação de produção mais limpa?			
14. Você mudou a composição do Ecotime em antecipação aos passos seguintes?			
15.			

#### 4.5.2. Design de um Fluxograma de Processo

Esta folha de trabalho pode ser usada para fazer um fluxograma simples do processo durante a pré-avaliação. As entradas são matérias primas, auxiliares e energia. As saídas são subprodutos, resíduos, efluentes e emissões.



## 4.6. Quinto passo - Desenvolver um fluxograma de processo

### 4.6.1. Objetivo

Desenvolver um fluxograma do processo descrevendo toda a instalação e mostrando todos os passos por que passam as matérias-primas para formar um produto.

O Ecotime deve familiarizar-se com os processos de fabricação incluindo as instalações de armazenagem, utilitários, instalações para tratamento e disposição de resíduos.

### 4.6.2. Coletar informações documentadas

Toda a documentação e informações existentes relativas aos processos em sua empresa, devem ser coletadas e revistas. Previamente, devem ser realizadas pesquisas sobre a planta, as quais devem revelar informações úteis indicando áreas de interesse e também mostrar as lacunas onde não se dispõe de dados. Os lembretes a seguir dão algumas orientações sobre a documentação útil.

- Existe um plano do local?
- Há fluxogramas disponíveis?
- Alguma vez foram monitorados o consumo de energia e os resíduos e emissões do processo? Você tem acesso aos registros?
- Você tem um mapa da área adjacente que indica um plano para o esgoto cloacal, cursos de água, hidrologia e instalação de comunidades?
- Existem outras fábricas/plantas na área que possam ter processos similares?

Encontram-se descritos abaixo outros dados gerais que podem ser coletados rapidamente e que são informações úteis.

- Quais são os resíduos e emissões óbvios associados aos seus processos?
- De quais processos ou operações vêm esses resíduos e emissões?
- Que resíduos e emissões são classificados como perigosos e quais não são?
- Que matérias primas são levadas para as correntes de resíduos e emissões?
- Onde são usadas as maiores quantidades de matérias primas, auxiliares e energia?
- Você utiliza produtos químicos que possuem instruções especiais para uso e manuseio?
- Você tem custos com tratamento e disposição de resíduos e emissões? Quais são eles?
- Onde estão seus pontos de descarga de emissões líquidas, sólidas e gasosas?

### 4.6.3. Coletar informações durante a caminhada

Uma caminhada pela empresa é uma visita ao chão de fábrica através da qual o Ecotime obtém familiaridade com a planta e as unidades de operação. Durante a caminhada podem ser reveladas informações mais úteis.

Uma caminhada pode oferecer diversos benefícios para o Ecotime. Estes incluem oportunidade para:

- Atualizar os membros da equipe sobre as operações da planta;
- Documentar e verificar os fluxogramas;
- Identificar outras pessoas da planta que possam ter conhecimento específico ou idéias;
- Identificar oportunidades de produção mais limpa.

Deve-se tentar coincidir a caminhada com as operações específicas que são de interesse da equipe do projeto. Programe a caminhada quando todas ou a maior parte das unidades de operação estiverem operando. Podem ser programadas mais algumas caminhadas para considerar variações de turno ou variações sazonais na produção e para rever procedimentos de limpeza, manutenção ou reparos, bem como operações diretas de produção. Ao fazer a caminhada, tente seguir o processo desde a área de armazenagem até o ponto onde os produtos e os resíduos e emissões deixam a área.



Durante a caminhada, converse com aqueles que estão trabalhando no chão da fábrica. Os funcionários freqüentemente têm idéias ou informações que podem ser úteis na caracterização das unidades de operação ou na identificação de produção mais limpa. **Ressalte que a caminhada não é um processo de acusação!** Pode também mostrar-se útil a inclusão de alguns funcionários na caminhada, de modo que eles possam explicar as operações diárias e ajudar a identificar áreas-problema.

A tabela 03 contém uma lista de checagem de perguntas que podem ser feitas durante a caminhada para ajudá-lo a apontar deficiências, resíduos e emissões. As impressões iniciais podem oferecer pistas sobre como são gerados os resíduos e emissões e como eles poderiam ser controlados. Deve ser dada atenção especial às oportunidades de produção mais limpa de baixo ou nenhum custo. Estas devem ser implementadas imediatamente, sem esperar por análises detalhadas da viabilidade.

Enquanto estiver conversando com os empregados, você pode descobrir que precisa fazer algumas alterações na equipe do projeto ou na fase de Planejamento e Organização.

#### 1. Desenvolver o fluxograma de processo

A preparação de um fluxograma de processo detalhado e correto é um passo-chave na análise global e forma a base para a compilação do material e do balanço de energia.

Um fluxograma do processo pode ser desenvolvido pela conexão das unidades individuais de operação na forma de diagrama de blocos. A **folha de trabalho** incluída na frente desta fase pode ser usada para desenvolver o fluxograma do processo.

**Tabela 03** – Lista de checagem para uma caminhada

#### **Perguntas a serem respondidas durante a caminhada**

- Sua empresa mostra sinais de manutenção ineficiente da casa (corredores atravancados, pisos não varridos, tambores com material descobertos, etc.)?
- Existem derramamentos visíveis, recipientes com vazamento, água pingando ou correndo?
- Há descoloração ou corrosão nas paredes, superfícies de trabalho, forros, paredes ou tubos? Isto pode indicar vazamentos no sistema ou equipamento de manutenção precária.
- Você vê fumaça, poeira ou vapores que indicam perdas de material?
- Você sente cheiro de odores estranhos ou alguma irritação nos olhos, nariz ou garganta ao entrar pela primeira vez no local de trabalho? Estes sintomas podem indicar vazamentos no sistema.
- Existe algum estoque com data vencida ou materiais que você não usa mais, ainda armazenados?
- Existem recipientes abertos, tambores empilhados, prateleiras pequenas demais para o manuseio adequado do estoque?
- Existe algum registro de atividades, informando a empresa sobre o progresso feito;
- Estabelece objetivos gerais sobre a produção mais limpa;
- Estabelece um sistema de registros dos materiais de resíduos;
- Define o foco da avaliação em determinadas correntes de resíduos e seções do processo de produção;
- Formula tarefas individuais, se necessário;
- Realiza (ou supervisiona) a avaliação;
- Realiza (ou supervisiona) análise de viabilidade técnica-financeira das oportunidades adequadas;
- Seleciona e apóia as oportunidades apropriadas para implementação;
- Cuida do financiamento e elabora um programa para implementação;
- Supervisiona (ou dirige) o processo de implementação;
- Monitora os resultados da oportunidade tão logo ela se torne operacional;

- Assegura a continuidade das atividades de produção mais limpa.

O quadro deve listar e, por extensão, caracterizar as correntes de entradas e saídas, tendo especial cuidado com as correntes de reciclagem. Realce os materiais sem custo ou de menor custo como água, ar, areia, etc, uma vez que estes freqüentemente terminam por ser a principal causa de resíduos e emissões.

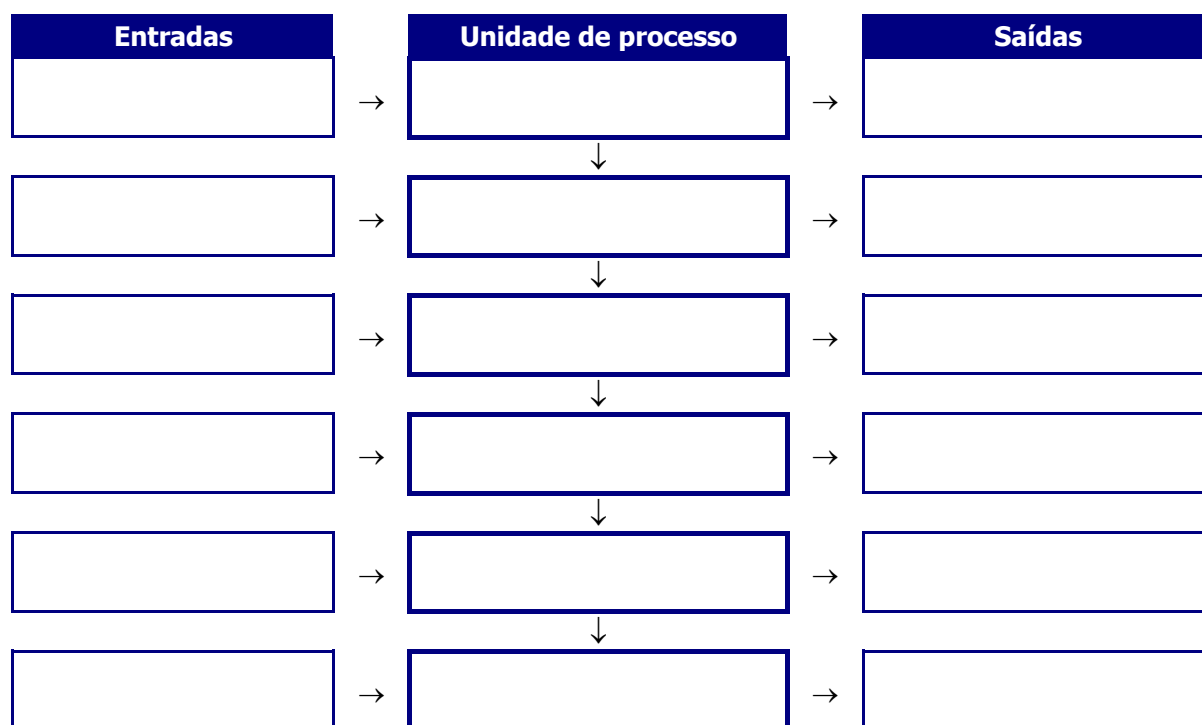
O fluxograma de processo deve também dar especial atenção a diversos passos muitas vezes negligenciados nos fluxogramas de processo tradicionais. Estes incluem:

- Armazenagem e manuseio de materiais;
- Manutenção e conserto dos equipamentos;
- Subprodutos liberados para o meio ambiente como emissões fugitivas.

O fluxograma de processo poderia ser suplementado com equações químicas para facilitar a compreensão do processo. Os materiais que são usados ocasionalmente e/ou que não aparecem nas correntes de produtos (por exemplo: catalisadores, óleo refrigerante) e os processos periódicos, em batelada e contínuos devem também ser adequadamente realçados.

A figura 03 é exemplo de um fluxograma de processo para operações de curtimento de couros. A unidade de operação, chamada na figura 03 de unidade de processo, geralmente é uma instalação, máquina ou atividade. A unidade de operação, como um banho de enxágüe em contracorrente, pode ser separada em diversos elementos, por exemplo, os banhos individuais no enxágüe contracorrente. Durante a Fase de Avaliação será originado um balanço de material para cada um destes elementos. Juntos, eles formam o balanço de material da unidade de operação.

Um olhar de relance na instalação toda pode oferecer à equipe do projeto informações adequadas para determinar quantos processos separados, independentes e unidades de operação existem dentro da instalação e que processos ela quer selecionar para o foco da avaliação de produção mais limpa.



**Figura 03** – Fluxograma de processo

## 4.7. Sexto passo - Avaliar as entradas e saídas

### 4.7.1. Objetivo

Determinar, com base no “senso comum”, se as quantidades de entradas resultam em uma quantidade razoável de saídas.

Ao olhar para quantas entradas são convertidas em produtos, quantas em resíduos e quantas auxiliares são necessárias durante a produção, pode-se determinar se o processo é ou não eficiente. Estes levantamentos são usados para determinar o foco da avaliação de produção mais limpa.

Durante este passo faz-se uma estimativa bruta das quantidades de matérias-primas, auxiliares, produtos, subprodutos, energia, resíduos e emissões consumidos e produzidos por cada processo ou unidade de operação. Os resultados desta avaliação são usados para determinar o foco da Avaliação de Produção Mais Limpa.

É preferível que a avaliação seja baseada no “senso comum” e não em cálculos. De modo algum você deve tentar gerar um balanço de material detalhado do processo ou da unidade de produção. Isto é feito durante a fase de Avaliação.

Neste estágio, a equipe do projeto deve considerar se o sistema de monitoramento e análise existente é adequado. Os dados sobre as quantidades e a composição de entradas e saídas devem ser registrados periodicamente, de modo que possa ser feita uma comparação do “antes-e-depois” de uma oportunidade de produção mais limpa.

Se o sistema atual de monitoramento e análise for inadequado, deve-se tentar tomar providências, dentro das práticas de operação existentes, para registrar as quantidades de entradas e saídas que são suficientemente exatos para fazer uma comparação do “antes-e-depois”. Não se espera que sejam instalados sistemas complicados de monitoramento e análise. Os registros de vendas e compras ou os diários das unidades de operação e processos podem mostrar-se adequados para este propósito.

## 4.8. Sétimo passo - Determinar os focos da Avaliação de Produção Mais Limpa

### 4.8.1. Objetivo

Determinar os focos para a avaliação de produção mais limpa com base nos resultados dos passos 5 e 6.

Em princípio, todos os processos e unidades de operação podem ser candidatos a foco da avaliação de produção mais limpa. Contudo, por razões de praticidade (recursos financeiros e humanos disponíveis), deve ser feita uma seleção de processos e unidades de operação.

A determinação dos focos para a avaliação de produção mais limpa é basicamente um aperfeiçoamento dos objetivos de produção mais limpa que foram definidos durante a fase de planejamento e organização. Portanto, aplicam-se aqui as mesmas considerações e critérios. A seguir, apresenta-se uma lista de checagem que o capacita a determinar os focos da avaliação de produção mais limpa.

O melhor foco da avaliação de produção mais limpa:

- Gera grande quantidade de resíduos e emissões;
- Causa grande perda econômica;
- Tem numerosas oportunidades óbvias de produção mais limpa;
- É aceito por todas as pessoas envolvidas.

Na tabela 04 encontra-se um conjunto de critérios mais abrangentes que podem ser levados em consideração quando se estiver determinando prioridades para os focos da avaliação.

As informações coletadas durante a pré-avaliação devem ser documentadas porque:

- Essas informações são um pré-requisito para a avaliação;
- São cruciais para a comparação do “antes-e-depois” após terem sido implementadas as oportunidades de produção mais limpa;
- Podem ser de grande ajuda na próxima vez que for conduzida uma avaliação de produção mais limpa.

**Tabela 04** - Critérios para determinação dos focos da avaliação de produção mais limpa.

#### **Critérios para a determinação dos focos da avaliação**

- Nível de periculosidade para o meio ambiente;
- Custos das matérias-primas;
- Submissão a regulamentos e taxas presentes e futuros;
- Custos do gerenciamento de resíduos e emissões (tratamento e disposição);
- Potencial de responsabilidade ambiental;
- Quantidade de resíduos e emissões;
- Consumo de energia;
- Propriedades perigosas dos resíduos e emissões (incluindo toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade);
- Perigos à segurança dos empregados e às áreas vizinhas;
- Potencial para (ou facilidade de) produção mais limpa;
- Potencial para a remoção das condições que retardam o progresso da produção ou de correntes de resíduos e emissões;
- Potencial para recuperação de subprodutos valiosos;
- Orçamento disponível para a avaliação de produção mais limpa;
- Potencial de subsídios ou garantias para investimento em tecnologias mais limpas;
- Expectativas com relação à competitividade futura.

## FASE 3

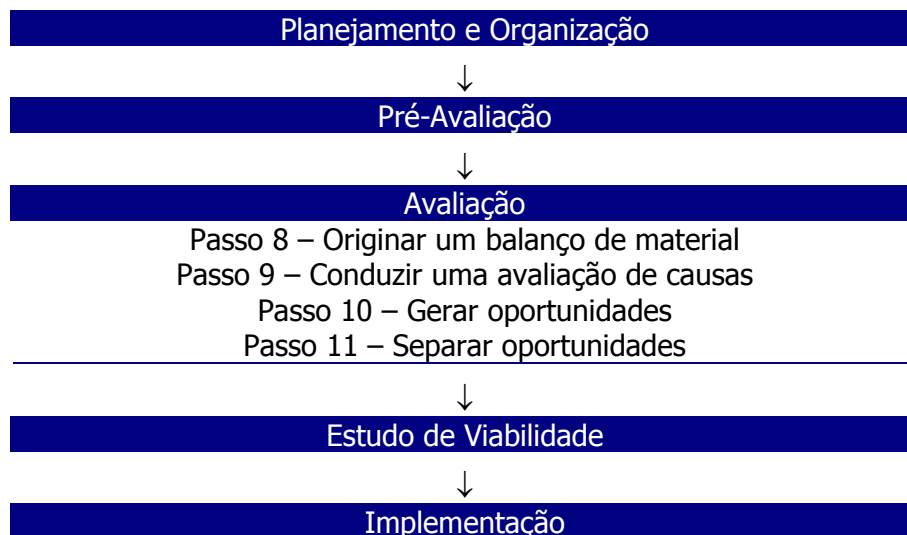
### 5. AVALIAÇÃO

#### 5.1. Objetivo

Desenvolver um conjunto amplo de oportunidades de produção mais limpa e identificar as oportunidades que possam ser implementadas imediatamente e as que necessitam de análises adicionais mais detalhadas.

#### 5.2. Resultados

- São originados e checados balanços de material;
- É obtida uma compreensão detalhada das fontes e causas da geração de resíduos e emissões;
- É gerado um conjunto abrangente de oportunidades de produção mais limpa, listadas em ordem de prioridade.



#### **Nota ao CNTL:**

O balanço de material é o centro da avaliação da produção mais limpa. Você precisa discernir as quantidades de materiais que está usando e tornando resíduos, porque você não pode gerenciar o que não consegue mensurar! Tente ser o mais preciso possível, mas não gaste uma quantidade desproporcional de tempo e dinheiro aperfeiçoando o balanço de material. Mesmo com um balanço impreciso, você consegue identificar algumas oportunidades de produção mais limpa. Sem restrições quanto ao nível de detalhes do balanço de material, você deve assegurar-se de que a exatidão dos dados seja usada consistentemente.

## 5.3. Folhas de trabalho para a fase de avaliação

### 5.3.1. Lista de checagem para a avaliação

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a fase de avaliação. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se tratou de todos os assuntos importantes desta fase.

### 5.3.2. Folha de trabalho para o balanço de material

Esta folha de trabalho pode ser preenchida quando tiverem sido investigadas as entradas e saídas e quando tiverem sido imputados os custos. Esta folha de trabalho será usada novamente para a avaliação de causas e geração de oportunidades.

### 5.3.3. Custo das correntes de resíduos

Faz-se uma folha de trabalho separada para os custos das correntes de resíduos para apresentar à gerência e aos funcionários. Isso pode ajudar a obter o comprometimento e envolvimento da gerência para a avaliação de produção mais limpa.

### 5.3.4. Avaliação de causas

Esta folha de trabalho pode ser usada para documentar sistematicamente as causas das correntes de resíduos. Ela pode ser usada novamente para a geração de oportunidades.

### 5.3.5. Oportunidades de produção mais limpa

Esta folha de trabalho pode ser usada durante a sessão de explosão de idéias para listar todas as oportunidades de produção mais limpa que são geradas.

## 5.4. Lista de checagem para o Estudo de Viabilidade

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a Fase de Estudo de Viabilidade. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se tratou de todos os assuntos importantes desta fase.

No caso de uma resposta positiva implicar na necessidade de um relatório sobre outra informação, junte esta informação aos arquivos da avaliação de produção mais limpa.

	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO É RELEVANTE</b>
1. Você gerou balanços de material para todas as unidades de operação que estão no foco da avaliação?			
2. Você atribuiu custos aos elementos dos balanços de material?			
3. Você realçou as causas e fontes dos resíduos e emissões e das perdas de energia dos balanços de material?			
4. Você entende as causas da geração de resíduos e emissões e das perdas de energia em sua empresa?			
5. Você coletou e documentou as informações sobre oportunidades de produção mais limpa?			
6. Você conduziu uma sessão de explosão de idéias?			
7. Todas as oportunidades identificadas de produção mais limpa estão documentadas?			
8. Você ordenou as oportunidades?			
9. Você priorizou as oportunidades considerando sua disponibilidade, conveniência, efeito ambiental e efeito econômico?			
10. Você implementou oportunidades obviamente praticáveis de nenhum ou de baixo custo?			
11. Você preparou folhas de "antes e depois" para estas oportunidades e determinou o período de retorno?			
12. Você avaliou e aperfeiçoou os objetivos de produção mais limpa?			
13. Você ajustou o planejamento e o cronograma para a avaliação?			
14. Você informou à gerência e aos funcionários sobre o progresso da avaliação de produção mais limpa?			
15. Você ajustou a composição da equipe do projeto antecipadamente às necessidades dos passos seguintes?			

#### 5.4.1. Balanço de material - adaptado

Esta folha de trabalho pode ser usada para originar um balanço de material de uma unidade simples de operação durante a avaliação.

Entradas			Processo	Saídas		
Custos anuais	Quantidade anual	Matérias-primas, auxiliares e energia		Produto, subproduto, energia, resíduos e emissões	Quantidade anual	Custos anuais

Data da primeira medição:

Data da segunda medição:



## 5.4.2. Custos das correntes de resíduos e emissões

Unidade operacional:

Data:

Fluxo de resíduos e emissões	Custo da perda de produtos (anual)	Custo da perda de matéria-prima (anual)	Custo ambiental (anual)	Custo total (anual)
Correntes de resíduos sólidos				
1.				
2.				
3.				
4.				
Corrente de efluentes				
1.				
2.				
3.				
4.				
Emissões atmosféricas				
1.				
2.				
3.				
4.				
Perdas de energia				
1.				
2.				
3.				
4.				

## 5.4.3. Avaliação de causas

Fluxo de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

Unidade operacional: \_\_\_\_\_

Fontes possíveis de resíduos	Especificação
Matéria-prima	
1.	
2.	
3.	
4.	
Tecnologia	
1.	
2.	
3.	
4.	
Práticas de operação	
1.	
2.	
3.	
4.	
Produtos	
1.	
2.	
3.	
4.	
Resíduos	
1.	
2.	
3.	
4.	

## 5.4.4. Oportunidades de produção mais limpa

Fluxo de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

Unidade operacional: \_\_\_\_\_

Abordagem de produção mais limpa	Poderia ser aplicada a fim de:	Por meio de:
Mudança nos materiais de entrada no processo		
1.		
2.		
3.		
4.		
Mudança tecnológica		
1.		
2.		
3.		
4.		
Boas práticas de operação		
1.		
2.		
3.		
4.		
Mudanças no produto		
1.		
2.		
3.		
4.		
Reuso no local		
1.		
2.		
3.		
4.		

## 5.5. Oitavo passo – Originar um balanço de material

Considerar o uso de matérias-primas, auxiliares e energia que entram no processo e que são liberadas pelo mesmo processo.

Um balanço de material permite a identificação e a quantificação das perdas ou emissões anteriormente desconhecidas. O fluxograma de processo forma a base para o cálculo do balanço de material. O balanço de material traz compreensão sobre a fonte e a causa dos resíduos e emissões. Esta compreensão é necessária para a geração de oportunidades de produção mais limpa.

### 5.5.1. Objetivo

O balanço de material não é apenas usado para identificar as entradas e saídas, mas também os custos associados com essas entradas e saídas. A percepção desses custos pode convencer a gerência a concordar com a rápida implementação de oportunidades de produção mais limpa. A tabela 5 lista algumas fontes de informação que podem ajudá-lo a encontrar os dados necessários para originar o balanço de material.

Há diversos componentes de custo direto e indireto aos resíduos e emissões, tais como:

- Custo de matérias-primas em resíduos e emissões;
- Custo de produtos em resíduos e emissões;
- Custo de energia em produtos, resíduos e emissões;
- Custo de tratamento de resíduos e emissões para conformidade com as exigências das regulamentações;
- Custo de transporte e disposição de resíduos;
- Custo de manutenção.

Em um estágio posterior, os balanços de material são úteis para:

- Monitoramento das melhorias feitas após introdução de uma oportunidade de produção mais limpa;
- Estimativa da escala e dos custos das instalações adicionais potencialmente necessárias e de outros ajustes;
- Avaliação dos custos e benefícios de um processo.

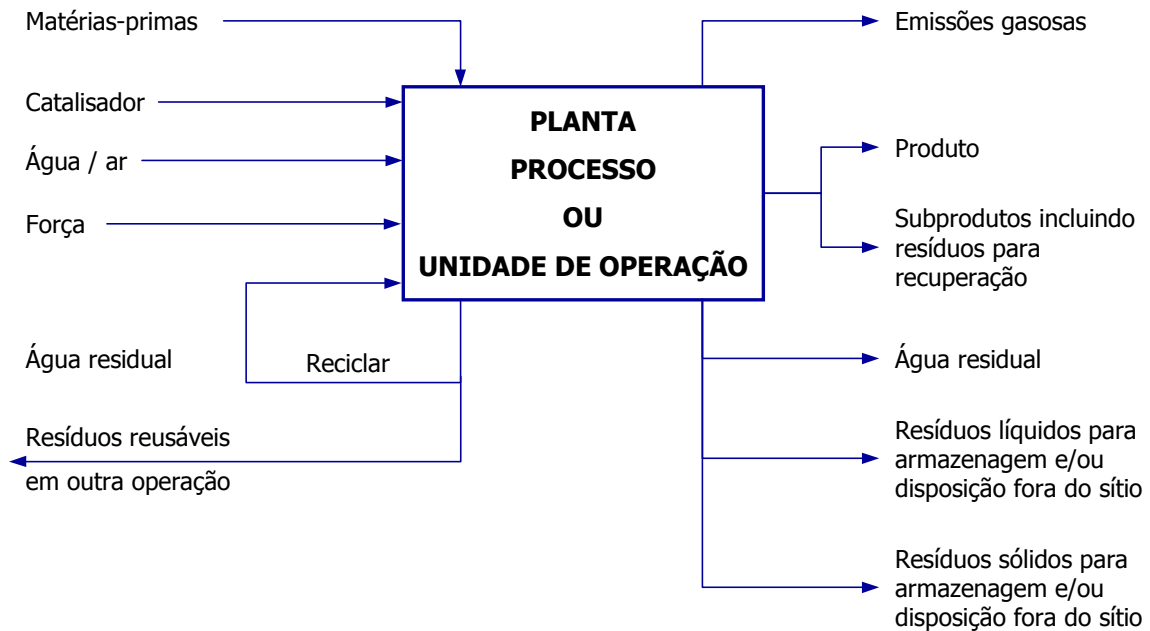
Durante a pré-avaliação você obtém informações sobre as entradas e saídas dos processos e das unidades de operação. O fluxograma de processo forma a base para o balanço de material.

### 5.5.2. Princípios de um balanço de material

Em sua forma mais simples, um balanço de material é esquematizado de acordo com o princípio de conservação de massa.

$$\text{Saídas} = \text{Entradas} + \text{Acumulação}$$

Onde as entradas incluem matérias-primas, auxiliares, água e energia e saídas incluem produtos, subprodutos, resíduos, efluentes e emissões. O material e a energia podem acumular-se em um processo por um determinado tempo. Por exemplo, após esvaziar um lote, alguns materiais podem ser deixados nele quando se inicia um novo lote. Isto pode resultar em acumulação de material que, em estágio posterior, terminará em produto, subproduto ou resíduo. Para cada entrada, você terá que determinar de que forma ele se acumulará ou deixará o processo como produto. Deve-se tomar cuidado para não deixar passar nenhuma das reações químicas de conversão que ocorrem durante o processo. A figura 4 ilustra os diferentes componentes do balanço de material para uma unidade de operação.



**Figura 04** – Componentes de um balanço de material de uma unidade de processo

A unidade de medida para as entradas e saídas pode variar de caso a caso, mas podem ser consideradas as seguintes orientações:

- Ao determinar o fator tempo, sempre escolha um período que inclua quantidade de produção, por exemplo, t/ano ou kg/hora.
- Pegue pelo menos dois lotes cheios no caso da produção em lotes. É importante incluir o início e as operações de limpeza.
- Calcule a base de volume nas condições padrão no caso de gases.
- Se as perdas estiverem associadas com paralisações habituais na empresa, podem ser necessários longos períodos para a avaliação.

#### **Fontes de informação para a geração de um balanço de material**

- Registro de compra
- Relações de materiais
- Registros da composição dos lotes
- Informações dos fornecedores sobre os produtos
- Especificações do produto
- Diários de operação
- Procedimentos padrão de operação e manuais de operação
- Amostras, análises e medições de matérias-primas, materiais de entrada, produtos, resíduos, efluentes e emissões
- Contas de energia
- Relatórios de emissões
- Procedimentos de limpeza e verificação de dados quanto à exatidão e pertinência do equipamento
- Formulários de resíduos e emissões
- Literatura, consultores
- Entrevistas com empregados do chão-de-fábrica para checar se as operações são realmente realizadas de acordo com as prescrições.

### 5.5.3. Definir o volume de controle para o balanço de material

Antes que o balanço de material possa ser originado, a unidade de operação deve ser definida cuidadosamente. Os balanços de material são mais fáceis, mais significativos e mais exatos quando são feitos para unidades individuais, operações ou processos de produção. Um balanço de material para a empresa pode ser construído a partir dos balanços de material das operações das unidades individuais.

Para fins de análise, pode-se imaginar a unidade de operação como se estivesse rodeada por uma caixa imaginária. A tarefa, então, é considerar todos os materiais que entram na caixa (matérias – primas, insumos, auxiliares, água, energia) ou saem da caixa (produtos, subprodutos, resíduos, efluentes e emissões) durante o período estabelecido para o cálculo do balanço de material. Ao final do período, deve ser medida a quantidade de material acumulado na unidade de operação. As entradas devem igualar-se às saídas e à acumulação.

Qualquer discrepância na equação representa erros de medida ou materiais não contabilizados. Em alguns casos, a discrepância pode ser causada por furto de matérias-primas ou produtos.

Enquanto não for possível apresentar orientações precisas e completas para a definição de caixas de balanço de material, podem lhe ser úteis as seguintes orientações:

- Use o fluxograma de processo e preencha com as entradas e saídas.
- Separe o sistema total e escolha o subsistema individual mais simples. Geralmente, o subsistema individual é uma unidade de operação ou um elemento de uma unidade de operação (Vide passo 5). No entanto, você poderá escolher um fluxo de material (por exemplo, acompanhe com atenção onde é usado cromo como **entrada** e onde ele termina em **saída** nos curtumes).
- Escolha a caixa de balanço de material (limites do balanço) de modo que o número de correntes que entram e saem do processo, unidade de operação ou de seus elementos seja o menor possível.
- Para iniciar, escolha sempre correntes de reciclagem dentro da caixa.

### 5.5.4. Investigar as entradas

Enquanto estiver investigando as entradas, conversando com a equipe ou observando as operações em ação na unidade, a equipe do projeto deve estar pensando sobre como melhorar a eficácia das operações na unidade. As perguntas a considerar estão listadas na Tabela 6.

Podem ser feitas as seguintes separações de entradas:

- matérias-primas, insumos e auxiliares;
- água;
- energia.

#### **Matérias-primas, insumos e auxiliares**

Em geral devem ser respondidas as seguintes perguntas sobre matérias-primas, insumos e auxiliares:

- Que matérias-primas, insumos e auxiliares são usadas no processo?
- Qual é sua função no processo de produção?
- Em que quantidades elas são usadas?
- Quais os custos das matérias-primas, insumos e auxiliares?
- Que características perigosas elas apresentam para as pessoas e o meio ambiente?

É possível realizar a quantificação das matérias-primas, insumos e auxiliares pela observação e por procedimentos simples de contabilidade. Em muitas situações, as unidades de operação onde há maiores perdas de matéria-prima, insumos e auxiliares são a

armazenagem e a transferência. Você deve olhar para estas operações juntamente com os registros de compra, para determinar a verdadeira entrada líquida ao processo.

Para matérias-primas, insumos e auxiliares sólidos, pergunte ao operador do almoxarifado quantos sacos estão estocados no início da semana ou antes de uma unidade de operação; então pergunte novamente quantos restaram ao final da semana ou unidade de operação.

Para matérias-primas, insumos e auxiliares líquidos, tais como solventes, confira as capacidades de armazenagem dos tanques e pergunte aos operadores quando um tanque foi enchido pela última vez. Os volumes podem ser estimados a partir do diâmetro e da profundidade dos tanques.

Monitore os níveis do tanque e o número deles que chegam ao local. Confira também os barris e os recipientes.

Perguntas para a investigação de entradas:

- O tamanho da relação de matérias-primas é adequado para assegurar que as perdas com o manuseio de material sejam minimizadas?
- As distâncias de transferência entre armazenagem e processo ou entre operações da unidade poderiam ser reduzidas para minimizar as quantidades desperdiçadas?
- Os mesmos tanques estocam matérias-primas diferentes dependendo do produto do lote? Existe risco de contaminação cruzada?
- As embalagens de materiais são totalmente esvaziadas ou é desperdiçado um pouco do material?
- São usados materiais viscosos no local? É possível reduzir a quantidade de resíduos desperdiçados nos tambores?
- A área de armazenagem das matérias-primas é segura? Um prédio pode ser trancado à noite, ou uma área pode ser cercada para restringir o acesso?
- Como as matérias-primas podem ser protegidas da luz direta do sol ou de chuvas pesadas?
- A poeira das pilhas estocadas é um problema?
- O equipamento usado para bombear ou transferir materiais está funcionando com eficiência? Recebe manutenção regularmente?
- Os derramamentos poderiam ser evitados?
- O processo é adequadamente equipado?
- Como poderia ser monitorada a entrada de matérias-primas?
- Existem itens com necessidade óbvia de reparos?
- Os oleodutos são autodrenáveis?
- A água da bomba pneumática é recirculada?

#### **5.5.4.1.      ÁGUA**

Em geral devem ser respondidas as seguintes questões sobre a água:

- Onde a água é usada no processo?
- Por que ela é usada no processo de produção?
- Em que quantidade ela é usada?
- Qual é o custo do consumo de água?

A não ser que sirva para a reação de um processo, o uso da água é fator que deve ser coberto em todas as avaliações de produção mais limpa. O uso de água para lavar, enxaguar e esfriar é freqüentemente negligenciado, embora represente uma área onde a redução no consumo pode, muitas vezes, ser conseguida de modo simples e econômico.

Considere estes pontos gerais sobre o fornecimento de água no local, antes de avaliar o uso da água nas unidades individuais.

- A água é extraída diretamente de um poço artesiano, reservatório de rio ou sistema público de fornecimento de água? A água é estocada em tanques ou lagoas?
- Qual é a capacidade de armazenagem de água no local?
- Como a água é transferida – por bombeamento, gravidade ou manualmente?
- A chuva é um fator significante no local?

Para cada unidade de operação considere o que segue:

- Para que finalidade é usada a água em cada operação (resfriamento, purificação de gás, lavagem, enxágüe dos produtos, umedecimento de pilhas do estoque, manutenção, resfriamento de segurança, etc.)?
- Com que frequência ocorre cada ação?
- Que quantidade de água é usada para cada ação?

O uso de menos água pode ser um exercício de economia de custos. Considere os seguintes pontos ao investigar o uso de água:

- O controle mais rígido do uso da água pode reduzir o volume de água residual que requer tratamento e resulta em economia de custos – às vezes pode reduzir os volumes e aumentar as concentrações a ponto de oferecer recuperação econômica de materiais.
- A atenção às boas práticas de operação freqüentemente reduz o uso e, por sua vez, a quantidade de água residual para o esgoto.
- O custo de armazenagem da água para reuso pode ser menor do que para tratamento e disposição.
- Enxágüe contracorrente e o reuso da água de enxágüe podem reduzir o uso.
- Pode ser economizada energia se for aquecido apenas o volume de água realmente necessário.

#### **5.5.4.2. ENERGIA**

Em geral devem ser respondidas as seguintes questões sobre a energia:

- Onde a energia é consumida no processo?
- Qual é a função da energia no processo?
- Em que quantidades ela é consumida?
- Quais são os custos do consumo de energia?

Às vezes, os balanços de energia e de materiais são feitos separadamente. No entanto, sendo a produção mais limpa uma abordagem integrativa, os balanços de energia e de material são integrados.

A energia é usada de diversos modos nos processos de produção, incluindo:

- Transporte de materiais e/ou pessoas
- Mudança de temperatura de materiais ou espaços
- Iluminação de espaços
- Mudança na forma dos materiais
- Mudança das propriedades físicas ou químicas de materiais

Pode ser difícil obter informações detalhadas sobre o consumo de energia quando não existem medidas individuais para as operações da unidade. Você pode ter uma idéia sobre o uso de energia olhando para a quantidade de quilowatts usada por equipamento de acordo com suas prescrições. Contudo, você deve ter o cuidado de considerar que, devido à manutenção precária e idade do equipamento, o uso de energia pode tornar-se muito mais alto do que o indicado.

#### **5.5.5. Investigar as saídas**

As saídas são geralmente separadas nas seguintes categorias:

- Produtos e subprodutos
- Resíduos, efluentes e emissões
- Energia



### 5.5.5.1. PRODUTOS E SUBPRODUTOS

Geralmente devem ser respondidas as seguintes perguntas para produtos e subprodutos:

- Quais são os produtos e subprodutos?
- Em que quantidades são produzidos?
- Quais são os componentes perigosos?
- Qual é a dimensão da perda do produto e quais são os custos associados a essa perda?
- Existe uma unidade de reciclagem para os produtos rejeitados?

Para reunir informações sobre a quantidade de entradas em produto você precisa de informações sobre a composição do produto e sobre a quantidade produzida. O primeiro tipo de informação pode ser freqüentemente encontrado pela revisão das folhas de tarefa, pela combinação das etiquetas, especificações do cliente, dados do controle de qualidade e folhas de dados dos produtos. O segundo tipo de informação pode ser encontrado nos registros de vendas dos produtos. Observe que a quantidade de produtos vendidos por uma companhia nem sempre é igual à produção, devido à perda durante o manuseio, transporte ou por roubo.

Se for o caso de um produto intermediário, que serve como entrada para outro processo ou unidade de operação, então pode não ser tão fácil quantificá-lo.

Os coeficientes de produção deverão ser medidos por um período de tempo.

Da mesma forma, a quantificação de quaisquer subprodutos pode exigir medições. Um subproduto é um produto não produzido em um processo de produção. Os subprodutos não se tornam necessariamente resíduos e emissões. Podem ser reintroduzidos em uma unidade de produção e reutilizados nas operações de produção ou vendidos no mercado como matéria-prima ou como um outro produto.

### 5.5.5.2. RESÍDUOS E EMISSÕES

Geralmente devem ser respondidas as seguintes perguntas para resíduos e emissões:

- Que resíduos e emissões estão sendo gerados?
- Em que quantidades são gerados?
- Qual é a sua composição e periculosidade aos seres humanos e ao meio ambiente?
- Quais são os custos associados aos resíduos e emissões?

A medição da quantidade e da composição dos resíduos e emissões deve ser feita periodicamente. Pelo monitoramento dos resíduos e emissões, as flutuações sazonais ou grandes correntes únicas de resíduos e emissões podem ser distinguidas dos fluxos contínuos. As modificações em resíduos e emissões não podem ser medidas com exatidão, a não ser que as informações sejam coletadas tanto antes como depois da implementação de uma oportunidade mais limpa.

Os custos de resíduos e emissões dependem dos custos de:

- Arrecadações e licenças
- Penalidades por excesso aos limites
- Reciclagem interna
- Disposição e tratamento
- Perda de matérias-primas e auxiliares
- Perdas de energia
- Custos de horas de trabalho não-produtivas (por exemplo, manutenção e limpeza)
- Remediação

Pode ser feita a seguinte separação de resíduos e emissões:

- Resíduos sólidos e lodos
- Efluentes líquidos
- Emissões gasosas

### **5.5.5.3. RESÍDUOS SÓLIDOS E LODOS**

Ao medir a quantidade de resíduos sólidos ou lodos acumulados na corrente de água residual, você pode questionar-se sobre o que segue.

- De onde se originam os resíduos?
- As operações de fabricação poderiam ser otimizadas para produzirem menos resíduos?
- Poderiam ser usadas matérias-primas alternativas que produziriam menos resíduos?
- Existe um componente específico que torna todos os resíduos perigosos? Esse componente poderia ser isolado?
- Os resíduos contêm materiais valiosos?
- Os resíduos podem ser reciclados?

Alguns resíduos sólidos prestam-se para reuso direto na produção e podem ser transferidos de uma unidade de operação para outra. Outros requerem alguma modificação antes que sejam adequados para reuso. As correntes de resíduos reusados devem ser quantificadas.

### **5.5.5.4. EFLUENTES LÍQUIDOS**

Freqüentemente são despejadas quantidades significativas de efluentes líquidos no esgoto ou no curso d'água. Sem considerar as implicações ambientais e o custo do tratamento, os efluentes líquidos contêm matérias-primas valiosas e energia não usada. A avaliação do fluxo de efluentes líquidos e da concentração de matérias-primas que ele carrega é, portanto, decisiva para a conclusão do balanço de material. A soma dos efluentes líquidos gerados em cada unidade de operação deve ser aproximada à soma de tudo o que entra no decorrer de todo o processo.

Aqui se encontram algumas sugestões sobre como realizar uma pesquisa dos fluxos de efluentes líquidos:

- Identifique os pontos de descarga de efluentes (tenha consciência de que pode haver diversos pontos de descarga).
- Identifique onde os fluxos de diferentes unidades de operação ou áreas de processo contribuem para o fluxo geral.
- Identifique as instalações de tratamento dos efluentes líquidos e as correntes de reciclagem interna
- Planeje seu programa de monitoramento por toda a planta e tente coletar amostras de uma série de condições de operação, tais como produção plena, início, paralisação e lavagem.

### **5.5.5.5. EMISSÕES GASOSAS**

As emissões gasosas podem constituir uma perda considerável de recursos, sendo importante considerá-las cuidadosamente ao realizar um balanço de material. As emissões gasosas nem sempre são óbvias e podem ser de difícil medição. As indicações de emissões gasosas podem revelar-se ao responder-se as seguintes perguntas:

- Existem odores associados a uma unidade de operação?
- Existem períodos em que as emissões gasosas são mais manifestas? Em caso afirmativo, eles estão vinculados à temperatura?
- Existe no local algum equipamento para controle de poluição?
- As emissões gasosas são de lugares confinados (incluindo emissões fugitivas) com saída para o exterior?
- É praticada a lavagem do gás? O que é feito com a solução de depuração usada? Poderia ser convertida em um produto útil?
- Os funcionários usam equipamentos de proteção, tal como máscaras?

### **5.5.5.6. ENERGIA**

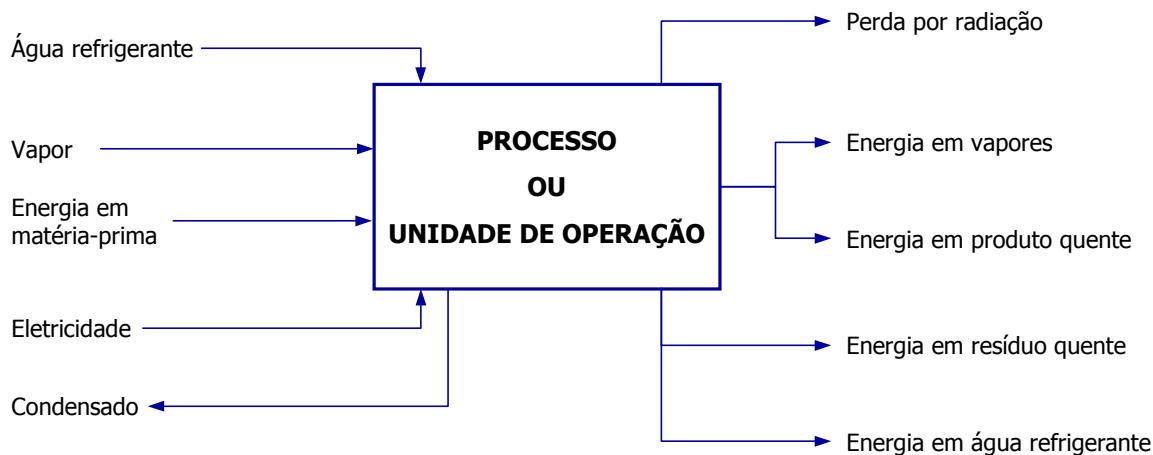
Geralmente devem ser respondidas as seguintes perguntas quanto à energia:

- Quais são as perdas de energia existentes?
- Qual o tamanho dessas perdas ?

- Quais são os custos associados a essas perdas?

A energia é um elemento de custo significativo para a maior parte das unidades de produção. A figura 5 ilustra as perdas de energia de uma unidade de operação. A energia pode ser perdida de muitas maneiras, incluindo:

- Radiação
- Vapores
- Produtos quentes
- Resíduos quentes
- Água refrigerante



**Figura 05** – Perdas típicas de energia em uma unidade de operação

#### 5.5.6. Folhas de trabalho para originar um balanço de material para unidades de operação

Uma vez identificadas as entradas e saídas, você pode concluir o balanço de material para uma unidade de operação. A **folha de trabalho** para o balanço de material encontra-se no início desta fase. Dá-se um exemplo de material na figura 04.

Também deve ser preenchida uma **folha de trabalho** referente aos custos das correntes de resíduos.

#### 5.5.7. Balanço de material para o processo inteiro

Um balanço de material para o processo inteiro pode ser originado pela fusão dos balanços de material das unidades individuais de operação.

Um balanço de material de uma unidade de operação permite que você identifique modos de melhorar a eficiência daquela unidade específica. O conhecimento abrangente de resíduos e emissões permite que você melhore as práticas de gestão de resíduos. O conhecimento do balanço de material do processo inteiro permite que você siga um material por todo o processo e identifique modos de melhorar a eficiência, melhorar as práticas de gestão de resíduos, prevenir resíduos e emissões e segregar ou reciclar as correntes de resíduos.

#### 5.5.8. Avaliar e aperfeiçoar o balanço de material

O balanço de material deve ser checado para determinar as lacunas e imprecisões. É ideal que as entradas se equiparem às saídas, mas, na prática, isto raramente acontece, sendo exigido algum julgamento para determinar que nível de exatidão é aceitável. A aceitabilidade de um desequilíbrio em seu balanço de material depende da importância daquele balanço específico, considerando toxicidade, custo, impacto ambiental, etc. Se descobrir que o desequilíbrio é inaceitável, será necessária uma investigação adicional.

Algumas orientações para a avaliação:

- Confira a consistência das unidades usadas.
- Quanto mais caro ou tóxico, mais preciso deve ser o balanço.
- O balanço torna-se mais significativo quando é feito para cada material separadamente.

#### 5.5.9. Evitar armadilhas ao preparar os balanços de material

Diversos fatores devem ser levados em consideração quando forem construídos balanços de material, a fim de evitar erros que possam exagerar ou diminuir a quantificação dos resíduos e emissões. É importante a precisão dos dados analíticos e das medidas de fluxo. Especialmente nos processos de produção com grandes entradas e saídas, o erro na medição dessas quantidades pode representar uma importância maior do que realmente deveria ser. Neste caso, você não pode obter uma estimativa confiável de resíduos e emissões ao subtrair os materiais que se encontram no produto daqueles que se encontram nas matérias-primas. Em vez disso, você deve conduzir monitoramento e análise das correntes de resíduos e emissões.

A realização do balanço de material deve durar um período representativo. Isto significa que as operações e os processos usualmente associados à unidade de operação devem ser analisados durante todo o período em pequenas porções do tempo total. Caso contrário, o exercício não oferecerá um quadro exato do processo em questão. Os balanços de material construídos para curta duração requerem monitoramento mais exato e mais freqüente das correntes. Os balanços de material calculados para um período completo são os mais fáceis de construir e são razoavelmente precisos.

Lembre-se: Você não deve ficar "atolado" para fazer um balanço de material perfeito. Tente o melhor que puder e vai se dar conta de que, mesmo um balanço de material preliminar, revela grande quantidade de oportunidades de produção mais limpa. Não existe uma orientação fixa para a exatidão do balanço de material. Em alguns casos, é aceitável um desvio padrão de 10%; em outros, é aceitável 0,1% de desvio. Você deve julgar, com base em cada caso, se existe benefício de custo na decisão de melhorar o balanço de material ou se a toxicidade dos materiais envolvidos requer um balanço de material mais preciso.

### 5.6. Nono passo – Avaliação das causas

#### 5.6.1. Objetivo

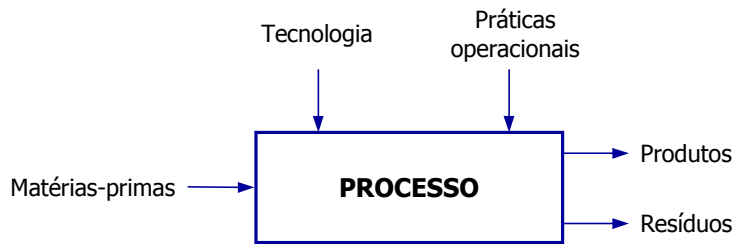
Realçar as fontes e causas dos resíduos e emissões e das perdas de energia.

O balanço de material deve dar-lhe a compreensão de onde, porque e quantos resíduos e emissões são gerados e quanta energia é perdida. Esta compreensão serve como foco para a identificação das oportunidades de produção mais limpa.

Com base na compreensão das entradas e saídas, pode ser determinado onde as matérias-primas, insumos, auxiliares, água e energia terminam: nos produtos, subprodutos, resíduos, efluentes ou emissões? Para os resíduos e emissões, você pode então derivar as causas para a sua geração. Devem ser respondidas as seguintes perguntas:

- Onde ocorrem os resíduos, emissões e perdas de energia (fonte)?
- Por que eles ocorrem (causa)?

A Figura 6 mostra que as matérias-primas, a tecnologia, as práticas operacionais, os produtos e os resíduos e emissões são as cinco principais características envolvidas num processo. Um foco nessas características pode ajudá-lo a identificar as causas para a geração de resíduos e emissões. A folha de trabalho sobre a avaliação de causas, incluída na frente desta fase, pode ser usada para fazer este exercício e documentar as causas das correntes de resíduos. Algumas dessas causas são discutidas aqui.



**Figura 06** – Cinco características de um processo

#### **5.6.1.1. CAUSAS RELACIONADAS A MATÉRIAS-PRIMAS**

- Uso de matérias-primas baratas abaixo do padrão
- Falta de especificações de qualidade
- Deficiência no suprimento
- Sistema inadequado de gerência de compras
- Armazenagem inadequada.

#### **5.6.1.2. CAUSAS RELACIONADAS À TECNOLOGIA**

##### **Operacional e manutenção**

- Consumo de água e de ar não conferido;
- Acionamento desnecessário do equipamento;
- Carregamento inadequado
- Falta de manutenção preventiva;
- Manutenção não muito favorável das condições do processo;
- Vazamento em torneiras/válvulas/roscas;
- Derramamentos na transferência de correias e canos;
- Transbordamento de tanques.

##### **Processo/Design do equipamento**

- Capacidade do equipamento mal dimensionada;
- Seleção de material não muito favorável;
- Design propenso à manutenção;
- Adoção de passos evitáveis no processo;
- Falta de informações/ capacidade de design.

##### **Layout**

- Expansão não planejada /não arranjada
- Plano precário de utilização do espaço
- Plano ruim de movimentação do material

##### **Tecnologia**

- Continuação da mesma tecnologia apesar da mudança do produto/matéria-prima
- Alto custo de melhor tecnologia
- Pequeno tamanho da planta
- Falta de informações

#### **5.6.1.3. CAUSAS RELACIONADAS A PRÁTICAS OPERACIONAIS**

##### **Pessoal**

- Falta de disponibilidade de recursos humanos qualificados
- Operação ritualística
- Falta de um sistema de treinamento formalizado
- Falta de instalações para treinamento
- Insegurança no trabalho
- Medo de perder segredos comerciais

- Número de pessoas inferior ao necessário e, por esta razão, trabalho sob pressão
- Dependência crescente de trabalho casual/por contrato.

**Desmotivação dos empregados**

- Falta de reconhecimento
- Ausência de um sistema de recompensa/punição
- Ênfase somente na produção, não nas pessoas
- Falta de comprometimento e atenção da alta direção.

**5.6.1.4. CAUSAS RELACIONADAS AOS PRODUTOS**

- Proporção ineficiente entre produtos e subprodutos
- Especificações de qualidade excessivamente altas
- Design do produto impraticável
- Embalagem
- Produto composto de materiais perigosos

**5.6.1.5. CAUSAS RELACIONADAS AOS RESÍDUOS**

- Não há separação de resíduos
- Desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos
- Não há recuperação de energia nos produtos e nos resíduos e emissões
- Manuseio inadequado.

## 5.7. Décimo passo – Gerar oportunidades de produção mais limpa

### 5.7.1. Objetivo

Gerar um conjunto abrangente de oportunidades de produção mais limpa.

Uma vez conhecidas as fontes e causas dos resíduos e emissões, a Avaliação de Produção Mais Limpa entra na fase criativa. Tendo a mão o fluxograma do processo e o balanço de material, você pode escolher a unidade de operação, material, correntes de resíduos e emissões que quer submeter mais urgentemente a mudanças de produção mais limpa.

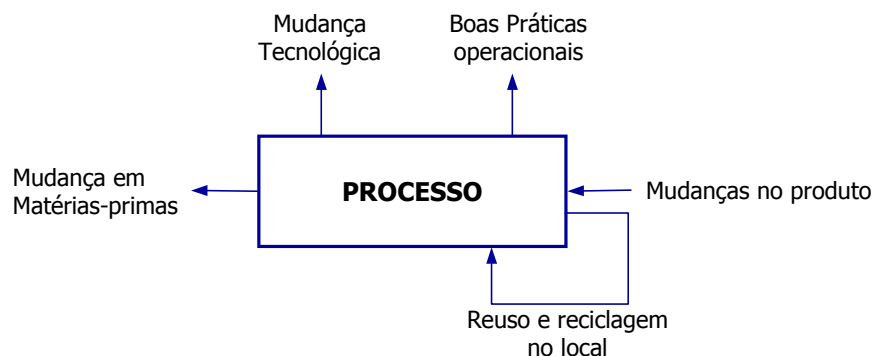
### 5.7.2. Fontes de informação usadas para gerar oportunidades

A equipe do projeto deve agora começar a procurar modos possíveis de aumentar a eficiência e reduzir resíduos e emissões e perdas de energia. A descoberta de oportunidades depende do conhecimento e da criatividade dos membros de sua equipe, muitos dos quais vêm de sua educação e experiência de trabalho. Algumas outras fontes de ajuda para descobrir oportunidades de produção mais limpa poderiam ser:

- Pessoa da casa de outras companhias
- Associações comerciais
- Universidades, centros de inovação, institutos de pesquisa, ONGs, etc.
- Fornecedores de equipamentos
- Consultores
- Centros de informação tais como UNEP, UNIDO, etc.
- Literatura técnica e bases de dados eletrônicas.

### 5.7.3. Estruturar a geração de oportunidades

Para a geração de oportunidades de produção mais limpa, muitas vezes é útil dividir o processo em suas principais características, como mostra a Figura 7, abaixo.



**Figura 07** – Elementos do processo para oportunidades de produção mais limpa

#### 5.7.3.1. MUDANÇA EM MATÉRIAS-PRIMAS

As mudanças em matérias-primas realizam produção mais limpa pela redução ou eliminação dos materiais perigosos que entram no processo de produção. Também podem ser feitas mudanças nos materiais de entrada para evitar a geração de resíduos perigosos no processo de produção. As mudanças do material de entrada incluem:

- Purificação do material;
- Substituição do material.

#### 5.7.3.2. MUDANÇA TECNOLÓGICA

As mudanças tecnológicas são orientadas para as modificações do processo e do equipamento para reduzir resíduos e emissões, preliminarmente num ambiente de produção. As mudanças tecnológicas podem variar desde mudanças menores, que podem ser

implementadas em questão de dias com baixo custo, até a substituição de processos que envolvem grandes custos. Estas incluem:

- Mudanças no processo de produção;
- Modificação do equipamento, layout ou tubulação;
- Uso de automação;
- Mudanças nas condições do processo, tais como taxas de fluxo, temperaturas, pressões e tempos de residência.

#### **5.7.3.3. BOAS PRÁTICAS OPERACIONAIS**

As boas práticas operacionais, também denominadas boas práticas de manutenção da casa, implicam medidas de procedimento, administrativas ou institucionais que uma companhia pode usar para minimizar os resíduos e emissões. Muitas dessas medidas são usadas na indústria tão abundantemente quanto as melhorias na eficiência e boas práticas de gerenciamento. Boas práticas operacionais podem freqüentemente ser implementadas a baixo custo.

Estas práticas podem ser implementadas em todas as áreas, incluindo operações de produção, manutenção e de armazenagem de matérias-primas e dos produtos. Boas práticas operacionais incluem:

- Práticas de gerenciamento e de pessoal;
- Manuseio de material e práticas de inventário;
- Treinamento de empregados;
- Prevenção de perdas;
- Separação de resíduos;
- Práticas de contabilização de custos;
- Programação da produção.

#### **5.7.3.4. MUDANÇAS NO PRODUTO**

As mudanças no produto são realizadas pelo fabricante de um produto com a intenção de reduzir os resíduos e emissões decorrentes do uso do mesmo. Elas incluem:

- Mudanças nos padrões de qualidade;
- Mudanças na composição do produto;
- Durabilidade do produto;
- Substituição do produto;

As mudanças no produto podem levar a mudanças no design ou na composição. O novo produto pode, assim ser construído para ser menos prejudicial ao meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida: desde a extração da matéria-prima até a disposição final.

#### **5.7.3.5. REUSO E RECICLAGEM NO LOCAL**

A reciclagem ou o reuso envolvem o retorno de um material residual ou para o processo que o originou, como um substituto para um material de entrada ou para outro processo como material de entrada.

### **5.7.4. Gerar oportunidades durante uma sessão de explosão de idéias**

Após assegurar-se de que todos os membros da equipe estejam familiarizados com os processos e as unidades de operação, e após estarem reunidas as informações sobre as possíveis oportunidades de produção mais limpa, pode ser realizada uma sessão de explosão de idéias, durante a qual são desenvolvidas idéias para produção mais limpa.

Para que uma sessão de explosão de idéias seja eficiente é de vital importância que:

- Não haja constrangimentos hierárquicos que impeçam qualquer pessoa de compartilhar idéias.
- A sessão seja realizada em ambiente criativo e em horário que as pessoas possam pensar criativamente



- Todas as idéias sejam consideradas uma oportunidade e adicionadas à lista, por mais ridícula que possa soar à primeira vista.

Um facilitador pode assegurar que seja dada oportunidade a todos de compartilhar suas idéias e a sessão tenha como foco os elementos do processo, como mostra a Figura 7: Substituição de matérias-primas, mudança de tecnologia, boas práticas operacionais, mudanças no produto e reuso e reciclagem no local.

Você pode usar *flipcharts* ou quadros de giz, onde os participantes da sessão possam explicar suas idéias graficamente. As oportunidades geradas durante a sessão podem ser escritas na folha de trabalho que se encontra na frente desta fase. Se uma sessão não resultar em um número satisfatório de idéias, você pode organizar outra em outro local e horário, convidando outras pessoas para participar.

## 5.8. Décimo primeiro passo – Seleção de oportunidades

### 5.8.1. Objetivo

Selecionar e priorizar as oportunidades de produção mais limpa para estudo posterior.

Após ter sido gerado um número satisfatório de oportunidades, elas devem ser separadas. As que parecem mais promissoras serão submetidas a um estudo de viabilidade.

### 5.8.2. Ordenar as oportunidades em pacotes coerentes

As idéias obscuras devem ser esclarecidas, as oportunidades similares ou duplicadas devem ser fundidas e todas as oportunidades ser discutidas para se ter a certeza de que são oportunidades de produção mais limpa. Nesse estágio, nenhuma oportunidade deve ser desconsiderada, a menos que seja obviamente inviável.

Ao organizar as oportunidades, podem ser evidenciadas as seguintes atividades:

- Organizar as oportunidades por unidade de operação. As oportunidades geradas durante a sessão de explosão de idéias referem-se a diferentes unidades de operação. A organização das oportunidades por unidade de operação permite uma abordagem mais estruturada no processo de separação.
- Avaliar as interferências mútuas óbvias. A implementação de uma oportunidade pode tornar outra irrelevante. É fundamental que se identifiquem as oportunidades mutuamente exclusivas para evitar uma seleção de ambas. Devem também ser investigadas as interferências mútuas em uma unidade de operação. As oportunidades para uma unidade de operação podem excluir uma oportunidade em outra operação ou, no caso inverso, requerer mudanças em outra unidade de operação.
- Implementar oportunidades obviamente viáveis. As oportunidades de baixo ou nenhum custo que parecem ser eficientes e de implementação relativamente fácil não requerem um estudo amplo de viabilidade. Elas podem ser implementadas imediatamente.
- Eliminar oportunidades obviamente inviáveis. As oportunidades que são excessivamente onerosas, não disponíveis ou que não podem ser implementadas devido a outras razões óbvias devem ser apartadas da lista de oportunidades para estudo posterior.

O resultado deste ordenamento é uma lista de três grupos de oportunidades existentes: oportunidades agrupadas de acordo com a unidade de operação, oportunidades que são mutuamente exclusivas e oportunidades interdependentes. Esta lista será sujeita à priorização.

### 5.8.3. Priorizar oportunidades

Se nem todas as oportunidades puderem ser implementadas ou avaliadas, elas devem ser priorizadas. As oportunidades listadas no topo podem ser sujeitas a uma avaliação durante o estudo de viabilidade. As oportunidades óbvias, de custo zero ou baixo custo, devem ser implementadas sem esse estudo.

A priorização de oportunidades é uma questão de “senso comum” e de uma dose de compreensão das questões econômicas, técnicas e ambientais. Para ajudá-lo na priorização, você pode ter como foco a disponibilidade, praticabilidade, efeito ambiental e viabilidade econômica das oportunidades. As listas de checagem para esses focos encontram-se na tabela 7.

#### Disponibilidade

- A oportunidade de produção mais limpa está disponível?
- Você consegue encontrar um fornecedor que pode lhe entregar o equipamento necessário ou o material de *entrada*?
- Você conhece um consultor que pode ajudá-lo a desenvolver uma alternativa?
- A oportunidade de produção mais limpa já foi aplicada em algum outro lugar?
- Se positivo, quais são os resultados e experiências?

#### Praticabilidade

- A oportunidade se ajusta ao modo com que sua companhia opera?
- A oportunidade está alinhada com o produto de sua companhia?
- Quais são as conseqüências das oportunidades para sua logística interna, durante todo o cronograma e planejamento de produção?
- A oportunidade exige ajustes em outras partes da companhia?
- Se positivo, que ajustes?
- A mudança requer treinamento adicional da direção e dos empregados?

## FASE 4

### 6. ESTUDO DE VIABILIDADE

#### 6.1. Objetivo

Selecionar oportunidades de produção mais limpa para implementação.

#### 6.2. Resultados

- As oportunidades viáveis são selecionadas.
- Os resultados esperados para cada oportunidade são documentados.



**Nota ao CNTL:** Muitas das oportunidades de produção mais limpa não necessitam de um estudo extensivo de viabilidade, porque seus benefícios são óbvios. Para a maioria das empresas, o mais importante é a avaliação econômica.

O CNTL pode ajudar no fornecimento das informações necessárias para a condução de estudos de viabilidade e na consultoria ao Ecotime sobre as oportunidades a serem selecionadas para implantação.

#### 6.3. Folhas de Trabalho para o Estudo de Viabilidade

##### 6.3.1. Lista de Checagem para o Estudo de Viabilidade

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar o Estudo de Viabilidade. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se tratou de todos os assuntos importantes desta fase.

##### 6.3.2. Avaliação técnica

Esta é uma lista de checagem simples para a avaliação técnica, que pode ser útil quando não puder ser feita uma detalhada avaliação técnica (Ver Passo 13).

##### 6.3.3. Avaliação econômica

Esta lista de checagem pode ser usada em complementação ou ao invés do conjunto de folhas de trabalho mais detalhadas de Prepare (Veja Passo 14).

#### 6.3.4. Preparar: Folhas de Trabalho da Avaliação Econômica

Estas folhas de trabalho foram tiradas do manual PREPARE e podem ser usadas para a avaliação econômica. (Veja Passo 14). Folhas de trabalho adicionais PREPARE, também para outras fases da avaliação de produção mais limpa, encontram-se disponíveis na UNEP.

#### 6.3.5. Avaliação ambiental

Esta lista de checagem pode ser usada para fazer uma avaliação ambiental relativamente simples (Veja Passo 15).

#### 6.3.6. Selecionar oportunidades viáveis

Esta folha de trabalho pode ser usada para selecionar as oportunidades para implementação (Veja Passo 16:2. Selecionar oportunidades viáveis e não-viáveis).

## 6.4. Avaliação Econômica

Oportunidade de Produção Mais Limpa: \_\_\_\_\_

Questões	SIM	NÃO	NÃO TEM CERTEZA
1. Esta oportunidade reduz sua despesa com matérias-primas?	_____	_____	_____
2. Esta oportunidade reduz seus custos com utilitários?	_____	_____	_____
3. Esta oportunidade reduz os custos com armazenagem de materiais e resíduos?	_____	_____	_____
4. Esta oportunidade reduz os custos com conformidade aos regulamentos?	_____	_____	_____
5. Esta oportunidade reduzirá os custos associados a acidentes de trabalho e/ou a doenças profissionais?	_____	_____	_____
6. Esta oportunidade reduzirá seus prêmios de seguro?	_____	_____	_____
7. Esta oportunidade reduzirá seus custos com disposição de resíduos?	_____	_____	_____
8. Esta oportunidade tem um período aceitável para retorno do investimento?	_____	_____	_____
9. Esta oportunidade está dentro de seu limite de preços (considere o capital e as operações em andamento)?	_____	_____	_____

## 6.5. Avaliação Ambiental

Oportunidade de Produção Mais Limpa: \_\_\_\_\_

Questões	SIM	NÃO	NÃO TEM CERTEZA
1. Esta oportunidade reduz a toxidade e volume de seus resíduos sólidos e lodos?			
2. Esta oportunidade reduz a toxidade e volume de sua água residual?			
3. Esta oportunidade reduz a toxidade e volume de suas emissões gasosas?			
4. Esta oportunidade melhora as condições de saúde e a segurança no chão de fábrica?			
5. Esta oportunidade reduz o uso de matérias-primas (por produto)?			
6. Esta oportunidade reduz o uso de auxiliares (por produto)?			
7. Esta oportunidade reduz o uso de energia (por produto)?			
8. Esta oportunidade cria novos impactos ambientais?			
9. Esta oportunidade aumenta a possibilidade de reciclagem das correntes de resíduos?			
10. Esta oportunidade aumenta a possibilidade de reciclagem das correntes de resíduos?			
11.			
12.			
13.			
14.			

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 A – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DOS INVESTIMENTOS**

<b>1. Aquisição de equipamentos (Processo)</b>	<b>Valor</b>
Preço	_____
Taxas, frete, seguro	_____
Peças sobressalentes	_____
Outros	_____
<b>Subtotal 1</b>	_____
<b>2. Materiais e preparação do local</b>	<b>Valor</b>
Preparo do terreno (demolição, limpeza do terreno, etc.)	_____
Prédios/estradas	_____
Materiais elétricos	_____
Tubulação	_____
Isolamento	_____
Outros	_____
<b>Subtotal 2</b>	_____
<b>3. Serviços e Insumos</b>	<b>Valor</b>
Eletricidade	_____
Força	_____
Água refrigerante	_____
Água para o processo	_____
Refrigeração	_____
Ar da planta ( <i>plant air</i> )	_____
Gás inerte	_____
Outros	_____
<b>Subtotal 3</b>	_____
<b>4. Instalações adicionais</b>	<b>Valor</b>
Armazenagem	_____
Escoamento de produtos	_____
Laboratório/análises	_____
Instrumentos	_____
Outros	_____
<b>Subtotal 4</b>	_____
<b>Total de 1 a 4</b>	_____

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 B – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS (continuação)**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DOS INVESTIMENTOS (continuação)**

<b>5. Construção e instalação</b>	<b>Valor</b>
Vendedor	
Contratante	
Eletricista	
Funcionários internos	
<b>Subtotal 5</b>	
<b>6. Engenharia e consultoria</b>	<b>Valor</b>
Preparação	
Engenharia	
Consultores	
Estimativa de custo	
Outros	
<b>Subtotal 6</b>	
<b>7. Início (incluindo: treinamento, produtos químicos)</b>	<b>Valor</b>
Vendedor	
Contratante	
Eletricista	
Treinamento	
Catalisadores e produtos químicos iniciais	
Outros	
<b>Subtotal 7</b>	
<b>8. Licenças</b>	<b>Valor</b>
Arrecadações	
Pessoal interno	
Outros	
<b>Subtotal 8</b>	
<b>9. Despesas extras orçamentárias</b>	<b>Valor</b>
Outras despesas	
<b>Subtotal 9</b>	
<b>SOMA DE INVESTIMENTOS FIXOS</b>	
<b>(Itens de custo de 1 a 9 acima mencionados)</b>	



**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 C – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS (continuação)**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DOS INVESTIMENTOS (continuação)**

<b>10. Capital ativo (incluindo: estoques, matérias-primas, etc. (não especificados em outro lugar)).</b>	<b>Valor</b>
Item 1	
Item 2	
Item 3	
Item 4	
<b>Subtotal 10</b>	
<b>TOTAL DE INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS (Itens de custo de 1 a 10 acima mencionados)</b>	
<b>11. MENOS: Subsídios</b>	
A saber	
A saber	
A saber	
A saber	
<b>TOTAL DE INVESTIMENTOS DE CAPITAL (Itens de custos de 1 a 10, menos subsídios do item 11)</b>	

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 C.1 – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS (continuação)**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DOS INVESTIMENTOS (continuação)**

<b>Item de custo</b>	<b>Valor</b>
1. Aquisição de equipamentos (Processo)	_____
2. Materiais e preparação do local	_____
3. Serviços e insumos	_____
4. Instalações adicionais	_____
5. Construção e instalação	_____
6. Engenharia e consultoria	_____
7. Início (incluindo: treinamento, produtos químicos)	_____
8. Licenças	_____
9. Despesas extras orçamentárias	_____
<b>CUSTOS DE PROJETO/INVESTIMENTOS FIXOS (1 a 9)</b>	_____
10. Capital ativo	_____
<b>TOTAL DE INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS (1 a 10)</b>	_____
11. Subsídios	_____
<b>TOTAL DE CAPITAL INVESTIDO (1 a 10 - 11)</b>	_____

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 D – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS (continuação)**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DE DESPESAS E RETORNOS OPERACIONAIS<sup>1</sup> COM BASE INCREMENTAL<sup>2</sup> ANUAL**

<b>1. Redução dos custos de tratamento / disposição</b>	<b>Valor</b>
Redução das taxas	
Redução dos custos de transporte	
Redução dos custos com tratamento no local (incluindo coleta)	
Redução dos custos com tratamento fora do local	
Redução dos custos de análises	
Redução dos custos com licenças e registro em livros	
<b>Subtotal 1</b>	
<b>2. Redução (ou aumento) de custos com materiais de entrada (matérias-primas, produtos químicos, etc)</b>	<b>Valor</b>
Material 1:	
Material 2:	
Material 3:	
Material 4:	
<b>Subtotal 2</b>	
<b>3. Redução (ou aumento) de custos com serviços/insumos</b>	<b>Valor</b>
Eletricidade	
Força	
Refrigeração do processo	
Água para o processo	
Refrigeração (geral)	
Combustível (gás, óleo)	
Ar da planta ( <i>plant air</i> )	
Gás inerte	
<b>Subtotal 3</b>	
<b>4. Redução (ou aumento) dos custos operacionais e manutenção (agentes de manutenção e limpeza)</b>	<b>Valor</b>
Item 1	
Item 2	
Item 3	
Item 4	
<b>Subtotal 4</b>	
<b>Total de 1 a 4</b>	

1. As reduções das despesas operacionais ou aumentos dos retornos são positivos. Os aumentos das despesas operacionais ou as reduções nos retornos são negativos.

2. Incremental, i. e., comparado às despesas operacionais e retornos na situação existente.

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 E – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS (continuação)**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DE DESPESAS E RETORNOS OPERACIONAIS<sup>1</sup> COM BASE INCREMENTAL<sup>2</sup> ANUAL**

<b>5. Redução (ou aumento) nos custos com seguro e obrigações</b>	<b>Valor</b>
Item 1	
Item 2	
Item 3	
<b>Subtotal 5</b>	

<b>6. Redução (ou aumento) em outros custos operacionais</b>	<b>Valor</b>
Item 1	
Item 2	
Item 3	
<b>Subtotal 6</b>	

<b>7. Retornos extras do aumento na produção, qualidade do produto, etc.</b>	<b>Valor</b>
Item 1	
Item 2	
Item 3	
<b>Subtotal 7</b>	

<b>8. Benefícios fiscais específicos (por exemplo, de regulamentos ambientais especiais)</b>	<b>Valor</b>
Item 1	
Item 2	
Item 3	

**TOTAL ANUAL DE ECONOMIA BRUTA COM DESPESAS OPERACIONAIS (Itens de 1 a 8)**

1. As reduções das despesas operacionais ou aumentos dos retornos são positivos. Os aumentos das despesas operacionais ou as reduções nos retornos são negativos.

2. Incremental, i. e., comparado às despesas operacionais e retornos na situação existente.

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 13 F – INFORMAÇÕES SOBRE CUSTOS (continuação)**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**VISÃO GERAL DE DESPESAS E RETORNOS OPERACIONAIS<sup>1</sup> COM BASE INCREMENTAL<sup>2</sup> ANUAL**

<b>Tipo de Custo</b>	<b>Valor</b>
1. Redução dos custos com tratamento / disposição	
2. Redução (ou aumento) dos custos com materiais de <i>entrada</i>	
3. Redução (ou aumento) nos custos com utilitários	
4. Redução (ou aumento) dos custos com operação e manutenção	
5. Redução (ou aumento) nos custos com seguros e obrigações	
6. Redução (ou aumento) de outros custos operacionais	
7. Retornos extras do aumento na produção, qualidade do produto, etc.	
8. Benefícios fiscais específicos	
<b>TOTAL ANUAL DE ECONOMIA COM DESPESAS OPERACIONAIS (Itens de 1 a 8)</b>	

1. As reduções das despesas operacionais ou aumentos dos retornos são positivos. Os aumentos das despesas operacionais ou as reduções nos retornos são negativos.

2. Incremental, i. e., comparado às despesas operacionais e retornos na situação existente.

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 14 A – RENTABILIDADE 1**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**CÁLCULO DO FLUXO DE EXTRA CAIXA / (F)**

<b>DADOS DE ENTRADA</b>	<b>Valor</b>
Taxa de juros I (%) =	_____
Período de depreciação (tempo de vida da instalação) (ano)=	_____
Porcentagem da taxa de corporação (%)=	_____

<b>CÁLCULO DO FLUXO DE EXTRA CAIXA (F)</b>	<b>Valor</b>
Total anual da economia bruta em despesas operacionais (da folha de trabalho A-13f)	_____
Depreciação anual (total de capital investido [A-13 C.1] dividido pelo período de depreciação)	_____
Lucro tributável	_____
Taxa de corporação <sup>1</sup> (porcentagem da taxa x lucro tributável)	_____
Lucro líquido	_____
Depreciação anual (ver acima)	_____
<b>FLUXO DE EXTRA CAIXA (F)</b>	_____

**CÁLCULO DO PERÍODO DE RETORNO**

Total de capital investido (da folha de trabalho A-13 C.1)	_____
Total anual do fluxo extra caixa (da folha de trabalho A-14 A)	_____

<b>PERÍODO DE RETORNO (em anos)</b>	<b>Valor</b>
Total de capital Investido	_____
Total anual do fluxo de extra caixa	_____
<b>FLUXO DE EXTRA CAIXA (F)</b>	_____

1. A percentagem usada aqui é fictícia. A taxa incorporada depende da quantidade do lucro tributável total de uma companhia em um determinado ano.

40% se o lucro bruto for maior que Dfl. 250.000.---.

35% se o lucro bruto for maior que Dfl. 250.000.---.

**FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES**

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
 Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**FOLHA DE TRABALHO 14 B – RENTABILIDADE 2**

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

**CÁLCULO DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VLP)****DADOS DE ENTRADA****Valor**

$$VLP = \sum_{j=1}^n \frac{F}{(j+1)^j} - I = f$$

onde:

F = FLUXO DE EXTRA CAIXA (ver folha de trabalho 14 A)

n = Tempo de instalação

$\frac{1}{(1+i)^j} =$  O fator de desconto anual calculado a uma taxa de juros i

$\sum_{j=1}^n \frac{F}{(j+1)^j} =$  Fator anual em n anos à taxa de juros i (ver no anexo H uma tabela extensiva de fatores de desconto. Ver na tabela abaixo os valores mais predominantes deste fator)

I = Custo total do investimento (ver folha de trabalho A-13 C.1)

i = Taxa de juros em %

Tabela: Cálculo do valor líquido presente

Percentual de juros	Ano J									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4%	0,962	1,887	2,776	3,631	4,453	5,243	6,003	6,734	7,437	8,113
6%	0,943	1,833	2,673	3,465	4,212	4,917	5,582	6,209	6,801	7,359
8%	0,926	1,783	2,577	3,312	3,993	4,623	5,206	5,746	6,246	6,709
10%	0,909	1,735	2,486	3,169	3,790	4,354	4,867	5,334	5,758	6,144
12%	0,893	1,690	2,402	3,038	3,605	4,112	4,562	4,968	5,329	5,651
14%	0,877	1,646	2,321	2,913	3,432	3,888	4,288	4,639	4,947	5,217
16%	0,862	1,605	2,246	2,798	3,274	3,684	4,038	4,343	4,606	4,833
18%	0,847	1,565	2,174	2,690	3,127	3,497	3,811	4,077	4,302	4,493
20%	0,833	1,527	2,106	2,588	2,990	3,325	3,604	3,837	4,031	4,193

Tabela: Fatores de desconto acumulados  $\sum_{j=1}^n \frac{F}{(j+1)^j}$

## FOLHAS DE TRABALHO SOBRE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS E EMISSÕES

Nome da Companhia: \_\_\_\_\_ Ramo: \_\_\_\_\_  
Preparada por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

### FOLHA DE TRABALHO 14 C – RENTABILIDADE 3

Descrição da oportunidade de prevenção de resíduos e emissões: \_\_\_\_\_

### CÁLCULO DO DA TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

DADOS DE ENTRADA	Valor
Cálculo da taxa interna de retorno (em %) através da solução matemática da equação	
$VLP = 0 = \sum_{j=1}^n \frac{F}{(j + TIR)^j} - 1$	na qual F, n, j e i são as mesmas variáveis da fórmula na folha de trabalho 14 C e TIR é a Taxa Interna de Retorno a ser determinada.
Numa abordagem preliminar é mais fácil determinar a TIR da seguinte maneira:	
$TIR = i_j + \frac{PV(i_2 - i_1)}{(PV + NV)} = \%$	
$i_1$ = taxa de retorno mais baixa, na qual o Valor Líquido Presente é positivo (=VP). $i_2$ = taxa de retorno mais alta, na qual o Valor Líquido Presente é negativo (=VL). $i_1$ , $i_2$ , VP e VL podem ser deduzidos dos cálculos de VLP na folha de trabalho 14 C. $i_1$ e $i_2$ não devem diferir em mais de 1 ou 2 por cento. VP deve entrar na fórmula como valor positivo absoluto.	

## 6.6. Décimo segundo passo - Avaliação Preliminar

### 6.6.1. Objetivo

Determinar o nível de detalhes no qual cada oportunidade deve ser avaliada e fazer uma relação das informações ainda necessárias para essa avaliação.

Todas as oportunidades selecionadas devem, em princípio, ser avaliadas em sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Contudo, para algumas oportunidades pode não ser necessária uma avaliação tão abrangente. A avaliação preliminar determina que oportunidades necessitam de qual nível de avaliação técnica, econômica e ambiental.

Antes que as oportunidades sejam sujeitas a qualquer uma das três avaliações, elas precisam ser classificadas.

- Oportunidades de procedimentos versus oportunidades técnicas. Algumas oportunidades requerem mudanças de procedimentos e de empregados. Outras requerem uma mudança na técnica.
- Oportunidades relativamente simples versus oportunidades complexas. As oportunidades simples podem ser boas práticas de operação ou mudanças técnicas leves que podem ser implementadas com pequeno ou nenhum investimento, enquanto as oportunidades complexas podem requerer substituição de uma unidade de operação, exigindo uma avaliação técnica e econômica extensiva.
- Oportunidades pouco onerosas versus oportunidades caras. As oportunidades podem ser selecionadas pelo julgamento de seus custos de implementação.

Ao final deste passo você deve ter um arquivo sobre cada uma das oportunidades, com todas as informações necessárias para a condução do Estudo de Viabilidade. Deve também ser incluída no arquivo uma indicação das informações que não puderam ser obtidas. Além disso, deve ser indicado o nível de detalhes da avaliação.



## 6.7. Décimo terceiro passo - Avaliação Técnica

### 6.7.1. Objetivo

Determinar a viabilidade técnica das oportunidades de produção mais limpa selecionadas.

### 6.7.2. Explicação

Todos os investimentos maiores requerem uma avaliação técnica.

Devem ser avaliados os impactos da medida proposta sobre o processo, a taxa de produção, a segurança, etc. Além do mais, podem ser exigidos testes de laboratório ou marchas de ensaio quando a oportunidade estiver mudando significativamente as práticas atuais do processo. As experiências de outras companhias com a oportunidade que está sendo considerada são muito úteis neste ponto e podem eliminar muitos testes internos.

É importante incluir todos os empregados e departamentos atingidos pela implementação das oportunidades. A avaliação técnica determinará se a oportunidade irá requerer mudanças de pessoal, operações adicionais, pessoal de manutenção, treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas. Uma lista de checagem típica para a avaliação técnica é dada na Tabela 8. Outra ferramenta é a folha de trabalho para a avaliação técnica, incluída na frente desta fase.

**Tabela 05** – Lista de checagem para a avaliação técnica**Para a avaliação técnica deve ser dada atenção aos seguintes pontos**

- 1) Descrição da oportunidade de produção mais limpa.
- 2) Natureza da oportunidade de produção mais limpa:
  - mudanças de equipamento
  - mudanças na regulamentação da produção
  - mudanças em matérias-primas e/ou materiais de *entrada*
- 3) Natureza da mudança:
  - especificação geral do equipamento
  - fluxograma simples do processo
  - balanço de material/balanço térmico
  - balanço térmico/balanço de energia
  - mudança requisitada nos procedimentos e no gerenciamento de produção
  - mudanças em matérias-primas e auxiliares
  - espaço necessário devido ao local e à seção sugeridos
  - instalações e serviços requeridos (incluindo corrente, água, combustível, eletricidade, ar comprimido, gás inerte)
  - cronograma para construção da instalação e fase inicial
- 4) Efeito sobre a produção:
  - possível efeito sobre a qualidade do produto
  - efeito sobre a capacidade de produção
  - duração da parada de produção
  - riscos potenciais quanto à saída de produção, qualidade de produção e capacidade de produção
  - influência sobre a regulamentação de produção.
- 5) Efeito sobre o número essencial de empregados.
- 6) Treinamento extra requerido.
- 7) Licenças exigidas (incluindo segurança, Licença de Instalação, Legislação sobre a Poluição do Ar, legislação sobre resíduos da Indústria Química, Legislação sobre a poluição hídrica e outras regulamentações ambientais).
- 8) Exigência de manutenção da instalação modificada.
- 9) Espaço para armazenagem extra, espaço para transporte e instalações de transporte essenciais.
- 10) Controle extra de laboratório.

## 6.8. Décimo quarto passo - Avaliação econômica

### 6.8.1. Objetivo

Avaliar a eficiência do custo de uma oportunidade de produção mais limpa.

A viabilidade econômica é frequentemente o parâmetro chave que determina se uma oportunidade será implementada ou não.

É aconselhável primeiro avaliar as oportunidades que provavelmente sejam atraentes economicamente. Isto reforça o interesse e o comprometimento da empresa com a produção mais limpa.

Cada empresa tem seus próprios critérios financeiros para a seleção de projetos para implementação. Algumas vezes, são considerados critérios "ocultos" para implementação de medidas como, por exemplo, a instalação de computadores e equipamentos de alta tecnologia que, mesmo com baixo lucro, são instalados por "capricho" ou porque se espera que sejam investimentos rentáveis para o futuro. As oportunidades de produção mais limpa que não são submetidas à avaliação econômica racional, mas principalmente aos critérios "ocultos", podem revelar-se um fracasso econômico e dificultar qualquer iniciativa futura de produção mais limpa.

Aqui são desconsiderados esses critérios "ocultos" e a avaliação econômica é realizada usando medidas padrão de lucratividade, tais como o Período de Retorno, o Valor Líquido Presente (VLP) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Cada organização tem seus próprios critérios financeiros para a seleção de projetos para implementação. Ao fazer a avaliação

econômica, devem ser consideradas diversas despesas e economias. Como em qualquer projeto, os custos de uma oportunidade de produção mais limpa podem ser divididos em investimentos e custos operacionais. Na UNEP, encontra-se disponível um programa de computador para ajudar na condução da avaliação econômica. As folhas de trabalho de PREPARE incluídas na frente desta fase podem também ser usadas para conduzir a avaliação econômica. Também se encontra anexa a este conjunto de folhas de trabalho uma lista de checagem relativamente simples para a avaliação econômica das oportunidades de produção mais limpa.

### 6.8.2. Coletar dados para o cálculo de investimentos e custos operacionais

O investimento total é a soma dos custos de capital fixados para design, obtenção e instalação de equipamento, custos para capital produtivo, licenças, treinamento, início e financiamento. A tabela 6 é uma lista abrangente de investimentos que podem estar envolvidos na implementação de oportunidades de produção mais limpa.

**Tabela 06 – Investimentos de capital para uma oportunidade de produção mais limpa onerosa**  
**Investimento de capital para uma oportunidade de produção mais limpa onerosa**

Custos diretos de investimento:

- Desenvolvimento do local: Demolição e trabalho de revezamento/limpeza e nivelamento do local/caminhos, estradas e cercas
- Equipamento de produção: Todos os equipamentos listados no fluxograma/peças sobressalentes/taxas, frete, seguro e obrigações.
- Materiais: Tubulação e tubos de esgoto/isolamento e pintura/construção e estruturas
- Conexões às instalações e serviços da infra-estrutura: Água/eletricidade/vapor/refrigeração/combustível /ar comprimido/gás inerte/iluminação e equipamento para controle de incêndios
- Novas instalações para infra-estrutura e serviços (os mesmos citados acima)
- Outras instalações: Instalações para armazenagem/instalações para fluxo de mercadorias, instalações para laboratório e análises/instrumentos.
- Construção/instalação: Salários/supervisão, contabilidade, cronometragem, compras, segurança e fornecimento/instalações temporárias/ferramentas e equipamentos de construção/taxas e seguro/ permissões para construção, julgamentos, licenças.

Custos indiretos de investimento

- Engenharia interna, obtenção e outros custos internos do escritório
- Engenharia externa, design e taxas de consultoria
- Taxas de licenças
- Vendedor, contratante, etc.
- Custos iniciais
- Custos com treinamento
- Contingências
- Interesses advindos durante a construção

Subsídios do investimento

CUSTOS TOTAIS DO INVESTIMENTO/CUSTOS DO PROJETO

Capital produtivo

- Estoque de matéria-prima
- Estoque de produtos acabados
- Materiais e suprimentos

Subsídio da companhia

CAPITAL PRODUTIVO TOTAL

INVESTIMENTO TOTAL + CUSTOS DO PROJETO + CAPITAL PRODUTIVO

Além dos investimentos, você deve levar em conta os custos e economias de operação. Primeiro você deve listar todos os custos operacionais associados ao processo de produção em andamento. Você ainda não precisa quantificar todos, uma vez que somente deseja quantificar aqueles custos que vão mudar devido à implementação da oportunidade de

produção mais limpa. Em segundo lugar, você faz uma estimativa dos custos operacionais associados ao processo de produção se a oportunidade de produção mais limpa fosse implementada. A tabela 7 dá uma lista abrangente dos custos e economias operacionais.

### 6.8.3. Análise da lucratividade

A lucratividade de um projeto é medida usando os fluxos líquidos de caixa estimados (entradas de caixa menos saídas de caixa) para cada ano da duração do projeto.

Pode-se usar custos operacionais incrementais ao desejar comparar o sistema existente com o novo ("custos operacionais incrementais" representam a diferença entre os custos operacionais estimados associados à oportunidade de produção mais limpa e aos custos reais de operação do sistema existente sem a oportunidade).

Os três métodos padrão para a medição da lucratividade são:

- Período de retorno (*payback*)
- Taxa interna de retorno (TIR)
- Valor Líquido Presente (VLP)

O período de retorno para um projeto é o tempo que leva para recuperar o desembolso de caixa inicial para o projeto. A fórmula para o cálculo do período de retorno é a que segue:

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

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

**Tabela 07** – Custos operacionais e economias associadas às oportunidades de produção mais limpa

<b>Custos e Economias de Operação das Oportunidades</b>
Redução dos custos com gerenciamento de resíduos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Despesas com tratamento fora do sítio, armazenagem e disposição</li> <li>– Impostos e taxas sobre produtores de resíduos perigosos</li> <li>– Impostos de transporte sobre outras emissões</li> <li>– Tratamento no sítio, armazenagem e manuseio</li> <li>– Licenças, relatório e manutenção de registros</li> </ul>
Economias sobre o custo de insumos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uma oportunidade que reduz a quantidade de resíduos e emissões usualmente leva à redução na demanda de materiais de <i>entrada</i>.</li> </ul>
Economias com seguro e obrigações <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uma oportunidade de produção mais limpa pode reduzir os custos com seguro de uma companhia e a responsabilidade potencial associada com a limpeza para remediação de efeitos e a segurança no trabalho.</li> </ul>
Mudanças nos custos associados com qualidade <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uma oportunidade de produção mais limpa pode ter efeito positivo ou negativo sobre a qualidade do produto. Isto pode resultar em custos mais altos (ou baixos) com retrabalho, sobras ou controle de qualidade.</li> </ul>
Mudanças nos custos de instalação <ul style="list-style-type: none"> <li>– Os custos de instalação podem crescer ou decrescer. Eles incluem vapor, eletricidade, água para o processo e água refrigerante, ar comprimido, instalação refrigerante ou gás inerte.</li> </ul>
Mudanças nos custos operacionais e manutenção com pensões e contribuições para a seguridade social <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uma oportunidade pode aumentar ou reduzir os custos com mão-de-obra. Isto pode estar refletido nas mudanças em horas-extras, mudança no número de empregados, pensões e contribuições para a seguridade social e custos com supervisão.</li> </ul>
Mudanças nos suprimentos para operação e manutenção <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uma oportunidade pode resultar em aumento ou decréscimo nos suprimentos de operação e manutenção.</li> </ul>
Mudanças nos custos indiretos

- 
- Os projetos grandes de produção mais limpa podem afetar os custos indiretos de uma companhia.
- Mudanças nos rendimentos da produção aumentada (ou reduzida)
- Uma oportunidade pode resultar em aumento ou decréscimo da produtividade de um departamento. Isto leva a mudanças nos rendimentos da companhia.
- Aumento nos rendimentos de subprodutos
- Uma oportunidade pode produzir um produto que pode ser vendido a uma empresa de reciclagem ou a outra companhia como matéria-prima. Isto aumentará os rendimentos da companhia.
-

A taxa interna de retorno (TIR) e o valor líquido presente (VLP) são técnicas para a determinação da rentabilidade na qual os fluxos de caixa são feitos constantes (descontados). Muitas companhias usam estes métodos para classificar projetos que concorrem a recursos financeiros. A alocação de fundos de capital para um projeto pode depender do fato de um projeto ser capaz de gerar fluxo de caixa positivo suficiente após o período de garantia de um retorno aceitável sobre o investimento. Tanto a TIR quanto o VLP levam em consideração o valor de tempo do dinheiro (*time value of money*) descontando o fluxo líquido de caixa projetado, do fluxo de caixa atual. Um projeto é viável quando o VLP for positivo. A vantagem do VLP é o fato de que todos os fluxos de caixa relevantes são levados em conta. A fórmula para a TIR e o VLP é apresentada a seguir:

$$VLP = \sum_j^n + N \frac{\text{fluxo de caixa}}{(1+i)^j} - I$$

n = tempo de vida da instalação (anos)

i = taxa de juros (%)

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

I = investimento total

$$= i_2 + \frac{VLP_{(pos)} (i_2 - i_1)}{VLP_{(pos)} - VLP_{(neg)}}$$

$i_1$  = taxa mais baixa de retorno no VLP

$i_2$  = taxa mais alta de retorno no VLP

#### 6.8.4. Ajustes de riscos e responsabilidades

A produção mais limpa pode reduzir a importância dos riscos ao meio ambiente e à segurança para uma companhia. É difícil atribuir determinado fator-custo ou economias, à redução alcançada devido à produção mais limpa. Contudo, essas considerações podem estar refletidas na avaliação econômica pela diminuição dos requisitos de desempenho financeiro do projeto. Por exemplo, o período de retorno aceitável pode ser estendido de um a dois anos, ou a Taxa Interna de Retorno exigida pode ser baixada de 15 para 12%. Esses ajustes indicam que determinados elementos que afetam os riscos para uma companhia não podem ser incluídos diretamente na análise. Esses ajustes são de julgamento e refletem pontos de vista individuais.

É importante considerar também, na análise financeira, a regulamentação ambiental imposta ou que provavelmente será imposta no futuro. Multas, penalidades, etc., devido à não conformidade, podem resultar em grave redução na lucratividade da companhia. As questões de obrigações, como, por exemplo, pelo solo contaminado, podem até levar à falência. Também neste caso é difícil atribuir economias à produção mais limpa por evitar problemas com a regulamentação ambiental. Novamente, uma solução possível a ser considerada para este benefício é a flexibilização da análise financeira.

### 6.9. Décimo quinto passo - Avaliação Ambiental

#### 6.9.1. Objetivo

Determinar os impactos positivos e negativos da oportunidade para o meio ambiente.

Um dos objetivos da produção mais limpa é a melhoria do desempenho ambiental de sua empresa. Portanto, é imperativa uma avaliação ambiental.

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

Pode-se distinguir três níveis para a avaliação ambiental:

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

Uma avaliação do ciclo de vida (ACV) somente deve ser feita em casos especiais, como por exemplo, quando o governo exigir tal avaliação. Você deve calcular quanto esforço pode colocar racionalmente numa avaliação ambiental detalhada e quais das abordagens acima mencionadas seguir. A lista de checagem para a avaliação ambiental, incluída na frente desta fase, pode ajudá-lo a direcionar a avaliação.

As informações necessárias para fazer uma avaliação ambiental apropriada do produto, matéria-prima ou parte constituinte do processo em questão relacionam-se a:

- mudanças na quantidade de toxicidade dos resíduos e emissões por todo o ciclo de vida do produto;
- mudanças no consumo de energia durante o ciclo de vida do produto;
- substituição dos efeitos ambientais para outros materiais;
- substituição dos efeitos ambientais para outros meios;
- mudanças na degradabilidade dos resíduos e emissões;
- a extensão à qual são usadas as matérias-primas renováveis;
- mudanças no reuso das correntes de resíduos.

As informações sobre os efeitos ambientais podem ser obtidas das Folhas de Dados sobre Segurança dos Materiais (FDSMs) ou dos fornecedores de equipamento. As informações podem também ser obtidas do órgão de proteção ambiental e de outros organismos do governo, organizações não-governamentais, associações de indústrias, ou organizações das Nações Unidas tais como a Organização Internacional do Trabalho, a Organização Mundial da Saúde, a Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer e o Programa Ambiental das Nações Unidas. A tabela 8 apresenta um exemplo dos parâmetros que podem ser usados para avaliar os impactos ambientais dos materiais.

**Tabela 08** – Exemplos de parâmetros e características que determinam o impacto ambiental de uma substância

<b>Parâmetros do impacto ambiental de um material</b>
1) Substâncias perigosas, substâncias controladas
2) Substâncias voláteis: <ul style="list-style-type: none"> <li>– hidróxidos de carbono clorados: clorofórmio, CFCs, etc.</li> <li>– hidróxidos de carbono aromáticos: benzina, estireno, xilênio, etc.</li> <li>– hidróxidos de carbono alifáticos: pentano, hexano, hapteno, etc.</li> </ul>
3) Valor Limite Limiar ou valor Máximo de Concentração Permitida (ppm ou mg/m <sup>3</sup> ).
4) DL50 = A dose de uma substância letal de 50% de uma população teste.
5) Nível de Não-Efeito = Maior concentração ou quantidade de um produto químico encontrada por teste ou observação que não causa efeitos adversos detectáveis em uma população-teste (efeitos crônicos).
6) Biodegradabilidade
7) Demanda Biológica de Oxigênio = Quantidade de oxigênio requerida para oxidação bioquímica de substâncias orgânicas em 1 litro de água, por microorganismos não-fotossintéticos.
8) Demanda Química de Oxigênio = Quantidade de oxigênio requerida para a oxidação química de 1 litro de água.
9) Substâncias que causam a destruição do Ozônio: CFCs, halons, etc.

Em muitos casos você não conseguirá coletar todas as informações necessárias para fazer uma avaliação ambiental apropriada ou os dados sobre os impactos ambientais de um produto, simplesmente não estarão disponíveis. Nesses casos, você terá que fazer uma avaliação qualitativa com base nas informações disponíveis.

A fim de priorizar determinados efeitos ambientais, deve ser estudada a política nacional sobre o meio ambiente e as prioridades do governo para a proteção ambiental. O efeito estufa e a destruição da camada de Ozônio são assuntos presentes em quase todas as agendas ambientais nacionais, mas também os problemas ambientais locais podem ser colocados em evidência na agenda ambiental e ter um tratamento mais significativo em sua empresa.

## 6.10. Décimo sexto passo - Selecionar Oportunidades

### 6.10.1. Objetivo

Documentar os resultados do estudo de viabilidade e oferecer uma lista de oportunidades de produção mais limpa que devem ser consideradas para a implementação.

A lista documentada das oportunidades viáveis e não-viáveis será usada durante a fase de implementação para obter aprovação e financiamento. As oportunidades viáveis e não-viáveis que não forem implementadas podem ser recuperadas dos arquivos durante a próxima avaliação de produção mais limpa.

### 6.10.2. Documentar oportunidades viáveis e não-viáveis

Neste estágio você deve documentar o trabalho realizado até aqui, incluindo o trabalho que não levou à identificação de uma oportunidade viável. Deste modo você pode ficar informado de todas as oportunidades de produção mais limpa que considerou. Se a avaliação de produção mais limpa for conduzida novamente, o Ecotime pode rever essas oportunidades e aprender a partir da experiência.

Não considerando que se torne um documento de referência para busca de aprovações para implementação, o relatório pode também ser usado para obter financiamento de instituições externas.

Além de apresentar os custos do projeto e os resultados esperados, o relatório deve mostrar como o projeto será desenvolvido. Antes de concluí-lo, é essencial rever os resultados com os departamentos relevantes e procurar seu apoio, ou, melhor ainda, produzi-lo juntos. Neste relatório devem ser tratados os seguintes assuntos:

- Quais as mudanças esperadas na utilização de energia e na geração de resíduos e emissões?
- Que custos e benefícios intangíveis são esperados, tais como obrigações reduzidas e imagem melhorada, na visão dos funcionários e da comunidade como um todo?
- Que experiências têm as outras empresas com esta oportunidade em particular?
- Qual o total de recursos financeiros necessários e como serão obtidos?
- Por quanto tempo durarão as atividades de construção?
- Quanta perda de produção pode ocorrer?
- Como poderá ser feita a comparação "antes e depois"?
- Qual é a competitividade antecipada da empresa no futuro?

### 6.10.3. Selecionar oportunidades viáveis e não-viáveis

Primeiro, você faz uma seleção das oportunidades que não considerou viáveis técnica ou ambientalmente. As oportunidades que ficaram são as que, em princípio, são viáveis se não houver restrições econômicas.

As restrições econômicas podem prevalecer, se não houver dinheiro suficiente para financiar todas as oportunidades. Estas podem ser classificadas em ordem de prioridade, com base na taxa de VLP (Ver passo 14). A oportunidade que tiver o VLP mais alto deve ter a prioridade



mais alta para implementação. Lembre-se de que algumas oportunidades não podem ser implementadas independentes de outras.

A folha de trabalho **selecionar oportunidades viáveis**, que está incluída na frente desta fase, pode ser usada para selecionar as oportunidades viáveis.

#### 6.10.4. Priorizar oportunidades viáveis

As oportunidades que parecem viáveis devem ser priorizadas usando “senso comum”. Pode ser usada uma análise gradual comparativa para priorizar oportunidades para implementação. A todas as oportunidades será atribuído um escore para cada critério, variando, por exemplo, de 1 a 10. Pela multiplicação do peso relativo de cada critério com o escore para a respectiva oportunidade, você obtém um escore final de cada oportunidade. A oportunidade com o escore mais alto será selecionada para implementação. A Tabela 9 apresenta um exemplo de análise gradual comparativa.

Pode acontecer que escores totais de duas oportunidades estejam em limite próximo, por exemplo, porque uma oportunidade tem escore muito alto sobre critérios com baixo peso relativo, enquanto outra tem escores apenas em critérios com alto peso relativo. Nesse caso, você deve selecionar a oportunidade com base na avaliação dos critérios mais importantes.

**Tabela 09** – Exemplo de uma lista de critérios para a análise ranking comparativa

Critério	Peso	Oportunidade 1		Oportunidade 2	
		Escore	Escore x peso	Escore	Escore x peso
Redução de resíduos/emissões	7	7	49	5	35
Redução na toxicidade	8	5	40	9	72
Qualidade do produto	8	7	56	2	16
Facilidade de implementação	3	5	15	3	9
Responsabilidade futura	8	4	32	8	64
Saúde e segurança	7	9	63	6	42
Custos	4	8	32	5	20
Aceitação dos operários	5	6	30	4	20
<b>Totais</b>		<b>51</b>	<b>317</b>	<b>48</b>	<b>278</b>

## FASE 5

### 7. IMPLEMENTAÇÃO

#### 7.1. Objetivo

Implementar as oportunidades de produção mais limpa selecionadas e assegurar atividades que mantenham a produção mais limpa.

#### 7.2. Resultados

- Implementação das oportunidades viáveis de produção mais limpa.
- Monitoramento e avaliação das oportunidades implementadas.
- Planejamento de atividades que mantenham a produção mais limpa.



**Nota ao CNTL:** Durante a fase de implementação, a empresa vai colher os frutos do trabalho feito durante toda a avaliação de produção mais limpa. É importante manter todos envolvidos e entusiasmados e fazer acordos sobre as atividades que mantenham a produção mais limpa. O monitoramento das oportunidades implementadas é decisivo.

Durante esta fase, é importante trabalhar de perto com a equipe do projeto, apoiando-os e motivando-os. As oportunidades podem precisar ser negociadas pelo CNTL, dependendo do acordo. É necessário um contato estreito, no futuro próximo, para manter o interesse da companhia em produção mais limpa. A companhia pode desempenhar papel exemplar durante as atividades de disseminação de informações e treinamento do CNTL.

#### 7.3. Folhas de trabalho para a fase de implementação

- Lista de checagem para a fase de implementação

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar o Estudo de Viabilidade. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se todos os assuntos importantes foram tratados.

- Plano de produção mais limpa

Esta folha de trabalho pode ser usada como itinerário para a implementação das oportunidades de produção mais limpa.

- Comparação antes e depois

Esta folha de trabalho pode ser usada para determinar as mudanças decorrentes da implementação de oportunidades de produção mais limpa.

- Avaliar a avaliação de produção mais limpa

Esta folha de trabalho pode ser usada para acompanhar a avaliação de produção mais limpa. Ela pode ser usada no passo 17, mas também com base em um período, como explicado no passo 19.

### 7.3.1. Lista de Checagem para a Fase de Implementação

Esta lista de checagem pode ser usada para ajudar a organizar a Fase de Implementação. Você pode usá-la novamente ao final desta fase para avaliar se todos os assuntos importantes foram tratados.

No caso de uma resposta positiva justificar a existência de um relatório com outra informação, junte esta informação aos arquivos da Avaliação de Produção Mais Limpa.

Questões	SIM	NÃO	NÃO TEM CERTEZA
1. Todas as oportunidades selecionadas de produção mais limpa estão implementadas?			
2. Você está monitorando e avaliando regularmente o desempenho das oportunidades implementadas?			
3. Você fez uma comparação <b>real</b> do antes e depois? (Nota: esta é diferente da comparação do antes e depois esperada).			
4. Você conhece os períodos <b>verdadeiros</b> de retorno das oportunidades implementadas?			
5. Você avaliou a avaliação de produção mais limpa e os objetivos de produção mais limpa?			
6. Você desenvolveu um plano de produção mais limpa para atividades que mantenham a produção mais limpa?			
7. Os recursos humanos e financeiros para as atividades que mantenham a produção mais limpa estão assegurados?			
8. Você definiu uma data para o prosseguimento de uma avaliação de produção mais limpa?			
9. Você arquivou todas as informações relevantes usadas durante a avaliação de produção mais limpa?			
10. Você preparou um relatório descrevendo como sua empresa conduziu a avaliação de produção mais limpa?			
11. Você divulgou os resultados da avaliação de produção mais limpa?			
12. Você informou a gerência e os funcionários sobre o progresso da avaliação de produção mais limpa?			
13.			
14.			
15.			



## 7.3.3. Comparação do antes e depois

	Item	Preço por unidade (P)	Índice antes da implementação (A)	Índice após a implementação (B)	Benefícios incrementais (B-A)*P
<b>E N T R A D A S</b>	<b>Materiais</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Energia</b>				
	Eletricidade				
	Vapor				
	<b>Utilitários</b>				
	Água				
	<b>Trabalho</b>				
Operação					
Manutenção					
Supervisão					
<b>Outros</b>					
<b>S A Í D A S</b>	<b>Produto</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Subproduto</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Resíduos Sólidos</b>				
	1.				
	2.				
	3.				
	<b>Efluentes Líquidos</b>				
	1.				
2.					
3.					
<b>Emissões gasosas</b>					
1.					
2.					

Benefício econômico total \_\_\_\_\_

## 7.3.4. Avaliar a Avaliação de Produção mais Limpa

Questões	SIM	NÃO
1. Todas as oportunidades de produção mais limpa foram implementadas? Se NÃO, liste as oportunidades que ainda não foram implementadas e quais as razões:		
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

## 7.4. Décimo sétimo passo - Preparar um Plano de Produção Mais Limpa

### 7.4.1. Objetivo

Desenvolver um plano de implementação para oportunidades de produção mais limpa. Deve ser esboçado um plano, descrevendo a duração do projeto e os recursos humanos e financeiros necessários para a implementação das medidas.

### 7.4.2. Avaliar a avaliação de produção mais limpa

O plano de produção mais limpa deve começar com uma avaliação preliminar da Avaliação de Produção mais Limpa. A folha de trabalho que leva este título pode ser usada para esta avaliação.

As lições aprendidas das primeiras quatro fases devem revelar se a avaliação de produção mais limpa foi, até aqui, um exercício bem sucedido, que mereça prosseguimento. O Plano de produção mais limpa deve, além disso, descrever como deve ser feito esse prosseguimento.

As oportunidades de custo zero ou baixo custo, que já foram implementadas durante a Pré-Avaliação, Avaliação e Estudo de Viabilidade, podem ser agora avaliadas através das comparações de antes e depois: se as providências para estas comparações foram adequadas e se devem ser desenvolvidos diferentes procedimentos de monitoramento.

No passo 19 é apresentada uma descrição mais detalhada do monitoramento e da avaliação das oportunidades de produção mais limpa. O monitoramento e avaliação das oportunidades de custo zero e baixo custo já implementadas podem também seguir os procedimentos apresentados no passo 19.

### 7.4.3. Obter recursos financeiros

Devem ser obtidos recursos financeiros para implementação do conjunto de oportunidades resultante do Estudo de Viabilidade.

Os projetos referentes à redução de resíduos e emissões geralmente envolvem melhorias no campo da produção e/ou uma redução no custo associado a resíduos e emissões. Contudo, os recursos financeiros da companhia podem já ter sido alocados para outros projetos (por exemplo, expandir a capacidade ou assumir o controle de outras companhias). Se for este o caso, a implementação de uma oportunidade de produção mais limpa pode ser adiada até o próximo orçamento. A equipe do projeto deve buscar a garantia de que os recursos financeiros sejam alocados para a implementação da oportunidade de produção mais limpa durante o próximo período orçamentário. A companhia ou a equipe do projeto pode também buscar financiamentos externos.

### 7.4.4. Estabelecer vínculos no caso de soluções multidepartamentais

Algumas oportunidades de produção mais limpa não requerem muitas oportunidades e podem ser implementadas a qualquer tempo, independente dos empregados e do equipamento do processo. Outras oportunidades podem requerer mudança organizacional. As informações sobre as mudanças, aos empregados e departamentos pertinentes, facilitam a implementação dessas oportunidades. Em alguns casos, é necessário o treinamento da equipe e dos empregados.

### 7.4.5. Desenvolver um cronograma para implementação

Antes de elaborar um cronograma, leia o que é necessário para isso, nos passos 18 e 19. A compreensão do que acontece durante a implementação, monitoramento e avaliação das oportunidades, pode ajudá-lo no desenvolvimento de um plano de implementação. A folha de trabalho Plano de Produção mais Limpa, incluída nesta parte, pode ser usada para desenvolver um cronograma.

O cronograma deve explicar:

- Quando devem acontecer determinadas atividades;
- Quem é responsável por essas atividades;
- Quando são esperados determinados resultados;
- Quando e por quanto tempo, monitorar as mudanças;
- Quando avaliar os progressos.

Atividades específicas e considerações a serem observadas:

- Quando devem ser assegurados os recursos financeiros;
- Quando a gerência deve tomar uma decisão;
- Quando a oportunidade deve ser implementada;
- Quanto tempo deve durar o período de testes;
- Qual é a data da conclusão da implementação.

#### 7.4.6. Prosseguimento

Para assegurar que as atividades de produção mais limpa em uma empresa não terminem com a implementação das oportunidades de produção mais limpa, deve-se documentar como serão continuadas as atividades de produção mais limpa, quem deve ser responsável e como a experiência da avaliação de produção mais limpa, deve ser repassada aos demais integrantes da empresa e também a outras instituições. Estes planos estão especificados mais detalhadamente no passo 20. Em qualquer caso, deve-se tentar fazer provisões iniciais, tais como assegurar os recursos humanos e financeiros, para as atividades de produção mais limpa em prosseguimento, antes que as oportunidades selecionadas durante o Estudo de Viabilidade sejam implementadas. As oportunidades para as atividades de produção mais limpa tendem a decrescer uma vez que as últimas oportunidades tenham sido implementadas, pondo em perigo a continuação dessas atividades

### 7.5. Décimo oitavo passo - Implementar oportunidades de produção mais limpa

#### 7.5.1. Objetivo

Implementar oportunidades de produção mais limpa.

A implementação de oportunidades de produção mais limpa envolvendo a modificação ou aquisição de equipamentos novos não é essencialmente diferente de qualquer outro projeto de investimento. Portanto, a empresa pode seguir os mesmos procedimentos que usou para a implementação de outros projetos.

A exemplo de qualquer outro projeto de investimento, os estágios do projeto de produção mais limpa incluem:

- Planejamento;
- Design;
- Aquisição;
- Construção.

Deve ser prestada atenção especial às necessidades de treinamento da equipe e dos empregados. O projeto poderá não ser bem sucedido se não for endossado por funcionários treinados adequadamente. As necessidades de treinamento são identificadas durante a avaliação técnica.

Também é importante que as pessoas responsáveis pela implementação sejam informadas sobre o trabalho e o propósito da oportunidade, uma vez que a experiência da implementação tem, freqüentemente, sugestões úteis para esta fase.



## 7.6. Décimo nono passo - Monitorar e Avaliar

### 7.6.1. Objetivo

Monitorar e avaliar o desempenho das oportunidades de produção mais limpa implementadas.

O desempenho das oportunidades de produção mais limpa implementadas precisa ser monitorado e os resultados verdadeiros precisam ser comparados aos resultados "esperados".

### 7.6.2. Monitorar o progresso

Existem três modos de monitorar a eficácia da oportunidade de produção mais limpa implementada. Você pode medir:

- Mudanças na geração de resíduos e emissões;
- Mudanças no consumo de recursos (incluindo energia);
- Mudanças na lucratividade.

Como medida de eficácia, a empresa estará especialmente interessada no aumento da lucratividade. O projeto pode pagar-se através da redução de custos no gerenciamento de resíduos e emissões e das matérias-primas e operações.

As mudanças nos resíduos e emissões devem ser corrigidas para a mudança no processo produtivo. Você deve levar em conta, também, as mudanças de concentração de resíduos e emissões. Os custos e benefícios operacionais podem ser calculados com base em uma comparação do antes e depois.

### 7.6.3. Fazer comparações do antes e depois e avaliar as oportunidades

A comparação do antes e depois é essencial para a avaliação das oportunidades implementadas. Ela permite mudanças decorrentes da oportunidade de produção mais limpa implementada. A comparação de antes e depois pode ser usada para mostrar à gerência o quanto são efetivas as oportunidades implementadas.

As provisões para as comparações de antes e depois foram feitas durante a Pré-Avaliação. A folha de trabalho incluída na frente desta fase pode ser usada para fazer uma comparação do antes e depois das oportunidades de produção mais limpa. A tabela 10 ilustra o modo pelo qual pode ser feita esta comparação

### 7.6.4. Comparação do antes e depois

**Tabela 10** – Comparação do antes e depois de uma oportunidade de produção mais limpa

Item e preço		Índice antes da implementação	Índice após a implementação	Benefícios incrementais
<b>E</b> <b>N</b> <b>T</b> <b>R</b> <b>A</b> <b>D</b> <b>A</b> <b>S</b>	Materiais			
	A: 2,7 RMB/kg	730 kg/h	808 kg/h	-210,6
	B: 4,5 RMB/kg	226,4 kg/h	287 kg/h	-272,7
	C: 1,7 RMB/kg	261,6 kg/h	348 kg/h	-146,9
	D: 4,8 RMB/kg	20,4 kg/h	27,2 kg/h	-32,56
	Água: 0,7 RMB/t	80 t/h	15 t/h	45,5
	Eletricidade: 0,4 RMB/kwh	190 kwh/h	195 kwh/h	-2,0
	Vapor: 60 RMB/t	16 t/h	13 t/h	180
	Trabalho:	120 RMB/t	177,04 RMB/h	-57,04
	<b>S</b> <b>A</b> <b>Í</b> <b>D</b> <b>A</b> <b>S</b>	Produto 10 RMB/ kg	502 kg/h	631,6 kg/h
Subproduto 50 RMB / t	1,4 t/h	1,5 t/h	5	
DQO 0,4 RMB / kg	160 kg/h	8 kg/h	60,8	

**Benefício econômico total**

Como demonstrado na tabela 10, o consumo de matérias-primas, eletricidade e trabalho aumentou. Ao mesmo tempo, aumentou a produção. A carga DQO (Demanda Química de Oxigênio) nos efluentes líquidos decresceu consideravelmente, resultando num decréscimo da poluição. Conclui-se que os custos de operação cresceram, porém combinados ao aumento nos benefícios do produto e redução da carga de poluição.

Com base na comparação do antes e depois, pode ser avaliada a oportunidade de produção mais limpa. Devem ser tratados os seguintes assuntos:

- A oportunidade é economicamente efetiva? A eficácia de custo é a esperada?
- O número de fontes de resíduos e emissões está reduzido? Em quanto?
- A quantidade total de resíduos e emissões decresceu? Em quanto?
- A toxicidade dos resíduos e emissões decresceu? Como?
- O consumo de energia decresceu? Quanto?
- As metas de produção mais limpa foram atingidas? Quais foram e quais não foram?
- Existem resultados inesperados no aspecto técnico? Quais e por quê?
- As permissões e licenças precisam ser ajustadas? Quais?

A avaliação das oportunidades pode ser realizada periodicamente para checar se as mudanças ocorrem e se as metas de produção mais limpa ainda estão sendo atingidas. Alguém do Ecotime pode conduzir avaliações curtas nas quais são pesquisadas apenas as seguintes perguntas:

- As oportunidades estão sendo implementadas de acordo com o plano?
- As instruções estão sendo seguidas corretamente pelos empregados?
- Onde ocorrem problemas e por quê?

Para esta avaliação, você também pode usar a folha de trabalho Avaliar a Avaliação de Produção mais Limpa, incluída na frente desta parte.

Ao final da avaliação de produção mais limpa, todos os materiais relevantes devem ser reunidos e arquivados adequadamente, de modo que possam ser facilmente recuperados quando for iniciada uma nova avaliação.

Os seguintes itens devem ser incluídos nos arquivos:

- Declaração de produção mais limpa da empresa;
- Folhas de trabalho usadas ou preenchidas durante a avaliação de produção mais limpa;
- Avaliação de causas dos resíduos e emissões;
- Lista de oportunidades de produção mais limpa geradas durante a sessão de explosão de idéias;
- Lista de oportunidades técnica, econômica e ambientalmente viáveis;
- Plano de implementação;
- Comparação do antes e depois e avaliação das oportunidades;
- Relatórios de avaliação;
- Plano de ação de produção mais limpa a longo prazo.

Este último item será discutido no passo 20.

## 7.7. Vigésimo passo - Sustentar atividades de produção mais limpa

### 7.7.1. Objetivo

Sustentar as atividades de produção mais limpa na empresa.

Uma empresa deve continuamente procurar modos de melhorar seu desempenho ambiental. Finalmente, deve ser conduzida outra avaliação de produção mais limpa.

Importância de sustentar as atividades de produção mais limpa

Se a produção mais limpa criar raízes e mostrar-se genuinamente bem sucedida em sua planta, é decisivo que o Ecotime não perca a oportunidade, depois de ter implementado algumas oportunidades. A produção mais limpa não deve ser um acontecimento isolado! A

primeira Avaliação de Produção Mais Limpa deve oferecer o tipo de experiência de aprendizagem necessário para que a equipe do projeto seja mais eficiente e eficaz ao identificar, planejar e desenvolver projetos de produção mais limpa.

O melhor modo de sustentar atividades de produção mais limpa é introduzir um programa de produção mais limpa que inclua todas as atividades necessárias para obter entusiasmo e comprometimento com avaliações de produção mais limpa repetidamente conduzidas.

#### 7.7.2. Projetar um programa de produção mais limpa

O programa de produção mais limpa é um conjunto abrangente de atividades organizacionais, administrativas e de planejamento que objetiva intensificar a abordagem de produção mais limpa em toda a empresa.

Novamente, deve ser obtido o comprometimento da gerência para permitir que uma equipe ou uma pessoa, dedique tempo para organizar a continuidade das atividades de produção mais limpa. Uma segunda avaliação de produção mais limpa pode não ser iniciada imediatamente após conclusão da primeira, mas devem ser reunidas idéias e as informações para a próxima avaliação.

O primeiro componente de um programa de produção mais limpa já foi projetado pela gerência na declaração de política ambiental (Ver passo 1). Outros componentes de um programa de produção mais limpa incluem:

- Nomear um coordenador de produção mais limpa;
- Desenvolver um plano de ação;
- Avaliar e ajustar o programa de produção mais limpa.

#### 7.7.3. Nomear um coordenador de produção mais limpa

O coordenador de produção mais limpa é responsável pelo andamento das atividades. O coordenador procura manter-se atualizado sobre as manifestações de produção mais limpa fora da empresa que podem ser úteis para o seu próprio programa. A consciência das mudanças na regulamentação, interesses públicos e custos móveis das matérias-primas e disposição podem ajudar a identificar novas oportunidades de produção mais limpa.

Em muitos casos, a tarefa do coordenador de produção mais limpa pode ser realizada em tempo parcial por um dos funcionários, de preferência, alguém que exerça um papel de liderança positiva junto aos demais. O líder do Ecotime pode ser um candidato apropriado para esta função. O coordenador deve envolver regularmente os funcionários no programa de produção mais limpa, de modo que o entusiasmo seja compartilhado e tenha melhor chance de prosperar.

#### 7.7.4. Desenvolver um plano de ação

O plano de ação deve descrever todas as atividades de produção mais limpa planejadas para o futuro próximo e também a longo prazo. Se possível, ele deve especificar quando as atividades vão acontecer, quem será envolvido e que recursos financeiros são necessários.

Uma coisa deve ser planejada cuidadosamente: a próxima avaliação de produção mais limpa. Ela deve ser realizada periodicamente para identificar novas oportunidades de produção mais limpa. Cada avaliação pode enfocar um processo, unidade de operação ou atividade diferentes da empresa.

#### 7.7.5. Avaliar e ajustar o programa de produção mais limpa

Periodicamente, a produção mais limpa precisa ser revisada e avaliada. Deve-se avaliar se foram atingidos os objetivos de produção mais limpa e se as atividades propostas são executadas. Além disso, a empresa deve avaliar se os objetivos de produção mais limpa devem ser ajustados de acordo com a nova compreensão e os novos objetivos da empresa. Eventualmente, deve-se tentar integrar a produção mais limpa ao plano comercial.

### 7.7.6. Integrar a produção mais limpa ao plano comercial

Um plano comercial apresenta uma visão geral de todos os componentes das atividades da empresa. Ele contém tipicamente um plano de marketing, um de operações, um financeiro, um de pesquisa e desenvolvimento e um administrativo. Para cada plano constituinte, podem ser indicados temas para os quais a produção mais limpa pode trazer substancial contribuição.

### 7.7.7. Plano de marketing

No plano de marketing, a produção mais limpa pode contribuir para melhorar a posição competitiva da empresa e sua imagem pública. No passo 1 já foi identificado que cada companhia é afetada por diferentes grupos de interesse externos (Ver figura 2). A preocupação crescente com os assuntos ambientais pode ser traduzida em uma política que enfoque mais os esforços da companhia para a produção mais limpa.

### 7.7.8. Plano de operações

No plano de operações, a produção mais limpa contribui para melhorar a eficiência no uso de matérias-primas, melhorar o design do produto, maximizar o reuso no local, separar resíduos e aumentar a qualidade do produto e dos processos. Isto implica em planejar cronograma de manutenção preventiva e checar regularmente os novos equipamentos com relação a sua performance ambiental.

A mudança dos procedimentos de compra pode controlar as perdas antes mesmo da entrada na companhia. Os procedimentos de compra listados a seguir podem ajudar a implementar o programa de produção mais limpa com mais eficiência.

- Avaliar os materiais da compra, de modo a poder adquirir os menos tóxicos;
- Mudar para a compra *just in time* para evitar derramamentos ou compra em quantidade maior que necessária;
- Assegurar que os novos equipamentos sejam projetados para reduzir os resíduos e emissões;
- Canalizar as compras para uma só pessoa, para eliminar compras desnecessárias;
- Obter folhas de dados sobre segurança dos materiais (MSDSs - *Material Safety Data Sheets*) quando comprar materiais perigosos. Estas folhas contêm informações químicas que podem ajudar os gerentes a determinar a natureza de seus resíduos e emissões.

A mudança nos procedimentos de recepção pode evitar que lhe seja enviado o produto errado, ou que você tenha que limpar derramamentos devido à remessa ou embalagens inadequadas. Isto pode ser conseguido através de:

- Designação de uma área de recepção;
- Treinamento dos funcionários em métodos adequados de manuseio para prevenir perdas de propriedade dos materiais (principalmente produtos químicos), danos ao ambiente e disposição onerosa de resíduos;
- Escolha de fornecedores de qualidade;
- Revisão de contratos de compra (incluir termos de recebimento de pedidos de material);
- Documentação dos contratos para assegurar que as condições estejam de acordo com as especificações.

A mudança nos procedimentos de fornecimento é necessária pelas mesmas razões anteriores. Os contratos com seus clientes podem incluir o que segue:

- Designar uma área de recepção;
- Treinar os que manuseiam o material;
- Assegurar que o funcionário da área de recepção inspecione e assine o contrato de fornecimento;
- Documentar os contratos de fornecimento.

Uma política de estoques é parte importante do plano de operações. Deve-se considerar o que segue, ao desenvolver os procedimentos de inventário:

- Quais são os riscos da estocagem em maior quantidade de determinada matéria-prima perigosa?;
- Qual a validade de um material que você pretende adquirir?;
- Comprar contêineres de tamanho apropriado para evitar perdas, derramamentos, evaporação, etc;
- Considerar a área onde você estoca seus materiais;
- Existe um sistema adequado de emergência no local para o caso de emergências?

#### 7.7.9. Plano financeiro

No plano financeiro, o método de avaliação econômica descrito na fase de Avaliação dá uma dimensão extra da visão financeira global da empresa. Um plano financeiro correto, deve incluir as despesas com gerenciamento de resíduos e emissões e quaisquer economias com produção mais limpa. Os custos com gerenciamento de resíduos incluem o transporte e disposição dos resíduos, conformidade com a regulamentação, seguros, etc. O que pode parecer uma abordagem de gerenciamento economicamente efetiva de resíduos, pode não ser quando for considerada no contexto do quadro financeiro global da empresa. A inclusão de informações sobre custos de gerenciamento de resíduos pode ajudá-lo a desenvolver uma declaração extra de lucros e criar um plano financeiro realista. Além disso, essas informações são essenciais quando for avaliada a eficácia de custos de qualquer oportunidade de produção mais limpa.

#### 7.7.10. Plano de pesquisa e desenvolvimento

A Avaliação de Produção Mais Limpa pode influenciar consideravelmente o plano de pesquisa e desenvolvimento. As oportunidades de pesquisa e desenvolvimento podem estar no campo da mudança na gerência e estrutura organizacional para atender melhor às necessidades de gerenciamento de produção mais limpa. A falta de dados sobre métodos de mensuração e registro ou de métodos de análise, conforme verificado durante a fase de avaliação, pode ser uma razão correta para iniciar-se pesquisa e desenvolvimento nessa área. Da mesma forma, todas as áreas onde as oportunidades de produção mais limpa não foram ainda consideradas viáveis devido a restrições técnicas, podem ser incluídas no plano de pesquisa e desenvolvimento.

Os assuntos de pesquisa e desenvolvimento em produção mais limpa podem ser divididos nas seguintes categorias:

- *Design* ecologicamente correto de produtos;
- Mudanças de processo e novas tecnologias;
- Substituição de materiais de entrada;
- Reuso no local;
- Gerenciamento e métodos ambientais;
- Transferência de tecnologia e informações.

#### 7.7.11. Procedimentos administrativos

Se o registro exato dos dados requeridos para a produção mais limpa puder ser incorporado aos procedimentos administrativos normais, isto será uma ferramenta poderosa de gerenciamento. A manutenção de registros exatos sobre os tipos e quantidades de resíduos e emissões é importante para determinar como eles podem ser reduzidos. Além do mais, esses registros lhe permitirão avaliar a eficácia econômica e técnica de qualquer medida de produção mais limpa.

Além disso, a atenção ao trabalho escrito e aos registros vai ajudá-lo a documentar seus programas de gerenciamento de resíduos e assisti-lo na conformidade com regulamentações complexas. Isto, por sua vez, pode ser um método de baixo custo para a identificação dos resíduos e emissões que podem ser reduzidos ou eliminados.

## 8. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

GERMANY FEDERAL ENVIRONMENT MINISTRY. **A Guide to Corporate Environment Indicators**. Bonn: 1997. 47p.

SCHNITZER, H. **ECOPROFIT**. Áustria: Universidade de Tecnologia de Graz, 1995.

UNIDO & UNEP. Guidance Materials for the UNIDO/UNEP National Cleaner Production Centres. France: UNEP, 1995.