

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

- Estudo de Casos – Programa de Produção mais Limpa

Porto Alegre
2003

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

- Estudo de Casos - Programa 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

- Estudo de Casos - Programa de Produção mais Limpa

Série Manuais de Produção mais Limpa

Estudo de Casos - Programa 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

S 491 SENAI.RS. *Programa de Produção mais Limpa; estudo de casos.* Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 23 p. il. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

1. Proteção do meio ambiente. 2. Administração da qualidade ambiental 3. I. Título

CDU – 504.06

CATALOGAÇÃO NA FONTE: ENILDA HACK

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

SENAI – Instituição mantida e administrada pela Indústria

Sumário

1. DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	1
1.1. Estudo de caso nº.....	1
1.1.1. Descrição do estudo de caso, das alternativas estudadas e das operações unitárias envolvida.....	1
1.1.2. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo antes da implantação do estudo de caso de PmaisL.....	4
1.1.3. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo após a implantação do estudo de caso de PmaisL.....	6
1.1.4. Plano de monitoramento.....	9
1.1.5. Ficha do plano de monitoramento	9
1.1.6. Identificação dos principais indicadores	12
1.1.7. Ficha de controle de indicadores	12
1.1.8. Análise econômica.....	15
1.1.9. Análise Econômica	17
1.1.10. Gráficos comparativos da análise econômica do Estudo de Caso.....	17
1.1.11. Conclusões	17
1.1.12. Anexos.	17
2. RESULTADOS GERAIS	19
2.1. Benefícios e investimentos.....	19
2.2. Benefícios ambientais.....	19
3. PLANOS DE CONTINUIDADE.....	21
4. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....	23

1. DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

1.1. Estudo de caso nº

Nome do estudo de caso: _____

Data de implantação do estudo: _____

1.1.1. Descrição do estudo de caso, das alternativas estudadas e das operações unitárias envolvidas

Instruções para preenchimento dos itens 1.1 e 1.1.1

Todo o estudo de caso é composto de uma ou várias medidas, que devem ser descritas da forma mais detalhada possível, para que possam ser conhecidos os aspectos econômicos, ambientais e tecnológicos.

Relacione as operações unitárias envolvidas com as etapas do processo (área de incidência), utilizando a mesma numeração das etapas do(s) fluxograma(s).

Lembrar que a associação de duas ou mais oportunidades de PmaisL pode originar um único estudo caso, ou o estudo pode ser originado de apenas uma alternativa de PmaisL.

Indique em que classificação abaixo as medidas envolvidas se enquadram:

HOUSEKEEPING

- otimização de parâmetros operacionais;
- padronização de procedimentos;
- melhoria do sistema de compras e vendas;
- melhoria no sistema de informações e treinamento;
- melhoria no sistema de manutenção;

PROCESSO E TECNOLOGIA

- modificação de tecnologia;
- modificação no processo, inclusão/exclusão de etapas no processo;
- ajustes de layout e no processo;
- automação de processos.

PRODUTO

- ajustes no produto;
- ajustes no projeto;
- redesign do produto.

MATÉRIAS-PRIMAS, INSUMOS E AUXILIARES

- substituição de matéria-prima ou de fornecedor;
- melhoria no preparo da matéria-prima;
- substituição de embalagens.

TÉCNICAS DE TRATAMENTO

- logística associada a subprodutos e resíduos;
- reuso e reciclagem interna;
- reuso e reciclagem externa;
- técnicas de fim de tubo.

Exemplo de preenchimento de alguns dados dos itens 1.1 e 1.1.1

Nome do estudo de caso: Recuperação da água residual através de construção de tanque de decantação e leito de secagem

Data de implantação do estudo: Setembro/2001

1.1.2. Descrição do estudo de caso, das alternativas estudadas e das operações unitárias envolvidas

Os efluentes líquidos provenientes das águas de lavagem de filtros, descargas de floculadores e decantadores são lançadas diretamente no meio ambiente causando erosão até chegar no seu destino final, que é uma nascente.

O nosso intuito é evitar a degradação do meio ambiente, com a recuperação da água de lavagem de filtros, descargas de decantadores e floculadores, e também com a reciclagem do lodo gerado no processo.

Para isto é necessário construir reservatório de recuperação de água de lavagem e descarga de decantadores e floculadores e EEA decantada, além de leito de secagem para o lodo.

Para iniciar a construção destes equipamentos elaboraremos projeto, planilhas orçamentárias para solicitarmos recursos necessários a construção da obra.

As medições da solução de sulfato são feitas através de micromedições na tina de sulfato, as medidas da água de descarga dos floculadores, água de descarga de decantadores e água para lavagens dos filtros são feitas através de cubagens dos floculadores, decantadores e reservatório elevado. A medição da água tratada para distribuição é feita através de 04 macromedidores, onde 03 registram a água tratada distribuída para os bairros do Centro, Várzea Alegre e Cristo Redentor e o outro macromedidor registra água tratada para distribuição em carros pipas, carros de bombeiros e outros.

Estão envolvidas as seguintes operações unitárias: 2. COAGULAÇÃO; 3. FLOCULAÇÃO; 4. DECANTAÇÃO; 5. FILTRAÇÃO; 6. RESERVAÇÃO.

No estudo de caso estão enquadradas as alternativas de minimização, vinculadas a processo e tecnologia, mais especificamente a alteração e otimização de processo. Também podem ser enquadradas como técnicas de tratamento, envolvendo reciclagem interna e reciclagem externa.

1.1.2. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo antes da implantação do estudo de caso de PmaisL

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
			1.			
			Produto*			
			2.			
			Produto*			
			3.			
			Produto*			
			4.			
			Produto*			
			5.			
			Produto*			
SUBTOTAL						
Observação: esta linha vale para somar itens iguais existentes na tabela, que estejam entrando ou saindo de diferentes etapas do processo	Exemplo: se tivéssemos, água de mesma fonte sendo usada para lavagens, aqui neste quadro, seria totalizada	Somatório das formas de energia convertidas a uma única unidade		Idem aos anteriores	Idem aos anteriores	Idem aos anteriores
PRODUTOS						
				Somatório dos produtos:		
TOTAL						
Total de matérias primas insumos e auxiliares	Total de água	Total de energia		Total de efluentes líquidos	Total de resíduos sólidos	Total de emissões atmosféricas
Somatório total de entradas			Somatório total de saídas			Diferença

Instruções para preenchimento do item 1.1.2

Utilizando o quadro 2.4 “Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo” preenchido no documento geral do Relatório do Programa de Produção mais Limpa, relacione no quadro abaixo *apenas* as etapas (incluindo as respectivas entradas, saídas e produtos intermediários devidamente quantificados) associadas ao estudo de caso, antes da implantação das técnicas de produção mais limpa;

Exemplo de preenchimento de alguns dados do item 1.1.2

1.1.2. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo antes da implantação do estudo de caso de PmaisL

Fluxograma do Tratamento de Água, baseado em 01 Ano de operação com período de medição de 17/05/2001 a 30/05/2001

ENTRADAS			PROCESSO	SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
Solução de Sulfato a 6,854% - 530 t Base Seca (36,326 t)	ND	ND	2. Coagulação Água coagulada	ND	ND	ND
ND	ND	ND	3. Floculação Água floculada	Água de descarga de floculador a 0,015% - 10.700,6 t (Lodo Base seca 1,61 t)	ND	ND
ND	ND	ND	4. Decantação Água decantada	Água de descarga de decantador a 1,154% - 19.501,4 t (Lodo Base seca - 225 t)	ND	ND
ND	Água para lavagem de filtro - 44.358 t	ND	5. Filtração Água filtrada	Água de lavagem de filtros a 0,045% - 44.358 t (Lodo Base seca 20 t) Perda de Água Filtrada - 2.158,7 t	ND	ND
PRODUTOS						
				Água para lavagem de filtros - 44.358 t Consumo de água na ETA - 1.014,2 t Água para lavagem das Tinas- 712,5 t Água para preparação da Solução de Sulfato - 530 t Água para preparação da Solução de Flúor - 287 t		
SUBTOTAL						
				Total de Produto - 2.650.811,7 t		
TOTAL						
Entrada da etapa 1 - 3.414.900,4 t, considerada para fins de balanço Solução de Sulfato de Alumínio a 6,854% - 530 t	Água para lavagem de filtro - 44.358 t	Entrada da etapa anterior - 1.560.582 kWh		Saída de Etapa 1 - 677.857,01 t, considerada para fins de balanço Água de descarga de floculador a 0,015% - 10.700,6 t Água de descarga de decantador a 1,154% - 19.501,4 t Água de lavagem de filtros a 0,045% - 44.358 t Perda de Água Filtrada - 2.158,7 t Total de Produto - 2.650.811,7 t	ND	ND
Somatório total das entradas: 3.459.788,4 t				Somatório total das saídas: 3.405.387,41 t		

1.1.3. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo após a implantação do estudo de caso de PmaisL

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
			1. Produto*			
			2. Produto*			
			3. Produto*			
			4. Produto*			
			5. Produto*			
SUBTOTAL						
Observação: esta linha vale para somar itens iguais existentes na tabela, que estejam entrando ou saindo de diferentes etapas do processo	Exemplo: se tivéssemos, água de mesma fonte sendo usada para lavagens, aqui neste quadro, seria totalizada	Somatório das formas de energia convertidas a uma única unidade		Idem aos anteriores	Idem aos anteriores	Idem aos anteriores
PRODUTOS						
				Somatório dos produtos:		
TOTAL						
Total de matérias primas insumos e auxiliares	Total de água	Total de energia		Total de efluentes líquidos	Total de resíduos sólidos	Total de emissões atmosféricas
Somatório total de entradas			Somatório total de saídas			Diferença

Instruções para preenchimento do item 1.1.3

Repita o quadro 1.1.2 "Análise quantitativa de entradas e saídas do processo antes da implantação do estudo de caso de PmaisL", porém com suas entradas, saídas e produtos intermediários devidamente quantificados após a implantação do estudo de caso.

Exemplo de preenchimento de alguns dados do item 1.1.3

1.1.3. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo após a implantação do estudo de caso de PmaisL

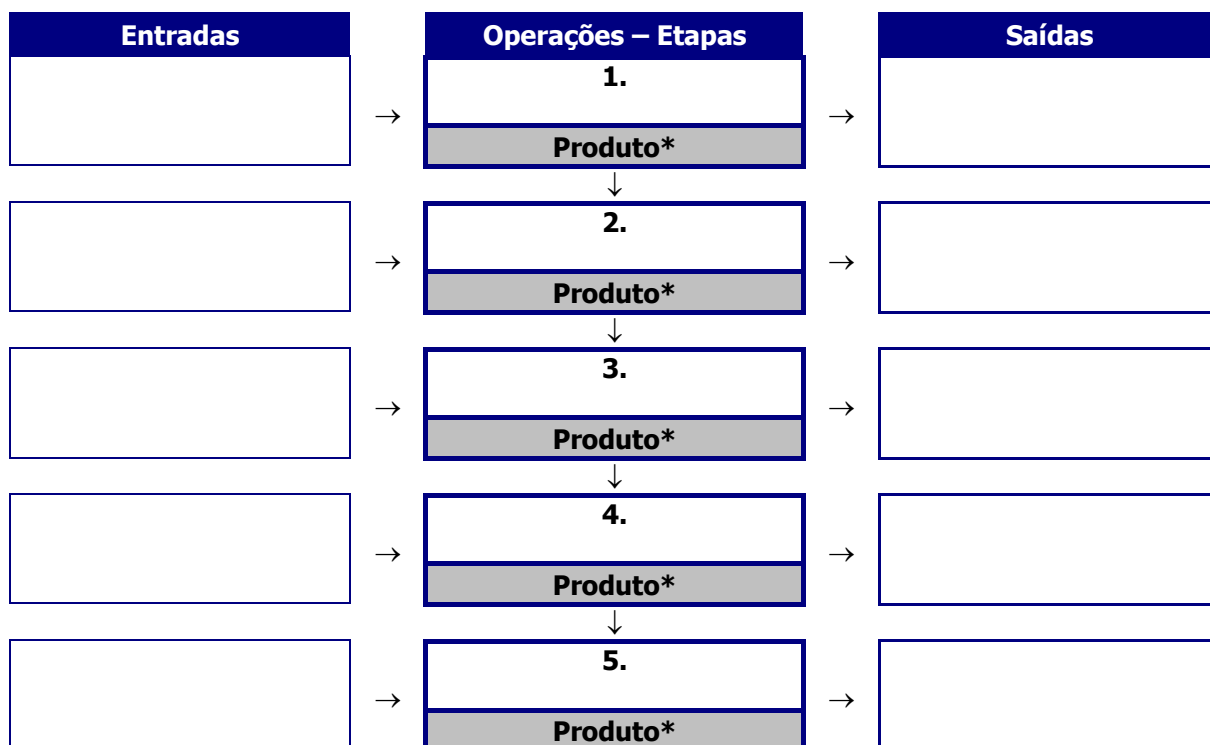
Fluxograma do Tratamento de Água, baseado em 01 Ano de operação com período de medição de 01/06/2001 a 15/06/2001

ENTRADAS		PROCESSO		SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
Solução de Sulfato a 6,854% - 519,6 t Base Seca (35,614 t)	Recuperação total de efluentes - 53.703,09 t		2. Coagulação Água coagulada	ND	ND	ND
ND	ND	ND	3. Floculação Água floculada	Água de descarga de floculador a 0,015% - 10.700,6 t (Lodo Base seca 1,61 t)	ND	ND
ND	ND	ND	4. Decantação Água decantada	Água de descarga de decantador a 1,154% - 19.501,4 t (Lodo Base seca - 225 t)	ND	ND
ND	Água para lavagem de filtro - 44.358 t	ND	5. Filtração Água filtrada	Água de lavagem de filtros a 0,045% - 44.358 t (Lodo Base seca 20 t) Perda de Água Filtrada - 2.158,7 t	ND	ND
PRODUTOS						
				Água para lavagem de filtros - 44.358 t Consumo de água na ETA - 1.014,2 t Água para lavagem das Tinas- 712,5 t Água para preparação da Solução de Sulfato - 530 t Água para preparação da Solução de Flúor - 287 t		
SUBTOTAL						
				Total de Produto - 2.650.811,7 t		
TOTAL						
Entrada da etapa anterior - 3.361.197,31 t Solução de Sulfato de Alumínio a 6,854% - 519,6 t	Recuperação total de efluentes - 53.703,09 t Água para lavagem de filtro - 44.358 t	Entrada da etapa anterior - 1.532.157 kWh		Saída de etapa anterior - 677.857,01 Água de descarga de floculador a 0,015% - 10.700,6 t Água de descarga de decantador a 1,154% - 19.501,4 t Água de lavagem de filtros a 0,045% - 44.358 t Perda de Água Filtrada - 2.158,7 t Total de Produto - 2.650.811,7 t	ND	ND
Somatório total das entradas: 3.459.778 t				Somatório total das saídas: 3.405.387,41 t		

Fluxograma da decantação do lodo, baseado em 01 Ano de operação com período de medição de 01/06/2001 a 15/06/2001

ENTRADAS		PROCESSO		SAÍDAS		
Matérias-primas, insumos e auxiliares	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Resíduos Sólidos	Emissões Atmosféricas
ND	Água de descarga de floculador a 0,015% - 10.700,6 t (Lodo Base seca - 1,61 t) Água de descarga de decantador a 1,154% - 19.501,4 t (Lodo Base seca - 225 t) Água de lavagem de filtros a 0,045% - 44.358 t (Lodo Base seca 20 t) Perda de Água Filtrada - 2.158,7 t	ND	8. Tanque de reaproveitamento	Geração de Perda de água filtrada - 647,61 t	Lodo do floculador - 3.210,18 t Lodo do decantador - 5.850,42 t Lodo do filtro - 13.307,4 t (Base seca - 246,61 t)	ND
ND	ND	12.400 kWh	9. Elevatória	ND	ND	ND
PRODUTOS						
Recuperação de Água de descarga de floculador - 7.490,42 t Recuperação de Água de descarga de decantador - 13.650,98 t Recuperação de Água de lavagem de filtros a - 31.050,6 t Recuperação de Perda de Água Filtrada - 1.511,09 t						
SUBTOTAL						
					Recuperação total de efluentes - 53.703,09 t	Lodo Total gerado - 22.368 t (Base seca - 246,61 t)
TOTAL						
ND	Água de descarga de floculador a 0,015% - 10.700,6 t (Lodo Base seca - 1,61 t) Água de descarga de decantador a 1,154% - 19.501,4 t (Lodo Base seca - 225 t) Água de lavagem de filtros a 0,045% - 44.358 t (Lodo Base seca 20 t) Perda de Água Filtrada - 2.158,7 t	12.400 kWh		Geração de Perda de água filtrada - 647,61 t Recuperação total de efluentes - 53.703,09 t	Lodo Total gerado - 22.368 t (Base seca - 246,61 t)	ND
Somatório total das entradas: 76.718,7 t				Somatório total das saídas: 76.718,7 t		

1.1.4. Plano de monitoramento



1.1.5. Ficha do plano de monitoramento

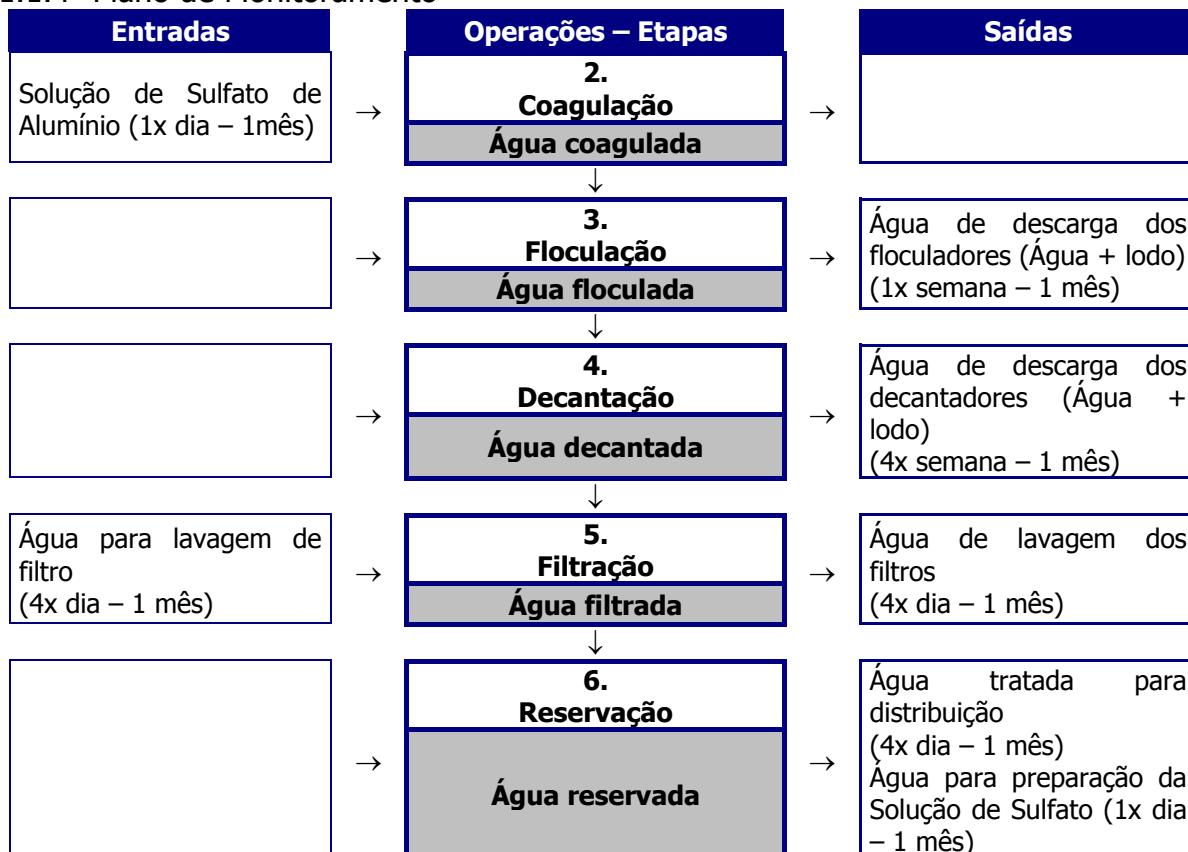
FICHA DO PLANO DE MONITORAMENTO		
Metodologia utilizada para realizar as medições		
Determinação dos recursos necessários		
Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados		
PARÂMETROS	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Responsável pela coleta de dados: _____		
Cargo: _____	Data: _____	

Instruções para preenchimento dos itens 1.1.4 e 1.1.5

Elaborar o plano de monitoramento para facilitar a identificação de benefícios ambientais, técnicos, econômicos e de saúde ocupacional, com a implantação do programa de produção mais limpa. Descrever detalhadamente a metodologia utilizada para realizar as medições.

Listar os recursos que serão necessários para o monitoramento.

Indicar a frequência, o período e os parâmetros a serem monitorados neste estudo de caso.

Exemplo de preenchimento de alguns dados dos itens 1.1.4 e 1.1.5**1.1.4 Plano de Monitoramento****1.1.5 Ficha do plano de monitoramento****FICHA DO PLANO DE MONITORAMENTO****Metodologia utilizada para realizar as medições**

- Para a água bruta realizar a medição com – Análises em laboratório, para confirmar os parâmetros listados nos itens acima relacionados
- Macromedidores do tipo eletromagnético
- Pitometria para os pontos eventuais de medição
- Cubagem em bombona de 200 L, para saídas – O monitoramento foi realizado com uma água com as seguintes características da água bruta:
- eventuais de água de lavagem e outras.
- Cubagem de tanques com réguas graduadas
- Pesagens em balança de 500 kg, para produtos Cor: 250 mg/L de Pt
- químicos e resíduos Turbidez: 66,3 UNT
- Micromedições para águas de lavagem e água para Alcalinidade: 12,0 mg/L
- lavagem, bem como para lodo do decantador pH: 6,1

Determinação dos recursos necessários

- Tubo de Pitot – alugar
- Réguas graduadas para cubagem
- Placas de Orifício – adquirir
- Contratar os projetos
- Balanças, tomar emprestado no período da medição e depois viabilizar a compra
- Recursos humanos, disponibilizar 2 operadores
- Hidrômetros – utilizar os existentes e instalar novos –
- Equipamentos do laboratório central, com materiais e mão de obra

Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados

PARÂMETROS	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Água bruta	4x dia – 2 semanas no primeiro mês e 1x por dia , 3 dias por semana, nos próximos dois meses	1 trimestre
Energia elétrica	1 x mês	1 trimestre
Perda de água bruta	1 x mês	1 trimestre
Solução de sulfato	1 x dia	1 mês
Água de descarga dos flocladores	1 x semana	1 mês
Água de descarga dos decantadores	4 x semana	1 mês
Água para lavagem de filtros	4 x dia	1 mês
Cloro gás	7 x dia	1 mês
Fluorsilicato de sódio	7 x dia	1 mês
Água tratada para distribuição	4 x dia	1 mês
Água para consumo da ETA	1 x semana	1 mês
Saco plástico	2 x mês	1 mês
Saco plástico sujo	2 x mês	1 mês
Cilindro de cloro gás	2 x mês	1 mês
Sulfato de alumínio	1 x dia	1 mês
Borra de sulfato	1 x dia	1 mês
Água tratada	4x dia – 2 semanas no primeiro mês e 1x por dia , 3 dias por semana, nos próximos dois meses	1 trimestre

Responsável pela coleta de dados: **Engenheiro Paulo Eduardo e Químico Adriano Dantas**

Cargo: **Engenheiro de Projeto e Técnico Operacional** Data: **14/06/2001**

1.1.6. Identificação dos principais indicadores

Indicadores	Antes da implantação do estudo de caso		Após a implantação do estudo de caso	
	Índice	Unidade	Índice	Unidade
Consumo de matéria-prima por produto		kg/kg		kg/kg
Consumo de água por produto		m ³ /t		m ³ /t
Consumo de insumos por produto		kg/t		kg/t
Consumo de auxiliares por produto		kg/t		kg/t
Consumo de energia por produto		kWh/t		kWh/t
Geração de resíduos sólidos por produto		kg/t		kg/t
Geração de efluentes por produto		m ³ /t		m ³ /t
Custos associados a resíduos sólidos		R\$/t		R\$/t
Custos associados a efluentes		R\$/m ³		R\$/m ³

1.1.7. Ficha de controle de indicadores

1.1.7.1. FICHA DO INDICADOR:

FICHA DE CONTROLE DO INDICADOR		
NOME DO INDICADOR:		
Objetivo da adoção do indicador		
Descrição do indicador		
Ação a ser adotada ou procedimento a ser revisado para melhorar o índice do indicador		
Classificação e desenvolvimento da base de dados		
Determinação dos recursos necessários		
Busca de fatores de conversão		
Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados		
Parâmetro	Frequência	Período
Nome do responsável pela coleta de dados:		
Cargo:	Data:	

Instruções para preenchimento dos itens 1.1.6 e 1.1.7.1

Deverão ser listados os indicadores específicos de cada Empresa e representativos para o estudo de caso.

Preencha uma ficha para cada indicador.

Exemplo de preenchimento de alguns dados dos itens 1.1.6 e 1.1.7.1**1.1.6. Identificação dos principais indicadores**

Indicadores	Antes da implantação do estudo de caso		Após a implantação do estudo de caso	
	Índice	Unidade	Índice	Unidade
Consumo de água bruta na ETA por água tratada distribuída	1,051	m ³ /m ³	1,031	m ³ /m ³
Consumo de sulfato por água tratada distribuída	21,77	g/m ³	21,34	g/m ³
Geração de água de lavagem de filtros por água tratada distribuída	17,03	L/m ³	5,11	L/m ³
Geração de água de descarga de floculador por água tratada distribuída	4,11	L/m ³	1,23	L/m ³
Geração de água de descarga de decantador por água tratada distribuída	7,49	L/m ³	2,25	L/m ³
Geração de lodo total por água tratada distribuída	94,71	g/m ³	9,47	g/m ³

1.1.7. Ficha de controle de indicadores - Geração de lodo total por água tratada distribuída**FICHA DE CONTROLE DO INDICADOR**

NOME DO INDICADOR: Geração de lodo total por água tratada distribuída

Objetivo da adoção do indicador

Descrição do indicador

Relação entre a massa de lodo total (gerado na descarga de floculador, descarga de decantador e água de lavagem de filtros) e o volume de água tratada distribuída, expresso em g/m³, no processo de tratamento de água nas etapas de floculação, decantação e filtração, tendo como objetivo avaliar o impacto ambiental causado pelo lançamento de lodo contido nas águas de descargas e de lavagens.

É um indicador relativo que pode ser medido 4 vezes por dia na água de lavagem de filtros, 4 vezes por semana na água de descarga dos decantadores e 1 vez por semana na água de descarga dos floculadores, uma vez que temos conhecimento da concentração do lodo em cada etapa do processo, e tem como unidade de medição gramas de lodo total gerado/m³ de água tratada distribuída (g/m³).

Ação a ser adotada ou procedimento a ser revisado para melhorar o índice do indicador

Classificação e desenvolvimento da base de dados

As informações de geração de água de descarga de floclador não eram registradas. Foi criado o "Relatório de Controle de volume de água consumida na descarga de floclador", as de geração de água de descarga de decantadores ficam registradas no "Relatório de Controle de volume de água consumida na descarga decantadores", as de geração de água de lavagem de filtros ficam registradas no "Relatório de Controle de volume de água consumida na lavagem de filtro" e as de água tratada distribuída ficam registradas no "Relatório de Macromedição", que são anotadas diariamente.

Antes do Estudo de Caso:

Geração de Lodo Total = 246,61 t
Volume de água tratada distribuída = 2.603.910 m³

Expectativa Depois do Estudo de Caso:

Considerando recuperar 90% dos resíduos sólidos, teremos os seguintes resultados:

Geração de Lodo Total = 24,661 t
Volume de água tratada distribuída = 2.603.911 m³

Determinação dos recursos necessários

- Balanças
- Régua graduada
- Mufas
- Recursos humanos
- Estufas

Busca de fatores de conversão

Água de lavagem de filtros = 44.358 m³
Concentração de sólidos totais = 0,045%
Sólidos totais na água de lavagem de filtros = 20 t

Água de descarga do decantador = 19.501,4 m³
Concentração de sólidos totais = 1,154%
Sólidos totais na água de descarga do decantador = 225 t

Água de desc. de floclador = 10.700,6 m³
Concentração de sólidos totais = 0,015%
Sólidos totais na água de descarga de floclador = 1,61 t

Somatório dos Sólidos Totais:
ST = 225 + 20 + 1,61
ST = 246,61 t
246,61 t = 246.610.000 g

Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados

PARÂMETROS	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Água de descarga dos flocladores	1 x semana	1 mês
Água de descarga dos decantadores	4 x semana	1 mês
Água de lavagem de filtros	4 x dia	1 mês
Água tratada para distribuição	4 x dia	1 mês

Responsável pela coleta de dados: **Engenheiro Paulo Eduardo e Químico Adriano Dantas**

Cargo: **Engenheiro de Projeto e Técnico Operacional** Data: **14/06/2001**

Instruções para preenchimento do item 1.1.8.1

Custo da Modificação – relacione a (s) medida (s) implementada (s) com seu (s) respectivo (s) custo (s) operacional (ais).

Custo operacional antes de PmaisL – relacione os custos associados a situação anterior a implantação do estudo de caso.

Custo operacional depois de PmaisL – relacione os custos associados a situação posterior a implantação do estudo de caso.

Benefício econômico – relacione o benefício econômico (R\$), decorrente da implantação das medidas. Se houver mais de uma medida relacione os benefícios separadamente.

Benefício ambiental – descreva os benefícios ambientais decorrentes da implantação deste estudo de caso. Se for possível quantifique-os em valores.

Exemplo de preenchimento de alguns dados do item 1.1.8.1

1.1.8. Análise econômica

1.1.8.1 RESUMO DE DADOS PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA

– Custo da Modificação

Construção de reservatório de recuperação / Contenção do Talude	R\$ 15.000,00
Construção de leito de secagem / Contenção do Talude	R\$ 10.000,00
Construção de elevatória	R\$ 5.000,00
Total	R\$ 30.000,00

– Custo operacional antes da PmaisL

Energia elétrica	R\$ 97.456,00
Mão de obra	R\$ 55.753,00
Manutenção	R\$ 15.000,00
Produtos químicos (sulfato, cloro e flúor)	R\$ 41.786,40
Total	R\$ 209.995,40

– Custo operacional depois da PmaisL

Energia elétrica	R\$ 95.681,66
Mão de obra	R\$ 55.753,00
Manutenção	R\$ 15.000,00
Produtos químicos (sulfato, cloro e flúor)	R\$ 41.460,53
Total	R\$ 207.895,19

– Benefício econômico

Recuperação de Perda de água filtrada (1.511,09 m ³)	R\$ 49,93
Recuperação de água de lavagem de filtro (31.050,6 m ³)	R\$ 1.025,91
Recuperação de água de descarga de decantador (13.650,98 m ³)	R\$ 451,02
Recuperação de descarga de floculador (7.490,42 m ³)	R\$ 247,48
Redução no consumo de Sulfato de Alumínio	R\$ 325,87
Total	R\$ 2.100,21

1.1.8.2. DESCRIÇÃO DA ANÁLISE ECONÔMICA

1.1.8.3. GRÁFICOS COMPARATIVOS DA ANÁLISE ECONÔMICA DO ESTUDO DE CASO

1.1.9. Análise Econômica

1.1.10. Gráficos comparativos da análise econômica do Estudo de Caso

1.1.11. Conclusões

- Benefícios ambientais

- Benefícios econômicos

- Benefícios tecnológicos

- Benefícios de saúde ocupacional

- Outros benefícios

1.1.12. Anexos

Instruções para preenchimento dos itens 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11 e 1.1.12

Item 1.1.19 - Inserir planilhas do Excel

Elaborar o memorial de cálculo de cada medida que compõem o estudo de caso, envolvendo o custo de modificação, custos operacionais da situação anterior e posterior a implantação do estudo de caso em produção mais limpa, bem como os benefícios ambientais e econômicos;

Realizar a análise econômica utilizando principalmente o período de recuperação do capital (pay back), o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno;

Item 1.1.10 - Incluir como anexos gráficos baseados no memorial de cálculo de cada medida implementada em todos os estudos de caso, referentes a análise econômica, ambiental, produtividade, qualidade, etc.

Item 1.1.11 - Descreva os benefícios de ordem ambiental, econômica, tecnológica e de saúde ocupacional decorrente da implantação deste estudo de caso.

Item 1.1.12 - Insira fotos, documentação da Empresa, memorial de cálculo, gráficos, desenhos, plantas e demais informações que demonstrem mais claramente os benefícios obtidos com a implantação do estudo de caso.

Exemplo de preenchimento de alguns dados dos itens 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11 e 1.1.12

1.1.11 Conclusões

- Benefícios ambientais

Esta ação evitará a degradação do meio ambiente (erosão no talude e poluição do rio e nascente com lançamento de efluentes líquidos que contém sulfato de alumínio), evitando o risco de ser multado pelos órgãos de preservação ambiental como o Ibama e CRA, além de reduzir consideravelmente a geração de passivo.

- Benefícios econômicos

Além de estarmos reaproveitando água de lavagem de filtros e de descarga de decantador e floculador, não corremos mais o risco do pagamento de multa (R\$ 3.000,00), a exemplo da ETA de Eunápolis, onde foi necessária obra de recuperação do talude devido a grande erosão causada pelos efluentes líquidos, cujo custo de obra foi de R\$ 45.000,00

- Benefícios tecnológicos

Serão implantadas três etapas no processo de tratamento: Tanque de Reaproveitamento, Elevatória de Água Decantada e Leito de Secagem.

- Benefícios de saúde ocupacional

- Outros benefícios de saúde ocupacional

1.1.12 Anexos

1.1.12.1. MEMORIAL DE CÁLCULO

ITEM	CUSTO OPERACIONAL ANTES DO P + L	CUSTO OPERACIONAL DEPOIS DO P + L	BENIFÍCIO ECONÔMICO
Energia Elétrica	R\$ 97.456,00	R\$ 95.681,66	R\$ 1.774,34
Mão de Obra	R\$ 55.753,00	R\$ 55.753,00	-
Manutenção	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	-
Produtos Químicos	R\$ 41.786,40	R\$ 41.460,53	R\$ 325,87
TOTAL	R\$ 209.995,40	R\$ 207.895,19	R\$2.100,21

- Custo Anual da Energia Elétrica: R\$ 97.456,00 (Verificar no Relatório do Programa de PmaisL - Documento Geral)
- Custo Perda de Água Bruta: R\$ 7.046,06 (Verificar no Relatório do Programa de PmaisL - Documento Geral)
- Subtraindo os custos acima, teremos o custo energético da Água Bruta na ETA: R\$ 90.409,94
- Volume de Água Bruta na ETA: 2.736.744 m³
- Custo energético por m³ de Água Bruta na ETA: 0,03304 R\$/m³
- Recuperação de Perda de água filtrada (1.511,09 m³) x (0,03304 R\$/m³) = R\$ 49,93
- Recuperação de água de lavagem de filtro (31.050,6 m³) x (0,03304 R\$/m³) = R\$ 1.025,91
- Recuperação de água de descarga de decantador (13.650,98 m³)x(0,03304 R\$/m³)= R\$ 451,02
- Recuperação de descarga de floculador (7.490,42 m³) x (0,03304 R\$/m³) = R\$ 247,48
- Custo de Sulfato: R\$ 16.607,00 (Verificar no Relatório do Programa de PmaisL - Documento Geral)
- Custo de sulfato por m³ de Água Bruta que entra na ETA: 0,006068 R\$/m³
- Volume de água recuperada (água limpa): 53.703,09 m³
- Redução no consumo de sulfato: (53.703,09 m³) x (0,006068 R\$/m³) = R\$ 325,87

2. RESULTADOS GERAIS

2.1. Benefícios e investimentos

Estudo de Caso	Investimento	Recuperação do Investimento	Benefícios econômicos (R\$)	Benefícios ambientais
1				
2				
3				
4				
5				
Total				

2.2. Benefícios ambientais

Benefícios ambientais	Valores	Unidade
1. Redução do consumo de matéria-prima		kg/ano
2. Minimização de resíduos sólidos – total		kg/ano
3. Minimização de resíduos perigosos		kg/ano
4. Minimização do consumo de água		m³/ano
5. Minimização do consumo de energia		kWh/ano
6. Minimização da geração de efluentes		m³/ano
7. Reciclagem interna		kg/ano
8. Reciclagem externa		kg/ano
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

Instruções para preenchimento dos itens 2.1 e 2.2

Item 2.1 - Utilize este quadro para resumir e totalizar os benefícios econômicos e ambientais obtidos após a implantação dos cinco estudos de caso.

Item 2.2 - Neste quadro você deve quantificar os benefícios ambientais totalizando os cinco estudos de caso implantados, de acordo com os itens contidos na tabela, utilizando preferencialmente a unidade indicada para os valores.

A listagem dos benefícios ambientais até o item 8 é genérica e de preenchimento obrigatório a qualquer tipo de atividade empresarial. Liste também, se houverem, outros benefícios obtidos e que não se enquadrem nesta listagem.

Exemplo de preenchimento de alguns dados dos itens 2.1 e 2.2**2.1. Benefícios e investimentos**

Estudo de Caso	Investimento	Recuperação do Investimento	Benefícios econômicos (R\$)	Benefícios ambientais
1				
2				
3				
4				
5				
Total				

2.2. Benefícios ambientais

Benefícios ambientais	Valores	Unidade
1. Redução do consumo de matéria-prima		kg/ano
2. Minimização de resíduos sólidos – total		kg/ano
3. Minimização de resíduos perigosos		kg/ano
4. Minimização do consumo de água		m³/ano
5. Minimização do consumo de energia		kWh/ano
6. Minimização da geração de efluentes		m³/ano
7. Reciclagem interna		kg/ano
8. Reciclagem externa		kg/ano
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

3. PLANOS DE CONTINUIDADE

Oportunidades de Produção mais Limpa	Plano de ação e estratégias	Barreiras e necessidades	Data prevista para implantação
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Instruções para preenchimento do item 3

Neste quadro você deve relacionar as oportunidades de PmaisL que não foram transformadas em estudos de caso, mas que são passíveis de implantação futura, inclusive os estudos de caso de reserva técnica não utilizados. Revisar os itens listados no Diagnóstico ambiental e de processo e no relatório do Programa de Produção mais Limpa – Documento Geral.

Descreva qual estratégia pode ser utilizada para implantação de cada uma das opções.

Indique qual são as barreiras e necessidades relativas a cada uma das oportunidades futuras listadas.

Estime uma data prevista para implantação de cada uma das opções.

Exemplo de preenchimento de alguns dados do item 3**3. PLANOS DE CONTINUIDADE**

Oportunidades de Produção mais Limpa	Plano de ação e estratégias	Barreiras e necessidades	Data prevista para implantação
1. vide itens preenchidos do Relatório do Programa de Produção mais Limpa – Documento Geral			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			

4. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

CHASE, R.; AQUILANO, N. & JACOBS, F. **Administración de Producción y Operaciones**. Colômbia, McGraw-Hill/Interamericana de España, 2000.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Informações para Licenciamento de Atividades Industriais**. Porto Alegre: SEDAP, 1999.

GERBER, W. & GERBER M. **Diagnóstico de Processos Industriais**. Pelotas: Ecocell Consultoria, 1997.

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.