

Conceitos sobre avaliação de processos

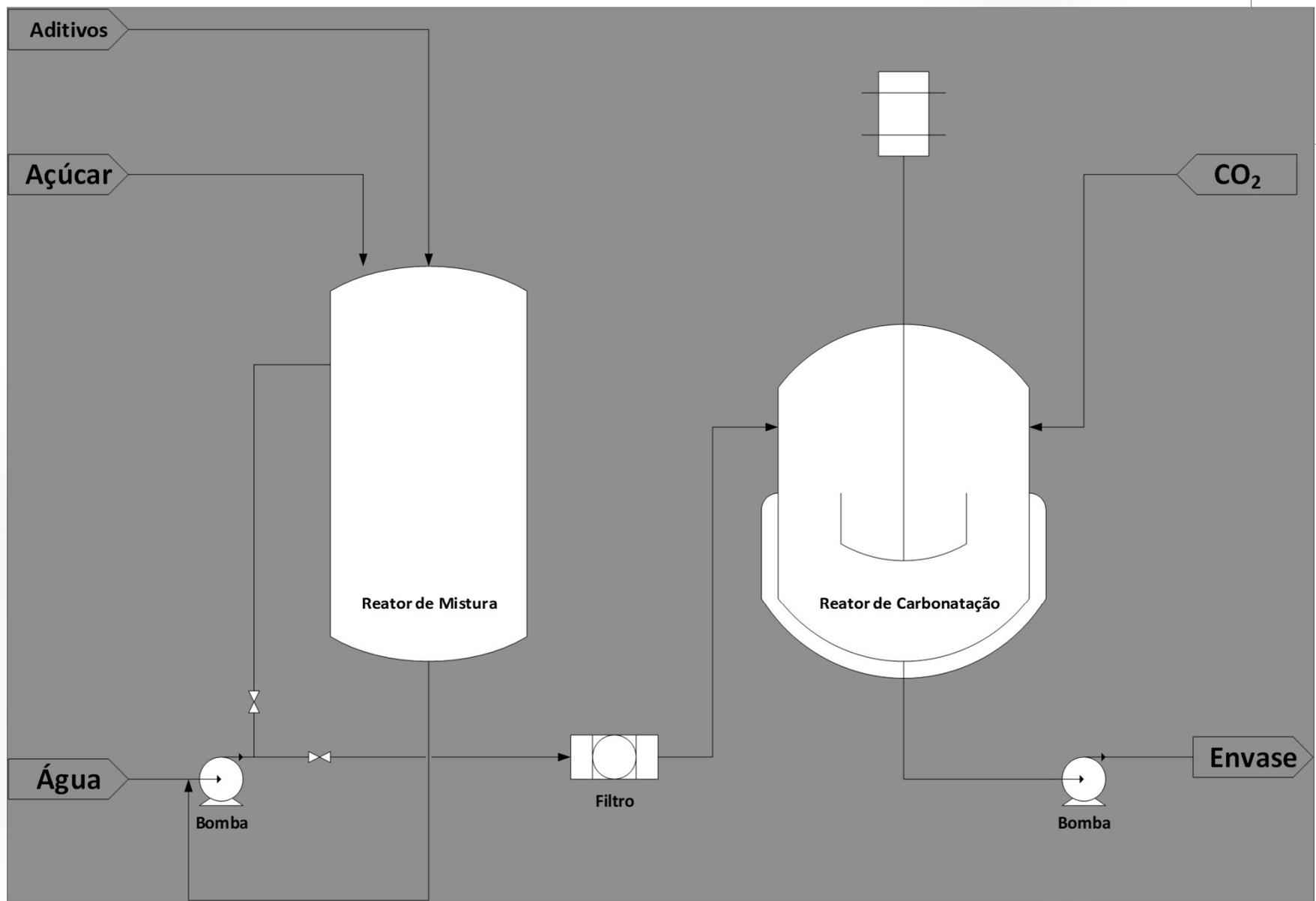
PHA 2542: AULAS – 4, 5 E 6

A avaliação de processos e atividades para Gestão Ambiental

- ▶ O objetivo da gestão ambiental é melhorar o desempenho dos processos de atividades, considerando:
 - ▶ Uso de recursos naturais;
 - ▶ Produção e emissão de resíduos.
- ▶ Sendo assim, quais as etapas dos processos ou atividades devem ser enfatizadas?

Exemplo

- ▶ Processo de fabricação de refrigerantes:
- ▶ Com os mesmos integrantes do grupo formado para a realização da atividade sobre avaliação de processos, elabore um fluxograma de processos de uma unidade de produção de refrigerantes.
- ▶ Instruções:
 - ▶ Inicialmente, procure relacionar as atividades necessárias para a obtenção de refrigerantes, sabendo-se que a sua composição básica é:
 - ▶ Água, açúcar; aditivos e gás carbônico.



Identificação de aspectos ambientais relevantes



- ▶ Com base em uma avaliação detalhada dos processos ou atividades desenvolvidas em um empreendimento deve-se priorizar a identificação de:
 - ▶ Atividades que tenham interação com o meio ambiente, seja pelo consumo de recursos, ou qualquer tipo de emissão;
- ▶ Para isto é necessário avaliar, não somente os processos e atividades principais, mas também as auxiliares.

Como fazer isto?

- ▶ É um trabalho investigativo e requer a combinação de conhecimentos teóricos e experiência profissional;
- ▶ A partir de uma análise global do processo ou atividade, deve-se fazer uma avaliação individualizada e detalhada de cada sistema, equipamento e operação desenvolvida;
- ▶ Com isto busca-se uma melhor compreensão sobre a atividade em si e como ela se relaciona com o meio ambiente.

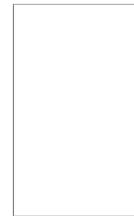
Exemplo

- ▶ Quando se deseja identificar oportunidades para a redução do consumo de energia, de água, ou outros recursos naturais ou a emissão de poluentes, deve-se:
 - ▶ Identificar e quantificar os principais recursos utilizados e subprodutos gerados na atividade em análise;
 - ▶ Organizar as informações de maneira que seja possível agrupar os possíveis tipos de recursos utilizados ou subprodutos por área, processo e/ou atividade.

Avaliação do uso de energia

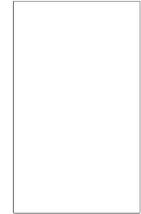
- ▶ Quais as principais formas de energia utilizadas no empreendimento ou atividade?
 - ▶ Combustíveis:
 - ▶ Processos de aquecimento, geração de vapor, tratamento térmico, etc.
 - ▶ Energia elétrica:
 - ▶ Aquecimento ou resfriamento, acionamento de motores ou dispositivos elétricos, iluminação, etc.
- ▶ Qual o consumo específico para cada tipo de uso, por setor ou por atividade?

Necessidade de Realizar Visitas de campo



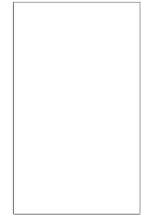
- ▶ Têm por objetivo confrontar as informações obtidas preliminarmente;
- ▶ Também visa a obtenção de informações adicionais:
 - ▶ Alterações de procedimento operacional;
 - ▶ Existência de sistemas adicionais;
- ▶ Estas visitas devem ser acompanhadas pelos responsáveis por cada área.

Avaliação do Uso da Água



- ▶ Informações relevantes a serem obtidas:
 - ▶ Operações de limpeza e lavagem;
 - ▶ Procedimentos de manutenção;
 - ▶ Condições dos equipamentos, tubulações e componentes associados aos processos;
 - ▶ Captação, tratamento, armazenamento e distribuição de água;
 - ▶ Coleta, transferência e tratamento dos efluentes gerados;
 - ▶ Procedimentos adotados para o descarte dos efluentes tratados.

Compilação das informações obtidas



- ▶ Terminada a etapa de avaliação as informações obtidas devem ser compiladas;
- ▶ O uso de relatórios técnicos, planilhas e diagramas é bastante útil;
- ▶ Agrupar as informações relacionadas ao consumo de água por categoria de uso e por setor.

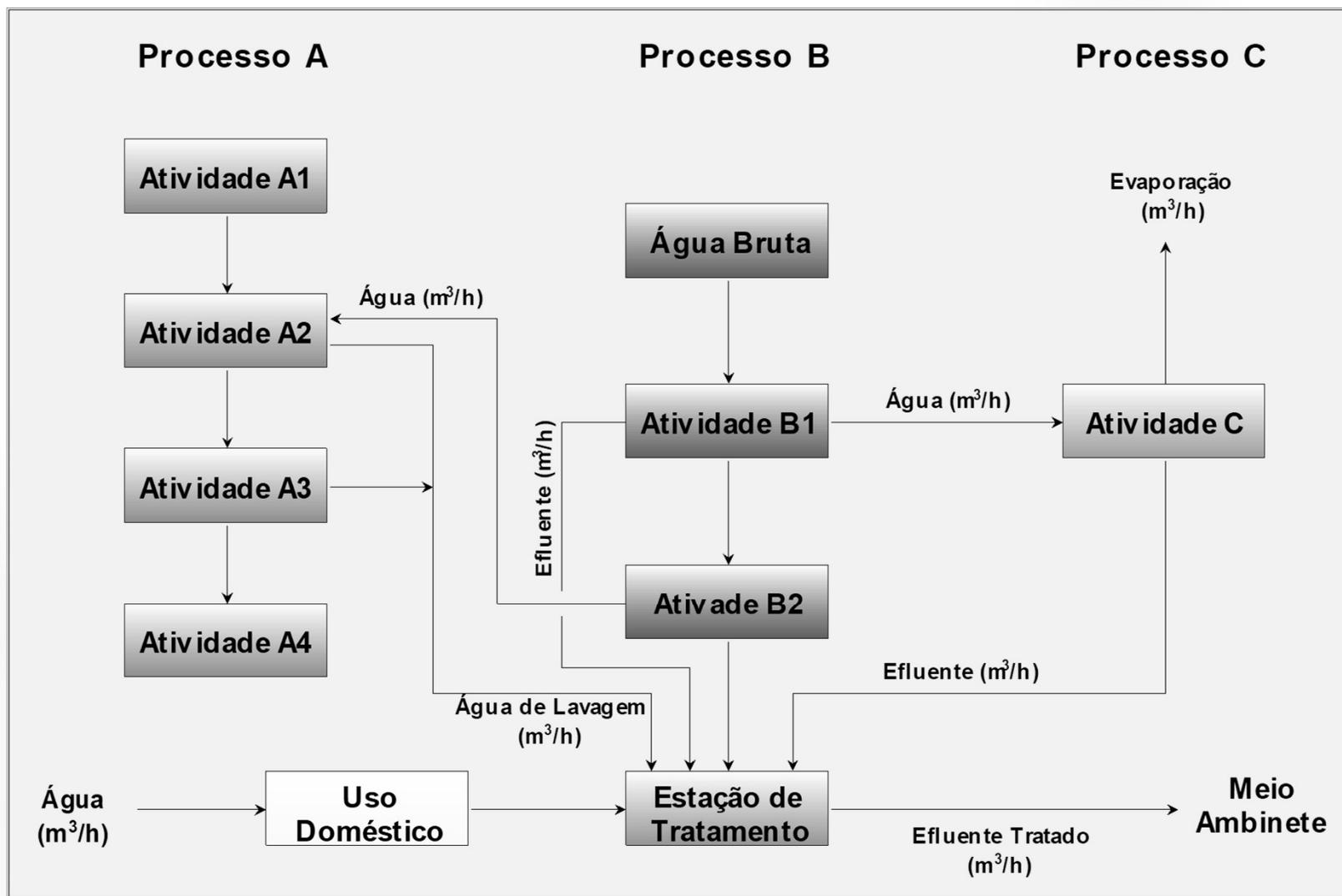
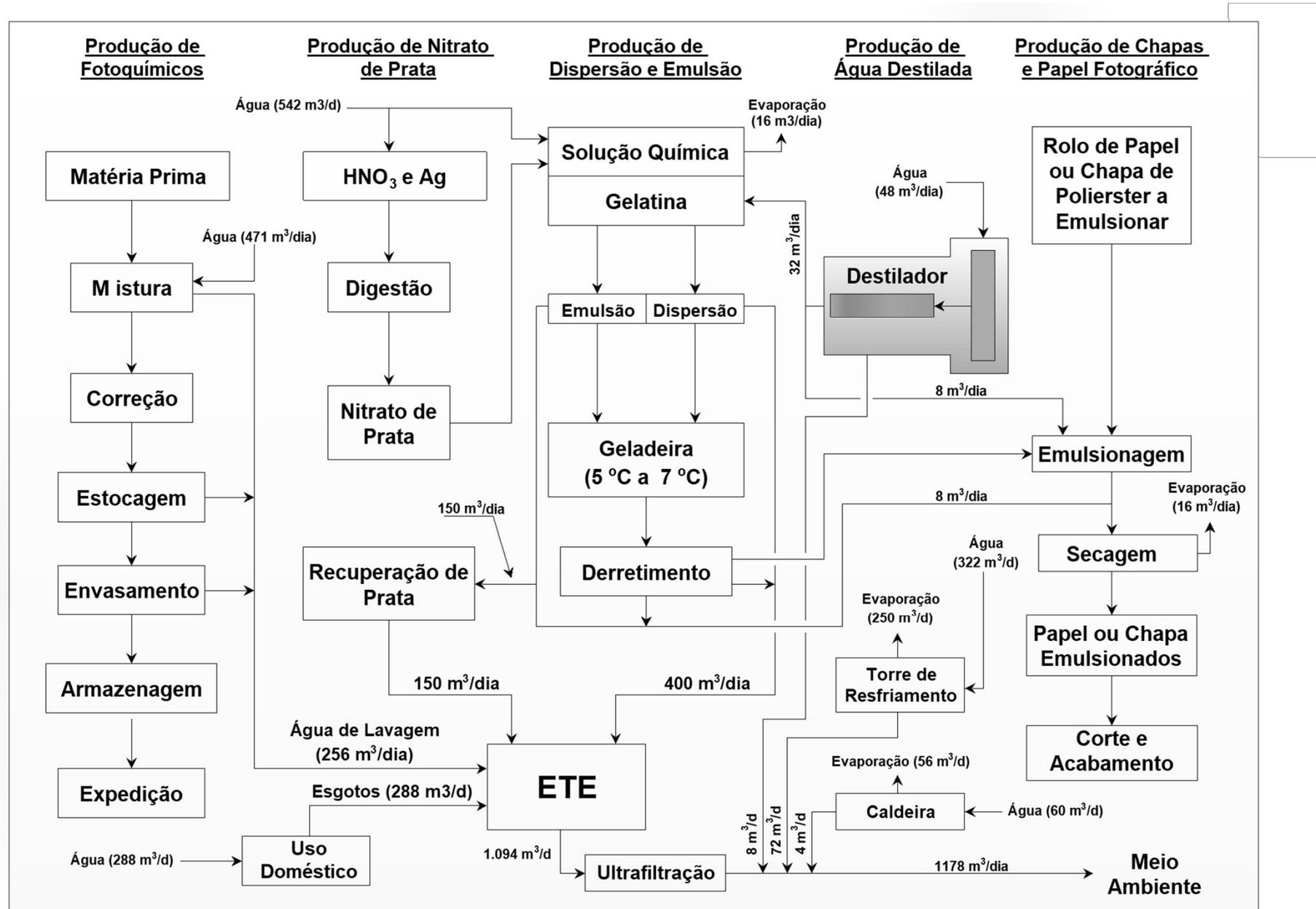


Diagrama de blocos para indicação dos fluxos de água e efluentes em uma unidade industrial.

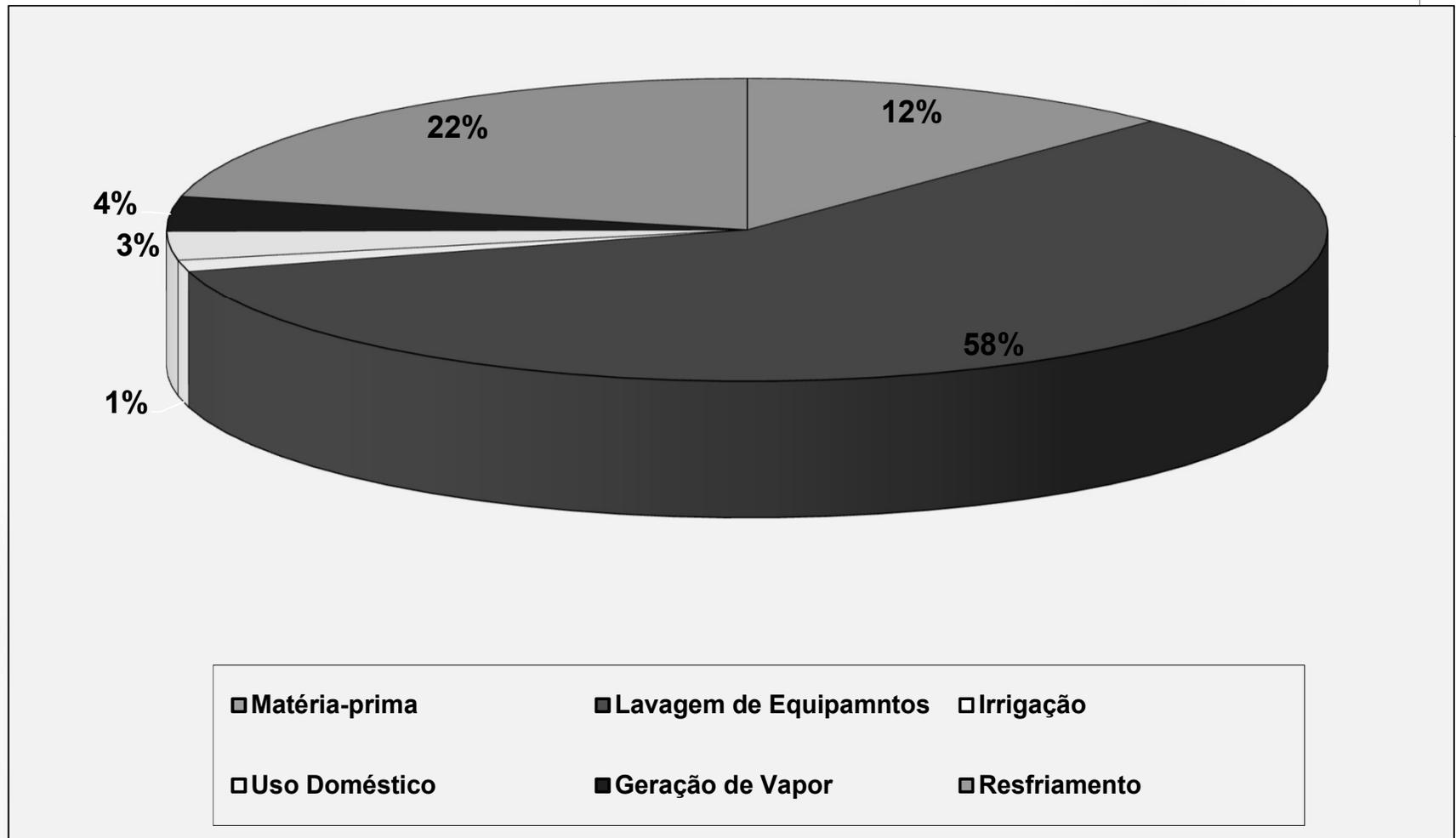


Exemplo da distribuição do consumo de água por categoria de uso

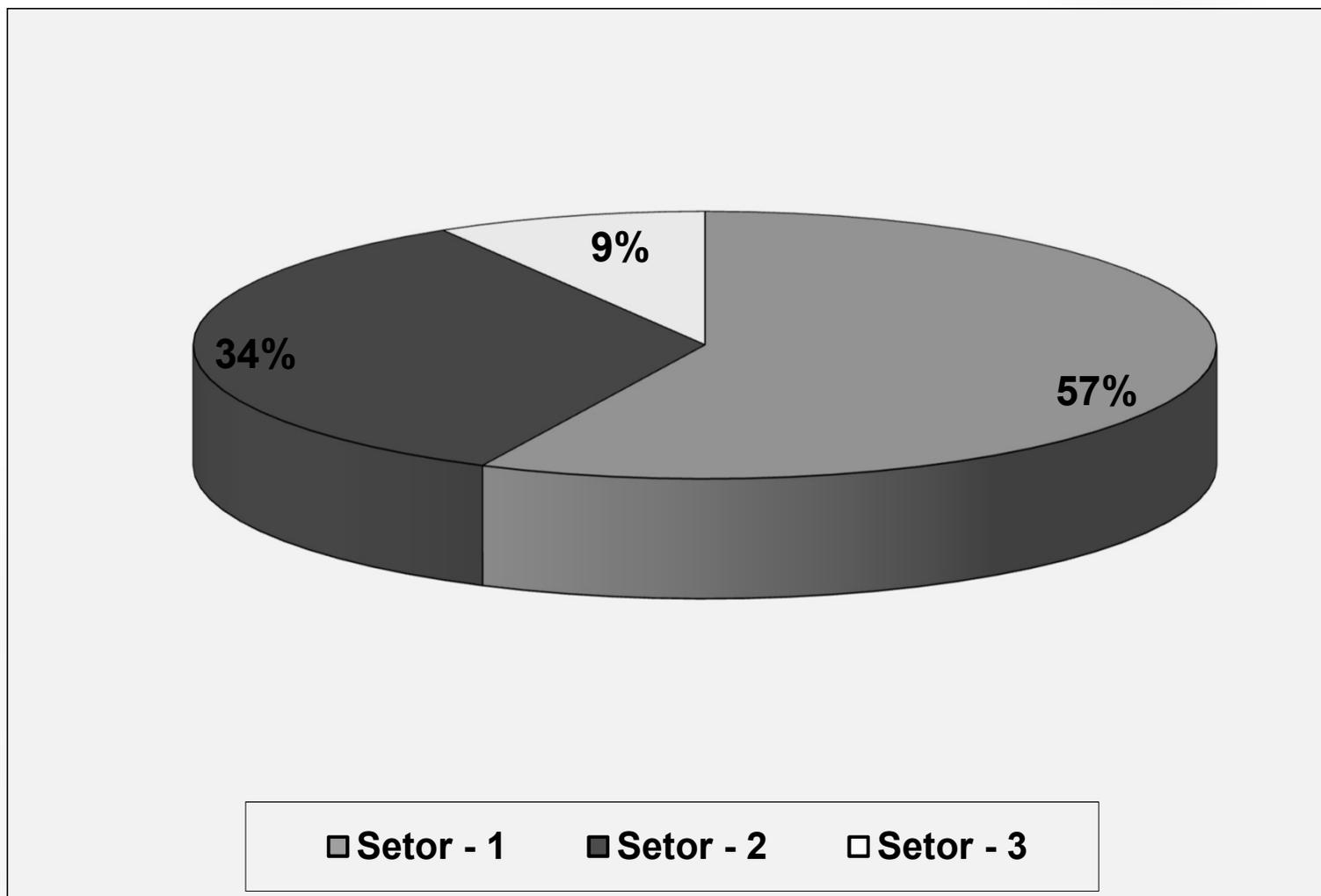
Categoria de Uso	Demanda (volume/tempo)
Matéria-prima	Demanda 1
Uso doméstico	Demanda 2
Lavagem de equipamentos	Demanda 3
Irrigação de áreas verdes	Demanda 4
Geração de vapor	Demanda 5
Sistemas de resfriamento	Demanda 6
Produção de água desmineralizada	Demanda 7
Total	Demanda

Exemplo da distribuição do consumo de água nas categorias de uso por setor

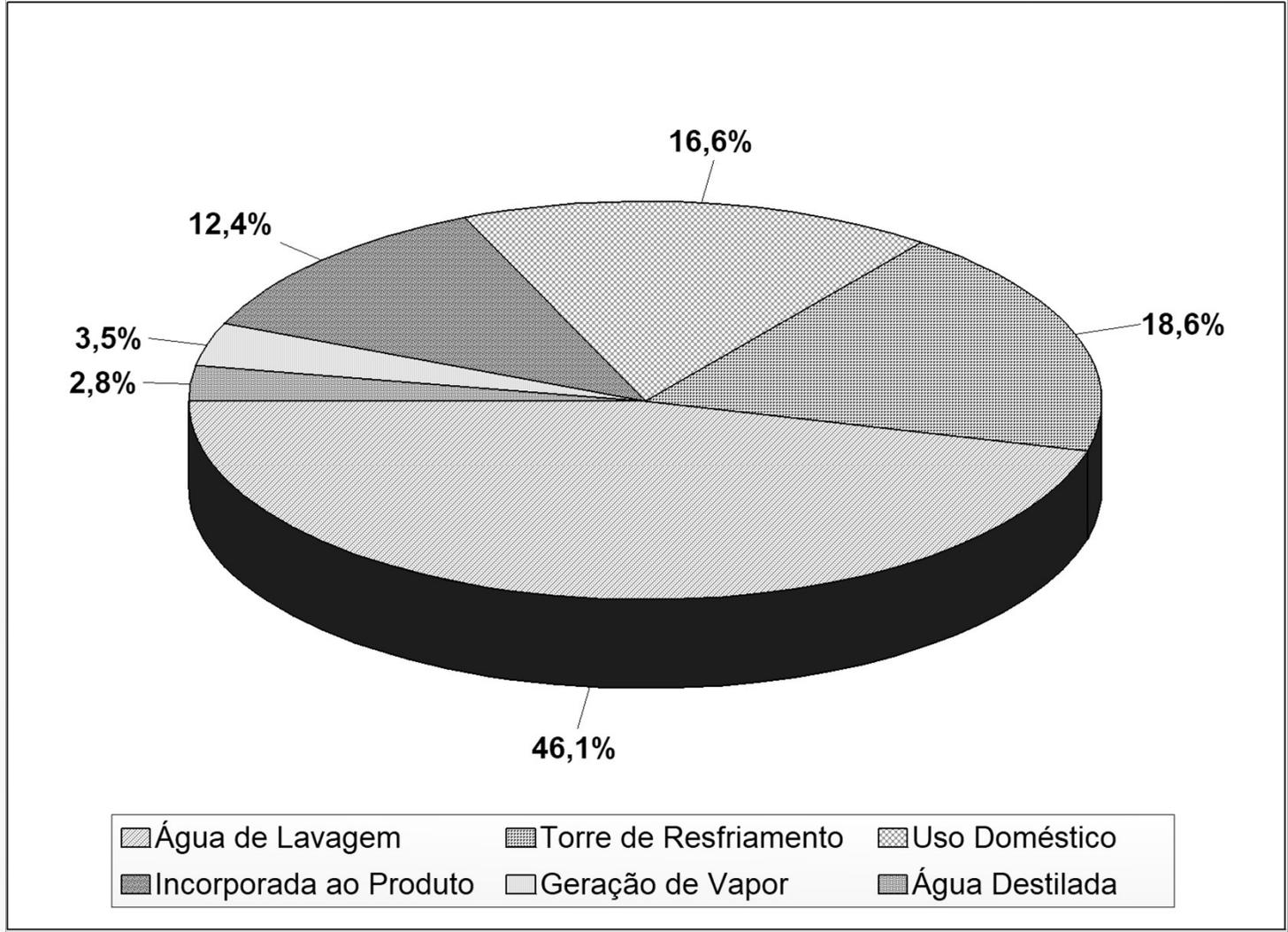
Categoria de Uso	Setor	Demanda (volume/tempo)
Lavagem de equipamentos	Setor 1	Demanda CLS-1
	Setor 2	Demanda CLS-2
	Setor 3	Demanda CLS-3
Resfriamento	Setor 2	Demanda CRS-2
	Setor 3	Demanda CRS-3
Geração de vapor	Setor 1	Demanda CGS-1



Exemplo de um gráfico de distribuição de consumo de água por categoria de uso.

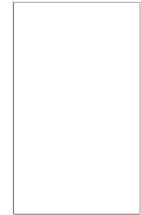


Exemplo de um gráfico de distribuição de consumo de água de resfriamento por setor industrial



Distribuição do Consumo de Água por Categoria de Uso

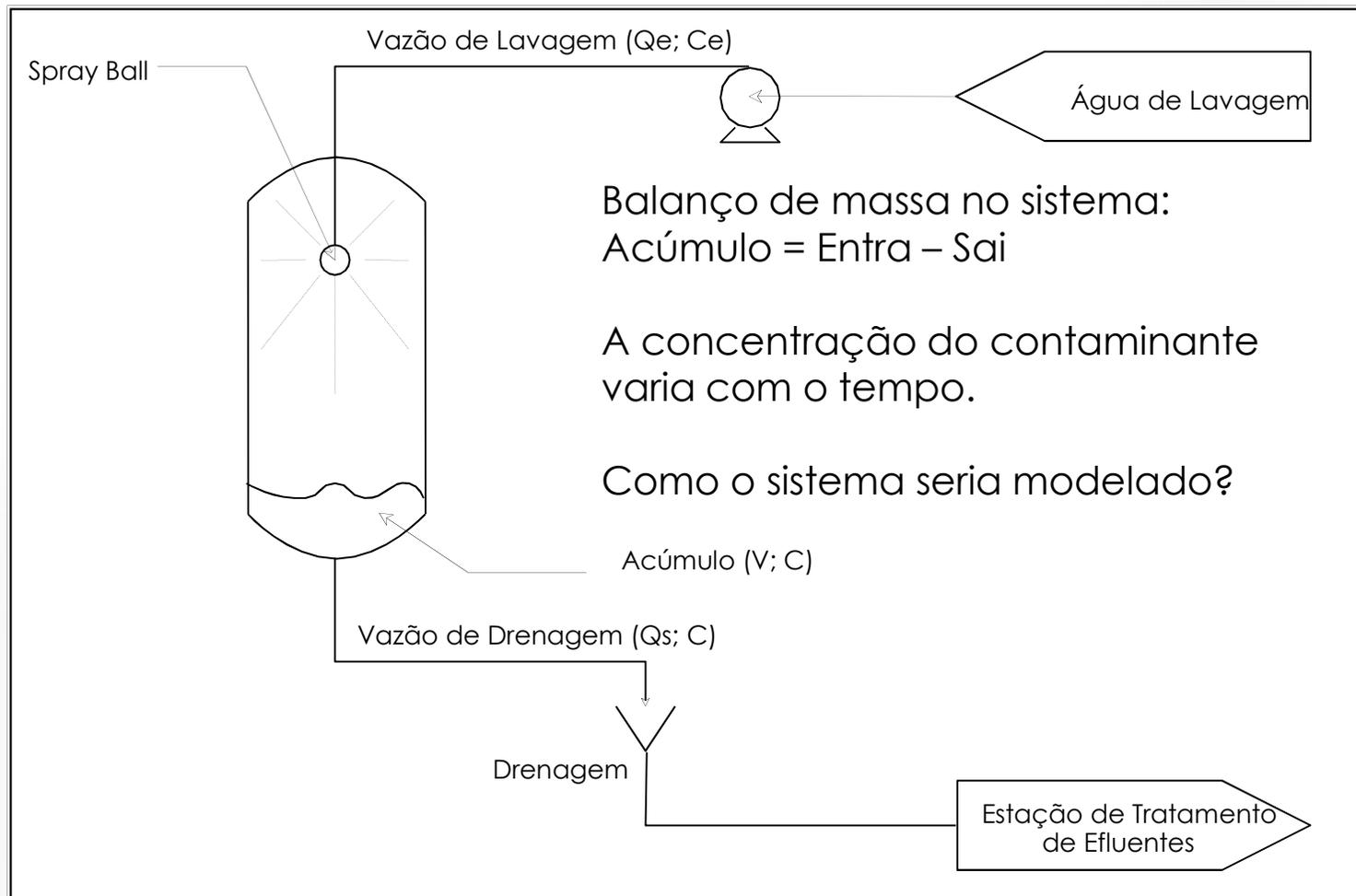
Identificação de opções para otimização do uso da água



- ▶ As áreas ou atividades com maior potencial para redução de consumo são as que apresentam maior demanda;
- ▶ O estudo relacionado ao levantamento de dados sobre uso da água e geração de efluentes é conhecido como balanço hídrico;
- ▶ Os dados apresentados no balanço hídrico são fundamentais no processo de identificação de opções;

Principais Ferramentas

- ▶ Eliminar desperdícios;
- ▶ Mudança de procedimentos operacionais;
- ▶ Treinamento de operadores;
- ▶ Substituir dispositivos e equipamentos;
- ▶ Alterar o método de produção;



Sistema de lavagem utilizando controle manual

Balanço de massa

$$V \cdot \frac{dC}{dt} = Q_e \cdot C_e - Q_s \cdot C$$

$$Q_e = Q_s$$

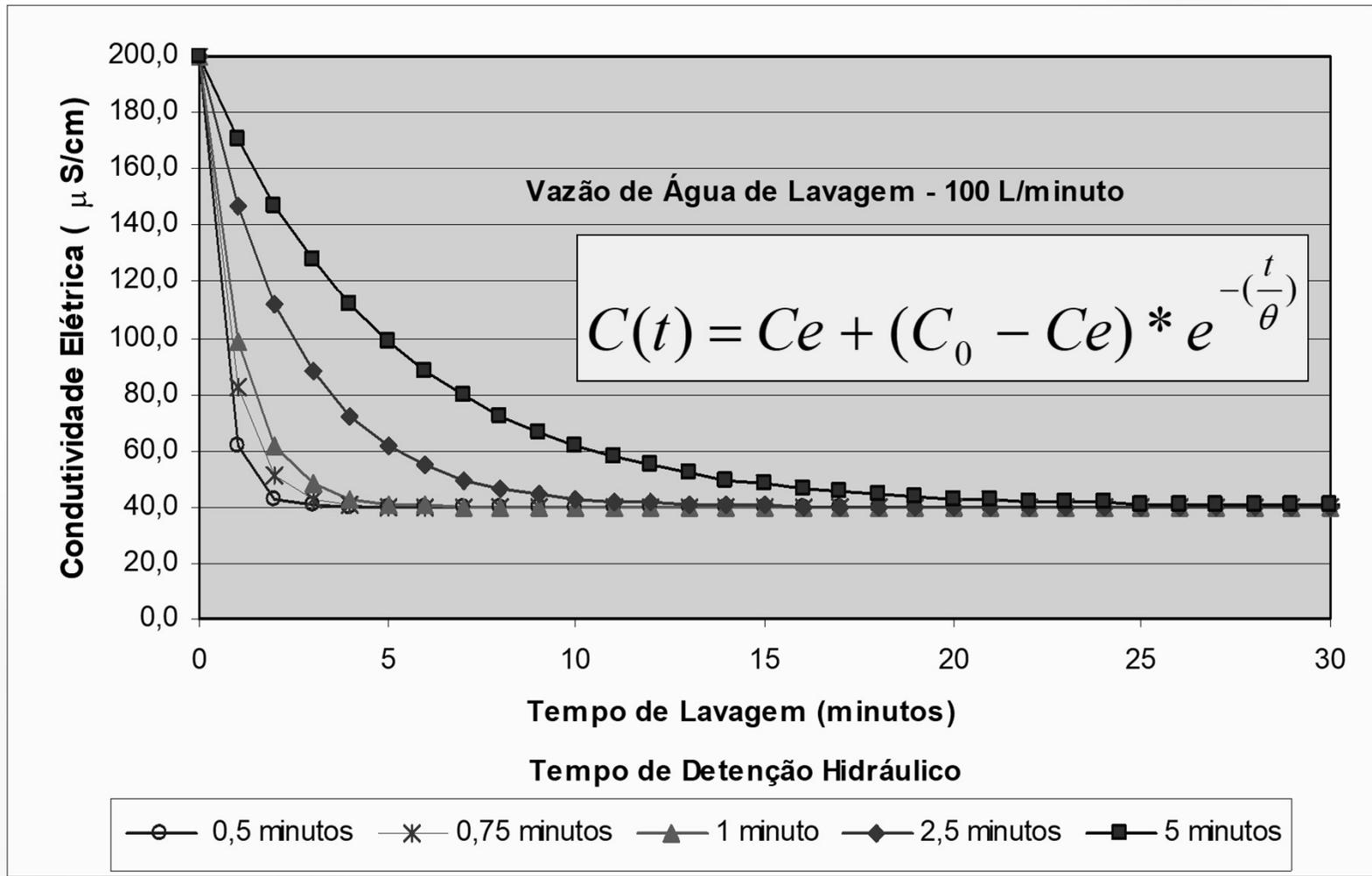
$$\theta = \frac{V}{Q}$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{1}{\theta} \cdot (C_e - C)$$

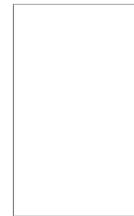
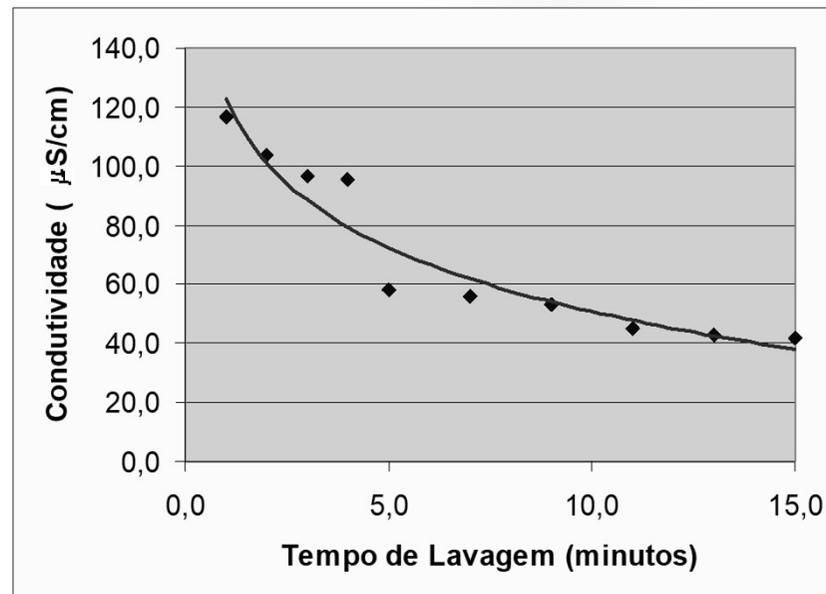
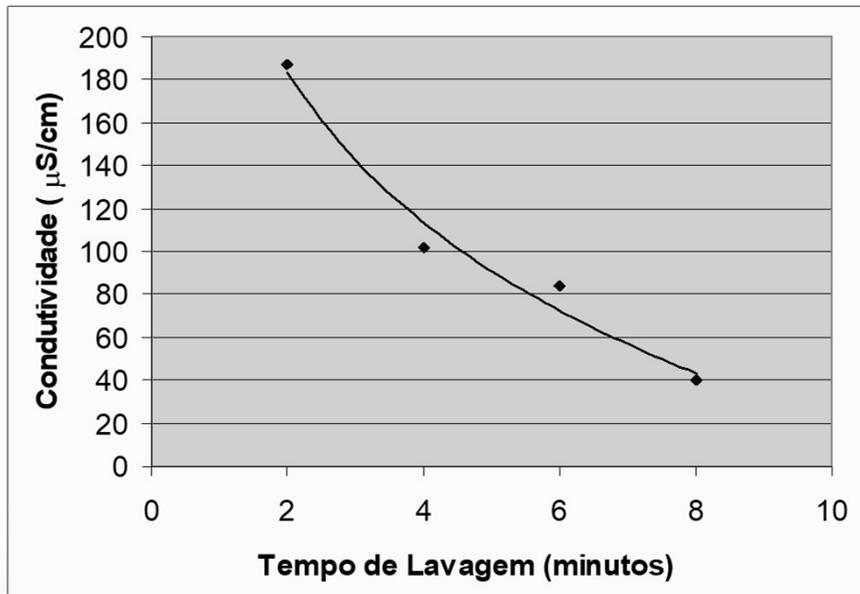
$$\frac{dC}{(C_e - C)} = \frac{1}{\theta} \cdot dt$$

$$\int_{C_e}^{C(t)} \frac{dC}{(C_e - C)} = \frac{1}{\theta} \int_0^t dt$$

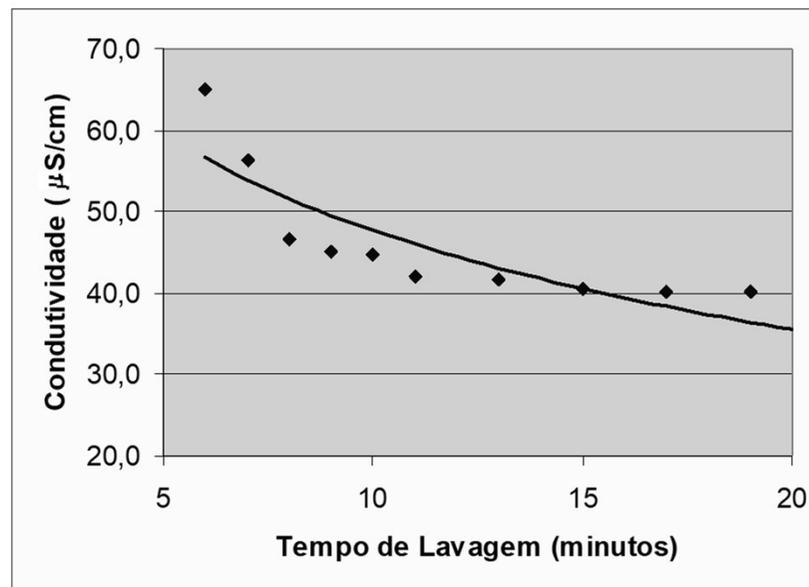
$$C(t) = C_e + (C_0 - C_e) \cdot e^{-\left(\frac{1}{\theta}\right)t}$$

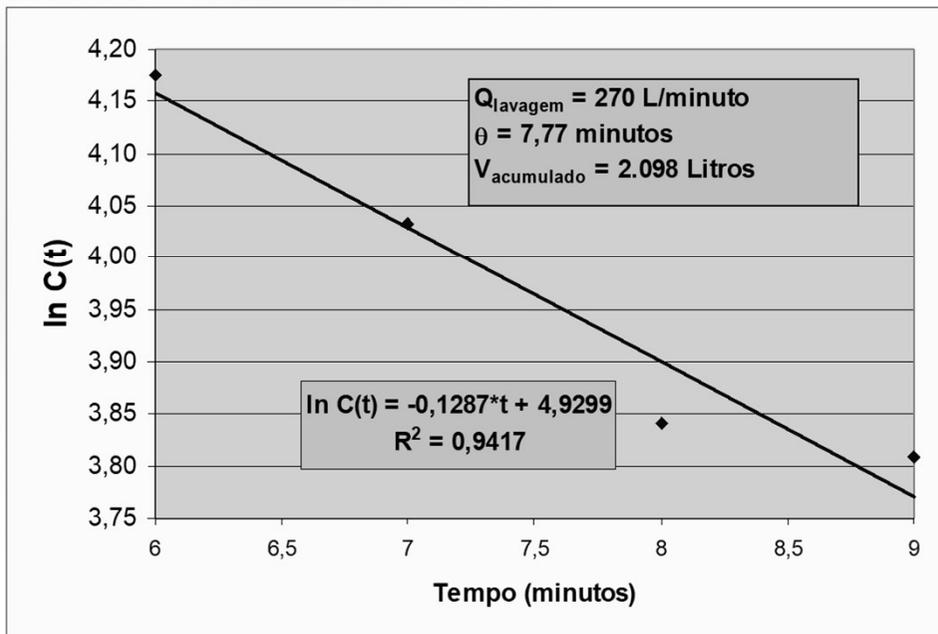
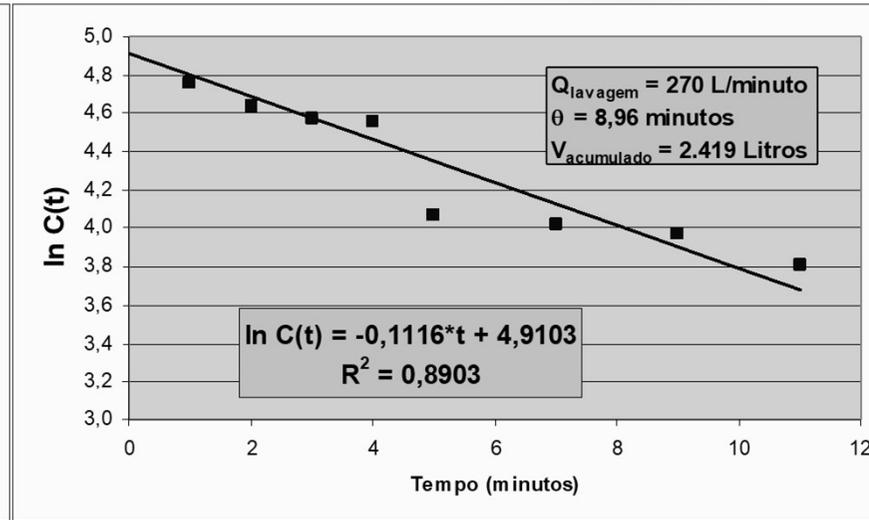
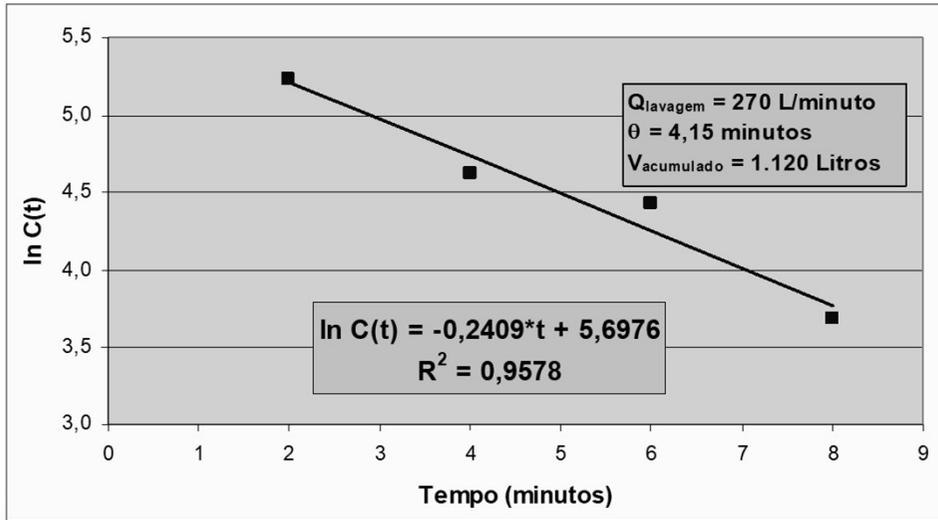


Dados teóricos sobre a variação da condutividade elétrica no interior de um reator ou tanque em função do tempo de lavagem, para diferentes tempos de detenção hidráulico



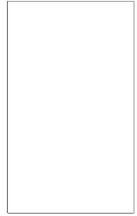
**Resultados dos ensaios
para acompanhamento
da lavagem de três
reatores**





Linearização dos dados obtidos nos ensaios de lavagem dos reatores.

Procedimento para Otimização do Processo de Lavagem



- Instalação, em dois reatores, de condutivímetros para a monitoração automática da operação de lavagem;
- Realização de ensaios de acompanhamento durante um período de seis meses;
- Elaboração de procedimentos operacionais para a lavagem.

Resultados Obtidos com o Controle Automático da Operação de Lavagem

Mês	Tempo Gasto para Lavagem (minutos)					
	Reator 40		Tanque 41		Tanque 42	
	2000 ^a	2001 ^b	2000 ^a	2001 ^b	2000 ^a	2001 ^b
Janeiro	916	126	625	66	704	84
Fevereiro	588	108	290	48	230	48
Março	578	129	317	66	275	66
Abril	872	132	568	96	1361	90
Mai	730	114	580	93	453	93
Junho	231	ND	235	ND	--x--	ND
Média	652,5	121,8	435,8	73,8	604,6	76,2

a – Sem condutivímetro; b – Com condutivímetro; ND – Não disponível

Resultados Obtidos com o Controle Automático da Operação de Lavagem

Mês	Volume de Água Gasto para Lavagem (m ³)					
	Reator 40		Tanque 41		Tanque 42	
	2000 ^a	2001 ^b	2000 ^a	2001 ^b	2000 ^a	2001 ^b
Janeiro	286	74	180	29	206	38
Fevereiro	195	73	87	22	71	22
Março	194	74	97	29	86	29
Abril	275	84	168	42	379	40
Mai	238	81	169	39	136	39
Junho	109	ND	75	ND	--x--	ND
Média	217,8	77,2	129,3	32,2	175,6	33,6

a – Sem condutivímetro; b – Com condutivímetro; ND – Não disponível

Resultados Obtidos com o Controle Automático da Operação de Lavagem

Mês	Eficiência de Redução (%)					
	Reator 40		Tanque 41		Tanque 42	
	Água	Tempo	Água	Tempo	Água	Tempo
Janeiro	74,1	86,2	83,9	89,4	81,6	88,1
Fevereiro	62,6	81,6	74,7	83,4	69,0	79,1
Março	61,9	77,7	70,1	79,2	66,3	76,0
Abril	69,4	84,9	75,0	83,1	89,4	93,4
Mai	66,0	84,4	76,9	84,0	71,3	79,5
Média	66,8	83,0	76,1	83,8	75,5	83,2

Ganhos com a Redução do Consumo de Água pela Otimização do Uso



- ▶ Produtividade → 76 horas/mês
- ▶ Redução do Consumo na Área → 34,2 %
- ▶ Redução na Captação de Água → 9,3 %
- ▶ Redução no consumo de energia → não computado.

Considerações finais

- ▶ O mesmo procedimento descrito e apresentado pode ser utilizado para a avaliação dos demais insumos e geração de subprodutos;
- ▶ A partir disto, prioriza-se as áreas, processos ou atividades a serem avaliadas;
- ▶ Com a identificação de opções de redução do consumo de recursos e/ou resíduos na área específica, pode-se selecionar outra área para atuação;
- ▶ Medidas complementares envolvem as práticas de reúso, reciclagem, recuperação, valorização, tratamento e disposição final.