PHD 3525 – USO RACIONAL E REÚSO DE ÁGUA

AULAS 10 A 12 – REÚSO DE ÁGUA

Prof. Mierzwa

INTRODUÇÃO

- A PRÁTICA DE REÚSO É MIAS UMA OPÇÃO PARA A REDUÇÃO DA PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS;

- CONTUDO, ELA APRESENTA LIMITAÇÕES;

- É NECESSÁRIO UM PLANEJAMENTO ADEQUADO PARA A IMPLANTAÇÃO DO REÚSO;

- NEGLIGENCIAR OS FATORES QUE LIMITAM O REÚSO PODE CONDUZIR A DIVERSOS PROBLEMAS.

CONCEITOS SOBRE REÚSO

- O CONCEITO DE REÚSO DA ÁGUA NÃO É NOVO;
- VÁRIOS TRABALHOS ABORDAM ESTA QUESTÃO E APRESENTAM AS OPÇÕES RELACIONADAS A ESTA PRÁTICA;
- PESQUISADORES QUE A MUITO SE DEDICAM À PESQUISA SOBRE REÚSO:
  - TAKASHI ASANO, IVANILDO HESPANHOL; PEDRO MANCUSO; MENAHEM REBHUN, ENTRE OUTROS.

FATORES QUE MOTIVAM A RECUPERAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA

- REDUÇÃO DA POLUIÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA;
- DISPONIBILIDADE DE EFLUENTES TRATADOS COM ELEVADO GRAU DE QUALIDADE;
- PROMOVER, À LONGO PRAZO, UMA FONTE CONFIÁVEL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA;
- GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM PERÍODOS DE SECA, NO PLANEJAMENTO GLOBAL DOS RECURSOS HÍDRICOS;
- ENCORAJAR A POPULAÇÃO PARA CONSERVAR A ÁGUA E ADOTAR PRÁTICAS DE REÚSO

DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE REÚSO DE ÁGUA

- CLASSIFICAÇÃO DO REÚSO:
  - QUANTO À FORMA:
    - REÚSO PLANEJADO;
    - REÚSO NÃO-PLANEJADO (INCONSCIENTE);
    - REÚSO DIRETO;
    - REÚSO INDIRETO.
  - QUANTO À APLICAÇÃO (USOS):
    - URBANOS;
    - INDUSTRIAIS;
    - AGRÍCOLA.

DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE REÚSO DE ÁGUA

- RECICLAGEM:
  - USO DOS EFLUENTES DE UMA INSTALAÇÃO, NOS PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA PRÓPRIA INSTALAÇÃO.
- DEFINIÇÃO AMPLA PARA REÚSO:
  - USO DE EFLUENTES TRATADOS OU NÃO PARA FINS BENÉFICOS, TAIS COMO IRRIGAÇÃO, USO INDUSTRIAL E FINS URBANOS NÃO POTÁVEIS.

REÚSO

- UTILIZAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS, OU NÃO, EM SUBSTITUIÇÃO À FONTE DE ÁGUA NORMALMENTE UTILIZADA;

- CONTRIBUI PARA A REDUÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADO E DE EFLUENTES LANÇADOS PARA O MEIO AMBIENTE;

- EMBORA O VOLUME DE EFLUENTE SEJA REDUZIDO, A CARGA DE CONTAMINANTES NÃO É ALTERADA, A MENOS QUE NO TRATAMENTO OCORRA A REDUÇÃO DA MESMA.

FATORES FAVORÁVEIS AO REÚSO NAS INDÚSTRIAS

- HÁ UMA EXIGÊNCIA PARA O TRATAMENTO DOS EFLUENTES;
- EM ALGUNS CASOS A QUALIDADE DO EFLUENTE TRATADO APRESENTA CARACTERÍSTICAS EQUIVALENTES ÀQUELAS DA ÁGUA BRUTA UTILIZADA;
- PODEM SER GERADOS EFLUENTES COM CARACTERÍSTICAS ADEQUADAS PARA UTILIZAÇÃO DIRETA;
- POSSIBILITA A REDUÇÃO DOS CUSTOS ASSOCIADOS À CAPTAÇÃO DE ÁGUA E TRATAMENTO DO EFLUENTES.

COMO VIABILIZAR O REÚSO

- AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS;
- VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DISPONÍVEL, DOS REQUISITOS DE QUALIDADE PARA USO E DAS CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES GERADOS;
- IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES COM MAIOR POTENCIAL PARA A APLICAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO;
- ELABORAÇÃO DE UM BALANÇO MATERIAL EM TODO O SISTEMA.

IMPLANTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO

- QUE TIPO DE REÚSO SE PRETENDE IMPLANTAR:
  - REÚSO DIRETO DE EFLUENTES → USO DE EFLUENTES ORIGINADOS EM UM PROCESSO, DIRETAMENTE EM OUTRO (REÚSO EM CASCATA);
  - REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS → UTILIZAÇÃO DE EFLUENTES QUE FORAM SUBMETIDOS A UM PROCESSO DE TRATAMENTO.
- NO CASO DO REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS EXISTE AINDA A OPÇÃO DO REÚSO COM TRATAMENTO COMPLEMENTAR.

IMPLANTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO

- DEPENDE DA COMPLEXIDADE DO PROCESSO OU ATIVIDADE NA QUAL SE PRETENDE FAZER O REÚSO;

- PODEM SER NECESSÁRIAS ALTERAÇÕES NOS PROCEDIMENTOS DE COLETA, ARMAZENAGEM E TRANSPORTE DE EFLUENTES;

- A ELEVAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CERTOS CONTAMINANTES REDUZ O POTENCIAL DE REÚSO;

IMPLANTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO

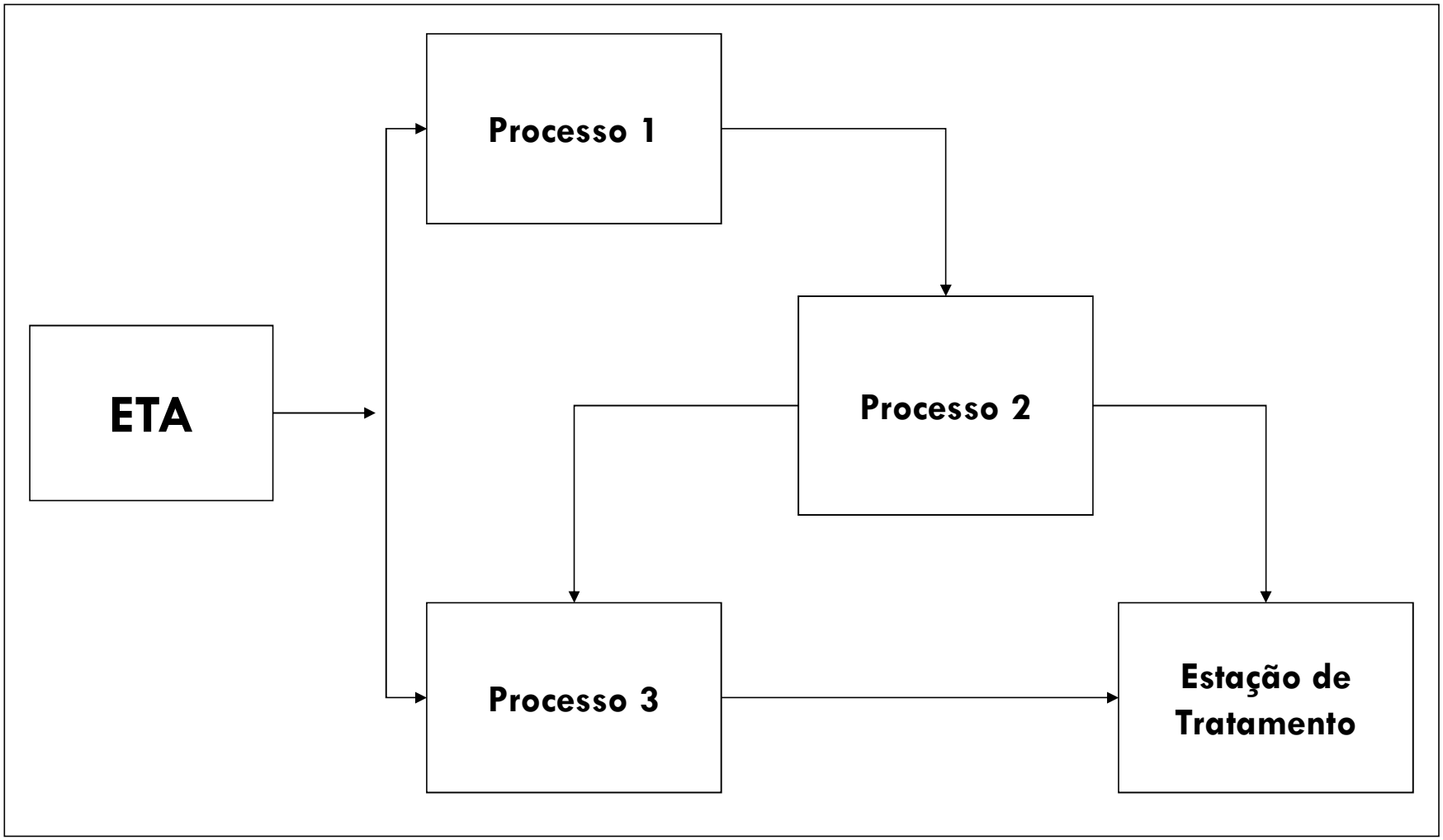
- A ADOÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO EM CASCATA DEVE SER PRIORIZADA;

- OS ESTUDOS SOBRE O POTENCIAL DE REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS DEVE SER FEITA APÓS A AVALIAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE :

  - OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA; E

  - REÚSO EM CASCATA.

REÚSO EM CASCATA



REÚSO EM CASCATA

- A CARACTERÍSTICA DO EFLUENTE GERADO EM UM PROCESSO QUALQUER É COMPATÍVEL COM O REQUISITO DE QUALIDADE A ÁGUA UTILIZADA EM OUTRO PROCESSO;

- EXIGE QUE OS PROCEDIMENTOS DE COLETA, ARMAZENAGEM E TRANSPORTE DO EFLUENTE SEJAM REAVALIADOS;

- DEVE SER DADA ÊNFASE AOS PROCESSOS QUE APRESENTEM ELEVADA GERAÇÃO DE EFLUENTES;

REÚSO EM CASCATA

- QUALQUER QUE SEJA A FORMA DE REÚSO A SER IMPLANTADA DEVEM SER REALIZADOS ENSAIOS;

- NOS CASOS ONDE A CONCENTRAÇÃO DO EFLUENTE SOFRE VARIAÇÕES, RECOMENDA-SE UM CONTROLE AUTOMATIZADO;

- TAMBÉM DEVE SER MANTIDA A OPÇÃO PELA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PROVENIENTE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO.

REÚSO PARCIAL DE EFLUENTES

- SISTEMA DE LAVAGEM DE EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS DE GRANDE PORTE APRESENTAM GRANDE POTENCIAL PARA ESTA PRÁTICA;

- DURANTE A OPERAÇÃO DE LAVAGEM, A CONCENTRAÇÃO DO CONTAMINANTE VAI DIMINUINDO;

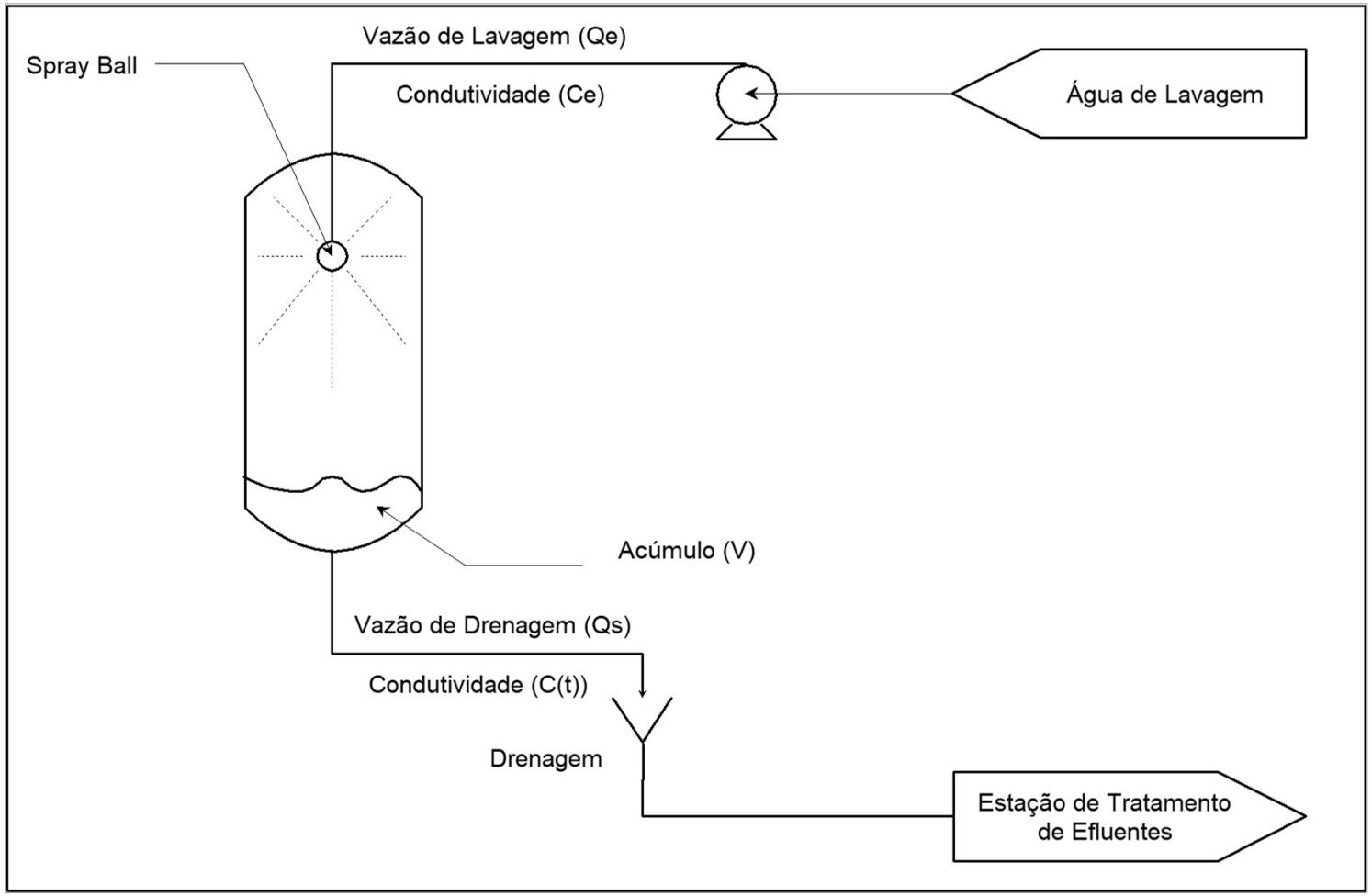
  - NO INÍCIO DA OPERAÇÃO A CONCENTRAÇÃO É ELEVADA;

  - AO TÉRMINO, A CONCENTRAÇÃO DO EFLUENTE FICA PRÓXIMA A DA ÁGUA DE LAVAGEM.

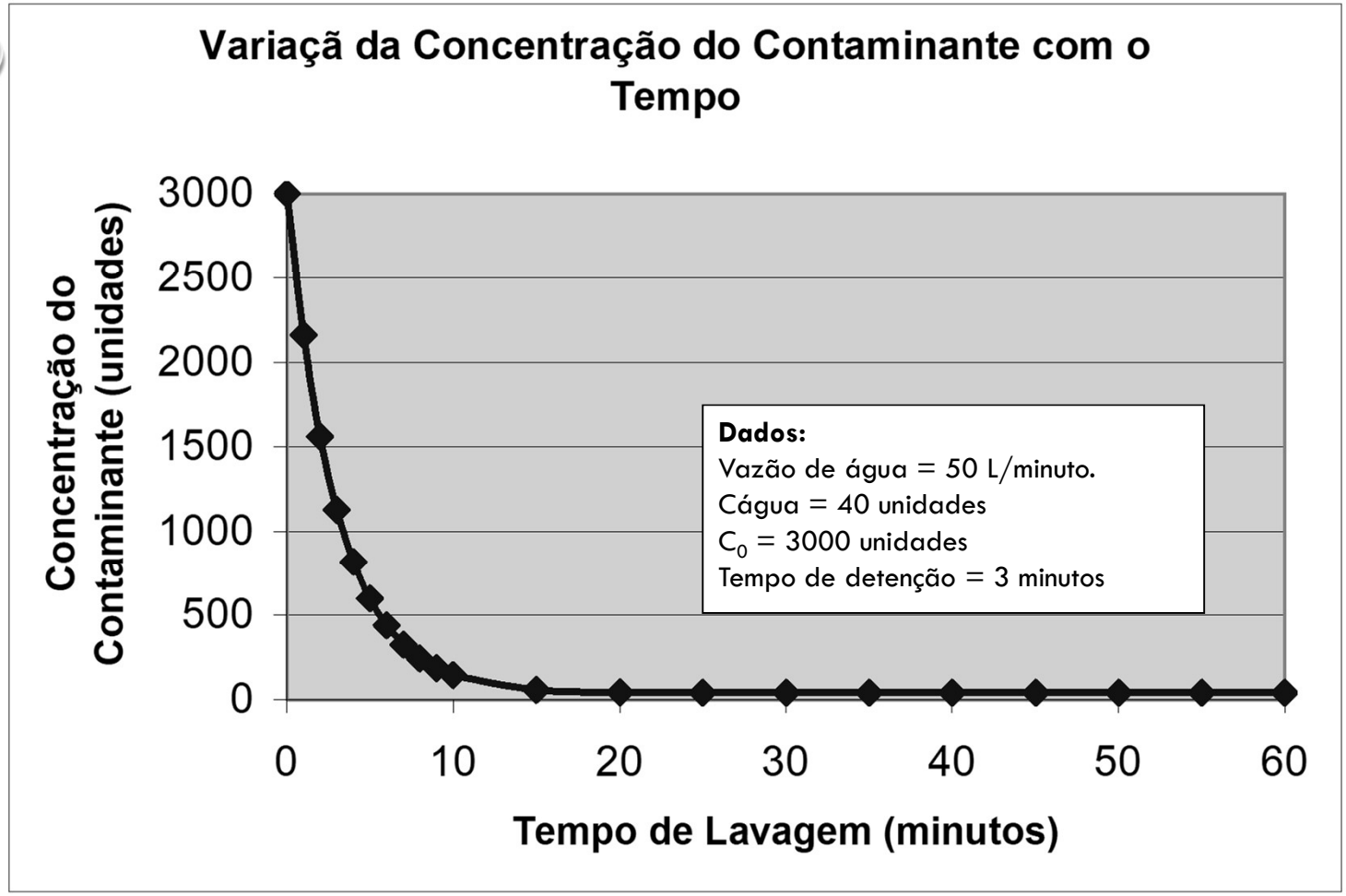
REÚSO PARCIAL DE EFLUENTES

- DEMONSTRAÇÃO POR BALANÇO DE MASSA;

- DESENVOLVIMENTO DE UMA EXPRESSÃO QUE RELACIONA A VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO CONTAMINANTE NO EFLUENTE COM O TEMPO.



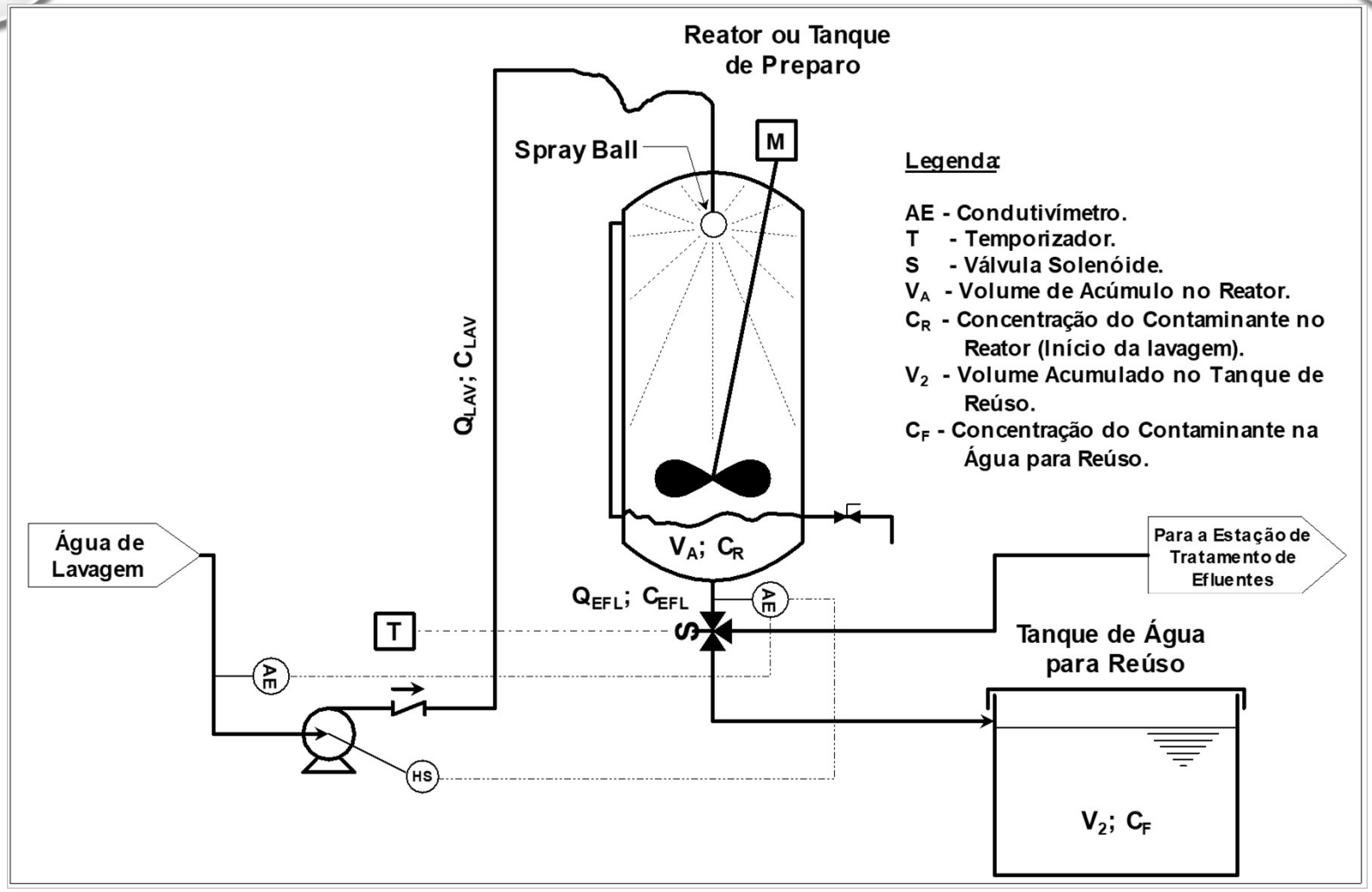
Representação do processo de lavagem de reatores e tanques



Representação da variação da concentração de contaminante no efluente em uma operação de lavagem

HIPÓTESES PARA A AVALIAÇÃO

- LAVAGEM DO EQUIPAMENTO = 30 MINUTOS;
- CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DO CONTAMINANTE PARA VIABILIZAR O REÚSO = 100 UNIDADES;
- **DADOS:**
- VAZÃO DE ÁGUA = 50 L/MINUTO.
- $C_{ÁGUA}$ = 40 UNIDADES
- C_0 = 3000 UNIDADES
- TEMPO DE DETENÇÃO = 3 MINUTOS



Processo de Lavagem Modificado

MODELAGEM DO SISTEMA

- **<u>NO REATOR</u>:**
  - V_A = CONSTANTE
  - $Q_{LAV} = Q_{EFL}$

$$\frac{dC_R}{dt} = -\frac{1}{\theta}.(C_R - C_{LAV})$$

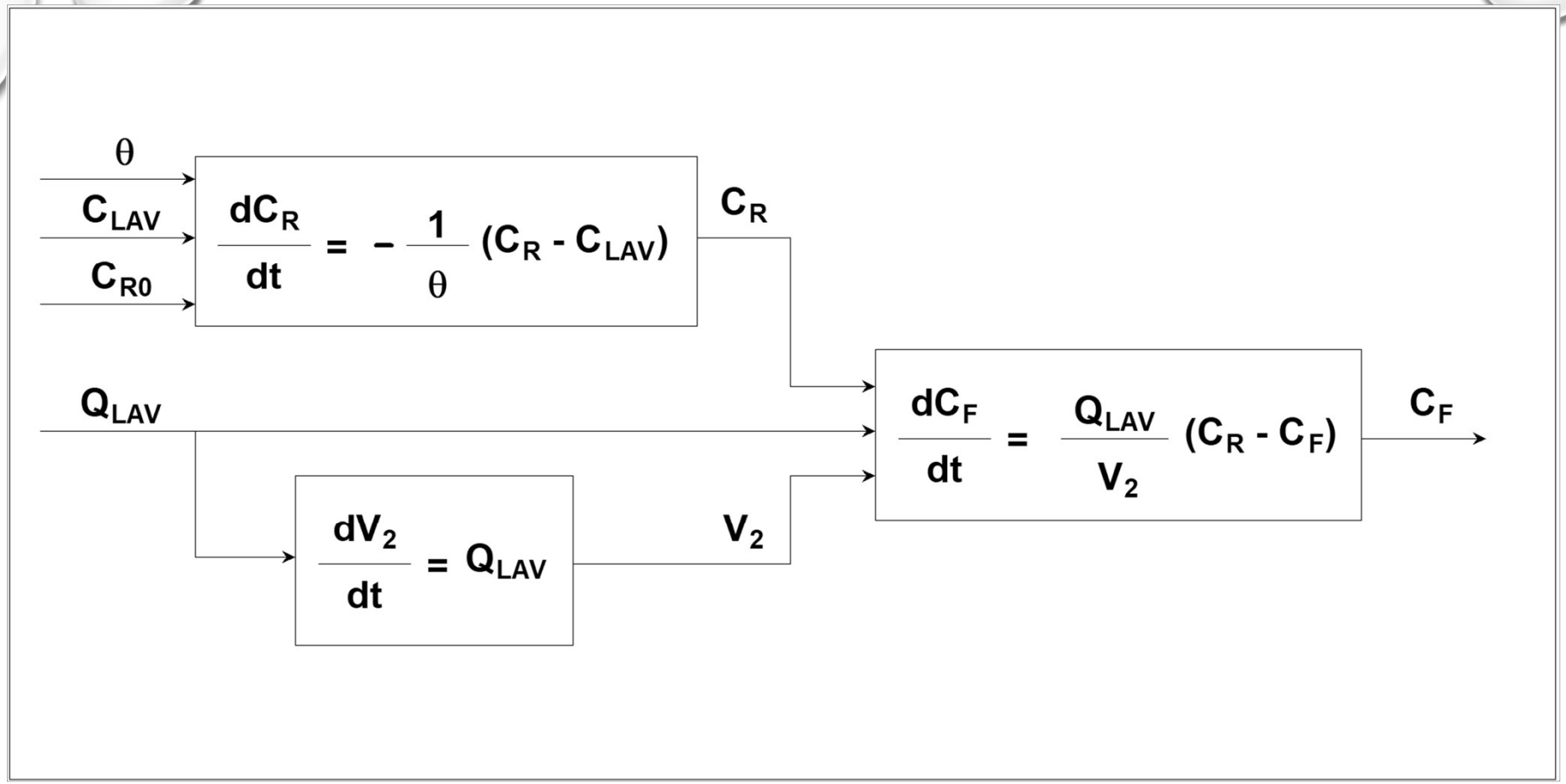
MODELAGEM DO SISTEMA

- **<u>NO TANQUE DE REÚSO</u>:**

$$\frac{dV_2}{dt} = Q_{LAV}$$

$$\frac{d(V_2.C_F)}{dt} = Q_{LAV}.C_R$$

$$\frac{dC_F}{dt} = \frac{Q_{LAV}}{V_2}.(C_R - C_F)$$



Modelo para determinação da variação da concentração de contaminantes no reator e no tanque de água para reúso

RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Tempo de Lavagem (minutos)	Concentração do Contaminante no Efluente do Reator (unidades)	Volume de Efluente Acumulado no Tanque de Reúso (litros)	Concentração do Contaminante no Tanque de Reúso (unidades)
0	3000,00	0	3000,0
5	599,12	250	1480,6
10	145,51	500	896,1
15	59,91	750	627,8
20	43,76	1000	483,3
25	40,71	1250	395,0
30	40,13	1500	335,9

Dados para simulação:
Tempo total de lavagem = 30 minutos
Tempo de detenção hidráulico = 3 minutos
Vazão de água de lavagem = 50 L/minuto
Concentração do contaminante na água de lavagem do reator = 40 unidades
Concentração do contaminante no início da operação de lavagem = 3000 unidades

Resultados da Simulação com Descarte parcial de Efluente

Tempo de Lavagem (minutos)	Concentração do Contaminante no Efluente do Reator (unidades)	Volume de Efluente Acumulado no Tanque de Reúso (litros)	Concentração do Contaminante no Tanque de Reúso (unidades)
5	599,03	0	599,03
10	145,50	250	311,98
15	59,91	500	201,64
20	43,76	750	150,99
25	40,71	1000	123,70
30	40,13	1250	107,04

Dados para simulação:
Mesmos que os utilizados na simulação anterior.
Tempo em que o efluente é descartado após o início da lavagem = 5 minutos

REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS

- PODE SER VIABILIZADA POR MEIO DE DUAS FORMAS:
  - REÚSO DIRETO DO EFLUENTE TRATADO:
    - ENCAMINHAMENTO DO EFLUENTE NAS CONDIÇÕES QUE SE ENCONTRA, PARA O RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO;
  - REÚSO COM TRATAMENTO ADICIONAL:
    - TRATAMENTO ADICIONAL DO EFLUENTE TRATADO, VISANDO A REMOÇÃO DE ALGUM CONTAMINANTE ESPECÍFICO;
    - O REÚSO COM TRATAMENTO ADICIONAL PODE EVOLUIR PARA O CONCEITO DE DESCARGA ZERO DE EFLUENTES.

REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS

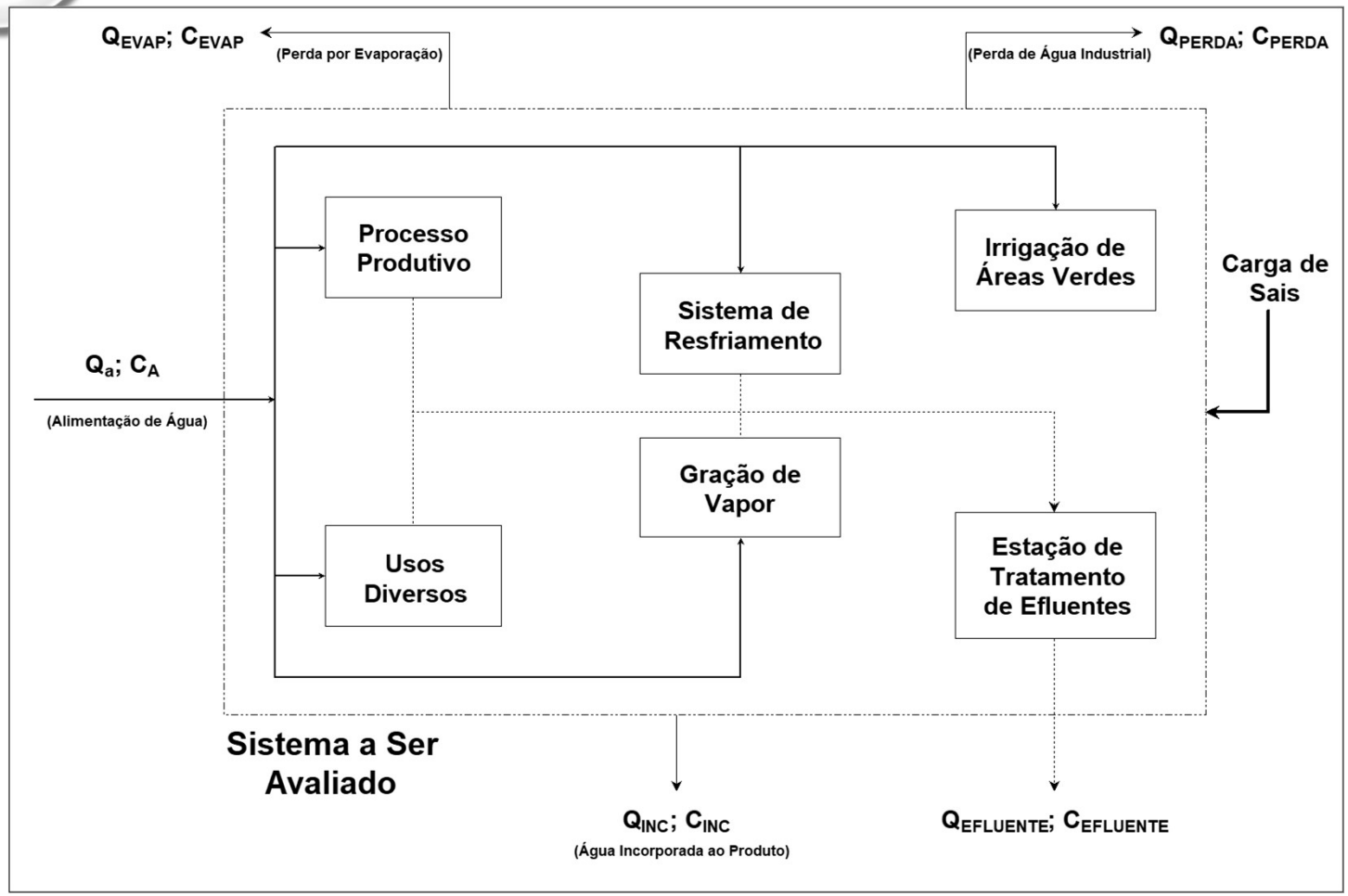
- QUALQUER QUE SEJA A OPÇÃO SELECIONADA, DEVE HAVER UMA PREOCUPAÇÃO COM O SEU PLANEJAMENTO;

- ESTE PLANEJAMENTO VISA GARANTIR A OBTENÇÃO DO MÁXIMO BENEFÍCIO, A UM CUSTO EXEQUÍVEL;

- É IMPORTANTE QUE A PRÁTICA DE REÚSO TAMBÉM SEJA SUSTENTÁVEL.

ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA A AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO

- CONHECIMENTO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS;
- CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSO E DOS EFLUENTES TRATADOS;
- IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS MÍNIMOS DE QUALIDADE PARA A ÁGUA A SER UTILIZADA EM CADA ATIVIDADE;
- DETERMINAÇÃO DA CARGA DE CONTAMINANTES INCORPORADA NOS PROCESSOS.



Representação do Esquema Utilizado para a Obtenção da Carga de Contaminantes Incorporada no Efluente

ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA A AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO

- REORGANIZAÇÃO DO SISTEMA EM ANÁLISE, VISANDO:
  - DISTINÇÃO DAS ATIVIDADES QUE EXIGEM O USO DE ÁGUA POTÁVEL DAS DEMAIS;
  - IMPLEMENTAÇÃO DAS LINHAS DE RECIRCULAÇÃO DE EFLUENTES PARA AS ATIVIDADES COM POTENCIAL DE REÚSO;
- ELABORAÇÃO DO BALANÇO DE MASSA E VAZÕES PARA DETERMINAR A TAXA DE REÚSO DE EFLUENTES.

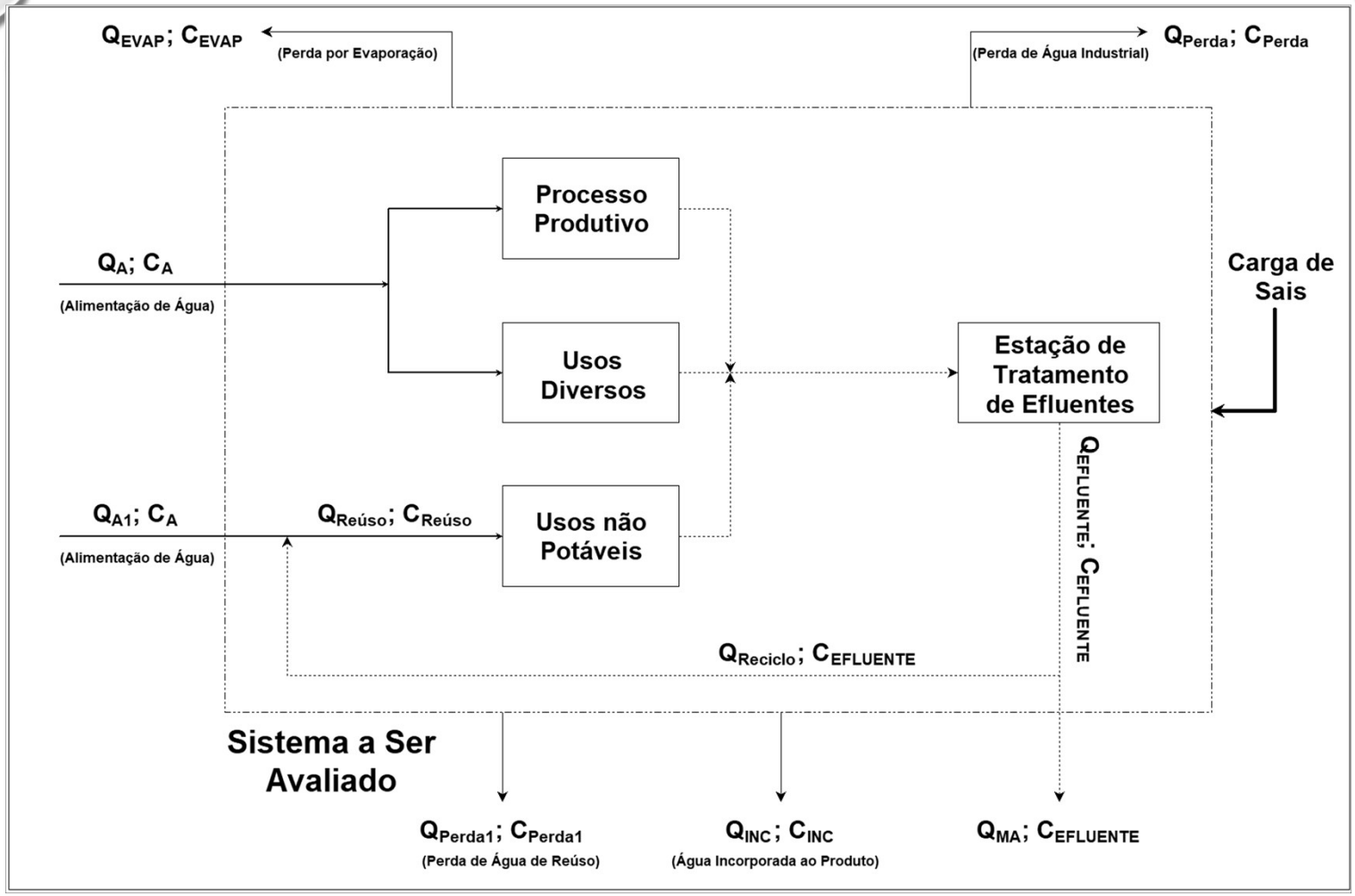


Diagrama esquemático para a obtenção da variação da concentração de SDT no efluente e na água de reúso, com o reúso de efluentes

EXEMPLO PARA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO DIRETO DE EFLUENTES TRATADOS

Atividade ou Aplicação	Água		Efluentes	
	Demanda (m^3/dia)	***SDT (mg/L)***	***Geração (m^3/dia)***	***SDT (mg/L)***
Uso Potável	300	60	240	250
Sistema de Resfriamento	600	60	100	360
Processo A	250	20	240	200
Processo B	300	60	300	550

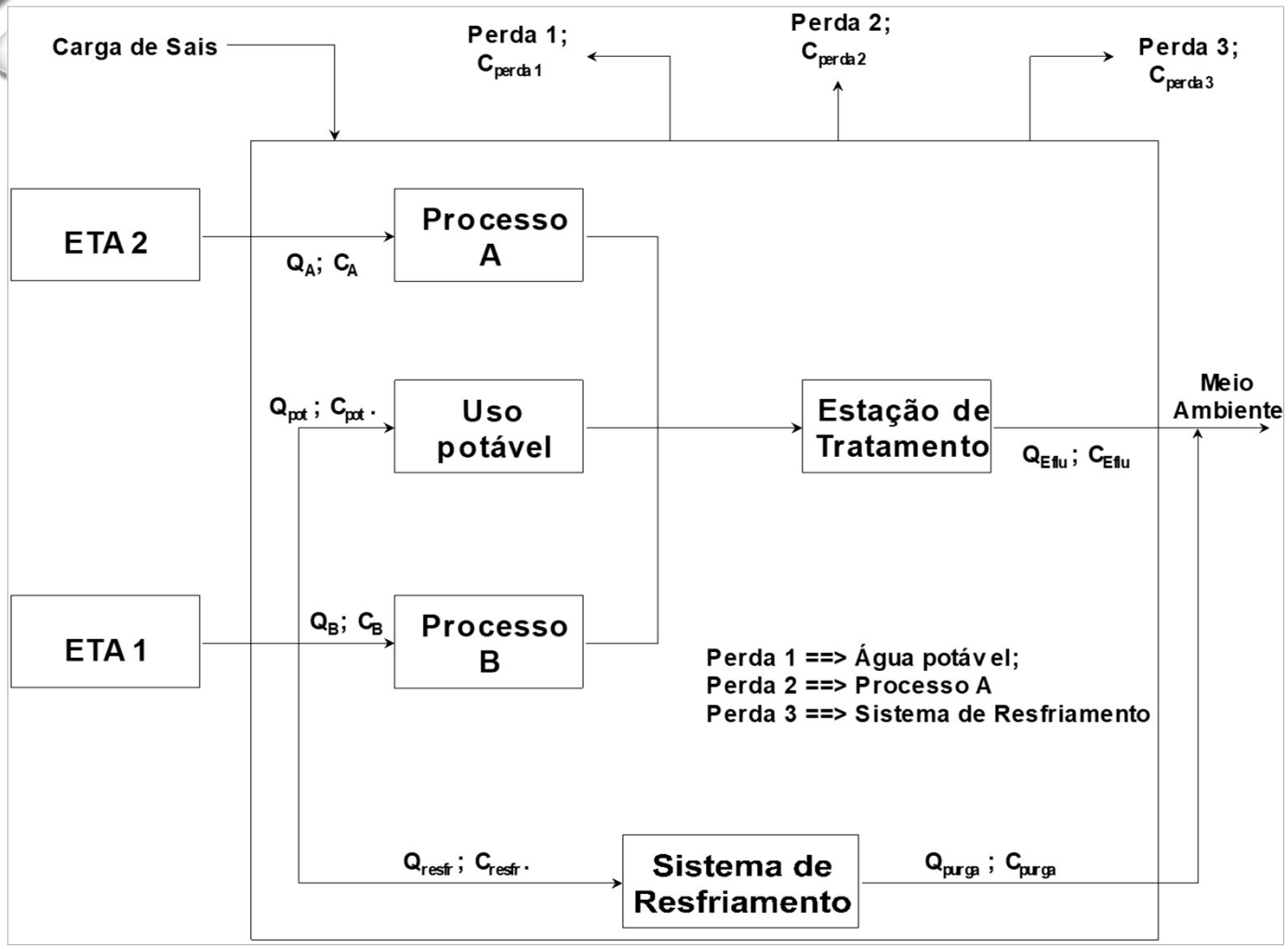
INFORMAÇÕES RELEVANTES

- TODOS OS EFLUENTES GERADOS, COM EXCEÇÃO DA PURGA DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO, SÃO CONDUZIDOS A UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO POR SISTEMA BIOLÓGICO;

- NÃO HÁ REDUÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SAIS DISSOLVIDOS;

- OS LIMITES DE QUALIDADE PARA A ÁGUA PARA O PROCESSO B E SISTEMA DE RESFRIAMENTO SÃO 250 E 200 MG/L;

- A CONCENTRAÇÃO DE SAIS NA PURGA PODE SER ELEVADA ATÉ 1000 MG/L.



Indicação dos fluxos de água e efluentes na indústria avaliada

DADOS COMPLEMENTARES

- PERDAS NO SISTEMA:
  - VAZÃO DE ÁGUA ALIMENTADA AO PROCESSO MENOS A PARCELA DO EFLUENTE GERADO;
  - CONCENTRAÇÕES DE SAIS DISSOLVIDOS NAS PERDAS:
    - ÁGUA POTÁVEL ➔ 60 MG/L
    - PROCESSO A ➔ 20 MG/L
    - SISTEMA DE RESFRIAMENTO ➔ 0,0 MG/L

DETERMINAÇÃO DA CARGA DE SAIS INCORPORADA NO SISTEMA

- ***EQUAÇÕES PARA O BALANÇO***:
- CARGA DE SAIS = QUANTIDADE DE SAIS QUE SAI - QUANTIDADE DE SAIS QUE ENTRA
- QUANTIDADE DE SAIS QUE SAI = $(Q_{EFL}*C_{EFL} + Q_{PURGA} * C_{PURGA} + Q_{PERDA\ 1} * C_{PERDA\ 1} + Q_{PERDA\ 2} * C_{PERDA\ 2})$
- QUANTIDADE DE SAIS QUE ENTRA = $(Q_{POT}*C_{POT} + Q_A*C_A + Q_B*C_B + Q_{RESFR} * C_{RESFR})$
- QUANTIDADE DE SAIS QUE SAI = 312.800 G/DIA
- QUANTIDADE DE SAIS QUE ENTRA = 77.000 G/DIA
- ***CARGA DE SAIS = 235.800 G/DIA***

DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO

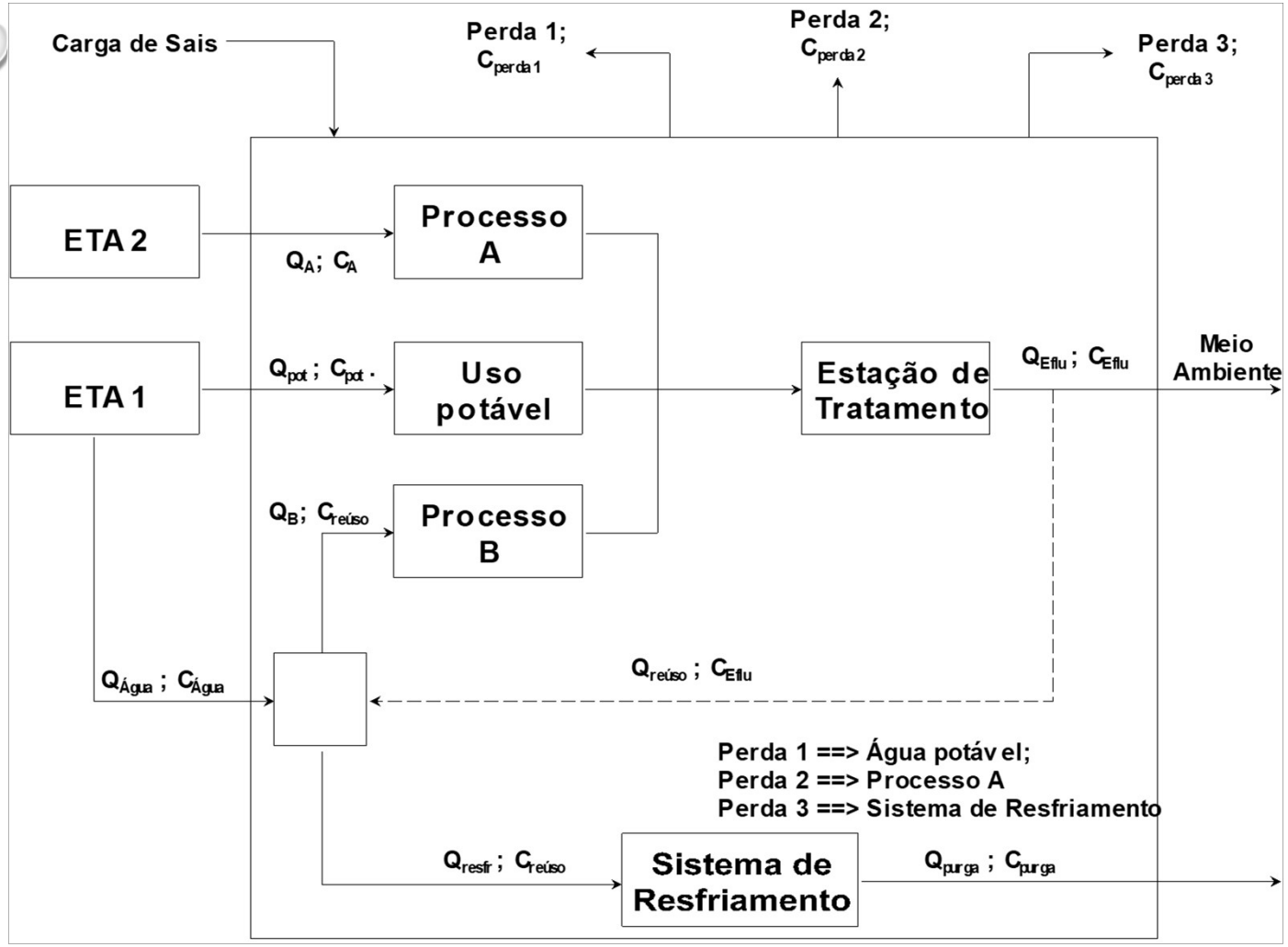
- REORGANIZAR O DIAGRAMA, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO;
- DETERMINAÇÃO DAS NOVAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO;
- ELABORAÇÃO DO BALANÇO DE MASSA NO SISTEMA RESULTANTE;
- OBTENÇÃO DA VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SAIS DISSOLVIDOS NO EFLUENTE DO SISTEMA E ÁGUA DE REÚSO, PARA DEFINIR A TAXA MÁXIMA DE REÚSO.

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO

- VAZÃO DE ÁGUA EVAPORADA = VAZÃO DE ALIMENTAÇÃO – PURGA;
- VAZÃO EVAPORADA = 600 – 100 = 500 M^3/DIA;
- CARGA DE SAIS NA PURGA = VAZÃO DE REPOSIÇÃO * CONCENTRAÇÃO DE SAIS NA REPOSIÇÃO;
- CARGA DE SAIS NA PURGA = VAZÃO DA PURGA * CONCENTRAÇÃO DE SAIS NA PURGA;
- VAZÃO DE REPOSIÇÃO = VAZÃO DE EVAPORAÇÃO + VAZÃO DA PURGA;

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO

- VAZÃO DA PURGA = (VAZÃO DE EVAPORAÇÃO * CONCENTRAÇÃO NA REPOSIÇÃO)/(CONCENTRAÇÃO DA PURGA – CONCENTRAÇÃO DA REPOSIÇÃO)
- VAZÃO DA PURGA = (500 * 200)/(1000 – 200)
- ***VAZÃO DA PURGA = 125 M^3/DIA***
- ***VAZÃO DE REPOSIÇÃO = 625 M^3/DIA***



Arranjo para a determinação do potencial de reúso de efluentes

BALANÇO DE MASSA

- A VAZÃO DE REÚSO É UMA PARCELA DO EFLUENTE TRATADO NA ESTAÇÃO;

$$C_{efl} = \frac{(C\,\mathrm{arg}a \quad de \quad Sais + Q_A.C_A + Q_{pot}.C_{pot} + (Q_B + Q_{\mathrm{Re}sfr}).(1 - \mathrm{Re}\,ciclo).C_{H_2O}) - (Q_{purga}.C_{purga} + Perda1.C_{perda1} + Perda2.C_{perda2})}{(Q_B + Q_{pot} + Q_A - (Q_B + Q_{\mathrm{Re}sfr}).\mathrm{Re}\,ciclo}$$

$$C_{\mathrm{Re}\,úso} = C_{H_2O} + \mathrm{Re}\,ciclo.(C_{efl} - C_{H_2O})$$

RESULTADOS DA VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO CONTAMINANTE NO EFLUENTE E ÁGUA DE REÚSO

% Reciclo em Relação à Demanda para Resfriamento e Processo B	$Q_{Água}$ (m^3/d)	$Q_{Reúso}$ (m^3/d)	C_{efl} (mg/L)	$C_{reúso}$ (mg/L)	Q_{MA} (m^3/d)	Q_{final}	C_{final}	% de Reciclo do Efluente
0%	925,00	0,00	209,29	60,00	850,00	975,00	310,67	0%
5%	878,75	46,25	217,88	67,89	803,75	928,75	323,15	5%
10%	832,50	92,50	227,52	76,75	757,50	882,50	336,94	11%
15%	786,25	138,75	238,42	86,76	711,25	836,25	352,26	16%
20%	740,00	185,00	250,83	98,17	665,00	790,00	369,37	22%
25%	693,75	231,25	265,09	111,27	618,75	743,75	388,61	27%
30%	647,50	277,50	281,66	126,50	572,50	697,50	410,39	33%
35%	601,25	323,75	301,14	144,40	526,25	651,25	435,28	38%
40%	555,00	370,00	324,38	165,75	480,00	605,00	463,97	44%
45%	***508,75***	***416,25***	***352,56***	***191,65***	***433,75***	***558,75***	***497,40***	***49%***
50%	462,50	462,50	387,48	223,74	387,50	512,50	536,88	54%
60%	370,00	555,00	490,17	318,10	295,00	420,00	641,90	65%
70%	277,50	647,50	686,67	498,67	202,50	327,50	806,26	76%
80%	185,00	740,00	1213,64	982,91	110,00	235,00	1100,00	87%
90%	92,50	832,50	7311,43	6586,29	17,50	142,50	1775,09	98%

ANÁLISE DOS RESULTADOS

- POTENCIAL DE REÚSO DE EFLUENTES NO SISTEMA ➔ 49 % DO EFLUENTE TRATADO NA ESTAÇÃO;

- REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM RELAÇÃO À DEMANDA PARA OS PROCESSOS ➔ 45 %;

- REDUÇÃO GLOBAL NA DEMANDA DE ÁGUA ➔ 29 %

REÚSO COM A UTILIZAÇÃO DE TRATAMENTO COMPLEMENTAR

- É UMA ALTERNATIVA À PRÁTICA DE REÚSO DIRETO DE EFLUENTES;
- UTILIZAR UMA TÉCNICA ADICIONAL DE TRATAMENTO, PARA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES ESPECÍFICOS;
- DEPENDENDO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DO CONTAMINANTE O POTENCIAL DE REÚSO É AMPLIADO.

REÚSO COM A UTILIZAÇÃO DE TRATAMENTO COMPLEMENTAR

- A AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO SEGUE O MESMO ROTEIRO QUE O DESENVOLVIDO PARA REÚSO DIRETO;
- BASTA ACRESCENTAR AO DIAGRAMA DE FLUXOS O PROCESSO DE TRATAMENTO SELECIONADO;
- CASO OCORRA A DESTRUIÇÃO DO CONTAMINANTE, DEVE ACRESCENTAR UM FLUXO FICTÍCIO SAINDO DO SISTEMA;
- NO ATUAL ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PODE SER OBTIDO UM EFLUENTE COM CARACTERÍSTICAS EQUIVALENTES À ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE REÚSO

- QUALQUER PRÁTICA DE REÚSO DE ÁGUA, OU EFLUENTE, DEVE CONSIDERAR AS LIMITAÇÕES DE ORDEM TÉCNICA, OPERACIONAL E ECONÔMICA;

- DEVE HAVER COMPATIBILIDADE ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA OU EFLUENTE DE REÚSO, COM OS REQUISITOS DE PROCESSO;

- A AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA PODE SER FEITA, INICIALMENTE, POR ANÁLISES SIMPLES E BALANÇOS DE MASSA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE REÚSO

- EM UM ESQUEMA DE REÚSO, OCORRE A ELEVAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DOS CONTAMINANTES;

- O REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS REQUER O DESCARTE DE UMA PARCELA DO EFLUENTE, PARA MANTER A SUA COMPOSIÇÃO ADEQUADA;

- O USO DE TÉCNICAS AVANÇADAS DE TRATAMENTO POSSIBILITA UM MELHOR APROVEITAMENTO DO EFLUENTE.

ATIVIDADE – DETERMINAR A EVOLUÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SDT EM FUNÇÃO DA TAXA DE REÚSO.

Dados sobre demanda de água e geração de efluentes

Atividade	Demanda (m^3/dia)	Geração (m^3/dia)	Concentrção de Sais (mg/L)
Torres de resfriamento	550	50,0	336,0
Processo 1	190	182,1	640,0
Processo 2	160	146,5	710,0
Uso doméstico	500	421,0	460,0
Total	**1400**	**799,6**	**--x--**

- DADOS ADICIONAIS:
  - CONCENTRAÇÃO DE SAIS NA ÁGUA DISPONÍVEL ➔ 46,0 MG/L
  - ADOTAR A PRÁTICA DE REÚSO APENAS PARA OS PROCESSOS 1 E 2;
  - UTILIZAR O EFLUENTE TRATADO EM UMA ESTAÇÃO DE CLARIFICAÇÃO CONVENCIONAL, QUE TRATA:
    - PURGA DA TORRE;
    - EFLUENTE DO PROCESSO 1;
    - EFLUENTE DO PROCESSO 2;
    - ESGOTO DOMÉSTICO APÓS TRATAMENTO BIOLÓGICO.
  - NO SISTEMA DE TRATAMENTO NÃO HÁ REDUÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SAIS DISSOLVIDOS.

ESTUDOS DE CASO

AEROPORTO DE GUARULHOS

- AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DO AEROPORTO;
- CONSTRUÇÃO DO TPS Nº 3;

Demandas previstas para fins não potáveis

Área	Consumo Previsto (L/d)
Sistema de Ar Condicionado (Torres de Resfriamento)	480.000
Lavagem de Pisos	14.700
Lavagem de Aeronaves	50.000
Irrigação de Áreas Verdes	10.000
Descargas em Vasos Sanitários e Mictórios	2.037.315
Total	**2.592.015**

AEROPORTO DE GUARULHOS

- GERAÇÃO DE ESGOTOS TPS'S 1, 2 E 3:
  - VOLUME DIÁRIO: 6.437,21 M^3;
  - CONCENTRAÇÃO DE SDT: 270 MG/L.
- SISTEMA COMPLEMENTAR DE TRATAMENTO:
  - FÍSICO-QUÍMICO.

Resultados do Balanço de Massa

Reciclo (% Uso Não Potável)	V_{reuso} (L/d)	$V_{poço}$ (L/d)	$V_{descarte}$ (L/d)	$C_{reúso}$ (mg/L)	C_{esgoto} (mg/L)	C_{esgoto} Calculada (mg/L)	Redução do Volume de Água Captada para o TPS-3 (%)
0%	0	2.614.607	6.437.210	46	270	270	0,0%
10%	261.461	2.353.146	6.175.749	69	279	279	7,0%
20%	522.921	2.091.686	5.914.289	94	290	290	14,0%
30%	784.382	1.830.225	5.652.828	122	301	301	21,1%
40%	1.045.843	1.568.764	5.391.367	153	313	313	28,1%
50%	1.307.304	1.307.304	5.129.907	186	327	327	35,1%
60%	1.568.764	1.045.843	4.868.446	223	341	341	42,1%
70%	1.830.225	784.382	4.606.985	264	358	358	49,2%
80%	2.091.686	522.921	4.345.524	310	377	377	56,2%
90%	2.353.146	261.461	4.084.064	362	397	397	63,2%
100%	2.614.607	0	3.822.603	421	421	421	70,2%

Foi considerado como uso limitante a reposição na torre de resfriamento

OBSERVAÇÕES

- NO PROGRAMA DE REÚSO PROPOSTO O USO LIMITANTE FOI A REPOSIÇÃO EM SISTEMA DE RESFRIAMENTO (SDT < 300 MG/L);

- SE FOSSE ADMITIDA UMA CONCENTRAÇÃO DE SDT DE ATÉ 500 MG/L, O POTENCIAL DE REÚSO SERIA MUITO SUPERIOR;

- PARA O AUMENTO DO LIMITE DE SDT NA TORRE SERIA NECESSÁRIO RECALCULAR A PURGA DO SISTEMA.

REÚSO NO CONDOMÍNIO CETENCO PLAZA

- 25 ANDARES;
- 3 SUBSOLOS;
- 2 PAVIMENTOS DE CASA DE MÁQUINAS;
- 1 HELIPONTO.

Estimativa do consumo de água

Uso	Demanda (m^3/mês)
Torre de Resfriamento	1105,50
Bacia sanitária	1093,10
Lavatórios	228,40
Copas	195,80
Usos diversos	114,20

- Áreas potenciais para reúso:
  - Descarga em sanitários;
  - Torre de resfriamento.

Reúso no Condomínio CETENCO Plaza

%R2	Volumes (m^3)							Concentração (mg/L)			
	QRP	QR1	QR2	QA1	QA2	Qpoço	QP	QD	Cesgoto	CRP	Csanit
0,00%	1277,47	1277,47	0,00	0,00	1093,10	1631,50	178,57	354,03	200,00	200,00	40,00
5,00%	1277,47	1277,47	17,70	0,00	1075,40	1613,80	178,57	336,33	201,76	201,76	42,62
10,00%	1277,47	1277,47	35,40	0,00	1057,70	1596,10	178,57	318,63	203,55	203,55	45,30
20,00%	1277,47	1277,47	70,81	0,00	1022,29	1560,69	178,57	283,23	207,26	207,26	50,83
30,00%	1277,47	1277,47	106,21	0,00	986,89	1525,29	178,57	247,82	211,14	211,14	56,63
40,00%	1277,47	1277,47	141,61	0,00	951,49	1489,89	178,57	212,42	215,21	215,21	62,70
50,00%	1277,47	1277,47	177,02	0,00	916,08	1454,48	178,57	177,02	219,47	219,47	69,06
60,00%	1277,47	1277,47	212,42	0,00	880,68	1419,08	178,57	141,61	223,95	223,95	75,75
65,00%	1277,47	1277,47	230,12	0,00	862,98	1401,38	178,57	123,91	226,27	226,27	79,21
70,00%	1277,47	1277,47	247,82	0,00	845,28	1383,68	178,57	106,21	228,66	228,66	82,77
80,00%	1277,47	1277,47	283,23	0,00	809,87	1348,27	178,57	70,81	233,61	233,61	90,17
90,00%	1277,47	1277,47	318,63	0,00	774,47	1312,87	178,57	35,40	238,83	238,83	97,96
100,00%	1277,47	1277,47	354,03	0,00	739,07	1277,47	178,57	0,00	244,34	244,34	106,18

QRP = Volume de reposição nas torres de resfriamento

QR1 = Volume de esgoto tratado para reúso nas torres de resfriamento

QR2 = Volume de esgoto tratado para descarga em sanitários

QA1 = Volume de água de poço para reposição nas torres de resfriamento

QA2 = Volume de água de poço para descarga em sanitários

Qpoço = Volume total de água extraída do poço

QP = Volume de purga das torres de resfriamento

QD = Volume de esgoto a ser lançado na rede da SABESP

Cesgoto = Concentração de sais dissolvidos no esgoto

CRP = Concentração de sais dissolvidos na água de reposição nas torres.

Qesgoto = Volume de esgoto gerado no condomínio

Qsanit = Volume de água necessário para descargas em sanitários

QE = Volume de água evaporado nas torres de resfriamento

Qpot = Volume de água para fins potáveis

QA = Volume de água perdida por arraste nas torres de resfriamento

Msais = Carga de sais incorporada ao esgoto

Cesginicial = Concentração de sais no esgoto sem a aplicação da prática de reúso

Csanit = Concentração de sais dissolvidos na água para descarga em sanitários

N = Número de ciclos de concentração nas torres de resfriamento

%R1 = QR1/QRP

%R2 = QR2/(Qesgoto - QR1)

Estimativa de investimentos, redução de custo e tempo de amortização

Condição	Sistema de Tratamento									
	RTK-AcquaBrasilis					*Lodos Ativados*				
	Investimento (R$)	O & M (R$/mês) (1)	Energia (R$/mês)	Redução de custo (R$/mês)	Amortização (meses)	Investimento (R$)	O & M (R$/mês) (1)	Energia (R$/mês)	Redução de custo (R$/mês)	Amortização (meses)
1º Caso	350.000,00	2.916,70	386,93	12.044,45	40	280.000,00	2.333,30	662,3	12.044,45	31
2º Caso				9.289,12	59				9.289,12	45

(1) – Foi considerado um custo anual equivalente a 10% o valor do investimento, para despesas com operação e manutenção do sistema, excluindo-se o consumo de energia elétrica.