

**Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática**

**Estudo e Análise do Tratamento e Reutilização de Águas
Residuárias Provenientes de uma Indústria de Materiais de
Limpeza**

Jocelaine Pereira

TG-EP- 31- 05

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática

**Estudo e Análise do Tratamento e Reutilização de Águas
Residuárias Provenientes de uma Indústria de Materiais de
Limpeza**

Jocelaine Pereira

TG-EP- 31- 05

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia,
da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: *Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Ribeiro*

**Maringá - Paraná
2005**

JOCELÂINE PEREIRA

**ESTUDO E ANÁLISE DO TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTES DE UMA INDÚSTRIA
DE MATERIAIS DE LIMPEZA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Maringá – Campus sede.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Ribeiro

MARINGÁ

2005

JOCELÂINE PEREIRA

**ESTUDO E ANÁLISE DO TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTES DE UMA INDÚSTRIA
DE MATERIAIS DE LIMPEZA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de *Bacharel em Engenharia de Produção* pela Universidade Estadual de Maringá, Campus sede aprovada pela Comissão formada pelos professores:.

Prof^ª. Dr^ª. Rosa maria Ribeiro
(Orientador)

Departamento de Engenharia Química

Prof^ª. Dr^ª. Rosângela Bergamasco
(Membro)

Departamento de Engenharia Química

Prof. Msc. Carlos Antônio Pizo
(Membro)

Departamento de Informática

Maringá, 11 de janeiro de 2006

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus;

Por guiar meus passos e iluminar sempre meu caminho

A meus pais, pelo apoio, dedicação e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora: Rosa M^a Ribeiro, pelo apoio, dedicação, incentivo e generosidade em partilhar parte de seu extenso conhecimento comigo.

Ao engenheiro químico responsável pela estação de tratamento da empresa: Adriano Barbosa, pela disponibilidade em fornecer as informações necessárias para a elaboração do trabalho..

A meus amigos: Jurandir Castaldo Jr, Cynthia Cerchiari e Nataly Alves pelo apoio e incentivo.

A todos obrigada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.2: Vista aérea da Fábrica:.....	02
Figura 3.2: Ciclo Hidrológico das Águas:.....	05
Figura 4.2: Efluente Não-Tratado:.....	28
Figura 4.3: Decantador:.....	29
Figura 4.3.1: Barris de Depósito de Resíduo Sólido:.....	30
Figura 4.3.2: Filtros de Areia:.....	31
Figura 4.4: Fluxograma do Processo Fabril:.....	32
Figura 5.2: Amostra do Efluente Tratado:.....	37.
Figura 6: Área Verde Irrigada pelo Efluente Tratado:.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DQO – Demanda Química de Oxigênio

DBO – Demanda Biológica de Oxigênio

IQA – Índice de Qualidade da Água

MS – Ministério da Saúde

SABESP - Companhia de Abastecimento Básico do Estado de São Paulo

WHO - World Health Organization

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Disponibilidade Hídrica.....	05
Tabela 02: Produção Hídrica.....	06
Tabela 03: Caracterização do Efluente na Entrada da Estação de Tratamento.....	28
Tabela 04: Caracterização do Efluente na Saída da Estação de Tratamento.....	36

RESUMO

O trabalho a ser desenvolvido visa enfatizar a questão do tratamento das águas residuárias, geradas por uma indústria de materiais de limpeza e higiene, e seu posterior reuso para irrigação em área compreendida dentro dos limites territoriais da empresa estudada. Questão esta vista através de uma visão sistêmica do engenheiro de produção, dentro dos parâmetros da Gestão Ambiental. O referido trabalho pretende analisar a viabilidade do reuso da água, sua aceitação e projetos de implantação dentro dessa específica organização industrial citada acima.

Palavras-chave: reuso da água, tratamento, efluente, eficácia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
1.2 HISTÓRICO DA EMRESA	02
2. OBJETIVOS.....	03
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	04
3.1 - A ÁGUA	04
3.2 -O CICLO HIDROLÓGICO DA ÁGUA.....	04
3.3 -CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA	06
3.3.1- Características Físicas, Químicas e Biológicas da Água.....	07
3.3.2- Principais Características Físicas da Água.....	07
3.3.3- Características Bacteriológicas da Água.....	08
3.3.4- Características Químicas da Água.....	08
3.3.5- Características Orgânicas	08
3.3.6- Oxigênio Consumido	09
3.3.7- Nitrogênio, Nitratos e Nitritos.....	09
3.3.8- Características Inorgânicas	10
3.3.9- Alcalinidade, Acidez e pH.....	10
3.3.10- Dureza	10
3.3.11- Salinidade.....	11
3.3.12- Cloretos	11
3.3.13- Sulfatos.....	11
3.4 - ÁGUA POTÁVEL.....	11
3.5 - OS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS.....	12
3.5.1- A Água como Recurso Natural Renovável	13
3.6 - A ÁGUA COMO BEM ECONÔMICO.....	14
3.7 - CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS.....	15
3.8 - PRINCIPAIS CAUSAS DE POLUIÇÃO DOS RIOS.....	16
3.8.1- Poluição Biológica	16
3.8.2- POLUIÇÃO FÍSICA.....	16
3.8.3 - POLUIÇÃO QUÍMICA	16
3.8.4 -POLUIÇÃO QUÍMICA CRÔNICA.....	16
3.8.5 -POLUIÇÃO TÉRMICA.....	17
3.8.6 - EUTROFIZAÇÃO.....	17
3.9 - CRITÉRIOS E PADRÕES DE ÁGUA.....	17
3.10 - O TRATAMENTO FÍSICO - QUÍMICO.....	18
3.11 - NÍVEIS DE TRATAMENTO.....	19
3.11.1- TRATAMENTO PRELIMINAR.....	19
3.11.2 - Tratamento Primário	19
3.11.3 Tratamento Secundário	19
3.11.4 - TRATAMENTO TERCIÁRIO	20
3.12 - EFICIÊNCIA NA ESCOLHA DO TIPO DE TRATAMENTO.....	20
3.13 - O REUSO NA PRÁTICA.....	21
3.13.1- REUSO INDUSTRIAL.....	22
3.13.2 -Reuso no Meio Ambiente	23
3.13.3 -RECARGA DE AQUÍFEROS.....	23
3.14 - VANTAGENS DO REUSO.....	23
3.14.1 Padrões de Qualidade para Reuso da Água.....	24
3.15 - FORMAS DE REUSO DA ÁGUA.....	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1- Materiais.....	26
4.2 -equipamentos.....	26
4.3- processo de tratamento das águas residuárias	28
4.4 -fluxograma do processo de tratamento físico- químico.....	32
5. resultados e discussões	33
5.1- resultados da etapa 01	34
5.2- resultados da etapa 02	36
6. CONCLUSÕES.....	38
7. SUGESTÕES	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A presente monografia tem por objetivo apresentar os estudos realizados em uma indústria de materiais de limpeza e higiene pessoal, referentes ao processo de tratamento de efluentes utilizado pela mesma e sua reutilização em outros setores da empresa, do todo ou em parte dessas águas residuárias provenientes de sua linha de produção. A referida empresa trabalha na fabricação de itens de limpeza e higiene pessoal, tais como: detergente líquido e em pó, água sanitária, desinfetantes, shampoos, amaciantes, entre outros. Estudo este focado na indústria Criviali do Brasil, localizada na cidade de Maringá-PR .

O reuso e reciclo de águas servidas em indústrias vem ganhando espaço nos tempos atuais, face à necessidade de redução dos custos finais de produção, numa época em que a economia globalizada condiciona as empresas a uma maior competitividade. Sendo, portanto, de extrema necessidade, o aumento de produtividade com a conseqüente redução de custos. Com a deterioração crescente da qualidade das águas dos mananciais, a necessidade de tratamentos cada vez mais sofisticados onera o produto final acabado, motivo pelo qual, o reuso e reciclo de águas descartadas como resíduos podem retornar ao processo, minimizando, por conseguinte os custos de processo fabril, ou sendo empregado em outros setores das unidades industriais, não ligados diretamente à esfera produtiva, mas da mesma maneira acarretando uma maior economia em água limpa.

Outro fator de suma importância na questão da reutilização das águas residuárias em indústrias, trata-se da conscientização ambiental. Ela ganha espaço dia a dia, nos diversos setores da sociedade moderna, através da cobrança cada vez maior e mais ativa da sociedade civil às autoridades competentes, bem como aos setores produtivos da sociedade. Com efeito, as alterações que vem ocorrendo no meio ambiente sobretudo pelo descarte de resíduos industriais de forma desordenada, vem ocasionando a escassez de água de boa qualidade, fator este que esta causando no empresário uma mudança de

comportamento, do ponto de vista técnico/ambiental, que minimize os impactos ambientais e preserve o ecossistema às gerações futuras.

1.2 HISTÓRICO DA EMPRESA

Empresa fundada em abril de 1996 com o nome de HANNOVER IND QUÍMICA LTDA, iniciou atuando com apenas 04 produtos no setor de limpeza e higiene pessoal, abrangendo somente pequenos e médios supermercados da região. Atualmente sua linha de produtos conta com mais de 100 diferentes itens divididos em 03 distintos segmentos de mercado: Linha Doméstica, Linha Automotiva e Linha Pet.

Em maio de 2000 inaugurou sua sede própria com área construída de 3.950 m² e instalada numa área total de 20.000 m², as margens da rodovia BR 376 Maringá-Paranavaí, passando então a se chamar CRIVIALLI DO BRASIL. A Figura 1 apresenta uma vista aérea da sede, construída em 2000.



Figura 01: Vista aérea da fábrica

CAPÍTULO III

3- REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A ÁGUA

A água se encontra disseminada em toda a biosfera, formando os oceanos, os mares, os lagos, os rios e os aquíferos subterrâneos (águas do subsolo). Ela se encontra ainda na formação dos seres vivos, na atmosfera como vapor ou como gotícula nas nuvens e ainda fazendo parte da estrutura de vários minerais, como água de constituição, de cristalização ou apenas como umidade.

A água doce pode-se estender no subsolo até a uma profundidade de 1 km abaixo do nível do mar e como vapor em quantidade apreciáveis até o limite da troposfera (16 km).

3.2 O CICLO HIDROLÓGICO DA ÁGUA

Existe água no estado gasoso na atmosfera, proveniente da evaporação de todas as superfícies úmidas: mares, rios e lagos; em estado líquido, nos grandes depósitos do planeta, oceanos e mares (água salgada), rios e lagos (água doce) e no subsolo, constituindo os chamados lençóis freáticos; e em estado sólido, nas regiões frias do planeta.

Da atmosfera, a água se precipita em estado líquido, como chuva, orvalho ou nevoeiro, ou em estado sólido, como neve ou granizo. Todas estas formas de água são

intercambiáveis e representam o ciclo hidrológico. A Figura 02 apresenta um esquema do ciclo hidrológico da água.

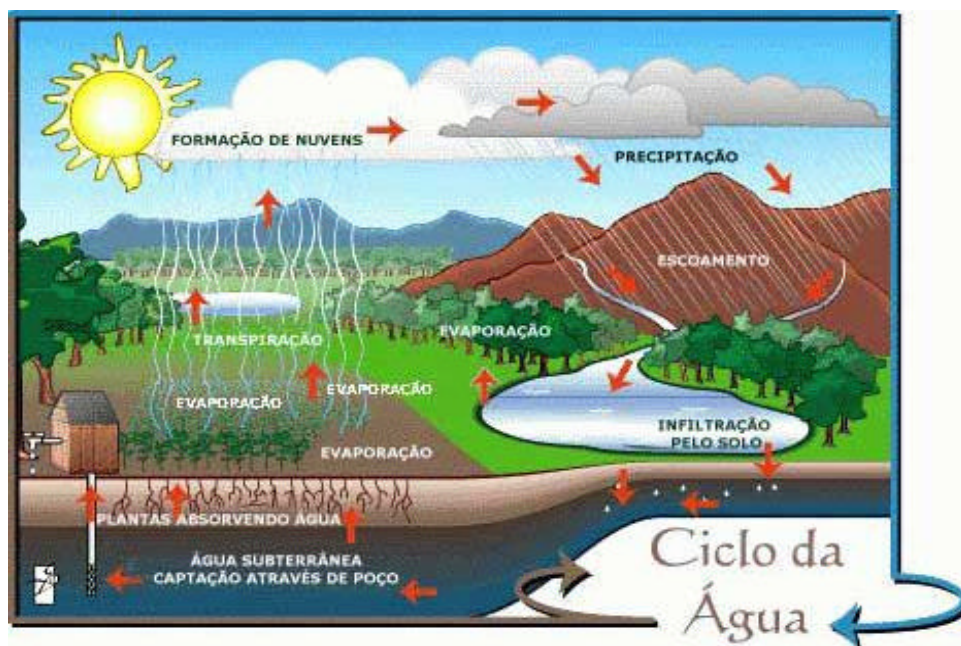


Figura 02: Ciclo Hidrológico das Águas

fonte: Universidade da Água

A Tabela 1 mostra a disponibilidade da água no território brasileiro e a Tabela 2 a produção hídrica no Brasil e no mundo.

TABELA 01: Disponibilidade Hídrica

Disponibilidade hídrica no território brasileiro + contribuição da Bacia Amazônica no território além da fronteira (Ano 2001)

Brasil	Área (Km ² x 10 ³)	População (habitantes)	Densidade (Hab/Km ²)	Disponib. Hídrica (m ³ /s)	Disponib. Hídrica/hab (m ³ .Hab/an o)
	8.512	172.816.651	20,3	257.790	47,042

fonte: BEEKMAN,1995

NOTA: Dados atualizados em 01/08/2000, com taxa de crescimento da população anual de 1,93 % para o ano de 2001, segundo fonte IBGE.

TABELA 02: Produção Hídrica

DADOS	VALORES
Produção hídrica no Brasil (m ³ /s)	168.790
Produção hídrica mundial (m ³ /s)	1.448.000
Disponibilidade hídrica no Brasil (território brasileiro + área de contribuição da Bacia Amazônica além da fronteira) (m ³ /s)	257.790
Relação produção hídrica no Brasil por produção hídrica mundial (%)	11,65
Relação disponibilidade hídrica no Brasil por produção hídrica mundial (%)	17,80

fonte: BEEKMAN,1995

Segundo análise da Tabela 2, verifica-se que a produção hídrica no Brasil corresponde a 11,65% da produção hídrica mundial; enquanto que a disponibilidade hídrica no Brasil (considerando o território nacional mais a área de contribuição da Bacia Amazônica além da fronteira) corresponde a 17,8% da produção hídrica mundial.

Considerando que os recursos hídricos acessíveis ao consumo humano direto constituem uma fração mínima do capital hidrológico, observa-se ainda a cada dia que a água, em escala mundial, é um recurso cada vez mais escasso, seja pelo crescimento da população e de atividades econômicas, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, esta condicionada especialmente pela poluição dos mananciais. Por via de consequência, o preço teórico da água tende a elevar-se, tendo em vista que a demanda está aumentando e a oferta diminuindo.

3.3 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

A água pura é uma substância sem gosto, sem cor e sem cheiro. Entretanto, seu padrão na natureza está um tanto distante disso. Em alguns casos, como nas águas poluídas, pode-se chegar ao oposto da qualidade aqui apresentada.

3.3.1 Características Físicas, Químicas e Biológicas das Águas

As impurezas contidas nas águas conferem às mesmas propriedades positivas ou negativas que devem ser encaradas sob os aspectos físicos, químicos ou biológicos.

As amostras de água para fins de exames e análises, devem ser colhidas obedecendo a critérios e técnicas apropriadas, com volumes e números de amostras adequados. As análises são feitas, segundo métodos padronizados, por entidades especializadas.

3.3.2 Principais Características Físicas da Água

As principais características físicas da água são:

- ✓ **Cor** – característica devido à existência de substâncias dissolvidas, que na grande maioria dos casos, são de natureza orgânica, além de compostos químicos coloridos dissolvidos (pouco comum), partículas microscópicas de óxidos (principalmente de ferro e manganês). As águas naturais classificadas como coloridas normalmente têm um aspecto âmbar, cinza ou mesmo tendendo para o negro. Este é o caso de alguns rios da Amazônia, como o Rio Negro. As águas naturais brasileiras, de modo geral, contêm poucos sais dissolvidos, porque atravessam formações geologicamente velhas. Nos países com formações mais novas, as águas costumam ter maior quantidade de sais dissolvidos, em alguns casos semelhantes às águas minerais.

- ✓ **Turbidez** – é uma característica decorrente de substâncias em suspensão, ou seja, de sólidos suspensos, finamente divididos em estado coloidal, e de organismos microscópicos. Nas chamadas águas turvas, seu aspecto se deve à presença de material sólido suspenso, como argila, areia, óxido metálicos e outros minerais, além de matéria orgânica, inclusive microorganismos. Essas águas são ricas em nutrientes, possibilitando um melhor desenvolvimento de vida aquática. O material suspenso é oriundo, principalmente da erosão do solo, e esses corpos d'água têm o fundo bastante rico em sedimentos, originados do material suspenso.

- ✓ **Sabor e odor** – As características do sabor e do odor são consideradas em conjunto, pois geralmente a sensação de sabor decorre da combinação do gosto mais odor. São características que provocam sensações subjetivas nos órgãos sensitivos do olfato e do paladar, causadas pela existência de substâncias como matéria orgânica em decomposição, resíduos industriais, gases dissolvidos, algas, etc.

- ✓ **Temperatura** – Particularmente para uso doméstico a água deve ter temperatura refrescante.

3.3.3 Características Bacteriológicas da Água

O papel da água na transmissão de determinadas doenças infecciosas e parasitárias é incontestável. O grande responsável por esses tipos de contaminação é a ocorrência da poluição fecal, pela possibilidade de estarem presentes neste tipo de resíduo, micro organismos patogênicos intestinais, como bactérias, vírus, e ovos de helmintos, agentes responsáveis por doenças de veiculação hídrica. Também devemos considerar, como de suma importância, o grupo de enfermidades causadas pelos despejos industriais, que em muitas vezes são de caráter extremamente nocivo, por isto a necessidade do tratamento adequado dado a este tipo de resíduo.

3.3.4 Características Químicas da Água

A presença de substâncias químicas dissolvidas na água define a característica química desta.

3.3.5 Características Orgânicas

É caracterizado pela presença de poluentes orgânicos na água, ou seja, de origem animal ou vegetal, podendo indicar uma poluição recente ou remota. Incluem-se nesta categoria a matéria orgânica em geral, o nitrogênio sob suas diversas formas (orgânico, amoniacal, albuminóide, nitroso e nítrico), dentre outros nutrientes (AZEVEDO NETO, 1987).

Os constituintes orgânicos são liberados nas águas por três fontes principais: quebra de moléculas e substâncias húmicas, microorganismos e seus metabólitos e hidrocarbonetos aromáticos. Embora tais substâncias não sejam normalmente prejudiciais ao ser humano, algumas podem agir como precursores de formação de trialomitanos.

Outros compostos organos-halogenados: durante a desinfecção, estes podem ser formados se o cloro livre for utilizado. Substâncias orgânicas decorrentes das atividades

antrópicas, resultantes do lançamento de águas residuárias sanitárias ou industriais, tratadas ou não, do escoamento superficial urbano ou rural e do escoamento subsuperficial em solos contaminados (DI BERNARDO,1993).

3.3.6 Oxigênio consumido

O oxigênio consumido avalia o conteúdo de matéria orgânica presente na água (DBO), indústria de alimento e celulose são exemplos de fontes geradores de efluentes ricos em matéria-orgânica, logo apresenta um alto índice de oxigênio consumido.

3.3.7 Nitrogênio, Nitratos e Nitritos

A presença destes compostos na água é relacionada com a indicação de presença de matéria orgânica. A amônia livre ou albuminóide na água é considerada, geralmente como evidências de poluição recente, exceto se presente em baixas concentrações.

Na decomposição da matéria orgânica, o nitrogênio presente nas proteínas passa por uma fase amoniacal (NH_4^+), convertendo-se daí em nitrato (NO_3^-). Nesta forma é possível sua absorção pelas plantas e vegetais, pondo fim ao ciclo.

Altas concentrações de nitratos podem provocar metahemoglobinemia, uma alteração na hemoglobina, a qual pode provocar sintomas semelhantes à asfixia.

3.3.8 Características Inorgânicas

Alguns elementos químicos inorgânicos podem causar problemas a saúde pública, mas há outros que são essenciais ao processo metabólico do ser humano (DI BERNARDO, 1993).

3.3.9 Alcalinidade, Acidez e pH

Entende-se como alcalinidade a capacidade da água em neutralizar ácidos, e a acidez como a de neutralizar bases. A alcalinidade e a acidez de soluções aquosas baseiam-se, geralmente, no sistema carbônico (H_2CO_3), que é um ácido diprótico fraco e que possui dois pontos de equivalência. As principais reações para temperatura de 25 °C, são:

Para pH entre 12,3 e 9,4, a alcalinidade é devida à hidróxidos e carbonatos, entre 9,4 e 8,3, devida à carbonatos e para o pH entre 8,3 e 4,4, a alcalinidade é devida somente a bicarbonatos (SPINELLI,2001).

O fator de alcalinidade é de relevante importância, pois influi consideravelmente na coagulação química, uma vez que os principais coagulantes primários, comumente utilizados no Brasil (sulfato de alumínio e cloreto férrico), são doadores de prótons em solução.

Sendo assim, se a alcalinidade for baixa, a coagulação eficiente poderá acontecer com a condição de um alcalinizante para ajuste do pH, mas, se a alcalinidade e pH forem relativamente altos, é provável que o sulfato de alumínio não seja indicado.

3.3.10 Dureza

É uma característica conferida à água pela presença de sais alcalino-terrosos (cálcio, magnésio, etc) e alguns metais em menor intensidade (AZEVEDO NETO,1987).

Quando os sais encontram-se sob a forma de bicarbonatos, a dureza é denominada temporária, pois pode ser eliminada quase totalmente pelo processo de ebulição. Quando é devida a outros sais é definida como permanente.

3.3.11 Salinidade

A diluição de sais na água, formados pelos cloretos, bicarbonatos, sulfatos e por demais sais, conferem à água um sabor salino e uma propriedade laxativa (sulfatos) (AZEVEDO NETO, 1987). Ainda de acordo com o autor, de modo geral, a salinidade, presente em quantidades excessivas, é mais própria das águas profundas, do que das superficiais, sendo, porém sempre influenciadas pelas condições geológicas dos terrenos banhados ou lixiviados.

3.3.12 Cloretos

Altas concentrações de cloretos em águas naturais numa região, é sinal de poluição. Um excesso de cloretos é usualmente um sinal de perigo. Como os cloretos solúveis não são comumente afetados pelos processos biológicos, são reduzidos em concentrações principalmente por diluição (BABBITT, 1973).

3.3.13 Sulfatos

Nas águas superficiais, os sulfatos ocorrem por meio das descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Já, nas águas tratadas o sulfato é proveniente do emprego de coagulantes como o sulfato de alumínio, sulfato ferroso, sulfato férrico e caparrosa clorada.

3.4 ÁGUA POTÁVEL

Água potável é água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereçam riscos à saúde (Portaria 516, 2004 MS).

Vale ressaltar que água límpida não significa água potável. Ela pode conter microorganismos, produtos dissolvidos (sais e gases) ou colóides (pequenas partículas invisíveis a olho nu) nocivos à saúde ou insuportáveis para o ser humano. Por outro lado, águas turvas ou coloridas podem ser potáveis, em vista dos seus “contaminantes” não serem ofensivos à saúde (ferrugem, argila, restos de vegetais, etc).

Entretanto, não restam dúvidas que um dos bons indicadores de que a água é de boa qualidade é a sua aparência cristalina.

3.5 OS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

Segundo SETTI (1994), os recursos renováveis são aqueles que podem se regenerar ou se reproduzir em fluxos. É o caso dos recursos hídricos, pesqueiros e atmosféricos. Já os recursos exauríveis ou não-renováveis são aqueles que não são regeneráveis, pelo menos numa escala de tempo mensurável pela vida humana.

Na prática, a fronteira entre esses tipos de recursos nem sempre é tão clara. Um recurso teoricamente renovável pode, devido às suas altas taxas de exploração, tornar-se exaurível, enquanto que um recurso a princípio exaurível pode ter um estoque tão grande e uma taxa de exploração tão pequena que dificilmente se tornaria escasso numa escala de tempo de vida humana.

Apesar de os recursos naturais sempre terem sido parte fundamental nos sistemas econômicos, devido a sua aparente abundância nem todos têm seu valor econômico cotado em termos monetários. A valorização monetária dos bens e serviços ambientais é de difícil execução, não havendo um consenso a respeito da melhor maneira de fazê-lo (LEAL, 1998).

Um dos principais aspectos do planejamento ambiental é a gestão de recursos naturais, que tem por finalidade uma utilização adequada que respeite sua capacidade de suporte, através de atividades que atendam as restrições qualitativas, possibilitando dessa maneira um uso sustentável do recurso que compatibilize a oferta e a demanda (SETTI, 1994).

Do ponto de vista da teoria econômica, os recursos renováveis constituem exemplos de bens “livres” (BROCHIER, citado por Vieira e Weber, 1997), cujo preço reflete os custos de extração, e acondicionamento e de transporte, mas não de regeneração - estes últimos freqüentemente impossíveis de serem assumidos. O que explica o desenvolvimento de técnicas de avaliação econômica indireta.

3.5.1 A Água como Recurso Natural Renovável

A água é essencial à vida, sendo talvez o recurso mais precioso que a terra fornece a humanidade. Embora se observe tanta negligência e tanta falta de visão com relação a este recurso, é de se esperar que os seres humanos tenham pela água grande respeito, que procurem manter seus reservatórios naturais e salvaguardar sua pureza. De fato, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração dos recursos hídricos terrestres (MAURITS,2003).

A água apresenta uma situação bastante peculiar dentre os recursos ambientais, desempenhando diferentes papéis, ora é vista como produto para consumo direto, ora como matéria-prima, ora como ecossistema. O principal problema é que a água não tem substituto para muitas de suas aplicações, sendo a mais elementar delas o consumo humano e animal (www.sabesp.com.br, 04/06/2005).

Essas atribuições múltiplas da água determinam dois posicionamentos importantes e até certo ponto divergentes: se por um lado ela é um bem econômico, e como tal pode obedecer leis de mercado, por outro lado seu caráter essencial não dispensa que haja uma normatização do seu uso, com legislação específica e atuação do poder público. Por isso é exigido um modelo cuidadoso de gestão ambiental, porém incorporando essas particularidades da água.

Sempre que ocorre uma crise é normal surgirem propostas visando solucioná-la. Essa afirmação pode ser perfeitamente ajustada para a chamada “crise da água”, sentida nas grandes metrópoles. A crescente consciência sobre desperdício e mau uso deste recurso natural limitado tem contribuído para o surgimento de novos conceitos e

práticas. O chamado “reuso” da água é um exemplo disso (www.pinheiropedro.com.br, 03/06/2005).

A prática do reuso da água vem se disseminando no Brasil. Embora o País possua um dos maiores patrimônios hídricos do Planeta, à medida se torna necessária principalmente nos grandes centros urbanos, cuja demanda é reprimida pela poluição (LEAL, 1998).

3.6 A ÁGUA COMO BEM ECONÔMICO

O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo estão degradando-se cada vez mais, sem haver um consciente reflexo dessa perda coletiva no sistema de preços. Diante disso, revela-se premente a necessidade de reduzir a poluição hídrica, buscar alternativas viáveis de aumento da oferta de água e definir melhor alocação de recursos, relacionando o preço do bem e do serviço produzido com a qualidade e quantidade do recurso natural.

No contexto do crescente processo de escassez de água, cabe salientar que o preço desse bem finito tende a ficar cada vez mais alto. A água de reuso, utilizada para diversos fins, tende a apresentar preço mais baixo, reduzindo assim os custos de produção.

A água é um dos recursos mais lembrados, quando se toca no assunto poluição ambiental, talvez porque seja ela absolutamente indispensável à vida humana e a principal matéria-prima da maioria esmagadora das indústrias.

Tendo em vista que o Brasil é detentor de 11,6% de toda água doce da superfície do planeta, e sabendo também que cerca de 70 % deste volume concentra-se na região da bacia amazônica, servindo apenas 7 % da população brasileira. Os outros 93% de brasileiros moram em áreas que se defrontam com problemas sérios de abastecimento de água potável.

Além desta oferta de água que para a maioria dos brasileiros, não pode ser classificada como "confortável", outra preocupação é o risco de contaminação, tornando seu uso impróprio para o consumo humano.

3.7 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

Uma das propriedades mais importantes da água é sua enorme capacidade de solubilizar substâncias. Ela dissolve algumas porções de quase tudo que entra em contato. A água na região urbana é contaminada pelo esgoto doméstico, monóxido de carbono, poluição, produtos derivados do petróleo e bactérias. O cloro utilizado para sanitizar a água, de elementos patogênicos, pode-se tornar um contaminante se reagir com as substâncias orgânicas presentes na água, formando os nocivos trihalometanos.

A agricultura, por sua vez, contamina a água com fertilizantes, inseticidas, fungicidas, herbicidas e nitratos que são carregados pelas chuvas ou infiltrados no solo, contaminando os mananciais subterrâneos e os lençóis freáticos. Desta forma a água subterrânea também é contaminada por todos estes poluentes que percolam através do solo, atingindo os mananciais que abastecem os poços de água de diversos tipos e finalidades.

A água da chuva é contaminada pela poluição que se encontra no ar, que pode ser contaminada com partículas de arsênico, chumbo entre outros poluentes, podendo inclusive ser uma chuva ácida.

A indústria contamina a água através do despejo nos rios e lagos com desinfetantes, detergentes, solventes, metais pesados, corantes, resíduos radioativos e derivados e petróleo. No seu caminho para o mar a água vai ficando carregada de partículas e matéria dissolvida, provenientes de detritos naturais e de dos despejos da atividade humana. Quando a densidade populacional ao redor de uma reserva de água é baixa, os resíduos na água podem ser degradados por microorganismos, em um

processo natural de auto regeneração, como um exemplo desse processo tem-se os rios do interior da Floresta Amazônica.

3.8 PRINCIPAIS CAUSAS DE POLUIÇÃO DOS RIOS

3.8.1 Poluição Biológica:

Poluentes: detritos orgânicos, tais como, coliformes fecais, totais, bactérias e vírus.

Responsáveis: esgotos das coletividades urbanas, indústria de celulose (serrarias, fábricas de papéis), indústrias têxteis e alimentares.

3.8.2 Poluição Física:

Corresponde à poluição radioativa.

Poluentes: resíduos radioativos de explosões radioativas, acidentes radioativos e reações nucleares controladas.

Responsáveis: indústrias radioativas e usinas nucleares.

3.8.3 Poluição Química:

Referente à causada por poluentes de origem química.

Poluentes: produtos tóxicos (sais minerais de metais pesados, ácidos, fenóis, hidrocarbonetos, detergentes, etc), os quais são originados pela atividade industrial, nos seus mais diferentes ramos de atividades, despejos acidentais, e as atividades de garimpo e mineração.

3.8.4 Poluição Química Crônica:

Poluentes: fenóis, hidrocarbonetos, resíduos industriais, produtos fito-sanitários (inseticidas e herbicidas), detergentes sintéticos, adubos sintéticos (nitratos), provenientes de indústrias diversas (refinaria, indústrias petrolíferas, de plástico, de borracha, de carvão, agricultura, etc).

3.8.5 Poluição térmica:

Poluentes: despejos de água de refrigeração que elevam a temperatura dos rios.

Responsáveis: centrais elétricas, térmicas e nucleares, refinarias.

3.8.6 Eutrofização:

Quando as quantidades de resíduos de nitratos e fosfatos, presentes na água, se tornam demasiado abundantes, surge o fenômeno da eutrofização. Este fenômeno manifesta-se nos rios lentos e, sobretudo, nos lagos, onde a correnteza é insuficiente para evacuar as águas usadas. Desta forma inicia-se um processo de acumulação de detritos nos rios, ameaçando ou fazendo até mesmo desaparecer algumas espécies da flora e da fauna originais, ocasionando o surgimento de uma camada de algas, produtoras de substâncias tóxicas. A crescente proliferação dessas algas torna a água cada vez mais turva e poluída.

3.9 CRITÉRIOS E PADRÕES DE ÁGUA

Para um manancial ser considerado potabilizável, isto é, se preste ao tratamento de potabilização convencional, a água a ser tratada passa por indicadores biológicos e físico-químicos, que juntos formam o IQA – Índice de Qualidade da Água. Contidos neste critério estão presentes, o volume de coliformes fecais, DBO (demanda biológica

de oxigênio), temperatura da atmosfera, pH, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais, turbidez.

Como já visto anteriormente a poluição por matéria orgânica acarreta um grande consumo de oxigênio, desta forma a medição de índices de DBO, é uma boa estimativa para verificar-se o nível de poluição.

DBO – Demanda Biológica de Oxigênio: corresponde à quantidade de oxigênio necessária para que as bactérias possam oxidar as matérias orgânicas a uma temperatura de 20°C, por um período de 05 (cinco) dias. É expressa em miligramas por litro. Quanto mais elevado o índice de DBO, mais poluída estará a água analisada.

3.10 O TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

Precipitação química com o uso de coagulantes

O tratamento físico-químico por coagulação-floculação de águas residuárias decorrentes de processos industriais, tem sido empregado, na maioria das vezes, a nível lógico de depuração, objetivando reduzir a carga orgânica afluyente, conseqüentemente, obtendo-se menores dimensões nestas unidades.

O tratamento físico-químico por coagulação-floculação difere muito pouco dos sistemas empregados no tratamento de água bruta para abastecimento público, onde sua concepção básica consiste em transformar em flocos, impurezas em estado coloidal, suspensões, etc, posteriormente removê-los em decantadores.

Para se obter a floculação, utilizam-se como ferramentas coagulantes químicos, como os sais de alumínio e de ferro, já citados anteriormente, que reagem com a alcalinidade contida ou adicionada propositalmente nas águas residuárias, formando hidróxidos que desestabilizam colóides e partículas em suspensão.

A remoção de sólidos coloidais e em suspensão pode ocorrer através dos seguintes mecanismos:

- Varredura
- Adsorção

No primeiro caso (Varredura), os sólidos são removidos ao serem envolvidos pelo gel hidróxido, sendo posteriormente arrastado na precipitação.

Já no caso da adsorção, os produtos de hidrólise de cargas opostas às dos sólidos adsorvem sua superfície as partículas coloidais (NUNES,2001).

3.11 NÍVEIS DE TRATAMENTO

3.11.1 Tratamento Preliminar

Remove apenas sólidos muito grosseiros, flutuantes e matéria mineral sedimentável.

Os processos de tratamento preliminar são os seguintes:

- Grades
- Caixas de areia
- Peneiras

3.11.2 Tratamento Primário

Remove matéria orgânica em suspensão e a DBO, é removida de forma parcial, através dos seguintes processos:

- Decantação primária ou simples
- Precipitação química com baixa eficiência
- Flotação
- Neutralização

3.11.3 Tratamento secundário

Remove matéria orgânica dissolvida em suspensão. A DBO é removida quase que totalmente. Os processos de tratamento secundário são os seguintes:

- Processos de lodo ativados
- Lagoas de estabilização
- Sistemas anaeróbicos com alta eficiência
- Precipitação química com alta eficiência

3.11.4 Tratamento Terciário

É utilizado quando se pretende obter um efluente de alta qualidade, ou a remoção de outras substâncias contidas nas águas residuárias. Os processos de tratamento terciário são os seguintes:

- Adsorção em carvão ativo
- Osmose reversa
- Eletrodialise
- Troca iônica
- Remoção de nutrientes
- Oxidação química
- Utilização de sistemas de membranas

3.12 EFICIÊNCIA NA ESCOLHA DO TIPO DE TRATAMENTO

Os processos físico-químicos são recomendados na remoção de poluentes inorgânicos, metais pesados, óleos e graxas, cor, sólidos sedimentáveis, matéria orgânica não-biodegradável.

Para efluentes industriais, eficiência de remoção é bastante variável, dependendo muito das características de cada tipo de efluente. A eficiência será mais elevada, se grande parte dos sólidos se encontrarem em suspensão, caso contrário, ou seja, se a grande parte dos sólidos se encontrarem dissolvidos, a eficiência será muito baixa.

As eficiências mais elevadas de remoção de DBO dificilmente ultrapassam os 75%, mas é possível encontrar sistemas com eficiência de até 85%.

Segundo NUNES (2001), na escolha do tipo de tratamento, é necessário levar em consideração dois parâmetros de grande importância, índices de DBO e DQO, através da análise deste irá se fazer a opção de qual tratamento (físico-químico ou biológico, ou o uso combinado dos dois) será o mais eficiente.

No caso em que a DQO seja menor que o dobro da DBO, é possível que grande parte da matéria orgânica seja biodegradável, podendo ser adotado os tratamento biológicos convencionais.

Mas se a DQO for muito além que o dobro da DBO, é possível que grande parte da matéria orgânica seja não biodegradável, ou contenha materiais inorgânicos, é recomendado o uso do tratamento físico-químico. Porém se o resíduo contiver tanto matéria orgânica biodegradável, como não, ou seja, também conter matéria orgânica não biodegradável e material inorgânico, recomenda-se o uso combinado de tratamento físico-químico com o biológico.

3.12 O REUSO NA PRÁTICA

De acordo com SETTI (1994), o reuso de águas pode ocorrer de forma direta ou indireta. O direto ocorre quando o líquido passa por processos de tratamento, acondicionamento e distribuição, visando especificamente à sua reutilização. A irrigação, aqüicultura, abastecimento industrial e abastecimento humano, são exemplos desse tipo de reuso. O indireto refere-se àquele sistema cujo esgoto é lançado no ambiente (águas superficiais e subterrâneas), passa por processo de diluição, dispersão e

depuração, voltando a ser utilizado. A recarga de aquíferos, lançamento de corpos hídricos superficiais e a regularização de cursos d'água são exemplos dessa modalidade.

Segundo LEAL (1998), além do setor industrial, o reúso também é uma alternativa que pode ser adotada por outros setores da economia e para inúmeras finalidades. Contudo, há que se observar que o nível de qualidade da água que se quer reusar deve estar compatível com cada uma das finalidades: irrigação paisagística, irrigação de campos de cultivo, usos industriais, recarga de aquíferos, usos urbanos não potáveis, finalidades ambientais e usos diversos (aquicultura, construções, controle de poeira e dessedentação de animais).

O reuso planejado de água faz parte da estratégia global para a administração da qualidade da água proposta pelo programa das nações unidas para o meio ambiente e pela Organização Mundial da Saúde, nela se prevê o alcance simultâneo de três importantes elementos:

1. Proteção da saúde pública por meio de tratamento adequado dado à água
2. Manutenção da integridade dos ecossistemas – preservando os mananciais hídricos.
3. Uso sustentado da água – através de políticas de reuso e preservação.

Para o setor industrial, a empresa deve estar aberta a negócios em torno do reúso da água com sistemas apropriados de distribuição. A reutilização da água apresenta atrativos como menor custo, confiabilidade tecnológica e suprimento garantido. No aspecto qualidade, os riscos inerentes são gerenciados com adoção de medidas de planejamento, monitoramento, controle e sinalização adequados (www.sabesp.com.br, 08/05/2005).

Há vários tipos de uso de água nos processos industriais, como para refrigeração e geração de vapor, incorporação aos produtos, higiene e limpeza. As demandas industriais dependem de coeficientes de uso e de perdas de cada tipo, de cada ramo industrial e, ainda, da tecnologia adotada (IMNHOFF, 1996).

3.13.1 Reuso Industrial

As atividades industriais no Brasil respondem por aproximadamente 20% do consumo de água, sendo que, pelo menos 10% é extraída diretamente de corpos d'água e mais da metade é tratada de forma inadequada ou não recebe nenhuma forma de tratamento. O reuso e reciclagem nas indústrias constituem ferramentas de gestão fundamentais para a sustentabilidade da produção industrial. A prática de reuso industrial pode ser estendida na produção de água para caldeiras, em sistemas de resfriamento, em lavadores de gases e como água de processos.

3.13.2 Reuso no Meio Ambiente:

Nesse caso pode ser utilizada como em habitats naturais, estabelecimentos recreacionais, pesca e canoagem, formação de represas e lagos.

3.13.3 Recarga de Aquíferos

A recarga artificial de aquíferos com efluentes tratados pode ser empregada para finalidades diversas, incluindo o aumento de disponibilidade e armazenamento de água, controle de salinização em aquíferos costeiros e controle de subsidência de solos. Esta prática pode ser relevante em alguns municípios, abastecidos por água subterrânea, onde a recarga natural de aquíferos vem sendo reduzida pelo aumento de áreas impermeabilizadas.

3.14 VANTAGENS DO REUSO

De acordo com GUIDOLIM (2000), é imprescindível destacar o conteúdo de elementos minerais presentes em efluentes urbanos brutos, assim como a presença dos macro nutrientes N, P e K, bem como a presença de micronutrientes, tais como, PB, Zn, MO, Ni, etc. Alguns deles necessários ao desenvolvimento vegetal e até fitotóxicos. No que se refere aos patogênicos, vetores de doenças ao ser humano, é preciso destacar que o solo atua como redutor do período de sobrevivência dos mesmos.

Nesse aspecto, a Organização Mundial de Saúde (WHO) estabeleceu, em 1990, diretrizes sanitárias para o reuso de efluentes.

Assim, a reutilização de águas residuárias, de uma maneira geral, e das domésticas, de forma particular, promove as seguintes vantagens:

- ✓ Propicia o uso sustentável dos recursos hídricos;
- ✓ Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;
- ✓ Estimula o uso racional de águas de boa qualidade;
- ✓ Permite evitar a tendência de erosão do solo e controlar processos de desertificação, por meio da irrigação e fertilização de cinturões verdes;
- ✓ Possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica;
- ✓ Provoca aumento da produtividade agrícola;
- ✓ Gera aumento da produção de alimentos; e
- ✓ Permite maximizar a infra-estrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

3.14.1 Padrões de Qualidade para o Reuso da Água

Os fatores que afetam a qualidade da água de reuso, incluem:

1. Qualidade na fonte geradora
2. Processo de tratamento de água residuária

3.Confiabilidade do processo de recuperação da água

4.Projeto e operação dos sistemas de distribuição

3.15 FORMAS DE REUSO DA ÁGUA

De acordo com BREGA FILHO & MANCUSO (2002), de uma forma geral o reuso de água pode ocorrer de uma forma direta ou não, por meio de ações planejadas ou não. Baseando-se na Organização Mundial de Saúde WHO (1973), pode-se ter:

- ✓ Reuso indireto: ocorre quando a água já usada, por uma ou mais vezes, utilizada para fins domésticos ou industriais, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas, e depois é utilizada novamente, a jusante de forma diluída;
- ✓ Reuso direto: trata-se do uso planejado e deliberado de esgotos tratados, pra certas finalidades, como utilização para irrigação, uso industrial, recarga de aquíferos.
- ✓ Recirculação interna: refere-se ao reuso da água internamente a instalações industriais, visando a economia de água e controle de emissão de efluentes.

Segundo LAVRADOR FILHO,1987, os termos “planejado e não planejado”, referem-se ao fato do reuso ser praticado de forma consciente ou não, subsequente a descarga do efluente, ou o reuso ser a penas um subproduto não intencional dessa descarga, desta forma temos a seguinte conceituação:

- ✓ Reuso planejado da água: refere-se ao reuso realizado por uma ação humana, de forma consciente,. O reuso planejado de águas, pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade exigidos pelo novo uso que se deseja fazer da água. O reuso planejado da água também pode se denominado de reuso intencional.

CAPÍTULO IV

4- MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Os seguintes materiais são utilizados nas etapas de tratamento do efluente gerado na unidade industrial:

- Sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3$
- Polímero aniônico
- Cal hidratada $Ca(OH)_2$

4.2 Equipamentos

Os equipamentos relacionados a seguir são os utilizados no laboratório de controle e no setor de tratamento do efluente gerado:

- Peagâmetro modelo LF400mp – fabricante LF
- Espectrofotômetro digital modelo B572A – fabricante MICRONAL
- Decantador Tipo Dortmund em PRFV - DDX com volume de 25 m³
- Filtros de Areia
- Filtro de Carvão Ativado modelo B-CAR fabricante BECKINS

O presente trabalho foi realizado em uma fábrica de produtos de limpeza, onde foi realizado um estudo do processo implantado nesta referida fábrica para tratamento de efluentes gerados pela mesma. Pode-se observar que existem várias etapas de controle de poluentes gerados pela linha de produção.

Medidas de turbidez, cor, pH, temperatura, são feitas rotineiramente para caracterizar as águas em estudo e um valor médio destes parâmetros estão expostos na Tabela 3.

Tabela 03: Caracterização do Efluente na entrada da Estação de Tratamento

Turbidez	132 uT
Cor	415 uH
pH	5.2
Temperatura	20,5 ° C

Fonte: Laboratório de Análise Químicas da Empresa

Podemos observar que os parâmetros cor e turbidez do efluente não apresentam um valor muito alto, necessitando, porém que seja tratado antes do descarte. Uma amostra do efluente captada na entrada da estação de tratamento, isto é, amostra do efluente não tratado pode ser observada na Figura 03.



Figura 03: Efluente não-tratado

4.3 Processo de Tratamento das Águas Residuárias

1. Etapa: Decantação

Por meio de um sistema de ralos, integrados à fábrica, a água residual chega a um tanque de tratamento situado no pátio externo da fábrica, a uma altura de 2,50 m do solo. No tanque é iniciado o processo de decantação deste efluente. Nesta fase, o tratamento é iniciado com a correção do pH, até que este indique valores compreendidos entre uma faixa de 6,4 a 7,0; esta correção se dá por meio da adição de cal hidratada Ca(OH)_2 ao efluente. Posteriormente é acrescentado ao sistema sulfato de alumínio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, que tem por finalidade a ação coagulante, agrupando as moléculas dos poluentes em dispersão.

Feito a adição do coagulante é determinado um tempo de cerca de 04 horas para a ação do mesmo, após este período introduz-se ao sistema um polímero aniônico, de forma a complementar o processo. O polímero acrescentado tem por finalidade agrupar as moléculas menores, de forma a apresentarem maior diâmetro, o que acelera o processo de decantação das mesmas.

Realizados estes procedimentos é estimado um tempo de 06 a 07 horas para a deposição da parte sólida residual no fundo do tanque. A Figura 04 apresenta a estrutura o decantador utilizado pela empresa.

Após realizada a decantação, a parte sólida residual é retirada através dos raspadores de fundo, localizados na parte inferior do decantador, enquanto a líquida, que é o sobrenadante, é bombeada e retirada pela parte superior do mesmo.



Figura 04: Decantador

2. Etapa

a) Compactação e secagem – resíduo sólido

Depois de retirado do decantador o resíduo sólido é levado até uma prensa hidráulica de capacidade de 10 ton/hora, onde é compactado por meio de ação mecânica. Após a prensagem, o resíduo é levado até um leito de secagem onde é exposto ao sol, de forma a complementar o processo de secagem. Terminado este processo, o resíduo sólido é armazenado em barris de capacidade de 100 kg, como os ilustrados na Figura 05 e posteriormente enviado a um aterro sanitário, localizado na cidade de Curitiba-Pr.



Figura 05: Barris de Depósito de Resíduo Sólido

b) Filtragem efluente líquido

O resíduo líquido é transferido do tanque de decantação diretamente para área de filtragem, onde passa por 02 filtros de areia, e posteriormente por 01 filtro de carvão ativado, onde o ciclo de tratamento do efluente termina.

Funcionamento do filtro de areia: o filtro trata-se de um tubo de vidro, revestido externamente por um material de metal, contendo uma areia especial, o filtro depende de uma bomba para que a água circule dentro dele. O equipamento tem por finalidade

reter partículas até determinado tamanho especificado pelo fabricante. A circulação da água passando dentro dessa areia fluidizada cria colônias de bactérias, retendo-as na areia do filtro, quando tratamos de efluente com características orgânicas.

Os filtros de areia são equipamentos responsáveis por parte da remoção de cor e turbidez das águas residuárias. Na Figura 06 pode-se observar os filtros de areia utilizados pela empresa no processo de tratamento.



Figura 06: Filtros de Areia e Carvão Ativado

Funcionamento do filtro de carvão ativado: o filtro tem como meio filtrante grânulos de carvão ativado, que por sua propriedade de adsorção retêm as menores partículas de poluentes quando estes entram em contato com sua superfície.

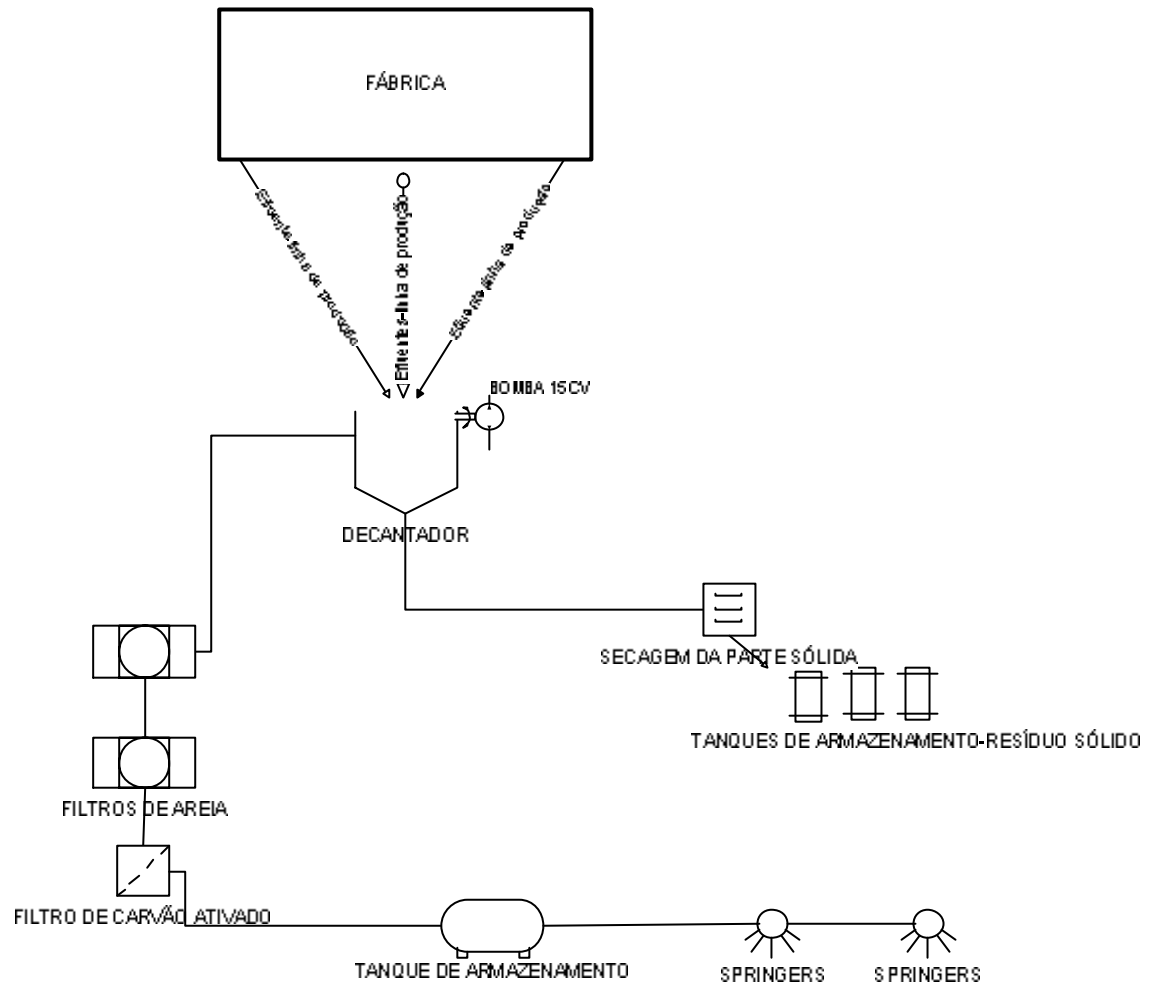
3. Etapa: Análise Laboratorial

Amostras do efluente tratado são então recolhidas para análise laboratorial, onde são realizados os estudos comparativos de padrões de cor, turbidez , pH e temperatura, para se averiguar a eficiência do tratamento.

Depois da constatação da conformação das características da água aos padrões estabelecidos, por meio das análises realizadas, a parte líquida tratada é aspergida no solo por meio de springers, o que promove a aeração deste líquido tratado. A área verde que recebe este líquido é destinada para esta finalidade.

A Figura 07 apresenta um esquema do processo de tratamento empregado na unidade fabril.

4.4 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO FÍSICO - QUÍMICO



CAPÍTULO V

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implantação de sistemas de reuso e reciclagem de água, desde que possuam viabilidade técnica e econômica, implica em significativos benefícios ambientais, seja por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais, seja por aumentar os níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo os lançamentos nos corpos d'água. É importante ressaltar que além dos benefícios ambientais, a implantação de sistemas de reuso apresenta também significativos impactos positivos em termos sociais e econômicos.

O tratamento de efluentes é uma das mais importantes questões ambientais no que diz respeito ao atendimento da legislação e à conseqüente proteção ao meio ambiente.

Em decorrência das exigências de licenciamento e dos órgãos ambientais, o efluente gerado pela indústria, neste trabalho estudada, não pode ser descartado sem prévio tratamento.

Deste modo foi implantado na empresa um sistema de tratamento físico-químico de tratamento de resíduos para que por meio deste o resíduo gerado fosse tratado adequadamente, enquadrando-se assim às exigências dos órgãos ambientais, e podendo desta maneira ser destinada a seu determinado fim, ou seja sua reutilização para irrigação da área verde da empresa.

O monitoramento do sistema é realizado através do acompanhamento de um engenheiro químico especializado na área, possuidor do título de gestor ambiental,

sendo por ele especificado as quantidades necessárias das substâncias químicas utilizadas no tratamento, atividade esta realizada através da análise de ensaios laboratoriais.

Após realizado o tratamento, que é realizado diariamente são colhidas amostras da água tratada para análise laboratorial.

Os resultados aqui apresentados são aqueles relativos ao tratamento do efluente que apresentava a caracterização exposta na Tabela 03, dados estes obtidos anteriores ao tratamento.

A Tabela 04 expõe os resultados da caracterização do efluente após o tratamento ao qual foi submetido.

Tabela 4 – Caracterização do efluente na saída da estação de tratamento

Turbidez	11 uH
Cor	19 uT
pH	6.8
Temperatura	20.5 ° C

Fonte: Laboratório de Análises Químicas da Empresa

5.1 Resultados da Etapa 01

Correção do pH

Ao se fazer a leitura do pH do efluente na chegada ao tanque de equalização, constatou-se um valor de 5.2, como exposto na Tabela 03. Com a adição da cal hidratada Ca(OH)_2 em quantidade pré-determinada pelo responsável em relação ao sistema de tratamento, o valor de pH foi convertido para 6.8, resultado este apresentado

na Tabela 04. O valor obtido foi considerado dentro dos parâmetros satisfatórios para a empresa, em relação ao fim que se destina.

A utilização da cal hidratada Ca(OH)_2 , tem se mostrado uma opção eficaz e viável em aspectos econômicos, apresentando uma boa alternativa em se tratando de custo benefício.

Vale ressaltar que segundo o engenheiro responsável, os índices de pH, assim como padrões de cor, de chegada no tanque poderão apresentar variações de acordo com o dia. A caracterização do efluente, isto é, caráter ácido ou alcalis, irá ser diretamente dependente do produto que está sendo fabricado pela indústria no determinado dia, já que a empresa analisada possui uma grande diversidade de produtos relativos à área de higiene e limpeza.

Os resultados aqui expostos referem-se a dados coletados no dia 29/09/2005

Coagulação

Para que um produto seja empregado como coagulante espera-se que o mesmo apresente as seguintes características:

- ✓ Reaja com álcalis produzindo precipitados floculentos.
- ✓ A superfície dos flocos que se formam deve ser grande, permitindo dessa forma a adsorção dos materiais dissolvidos coloidais ou em suspensão.

O coagulante utilizado pela empresa, sulfato de alumínio, como já mencionado anteriormente, é possuidor dessas características, estando, portanto apto a ser utilizado como coagulante.

Após realizada a constatação da correção do pH, há a introdução do coagulante sulfato de alumínio, ao sistema, ocorrido, em quantidade pré-determinada pelo responsável.

Depois de decorrido o tempo de espera para a ação do coagulante, há a introdução do polímero aniônico.

O polímero pela sua característica de possuir uma extensa cadeia de moléculas, complementa a ação de adsorção de moléculas menores, fazendo com que desta forma o processo se mostre mais eficaz.

5.2 Resultados da Etapa 02

Remoção de cor

A legislação brasileira não estabelece padrões de emissão de cor, mas sim de qualidade. Entretanto é necessária a remoção da mesma, pois a não remoção da mesma comprometeria sua possível reutilização, causando poluição visual e podendo dificultar a atividade fotossintética da área verde destinada a seu recebimento.

Em termos de remoção de cor, a utilização dos filtros de areia e de carvão ativado tem se mostrados eficientes, dentro do parâmetros estabelecidos pela empresa. A parte líquida residual retirada do tanque de decantação que atravessa por entre os filtros chega ao tanque de armazenamento com aspecto de clarificação satisfatório, com redução de 95 % de cor.

A turbidez do residual líquido que anterior ao tratamento apresentava valor de 142 uH, após realizado o tratamento obteve redução de 92 %, apresentando um valor de 11 uH.

O resíduo sólido gerado, de caráter altamente tóxico, por conter em sua concentração substâncias nocivas à saúde humana e ao meio ambiente é compactado por meio de prensa, até a constatação de sua secagem. A parte residual sólida corresponde a cerca de 5% o volume total de efluentes gerados ou seja 120 kg gerados diariamente. Este resíduo é devidamente armazenado em barris de capacidade de 100 kg cada e desta forma transferido até sua área de tratamento, localizada na cidade de Curitiba-PR. O tratamento e destinação final da parte sólida é terceirizado pela empresa.

Análise laboratorial

As análises laboratoriais são realizadas em sistema de parceria da empresa com a Universidade Estadual de Maringá.

Estas análises, como já citado anteriormente, são de suma importância não somente para verificação da eficácia do tratamento, como também para que se através do exame destas seja possível classificar o caráter do resíduo e especificar as quantidades exatas de substâncias químicas utilizada no sistema de tratamento.

Análises de pH, padrão de cor, temperatura e turbidez são feitas em laboratório da empresa, entretanto análises de toxicidade, presença de substâncias tóxicas e outros agentes são realizadas pela Universidade.

A Figura 08 apresenta amostra do efluente já tratado.



Figura 08: Amostra do Efluente Tratado

CAPÍTULO VI

6- CONCLUSÕES

Analisando o processo de tratamento de efluentes adotado pela empresa e avaliando seus resultados obtidos, pode-se concluir, com base no trabalho realizado que:

A utilização de Sulfato de Alumínio como coagulante se mostrou eficaz em sua ação, agregando partículas em suspensão contidas no efluente de forma a promover sua decantação e posterior deposição no fundo do tanque. Também a adição do polímero aniônico se mostrou muito eficaz na complementação deste processo, aglutinando moléculas de tamanho inferior, as quais não foram captadas pelo coagulante primário - sulfato de alumínio.

O emprego dos filtros de areia e carvão ativado também apontou resultados satisfatórios na remoção de cor e turbidez do resíduo, tendo em vista os limites de especificações adotados pela empresa.

Em decorrência ao emprego do tratamento físico-químico, realizado pela empresa, atingiu seus objetivos, resultando em um efluente tratado de boa qualidade, apto a ser destinado ao seu fim, que é de reutilização para irrigação da área verde da empresa de uma forma a não haver um maior comprometimento da mesma.

Devido ao exposto acima, a área verde destinada à finalidade de receber o efluente tratado apontou sinais positivos, isto é, não há pontos de degradação do verde, ao contrário, o espaço apresenta um aspecto saudável.

Como foi analisado, a empresa vem conseguindo tratar suas águas residuárias de forma com que estas possam ser reutilizadas em outra área da empresa, refletindo em uma maior economia de água limpa, como também a conseqüente proteção ao meio ambiente, gerando um menor impacto ao devolver ao ecossistema um efluente tratado de boa qualidade.

Desta forma conclui-se que o reuso de água de uma forma geral faz parte de uma atividade mais abrangente, que é o uso racional e eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água, como o observado na unidade fabril estudada.

A área verde irrigada pelas águas residuárias tratadas está exposta na Figura 09.



Figura 09: Área Verde irrigada pela água residuária tratada.

CAPÍTULO VII

6. SUGESTÕES

O processo de tratamento utilizado na empresa se mostrou satisfatório para a destinação final dada ao efluente tratado, entretanto, por meio de observações e estudos, pode-se averiguar a possibilidade de melhorar a qualidade da água tratada, por meio e alterações realizadas no sistema de tratamento.

Uma das alterações sugeridas seria a incorporação de mais um filtro de carvão ativado ao sistema, o qual seria responsável pela remoção total da cor e partículas menores em suspensão, ainda presentes no efluente na etapa de filtração.

Outra questão também a ser abordada seria a de reeducação por parte dos funcionários na geração de resíduos, o que pode-se chamar de “Fonte Limpa”. A questão da Fonte Limpa aborda questões como otimização da produção, combate aos desperdícios, racionalização de matérias – primas, fatores estes que juntos irão diminuir a quantidade de resíduos na fonte geradora, conseqüentemente causando uma maior economia no setor de tratamento de efluente (menor volume a ser tratado) e maior proteção ao meio ambiente.

CAPÍTULO VIII

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETO, MARTINS, J.A., PUPPI, I.C, BORSARI NETO, F., FRANCO, P.N.C; 1987 Planejamento de Sistemas de Abastecimento de Águas , UFPR. Curitiba-PR

BABBITT, H.E; 1987 Abastecimento de Água. EDITORA EDGARD BLUCHER LTDA-São Paulo-SP.

BEEKMAN, G. B, 1995. Aspectos de Sustentabilidade e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos - “Stress Hídrico”. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Conferência Recife: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Recife.

BREGA FILHO, D. & MANCUSO, P. C. S; , 2002. Conceito de Reuso de Água. In: Reuso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo-SP

DI BERNARDO, L; 1993. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água, v.1 Associação Brasileira de Engenharia sanitária e Ambiental - ABES, Rio de Janeiro-RJ

GUIDOLIN, J. C; 2000. Reuso de Efluentes. Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF

IMHOFF, Karl e Imhoff Klaus R; ,1996. Manual de Tratamento de Águas Residuárias. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo-SP

LAVRADOR FILHO, J; 1987. Contribuição para o Entendimento do Reuso Planejado da Água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. Dissertação de mestrado - Escola Politécnica de São Paulo da USP. São Paulo-SP

LEAL, Márcia Souza;1998 Gestão Ambiental de Recursos Hídricos: princípios e aplicações – Rio de Janeiro-RJ.

MAURITS LA RIVIÈRE, J.W., 2003 Ph.D. em Microbiologia, Delft University of Technology, Holanda.

NUNES, José Alves;2001 Tratamento Físico–Químico de Águas Residuárias. Editora Triunfo. Aracajú. SE.

SETTI, Arnaldo Augusto. A Necessidade do Uso Sustentável dos Recursos Hídricos, IBAMA,1994. – Brasília-DF

SPINELLI, V.A. 2001. Qitosana: Polieletrólito Natural para o Tratamento de Água Potável. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Química/UFSC, Florianópolis, SC.

VIEIRA, Paulo Freire e Weber Jacques; ,1997. Gestão de Recursos Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental. Cortez Editora. São Paulo-SP

<http://www.pinheiropedro.com.br/amblegal/reuso.htm> ...03/06/2005

http://www.sabesp.com.br/a_sabesp/tecnologia/ruso_aguas.htm 04/06/2005

<http://uniagua.org.br> (Universidade da Água) 23/08/2005