



## REAPROVEITAMENTO D'ÁGUA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: EMPRESA INTELBRAS – SÃO JOSÉ (SC)

Clair Teresinha Schulz <sup>1</sup>

Jairo Afonso Henkes <sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar conceitos teóricos e técnicas aplicadas ao reuso de água em vasos sanitários e como essa prática pode contribuir na busca da sustentabilidade dos recursos hídricos. No seu desenvolvimento são abordadas as possibilidades do reuso e suas principais aplicações, os tratamentos requeridos para a aplicação do reuso e as atuais discussões sobre os requisitos de qualidade da água para essa aplicação. O estudo de caso consiste em análise técnica para a implantação de um sistema de reuso de água em uma ETE (estação de tratamento de efluentes) da empresa Intelbras S/A. O sistema visa à conservação do aquífero local, à redução dos custos com a captação de água e com o destino das águas residuárias. A água de reuso é oriunda dos efluentes sanitários tratados por meio de processo físico-químico e avaliação dos resultados do monitoramento é realizada trimestralmente através de análises laboratoriais dos principais parâmetros de operação da estação. Os esgotos tratados desempenham um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas, industriais, reuso em vasos sanitários e irrigação, entre outros. Ao reduzir a demanda sobre as fontes de água de boa qualidade para consumo humano, o uso de esgotos tratados contribui para a conservação dos recursos e agrega uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. Assim, o reuso e/ou reaproveitamento, além de afetar positivamente a qualidade da água disponível, reduz a pressão sobre mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade menos nobre.

Palavras chave: Reuso de água; Águas Residuárias; Sustentabilidade ambiental, Tratamento de Efluentes.

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental – Unisul Virtual. E-mail: [clair.schulz@unisul.br](mailto:clair.schulz@unisul.br)

<sup>2</sup> Professor do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e do Programa de Pós Graduação em Gestão Ambiental da Unisul. Mestre em Agroecossistemas. Especialista em Administração Rural. E-mail: [jairo.henkes@unisul.br](mailto:jairo.henkes@unisul.br)

## 1 INTRODUÇÃO

O reuso planejado de águas residuárias é um conceito já praticado há muitos anos em todo o mundo (CROOK, 1993) e que, no Brasil, se intensificou com a lei 9.433, de 1997, que instituiu a cobrança pelo uso dos recursos hídricos como um instrumento de gestão. Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), o reuso da água corresponde ao uso de efluentes, tratados ou não, para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis. A expressão “uso de efluentes” pressupõe o uso de uma água de menor qualidade que a água potável e, por isso, constitui uma alternativa mais plausível para que sejam satisfeitas demandas de água menos restritivas.

A definição da qualidade baseada na adequação ao uso permite a estratificação das águas em diversos padrões de qualidade. Para Blum (2003) “a classificação de boa ou má qualidade para uma água, só tem sentido quando se leva em consideração o uso previsto para ela”. Algumas das aplicações mais clássicas para a água de reuso já foram suficientemente pesquisadas e o acervo de dados já permite o estabelecimento de níveis de qualidade bastante seguros e não tão restritivos. Os dados históricos mostram um decréscimo nos níveis de exigência à medida que se acumula conhecimento sobre o assunto, sem que isso represente um proporcional aumento do risco à saúde pública. Existem poucos dados sobre os efeitos na saúde humana no que se refere ao reuso de águas em segmentos que ainda não têm a tradição já existente na irrigação (como a aquicultura, por exemplo), não sendo, portanto, recomendados padrões definitivos de qualidade bacteriológica para essas aplicações (CROOK, 1993). É de fundamental importância, a determinação dos requisitos mínimos de qualidade para cada reuso, já que quanto mais eficiente for o processo que separa a água de seus poluentes, maior será a geração de resíduos e o custo energético.

Um ponto crítico na viabilização do reuso urbano está na estrutura de gestão de esgotos universalmente existente, que recomenda a implantação de grandes estações municipais centralizadas para tratamento de efluentes (METCALF & EDDY, 2003). Essa é uma cultura antiga herdada dos gregos e romanos na qual a remoção da água poluída deveria ser encaminhada para longe dos locais residenciais numa

época em que as pessoas moravam em pequenas comunidades e consumiam pouca água em relação à disponibilidade dos recursos hídricos existentes. Esses sistemas centralizados caracterizam-se por possuir uma complexa rede de coleta, o que, via de regra, representa a maior parte do investimento além de resultar em elevado custo operacional. Sempre que a água com a qualidade requerida para determinado uso torna-se um recurso escasso, são buscadas, de forma sistematizada ou não, alternativas de suprimento ou repressão do consumo para que seja restabelecido o equilíbrio oferta/demanda desse precioso recurso. O reuso de água, quando bem planejado, tem demonstrado ser uma das alternativas mais interessantes de suprimento. Reusar água é reaproveitar a água recuperada de águas residuárias (efluentes), através da remoção ou não de parte dos resíduos por ela carregada em uso anterior, e usá-la novamente em aplicações menos exigentes que o primeiro uso, encurtando assim o ciclo hídrico da natureza em favor do balanço energético (METCALF & EDDY, 2003). A rigor, as moléculas de água que hoje usamos, já devem ter sido um dia, usadas e recicladas pela natureza.

Por milênios, a exploração da água de superfície tem sido a forma principal de suprimento desse recurso para as diversas necessidades humanas. A depender da qualidade da água “in natura” e do uso a que se destina, essa água poderá ou não sofrer tratamentos adequados a cada aplicação. Para finalidades potáveis, quase sempre, a água tem de passar por um tratamento após a captação para dotá-la dos requisitos de qualidade necessários para o uso humano com relativa segurança. Grande parte dos sistemas de gerenciamento de água potável não oferece qualquer garantia para o seu fornecimento contínuo com manutenção da qualidade físico-química e microbiológica, condições indispensáveis para a potabilidade da água (DESAR, 2001). Muitos produtos químicos usados nas residências e áreas cultivadas retornam aos mananciais, passam incólume pelas estações de tratamento de água das municipalidades e retornam ao sistema de abastecimento de água potável (STAN & LING-KERHÄUGNER, 1995; SEILER, ZUAGG, THOMAS, & HOUWEROFT, 1999, apud NOLDE, 2000).

A substituição da água potável por água de reuso, onde essa substituição for possível, ajuda a manter a sustentabilidade desse valioso recurso. Além disso, grandes quantidades de produtos químicos que são adicionados durante o tratamento da água potável e que geram resíduos que seguem junto com a lama residual podem

ser minimizadas. Para a viabilização dos sistemas de reuso, o tratamento e a distribuição da água de serviço não devem demandar mais energia e produtos químicos do que aqueles necessários para o tratamento da água potável do abastecimento convencional.

## **1 TEMA**

O presente trabalho pretende avaliar a possibilidade do reuso de águas residuais tratadas na estação de tratamento de efluentes como instrumento de redução do consumo de água (controle de demanda) e recurso hídrico complementar. Para comprovação em um caso real, este estudo foi desenvolvido em uma indústria de equipamentos eletrônicos situada na cidade de São José, SC. Segundo RODRIGUES (2005) o reuso de água surge atuando em dois aspectos: instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda) e recurso hídrico complementar.

A reutilização ou reuso de água ou o uso de águas residuais não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância (CETESB, 2010).

O reuso de água deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou 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.

O reuso de água consiste na recuperação de efluentes de modo a utilizá-las em aplicações menos exigentes. Desta forma o ciclo hídrico tem sua escala diminuída em favor do balanço energético (METCALF; EDDY, 2003).

O esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, em manutenções paisagísticas dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, etc.

O tipo de reuso pode abranger desde a simples recirculação de água de enxágüe da máquina de lavagem, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros. Frequentemente, o reuso é apenas uma extensão do tratamento de esgotos, sem investimentos adicionais elevados, assim como nem todo o volume de esgoto gerado deve ser tratado para ser reutilizado.

Admite-se também que o esgoto tratado em condições de reuso possa ser exportado para além do limite do sistema local para atender à demanda industrial ou outra demanda da área próxima. No caso de utilização como fonte de água para canais e lagos para fins paisagísticos, dependendo das condições locais, pode ocorrer um crescimento intenso das plantas aquáticas devido a abundância de nutrientes no esgoto tratado. Neste caso, deve-se dar preferência a alternativa de tratamentos que removam eficientemente o fósforo do esgoto. (Reuso local (item 5.6 NBR 13.969 / 9 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Algumas consequências da ausência de legislação sobre o assunto podem ocorrer, tais como: altos riscos de contaminação do meio ambiente (caso a água não tenha sido tratada corretamente); práticas inadequadas (carência de informação dos usuários); riscos à saúde pública e dificuldade de autorização dos órgãos ambientais. Em função dessas características, o reuso vem sendo difundido de forma crescente no Brasil, impulsionado pelos reflexos financeiros associados aos instrumentos trazidos pela Lei 9.433 de 1997, que visa à implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos: outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (RODRIGUES, 2005).

A poluição dos recursos hídricos, como resultado dos lançamentos de resíduos resultantes dos usos e atividades antrópicas, provoca uma alteração que pode acarretar sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Grande parte dos esgotos domésticos e efluentes industriais é lançada diretamente nos corpos de água, sem qualquer tipo de tratamento, o que causa poluição ambiental.

A crescente demanda por água torna o reuso planejado dos esgotos domésticos tratados, um tema relevante em diversos setores da sociedade. Simultaneamente, a eutrofização artificial dos ambientes aquáticos, produzida pelas descargas de esgotos domésticos e industriais das regiões urbanas e agrícolas, produz alterações na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido, perda das quali-

dades cênicas, aumento do custo de tratamento, morte extensiva de peixes e aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias (TESSELE, Fabiana).

As técnicas avançadas de tratamento de efluentes líquidos exercem um papel fundamental no tratamento e gerenciamento de efluentes domésticos e industriais, com o objetivo de atingir padrões de qualidade sustentáveis para o ambiente aquático, proteção da saúde pública e para reuso e recirculação da água. As técnicas de tratamento convencionais e avançadas consistem de uma combinação de processos físicos, físico-químicos e biológicos para remover sólidos sedimentáveis, em suspensão e dissolvidos, matéria orgânica, metais, ânions, nutrientes e organismos patogênicos (TESSELE, Fabiana).

As águas residuais domésticas são geralmente resultantes da atividade habitacional podendo ser águas fecais ou negras e saponáceas. Dentro deste tipo de classe pode-se ainda considerar:

- águas residuais turísticas, com características sazonais, podem apresentar menor ou maior carga poluente conforme provêm de estabelecimentos hoteleiros isolados ou de complexos turísticos importantes;
- águas residuais pluviais provenientes da precipitação atmosférica. A sua carga poluente em termos de sólidos suspensos possa chegar a ser muito superior à das águas residuais domésticas.

As águas residuais industriais são provenientes das descargas de diversos estabelecimentos. As suas características são função do tipo e processo de produção. Caso particular deste tipo são as águas residuais pecuárias (ou industriais biodegradáveis), resultantes das explorações de suinocultura, bovinocultura e aviários.

Do ponto de vista de tratamento poder-se-ia considerar um único tipo de águas residuais escolhendo, de acordo com a sua qualidade e quantidade, uma de tratamento exequível. De modo geral os tipos de tratamentos de um efluente são quatro. Porém a necessidade de utilizá-los é dependente do tipo e processo de produção das águas a tratar.

No tratamento preliminar, constituído unicamente por processos físico-químicos, é feita a remoção dos flutuantes através da utilização de grelhas e de crivos grossos; e a separação da água residual das areias a partir da utilização de canais de areia.

O tratamento primário é também constituído unicamente por processos físico-químicos. Nesta etapa procede-se ao pré-arejamento, equalização do caudal, neutralização da carga do efluente a partir de um tanque de equalização e, seguidamente, procede-se à separação de partículas líquidas ou sólidas através de processos de floculação, floculação e sedimentação, utilizando um sedimentador primário. As lamas resultantes deste tratamento estão sujeitas a um processo de digestão anaeróbica num digestor anaeróbico ou tanque séptico.

O tratamento secundário é constituído por processos biológicos seguidos de processos físico-químicos. No processo biológico podem ser utilizados dois tipos diferentes de tratamento:

- aeróbicos, onde se podem utilizar, dependendo da característica do efluente, tanque de lamas ativadas (o ar é insuflado com arejador de superfície), lagoas arejadas com macrófitos, leitos percoladores ou biodiscos;
- anaeróbico, podem ser utilizadas as lagoas ou digestores anaeróbicos.

O processo físico-químico é constituído por um ou mais sedimentadores secundários. Nesta etapa é feita a sedimentação dos flocos biológicos, saindo o líquido, depois deste tratamento, isento de sólidos ou flocos biológicos. As lamas resultantes deste tratamento são secas em leitos de secagem, sacos filtrantes ou filtros de prensa.

O tratamento terciário é também constituído unicamente por processos físico-químicos. Nesta fase procede-se à remoção de micro-organismos patogênicos através da utilização de lagoas de maturação e nitrificação. Finalmente, a água resultante é sujeita a desinfecção através da adsorção (com a utilização de carvão ativado), e, se necessário, tratamento ao cloro e ozônio.

Sempre que a água com a qualidade requerida para determinado uso torna-se um recurso escasso, são buscadas, de formas sistematizadas ou não, alternativas de suprimento ou repressão do consumo para que seja restabelecido o equilíbrio oferta/demanda (ORNELAS, 2004). De uma maneira geral, o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, através de ações planejadas ou não planejadas e para fins potáveis e não potáveis.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou em 1973 (WHO, 1973) um documento onde foram classificados os tipos de reuso em diferentes modalidades, de acordo com seus usos e finalidades, a saber:

- **reuso indireto:** ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se da forma mais difundida onde a autodepuração do corpo de água é utilizada, muitas vezes sem controle, para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura;
- **reuso direto:** é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável. Exige a concepção e implantação de tecnologias apropriadas de tratamento para adequação da qualidade do efluente à estação à qualidade definida pelo uso requerido;
- **reciclagem interna:** é o reuso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de tratamento;
- **reuso potável direto:** ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável devido ao baixo custo de água nas cidades brasileiras, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado;
- **reuso potável indireto:** caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Compreende o fluxograma onde o tratamento do esgoto é empregado visando adequar a qualidade do efluente à estação aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.

Considerando o reuso direto planejado para fins não potáveis, pode-se subdividi-lo nas seguintes modalidades:

- **reuso não potável para fins agrícolas:** embora quando se pratica esta modalidade de reuso via de regra haja, como sub produto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo precípua desta prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais e de plantas não alimentícias tais

como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais.

- **reuso não potável para fins industriais:** abrangem os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, limpeza etc. Pode-se considerar alguns usos comerciais tais como a lavagem de veículos;
- **reuso não potável para fins recreacionais:** classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, gramados e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais etc. Em áreas urbanas pode-se considerar ainda a irrigação de parques públicos, áreas ajardinadas, árvores e arbustos ao longo de rodovias, chafarizes e espelhos d'água;
- **reuso não potável para fins domésticos:** são considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios. Pode-se considerar também o reuso para reserva de incêndio, lavagem de automóveis e pisos;
- **reuso para manutenção de vazões:** a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem. Nessa modalidade, pode-se enquadrar o reuso para manutenção de habitat naturais;
- **reuso em aquacultura ou aquicultura:** consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando a obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados;
- **reuso para recarga de aquíferos subterrâneos:** é a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta através de injeção sob pressão, ou de forma indireta utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante. A recarga visa o aumento da disponibilidade e armazenamento de água bem como para controlar a salinização de aquíferos costeiros e para controlar a subsidência de solos.

O universo do estudo de caso aplica-se empresa Intelbras S/A que atua no ramo de equipamentos eletrônicos, com sede na BR 101 Km 213, Distrito Industrial, R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 338 - 384, out.2013/ mar.2014.

São José – SC, possui um quadro de aproximadamente 1.500 funcionários e duas Estações de Tratamento de Efluentes compactas com tratamento físico-químico, para verificar a possibilidade e adequação ambiental para o reuso de águas servidas.

A Intelbras é uma indústria de equipamentos para comunicação, informação e segurança patrimonial, de grande porte, localizada em São José, região metropolitana da grande Florianópolis – SC que está comprometida com a preservação do meio ambiente através da prevenção da poluição, do atendimento à legislação aplicável aos seus aspectos ambientais e outros requisitos internos estabelecidos, promovendo ações para a redução dos impactos ambientais gerados pelos seus processos e produtos através do controle e destinação adequada de seus resíduos sólidos, bem como, a utilização racional dos recursos naturais disponíveis e a melhoria contínua do seu desempenho ambiental.

A Intelbras também possui um sistema de gestão ambiental certificado pela ISO 14001 na sua matriz, assegurando que realiza o controle operacional sobre seus aspectos e impactos ambientais.

A política ambiental da empresa reflete sua atenção com o meio ambiente, buscando minimizar os impactos negativos e atuar de forma a melhorar continuamente suas atividades e processos visando construir as melhores condições ambientais possíveis para empresa e o local onde está situada.

O programa Preserve com foco principal na gestão dos resíduos sólidos da empresa, por meio da coleta seletiva e a destinação adequada dos resíduos gerados na empresa, contribui para a preservação do meio ambiente, prevenção da poluição e redução dos impactos ambientais dos processos. Estas iniciativas resultaram em prêmios ambientais (Prêmio Max Hablitzel, Fritz Müller), incentivando nossos colaboradores a continuarem a exercer suas atividades de forma ecologicamente correta.

A educação ambiental também é um ponto chave no Sistema de Gestão Ambiental Intelbras. Através desta atividade, nossos colaboradores possuem a chance de obter informações para reduzir seus impactos não só na empresa, mas em suas casas e comunidades, o que torna a Intelbras uma empresa moderna, consciente e competitiva.

## 2.1 ASPECTOS LEGAIS

O Código das Águas (1934) iniciou a intervenção do governo e aos poucos as empresas foram nacionalizadas e estatizadas, pois até a década de 30 o saneamento era delegado às empresas estrangeiras, assim como uma série de outros serviços públicos.

Um dos principais marcos de que a água deve ser gerenciada é a criação da Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Segundo o artigo 1º a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. No artigo 5º são dispostos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde dispõe normas de qualidade da água para consumo humano. Estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos

usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

Algumas definições importantes da Portaria 518/04 contemplam:

- Água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;
- Sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;
- Controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água destinada a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste estudo de caso está em avaliar o emprego do reuso de água como ferramenta de revitalização da Estação de Tratamento de Efluentes da empresa Intelbras S/A situada na BR 101 Km 213, Distrito Industrial – São José (SC).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar a importância da reutilização da água;
- Indicar diretrizes para a promoção do reuso;
- Descrever a inter-relação das políticas de gerenciamento de recursos hídricos e de saneamento ambiental;
- Descrever condições necessárias para a proteção à saúde e ao meio ambiente, em instalações para o reuso de águas servidas.

- Descrever resultados de análises do efluente após o tratamento.
- Propor alternativas para instalações hidráulicas de reuso, assim como indicativos de aplicação segura na empresa.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 CAMPO DE ESTUDO**

A caracterização do estudo deste trabalho será uma pesquisa na forma de um estudo de caso EXPLORATÓRIO. Com base na explicação de Rauen (2002) define estudo de caso como um estudo profundo de um ou de poucos objetos, que busca retratar a realidade de forma completa e profunda, de modo a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento.

O universo desta pesquisa compreende a empresa Intelbras S/A que atua no ramo de equipamentos eletrônicos, com sede na BR 101 Km 213, Distrito Industrial, São José – SC, possui um quadro de aproximadamente 1.500 funcionários e duas Estações de Tratamento de Efluentes compactas com tratamento físico-químico, para verificar a possibilidade e adequação ambiental para o reuso de águas servidas.

#### **3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS**

Os instrumentos de coleta de dados adotados neste trabalho são descritos no quadro a seguir.

Instrumento de coleta de dados	Universo pesquisado	Finalidade do Instrumento
Entrevista oral	Responsável técnico pela operação da ETE. Entrevista com o gestor da área na empresa.	Coletar as informações necessárias sobre o funcionamento da ETE. Verificar intenções da empresa pelo tratamento e possibilidade do reuso da água.
Observação direta	Acompanhar o técnico da operação da ETE, entender o ambiente, situação ou fatos observados.	Compreender a forma de funcionamento da ETE. Verificar a dinâmica e possibilidades de reaproveitamento na empresa.
Documentos	Memorial Descritivo do Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário com Membranas de Ultrafiltração. Instrução de Trabalho para operação da Estação de Tratamento de Efluentes. Resultados de análise física, química e biológica do efluente tratado.	Definir as características da ETE (Estação de Tratamento de Efluentes), sua operação e resultados alcançados.
Dados Arquivados	Planilha de verificação do ponto de coagulação e decantação Projetos da ETE; Descrição do consumo de água da empresa.	Acompanhar o funcionamento da ETE. Levantar demanda de água e possível economia para a empresa.

Quadro 1- Instrumento de coleta de dados.  
Fonte: Unisul Virtual, 2007.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA REALIDADE OBSERVADA

A INTELBRAS S/A – INDÚSTRIA DE TELECOMUNICAÇÃO ELETRÔNICA BRASILEIRA, sociedade anônima, com sede na BR 101, km 210, Área Industrial, Município de São José, Estado de Santa Catarina- líder no mercado brasileiro de centrais telefônicas, telefones e centrais condominiais. A organização foi fundada em 1976, atualmente atua nos segmentos de Telecomunicações, Redes e Segurança Eletrônica, com presença em todo o território nacional e em diversos países na América Latina e África. Seus produtos são ofertados em aproximadamente 9 mil pontos de venda de varejo e em 6 mil revendedores corporativos.

Atualmente, a empresa é composta por quatro unidades, as quais são distribuídas em: Matriz e Parque Fabril II, em São José, na região da grande Florianópolis, uma filial em Santa Rita do Sapucaí/MG e outra em Manaus/AM.

A Intelbras divide-se em 4 unidades de negócios instaladas na própria matriz, buscando dar maior foco a cada segmento de atuação, oferecendo uma diversidade de produtos específicos. Abaixo será detalhada cada segmentação das unidades de negócio:

- ICON - Intelbras Consumo

Equipamentos e terminais de consumo para comunicação de voz e/ou dados.

- ICORP - Intelbras Corporativo

Equipamentos, serviços e meios para comunicação de voz e/ou dados de uso profissional.

- INET - Intelbras *Networks*

Equipamentos, meios e soluções para a infraestrutura de comunicação de dados.

- ISEC - Intelbras *Security*

Equipamentos e serviços para vigilância e monitoramento eletrônico.

A área de telefonia representa aproximadamente 50% das vendas da empresa, a de segurança corresponde a 30% e 20% fica a cargo da área de redes.

A Intelbras, mesmo líder de mercado na maioria de suas áreas de atuação, não deixa de se preocupar com a concorrência e com as ameaças do mercado que possam surgir. Por isso, procura sempre estar atenta às oportunidades, buscando a inovação para ter como diferencial de seus concorrentes.

Uma das estratégias que a empresa utiliza para manter sua liderança no mercado é estabelecer laços de confiança com seus fornecedores, o que ajuda a organização se expandir, pois conta com melhores preços e prazos de pagamento, e materiais de qualidade, fazendo com que seus produtos finais também sejam de qualidade, atendendo os anseios dos consumidores.

Atualmente o quadro de colaboradores da Intelbras é composto por cerca de 1800 membros, os quais estão alocados na matriz e filiais e são divididos em 4 áreas administrativa, produção, pesquisa e desenvolvimento e comercial.

A empresa procura ter uma relação clara e de parceria com seus colaboradores, além de prezar pelo bem estar e satisfação no ambiente de trabalho. Para isso, desenvolve diversos tipos de benefícios, tanto na parte financeira como na parte para crescimento profissional, pois oferece aos colaboradores oportunidades de desenvolvimento. Prova disso, são as pesquisas feitas pelas revistas Exame, Você S/A (Intelbras, Prêmios Revista Exame, Edições de 2011/2010/2009/2008/2005/2004/2003/2001) e Época (Intelbras, Prêmios Revista Época, Edições de 2011/2009/2008) onde revela que a Intelbras foi eleita como uma das melhores empresas para se trabalhar no Brasil.

A Intelbras tem como uma das suas missões “empresa feliz”, pois acredita que seu desenvolvimento está diretamente interligado as pessoas que nela trabalham e que seu sucesso é fruto de colaboradores satisfeitos. A missão da empresa é desenvolver soluções de comunicação e integração que potencializem e valorizem a experiência humana. A filosofia de administração participativa é fundamental para o sucesso da empresa e para a realização das pessoas que nela trabalham. Os valores da empresa norteiam a Simplicidade, Segurança no Negócio, Qualidade, Produtividade, Empresa Feliz, Gestão Participativa, Ética, Respeito pelo ser Humano, Transparência (Intelbras, Missão/Filosofia/Valores).

A preocupação com a Qualidade e o Meio Ambiente é um critério importante nas atividades e processos da Intelbras, com o intuito de superar as expectativas do cliente e preservar o meio ambiente.

Em 1996 a Intelbras conquistou a certificação ISO 9001 na matriz e em 2011 certificou seu parque fabril II (SC), pelo Bureau Veritas Certification (BVQI), (Intelbras, Sistema de Gestão da Qualidade Intelbras).

A filial MG certificou seu sistema de gestão da qualidade ISO 9001 em 2005 pelo Registro Italiano Navale (RINA), (Intelbras, Sistema de Gestão da Qualidade Intelbras).

Tais certificações confirmam que a Intelbras tem implementado um Sistema de Gestão da Qualidade eficiente, o que assegura a padronização, controle e melhoria contínua de seus processos e produtos, refletindo-se na satisfação dos clientes (Intelbras/Qualidade e Meio Ambiente).

#### 4.1 ANÁLISE DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA EMPRESA

O memorial descritivo da estação de Tratamento de Efluentes (ETE) foi elaborado pela empresa Ambiental SC LTDA – Consultoria e Projetos Ambientais – Blumenau/SC. A empresa contratada prestou consultoria durante todo o processo de instalação e funcionamento da estação de tratamento.

A eficiência e a capacidade nominal de uma estação de tratamento de esgoto sanitário são definidas a partir de uma série complexa de fatores específicos a cada caso estudado.

O tratamento pode atingir diferentes níveis denominados tecnicamente de tratamento primário, secundário ou terciário, como serão mostradas esquematicamente ou pelo fluxograma das etapas as definidas pelo Engenheiro Projetista no caso em questão do esgoto sanitário, até o seu descarte final.

O tratamento preliminar envolve a captação por tubulação das unidades sanitárias já instaladas quando construída e vem escoado para as fossas e tanque anaeróbio já construído e conforme a necessidade adequada a este sistema projetado.

Essa fase produz quantidade de sólidos que devem ser dispostos adequadamente. De maneira geral, os sólidos retirados por caminhões limpa fossa por uma empresa terceirizada, que dará um destino adequado. A efluente líquida escoada vai para o poço de recalque e bombeado até equalizador que é bombeado para tratamento físico-químico (desinfecção, coagulação, floculação, decantação, filtração com filtros de areia, zeólita e carvão ativado e depois por uma ultra filtração com membranas).

O tratamento primário envolve a remoção de sólidos inorgânicos e matéria orgânica em suspensão. A DBO é removida parcialmente e os sólidos em suspensão quase que totalmente. Neste caso foi envolvido um tratamento alternativo em combinação do tratamento secundário de desinfecção com hipoclorito de sódio (pré-oxidação química) juntamente com os produtos químicos (tratamento primário) precipitação química com alta eficiência, onde pode se reduzir a cor, turbidez, DBO, óleos e graxa e sólidos sedimentáveis a uma eficiência acima de 80%, porém, o Engenheiro Projetista tendo uma vasta experiência nestes casos ou em muitas situações, teve o cuidado de projetar um sistema completo chegando ao nível de tratamento denominado primário e secundário, após este tratamento segue o sistema de decantação primária onde foram projetados três decantadores contínuo sendo o terceiro decantador é também um tanque de nível. A retirada de lodo de fundo será por drenagem hidráulica sendo retirado por caminhões limpa fossa semestralmente. (Memorial Descritivo – Intelbras e Ambiental SC - São José/SC, Novembro de 2012).

O tratamento secundário em combinação com o tratamento terciário ocorre uma filtragem por adsorção onde a sua camada de elementos filtrantes é areia de quartzo e carvão ativado. Após esta filtragem passa por uma ultra filtragem com membranas que retiram os agentes patogênicos em uma eficiência de 99% de remoção.

O sistema de tratamento acima adotado sua disposição poderá ser lançado em na rede pluvial ou fazer seu reuso para limpeza de pisos, sanitários, regarem plantas e jardins e ser lançados conseqüentemente em rios e mares.

O sistema adotado para a estação de tratamento é composta pelos itens abaixo:

- Tubos de PVC (100 mm) coletor de Esgoto Sanitário
- Fossa Séptica
- Filtro Anaeróbio
- Poço de recalque
- Equalizadores
- Bombeamento de Efluentes para Dosagem de produtos Químicos e Cloração
- Tanque Coagulação, Desinfecção (pré-oxidação química)
- Decantadores
- Retirada do lodo por caminhões limpa-fossa

- Filtragem com areia, zeólita e carvão ativado
- Ultra filtragem com Membranas
- Descarte ou Reuso (rede pluvial, rios ou mares)

A fonte de abastecimento da Intelbras é realizada pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN, que tem como missão fornecer água tratada, coletar e tratar esgoto sanitário, promovendo saúde, conforto, qualidade de vida e desenvolvimento sustentável. Para complementar e com objetivo de reduzir custos com o consumo de água a empresa possui um poço semi-artesiano.

O acompanhamento do consumo de água é realizado diariamente através do controle in loco dos hidrômetros espalhados pela empresa e sinalizado na planilha de consumo, conforme demonstrado nas figuras 1 e 2 (Intelbras, Planilha de Consumo da água).

Local	Unidade de Medida	Total
Poço	m <sup>3</sup>	995
AFIN	m <sup>3</sup>	25
Casan	m <sup>3</sup>	263
<b>Total</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>1.283,00</b>
Dias Úteis		22
Média Diária	m <sup>3</sup>	58,32
Consumidores	Qtd	1.165
<b>Indicador</b>	<b>litros/colab. Dia</b>	<b>50,06</b>

**Tabela 1** - Consumo da água – Jan/2013  
 Fonte: (Intelbras, Planilha de Consumo da água)

Local	Unidade de Medida	Total
Poço	m <sup>3</sup>	862
AFIN	m <sup>3</sup>	42
Casan	m <sup>3</sup>	361
<b>Total</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>1.265,00</b>
Dias Úteis		19
Média Diária	m <sup>3</sup>	66,58
Consumidores	Qtd	1.278
<b>Indicador</b>	<b>litros/colab. Dia</b>	<b>52,10</b>

**Tabela 2** - Consumo da água – Fev/2013  
 Fonte: (Intelbras, Planilha de Consumo da água).

As águas pluviais são coletadas e captadas separadamente do sistema através de calhas de ferro galvanizado e tubos de PVC, e poderão ser reaproveitados futuramente, atualmente são descartadas.

O sistema de operação do tratamento projetado contemplará um operador treinado para fazer a parte operacional do sistema a ser implantado, sua função é analisar todos os pontos de controle operacional, tais como medir pH, cloro residual, quantidades de produtos químicos que estão sendo dosadas na estação pelas bombas dosadoras automáticas, preparação de soluções, manutenção de limpeza dos equipamentos e retirada dos resíduos sólidos gerados nos tanques de floculação, decantação e filtragem e retirado semestralmente por caminhões tanques hidrovácuo e vão para tratamento na estação de tratamento de terceiros licenciado perante FATMA (Fundação do Meio Ambiente - SC).

O efluente será analisado para saber sua qualidade de despejos se está dentro das normas ambientais (CONAMA 430/2011).

Devem ser feitas as manutenções corretivas e preventivas.

**CORRETIVA:** Quando houver o dano, encaminhar o equipamento da a manutenção, e substituição de peças com dano se houver;

**PREVENTIVA:** Seguir instruções conforme manual do fabricante; Esta manutenção será feita nos equipamentos tais como Bombas dosadoras, bomba de recalque, filtros, nas tubulações etc.

### 5.1.1 DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO/PROCESSO

Na preparação das soluções primeiramente desligar a bomba no painel de controle (elétrico) e o restante deixar no modo automático.

Adicionar no tanque TQSOL01 (cloro líquido) primeiramente a água até um volume de 50 litros e em seguida adicionar duas bombonas de hipoclorito de sódio (50 kg) (10 a 12% de cloro ativo) e completar com água.

Após adicionar água ao tanque de solução - TQSOL 02 (soda cáustica líquida) - até a metade do volume do mesmo, em seguida adicionar a soda caustica líquida, conforme volume determinado em projeto (01 bombona de 50 kg) e completar com água até o preenchimento do recipiente.

Adicionar no recipiente 4 (quatro) bombonas plásticas (50kg) com o produto coagulante sulfato de alumínio (TQSOL 03) puro. Neste caso não adicionar água usar o produto conforme vem do fornecedor, quando utilizar o PAC deve adicionar duas bombonas (50 kg) no TQSOL 03 e completar com água. Assim que todas as soluções estiverem preparadas, deve-se realizar a verificação das bombas dosadoras (fazendo um teste das mesmas), após a verificação do bom funcionamento, dá-se o start (início) da estação de tratamento, no modo automático.

O teste das bombas dosadoras: primeiramente ir ao painel de controle e ligar a bomba no modo manual, a seguir verificar se as bombas dosadoras ligaram. Faz-se então o teste na primeira bomba dosadora, da seguinte maneira: deve-se abrir o botão de retorno da solução ao tanque (TQSOL 01) e girar o botão, observar se o líquido está retornando e se não tem ar na linha (observação a olho nu - mangueira), constatado que o fluxo segue normalmente, faz o procedimento de fechamento do botão.

Realizar em seguida o mesmo procedimento em todas as bombas dosadoras, após concluído todos os testes, desliga-se a bomba e em seguida coloca-se no modo automático a bomba.

O operador deve verificar no ponto de amostragem - Verificação do ponto de coagulação e decantação - as seguintes análises:

- ph - faixa de 7,2 a 7,8

- cloro residual - faixa de 1,0 a 2,0 ppm e observar se as impurezas estão floculando e decantando no fundo do béquer. O ponto de retirada das amostras é na torneira.

A periodicidade desta verificação será realizada no início da manhã e as informações anotadas na planilha de controle.

A limpeza do sistema de tratamento de efluente, limpeza das caixas decantadoras deverá ser feita a drenagem de fundo da caixa para a fossa séptica todos os dias pela manhã e a tarde, onde o operador deve observar se o esgoto está saindo limpo, caso esteja, deve-se proceder ao fechamento do registro; e se caso não, deve-se dar continuidade a drenagem, até que o mesmo saia mais limpo, ou determinar um tempo de 1 a 2 minutos no máximo de drenagem.

O operador deve sempre verificar se as bombas dosadoras estão injetando os produtos adequadamente, pois a falta de um dos produtos compromete toda qualidade do esgoto tratado, tanto no filtro como nas membranas, podendo entupir os filtros e as membranas e ainda alterar a qualidade de lançamento dos efluentes tratados.

As bombas dosadoras serão reguladas conforme a vazão de trabalho determinada em projeto e pelo operador da estação de tratamento.

Deverá ser realizado impreterivelmente no máximo a cada 6 (seis) meses, a limpeza das fossas e filtros anaeróbios, juntamente com os poços de captação, por empresa terceirizada e licenciada, dando o destino correto para o lodo gerado. (Memorial Descritivo – Intelbras e Ambiental SC - São José/SC, Novembro de 2012).

Na Instrução de Trabalho é recomendado o uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) no manuseio dos produtos químicos o operador da estação de tratamento deverá fazer uso de luvas de couro para manuseio da bombona, luvas de borracha para manusear os produtos químicos e máscara em função do odor forte (Intelbras – Instrução de Trabalho: IT-MA-001-MAN - Operação da Estação de Tratamento de Efluentes).

### 5.1.2 FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

Nesta etapa do estudo, foi realizado o acompanhamento das atividades do técnico da operação da estação de tratamento, para entender o ambiente, compreender a forma de funcionamento da estação de tratamento de efluentes (ETE). (Observação direta com o operador).



**Figura 5 – caixas coletoras (decantadores)**

Fonte: Clair Schulz – Intelbras – Março 2013

Legenda:

Decantador (caixa coletora 1)

Decantador (caixa coletora 2)

Decantador (caixa coletora 3)

Equalizador (caixa coletora 4)

1) Resíduo sólido gerado pelos sanitários da empresa é acumulado em fossas sépticas espalhadas em pontos estratégicos na área externa da empresa;

2) Na fossa séptica foi instalada uma boia e ao atingir o nível o resíduo sólido bruto é bombeado automaticamente para o equalizador (Figura 5 - caixa coletora 4). No equalizador ocorre a concentração do efluente bruto e ocorre a decantação natural através dos microrganismos presentes no efluente bruto. Ao atingir no nível do resíduo bruto acumulado dentro da caixa, o sistema de injeção bombeia os produtos químicos: **Hidróxido de Sódio** é um composto químico de fórmula **NaOH**, utilizado para eliminar os coliformes fecais, **Hipoclorito de Sódio** (soda cáustica líquida) é um composto químico de fórmula **NaClO**, utilizado para neutralizar ácidos fortes ou tornar rapidamente alcalino um meio reacional e no tratamento de efluentes (resíduos) é utilizado para a mudança de pH), **Policloreto de Alumínio** (PAC) volume 14

e o **Polímero** são floculantes químicos utilizados para decantar o resíduo bruto e inibir o fósforo.



**Figura 6 – Bambonas com produtos químicos**

Fonte: Clair Schulz – Intelbras – Março 2013

3) O efluente bruto com os produtos químicos é bombeado até o decantador 1 (figura 5 - caixa coletora 1), ao chegar no nível o material o efluente líquido é transferido automaticamente por gravidade para o decantador 2 (Figura 5 - caixa coletora 2) e depois para o decantador 3 (Figura 5 - caixa coletora 3).



**Figura 7 – Filtros de carvão ativado (nº 2) e membranas (nº 1)**

Fonte: Clair Schulz – Intelbras – Março 2013

4) Após o efluente receber o tratamento é encaminhado automaticamente para os filtros de carvão ativado com pedras criptonizadas (Figura 7 – nº 2) e após para as membranas (Figura 7 – nº 1) onde ocorre a micro filtração do efluente tratado.

5) O efluente tratado é liberado para a caixa de inspeção (verificação) e nesse momento é retirada uma amostra do efluente líquido tratado para avaliar a existência ou não de resíduos sólidos. Caso tenham resíduos sólidos perceptíveis na efluente tratado, o processo de liberação do efluente para a via pluvial é suspenso e o efluente é drenado para a fossa séptica e o processo de tratamento reiniciado. Antes de reiniciar o processo de tratamento é realizada a limpeza química dos filtros e membranas com Hidróxido de Sódio e Hipoclorito de Sódio.

6) A parte sólido (lodo) que fica acumulado nos decantadores é drenado 3 vezes ao dia para a fossa séptica e após por bombeamento é enviado ao equalizador para iniciar o processo de tratamento dos efluentes. A cada 3 (três) meses o lodo é retirado por empresa terceirizada, legalizada, que atenda os requisitos legais para realizar o destino correto do lodo gerado após o tratamento dos efluentes.

## **5 PROPOSTA DE VERIFICAÇÃO DE REUSO DAS ÁGUAS RESIDUAIS**

Atualmente, fala-se muito no reuso de água servida ou água resultante do processo de tratamento esgotos, ocorre que para a reutilização dessas águas deve-se tomar uma série de providências e cuidados, bem como, atender as instruções contidas na Norma ABNT 13.969 / 97 - ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

O esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, etc.

O tipo de reuso pode abranger desde a simples recirculação de água de enxágüe da máquina de lavagem, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros. Frequentemente, o reuso é apenas uma extensão do tratamento de esgotos, sem investimentos adici-

onais elevados, assim como nem todo o volume de esgoto gerado deve ser tratado para ser reutilizado (item 5.6 NBR 13.969 / 97).

O reuso local de esgoto deve ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional para minimizar o custo de implantação e de operação (item 5.6.1 NBR 13.969 / 97).

Para tanto, devem ser definidos:

- a) os usos previstos para esgoto tratado;
- b) volume de esgoto a ser reutilizado;
- c) grau de tratamento necessário;
- d) sistema de reservação e de distribuição;
- e) manual de operação e treinamento dos responsáveis.

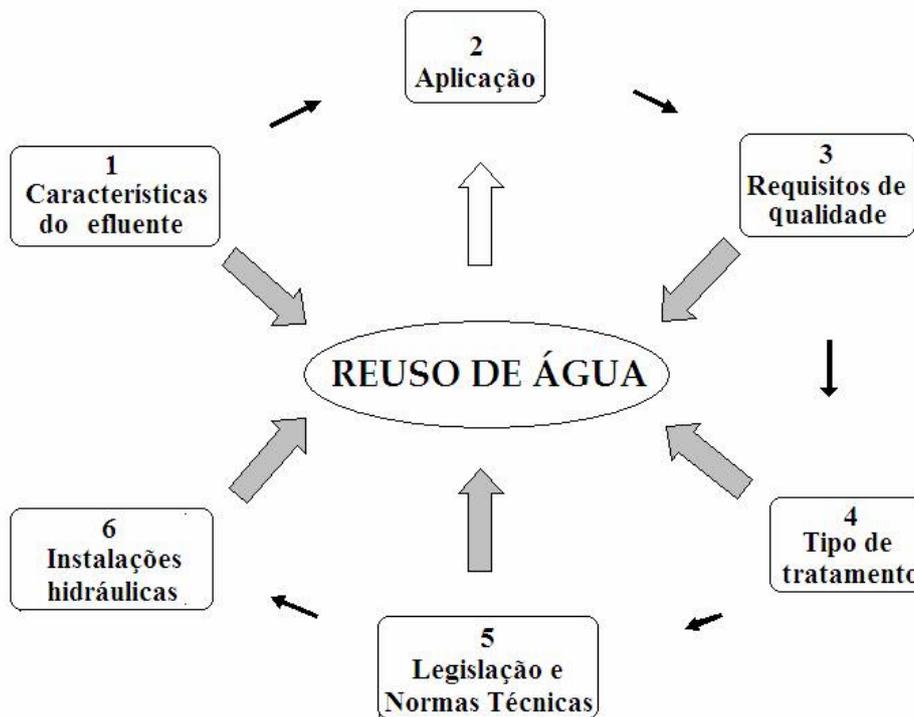
Devem ser considerados todos os usos que o usuário precisar, tais como lavagens de pisos, calçadas, irrigação de jardins e pomares, manutenção das águas nos canais e lagos dos jardins, nas descargas dos banheiros, etc. Não deve ser permitido o uso, mesmo desinfetado, para irrigação das hortaliças e frutas de ramas rastejantes (por exemplo, melão e melancia). Admite-se seu reuso para plantações de milho, arroz, trigo, café e outras arvores frutíferas, via escoamento no solo, tomando-se o cuidado de interromper a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita (item 5.6.2 NBR 13.969 / 97).

Os usos definidos para todas as áreas devem ser quantificados para obtenção do volume total final a ser reusado. Para tanto, devem ser estimados os volumes para cada tipo de reuso, considerando as condições locais (clima, frequência de lavagem e de irrigação, volume de água para descarga dos vasos sanitários, sazonalidade de reuso, etc.) (item 5.6.3 NBR 13.969 / 97).

“A água dos sistemas de reuso deve atender plenamente a quatro critérios: segurança quanto à higiene, estética, tolerância ambiental e viabilidade técnica e econômica” (NOLDE & DOTT, 1991, apud NOLDE, 2000). Daí a necessidade de se caracterizar bem o efluente para que sejam determinadas as suas possibilidades de fornecer água recuperada com níveis de qualidade adequados. A análise das características do efluente conjuntamente com os requisitos de qualidade requeridos para a aplicação de reuso desejada geralmente já define o tipo de tratamento a ser adotado.

Para que o reuso de água recuperada de efluentes possa ser aplicado de forma sustentável e eco-eficiente um conjunto de fatores precisa ser atendido. Os principais fatores requeridos, que são de natureza técnica e/ou legal, podem ser vistos na figura 8. Na maioria das vezes, esses fatores são analisados após as condições sociais econômicas e ambientais envolvidas na implantação do reuso serem atendidas com segurança.

### FATORES PARA IMPLANTAÇÃO DO REUSO DE ÁGUA



**Figura 8: Fatores para implantação de reuso de água.**

Fonte: MENDONÇA, Pedro de A. Ornelas

O grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restritivo quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimado para cada um dos usos, podem-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de reservação e de distribuição. Nos casos simples de reuso menos exigentes (por exemplo, descarga de vasos sanitários) pode-se prever o uso da água de enxá-

güe das máquinas de lavar, apenas desinfetando, reservando aquelas águas e recirculando ao vaso, em vez de enviá-las para o sistema de esgoto para posterior tratamento.

Em termos gerais, podem ser definidos as seguintes classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o reuso:

Água de Reuso	Aplicações	Padrões de Qualidade
<b>Classe 1</b>	Lavagem de carros e outros usos com contato direto com o usuário	Turbidez < 5 uT Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100 mL Sólidos Dissolvidos Totais < 200 mg/L pH entre 6 e 8 Cloro residual entre 0,5 mg/L a 1,5 mg/L
<b>Classe 2</b>	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez < 5 uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL Cloro residual superior a 0,5 mg/L
<b>Classe 3</b>	Descargas em vasos sanitários.	Turbidez < 10 uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL
<b>Classe 3</b>	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	Coliformes Termotolerantes < 5000 NMP/100 mL Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L

**Figura 9: Classes de água de reuso pela NBR e padrões de qualidade.**

Fonte: Norma NBR 13.969 / 97 - item 5.6.4

O reuso de água constitui método que minimiza a produção de efluentes e o consumo de água de qualidade superior - água distribuída pelas concessionárias públicas, ou retirada diretamente dos mananciais hídricos - devido à substituição da água potável por água que já fora previamente usada. Pode ser compreendido como alternativa recomendável para satisfazer a demanda menos exigente, liberando as águas de melhor qualidade para uso mais nobre, qual o abastecimento doméstico, e outros usos prioritários. Sendo o reuso um modo de recuperação de água poluída, as propriedades da água utilizada, tais como pH, turbidez, temperatura, presença ou não de metais pesados, concentração máxima de matéria orgânica e de organismos patogênicos, entre outras, definirão a finalidade específica do reuso. Desse modo, efluentes oriundos de densas estações de tratamento de esgotos pode ser uma al-

ternativa inviável de reuso; e ainda, esgotos industriais não poderão ser reutilizados para qualquer fim.

A Organização Mundial da Saúde, em nível internacional, propôs princípios norteadores de normas e padrões técnicos a serem seguidos pelos tomadores de decisões que envolvam riscos à saúde pública e ao meio ambiente; fez recomendações das medidas protetivas a serem seguidas por cada país, para o estabelecimento de uma base de riscos aceitáveis. No entanto, na indústria, o reuso de água é comumente destinado para operações cuja água não entre em contato diretamente com o produto a ser consumido, como exemplo, sistema de resfriamento, irrigação, sanitárias, entre outros. Principalmente no Brasil, onde ainda há boa disponibilidade de água, e por isso mesmo este insumo ainda é tratado como recurso infinitamente renovável. Então, aqui, as indústrias preferem adotar o reuso para resfriamento de caldeiras, lavagem de peças e de pátios.

Contudo, como medidas de segurança, deverão ser observadas todas as ações de monitoramento e aspectos técnicos de análises associadas com a garantia do teor mínimo de substâncias químicas permitidas pela legislação, e a segurança microbiológica da água de reuso e da água não potável, bem como do ambiente de produção.

Para aplicar reuso é preciso selecionar um apropriado sistema de tratamento da água residuária, pois isso influenciará sobremaneira o sucesso do empreendimento. E levará em consideração as características do efluente, a finalidade da aplicação do reuso, assim como as técnicas de tratamento existentes, e a viabilidade econômica do procedimento. O sistema de tratamento deve proporcionar apropriadas qualidades físicas, químicas e microbiológicas da água. A tecnologia a ser empregada deve ser avaliada de acordo com a qualidade do efluente a ser reutilizado, levando-se em consideração os critérios e padrões de exigência adequados à finalidade do reuso, dando sempre relevância ao monitoramento e controle da qualidade a ser feito pela indústria, em conformidade a legislação ambiental e de saúde.

O reuso de água está em inteira consonância com o desenvolvimento econômico social

compatível com a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico, e também, com a preservação dos recursos ambientais, mantenedora do equilíbrio ecológico; bem como é prática de tecnologia orientadora do uso racional dos recur-

tos ambientais, objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente dispostos na Lei no 6.938 de 31 de agosto de 1981 (Art. 4º, incisos I, IV, V). A aplicação do reuso constituiu, ainda, afirmação do objetivo da referida Lei, expresso em seu Art. 4º, inciso III, porque obedece a uma série de critérios e normas de qualidade ambiental, orientadores do uso dos recursos hídricos.

Para minimizar as diversas formas de impactos ambientais comprometedores da saudável qualidade dos recursos hídricos, assim como a conseqüente escassez de água, é urgente a adoção de medidas de gestão ambiental dos recursos hídricos, como o reuso de água ou outras medidas de otimização do uso da água. Assim, é importante que as empresas desenvolvam programas de educação ambiental, que conscientizem as pessoas sobre o uso racional da água, e mostrem que o reuso de água é não apenas uma solução viável, mas principalmente, recomendada para a preservação desse recurso natural.

Embora o Brasil seja carente de uma lei que defina plenamente o conceito de todas as técnicas de reuso, os parâmetros a serem seguidos, e quais as restrições de uso, ainda assim, as normas da ABNT, do CONAMA, a própria Constituição, as recomendações da Agenda 21

e os princípios do direito ambiental procuram, juntos, “regulamentar” as aplicações de reuso na medida em que tutelam os recursos hídricos. Porém, somente uma lei específica, completa, e que seja capaz de estimular ou de impor a adoção de técnicas de reuso a empreendimentos de médio e de grande porte trará os benefícios da ampla proteção jurídica aos recursos hídricos, aliada, no entanto, à educação ambiental, uma das diretrizes da Agenda 21, e que constitui o alicerce para a mudança dos hábitos insustentáveis.

## 6.1 RESULTADOS DE ANÁLISES DO EFLUENTE APÓS O TRATAMENTO

A Intelbras realiza trimestralmente a análise do efluente tratado (Ponto 1 e Ponto2) na Estação de Tratamento, o laboratório contratado coleta amostras nas caixas de inspeção e após a análise é emitido o relatório com os parâmetros analisados nos efluentes aplicando a Legislação aplicada neste relatório segue a Resolução do CONAMA nº 430 de 13/05/2011 – Padrões de lançamento de efluentes.

RELATÓRIO DE ENSAIO – Nº A_47.2013_Ef_2_1					
Amostra: 47.2013_Ef_2_1			Recebimento: 09/01/2013 15:30		
Procedência: Efluente					
Ponto Coleta: Ponto 01 - Próximo a Caixa D'água			Data Coleta: 09/01/2013		
Ensaio Físico-Químico					
ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
DBO5	99,33	2,0000	SMWW21th-5210-DBO-B	inferior à 120	mg/L
DQO	273,58	5,00000	SMWW21th-5220-DQO-C	-	mg/L
Fósforo Total	1,077	0,01000	SMWW21th-4500-P-E	-	mg/L
Óleos e Graxas	7,6	0,0000	SMWW21th-5520D	-	mg/L
pH	6,55	-2	SMWW21th-4500-pH-B	entre 5 e 9	
Sólidos Sedimentáveis	<0,1	0,1000	SMWW21th-2540-F	inferior à 1 mL/L.h	mL/L.h
Surfactantes Aniônicos	1,7	0,01000	SMWW21th-5540-C	-	mg/L
Ensaio Microbiológicos					
ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Termotolerantes	Ausente	Ausente	SMWW21th-9222D	-	UFC/100mL
Coliformes Totais	Ausente	Ausente	SMWW21th-9222B	-	UFC/100mL
Nomenclaturas					
mg/L = miligrama por litro		N.D. = Não Determinado			
NMP = Número Mais Provável		UFC = Unidade Formadora de Colônia			
µS/cm = microsiemens por centímetro		UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez			

Figura 10: Relatório de Ensaio do efluente tratado Ponto 1  
Fonte: Intelbras — Janeiro 2013.

RELATÓRIO DE ENSAIO – Nº A_103.2013_Ef_1_1 - Revisão 1					
Amostra: 103.2013_Ef_1_1			Recebimento: 11/01/2013 13:00		
Procedência: Efluente					
Ponto Coleta: Ponto 02 - Atrás da Sala dos Compressores					
Coletor:			Data Coleta: 11/01/2013		
Ensaio Físico-Químico					
ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
DBO5	29,25	2,0000	SMWW21th-5210-DBO-B	inferior à 120	mg/L
DQO	152,11	5,00000	SMWW21th-5220-DQO-C	-	mg/L
Fósforo Total	0,499	0,01000	SMWW21th-4500-P-E	-	mg/L
Óleos e Graxas	24,4	0,0000	SMWW21th-5520D	-	mg/L
pH	8,58	-2	SMWW21th-4500-pH-B	entre 5 e 9	
Sólidos Sedimentáveis	<0,1	0,1000	SMWW21th-2540-F	inferior à 1 mL/L.h	mL/L.h
Surfactantes Aniônicos	0,91	0,01000	SMWW21th-5540-C	-	mg/L
Ensaio Microbiológico					
ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Termotolerantes	Ausente	Ausente	SMWW21th-9222D	-	UFC/100mL
Coliformes Totais	Ausente	Ausente	SMWW21th-9222B	-	UFC/100mL
Nomenclaturas					
mg/L = miligrama por litro		N.D. = Não Determinado			
NMP = Número Mais Provável		UFC = Unidade Formadora de Colônia			
µS/cm = microsiemens por centímetro		UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez			

Figura 11: Relatório de Ensaio do efluente tratado Ponto 2  
 Fonte: Intelbras — Janeiro 2013.

**RELATÓRIO DE ENSAIO – Nº A\_894.2013\_Ef\_1\_1**

<b>Amostra:</b> 894.2013_Ef_1_1	<b>Recebimento:</b> 25/04/2013 14:40
<b>Procedência:</b> Efluente	<b>Data Início Ensaio:</b> 25/04/2013
<b>Ponto de Coleta / Produto:</b> Ponto 01 - Próximo a caixa d'água	
<b>Coletor:</b> Everton Luiz Nunes	<b>Data Coleta:</b> 25/04/2013

Ensaio: Físico-Químico					
ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
DBO5	23,57	2,00	SMWW22nd-5210B	inferior à 120	mg/L
DQO	167,72	100,00	SMWW22nd-5220D	-	mg/L
Fósforo Total	0,153	0,003	SMWW22nd-4500E-P	-	mg/L
Óleos e Graxas	<0,50	0,50	SMWW22nd-5520D	-	mg/L
pH	6,91	1,00	SMWW22nd-4500B-pH	entre 5 e 9	
Sólidos Sedimentáveis	<0,10	0,10	SMWW22nd-2540F	inferior à 1 mL/L	mL/L.h
Surfactantes Aniônicos	0,37	0,01	SMWW22nd-5540C	-	mg/L

Ensaio: Microbiológicos					
ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Termotolerantes	2,0x10 <sup>4</sup>	Ausente	SMWW22nd-9222D	-	UFC/100mL
Coliformes Totais	8,7x10 <sup>5</sup>	Ausente	SMWW22nd-9222B	-	UFC/100mL

Nomenclaturas	
mg/L = miligrama por litro	N.D. = Não Determinado
NMP = Número Mais Provável	UFC = Unidade Formadora de Colônia
µS/cm = microsiemens por centímetro	UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez
LQ = Limite de Quantificação	est. = Estimado

**Figura 12: Relatório de Ensaio do efluente tratado Ponto 1**

Fonte: Intelbras — Abril 2013.

**RELATÓRIO DE ENSAIO – Nº A\_894.2013\_Ef\_2\_1**

Amostra: 894.2013_Ef_2_1	Recebimento: 25/04/2013 14:40
Procedência: Efluente	Data Início Ensaio: 25/04/2013
Ponto de Coleta / Produto: Ponto 02 - Sala dos Compressores	
Coletor: Everton Luiz Nunes	Data Coleta: 25/04/2013

**Ensaio Físico-Químico**

ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
DBO5	21,82	2,00	SMWW22nd-5210B	inferior à 120	mg/L
DQO	210,01	100,00	SMWW22nd-5220D	-	mg/L
Fósforo Total	0,115	0,003	SMWW22nd-4500E-P	-	mg/L
Óleos e Graxas	<0,50	0,50	SMWW22nd-5520D	-	mg/L
pH	7,59	1,00	SMWW22nd-4500B-pH	entre 5 e 9	
Sólidos Sedimentáveis	4,00	0,10	SMWW22nd-2540F	inferior à 1 mL/L	mL/L h
Surfactantes Aniônicos	0,43	0,01	SMWW22nd-5540C	-	mg/L

**Ensaio Microbiológicos**

ANALITO	RESULTADO	LQ	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Termotolerantes	3,5x10 <sup>4</sup>	Ausente	SMWW22nd-9222D	-	UFC/100mL
Coliformes Totais	4,0x10 <sup>4</sup>	Ausente	SMWW22nd-9222B	-	UFC/100mL

**Nomenclaturas**

mg/L = miligrama por litro	N.D. = Não Determinado
NMP = Número Mais Provável	UFC = Unidade Formadora de Colônia
µS/cm = microsiemens por centímetro	UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez
LQ = Limite de Quantificação	est. = Estimado

**Figura 13: Relatório de Ensaio do efluente tratado Ponto 2**

Fonte: Intelbras — Abril 2013.

## 5.2 VERIFICAÇÃO DE REUSO

Em se tratando de outras aplicações de reuso de caráter mais urbano como, por exemplo, descarga em vasos sanitários, lavagem de veículos, rega de jardins, entre outros – que não passaram por processos evolutivos semelhantes aos que ocorreram com reuso em agricultura irrigada – o acervo de informações sobre a qualidade requerida é ainda incipiente, o que nos leva à adoção de recomendações baseadas em normas estabelecidas para o reuso agrícola. Isso tem produzido distorções como, por exemplo, exigência de níveis de qualidade para reuso em vasos sanitários superior à qualidade da água para uso balneável, o que implica em tratamentos mais onerosos.

A escassez de informações relativas aos requisitos de qualidade exigidos para reusos urbanos, principalmente para o reuso em vasos sanitários, é um fato. As recomendações encontradas em normas de muitos países são claramente baseadas em padrões de qualidade estabelecidos fora do próprio país, ou, estabelecidas a partir de algum padrão existente para outro tipo de reuso, o que acarreta variações expressivas nos requisitos de qualidade exigidos.

Enquanto as normas para reuso de água não estejam completamente aprimoradas, devemos fazer uso desta água com critério para se evitar danos à saúde dos usuários.

Os critérios de qualidade para o reuso da água são baseados em requisitos de usos específicos, em considerações estéticas e ambientais e na proteção da saúde pública (Ramos, 2005). Estes critérios diferem bastante quando se comparam países industrializados com países em desenvolvimento, diferença que pode ser parcialmente atribuída a fatores como viabilidade econômica, tecnologia disponível, nível geral da saúde das populações e características políticas e sociais.

Para James Cook e Hilton Santos (1993), dependendo da utilização, os critérios para a qualidade da água incluem os seguintes aspectos:

- **Proteção à saúde da população:** a água para reuso deve ser segura para o fim pretendido. A maioria dos critérios de qualidade desta água é voltada principalmente para a proteção da saúde da população e muitos são norteados apenas por preocupações com a segurança microbiológica.

- **Requisitos de uso:** muitos usos industriais e algumas outras utilizações têm requisitos físico-químicos de qualidade que estão relacionados com a saúde da po-

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 338 - 384, out.2013/ mar.2014. 372

pulação. As qualidades físicas, químicas e microbiológicas podem limitar a aceitabilidade da água para reuso.

- **Aspectos estéticos:** para usos mais nobres, como por exemplo, a irrigação urbana ou para a descarga de vasos sanitários, a aparência da água não deve ser diferente daquela apresentada pela água potável, ou seja, deve ser clara, sem cor e sem odor. Em represas que se destinam à recreação, a água recuperada não deve estimular o crescimento de algas.

- **Percepção da população e/ou do usuário:** a água deve ser percebida como segura e aceitável para o uso pretendido e os órgãos de controle devem divulgar tal garantia. Esta diretriz pode ocasionar imposição de limites conservadores para a qualidade da água por parte dos órgãos de controle.

No caso do indicador de Coliformes Totais, por exemplo, cujos limites admissíveis encontrados nas pesquisas bibliográficas vão de  $< 2,2$  UFC/100 ml (não detectável) a  $1,00E+03$  UFC/100 ml, mostrando uma grande disparidade de valores, a falta de consistência é flagrante. Já estudos realizados sob os auspícios da OMS em 1998, baseados em padrões estabelecidos para outros reusos e adaptados para o reuso em descargas de vasos sanitários, concluíram que o limite para o indicador de Coliformes Termotolerantes de  $1,0E+02$  UFC/100 ml é aceitável e não altera significativamente a condição de risco dos atuais sistemas (METCALF & EDDY, 2003).

As maiores dificuldades para implantação de um sistema de reuso no Brasil ainda são relativas à falta dos já mencionados padrões de qualidade higiênico microbiológico para a água de reuso. A legislação brasileira estabelece padrões de qualidade para água potável (Portaria 36/GM e Portaria 1.469 de 2000) e para águas superficiais (Resolução CONAMA Nº 20), mas ainda não faz referências a padrões para o reuso. No entanto, o principal entrave para a disseminação dessa prática está relacionado com os custos, que ainda são muito elevados. Isso ocorre, principalmente, em razão dos altos preços dos sistemas de tratamento compactos (que ainda não são produzidos em escala econômica) e, em muitas regiões, devido ao baixo preço da água potável, no qual está incluído somente o custo dos serviços de tratamento e distribuição.

Para a prática do reuso em vasos sanitários, além dos critérios básicos de qualidade, alguns cuidados especiais devem ser tomados para se garantir o isola-

mento da rede potável. Segundo Valiron e outros (1983), algumas recomendações devem ser seguidas tais como:

**a) Pressões inferiores:** o sistema de água de reuso deve ter pressões menores que o sistema de água potável para que esta não seja contaminada em caso de conexões cruzadas.

**b) Diferenciação:** utilização de materiais e/ou cores diferentes daqueles empregados no sistema de água potável.

**c) Monitoramento:** análises periódicas para controlar a qualidade das águas potável e de reuso.

Em relação à qualidade mínima da água para reuso em descargas em vaso sanitário, as águas classificadas como balneáveis ( $10^4$ UFC/100 ml) devem ser mais detalhadamente estudadas, pois com os estudos preliminares realizados na UFBA este tipo de efluente se mostrou uma alternativa viável do ponto de vista econômico, técnico e ambiental.

De acordo com o Manual da FIESP, a escolha das fontes alternativas de água deve levar em consideração não só os custos de implantação, mas também os custos envolvidos devido à descontinuidade do fornecimento principalmente à necessidade de garantia da qualidade da água oferecida, sempre privilegiando a saúde pública, dos usuários diretos e indiretos. O manejo e a gestão inadequada desse processo de reuso podem expor os usuários e as atividades ligadas a essa água em riscos (BRASIL, et al. 2005, p. 50): utilizar água não proveniente da concessionária traz o ônus de alguém se tornar “produtor de água” e portanto responsável pela gestão qualitativa e quantitativa deste insumo. Cuidados específicos devem ser considerados para que não haja risco de contaminação a pessoas ou produtos ou de dano a equipamentos.

No Brasil, atualmente dois documentos que balizam padrões de qualidade de reuso, que é claro, variam de acordo com o fim desejado, são o Manual da FIESP e a NBR 13.969 do ano de 1997. O reuso da água requer medidas efetivas de proteção a saúde pública e ao meio ambiente, a ambas devem ser tecnicamente e economicamente viáveis. Existem diversos países com diferentes níveis de desenvolvimento e quantidade de água disponível. Assim é interessante que as normas sejam feitas sob medida para se ajustar o equilíbrio entre a disponibilidade, tecnologia e risco.

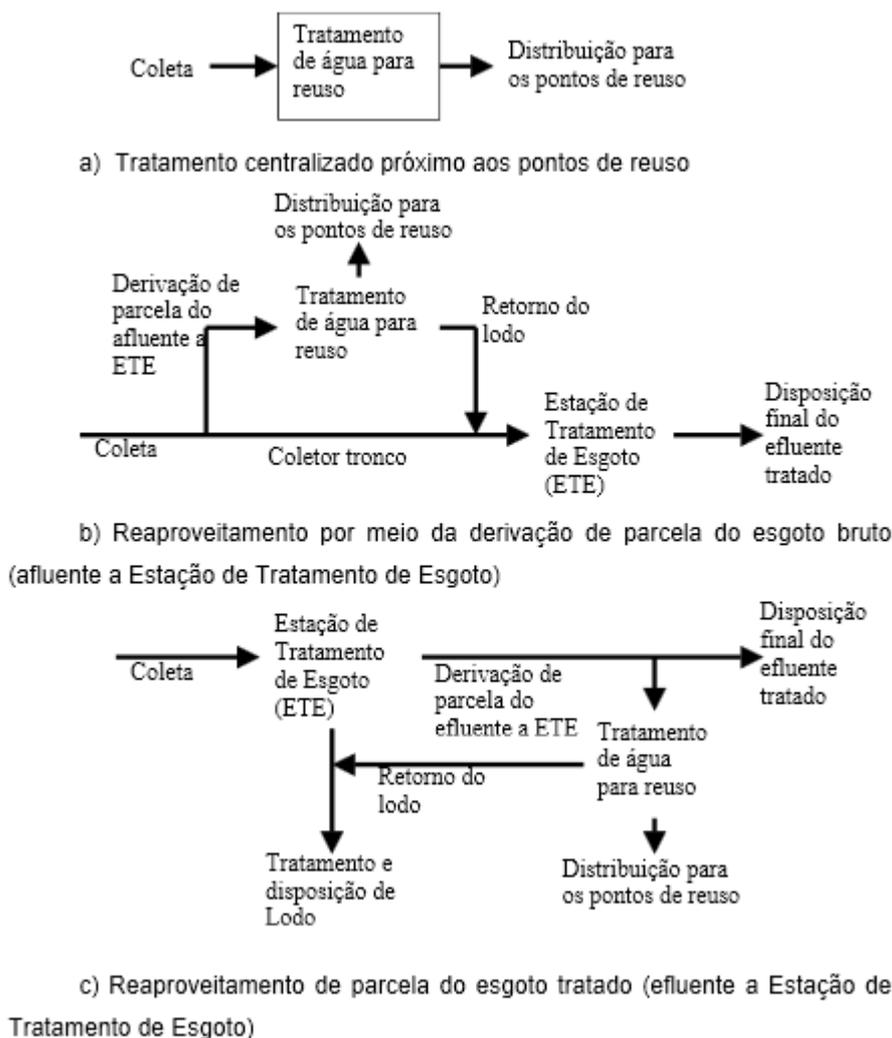
O quadro abaixo (figura 14) apresenta os limites estabelecidos pelos dois documentos citados anteriormente, para reuso em descargas de bacias sanitárias.

Parâmetros	Manual da FIESP (BRASIL et al., 2005, p. 54)	NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22)
pH	6,0 - 9,0	-
Cor (UH)	≤ 10	-
Turbidez (NTU)	≤ 2	< 10
Óleos de graxas (mg/L)	≤ 1	-
DBO (mg/L)	≤ 10	-
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Não detectáveis	< 500
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes	-
Nitrato (mg/L)	≤ 10	-
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20	-
Nitrito (mg/L)	≤ 1	-
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,1	-
SST (mg/L)	≤ 5	-
SDT (mg/L)	≤ 500	-

**Figura 14: Parâmetros de qualidade e limites para reuso em descargas de bacias sanitárias**  
Fonte: Manual de FIESP, p. 54 e NBR 13.969, p. 22

Segundo Mancuso e Santos (2003), o reuso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente. Assim, as tecnologias empregadas para tratamento de água visando reuso devem considerar a qualidade da água afluyente ao sistema de tratamento e os usos que serão considerados após o tratamento. Qualquer alteração nestas condições deve ser avaliada antes da adoção ou da continuidade das práticas de reuso. Fica claro, portanto, que a produção de água de reuso depende do nível de tratamento requerido, determinado por sua qualidade. Todavia, a quantidade demandada para cada finalidade também é fator determinante na concepção da estratégia de produção de água de reuso.

Os sistemas de tratamento e reaproveitamento de água podem assumir diferentes configurações, conforme ilustrado na Figura 15.



**Figura 15: Possíveis configurações do sistema de tratamento de água de reuso.**

Fonte: OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 285 Julho – Dezembro / 2008

Na Figura 15 (a) o tratamento é centralizado na unidade de tratamento de água de reuso e posteriormente distribuído aos pontos de utilização. Na Figura 15 (b) uma parcela do esgoto bruto é desviada para a unidade de tratamento de água de reuso antes de entrar na estação de tratamento de esgoto (ETE) e o lodo resultante do tratamento é conduzido à ETE. Na Figura 15 (c) uma parcela do efluente da ETE é derivada para a unidade de tratamento de reuso. Evidentemente a adoção por uma ou outra estratégia pressupõe a análise de diferentes fatores, tais como: existência da ETE, nível de tratamento requerido, existência de emissários, distância entre o ponto de produção e de distribuição e vazões requeridas para atendimento das demandas de água de reuso.

Ainda referente ao processo de reuso de água, Bazzarella(2005, p.77-78), descreve o sistema implantado (figura 16) experimentalmente na UFES (Universidade Federal do Espírito Santo):

- a) o RSP (reservatório superior de água potável) recebe água potável, armazena e depois atende a lavatórios e chuveiros;
- b) o efluente proveniente desses aparelhos é então encaminhado a EACB (elevatória de água cinza bruta);
- c) a água cinza é bombeada para a estação de tratamento, no primeiro momento ela passa pelo RAC (reator anaeróbico compador secundário); onde acontecem reações de estabilização de MO (matéria orgânica) e sedimentação: anda no RAC, ocorre a digestação anaeróbica do lodo aeróbio e do lodo terciário que são recirculados, do decantador e do filtro terciário respectivamente;
- d) segue para o FBAS (filtro biológico aerado submerso);
- e) passa pelo DEC (decantador secundário);
- f) em sequencia pelo FT (filtro terciário);
- g) saída da estação de tratamento, a água cinza vaia para a desinfecção, que ocorria dentro do EACT (elevatória de água cinza tratada);
- h) agora clorada, a água pronta para ser reutilizada é bombeada para o RSR (reservatório superior de água de reuso), e depois distribuida para os vasos sanitários e para os mictórios.



geral é recomendar o uso de água com qualidade próxima à da água potável, optando pela velha máxima de “pecar por excesso”. A qualidade da água requerida para uso em vasos sanitários, independentemente do fato de ser água recuperada ou não, poderia muito bem ser estabelecida a partir da qualidade requerida para outros usos, para os quais existem informações baseadas em pesquisas científicas.

A água recuperada de efluentes é largamente reusada em alguns países (i.e. Japão, EUA, Austrália, Israel, etc.). A maior parte dos usos é em agricultura irrigada, paisagismo, atividades industriais, recarga de lençóis, balneários recreativos e em menor escala em usos urbanos não potáveis e em casos críticos, até reusada como água potável. Em 1995, a OMS - Organização Mundial da Saúde publicou um trabalho baseado em 22 pesquisas que relacionam a qualidade da água com a saúde dos usuários praticantes de esportes em águas balneáveis. A principal conclusão a que se pode chegar através da análise dos números dos estudos selecionados, é que não existe razão para crer que enfermidades infecciosas severas tais como hepatite infecciosa e febre tifoide possam ser transmitidas a banhistas susceptíveis através de águas recreativas contaminadas com os agentes causadores.

É, portanto, plenamente racional estabelecer para a água a ser usado em vaso sanitário, um paralelo com a água classificada como balneável, já que se admite que nela podemos mergulhar tendo contato com ela todas as partes do nosso corpo, ao passo que, nas bacias sanitárias a possibilidade de contato, além de remota, se ocorrer será em proporções ínfimas se compararmos as superfícies expostas ao contato nos dois casos. Usar água classificada como balneável no vaso sanitário equivale a dizer que se admite que possamos nele mergulhar. Assim, se pode concluir que esse nível de qualidade provavelmente exceda em especificações para o uso em descargas de vasos sanitários.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A tendência, quando se lida com processos de estabelecimento de padrões sem base de dados específicos, é a opção pela segurança. Isso tem conduzido os legisladores, muitas vezes, à recomendação, ou mesmo imposição de requisitos de qualidade mais restritivos que os efetivamente necessários, o que eleva mais ainda o já alto investimento em instalações hidráulicas e unidades de tratamento desesti-

mulando a aplicação do reuso nas residências e impedindo que uma parcela da população não atendida com água potável e saneamento básico obtenha esse benefício social.

Para se estimular o reuso urbano de água recuperada das águas residuárias nas descargas de vasos sanitários, é estritamente necessária a ruptura do ciclo vicioso em que a situação se encontra: a prática do reuso não é estimulada por falta de regulamentação técnica e legal e não existem padrões de qualidade porque faltam aplicações na prática e, conseqüentemente, dadas experimentais confiáveis.

As normas para utilização da água de reuso ainda estão em processo de aprimoramento, existem diversos estudos para definir parâmetros e aplicações desta água. Conforme citação de Schneider (2001), “o maior desafio na utilização de águas residuárias contaminadas com esgoto doméstico é garantir a qualidade microbiológica e química da água de reuso”, além desta importante consideração, vale salientar que também é necessária a conscientização e esclarecimento das pessoas que utilizarão a água de reuso, tanto no que diz respeito a aplicação da água, quanto a necessidade de redução da captação nos aquíferos.

Tomando-se por base o aumento irrestrito da demanda de água, associado ao aumento na poluição das reservas hídricas, uma nova estratégia de consumo está se desenvolvendo em todo o mundo visando conservar a sua disponibilidade e qualidade: “o reuso de água”. Muitos são os países que fazem reuso de água, após o devido tratamento, para consumo doméstico, industrial e agrícola.

O tratamento a ser dado às águas servidas está atrelado ao objetivo ao qual se propõe. A escolha do processo deve garantir que as águas tratadas, que serão reutilizadas com fins diversos, não representarão nenhum risco à saúde pública. Embora a prática da reutilização de água servida não tenha sido levada a sério no Brasil, algumas empresas já iniciaram essa prática visando suprir a sua demanda de água. Tais estratégias têm representado economias significativas no processo produtivo dessas instituições. É chegada a hora de se incentivar, também, o tratamento de esgotos dos grandes centros urbanos e, canalizá-los para as regiões de produção agrícolas próximas a esses locais, objetivando o seu reuso na irrigação. Visto que esses efluentes são bastante ricos em nutrientes, isso representará, na certa, uma grande economia financeira e de água potável.

É, portanto, plenamente racional estabelecer para a água a ser usada em vaso sanitário, um paralelo com a água classificada como balneável, já que se admite que nela podemos mergulhar tendo contato com ela todas as partes do nosso corpo, ao passo que, nas bacias sanitárias a possibilidade de contato, além de remota, se ocorrer será em proporções ínfimas se compararmos as superfícies expostas ao contato nos dois casos. Usar água classificada como balneável no vaso sanitário equivale a dizer que se admite que possamos nele mergulhar. Assim, se pode concluir que esse nível de qualidade provavelmente exceda em especificações para o uso em descargas de vasos sanitários.

## **REUSE OF WATER TREATMENT STATION WASTEWATER: ENTERPRISE INTELBRAS - SÃO JOSE (SC)**

### **ABSTRACT**

This work aims to show theoretical concepts and techniques applied to water reuse in toilets and how this practice can contribute to the pursuit of sustainable water resources. In its development are discussed the possibilities of reuse and its main applications, the treatments required for the implementation of reuse and the current discussions about the water quality requirements for this application. The case study consists of analysis technique for the implementation of a water reuse system in a WWTP (wastewater treatment plant) company Intelbras S / A. The system aims at the conservation of the local aquifer, reduction of cost of water uptake and the fate of wastewater. The reuse water is coming from the wastewater treated by physical-chemical process and evaluation of the results of the monitoring is conducted quarterly by laboratory analysis of the main parameters of operation of the station. The treated sewage play a key role in the planning and sustainable management of water resources as a substitute for the use of water for the agricultural, industrial, reuse in toilets and irrigation, among others. By reducing the demand on the sources of good water quality for human consumption, the use of treated sewage contributes to the conservation of resources and adds an economic dimension to water resources planning. Thus, the reuse and / or recycling, and positively affect the quality of available water, reduces pressure on water sources due to the replacement of drinking water quality water less noble.

**Keywords:** Water reuse, Sewage, Effluent Treatment.

## REFERÊNCIAS

LOHN, Joel Irineu. **Metodologia para elaboração e aplicação de projetos**: livro didático. 2 ed. rev. e atual. Palhoça: UnisulVirtual, 2005. 100 p.

RAUEN, Fábio José. **Roteiros de investigação científica**. Tubarão: Unisul, 2002.

ALMEIDA, Giovana, COHIM, Eduardo, DULTRA, Fernando, KIPERSTOK, Asher, ORNELAS, Pedro. **Qualidade mínima para reuso de efluentes domésticos Em vasos sanitários: uma proposta para discussão**. Pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia - UFBA - Salvador, BA.

BAZZARELLA, B.B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. Dissertação Mestrado em Engenharia Ambiental – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, 2005.

CROOK, James, SANTOS, Hilton Felício. **Critérios de Qualidade da Água para Reuso**. Revista DAE 174, Dez 1993.

CUNHA, Ananda Helena Nunes, OLIVEIRA Thiago Henrique de, FERREIRA, Rafael Batista, MILHARDES, André Luiz Mendes, SILVA, Sandra Máscimo da Costa e. **O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de Água no país**. Mes-trandos em Engenharia Agrícola. Trabalho de conclusão de curso - Unidade Univer-sitária de Ciências Exatas e Tecnológicas – UnUCET – UEG Anápolis- GO, 2011.

DANTAS, Danielly Luz, SALES, Alessander Wilckson Cabral. **Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água**. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambien-tal, V.3, Nº.3, p. 4-19. Set.- Dez. 2009.

MENDONÇA, Pedro de A. Ornelas. **Reuso de água em edifícios públicos. O caso da escola politécnica, 2005**. Dissertação de mestrado profissional em Gerencia-mento e Tecnologias Ambientais no processo produtivo – UFBA – Universidade Fe-deral da Bahia – Departamento de Engenharia Ambiental. Salvador – BA.

MORUZZI, Rodrigo Braga. **Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios**. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 274 Julho – Dezembro / 2008

NAVACHI, José Aparecido. **Projeto Sistema de tratamento de esgoto Sanitário com membranas de Ultrafiltração (Memorial Descritivo)** - Ambiental SC Ltda. São José/SC, Brasil - Novembro de 2012.

RODRIGUES, R.S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reuso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil, 2005**. Dissertação. Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1248 (Mestrado) – Es-cola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP.

SELLA, Marcelino Blacene. **Reuso de águas cinzas: avaliação de viabilidade da implantação do sistema em residências**. Trabalho de Diplomação. Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, Escolha de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Julho 2011, Porto Alegre – RS.

TESSELE, Fabiana. **Tratamento Otimizado e Reuso de Águas Residuárias Visando a Sustentabilidade do Ambiente**. Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS.

AMBIENTAL SC, Consultoria e Projetos Ambientais - Memorial Descritivo da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da Intelbras. Novembro 2012. Blumenau/SC.

INTELBRAS, Instrução de Trabalho: IT-MA-001-MAN - Operação da Estação de Tratamento de Efluentes. Setembro 2012. São José – SC.

INTELBRAS, Planilha de Consumo de Água. Janeiro e Fevereiro 2013.

INTELBRAS, Relatório de Ensaio nº A\_ 47.2013 e 103.2013. Laboratório Biológico Análise Química e Microbiológica. Florianópolis – SC. Janeiro 2013.

CRUZ, Luísa Paula Valente da. **Principais técnicas de tratamentos de águas residuais**. Disponível em < [http://www.ipv.pt/millenium/ect7\\_lpvc.htm](http://www.ipv.pt/millenium/ect7_lpvc.htm)>. Acesso em: 17 Março 2013.

#### **Intelbras/Apresentação**

<<http://www.intelbras.com.br/apresentacao.php>>. Acesso em: 08 Março 2013.

#### **Intelbras/Qualidade e Meio Ambiente**

<[http://www.intelbras.com.br/qualidade\\_meio\\_ambiente.php](http://www.intelbras.com.br/qualidade_meio_ambiente.php)>. Acesso em: 08 Março 2013.

PORTAL São Francisco. **Reuso de água**. Disponível em:

<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-agua/reuso-de-agua-2.php>>.

Acesso em: 13 Março 2013.

**BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. 1997.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>.

Acesso em: 08 Março 2013.

**BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução Nº54 de 28 de novembro de 2005.** Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 09/03/2006. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 10 de Março 2013.

**CONAMA (Conselho Nacional Do Meio Ambiente). 2005. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf)>. Acesso em 15 Março 2013.

**TANQUES SÉPTICOS - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos.** NBR-13.969/97 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3633>>. Acesso em: 15 Março 2013.