

# **VIABILIDADE DO TRATAMENTO E REUSO DA ÁGUA NO SETOR DE COMÉRCIO E SERVIÇOS – UM ESTUDO DE CASO NO SETOR HOTELEIRO**

**Sahadev Anantha Krishnan e Murilo Damato <sup>(1)</sup>**

Consultor , Professor docente

Centro de Educação Ambiental – SENAC

Avenida do Café 298, CEP 04311-000 - São Paulo - Capital.

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO
2. OBJETIVO
3. METODOLOGIA
4. REDUÇÃO DE CONSUMO NA FONTE
5. TRATAMENTO DE EFLUENTES E REUSO DA ÁGUA

## **RESUMO**

O problema da escassez da água e a necessidade cada vez maior de usá-la de uma forma racional, está motivando muitas organizações a investir em estudos e projetos para o seu re-uso. O Grande Hotel Campos de Jordão – Hotel Escola SENAC, está na fase final de implantação do seu sistema de gestão ambiental, com base na norma ISO 14001. Dentro dos objetivos e metas do SGA, estão previstas a implantação de programas para a racionalização do uso da água nas dependências do hotel , a construção de uma estação de tratamento para os efluentes- ETE e uma avaliação de viabilidade do re- uso deste efluente após tratamento para usos secundários Este trabalho apresenta detalhes deste programas.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Água, Tratamento de água, Re-uso de água, Estudo de viabilidade.

---

<sup>1</sup> Nossos agradecimentos ao Eng. Rachid Tauaf Toute da Puritech Projetos e Equipamentos de Defesa Ambiental Ltda pelas discussões esclarecedoras sobre o sistema UNIFLUX, bem como pelo apoio no desenvolvimento do projeto da ETE.

## **1. INTRODUÇÃO**

O consumo mundial de água doce dobrou em 50 anos e hoje corresponde à metade dos recursos acessíveis. Explorar tais recursos foi a causa do desenvolvimento de muitos países principalmente na agricultura, na geração de energia, na indústria e comércio. Mas a competição entre estes setores vem degradando as fontes. ( Mancuso , 1992 ). O ciclo natural da água tem sido alterado em muitas regiões e os ecossistemas que garantem sua qualidade e quantidade estão sendo suprimidos. Os documentos da UNESCO apresentados no 3º fórum mundial de água realizada em Kyoto em Março deste ano estima que haja atualmente 120 mil km<sup>3</sup> de água contaminada no mundo (uma quantidade maior do que o total existente nas dez maiores bacias hidrográficas do planeta) e para cada litro de água com dejetos, oito litros de água são contaminados. Este quadro sombrio está motivando um número cada vez maior de empresas, organizações e indústrias no mundo todo a buscar formas para o uso racional da água através de programas de redução e reutilização. Este trabalho apresenta detalhes de um projeto para redução e reutilização da água no setor de comércio, mais especificamente no Grande Hotel Campos de Jordão da rede SENAC, São Paulo.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Rede SENAC de São Paulo**

A rede SENAC de São Paulo conta hoje com um total de cinquenta e oito núcleos de ensino e dois Hotéis escola, atendendo mais de 50.000 alunos dentro do estado. Em função de sua abrangência e dimensões a preocupação com o meio ambiente sempre esteve presente na organização, inicialmente através do desenvolvimento de projetos de responsabilidade social, visando à promoção da cidadania através da realização de trabalhos nas comunidades, onde cada núcleo atua procurando a sensibilização deste público para mudanças de atitude em relação ao meio ambiente e mais recentemente através da implantação do projeto de ecoeficiência na rede.

O projeto de ecoeficiência visa proporcionar à Rede SENAC São Paulo maior clareza a respeito de sua relação e interação com o meio ambiente, além de fornecer ferramentas para a melhoria contínua do desempenho ambiental da Instituição. Em Novembro de 2002 foi aprovada a política de meio ambiente da rede SENAC, base para o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental que o SENAC – SP decidiu implementar no Grande Hotel Campos de Jordão – Hotel Escola SENAC além de projetos pilotos em três unidades da rede de ensino.

### **2.2 Grande Hotel Campos de Jordão / Hotel Escola SENAC**

O Grande Hotel Campos de Jordão / Hotel Escola SENAC está localizado na Serra da Mantiqueira, no município de Campos de Jordão, 200 km da cidade de São Paulo.

O município foi decretado como Área de Proteção Ambiental pela Lei Municipal nº 1.484, de 09 de abril de 1985 e Decreto Municipal nº 1.850, de 31 de maio de 1988. Inicialmente conhecido como o Grande Hotel Cassino, o hotel passou a ser administrado pelo SENAC a partir de convênio assinado com o governo do estado em 1982. Entretanto foi a partir de 1987 que foram iniciadas as reformas visando sua transformação em hotel escola, mas por motivos de liberação de verbas, as obras prosseguiram em ritmo bem lento, até a reinauguração em 1998.

As instalações atuais do hotel – escola estão localizadas num parque com aproximadamente quatrocentos mil metros quadrados de área , entrecortado por vastas alamedas e singelos caminhos, habitat natural de aves e animais silvestres. Fazem parte deste exuberante ecossistema um milhão e duzentos mil pés de árvores frutíferas e nativas, plantadas com cuidados especiais. Os estudos e levantamentos para a implantação do sistema de gestão ambiental (norma ISO 14001) do hotel foram iniciadas em maio de 2002 e na fase de planejamento do sistema, foi constatado o potencial para a racionalização de consumo de água através da implementação de dois tipos de programas:

- Redução na fonte, utilizando retrofits nos chuveiros e torneiras para diminuir o consumo.
- Construção de uma estação de tratamento para os efluentes (uma exigência da legislação municipal e estadual e, portanto um aspecto significativo) e a reutilização do efluente tratado, para substituir a água fornecida pela concessionária para algumas atividades secundárias.

Ambos os programas foram contemplados dentro dos objetivos e metas do sistema de gestão ambiental do hotel.

### **3. METODOLOGIA**

O trabalho foi desenvolvido em duas grandes etapas, seguindo as premissas abordadas no item 2.2. Na primeira etapa foram realizados levantamentos e implementados meios para racionalizar o consumo de água, contribuindo assim, não somente para a conservação deste recurso natural, mas também para reduzir o volume de efluente para tratamento. Na segunda etapa os estudos foram direcionados para a construção de uma estação de tratamento para os efluentes e sua reutilização, após tratamento adequado.

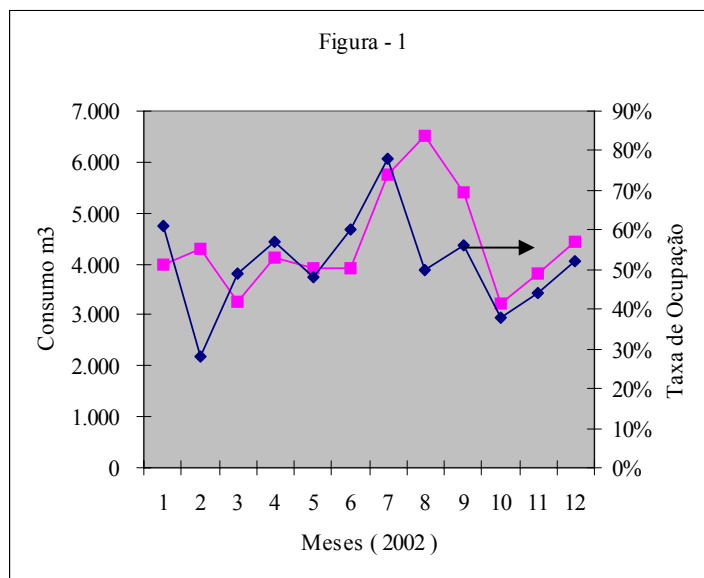
### **4. REDUÇÃO DE CONSUMO NA FONTE**

#### **4.1 Diagnóstico do uso da água**

O Grande Hotel Campos de Jordão, Hotel escola SENAC tem uma área construída de 19000 m<sup>2</sup>, e 10.000m<sup>2</sup> de jardins. O hotel possui 95 apartamentos com uma lotação máxima de 320 pessoas e um quadro permanente de 300 funcionários que compõem a infra-estrutura necessária para sua operação e manutenção. A escola tem um total de 750 alunos matriculados nos vários cursos, sendo que em média 450 alunos freqüentam as dependências por dia.

Como é o caso em qualquer estância turística a taxa de ocupação é variável, sendo que os meses de maior ocupação são os meses de Junho e Julho. A figura 1 mostra a variação da taxa de ocupação para o período de Janeiro à Dezembro de 2002, onde é também mostrado o consumo de água para este mesmo período. Estas informações foram obtidas dos dados do programa de monitoramento do consumo de água mantido pela gerência do hotel. Além da água são também monitorado o consumo de energia, de gás, (o sistema de calefação e o aquecimento da água das caldeiras utiliza gás natural) e mais recentemente os resíduos sólidos. Todas estas informações estão documentadas.

Figura 1 – Consumo mensal e taxa de ocupação do Grande Hotel para 2002



O consumo máximo foi no mês de Agosto e a vazão máxima medida foi de  $6532\text{m}^3$ , enquanto que a vazão mínima foi de  $3247\text{m}^3$ , medida no mês de Março (Além da baixa taxa de ocupação neste mês, a escola também tem um mínimo de movimento nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março em função das férias escolares), a vazão média mensal no ano de 2002 foi de  $4384\text{m}^3$ . Há uma pequena defasagem entre as duas curvas, o que pode ser atribuído a época da leitura do hidrômetro.

#### 4.2 Simulações de consumo

As principais fontes que contribuem para o consumo mostrada na figura 1 provem da água utilizada para irrigar os jardins, a lavanderia, as cozinhas do hotel e da escola, os chuveiros, torneiras dos lavatórios e os vasos sanitários. Dentre estas múltiplas fontes, os trabalhos para reduzir o consumo foram direcionados num primeiro momento para os chuveiros e as torneiras. As razões para esta decisão são abordadas abaixo. Quanto às demais fontes, alternativas para a água de irrigação e para os vasos sanitários, foram avaliadas dentro do programa de re-uso da água.

Para implementar medidas de redução, foram realizadas simulações de consumo na situação atual e com a utilização de dispositivos para diminuir o consumo. Os dados para estes cálculos foram obtidos a partir do levantamento dos custos e características técnicas de dois produtos para economizar a água de chuveiros e torneiras recentemente lançados no mercado. Chamados Registros Reguladores de Vazão (RRV's) eles permitem que seja feito um controle melhor da vazão da água. Medidas de vazão realizadas em loco (Vide tabela 1) mostraram que havia um bom potencial para redução em ambos os equipamentos. Os registros reguladores de vazão avaliados eram da marca DOCOL.

Os dados e as premissas utilizadas para as simulações, são apresentadas na tabela 1 e os resultados das simulações são apresentados nas figuras 2 e 3.

Tabela –1 Dados sobre as vazões utilizadas nas simulações

EQUIPAMENTO	VAZÃO ATUAL	VAZÃO COM RRV
Chuveiro	0,35 l/s *	0,25 l/s *
Torneira	0,2 l/s **	0,07 l/s **

- \* Vazão medida em loco no apartamento típico da 3ª andar
- \*\* Vazão medida em loco no lavatório do andar térreo.

Outras Premissas - Ho num primeiro momento tel / Taxa de ocupação média - 60 % População fixa do hotel - 300, Escola média de 450alunos (7h - 22h) (26 dias mês).

Figura 2 – Resultado da simulação para os chuveiros

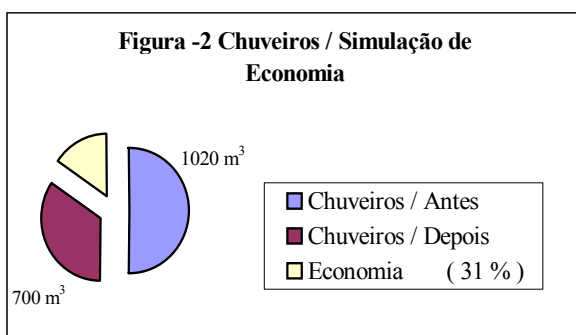
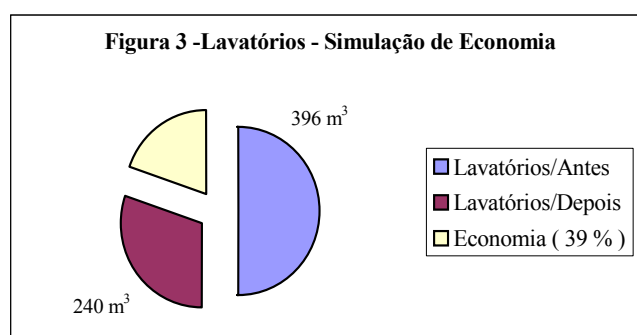


Figura 3- Resultado da simulação para as torneiras



O retorno do investimento para os chuveiros é de 3,5 meses e para as torneiras é de 5,5 meses

#### 4.3 Resultados

Utilizando a vazão média de 4384 m³ para 2002, os dados apresentados no item 4.2 mostram que a contribuição dos chuveiros e torneiras representa 32% do consumo global (1416 m³) e a instalação dos RRV's poderá contribuir para uma redução de 11% deste consumo (aproximadamente 500 m³) com retorno de investimento entre 3 e 5 meses. Esta redução na fonte, também representará uma redução no efluente da ordem de 500m³ por mês.

Em função dos resultados obtidos estão sendo instalados RRV's em todos os chuveiros e torneiras, num total de 160 unidades para os chuveiros e 240 unidades para as torneiras. O trabalho está sendo realizado em etapas nos meses de Junho e Julho/2003 (para evitar transtornos aos hóspedes). O programa de monitoramento de consumo continuará sem interrupção.

Foi também feita uma estimativa de redução mensal de volume de gás utilizado para aquecimento. Esta redução é de 3 %. ou ~ 470 kg

### 5. TRATAMENTO DE EFLUENTES E REUSO DA ÁGUA

Um dos requisitos para o planejamento e implantação do sistema de gestão ambiental é a avaliação de conformidade das atividades e serviços do hotel com a legislação federal, estadual e municipal. . O sistema público de esgotos de Campos de Jordão é desprovido de tratamento adequado e neste contexto a lei estadual No 997 /76 requer que seja feita uma análise dos

efluentes do hotel, para determinar sua conformidade com os padrões estabelecidos pelo Art. 18. Também a Lei nº 2.029, de 30 de novembro de 1993 do município, determina que todos os Hotéis, Flat Hotéis, Condomínios horizontais ou verticais e demais entidades de lazer que comprovadamente hospedem mais de cinquenta pessoas, destinem uma área e instalem uma estação de tratamento de esgoto específica para seu uso.

Em conformidade com a política ambiental do SENAC e visando agregar valor às exigências legais, o planejamento e implantação de um estação de tratamento e reuso dos efluentes foi considerada com um dos objetivos principais do sistema de gestão ambiental.

### 5.1 Avaliação dos efluentes

A qualidade dos efluentes foi avaliada para subsidiar o estudo das alternativas de tratamento. Esta avaliação foi feita a partir da análise de amostras coletadas em duas ocasiões. A primeira coleta foi realizada no dia 17 de dezembro de 2002 dia normal de aulas na escola, mas com pouca ocupação do hotel. A segunda coleta foi realizada no dia 13 de fevereiro de 2003 durante o período das férias escolares, mas com todos os apartamentos do hotel ocupados. Não foi possível realizar uma coleta com hotel e escola totalmente ocupados. O resultado da análise é mostrado na tabela 2, onde são apresentados os valores de alguns parâmetros importantes.

Tabela 2 – Resultados de análise da qualidade dos efluentes \*

PARÂMETRO	RESULTADO 1 ( 17/12/2002)	RESULTADO 2 ( 13/02/2003 )	LIMITE	UNIDADE
PH	7,2	6,6	5 – 9	
Cádmio	< 0,02	< 0,02	0,2	mg/l
Mercúrio	< 0,01	< 0,01	0,01	mg/l
Cobre	0,05	0,03	1,0	mg/l
DBO	322	418	60	mg/l
DQO	525	850	-	mg/l
Óleos e Graxas	58	182	100	mg/l
Resíduo Sedimentável	2,5	2,2	1,0	mg/l

\* Coleta e análise realizada pelo Laboratório do Centro de Educação Ambiental –CEA do SENAC

Os resultados mostram que o efluente é tipicamente biológico, (biodegradável) com uma razão DQO/ DBO de 1,6 na primeira amostra e de 2,0 na segunda amostra. Como é de se esperar o teor de óleos e graxas é também maior quando há maior ocupação do hotel.

### 5.2 Alternativas de tratamento

Duas alternativas de tratamento foram contempladas:

- Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA)
- Sistema Uniflux

### 5.2.1 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente

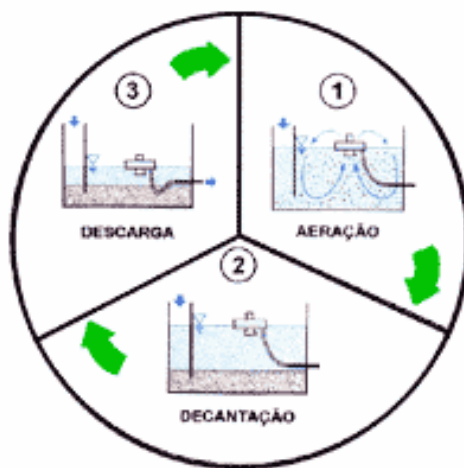
Neste reator (Von Sperling, 1996) a biomassa cresce dispersa no meio. Ao crescer pode formar pequenos grânulos correspondentes à aglutinação de diversas bactérias. Esses grânulos por sua vez tendem a servir de meio suporte para outras bactérias. O fluxo do líquido é ascendente e como resultado da atividade anaeróbia são formados gases (principalmente metano e gás carbono) cujas bolhas também apresentam uma tendência de fluxo ascendente. De forma a reter a biomassa no sistema impedindo que ela saia com o efluente, à parte superior do reator é dotada com umas estruturas cônicas ou piramidais, que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos. O gás é coletado na parte superior de onde pode ser retirado para reaproveitamento, enquanto que os sólidos sedimentam na parte superior da estrutura escorrendo pelas paredes, até retornarem ao corpo do reator.

Este sistema de tratamento, entretanto é sensível a variações na carga do efluente, em virtude dos microorganismos não estarem aclimatados para absorver cargas instantâneas. Quanto maior a variação, (por ex. um aumento abrupto na concentração de detergente da lavanderia) maior a sensibilidade do sistema. Como o regime de funcionamento do hotel prevê cargas intermitentes esta alternativa. foi descartada.

### 5.2.2 Sistema Uniflux

O sistema UNIFLUX combina as etapas de EQUALIZAÇÃO, AERAÇÃO e CLARIFICAÇÃO em um único tanque (reator), enquanto que sistemas convencionais de tratamento necessitam de múltiplas estruturas, dotadas de equipamentos mecânicos, tubulações e bombas, para conseguir o mesmo objetivo de tratamento. Um ciclo típico do processo UNIFLUX consiste de quatro períodos distintos; Alimentação, Reação, Decantação e Descarga. (Figura 4)

Figura 4 - ETE / Sistema Uniflux



O tratamento biológico (oxidação da matéria orgânica) é feito através de um sistema inovador, composto de um tanque de aeração dotado de um aerador mecânico especial, cuja unidade é usada para introduzir oxigênio no tanque, promover mistura e efetuar o escoamento do líquido clarificado.

O princípio de funcionamento do sistema UNIFLUX é baseado na operação intermitente do processo de lodos ativados, modalidade oxidação total. O reator de sequência intermitente UNIFLUX consiste de um processo de carga e descarga, controlado automaticamente por um processador eletrônico.

Esta alternativa supera as dificuldades, encontradas com o reator anaeróbio de fluxo ascendente, em virtude de ser projetado para trabalhar com vazões e cargas intermitentes, visto que o próprio reator atua como um tanque de equalização, onde as cargas são acumuladas, aclimatadas e oxidadas, antes de lançar seu efluente no corpo receptor.

### 5.2.3 Vantagens do sistema UNIFLUX

Comparado com sistemas convencionais de tratamento, o sistema tem as seguintes vantagens:

- Não necessita de controle específico de operação, dispensando o uso de decantador secundário e sistema de recirculação de lodo.
- Absorve picos orgânicos e hidráulicos sem interferir na sua eficiência operacional.
- O sistema poderá ser facilmente ampliado para atender futuras demandas através de uma simples alteração de ciclos.
- Ideal para estações sujeitas a vazões irregulares ou intermitentes.
- A concentração de massa biológica é sempre mantida no nível ideal, visto que não depende de recirculação de lodos.
- Operação simples e segura.
- Separação de sólidos e clarificação do efluente ocorre em condições ideais.

### 5.2.4 Dados do Projeto

Os dados utilizados (Von Sperling, 1996, CETESB, 1977) para dimensionar o sistema foram baseados na maior vazão observada nos resultados do monitoramento do consumo de água no período Abril 2001 à Abril 2003. Assim sendo temos as seguintes premissas:

- Vazão máxima -  $6.500 \text{ m}^3$
- Redução na fonte -  $500 \text{ m}^3$
- Vazão do projeto -  $6000 \text{ m}^3$
- Fator de retorno - 0,8
- Geração de esgoto -  $4800 \text{ m}^3/\text{mês}$
- Geração de esgoto ( $Q_{\text{méd}}$ ) -  $160 \text{ m}^3/\text{dia}$
- Coeficiente do dia de maior consumo - 1,5
- Coeficiente da hora de maior consumo - 1,2
- $Q_{\text{max}}$  diário -  $240 \text{ m}^3/\text{dia}$
- $Q_{\text{max}}$  Instantâneo -  $3,4 \text{ l/s}$

### 5.2.5 Concepção do sistema

O sistema de tratamento de efluentes (ETE) dimensionado para atender as condições apresentadas no item 5.2.4 é composto pelas unidades discriminadas abaixo: O fluxograma e layout do sistema está apresentada na Figura 5 (em função do seu tamanho este desenho é apresentado na última página deste trabalho).



- Peneira Hidrostática
- Caixa de Gordura
- Tanque de Aeração UNIFLUX
- Tanque de Contato de Cloro
- Filtro-Prensa para desidratação mecânica de lodo
- Tanque de Estocagem de Água de Reuso
- Bombas e compressores

#### 5.2.6 Descrição do processo

##### ▪ Peneira hidrostática

O efluente bombeado da elevatória é encaminhado a uma peneira do tipo hidrostática, dotada de tela em aço inox com perfil parabólico e malha de abertura 3,0 mm, retraindo assim as partículas sólidas com dimensões superiores a este valor, ainda eventualmente presentes nos despejos.

Os sólidos retidos deslizam pela parte frontal da peneira, sendo então recolhidos em caçamba disposta num plano inferior e encaminhados posteriormente para disposição final.

##### ▪ Caixa de gordura

Após passagem pela peneira, os esgotos passam por uma Caixa de Gordura de limpeza manual, dotada de cortinas de entrada e saída.

##### ▪ Tanque de aeração Uniflux

Os efluentes após sua passagem pela caixa de gordura, são encaminhados ao sistema UNIFLUX de tratamento biológico, composto de uma célula de aeração.

A célula de aeração é dotada de um aerador mecânico de superfície com dispositivo especial de drenagem de clarificado e deslizamento através de tubos-guia ou cabos de tração com molas tensoras.

O sistema de tratamento é uma operação cíclica que compreende três etapas distintas:

##### ➤ Ciclo de aeração

Nesta fase o aerador está ligado e a célula de aeração pode estar ou não sendo alimentada.

O ciclo de aeração se encerrará quando o tanque atingir seu nível máximo de operação.

##### ➤ Ciclo de decantação

Quando se encerra o ciclo de aeração, o respectivo aerador é desligado, tendo então início o ciclo de decantação, onde não estando mais a célula submetida à agitação, os flocos de lodo se depositam gradualmente no fundo.

A decantação do lodo dá origem a duas fases distintas dentro da célula de aeração; uma superior (denominada clarificado, isenta de partículas sólidas e que se constitui efetivamente em esgoto tratado) e outra inferior, a camada de lodo.

O tempo de decantação, isto é, o tempo que o aerador permanece desligado é determinado por temporizador programável, integrado à lógica de controle do sistema.

##### ➤ Ciclo de descarga

Decorrido o tempo determinado para o ciclo de decantação, inicia-se o ciclo de descarga, no qual, ainda com o aerador desligado, efetua-se a drenagem do clarificado, ou seja, efluente tratado.

Esta descarga se processa automaticamente com a abertura de válvula de acionamento pneumático, instalada no lado externo da célula de aeração. A deságua é feita numa caixa de descarga.

O efluente clarificado é sempre recolhido na superfície da célula de aeração, por meio de um dispositivo do próprio aerador, que acompanha seu movimento descendente. Da mesma maneira que o ciclo de decantação, o ciclo de descarga tem sua duração determinada por temporizador integrado à lógica do sistema.

Ao fim do ciclo de descarga, o aerador é automaticamente religado para dar início a um novo ciclo.

A separação de sólidos e clarificação do efluente ocorre em condições ideais, visto que durante o ciclo de decantação não ocorrem distúrbios hidráulicos causados pela entrada e saída de líquido ou recirculação de lodo como nos sistemas convencionais de tratamento, o que garante uma qualidade de efluente com alto grau de clarificação.

- **Cloração do esgoto tratado**

O esgoto tratado que deixa o tanque de aeração durante um ciclo de descarga é submetido a uma desinfecção final mediante adição de cloro, dosado na forma de solução de Hipoclorito de Sódio.

O aparato para dosagem do produto consiste-se de um tanque de preparação e dosagem e uma bomba dosadora, intertravada à válvula de descarga de clarificado. Assim, todas as vezes que a válvula é aberta para um ciclo de descarga, a bomba dosadora é automaticamente acionada, dosando a solução no tanque de contato de cloro.

- **Tanque de contato de cloro**

O esgoto tratado (clarificado) que deixa os tanques de aeração durante um ciclo de descarga é conduzido ao tanque de contato de cloro. Neste tanque, onde é dosada a solução de Hipoclorito de Sódio, o clarificado permanece por tempo suficiente para se processarem as reações secundárias que darão origem ao cloro residual, responsável pela desinfecção da água.

Para promover a dispersão adequada da solução de Hipoclorito no líquido, o tanque de contato é dotado de um misturador submersível. O tanque de contato possui também a função de “pulmão” para alimentação dos filtros de areia, executada por um par de bombas centrífugas comandadas por eletrodos de nível.

- **Filtros de antracito-areia**

Os esgotos já tratados em nível secundário (tratamento biológico) e clorados, são submetidos a um tratamento complementar (polimento), objetivando atingir uma qualidade ainda melhor para o efluente final, possibilitando assim o desejado reuso do efluente tratado.

Este tratamento complementar é composto por uma bateria de dois (2) filtros de antracito-areia operando em paralelo. Assim sendo, toda descarga de esgoto clarificado dos tanques de aeração é diretamente bombeada para os dois filtros, que são alimentados simultaneamente.

- **Tanque de água de reuso**

Da saída dos filtros de antracito-areia, o efluente é encaminhado para o tanque de água de reuso, com volume útil de 25 m<sup>3</sup> de reservação e equipado com duas bombas que efetuarão o recalque desta água para a caixa da água de distribuição do hotel. A água deste tanque é também utilizada para retrolavagem dos filtros de areia. O acionamento automático das bombas de água de reuso é feita através de envio de sinal de nível.

- **Caixa de distribuição**

Há duas caixas de distribuição com capacidade de 48 m<sup>3</sup> cada uma e interligadas, localizadas na parte superior do hotel. A grande vantagem é que a água destas caixas se destina exclusivamente para utilização nos vasos sanitários dos apartamentos. Além disso, dada a sua localização bem próximo as jardins, com um pequeno custo adicional é possível interligar as caixas ao sistema de irrigação dos jardins. A rede de distribuição para as demais atividades é totalmente

independente. Assim sendo não há necessidade de obras complementares de grande vulto para o reaproveitamento da água tratada.

- Sistema de desidratação do lodo

Da mesma forma que os sistemas convencionais de tratamento, o sistema UNIFLUX gera excesso de lodo quando a concentração de microorganismos nas células de aeração ultrapassam os valores ideais estabelecidos em projeto.

Contrariamente aos sistemas convencionais de tratamento, o UNIFLUX é projetado com baixos fatores de carga, resultando numa menor produção de lodo em excesso e em adiantado estágio de mineralização.

Neste caso, a drenagem do excesso de lodo é efetuada por decisão do operador, com o acionamento de uma bomba, interligada a tubos de drenagem instalados no fundo da célula. Uma operação de drenagem do excesso de lodo de uma determinada célula deve ocorrer preferencialmente durante um ciclo de decantação ou descarga (excepcionalmente também pode ser realizada durante Ciclos de Aeração), sendo que esta fração em excesso é bombeada para um sistema de condicionamento de lodo, composto por:

- Tanque de Polieletrólito - O lodo em excesso, retirado das células de aeração é inicialmente acondicionado, de modo a se melhorar suas características de filtrabilidade, através da adição de uma solução de polieletrólito, que é preparada e estocada num reservatório próprio, dotado de misturador rápido de eixo inclinado.
- Bomba Dosadora de Polieletrólito - A solução de polieletrólito é incorporada à corrente de lodo mediante a dosagem em linha do produto, executada por uma bomba dosadora tipo diafragma e um misturador estático.
- Filtro Bagfil - A filtração do lodo já acondicionado se dará num filtro Bagfil, do tipo gravimétrico, dotado de uma calha de escoamento e três elementos filtrantes descartáveis, em tecido especial. Uma vez esgotada a capacidade dos elementos filtrantes, estes são removidos e colocados sobre estrados para uma pós-secagem e posterior disposição como resíduo sólido.

### 5.2.7 Análise de custo benefício

Os dados utilizados para a análise de custo benefício são apresentados abaixo:

- Investimento

Para fins de investimento foram considerados o fornecimento de toda a mão-de-obra, material, ferramental e equipamentos para a implantação física da Estação de Tratamento de Efluentes que compreende:

- Plataforma para Peneira Hidrostática e Caixa de Gordura
- Tanque de Aeração UNIFLUX
- Tanque de Contato de Cloro
- Tanque de Água de Reuso
- Casa de Operação
- Calçadas /arruamento na área compreendida nos limites da ETE
- Caixas de passagem hidráulica e elétrica
- Bases para equipamentos.
- Equipamentos que compõem o ETE (Bombas, compressoras, misturador submersível, peneira hidrostática, aerador UNIFLUX, filtro bagfil, filtro de areia -antracito, dosadora de Hipoclorito de Sódio e polieletrólito).

- Interligação com sistema de irrigação

Total de investimento - R\$ 300.000,00

➤ Custos Operacionais

- ❖ Energia - 197 kWh /dia (Potência Instalada – 11 CV)
- ❖ Custo de energia – R\$ 0,22 / kWh
- ❖ Custo mensal – R\$ 1.300,00
- ❖ Produtos Químicos (Cloro) - R\$ 200/mês
- ❖ Mão de Obra - 500,00 R\$ /mês (Um operador com dedicação de 3h/dia, salário base R\$ 800/mês, mais encargos - 1,7)

Custo Operacional – R\$ 2000/mês

➤ Economia

Os jardins do hotel utilizam um sistema de irrigação automatizado. Com base na programação mensal do uso do sistema, foi estimado um consumo médio mensal de  $\sim 1400\text{m}^3$ .

Foi estimada também a contribuição dos vasos sanitários dos apartamentos utilizando simulações com as mesmas premissas apresentadas no item 4.2. Para esta simulação foi utilizada uma vazão média de 12 litros por descarga. A vazão média calculada foi de  $600\text{m}^3$

Face as vantagens oferecidas pelo sistema de distribuição de água existente no hotel foi contemplada a substituição destas duas fontes de consumo que resultará numa redução de  $2000\text{m}^3$  /mês.

Assim temos:

Economia –  $2000\text{m}^3$  /mês

Taxa da água - R\$ 7,28 / $\text{m}^3$

Economia mensal – R\$ 14.560,00/mês

Economia mensal – R\$ 12.560,00 /mês (Menos custos operacionais).

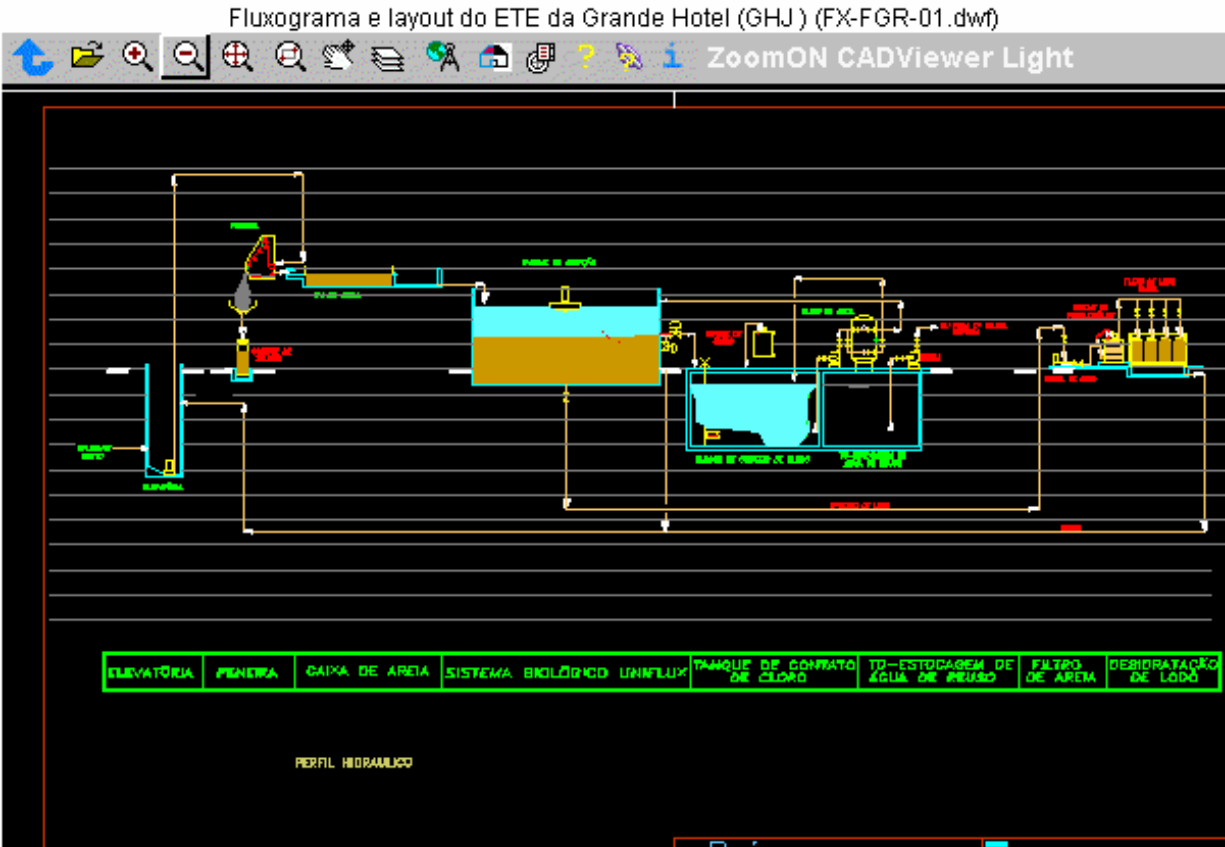
Retorno (simples) do investimento – 24 meses. (2 anos )

Taxa interna de retorno ( 3 anos ) – 28 %

## 6. CONCLUSÕES

Os estudos apresentados mostram que a implantação do programa de reuso de água no Grande Hotel Campos de Jordão é uma alternativa atraente do ponto de vista legal (conformidade com a legislação), ecológico (redução no efluente tratado despejado no corpo receptor) e econômico, com retorno do investimento em 2 anos.

Figura –5 Fluxograma e layout ( sem escala ) do ETE e sistema de reuso da água do Grande Hotel Campos de Jordão



Desenho - Puritech Equipamentos de Defesa Ambiental Ltda.

## **Referências Bibliográficas:**

### **Livros:**

- Marcos Von Sperling ; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. CNpq ;1996
- Livro : CETESB , Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental ; Sistemas de esgotos sanitários ; São Paulo , 1977
- Mancuso Pedro Caetano Sanches ; Re -uso da água e sua possibilidade na região Metropolitana de São Paulo. Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública da USP, 1992. São Paulo.