

VALEO SISTEMAS AUTOMOTIVOS LTDA.

GREEN BY NATURE

Prêmio FIESP – Conservação e Reuso da Água

Janeiro/2009



ÍNDICE

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	5
2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	9
3. INTRODUÇÃO.....	10
4. DESCRIÇÃO DO PROJETO	12
4.1. A empresa Valeo Sistemas Automotivos Ltda.....	12
4.1.1. Principais usos da água na planta.....	14
4.1.2. Gestão Hídrica na Valeo	14
4.1.3. A concepção do projeto Green by Nature	15
5. REUSO DE ÁGUA NA VALEO	20
5.1. Qualidade da Água.....	20
5.1.1. Tratamento de efluente biológico	20
5.1.2. Tratamento de efluente industrial	22
5.1.3. Resultados das análises laboratoriais	24
5.1.4. Resultados do teste de toxicidade.....	29
5.2. Reuso biológico	31
5.2.1. Resfriamento de Telhados	32
5.2.2. Rega de Jardim	34
5.3. Reuso industrial.....	37
5.4. Laboratório de teste de limpadores	37
6. RESULTADOS	38
7. CONCLUSÕES.....	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 Indicadores de resultados do projeto de reuso.	7
Tabela 5.1 Resultados das análises mensais do efluente final e da água de reuso.....	25
Tabela 5.2 Análises laboratoriais para metais e parâmetros orgânicos do efluente final e da água de reuso.....	28
Tabela 7.1 Indicadores de resultados do projeto de reuso.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Mapa de localização da Valeo – Unidade de Campinas.....	12
Figura 4.2 Diagrama geral do antigo sistema de gestão da água.....	15
Figura 4.3 Diagrama de metas do projeto Green by Nature na Valeo.	17
Figura 4.4 O gerenciamento do balanço hídrico é feito com o monitoramento de hidrômetros em diversos pontos da fábrica.	18
Figura 4.5 Fluxograma das aplicações de reuso na fábrica.....	19
Figura 5.1 Construção e uso zona anóxica do processo de tratamento.	21
Figura 5.2 Estação de Tratamento de Efluente Biológico.	21
Figura 5.3 Filtros de areia e aparência límpida da água de reuso.	22
Figura 5.4 Estação de tratamento de efluentes industriais.	24
Figura 5.5 Relação do aumento da concentração de cloro com a diminuição da concentração de coliformes.	27
Figura 5.6 Foto ilustrativa da distribuição de micro aspersores sobre telhado.	32
Figura 5.7 Projeto da distribuição de sprinklers na planta da fábrica.....	33
Figura 5.8 Esquema do funcionamento dos aspersores no telhado da fábrica.....	33
Figura 5.9 – Balanço Hídrico Normal Mensal do Município de Campinas conforme Thornthwaite & Mather (1955).	35
Figura 5.10 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica Mensais no Município de Campinas.	35
Figura 5.11 Implantação de sistema para reutilização da água nos testes de limpadores de pára-brisas.	37
Figura 5.12 Projeto da recirculação de água no teste de limpadores.	37
Figura 6.1 Redução no consumo de água potável da fábrica e aumento do reuso biológico no período de um ano.....	38
Figura 6.2 Aumento do consumo de água de reuso em três diferentes áreas..	39

ANEXO I – LAUDO DO TESTE DE TOXICIDADE- UNESP

ANEXO II – ÁREA PROPOSTAS PARA REGA DE JARDINS COM ÁGUA DE REUSO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

A unidade industrial de Campinas da Valeo Sistemas Automotivos Ltda. está localizada em uma área onde não existe rede coletora de esgotos e o abastecimento de água pela concessionária estava aquém de sua demanda. Neste contexto a fábrica optou por utilizar água potável fornecida por meio de caminhões. Além disto, a fábrica está inserida em uma bacia de drenagem que é utilizada como captação de água da cidade de Indaiatuba alguns quilômetros à jusante. Por esta razão, os efluentes tratados (sanitário e industrial) são encaminhados através de caminhões para destino final em uma estação de tratamento existente na região.

A Valeo formalizou um contrato com a EPA – Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. em regime BOT (Built, Operation and Transfer) para realizar o gerenciamento global dos recursos hídricos priorizando ações que permitissem a redução do consumo de água e geração de efluentes tornando suas operações mais sustentáveis e que, como consequência representasse redução de custos.

Após diversas intervenções nas redes e sistemas de tratamento e com base nos padrões de qualidade atingidos, a água de reuso do processo de tratamento biológico está sendo utilizada nas descargas de 95% dos sanitários da fábrica e desobstrução de tubulações. Já em fase de instalação final, esta água está sendo utilizada também para a rega de áreas verdes e para o sistema de resfriamento do telhado por processo evaporativo. Este último é um uso bastante inovador uma vez que, além de eliminar os efluentes por evaporação, reduz o aporte de calor para os ambientes industriais, economizando cerca de 15% da energia consumida pelo sistema de condicionamento do ar.

Além do reuso dos efluentes do processo de tratamento biológico, a Valeo

também realiza o aproveitamento do efluente industrial tratado da área fabril com aplicação em limpeza de caixas, lavagem de pisos e na água do sistema de desodorização, entre outras. Um projeto específico de tratamento e reuso foi implantado para o teste de sistemas de limpadores de pára-brisa, simulando água de chuva através da desmineralização da água recirculada.

A qualidade da água de reuso é monitorada por meio de análises de cloro, turbidez, DQO (Demanda Química de Oxigênio), SST (Sólidos Suspensos Totais), grupo coliformes, condutividade, entre outros. Os parâmetros de metais e compostos orgânicos listados por duas legislações consultadas (CONAMA 357 Art. 34 e Decreto Estadual 8468 Art. 18) não ultrapassam os limites estabelecidos, garantindo assim a qualidade da água para o reuso. Um teste de toxicidade realizado com a água de reuso apresentou resultados de germinação normal das sementes submetidas ao efluente. Não foi observado efeito fitotóxico na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas sob as condições analisadas neste ensaio.

Após otimização da operação dos sistemas de tratamento biológico e industrial e implementação do nível de tratamento aplicado obtém-se hoje água de qualidade suficiente para reuso em diferentes segmentos da empresa (sanitários, lavador de gases, lavagem de caixas, resfriamento de telhado, etc...) reduzindo a demanda de água potável e gerando economias em termos de transporte e disposição de efluentes.

Tabela 1.1 Indicadores de resultados do projeto de reuso.

Indicadores	Antes (nov/07)	Depois (nov/08)	Redução	Meta de redução - fev 2009, após resfriamento de telhado e rega de jardins
Volume de água potável (m ³ /mês)	4.880	2252	54%	60%
Volume de efluente tratado descartado por caminhões m ³ /mês	1.284	894	30%	95%
Ganhos econômicos (R\$/ano) (*)	1.100.000 (**)	820.000	26%	35%

O projeto aqui apresentado foi incorporado no programa global de sustentabilidade chamado de Green by Nature que visa inovações e altas performances ligadas ao meio ambiente em larga escala de operações para diminuir o impacto na natureza e melhorar as políticas e práticas ecológicas.



IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Razão Social: VALEO SISTEMAS AUTOMOTIVOS LTDA.

CNPJ: 57.010.662/0012-12

Ramo de Atividade: Automobilística

Endereço: Rodovia Santos Dumont, km 63,5 Bairro Helvética
Campinas – SP CEP:13054-990

Categoria a concorrer: Média / Grande

Responsável pelo Projeto:

Nome: Vitor Santos

Qualificação profissional: Engenheiro

Cargo: Supervisor área de Segurança, Saúde e Meio Ambiente

Contatos: Rodovia Santos Dumont, km 63,5 Bairro Helvética
Campinas – SP CEP:13054-990

Fone: 19- 3322 3124

e-mail: vitor.santos@valeo.com

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Baseado na política de uso racional de recursos naturais e visando a redução de custos operacionais, a Valeo da unidade de Campinas contratou a EPA- Engenharia de Proteção Ambiental em regime de BOT (Built, Operation and Transfer) assumindo integralmente o gerenciamento das instalações, das tarifas de água de poço e água de reuso utilizadas em sua planta industrial, bem como das tarifas de tratamento de efluentes industriais e sanitários.

Através de instalação de medidores, melhorias operacionais no sistema de tratamento e a implementação de sistema tratamento terciário avançado, a EPA conseguiu atingir níveis de qualidade do efluente biológico e industrial tratado que viabilizam a utilização dessas correntes líquidas como água de reuso para diversas finalidades.

O presente projeto tem como objetivo divulgar um trabalho de gerenciamento global de recursos hídricos que visa a redução de consumo de água e disposição de efluentes com conseqüente redução do custos com transporte de água potável e efluente tratado.

O nome Green by Nature foi inspirado pelo programa global de sustentabilidade da Valeo que visa implementar inovações e altas performances ligadas ao meio ambiente em larga escala de operações para diminuir o impacto na natureza e melhorar as políticas e práticas ecológicas.

3. INTRODUÇÃO

Atualmente, com o surgimento de problemas relacionados à escassez e poluição de água, começa haver um maior interesse de vários setores econômicos pelas atividades nas quais a água é utilizada, o que também é motivado pelas recentes políticas federais e estaduais sobre o gerenciamento dos recursos hídricos.

Ao contrário da legislação de recursos hídricos, a legislação federal voltada para o reuso de água ainda é recente, devido ao fato de ser uma prática relativamente nova, apesar de sua atual relevância.

Um exemplo é a Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, do Ministério do Meio Ambiente, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água.

O reaproveitamento da água é incentivado principalmente no setor industrial cuja meta é atingir o menor consumo e os menores volumes de efluentes gerados, implicando de maneira direta em menores impactos ambientais além de gerar benefícios econômicos.

Esta situação tem conduzido muitas indústrias à busca por um novo modelo para o gerenciamento de águas em seus processos, considerando novas soluções e aplicações que impliquem em autonomia no abastecimento de água e racionalização em seu consumo, onde o reuso se torna uma forma de garantir seu crescimento.

A prática do reuso em indústrias proporciona benefícios ambientais significativos. Em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Há também benefícios econômicos,

uma vez que a empresa não acrescenta a seus produtos os custos relativos à cobrança pelo uso da água.

Recomenda-se então que o setor industrial adote uma postura de conformidade ambiental, dedicando especial atenção aos recursos hídricos, com a consciência adequada para o uso e o reuso da água em termos quantitativos e qualitativos.

Dentro deste quadro a Valeo vem implantando um programa de redução de consumo e aumento da recirculação e reuso de efluentes tratados em processos que não exigem a aplicação de água potável.

Após a implantação de sistemas terciários no processo de tratamento de efluentes de origem sanitária e industrial, atingiu-se um grau de qualidade que possibilitou sua reutilização dentro da própria indústria.

Desde setembro de 2007, o efluente biológico tratado da Valeo de Campinas tem sido utilizado como água de reuso em sanitários. Hoje, cerca de 50% do efluente biológico é reutilizado para fins de descarga nos sanitários e mictórios. O reuso industrial, recentemente implantado, também já está sendo utilizado em diversas áreas da planta fabril chegando a ser recirculada 95% da água utilizada em alguns processos.

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO

4.1. A empresa Valeo Sistemas Automotivos Ltda.

A Valeo é um grupo industrial independente totalmente focado no projeto, produção e venda de componentes, sistemas e módulos para a indústria automobilística, fornecendo para o mercado de equipamento original e para o mercado de reposição.

No Brasil, são 11 unidades industriais e 1 centro de distribuição. Possui faturamento anual de cerca de 1,3 bilhões de reais. Seus 4 mil colaboradores, em parceria com fornecedores e clientes, são responsáveis pelo sucesso de mais de 30 anos de mercado.

A unidade de estudo é a Valeo que está localizada na rodovia Santos Dumont, Km 63,5, em Campinas – SP.

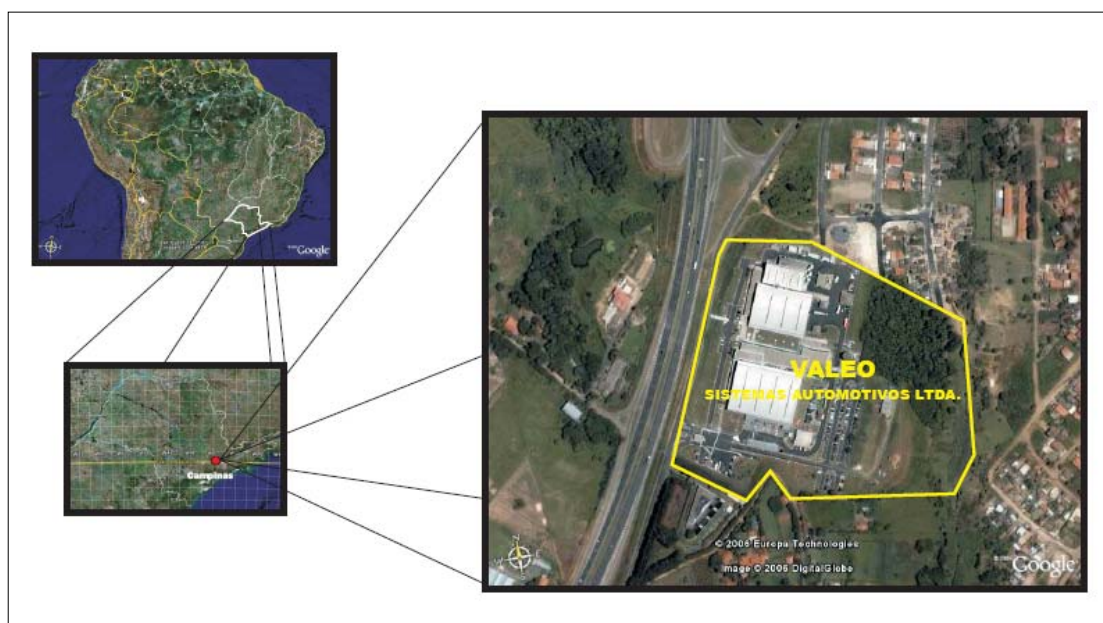


Figura 4.1 Mapa de localização da Valeo – Unidade de Campinas.

Indústria de origem francesa, voltada para o segmento de autopeças, a Valeo tem sido reconhecida internacionalmente por investir na modernização de seu parque fabril e apostar na boa arquitetura de suas novas instalações.

Técnicas ligadas à funcionalidade do edifício (tais como ventilação, iluminação e escoamento das águas) representaram fatores preponderantes no projeto, resultando numa aliança entre forma e função. Assim, a unidade da Valeo causa um primeiro impacto pela solução arquitetônica, com três volumes concebidos como grandes superfícies curvas, onde cobertura e parede se fundem formal e construtivamente.

A unidade da Valeo de Campinas compreende três divisões da empresa:

- A **divisão de sistemas de limpadores** desenvolve a manufatura de todos os tipos de sistemas dianteiros e traseiros do limpador para dar ao motorista a visibilidade perfeita em circunstâncias para qualquer tempo, desse modo melhorando o conforto e a segurança.

A divisão agrega tecnologia através de um número sempre crescente de inovações (sistema aquecido da lavagem, jatos high-performance, motores sincronizados e flat blades) e também por meio da combinação de funções diferentes em submódulos tais como o "e-module" traseiro completo. Os produtos finais compreendem braços, palhetas, motores e módulos traseiros e dianteiros.

- A **divisão de transmissões** desenvolve, manufatura e vende no mercado os sistemas que transferem o poder do motor às transmissões dos veículos. As soluções que oferece incorporam os sistemas inovadores que amortecem o ruído e as vibrações com um nível do desempenho para servir as demandas específicas do mercado. Entre os produtos dessa divisão estão sistemas completos e revestimentos de embreagens.

- A **divisão de sistemas elétricos** visa otimizar a fonte e a gerência da eletricidade e assegurar-se de que o motor comece e reinicie rapidamente e silenciosamente. A energia elétrica no veículo é um fator chave nas exigências dos motoristas e do público geral para mais conforto, otimização de mobilidade e menos poluição. A produção abrange alternadores e motores de partida.

4.1.1. Principais usos da água na planta

A planta fabril da Valeo de Campinas utiliza a água para os seguintes processos:

- banhos de fosfato na unidade de transmissões,
- teste de limpadores de pára-brisas,
- lavagem de caixas utilizadas para transporte de peças,
- lavagem de pisos,
- lavador de gases (desodorização),
- rega da área verde do pátio central
- além do uso para fins sanitários e no refeitório.

4.1.2. Gestão Hídrica na Valeo

A unidade industrial de Campinas da Valeo Sistemas Automotivos Ltda. está localizada em uma área onde o abastecimento de água pela concessionária estava aquém de sua demanda. Neste contexto a fábrica optou por utilizar água potável fornecida por meio de caminhões.

Segundo dados históricos anteriores ao projeto, o consumo médio de água potável era de cerca de 5.000 m³/mês.

Depois de usada no processo industrial e em outros usos como sanitários e refeitório, os efluentes são respectivamente encaminhados para as estações de tratamento de efluentes biológico e industrial (ETEB e ETEI respectivamente).

Na região onde se localiza a empresa, não há disponibilidade de rede pública de coleta de esgotos. Além disto, a fábrica está inserida em uma bacia de drenagem que é utilizada como captação de água da cidade de Indaiatuba alguns quilômetros à jusante. Por esta razão, ambos efluentes tratados (sanitário e industrial) são encaminhados através de caminhões para destino final em uma estação de tratamento existente na região. Esta destinação final gera impactos econômicos significativos tanto em termos de custo do tratamento como no que diz respeito ao seu transporte até o local.



Figura 4.2 Diagrama geral do antigo sistema de gestão da água.

4.1.3. A concepção do projeto Green by Nature

A Valeo Sistemas Automotivos – unidade Campinas, a partir de uma filosofia ambiental pró-ativa de conservação dos recursos naturais essenciais à vida, contratou a EPA - Engenharia de Proteção Ambiental Ltda. em setembro de 2005 para operar a Estação de Tratamento de Efluentes.

Após mais de 12 meses de trabalho em conjunto com a Valeo, a EPA – Engenharia de Proteção Ambiental formalizou um novo contrato em regime de BOT (Built, Operation and Transfer) onde realiza o gerenciamento global dos recursos hídricos priorizando ações que permitam a redução do consumo de

água e geração de efluentes tornando suas operações mais sustentáveis e que como consequência representem redução de custos.

A proposta inicial foi de recuperar um poço artesiano já instalado na empresa e instalar mais poços para o abastecimento, reduzindo ao mínimo a aquisição de água através de caminhões para tal finalidade.

De forma a reduzir ainda mais a dependência de fontes externas de água seria fundamental um programa de redução de consumo através de campanhas educativas e do aumento dos controles através de medições em diversos pontos da fábrica.

Em conjunto com essas ações, foram identificados pontos onde a água requerida não necessitava ser potável e quais complementações nos sistemas de tratamento permitiriam atingir qualidade suficiente para estes processos.

Estimava-se, no entanto, que mesmo com as recirculações e reusos de água, ainda assim haveriam sobras de efluentes a serem transportados para fora do site como foi relatado. A fábrica não possui sistema de refrigeração que utilize água e que conseqüentemente ocorra um consumo devido à evaporação. Através de uma pesquisa identificou-se um processo bastante inovador que viria de encontro com a necessidade de consumir água de reuso e ainda traria vantagens adicionais para a indústria. Trata-se de um processo de resfriamento de telhados por evaporação. Através da aspersão de microgotas de água no telhado, ao evaporar, roubam o calor das telhas e conseqüentemente resfriam o interior do prédio economizando cerca de 15% da energia requerida com o ar condicionado.

Em conjunto, estima-se que a utilização máxima de reuso em sanitários, rega e em resfriamento de telhados consumirá todo o efluente do processo biológico de tratamento. Se houver sobra, o volume restante de efluente tratado será

encaminhado para disposição por meio de caminhões.

O esquema abaixo apresenta a concepção e as metas do projeto.

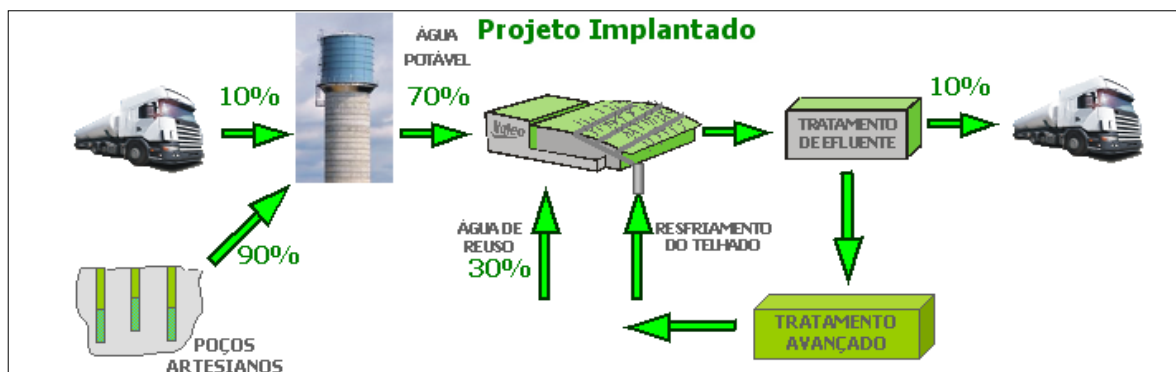


Figura 4.3 Diagrama de metas do projeto Green by Nature na Valeo.

Para se atingir as metas do projeto, um planejamento específico foi criado mostrando as possibilidades de aplicação da água de reuso nos diversos processos e os pontos de medição e aferição dos consumos foram estabelecidos.

O balanço hídrico é monitorado diariamente por meio de hidrômetros visando o completo gerenciamento das águas da fábrica e mensalmente é gerado um fluxograma do balanço hídrico de toda a fábrica para controle.

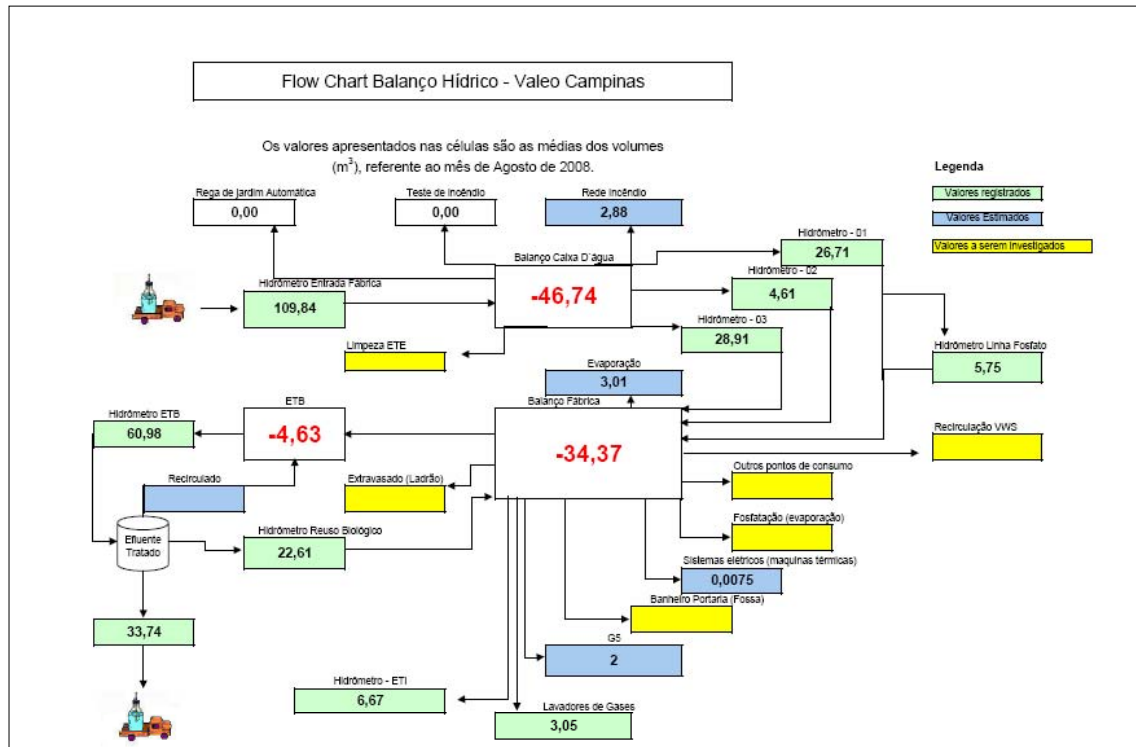


Figura 4.4 O gerenciamento do balanço hídrico é feito com o monitoramento de hidrômetros em diversos pontos da fábrica.

Abaixo é possível observar o desenho esquemático de todo o sistema hidráulico da fábrica que mostra o planejamento das medidas necessárias para a interligação e medição dos fluxos de reuso e água potável. Em verde estão todos os elementos do processo de reuso da fábrica.

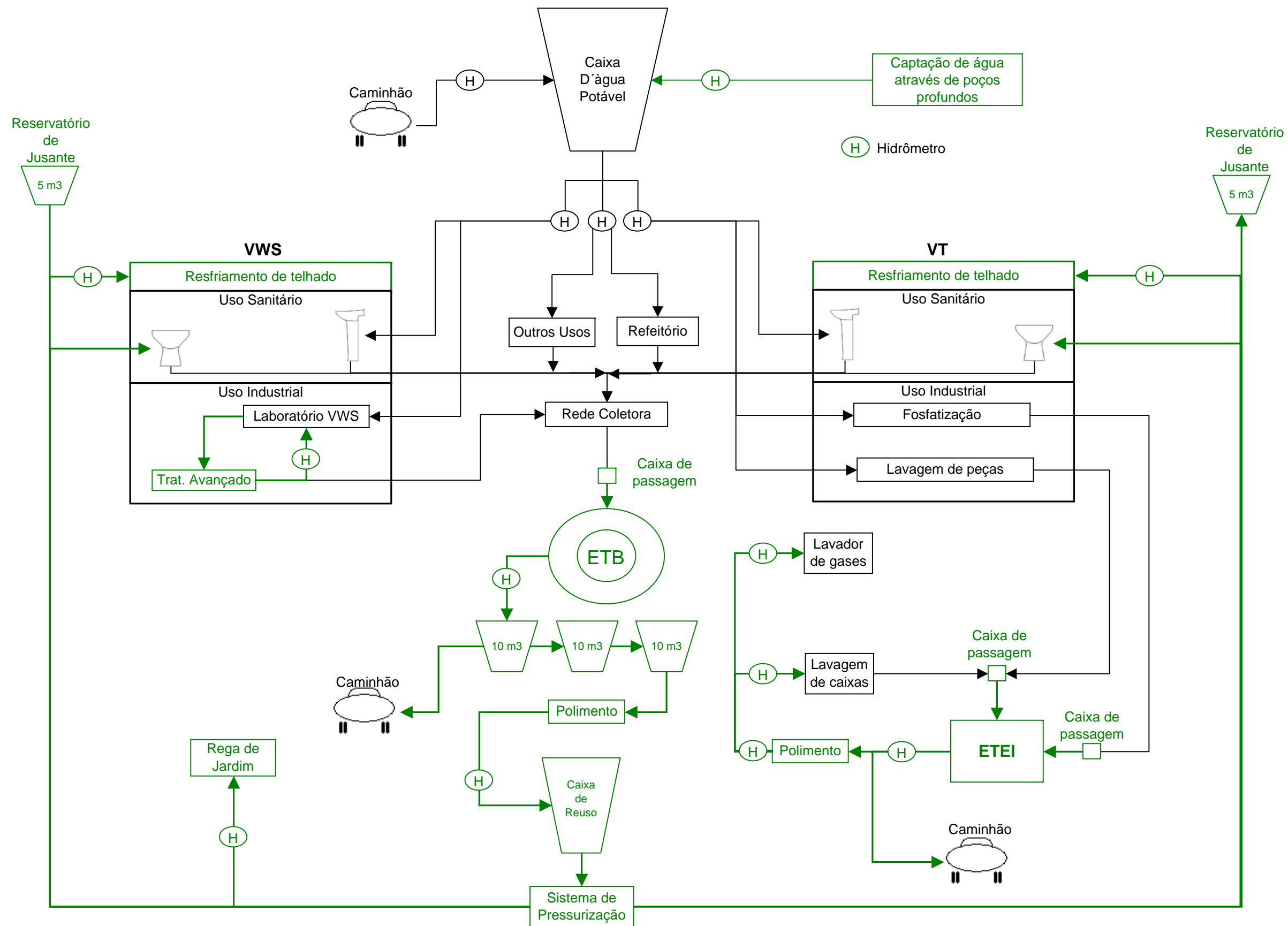


Figura 4.5 Fluxograma das aplicações de reuso na fábrica

5. REUSO DE ÁGUA NA VALEO

5.1. Qualidade da Água

5.1.1. Tratamento de efluente biológico

Todo o efluente sanitário desta unidade é tratado em um sistema biológico de lodo ativado tipo valo de oxidação. O processo implantado na Valeo – Unidade Campinas, consiste na depuração biológica aeróbia dos efluentes sanitários da fábrica, pelo processo de lodo ativado com aeração prolongada, constituído de duas fases.

A primeira fase consiste em provocar o desenvolvimento de microrganismos que se aglomeram em flocos. Como resultado do metabolismo bacteriano e da dinâmica da comunidade biológica, os compostos orgânicos são utilizados como alimento e, conseqüentemente, a contaminação orgânica é retida. Em uma segunda fase ocorre a separação, por sedimentação, do lodo produzido.

No tanque de aeração ocorre o fornecimento de ar por meio de aeração mecânica. Este tem por objetivo introduzir oxigênio para o processo de respiração dos microrganismos aeróbios. Além disso, o fornecimento de ar tem um efeito adicional de promover a homogeneização entre a matéria orgânica presente no esgoto bruto e os flocos biológicos, evitando a sedimentação e promovendo uma melhoria da eficiência do processo.

Visando a melhoria da qualidade do efluente, o processo biológico foi modificado, incorporando-se uma zona anóxica. Após a nitrificação na zona aerada, ao serem submetidos a níveis reduzidos de oxigênio dissolvido, microorganismos especializados utilizam o nitrato, formado na massa líquida como aceptor de elétrons, liberando o nitrogênio na forma de gás.



Figura 5.1 Construção e uso zona anóxica do processo de tratamento.

Outro processo incorporado é a utilização de agentes coagulantes para a remoção de fósforo. Neste sentido, tanto a dosagem de cal na zona aerada quanto um sistema de dosagem de cloreto férrico atuam nesta remoção.



Figura 5.2 Estação de Tratamento de Efluente Biológico.

Após sofrer a degradação biológica, a mistura é enviada ao clarificador, denominado também decantador secundário, destinado a separar, por meio de

processo físico, a água tratada do lodo. O sobrenadante constitui o efluente tratado. Parte do lodo decantado retorna ao tanque de aeração, constituindo o retorno de lodo, que promove uma reinoculação dos microrganismos, assim aumentando a eficiência do sistema. O excesso de lodo é retirado do processo e enviado ao filtro prensa. O efluente após processo de decantação é encaminhado para o tratamento terciário, que consiste na filtração através de filtro de areia e desinfecção com aplicação de hipoclorito de sódio.

Após este processo, esta água desinfetada, já classificada como de reuso, é bombeada para um reservatório de 60 m³ localizado nas proximidades da estação de tratamento. A partir deste reservatório a água é pressurizada e transportada para os pontos de utilização.



Figura 5.3 Filtros de areia e aparência límpida da água de reuso.

5.1.2. Tratamento de efluente industrial

O processo de tratamento de efluentes industriais implantado na Valeo da unidade Campinas consiste no tratamento físico-químico dos efluentes

industriais da fábrica. Com base na origem dos efluentes existem duas linhas distintas de tratamento conforme descrito sucintamente a seguir:

- a) **Tratamento de óleos e desengraxantes:** Essa linha de tratamento opera em regime de batelada. O efluente a tratar contém óleos e desengraxantes provenientes dos processos industriais. Para sua remoção tem-se, numa fase inicial, um processo de separação de óleo, no qual o óleo removido é enviado para um container específico. A fase aquosa (efluente) é acidificada para propiciar a quebra das emulsões oleosas remanescentes. A fase oleosa gerada a partir da quebra de emulsão segue para um novo tanque separador de óleo de onde será bombeada para o container. O efluente passa por uma correção do pH e floculação através da dosagem de cal, cloreto férrico e polieletrólito e é encaminhado a um espessador para a separação do efluente clarificado e do lodo. Tanto o efluente quanto o lodo são encaminhados para o filtro prensa sendo que o efluente é o primeiro a ser filtrado. Através de um ponto de drenagem, situado na lateral do espessador, inicia-se a filtração do efluente. Após a drenagem do clarificado, o lodo adensado no fundo do espessador também é enviado para o filtro prensa.
- b) **Tratamento das águas de lavagens de peças:** Este efluente apresenta vários compostos indesejáveis, como íons metálicos, entre outros. O tratamento tem por objetivo oxidar amônia e precipitar metais por ação química. Após este processo são adicionados cal, cloreto férrico e polieletrólito, para provocar floculação e melhorar a sedimentação. O efluente segue para o espessador, onde ocorre a separação dos flocos e da água e posterior envio ao filtro prensa, seguindo o mesmo procedimento descrito no item anterior.



Figura 5.4 Estação de tratamento de efluentes industriais.

5.1.3. Resultados das análises laboratoriais

Desde o início da aplicação de água de reuso nos sanitários da Valeo – Campinas, diariamente são monitorados cloro e turbidez; três vezes por semana são analisados DQO (demanda química de oxigênio) e SST (sólidos suspensos totais) para garantir a qualidade da água.

Visando ampliar a aplicação da água de reuso na fábrica, outros parâmetros estão sendo analisados, tais como DBO (demanda bioquímica de oxigênio), coliformes termotolerantes e totais, ovos de helmintos, condutividade elétrica, material sedimentável e alguns metais; além daqueles já analisados mensalmente no efluente tratado. A Tabela 5.1 sintetiza os valores encontrados.



Tabela 5.1 - Resultados das análises mensais no efluente tratado e na água de reuso.

Número da amostra		07/0084	07/0183	07/0202	07/0468	07/0616	07/0663	07/0847	07/0901	07/1114	07/1229	07/1351 - 07/1352	08/0011 - 08/0012	08/0070 - 08/0071	08/0137 - 08/0139	08/0357 - 08/0358	08/0403 - 08/0405	08/0559 - 08/0560	08/0733	08/0958 - 08/0959	08/1109 - 08/1110	08/1413 - 08/1414	08/1696 - 08/1697	08/1889 - 08/1890
Parâmetro	Unidade	07/02/2007*	07/03/2007*	01/04/2007*	03/05/2007*	06/06/2007*	04/07/2007*	07/08/2007*	05/09/2007*	05/10/2007*	07/11/2007*	04/12/2007*	09/01/2008*	08/02/2008*	04/03/2008*	01/04/2008*	07/05/2008	04/06/2008	01/07/2008	05/08/2008	02/09/2008	02/10/2008	04/11/2008	02/12/2008
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	529000	1,12E+03	5,70E+03	2,80E+04	2,40E+04	1,40E+03	4,1x104	3,10E+03	1,20E+04	1,40E+04	1,70E+04		8,7x105	-	7,0	-	Ausentes	Ausentes	2	<1	<1	<1	<1
Coliformes Totais	(NMP/100mL)	-	3,45E+04	-	1,60E+05	3,40E+05	1,30E+04	2,5x105	1,70E+04	2,40E+04	2,40E+04	1,30E+05		-	5,20E+05	2,40E+02	-	Ausentes	Ausentes	26	<1	<1	<1	<1
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1300	4930	1870	1620	1889	1745	1879	1862
DQO	mg/L	87	94	65	11	13	28	39	19	56	61	91	48	50	26	58	46	10	246	100	30	21	24	75
DBO	mg/L	42	18	<2	<2	<2	<2	5	<2	4	3	6	4	<2	<2	8	8	<2	<2	<2	11	6,5	<2	13
Fósforo Total	mg/L	6,6	2,9	4,5	0,82	0,89	2,2	<0,05	5,4	7,5	6,8	<0,05	<0,05	-	0,07	1,4	1,5	7,6	0,06	0,05	24	3,8	5,6	16
N-Amoniacal	mg/L	14	49	0,2	0,4	3,5	0,2	<0,07	0,9	<0,07	<0,07	1	1,2	2	3,8	0,6	2,4	14,1	2,7	17,4	3,7	3,3	4,1	3,5
NKT	mg/L	20	52	1,8	3,1	78	2,9	2,5	1,3	4,2	1,3	7	7,5	8,4	7	2,3	5,8	18,4	-	-	-	-	-	-
N-Nitrato	mg/L	<0,5	0,19	5,6	2,8	0,7	<0,1	28	17	6,6	32	16	63	11	14	6,3	14	1,5	26	-	3,1	0,8	<0,5	7,3
N-Nitrito	mg/L	2,1	0,15	0,04	0,03	0,75	0,12	0,06	0,4	0,26	0,12	0,16	3,2	0,49	0,34	0,33	0,12	0,16	0,07	-	<0,2	0,11	<0,1	0,45
Óleos Veg. e Gorduras Animais	mg/L	3	<10	<10	<10	<10	<10	29	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	<10	5	2	<1	<1
Óleos Minerais	mg/L	3	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	23	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	-	<10			<1	<1
Ovos de Helmintos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	<1
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	818	3080	<10	1120	1001	916	1308	1370
MÉDIAS MENS AIS																								
Cloro Livre	ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	1,30	0,90	0,50	0,75	0,71	0,66	1,10	1,61	2,54	2,91	3,03	2,71	3,74	5
DQO	mg/L	87,0	163,0	86,0	11,0	13,0	28,0	39,0	49,0	56,0	61,0	91,0	48,0	50,0	35,4	80,9	72,7	148,0	241,0	133,2	92,2	143,0	38,3	73,4
Material Sedimentável	-	<0,3	0,2	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	1
pH	-	7,40	7,10	7,20	7,10	7,10	7,10	7,66	7,01	7,13	7,10	7,00	7,30	7,43	7,10	7,10	7,30	7,40	7,30	7,20	7,30	7,51	7,77	7,40
SST	mg/L	31,0	23,7	14,0	4,0	4,0	8,0	17,0	14,0	8,9	6,0	8,0	10,3	10,0	13,2	16,9	13,5	13,4	16,0	12,5	18,0	8,0	16,2	
Turbidez	FAU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	4,00	4,00	5,83	6,73	5,22	7,90	9,43	6,90	10,98	8,42	23,38	8,89	9,97

* Sem tratamento terciário: filtração e cloração

De acordo com a **Tabela 5.1**, a concentração de cloro livre apresenta valores entre 0,3 ppm e 5,0 ppm ao longo de todo o período e com concentrações acima de 2,5 ppm nos últimos meses, para assegurar a qualidade da água que é fornecida.

A carga orgânica observada ao longo do período é muito baixa, considerando os resultados dos parâmetros DBO, com valor máximo de 11 mg/L e grande parte dos resultados abaixo de 2 mg/L; DQO, com valores médios de 80 mg/L e óleos vegetais, minerais e gorduras animais com média de valores abaixo de 10 mg/L.

A condutividade elétrica passou a ser monitorada a partir de maio de 2008 e apresentou valores da ordem de 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Apesar de este parâmetro não apresentar restrição pela Resolução CONAMA 357, Art 34 de 17/03/2005 (Lei Federal) ou pelo Decreto nº 8.468, Art 18, de 08/09/1976 (Lei Estadual), seu monitoramento permite acompanhar a variação da concentração de sais no efluente tratado.

Os resultados do monitoramento mostram que o sistema de desinfecção utilizado tem sido eficiente na remoção de ovos de helmintos, que se apresentam ausentes em todas as análises realizadas. Além disso, os resultados mostram que a concentração de coliformes termotolerantes ao longo do ano de 2007 foi da ordem de 10^4 e, com os devidos ajustes no sistema de cloração, a partir de junho de 2008, obteve-se a remoção quase total deste grupo de bactérias, com valor máximo de 2 NMP/100mL (**Figura 5.5**).

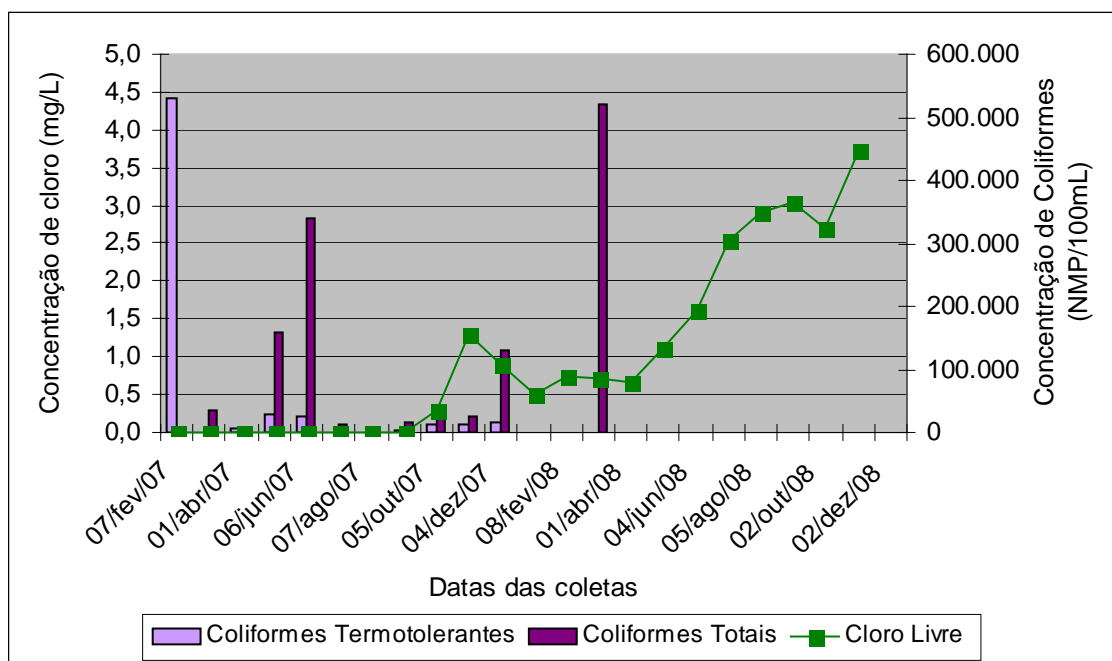


Figura 5.5 Relação do aumento da concentração de cloro com a diminuição da concentração de coliformes.

Tabela 5.2 Análises laboratoriais para metais e parâmetros orgânicos do efluente final e da água de reuso.

Número de amostras		CONAMA 357 Art 34	Decreto 8468 Art 18	07/0084 07/fev/07	07/0847 07/ago/07	08/0070 08/fev/08	08/0405 07/mai/08	08/0560 04/jun/08	08/0733 01/jul/08	08/0958 05/ago/08	08/1696 04/nov/08	08/1889 - 08/1890 02/dez/08
Parâmetro	Unidade											
Alumínio	mg/L	-	-	-	-	-	0,48	0,27	0,28	-	-	-
Arsênio total	mg/L	0,5	0,2	<0,01	<0,01	<0,003	-	-	-	<0,01	-	-
Bário	mg/L	5,0	5,0	<0,01	<0,1	<0,1	-	-	-	<0,1	-	-
Berílio	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	-	-
Boro	mg/L	5,0	5,0	0,014	0,02	0,026	-	-	-	0,24	-	-
Cádmio	mg/L	0,2	0,2	<0,001	<0,01	<0,001	-	-	-	<0,01	-	-
Cálcio	mg/L	-	-	-	-	-	126	142	4,39	-	25,99	57,9
Carbono Orgânico Total	mg/L	-	-	-	-	-	11	330	22	-	-	-
Chumbo	mg/L	0,5	0,5	<0,01	<0,1	<0,01	-	-	-	<0,1	-	-
Cianetos	mg/L	0,2	0,2	<0,025	<0,01	<0,005	-	-	-	<0,005	-	-
Cloreto	mg/L	-	-	-	-	-	358	1370	299	-	-	295
Clorofórmio	mg/L	1,0	-	-	<5	-	-	-	-	0,0099	-	-
Cobalto	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-
Cobre	mg/L	1,0	1,0	0,02	<0,05	<0,05	-	-	-	<0,05	-	-
Cromo Hexavalente	mg/L	-	0,1	-	-	<0,05	-	-	-	<0,05	-	-
Cromo Total	mg/L	0,5	5,0	<0,01	<0,05	<0,002	-	-	-	<0,05	-	-
Dicloroetano	µg/L	1,0	-	-	<2	-	-	-	-	<2	-	-
Estanho	mg/L	4,0	4,0	<0,01	1,21	<0,01	-	-	-	<0,2	-	-
Ferro Solúvel	mg/L	15,0	15,0	0,033	<0,05	<0,05	-	-	-	0,08	-	-
Ferro Total	mg/L	-	-	-	-	-	0,08	0,08	0,1	-	-	-
Fluoretos	mg/L	10,0	10,0	0,5	0,44	1,2	-	-	-	0,83	-	-
Magnésio	mg/L	-	-	-	-	-	10,80	5,46	26,40	-	5,06	7,00
Manganês	mg/L	1,0	1,0	<0,01	<0,05	<0,05	-	-	-	0,1	-	-
Merúrio	mg/L	0,01	0,01	<0,01	<0,0002	<0,0002	-	-	-	<0,0002	-	-
Molibdênio	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	-	-
Níquel	mg/L	2,0	2,0	<0,01	<0,05	<0,003	-	-	-	0,07	-	-
Potássio	mg/L	-	-	-	-	-	47,7	28,2	53,5	-	-	-
Prata	mg/L	0,1	0,0	<0,005	<0,02	<0,002	-	-	-	<0,02	-	-
Selênio	mg/L	0,3	0,0	<0,008	<0,01	<0,002	-	-	-	<0,01	-	-
Sódio	mg/L	-	-	-	-	-	234	1350	4,39	-	-	296
Sulfato	mg/L	-	-	-	-	-	34	46	47	-	-	-
Sulfetos	mg/L	1,0	-	<1	<0,1	<0,1	-	-	-	<0,1	-	-
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	1,0	-	-	<0,002	-	-	-	-	0,018	-	-
Tricloroetano	mg/L	1,0	-	-	<0,002	-	-	-	-	<0,002	-	-
Zinco	mg/L	5,0	5,0	0,082	0,31	-	-	-	0,30	0,15	-	-

As análises da **Tabela 5.2** são realizadas semestralmente no efluente final da ETEB. Após o fornecimento da água de reuso nos sanitários da fábrica, outros parâmetros foram acrescidos para análise mensal, visando futura aplicação na rega de jardins.

Os resultados apresentados são muito satisfatórios uma vez que as análises de metais e compostos orgânicos listados pelas duas legislações consultadas (Resolução CONAMA nº 357 - Art. 34 e Decreto Estadual nº 8468 - Art. 18) não ultrapassaram os limites estabelecidos, garantindo assim a qualidade da água para o reuso.

5.1.4. Resultados do teste de toxicidade

O bioensaio da toxicidade de sementes de plantas permite avaliar a toxicidade aguda após exposição a compostos presentes no substrato por meio do processo de germinação e desenvolvimento das plântulas durante os primeiros dias de crescimento.

Realizou-se um experimento para avaliar as condições de germinação de sementes de hortaliças, com o efluente da Valeo agindo como substrato em placas de Petri com papel de filtro, comparando-se com o experimento controle (água).

Obteve-se, como conclusão deste teste, uma germinação normal das sementes de agrião, alface, cebola, feijão guandu, nabo e sorgo submetidos ao efluente, considerando-se a semelhança entre o tempo de germinação e o alongamento das raízes destas plantas em água.

Não foi observado efeito fitotóxico na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas sob as condições analisadas neste ensaio. A íntegra deste estudo encontra-se no **ANEXO I**.

5.2. Reuso biológico

Todo o efluente sanitário desta unidade é tratado em um sistema biológico de lodo ativado. A vazão total de efluente sanitário tratado é da ordem dos 75 m³/dia. Como colocado anteriormente, devido ao fato de estar localizada em área sem corpo receptor para lançamento de seus efluentes, parte deste é enviada em caminhões-pipa para uma estação de tratamento existente na região, onde é feita sua disposição final.

Desde setembro de 2008, cerca de 30 m³/dia de água de reuso estão sendo utilizados na descarga de cerca de 95% dos sanitários da própria unidade industrial. Para tanto, este efluente passa por um sistema de tratamento terciário, que consiste na remoção de nutrientes (com a criação de zona anóxica visando a desnitrificação e através da dosagem de agentes de precipitação para a remoção de fósforo), pós-decantação, filtração através de filtro de areia e carvão ativado e desinfecção com aplicação de hipoclorito de sódio.

Após este processo, a água desinfetada, já classificada como de reuso, é bombeada para um reservatório de 60 m³ localizado nas proximidades da estação de tratamento. A partir deste reservatório, a água é pressurizada e transportada por uma rede com quase 1000 m de tubos ramificados para os pontos de utilização.

Com base nos padrões de qualidade atingidos, a água de reuso biológico é utilizada em diferentes atividades como em descarga de todos os sanitários da fábrica e desobstrução de tubulações. Em fase de teste, a água de reuso biológico está sendo utilizada na rega de áreas verdes e entrará em operação em fevereiro de 2009 o resfriamento de telhados. Estes processos estão detalhados nos itens a seguir.

5.2.1. Resfriamento de Telhados

Um novo projeto que está em processo de implementação na Valeo com água de reuso é o resfriamento de telhados. O sistema de climatização será aplicado para reduzir a temperatura e melhorar o conforto em área total de 16.000 m² sobre os edifícios I e II da Valeo – Campinas.

O sistema de resfriamento de coberturas é fundamentalmente um processo de resfriamento evaporativo, que não aumenta a umidade interna do ambiente, completamente automático e sensível à radiação solar, em que periodicamente uma pequena quantidade de água é aspergida em microgotas sobre toda a superfície formando um filme de água que não escorre. A água lançada sobre a cobertura absorve o calor superficial produzido pela radiação incidente, e rapidamente se transformada em vapor. Durante a evaporação a água absorverá a maior parte da energia solar antes que esta energia efetivamente super aqueça a cobertura e, portanto antes que o calor penetre no ambiente. Assim, ao se evaporar, rouba o calor da cobertura e, por consequência, resfria o ambiente interno do prédio.

Através do sistema lógico que permanentemente monitora a temperatura da cobertura o equipamento liga automaticamente e passa a controlar a quantidade de água pulverizada de modo que haja uma evaporação contínua sem excesso ou falta de água. O sistema é mantido no ponto de maior eficiência e a temperatura da face externa da cobertura permanece baixa e estável ente 30°C e 35°C, com pequenas variações em função da umidade relativa (temperatura de bulbo úmido) e velocidade do vento.



Figura 5.6 Foto ilustrativa da distribuição de micro aspersores sobre telhado.

Uma matriz de microaspersores (sprinklers) será distribuída simetricamente através da cobertura para garantir uma evaporação homogênea da água pulverizada. Os sprinklers são interligados por meio de uma rede de tubos leves de PVC que são fixados em suportes de plástico. Os suportes de plástico são ancorados sobre a cobertura com adesivo compatível com o material do telhado, sem perfurações e sem danos as telhas. Os microaspersores têm proteção exclusiva contra entupimento através sujeira e/ou insetos. Todo o material sobre a cobertura é especialmente fabricado para ser resistente às radiações ultravioleta que normalmente danificariam materiais plásticos ao longo do tempo.

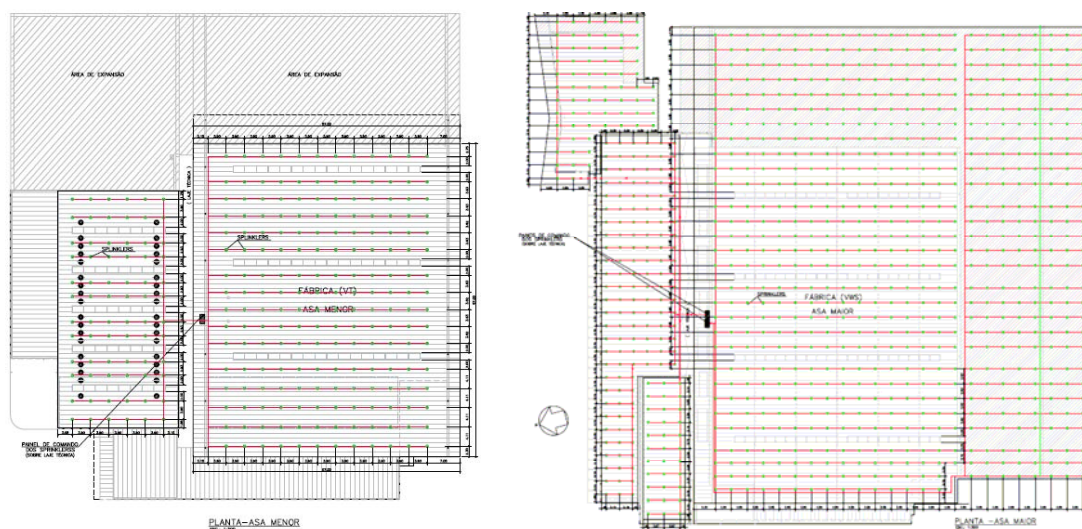


Figura 5.7 Projeto da distribuição de sprinklers na planta da fábrica.

Através do sensor fixado na cobertura o comando recebe e monitora a temperatura externa do telhado, controla os ciclos de aspersão e evaporação, e liga e desliga todo o sistema automaticamente sem necessidade de supervisão ou operador.

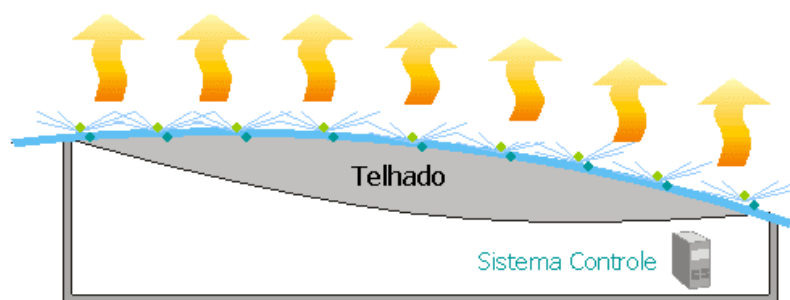


Figura 5.8 Esquema do funcionamento dos aspersores no telhado da fábrica.

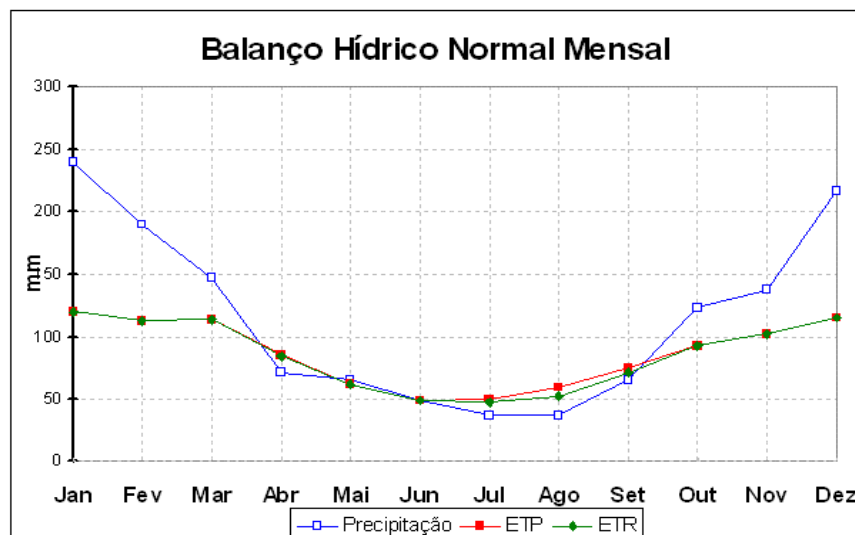
5.2.2. Rega de Jardim

Com o intuito de ampliar a aplicabilidade de reuso da água na unidade industrial de Campinas, foi caracterizada a viabilidade de irrigação de áreas verdes com água de reuso. Vale ressaltar que este projeto ainda encontra-se em fase de testes aguardando aprovação.

A área viável para a rega na unidade industrial é ocupada principalmente por gramados e plantas ornamentais com dimensão total de 9.536 m² (**Anexo II**). O solo é profundo e apresenta textura argilosa.

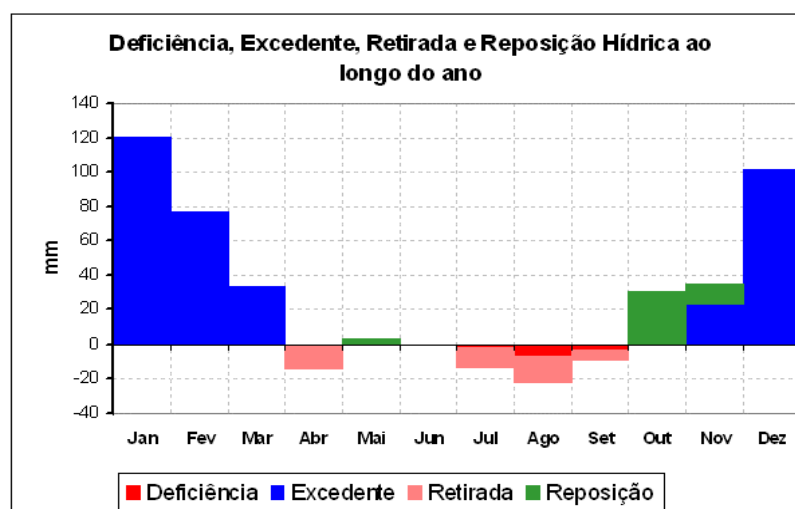
O clima do município de Campinas é classificado pelo Sistema Internacional de Köppen como Cwa: clima mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno (EMBRAPA, 2008).

O índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1.100 e 1.700 mm ao ano. O mês mais frio apresenta média mensal inferior à 18° C e, no verão, o mês mais quente tem média superior à 22° C; no mês mais seco a precipitação é inferior a 60 mm (EMBRAPA, 2008).



Latitude: 22,93° S; Longitude: 47,08° W; Altitude: 574 metros. Período: 1961-1990.
ETP = Evapotranspiração Potencial; ETR = Evapotranspiração Real.
Fonte: NURMA (2008)

Figura 5.9 – Balanco Hídrico Normal Mensal do Município de Campinas conforme Thornthwaite & Mather (1955).



Latitude: 22,93° S; Longitude: 47,08° W; Altitude: 574 metros. Período: 1961-1990.
Fonte: NURMA (2008)

Figura 5.10 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica Mensais no Município de Campinas.

Com relação à estimativa e usando as informações do balanço hídrico de Campinas 2007 (Figura 4.8), pode-se prever a realização de turnos de rega em cada uma das 33 semanas em que se constatou a necessidade de reposição de água no solo (evapotranspiração maior que a precipitação).

Assim, o volume (V) de água de reuso a ser utilizada por ano na irrigação das áreas verdes será de aproximadamente:

$$V = 286 \text{ m}^3 \times 33 \text{ turnos}$$

$$V = 9.438 \text{ m}^3$$

Este volume equivale a 674 caminhões pipas de 14 m^3 . Portanto, a utilização da água de reuso na irrigação das áreas verdes propiciará, em um ano, uma economia de 674 viagens de caminhões-pipa até a estação de tratamento.

Além disso, este volume representa o volume de água potável que deveria ser utilizado na irrigação e que será substituído pela água de reuso, proporcionando uma economia considerável no consumo de água potável mesmo considerando que hoje apenas o pátio central seja irrigado de forma contínua.

5.3. Reuso industrial

Além do reuso biológico, a Valeo também realiza o aproveitamento do efluente industrial tratado da área fabril com aplicação em limpeza de caixas, lavagem de pisos e da água do sistema de desodorização, entre outras.

5.4. Laboratório de teste de limpadores

Um outro projeto implantado na fábrica em março de 2008 foi o da recirculação de água do laboratório de teste de limpadores de pára-brisas com processo de

desmineralização da água. Esse laboratório costumava utilizar água potável e com a implantação da recirculação, cerca de 95% da água é reaproveitada através de um sistema de desmineralização da mesma. A condutividade é controlada para mantê-la similar às condições da água de chuva. Sistemas complementares filtram e condicionam a mesma para poder ser recirculada. Existe ainda um sistema inteligente que controla a pressão mantendo-a constante independente de quantas cabines e/ou bicos de teste estão em funcionamento. A economia de custos com a implantação deste sistema gira em torno de 40%.

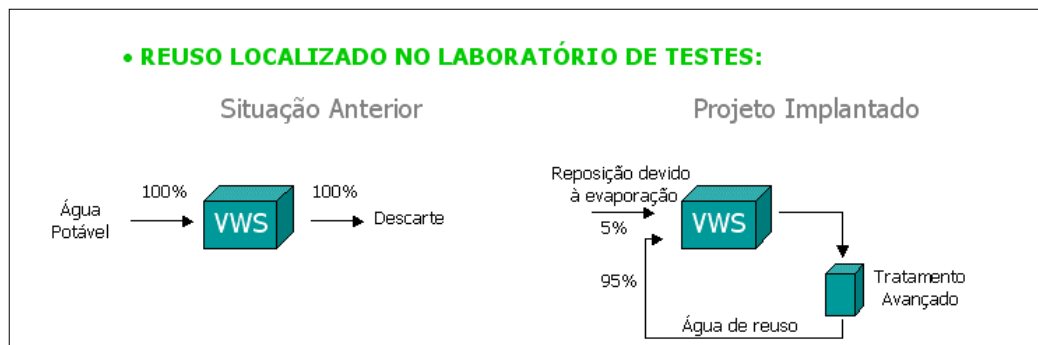


Figura 5.11 Implantação de sistema para reutilização da água nos testes de limpadores de pára-brisas.

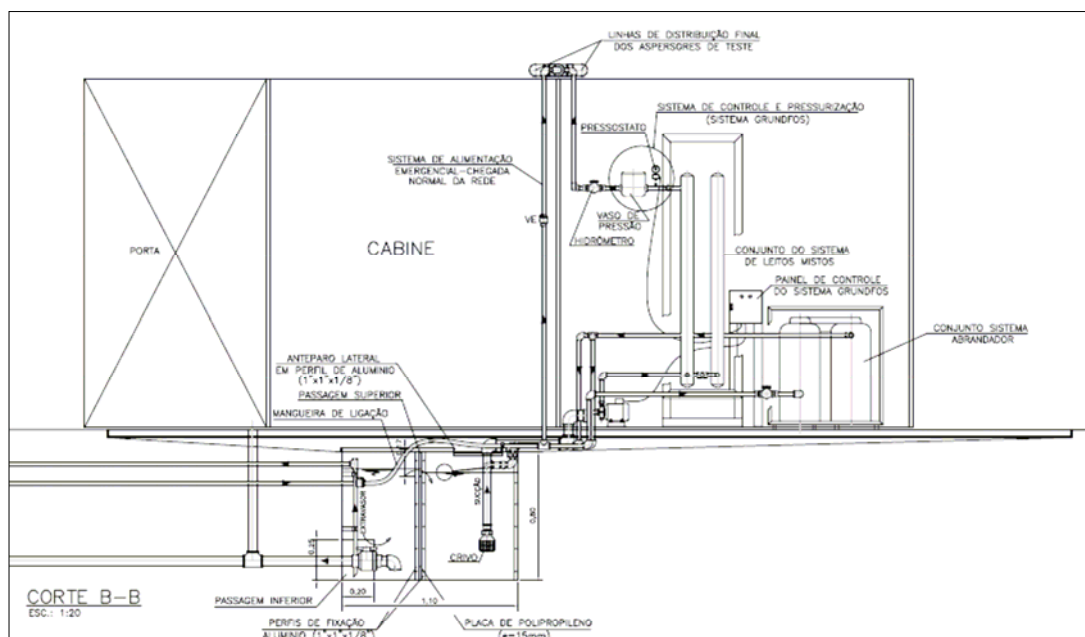


Figura 5.12 Projeto da recirculação de água no teste de limpadores.

6. RESULTADOS

Com a implantação do reuso na Valeo verifica-se uma considerável redução no consumo de água potável da fábrica gerando uma economia de cerca de 50% de acordo com melhorias no sistema de reuso como a gradativa instalação nos sanitários da fábrica. Quando comparadas algumas taxas mensais no consumo de água potável temos: de Ago/2007 para Ago/2008 redução de **52,4%**; de Set/2007 para Set/2008 redução de **52,44%**; de Out/2007 para Out/2008 redução de **61,05%**

A figura abaixo mostra esses dados no período de um ano.

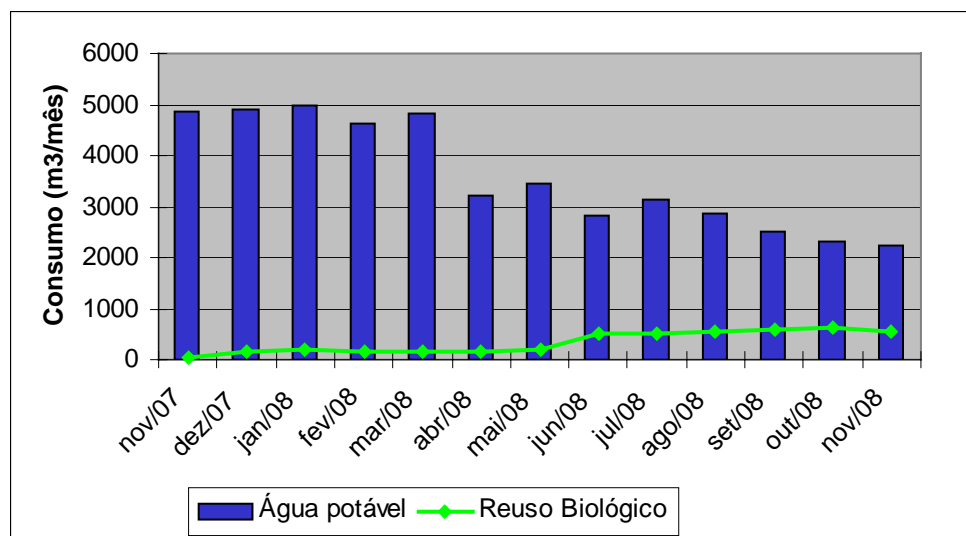


Figura 6.1 Redução no consumo de água potável da fábrica e aumento do reuso biológico no período de um ano.

Com este leque de aplicações viáveis considera-se ser possível o reuso de quase totalidade da água de reuso produzida. Com este percentual de reuso é possível reduzir significativamente os custos atuais com a disposição da água tratada em estação de tratamento externa.

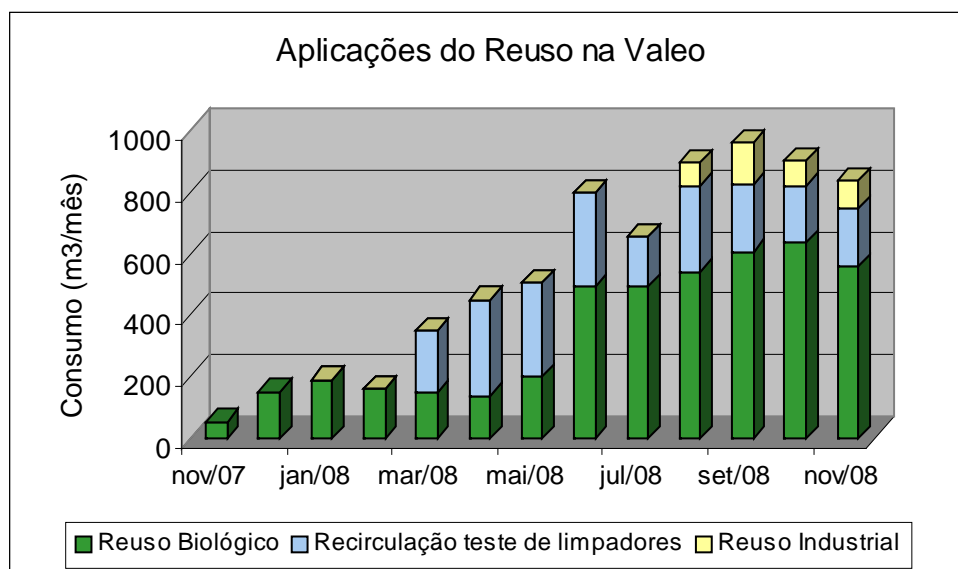


Figura 6.2 Aumento do consumo de água de reuso em três diferentes áreas.

7. CONCLUSÕES

- O projeto Green by Nature de reuso de água na Valeo provou que esta prática traz ganhos ambientais e econômicos e que as diretrizes técnicas garantem sua segurança e viabilidade. A Tabela abaixo exprime estes resultados e a expectativa após a implantação das medidas planejadas para fevereiro de 2009.

Tabela 7.1 Indicadores de resultados do projeto de reuso.

Indicadores	Antes (nov/07)	Depois (nov/08)	Redução	Meta de redução - fev 2009, após resfriamento de telhado e rega de jardins
Volume de água potável (m ³ /mês)	4.880	2252	54%	60%
Volume de efluente tratado descartado por caminhões m ³ /mês	1.284	894	30%	95%
Ganhos econômicos (R\$/ano) (*)	1.100.000 (**)	820.000	26%	35%

(*) valores aproximados

(**) Antes - baseado em projeção

- Com a implantação do reuso na Valeo verifica-se uma considerável redução no consumo de água potável da fábrica gerando uma economia de mais de 50% de acordo com melhorias no sistema de reuso como a gradativa instalação nos sanitários da fábrica.
- A garantia da qualidade das águas de reuso é monitorada por meio de análises de cloro, turbidez, DQO, SST, grupo coliformes, condutividade, entre outros. Os parâmetros de metais e compostos orgânicos listados por duas legislações consultadas (CONAMA 357 Art. 34 e Decreto 8468 Art. 18) não ultrapassaram os limites estabelecidos. Também são

monitorados parâmetros adicionais como ovos de helmintos e metais não listados nas legislações aplicáveis a efluentes mas que reforçam o controle efetivo dos usos desta água nos diversos processos. Nenhum dos parâmetros analisados supera os limites recomendados para o reuso.

- No teste de toxicidade realizado com a água de reuso não foi observado efeito fitotóxico na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas sob as condições analisadas neste ensaio. Este resultado reforça a qualidade do efluente de reuso e viabiliza seu uso para a rega de áreas verdes da fábrica.
- Com base nos padrões de qualidade atingidos, a água de reuso biológico está sendo utilizada nas descargas de 95% dos sanitários da fábrica e desobstrução de tubulações. Ainda em fase de teste, está a utilização da água de reuso biológico em rega de áreas verdes.
- O resfriamento do telhado através da microaspersão da água de reuso, que entrará em operação em fevereiro de 2009, irá consumir quase a totalidade da água de reuso excedente, reduzindo a necessidade de descartes externos a períodos de ausência de sol por vários dias seguidos, o que é muito raro na região. O sistema trará benefícios adicionais, uma vez que reduzirá cerca de 15% da energia requerida pelo sistema de condicionamento do ar.
- Além do reuso biológico, a Valeo também realiza o aproveitamento do efluente industrial tratado da área fabril com aplicação em limpeza de caixas, lavagem de pisos e da água do sistema de desodorização, entre outras.
- Um outro projeto implantado na fábrica em março de 2008 foi a



recirculação de água do laboratório de teste de limpadores de pára-brisas com processo de desmineralização da água. Esse laboratório costumava utilizar água potável e com a implantação do sistema passou a recircular mais de 95% da água e gerou uma redução de custos em torno de 40% nesta linha específica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. **Caracterização do Município de Campinas.** 2008.

<http://www.faunacps.cnpm.embrapa.br/carac.html>

EMBRAPA – ESALQ/USP. **Banco de Dados Climáticos do Brasil.** 2008.

<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=sp&COD=27>

[9](#)

FIESP / CIESP – **Conservação e Reuso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial.** Vol 1.2004.



ANEXO I – LAUDO DO TESTE DE TOXICIDADE - UNESP

AValiaÇÃO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE NA GERMINAÇÃO E ALONGAMENTO DA RADÍCULA DE PLANTAS

INTRODUÇÃO

O bioensaio da toxicidade de sementes de plantas permite avaliar a toxicidade aguda após exposição a compostos presentes no substrato por meio do processo de germinação e desenvolvimento das plântulas durante os primeiros dias de crescimento. Assim, a análise dos efeitos fitotoxicológicos baseia-se na inibição da germinação e no desenvolvimento da radícula. É importante salientar que durante o processo de germinação, em especial nos primeiros dias de desenvolvimento da plântula, ocorrem inúmeros processos fisiológicos nos quais a presença de uma substância tóxica pode interferir, afetando a sobrevivência e o desenvolvimento normal da plântula, que nesta fase possui elevada sensibilidade a fatores externos adversos (CASTILLO MORALES, 2004).

A avaliação do desenvolvimento da radícula constitui um indicador representativo para mostrar a capacidade de desenvolvimento da planta para se estabelecer no ambiente e garantir a sobrevivência da espécie sob determinadas condições.

O efeito tóxico de compostos solúveis presentes em concentrações muito baixas pode não ser suficiente para inibir a germinação, mas retardar ou inibir completamente o processo de alongamento da radícula, dependendo do modo e local de ação do composto. O desenvolvimento da radícula representa um indicador subletal muito sensível para a avaliação de efeitos biológicos em vegetais (CASTILLO MORALES, 2004).

Para analisar os efeitos toxicológicos pode-se utilizar microalgas ou plantas submersas, no entanto, o ensaio utilizando sementes permite avaliar de maneira rápida e direta a fitotoxicidade de amostras com elevada turbidez ou coloridas, sem a necessidade de filtração prévia, diminuindo assim as interferências devido ao pré-tratamento, além de simplificar o procedimento do ensaio.

MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado seguiu as normas do Laboratório de Prevenção de Pesticidas e Substâncias Tóxicas –OPPTS – 850-4200, da EPA – Agência de Proteção Ambiental,

dos Estados Unidos, e consistiu na avaliação da toxicidade na germinação de sementes e alongamento da raiz em efluente e em água potável como referência.

O teste presuntivo para verificação do efeito fitotóxico do efluente a 100% constou das seguintes fases:

- Seleção das sementes:

Este procedimento compreendeu a escolha de espécies de importância econômica e ecológica na região do possível impacto do efluente em estudo.

As sementes das plantas foram adquiridas no comércio, com as seguintes características:

- **Agrião** (*Lepidium sativum*), cultivar Berro, folha larga melhorada, germinação 85%; pureza 98,3%, Lote 45463 – Sakata Seed Sudamerica Ltda.

- **Alface** (*Lactuca sativa*), cultivar Vera, germinação 90%; pureza 99,7%, Lote 48.472 – Sakata Seed Sudamerica Ltda.

- **Feijão Guandu** (*Cajanus cajan*), cultivar anão, germinação 80%; germinação mínima 75%, pureza 99%, Lote 013/2007 – Comercial Fortaleza de Sementes de capim Ltda.

- **Nabo Forrageiro** (*Raphanus raphanistrum*), cultivar AL 1000, germinação 80%; germinação mínima 60%, pureza 98%, Lote 003/2007 – Comercial Fortaleza de Sementes de capim Ltda.

- **Sorgo forrageiro** (*Sorghum bicolor*), cultivar BR 501, germinação 75%; germinação mínima 60%, pureza 97,5%, Lote 01 – Comercial Fortaleza de Sementes de capim Ltda.

- **Cebola** (*Allium cepa*), cultivar Texas 502 PRR, germinação 80%, pureza 100%. Topseed, linha Garden, Agristar, S/A.

Apesar destas plantas não serem espécies representativas de ecossistemas aquáticos, as informações geradas a partir desta análise de toxicidade proporciona dados dos possíveis efeitos dos contaminantes nas comunidades vegetais que entrariam em contato com corpos d'água contaminados.

- **Preparo do substrato:** o efluente sem diluição, foi colocado em placas de petri em triplicata, contendo papel de filtro, para manter a distribuição homogênea das sementes.

- **Disposição das sementes:** 30 por placa, dispostas de maneira regular para permitir o desenvolvimento da radícula.

- **Germinação:**

As sementes germinaram em incubadora a 20°C, no escuro. O tempo de germinação variou conforme a espécie.

A contagem para o cálculo da porcentagem de germinação foi realizada quando cerca de 65% das sementes do controle germinaram. Considerou-se como semente geminada aquela onde o crescimento ativo do embrião se fez notar por meio do desenvolvimento da radícula, com no mínimo 5 mm de comprimento.

A medida de alongamento da raiz foi considerada a partir do ponto de transição do hipocótilo até a ponta da raiz, sendo realizada quando a radícula das plântulas estava maior ou igual a 20 mm.

RESULTADOS

O teste presuntivo (**Tabela1**) indica que a grande maioria das sementes apresentou germinação relativa maior que o controle (água), destacando-se o sorgo (120%) e cebola (77,76%). Desta forma, não houve necessidade de determinar a curva resposta com o efluente sob diferente gradiente de concentrações, pois não houve inibição maior que 50%, como preconiza este teste (EPA, 1996)

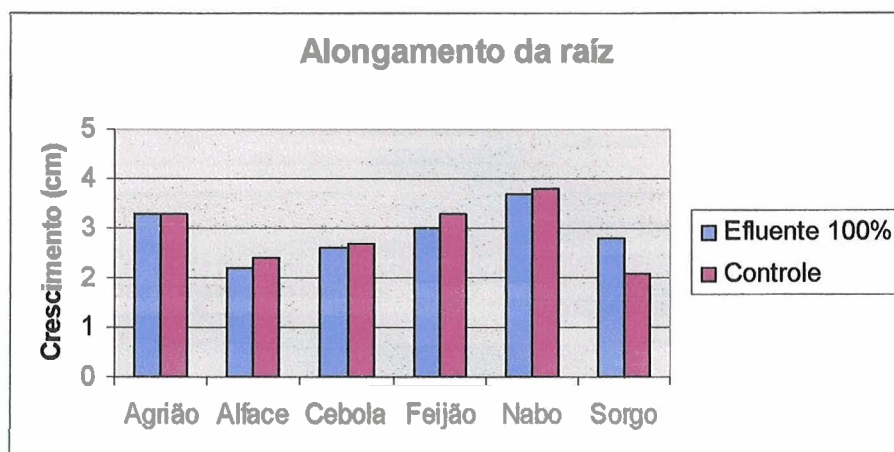
O efluente aplicado sem diluição, não afetou a germinação das sementes de agrião, alface, cebola, feijão guandu, nabo e sorgo indicando não ser tóxico à germinação sob as condições analisadas nesta pesquisa.

Tabela 1. Resultado de avaliação da porcentagem de germinação das sementes no controle (água) e no efluente sem diluição, sob diferentes tempos de germinação a 20°C, no escuro.

Plantas	Tempo de germinação (horas)	Porcentagem de germinação		Germinação relativa (%)
		Controle (água)	Efluente sem diluição	
Agrião	168	63,33	66,67	105,27
Alface	72	100,00	96,66	96,66
Cebola	144	73,33	77,76	106,04
Guandu	168	63,33	63,33	100,0
Nabo	72	96,66	88,88	91,95
Sorgo	168	66,66	80,00	120,0

O tempo de germinação das sementes no efluente foi semelhante entre todas as sementes analisadas, diferindo apenas entre as espécies, dada às características genéticas.

A porcentagem de germinação das sementes foi semelhante no efluente sem diluição e em água, podendo-se destacar o sorgo, onde apresentou 120% de germinação relativa, indicando possível estímulo ao desenvolvimento inicial destas sementes.



Observa-se uma ligeira inibição no crescimento das raízes em substrato contendo efluente, exceto para o sorgo, no entanto, estas diferenças não foram significativas estatisticamente, quando comparadas as medianas –Teste Mann-Whitney.

CONCLUSÃO:

A germinação das sementes de agrião, alface, cebola, feijão guandu, nabo e sorgo no efluente foi normal, considerando-se a semelhança entre o tempo de germinação e o alongamento das raízes destas plantas em água. Não foi observado efeito fitotóxico na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas sob as condições analisadas nesta pesquisa.

Referências

CASTILLO MORALES, G. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Standarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. 2004. Ed. Gabriela Castillo Morales, IMT –Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 189p.

EPA – Environmental Protection Agency. Ecological Effects test Guidelines. OPPTS 850.4200. Seed Germination/Elongation Toxicity Test, 1996 . Disponível em: www.epa.gov/opptsfrs/publications/OPPTS_Harmonized/850_Ecological, Acesso em junho 2008

Rio Claro, 21 de outubro de 2008


Profa. Dra. Dejanira de Franceschi de Angelis
CRB 00588/84

Responsável pelo projeto



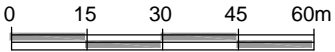
ANEXO II– ÁREAS PROPOSTAS PARA REGA DE JARDINS COM ÁGUA DE REUSO




Nº Área	Área (m²)
01	1035,67
02	531,55
03	390,57
04	612,29
05	673,90
06	84,00
07	12,54
08	9,83
09	805,84
10	2078,06

Nº Área	Área (m²)
11	148,57
12	171,00
13	86,91
14	365,43
15	206,57
16	251,85
17	75,00
18	39,00
19	1547,76
20	400,28

Área Total (m²) = 9536,52



Escala 1:1



Valeo - Sistemas Automotivos Ltda.
Bairro Helvetia - Campinas
São Paulo / Brasil
Nº Proj. 07-0529

Locação das Áreas Propostas para
Rega de Áreas Verdes com Água de
Reuso

Anexo II