

REÚSO DA ÁGUA DA LAVAGEM DE CAMINHÕES EM INDÚSTRIA CONCRETEIRA¹

THE REUSE OF TRUCK WASHING WATER IN A CONCRETE INDUSTRY

Fernando Ernesto Ucker², Lidiane Bittencourt Barroso³ e Maria Isabel Pimenta Lopes⁴

RESUMO

O objetivo, neste trabalho, foi gerar um anteprojeto que possibilite o tratamento e reúso do efluente gerado na lavagem de caminhões de uma concreteira, localizada no município de Santa Maria - RS. Constatou-se, pelos resultados das análises iniciais do efluente, que este possui elevada concentração de sólidos totais dissolvidos, bem como alteração nos valores de turbidez e cor aparente. Estes resultados comprovaram a ineficiência do atual tratamento, fazendo-se assim necessária a implantação de um novo sistema. Para isso, foi dimensionado um reservatório primário, para a água inicial da lavagem, um decantador, para reter parte dos sólidos suspensos, uma caixa para a separação de água e óleo, um filtro composto por areia e pedra brita. Após, esta água ficará armazenada em um reservatório, onde é redirecionada para a lavagem, por meio de uma bomba, fechando o ciclo do reúso. O anteprojeto de reúso da água nesta empresa é de grande valia a partir do momento da sua implantação, eliminando assim o uso do poço artesiano.

Palavras-chave: recursos hídricos, sistema de tratamento, efluente.

ABSTRACT

The objective of this research is to generate a project which can enable the treatment and reuse of the effluent generated in the washing of trucks in a concrete industry located in the city of Santa Maria, RS. It was noticed that the effluent has an elevated concentration of dissolved solids, as well as an alternation in the values of turbidity and apparent color. These results prove the inefficiency of the current treatment, thus it is necessary the implantation of a new system. For this, a primary tank was dimensioned for the initial washing water, a decanter to retain part of the suspended solids, a box for the separation of water and oil, a filter composed by sand and grit. Afterwards, this water is maintained in a tank, where it is redirected to washing, through a pump, closing the cycle of reuse. The project of water reuse in this company is useful since it was implemented, eliminating, therefore, the use of the water well.

Keywords: *hydric resources. treatment system, effluent.*

¹ Trabalho de Iniciação Científica - Centro Universitário Franciscano.

² Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental - Centro Universitário Franciscano. E-mail: ferucker@gmail.com

³ Coorientadora - UFSM.

⁴ Orientadora - Centro Universitário Franciscano.

INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado da população mundial, com o uso indevido da água, está levando à contaminação de mananciais, tornando a cada dia a água como um bem ainda mais valioso. O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo, estão degradando-os. Diante disso, é cada dia mais visível a necessidade de se reduzir a poluição hídrica, assim como buscar alternativas viáveis para o tratamento e reutilização do efluente.

A escassez e o mau uso dos recursos hídricos fizeram com que a Organização das Nações Unidas - ONU considerasse a água o principal tema do século 21 e declarasse 2003 o ano internacional da água. A proteção da água potável deve garantir que ela não se torne, em um futuro próximo, um produto de luxo e, por isso, a ONU propõe que a década de 2005 a 2015 seja dedicada à busca de soluções (PARA, 2004).

O reúso da água surge então como uma tecnologia capaz de solucionar parte deste problema, e traz, dentre outras, vantagens como a redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma, além de evitar a utilização de água potável para fins não potáveis como, por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de plantas, lavagem de veículos, entre outros. Esta prática torna-se então uma alternativa de boa aceitação no mercado e com grandes benefícios para o meio ambiente.

Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), o reúso da 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. Para Telles e Costa (2007), pode-se ainda entender o reúso como o aproveitamento do efluente após seu tratamento, com ou sem investimentos adicionais.

Na indústria, responsável pela emissão de poluentes e também de outros impactos ambientais, a técnica do reúso já é aplicada, mas ainda está associada a iniciativas isoladas e a maioria dentro do setor privado. O rápido crescimento econômico associado à falta de tecnologia sustentável, bem como a exploração de recursos naturais descontrolada, fez com que este assunto adquirisse interesse público e, por consequência, desencadeou iniciativas políticas e econômicas (TELLES; COSTA, 2007).

No setor industrial, a água pode ser aplicada tanto como matéria-prima como agente de limpeza, em sistemas de refrigeração, produção de energia, entre outras. Algumas vantagens estão levando as empresas a investirem no reúso da água, como a questão econômica e o comprometimento com a preservação ambiental. Esta preservação, além de conservar os recursos naturais por um tempo maior, poderá ainda trazer para a empresa o *status* de “ambientalmente correta”.

Segundo Viggiano (2008), o Brasil ainda é carente de normas e diretrizes que definam plenamente os conceitos, parâmetros e restrições ao reúso das águas servidas a nível residencial, comercial e principalmente industrial. Pelo acompanhamento do crescimento desordenado da

população mundial, a indústria de concreto age intensamente no mercado, pois fornece o material necessário para a fabricação de novas moradias, estradas, etc. Porém, para a fabricação e uso do concreto, alguns impactos ambientais ocorrem como a geração de materiais particulados e de efluentes provenientes da lavagem dos caminhões responsáveis pelo transporte do concreto. A minimização dos impactos gerados por esta indústria nem sempre é buscada, tendo em vista a pequena fiscalização e busca de qualificação por parte destes.

No sentido de buscar alternativas para a correção de parte dos impactos ambientais gerados, no presente trabalho, teve-se como objetivo geral a elaboração de anteprojeto que possibilite o tratamento e reúso do efluente gerado na lavagem de caminhões em uma Empresa Concreteira, localizada no município de Santa Maria - RS. O projeto executivo e financeiro não fez parte do escopo deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no município de Santa Maria - RS, com base em visitas técnicas e amostragem do efluente gerado a partir da lavagem de caminhões, em uma empresa de concreto (Figura 1). Para a análise deste efluente, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário Franciscano - UNIFRA, localizado na Rua Silva Jardim, nº 1323, Bairro Centro. Os desenhos técnicos contidos neste trabalho foram criados a partir do programa AutoCAD versão 2004.

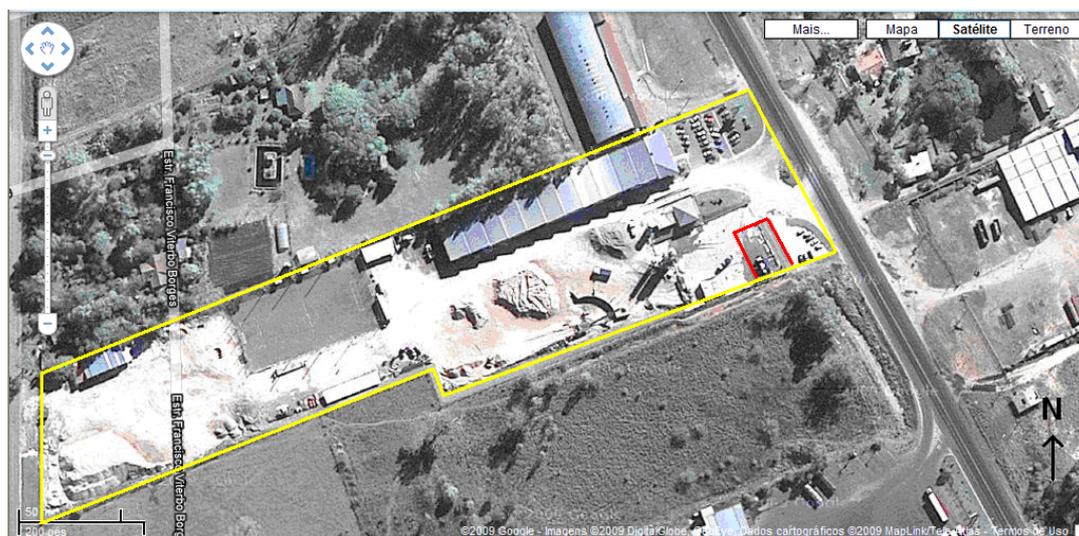


Figura 1 - Localização da Empresa estudada (GOOGLE MAPS, 2009).

Foram coletadas amostras nos meses de junho a outubro de 2009, em cinco pontos pré-definidos. Foram realizadas amostragens a cada quinze dias, totalizando dez repetições. O primeiro ponto corresponde à água limpa proveniente da fonte de abastecimento (poço artesiano) e serviu como parâmetro de comparação - testemunho - dos demais pontos. Nos pontos 2, 3 e 4, estão localizados os decantadores,

único sistema de tratamento implantado na Empresa, antes de atingir seu destino final (ponto 5) conforme é apresentado na Figura 2. A água do primeiro ponto foi coletada diretamente da mangueira. As amostras dos pontos 2, 3 e 4 foram coletadas no final de cada sistema de decantador, a fim de saber-se a real eficiência de cada sistema. Já a última amostra (ponto 5) foi coletada no início do despejo do efluente no destino final.

Para a análise do efluente gerado, os atributos pH, cor aparente, turbidez, oxigênio dissolvido, cloro residual, sólidos totais dissolvidos e coliformes fecais/totais foram analisados de acordo com a metodologia descrita por Macêdo (2003). Os aparelhos responsáveis pela determinação dos parâmetros foram devidamente calibrados e testados antes de cada análise.

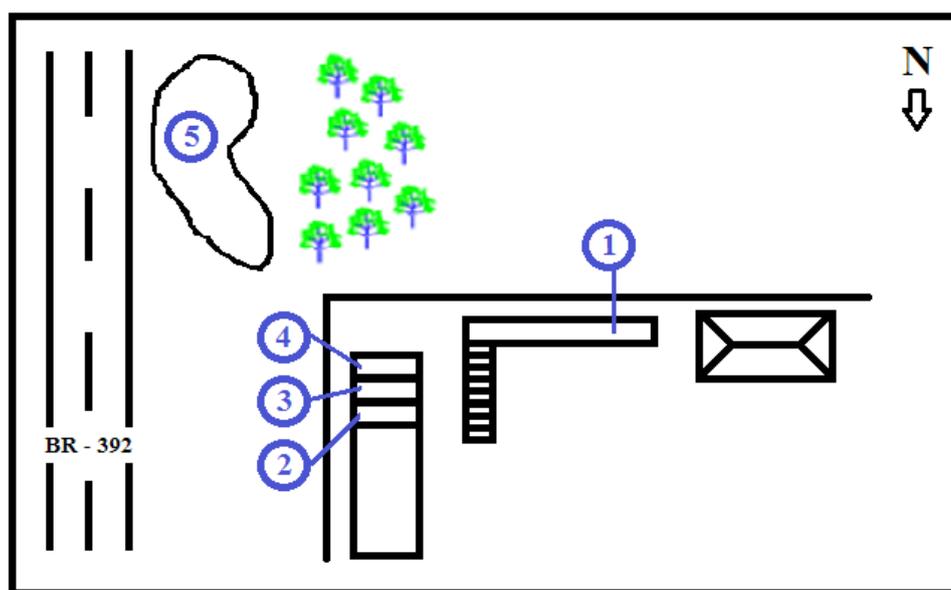


Figura 2 - Croqui do atual setor de lavagem da Empresa. (1) ponto de coleta da água de poço artesiano; (2), (3) e (4) decantadores 1, 2 e 3, respectivamente e; (5) local de despejo do efluente, após passagem pelo sistema atual de tratamento.

Os valores obtidos pelas análises foram comparados com os resultados da amostra testemunho e os valores determinados no quadro 1, em que Hespanhol et al. (2006) lançaram o manual de conservação e reúso da água em indústria. Este manual classifica ainda a água de reúso baseado na qualidade requerida por cada classe, sendo considerada principalmente a possibilidade de contato entre o operador da lavagem e o efluente já tratado. A avaliação destes parâmetros apresentou a real eficiência dos decantadores instalados na Empresa. Com isto, foi possível verificar a necessidade de se projetar um novo dimensionamento do sistema. O dimensionamento foi realizado de acordo com o volume e vazão do projeto, bem como a análise dos parâmetros citados pelo autor anteriormente citado.

Classe	Uso previsto	Turbidez (NTU)	Coliformes fecais (NMP/100 mL)	Sólidos Totais dissolvidos (mg/L)	pH	Cloro residual (mg/L)
1	Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto com o usuário.	Inferior a 5	Inferior a 200	Inferior a 200	Entre 6 e 8	Entre 0,5 e 1,5
2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, etc.	Inferior a 5	Inferior a 500	-	-	Superior a 0,5
3	Reúso em descargas dos vasos sanitários.	Inferior a 10	Inferior a 500	-	-	-
4	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos.	-	Inferior a 5000	-	-	-

Quadro 1 - Classes de água de reúso e padrões de qualidade (HESPANHOL et al., 2006).

O volume total de água do sistema foi calculado a partir da vazão de água utilizada na Empresa, multiplicado pelo número de lavagens de caminhões feitas por dia, considerando toda a frota utilizada. Este volume foi calculado de acordo com a equação 1 (IGNÁCIO, 2009).

$$V = Q \times t \quad (1)$$

em que V é o volume total do sistema, necessário para o dimensionamento, em m³; Q a vazão resultante de todos os caminhões, em m³/h; t o tempo total de lavagem dos caminhões, expressos em horas.

O reservatório do efluente bruto é o local de armazenamento primário do efluente. É onde os veículos despejam o concreto remanescente dos caminhões betoneira com a água utilizada para a lavagem dos mesmos. Para o dimensionamento deste reservatório, foi levado em conta o volume total de água utilizada por dia.

Após passar pelo reservatório primário, o efluente, com menos partículas de sólidos, passa por um sistema de decantação. Basicamente, a remoção dos sólidos, sejam estes dissolvidos ou em suspensão, presentes no efluente, tem por finalidade eliminar os efeitos ao funcionamento dos componentes das instalações a jusante.

Este sistema foi dimensionado a partir do volume calculado e da vazão do sistema. Fez-se necessário o correto dimensionamento do comprimento e largura do decantador, a fim de reduzir o arraste de partículas pelo mesmo. O comprimento deste sistema foi calculado por meio da equação 2, descrita por Jordão e Pessôa (2005). Após ser encontrado o valor do comprimento, pode-se atribuir um valor para a largura do decantador, obedecendo à equação 3, também descrita por Jordão e Pessôa (2005). A fim de evitar-se o efeito de turbulência da água ao entrar no decantador, é adicionado, na equação 2, uma porcentagem variante entre 5 e 50%. Para este caso, aleatoriamente, foram atribuídos 10%.

$$L = 15 (+10\%) \times h \quad (2)$$

em que L é o comprimento do decantador e h altura do decantador.

$$3 < \frac{\text{comprimento}}{\text{largura}} < 4 \quad (3)$$

A remoção de óleos e graxas é de grande importância para o funcionamento correto dos sistemas de tratamento, sejam eles de efluentes residenciais ou industriais. Retirando este material do sistema, estar-se-ão evitando odores e o aspecto desagradável que esse material causará. Devido à constatação visual da presença de óleos no efluente gerado na empresa, fez-se necessário a instalação de um sistema capaz de removê-lo. O valor da área de cada câmara do separador foi calculado de acordo com a equação 4 (TOMAZ, 2005).

$$A = \frac{F \times Q}{V_t} \quad (4)$$

sendo A a área de cada câmara, em m²; F o fator de turbulência; Q a vazão do sistema em m³/s; e V_t a velocidade ascensional final da partícula de óleo em cm/s.

Depois de passado pelo decantador e caixa separadora de água e óleo, o efluente, livre do óleo e da maior parte dos sólidos, passa por um filtro, composto de areia de diferentes granulometrias, pedra brita e manta geotêxtil. Este filtro terá a função de reter o restante de sólidos presentes no efluente, a fim de não danificar a tubulação e equipamentos do processo. A espessura das camadas e altura da caixa de areia foram dimensionadas a partir de Di Bernardo e Dantas (2005), os quais estabelecem valores mínimos de camadas para filtros rápidos por gravidade.

A água da lavagem de caminhões após tratamento é direcionada até um reservatório, para possível reúso. Este reservatório foi calculado de acordo com o volume inicial e terá seu início ao final da altura do filtro, para ser aproveitada a ação da gravidade, gerando assim menor gasto com bombeamento.

Para o dimensionamento da bomba da água de lavagem de caminhões, foram realizados os passos, de acordo com o manual técnico disponível no site das Indústrias Schneider S. A. (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da tabela 1 mostram a média dos valores obtidos entre os meses de junho e outubro de 2009 e comprovam a ineficiência dos decantadores em funcionamento na empresa. Em comparação com a água do poço artesiano utilizado para a lavagem dos caminhões, nota-se o aumento significativo dos parâmetros analisados, como a cor aparente, turbidez, sólidos totais dissolvidos e pH.

Tabela 1 - Média dos valores obtidos para a análise dos decantadores entre junho e outubro de 2009.

Parâmetro	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	P. 5
pH	7,18	12,00	11,99	11,99	11,72
Cor aparente (Pt-Cb)	1,34	37,38	23,78	19,9	18,72
Turbidez (NTU)	1,32	67,16	63,46	61,28	58,14
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	89,0	2188,2	1558,4	2546,2	2350,7
Oxigênio dissolvido (mg/L)	10,338	8,496	7,888	6,916	9,415
Coliformes totais/	0	0	0	0	0
Cloro residual (mg/L)	0	0	0	0	0

Pelos resultados da tabela 1, pode-se constatar a não conformidade com o manual de conservação e reúso de água na indústria, de Hespanhol et al. (2006), com os parâmetros pH, turbidez, sólidos totais dissolvidos para um reúso de água classe 1, a qual envolve a lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto com o usuário. Torna-se necessário por isso a construção de um novo sistema de tratamento do efluente gerado, para possibilitar assim o reúso da água.

Com um cronômetro, foi contabilizado o tempo de lavagem dos caminhões, onde se obteve uma média de 6 minutos e 22 segundos por caminhão. O valor foi multiplicado pelo número de caminhões da Empresa, atualmente 8, e pelo número médio de vezes que cada caminhão é lavado por dia, 3. Com isso, foi possível estimar um total de 2 horas, 32 minutos e 48 segundos de funcionamento da bomba por dia. Utilizando como base uma vazão máxima de 7,0 m³/h, pode-se chegar ao volume de 17.826 L/dia de água utilizada.

O sistema implantado possui um reservatório dimensionado com 13,45 m de comprimento, 3,26 m de largura, e 0,80 m de profundidade. Esse reservatório será a primeira etapa do tratamento do efluente, sendo responsável pela sedimentação de grande parte do material grosseiro presente. O reservatório deve ser construído de forma para facilitar a entrada de máquinas para a remoção do material sólido decantado neste setor. Para suportar o volume útil estipulado, deve-se construir esta etapa de tratamento com 0,90 m de altura na parte mais profunda, até a tubulação de passagem do efluente à próxima etapa de tratamento, tendo um comprimento total de 9,00 m, além desta largura, de 3,26 m, perfazendo um total de aproximadamente 20,50 m³.

De acordo com a baixa vazão na Empresa, faz-se necessário apenas um decantador, o qual foi dimensionado a partir da velocidade de sedimentação das partículas com diâmetro menor do que 0,10 mm, que está em torno de 0,16 m/s. Aplicando as equações (1) e (2), foi encontrado para o sistema de tratamento um decantador com 10,00 m de comprimento, 0,70 m de altura útil e 2,50 m de largura. A fim de não parar o funcionamento do sistema nos dias de limpeza, 2 decantadores são igualmente

instalados, um ao lado do outro, fazendo parte de um sistema de decantação em conjunto.

Utilizando dados referenciados por Tomaz (2005), o qual dá valores de Fator de Turbulência (F) em torno de 1,74, e velocidade ascensional (V_t) em torno de 0,002 m/s, foi encontrado o valor da área da caixa separadora de água e óleo, que fica no meio do sistema, onde ocorre a separação propriamente dita, que é de 1,70 m². Para a altura útil do sistema foi utilizado o valor mínimo permitido, que é de 0,90m. A água passa de tanque para tanque por meio de um sistema de sifão instalado com tubulações em PVC de 100 mm, distantes 0,30 m do fundo da caixa.

O filtro foi dimensionado com 1,00 m de comprimento, 1,50 m de largura, e altura total de 1,00 m, contando com a altura livre acima da primeira camada filtrante. A camada suporte, também chamada de fundo falso, composta por pedra brita número 1, terá altura de 0,15 m. Com essa camada de pedra brita são necessários coletores da água filtrada, os quais são compostos por tubulação em PVC de 50 mm, interligados por outra tubulação central e assim escoados em PVC de 100 mm até a próxima etapa do sistema. Acima dessa camada deve haver uma manta geotêxtil, que recobrirá toda área horizontal dessa camada. A camada de areia retida em peneira malha 10 terá altura de 0,25 m. Acima deve haver outra camada de areia, porém mais fina, passante em peneira número 10, de 0,20m. Entre essas duas camadas de areia haverá novamente manta geotêxtil. A primeira camada contará com pedra brita número 1, e terá 0,10 m de altura. Acima dessas camadas, deve haver uma altura livre de 0,30 m, para futura lâmina de água.

Este reservatório foi dimensionado a partir do volume total do projeto e possui 4,00 m de comprimento e 4,00 m de largura, com profundidade de 1,50 m de altura útil para a água tratada. A fim de projetar um sistema que seja conduzido pela ação da gravidade, esse reservatório começará a partir do final do filtro.

Para o dimensionamento da bomba, foi adotado o parâmetro de rendimento da bomba como o global, em 70%. Com isso, obtiveram-se então valores de vazão: 7,0 m³/h, diâmetro de recalque: 40 mm, diâmetro de sucção: 50 mm, altura manométrica total: 7,81 m e potência do motor de 1 CV.

O anteprojeto (Figura 3) dimensionado, neste trabalho, teve por objetivo reduzir os impactos ambientais do estabelecimento, tornando o sistema de lavagem da Empresa fechado, e poupando em torno de 18 mil litros de água de poço artesiano por dia.

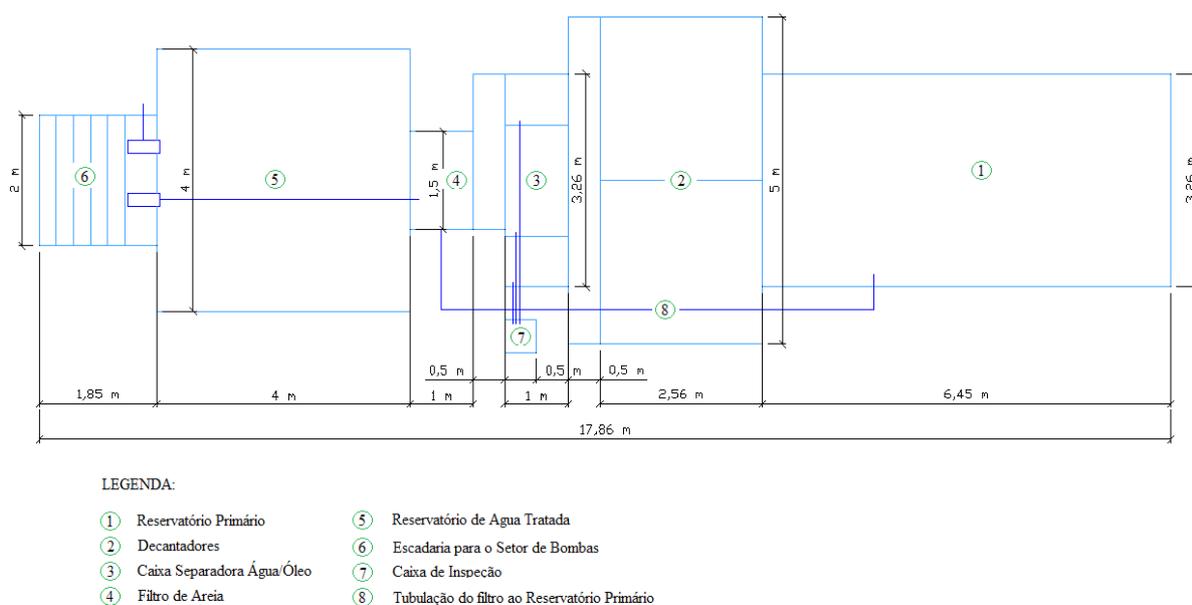


Figura 3 - Vista superior do modelo final do anteprojeto.

CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível verificar a necessidade de melhoria no sistema de descarte do efluente da empresa estudada. O despejo incorreto desse efluente em vala, nas proximidades, pode trazer sérios riscos ao ambiente local, como a diminuição da infiltração no solo, o aumento excessivo do pH e a contaminação do lençol freático. O efluente apresentou uma grande disparidade entre a amostra testemunho (poço artesiano) e a amostra no final do sistema de tratamento. Em vista disso, o anteprojeto foi dimensionado de acordo com a literatura pesquisada e necessidades atuais da Empresa Concreteira estudada, e certamente aumentará a eficiência de tratamento do efluente gerado.

REFERÊNCIAS

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso da água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H F de **Reúso da Água**. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. 2002.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. **Métodos e técnicas de tratamento de água** - São Paulo: Editora Rima. V. 2, 2005.

GOOGLE MAPS. **Endereço: BR 392 Km 3,5 nº 4401, Bairro Minuano, Santa Maria - RS**. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/>> Acesso em: 21/12/2009.

HESPANHOL, I. et al. **Manual de Conservação e Reúso de Água na Indústria**. Rio de Janeiro: DIM, 2006.

IGNÁCIO, R. F. **Curso básico de mecânica dos fluidos**. 2009. Disponível em: <<http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/Apostila/Unidade%203/Primeira%20aula%20da%20unidade%203.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2009.

INDÚSTRIAS SCHNEIDER S. A. **Manual técnico**. Disponível em: <<http://www.schneider.ind.br/>> Acesso em: 7 dez. 2009.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES. Rio de Janeiro - RJ. 2005. 1050 p.

MACÊDO, J. A. B. de, **Métodos laboratoriais de análises: físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ - MG, MG. 2003. 601 p.

PARA Multiplicar a água. **Casa Cláudia**, Ed. Abril, p.112-116, fev. 2004.

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

TOMAZ, P. **Caixa de retenção de óleos e sedimentos**. 2005. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/NormaAguaDeChuva/NormaDownloads/Capitulo07-Captaoodeoleosegraxas.pdf>> Acesso em: 08 dez. 2009.

VIGGIANO, M. H. S. **Reúso das águas cinza**. Disponível em <<http://www.casaautonoma.com.br>>. Acesso em: 14 maio 2009.