



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sulai António Gomes Injai

Filtração Lenta - Biofiltração

Sulai António Gomes Injai Filtração Lenta - Biofiltração

UMinho | 2013

novembro de 2013



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sulai António Gomes Injai

Filtração Lenta - Biofiltração

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Júlio Fernando Ferreira da Silva

AGRADECIMENTOS

À família!

Ao Professor Doutor Júlio Fernando Ferreira da Silva pelo apoio e disponibilidade, sendo um Orientador no sentido denotativo do termo;

Ao Técnico de Laboratório de Hidráulica, João Rui Mendes Oliveira, sempre disponível e por mestria de quem se tornou exequível a pesquisa naquele espaço;

Ao Engenheiro Nuno Brandão pela ajuda e acompanhamento na fase inicial do laboratório em calibrações, montagem da instalação e trocas de impressões;

À Luísa Maria Pires Fernandes, participante em todo o trajeto laboratorial - na experiência anexa – com imensa colaboração em todo o processo;

Aos colegas de laboratório, alguns dos quais eventualmente necessitaram limpar o chão inundado;

Ao Ensino...

RESUMO

A filtração lenta em areia é um método clássico e muito satisfatoriamente eficaz para tratamento de água, revelando-se alternativa viável para regiões rurais afastadas dos grandes centros urbanos que necessitam de um sistema de tratamento de água a baixo custo de implantação, assim como para aquelas em desenvolvimento, pelas mesmas razões de simplicidade, reduzidos custos de mão-de-obra e capacidade técnica especializada.

O presente trabalho teve a finalidade de avaliar o desempenho de um filtro lento de areia e geotêxtil construído em laboratório para o tratamento de água captada para abastecimento, em face a variações da turvação da água bruta e das taxas de filtração.

A água bruta a tratar era regularmente turvada com lodo recolhido na margem do rio Ave.

Os valores dos resultados obtidos ao longo das medições realizadas foram estes seguintes:

Para o Caudal médio de $0.67 \text{ m}^3/\text{h}$ correspondeu a Taxa de Filtração média de 0.47 m/h .

A remoção de Turvação atingiu os 77.99% de valor médio. Para a água bruta a Turvação média foi de 10.04 NTU e após filtrada a água apresentou 0.85 NTU médios. A remoção mínima apresentada foi de 9.72% e atingiu máxima de 98.12%.

Observou-se que a Condutividade apresentou o valor médio para água bruta igual a $101.14 \mu\text{S}/\text{Cm}$ e de $93.39 \mu\text{S}/\text{Cm}$ na água tratada, tendo a média relativa à redução deste parâmetro resultado em 7.67%

PALAVRAS-CHAVE: "Filtração Lenta", "Biofiltração".

ABSTRACT

Slow sand filtration it's a reliable and an successfully alternative to water treatment to remote regions, i.e. far from urban centers and to the developing communities/countries whose energy savings are important, so they can operate the water treatment at low cost of deployment and labor-work capacity and also without higher techniques.

The following laboratory experience was done to evaluate the real performance of a constructed Slow Sand Filter treating raw water to further human supply under the influence of factors such as turbidity of raw water and filtration rates for the filter layer used in the installation.

The turbidity of the raw water was often increased with river sludge during the experimental period to verify the filter performance.

At the end the results were these, whose values are averages:

Flow rate of 0.67 m³/h and Filtration rate equal to 0.47 m/h;

The removal efficiency for Turbidity was 77.99 %. The average value of the Turbidity was from 10.04 NTU in raw water and 0.85 NTU in the treated effluent. Yet in Turbidity, the minimum removal was of 9.72 % while the maximum ones 98.12 %

The Conductivity parameter was reduced from 101.14 μ S/Cm in the raw water to 93.39 μ S/Cm in the filtered water. The Removal was 7.67 % for the range of measured values.

KEY-WORDS: "Slow sand filtration", "Bio Filtration".

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	- 1 -
1.1	Água e vida	- 2 -
1.1.1	Qualidade da Água.....	- 2 -
1.1.2	Disponibilidade de Recursos Hídricos.....	- 3 -
1.2	Problema de Investigação	- 6 -
1.3	Objetivos	- 6 -
1.4	Organização da dissertação	- 6 -
2	REVISÃO DO ESTADO DA ARTE – FENÓMENOS ASSOCIADOS À FILTRAÇÃO LENTA	- 7 -
2.1	Tecnologia de Filtração Lenta	- 7 -
2.2	Mecanismos de Transporte	- 8 -
2.3	Ação de retenção	- 8 -
2.4	Sedimentação	- 8 -
2.5	Inercia	- 9 -
2.6	Difusão	- 9 -
2.7	Interceção	- 9 -
2.8	Ação Hidrodinâmica	- 9 -
2.9	Mecanismos de Aderência	- 10 -
2.9.1	Interações Elétricas	- 10 -
2.9.2	Adsorção	- 10 -
2.10	Fenómenos Biológicos na Filtração	- 11 -
2.10.1	Organismos Atuantes	- 11 -
2.10.2	Schmutzdecke	- 12 -
2.11	Variáveis do Processo	- 12 -
2.12	Manta protetora	- 13 -
2.13	Carga hidráulica	- 14 -
2.14	Vantagens e Desvantagens da Filtração Lenta	- 14 -
3	METODOLOGIA DO TRABALHO DESENVOLVIDO	- 17 -
3.1	Local de Realização	- 17 -

3.2	Material	- 17 -
3.3	Filtro Lento	- 18 -
3.4	Água Bruta	- 19 -
3.5	Descrição do funcionamento da Instalação	- 22 -
3.6	Limpeza dos Filtros	- 23 -
3.7	Locais de Recolha de Amostras e Identificação dos Parâmetros Medidos	- 23 -
3.8	Medições Realizadas.....	- 24 -
3.8.1	Métodos Usados na Medição	- 25 -
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	- 27 -
4.1	Turvação.....	- 27 -
4.2	Taxa de Filtração	- 28 -
4.3	Condutividade.....	- 29 -
4.4	pH.....	- 30 -
4.5	Temperatura	- 31 -
4.6	Oxigénio Dissolvido	- 33 -
4.7	Relação entre Parâmetros Medidos e a Carga Hidráulica	- 34 -
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	- 35 -
6	BIBLIOGRAFIA	- 37 -
7	ANEXO 1 - QUADROS DAS MEDIÇÕES LABORATORIAIS	- 41 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Água doce do planeta (adaptado de Environmental Canada's Graundwater Website (2012))	- 4 -
Figura 1.2 - População e disponibilidade de água por habitante (adaptado de SOPHOCLEOUS (2004)).....	- 5 -
Figura 1.3 - Volume de Água Continental: Cinzento - /Habitante/Ano (m3); Preto - média Anual (Km3). (Adaptado de SHIKLOMANOV)	- 5 -
Figura 2.1 Mecanismos de remoção em Filtros (Adaptado de CRWR (2010))	- 11 -
Figura - 2.2 - Esquema Geral de Filtro Lento (Shawn A. Cleary)	- 15 -
Figura 4.1 - Tanque de Filtração Lenta: Esquerda e centro - durante montagem de filtro; Direita - em funcionamento.....	- 18 -
Figura 4.2 - Perfil do Tanque de Filtração Lenta	- 19 -
Figura 4.3 - Tanque da Água Bruta com Mangueira de Recirculação	- 20 -
Figura 4.4 - Planta da Instalação	- 21 -
Figura 4.5 – Colher e Lodo usados.....	- 22 -
Figura 4.6 – Fases de Formação do filme fino (Schmutzdecke)	- 23 -
Figura 5.1 - Gráfico da Variação de Turvação nas Águas (Bruta e Captada pós-filtro)	- 28 -
Figura 5.2- Gráfico de Variação da Condutividade.....	- 30 -
Figura 5.3 – Gráfico de Variação do pH	- 31 -
Figura 5.4 – Gráfico de Variação da Temperatura	- 32 -
Figura 5.5 – Gráfico de Variação da turvação e de Temperatura efluentes	- 32 -
Figura 5.6 - Gráfico de Variação do Oxigénio Dissolvido.....	- 33 -
Figura 5.7 - Gráfico da Influência da Carga Hidráulica na variação dos parâmetros monitorizados (ordenadas em escala logarítmica).....	- 34 -

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 5.1 – Percentagem Máxima de Remoção Medida no Filtro (unidades de turvação).- 27 -	-
Quadro 5.2 – Resumo Estatístico dos Dados da Redução de Turvação.	- 27 -
Quadro 5.3 – Resumo Estatístico dos registos de Turvação da água bruta e filtrada.....	- 27 -
Quadro 5.4 – Resumo Estatístico dos Dados Globais da Taxa de Filtração (m/h)	- 29 -
Quadro 5.5 – Resumo Estatístico dos Dados Globais da Redução de Condutividade	- 29 -
Quadro 5.6 – Resumo Estatístico dos Dados Afluentes e Efluentes da Condutividade.....	- 29 -
Quadro 5.7 – Resumo Estatístico dos Dados Globais de pH	- 30 -
Quadro 5.8 - Resumo Estatístico dos Dados Globais de Temperatura.....	- 31 -
Quadro 5.9 - Resumo Estatístico dos Dados Globais de OD (mg/L).	- 33 -
Quadro 8.1.1 – Valores Diários de Turvação	- 41 -
Quadro 8.1.2 – Valores Diários de Caudal e Taxa de Filtração	- 50 -
Quadro 8.1.3 – Valores Diários de Condutividade.....	- 52 -
Quadro 8.1.4 - Valores Diários de pH	- 60 -
Quadro 8.1.5 – Valores Diários de Temperatura.....	- 63 -
Quadro 8.1.6 – Valores Diários de Oxigénio Dissolvido	- 72 -
Quadro 8.1.7 – Variação dos Parâmetros Consoante Variação da Carga Hidráulica.....	- 72 -
Quadro 8.1.7.1 – Variação Média dos Parâmetros Consoante Variação da Carga Hidráulica ...	- 74 -

1 INTRODUÇÃO

A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal (Diretiva Quadro da Água (2000)).

Segundo a UN Water Report (2012), a quantidade e qualidade das reservas de água são condições das quais a segurança alimentar é altamente dependente, tendo-se tornado de enorme importância em vários países subdesenvolvidos.

Várias fontes de fornecimento de energia são dependentes de disponibilidade hídrica, estando a tripla - Água, Energia e Alimento - reconhecida como de primordial importância no desenvolvimento de uma economia verde.

A filtração consiste na passagem da água por entre um meio poroso, melhorando a sua qualidade através da remoção de partículas suspensas e coloidais; da redução do número de bactérias e de outros organismos; da modificação de alguns constituintes químicos e da oxidação da matéria orgânica (Huisman, 1982).

A filtração de água em areia é uma técnica de tratamento de água praticada desde tempos imemoriais. No decorrer do século XVIII, a filtração estabeleceu-se como meio eficaz de remoção de partículas da água, embora o grau de clarificação não fosse mensurável naquela época. A partir do início dos anos 1800, a filtração lenta em areia começou a ser usada de maneira regular na Europa (EPA, 2000).

A filtração na margem tem sido uma prática comum em muitas cidades europeias há mais de 100 anos. Esta foi iniciada, primeiramente, para a remoção de sólidos em suspensão e agentes patogénicos de águas superficiais cada vez mais poluídas. Desde aí diversas modificações e melhorias foram introduzidas na procura do aperfeiçoamento deste processo de tratamento (Schmidt *et al.* 2003).

O uso de manta geotêxtil aplicada objectivamente para melhorar resultados foi pesquisado por: Mbwette e Grahan (1990); Di Bernardo e Rocha (1990); Di Bernardo *et al.* (1991). As melhorias seriam: tornar a filtração mais eficiente e facilitar mecanismos de limpeza, sendo colocada na superfície superior do filtro podendo ser facilmente removida aquando da limpeza.

O grau limpeza e salubridade da água e a sua racionalização são requisitos deveras importantes por razões de saúde pública e sustentabilidade deste recurso fundamental para um desenvolvimento social são e equilibrado atendendo à sua perceptível diminuição em quantidade face ao aumento da taxa populacional do planeta. Torna-se assim “obrigatória” a responsabilidade sobre o seu uso e tratamento com o propósito de um potencial reuso, atendendo à sua importância nas atividades humanas e para as inúmeras formas de vida continentais e aquáticas que dela dependem.

No caso concreto de regiões em desenvolvimento ou recentemente industrializadas em que o processo geral de tratamento da água não seja facilmente suportável em termos económicos, o método de Filtração Lenta, quando aplicável, verifica-se muito útil e vantajoso. A vantagem advém desde logo, do facto de a instalação ser relativamente simples a nível dos materiais que nele se empregam (simples tanques para suporte do material filtrante constituído por agregado granular nomeadamente Areia e/ou Carvão Ativado entre outros possíveis); a nível de montagem/operacionalidade; custo de manutenção e conseqüentemente no preço final da água para o consumidor, tendo em conta a influência dos custos do tratamento no preço final cobrado pelo serviço de fornecimento do bem em causa.

Como objetivo geral deste trabalho está a verificação do grau de eficiência da instalação de Filtração Lenta montada, na melhoria da qualidade da água bruta usada para abastecimento, tendo sido especificamente estudados os parâmetros de qualidade de água: Turvação, Oxigénio Dissolvido (OD), Condutividade, Temperatura, e pH. A instalação de filtração foi montada no laboratório de Hidráulica afeto ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho. Esta instalação é composta por um tanque de abastecimento de água bruta, o tanque do Filtro Lento, e por tubagem de ligação entre ambos permitindo o correto funcionamento da instalação.

1.1 ÁGUA E VIDA

1.1.1 Qualidade da Água

Em 10 de Novembro de 1995, a Agência Europeia do Ambiente apresentou um relatório «Ambiente na União Europeia. 1995» contendo uma descrição atualizada sobre o estado do ambiente e confirmando a necessidade de ações para proteger as águas da Comunidade em termos qualitativos e quantitativos.

Tendo sido alterada e consequentemente revogada pela Diretiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008, o documento anterior, Diretiva 2000/60/CE do parlamento europeu e do conselho, de 23 de Outubro de 2000, que estabeleceu um quadro de ação comunitária no domínio da política da água referiu:

A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal.

A presente diretiva tinha como objetivo estabelecer um enquadramento para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas com foco na sustentabilidade do seu uso, na proteção e melhoria dos ecossistemas que delas dependessem (terrestres e aquáticos).

O decreto-lei nº 306/2007, de 27 de agosto, que estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, tendo por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da eventual contaminação dessa água, define um valor paramétrico para a Turvação de 4.0 NTU, referindo que, no caso de águas superficiais, o valor paramétrico à saída do tratamento deve ser 1.0 NTU (APDA 2012).

1.1.2 Disponibilidade de Recursos Hídricos

Segundo o IRAR, o setor de abastecimento público de água para consumo humano em Portugal tem revelado uma evolução assinalável, sustentada no facto de que em 1993 apenas cerca de 50 % da água era controlada e tinha boa qualidade e em 2008 este indicador é de quase 97 %.

A água está presente em diversas atividades do quotidiano, das quais assumem grande importância o abastecimento, a agricultura, a indústria e a produção de energia elétrica. Até um passado recente, as necessidades de água cresceram gradualmente acompanhando o lento aumento populacional. A era industrial trouxe a elevação do nível de vida e o rápido crescimento da população mundial, fazendo assim que a satisfação das necessidades de água seja na atualidade um sério problema social a resolver em consequência das elevadas quantidades exigidas e também da alteração das suas qualidades resultante dos seus usos.

Da enorme quantidade deste recurso existente no planeta, a porção útil disponível para consumo é relativamente pequena, sendo essa porção apenas a correspondente à água doce, *figura 11.*, passível de ser captada.

Falkenmark (1989), citado por Sumpsi (1998) define o índice de disponibilidade de água como o quociente entre os recursos hídricos renováveis (considerado constante ao longo do tempo) e o tamanho da população. Segundo esse critério, considera-se que um país tem problema de água se a captação deste bem está compreendida entre 1000 m³ e 2000 m³/hab/ano (a esta categoria pertencem países como o Reino Unido, Índia, Paquistão ou Tanzânia).

Usando o critério proposto pelo índice de Falkenmark, quando o índice de disponibilidade hídrica é inferior a 1000 m³/hab/ano diz-se que o país sofre escassez de água, ou melhor, a falta de água converte-se numa grave ameaça para a produção de alimentos, o desenvolvimento económico e a proteção dos sistemas naturais. Segundo este autor, o número cada vez maior de países cujo crescimento demográfico ultrapassa o nível em que pode manter-se comodamente com os recursos hídricos disponíveis dá uma ideia da magnitude crescente dos problemas de escassez de água.

Atualmente várias nações com milhões de pessoas pertencem à categoria de países com escassez de água, muitos deles com grandes índices de crescimento demográfico, agravando rapidamente os seus problemas de água.

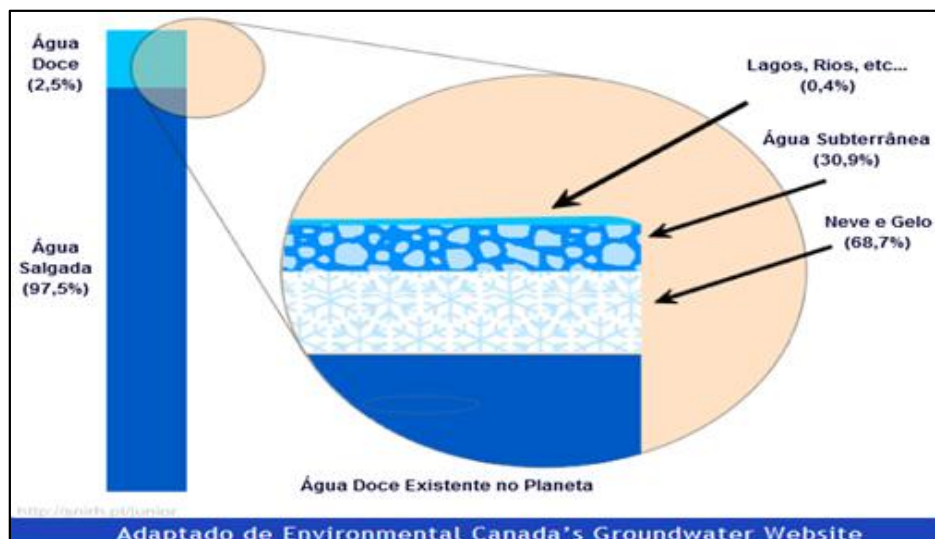


Figura 1.1 - Água doce do planeta (adaptado de Environmental Canada's Groundwater Website (2012))

A *figura 1.2* mostra a relação da variação populacional planetária com a dos recursos hídricos tendo sido extrapolada a população até ao ano 2025. Espera-se uma redução da captação de

praticamente 12 m³/hab/ano no período temporal de 65 anos no qual se dará o aumento expectável de 4.80x10⁹ habitantes.

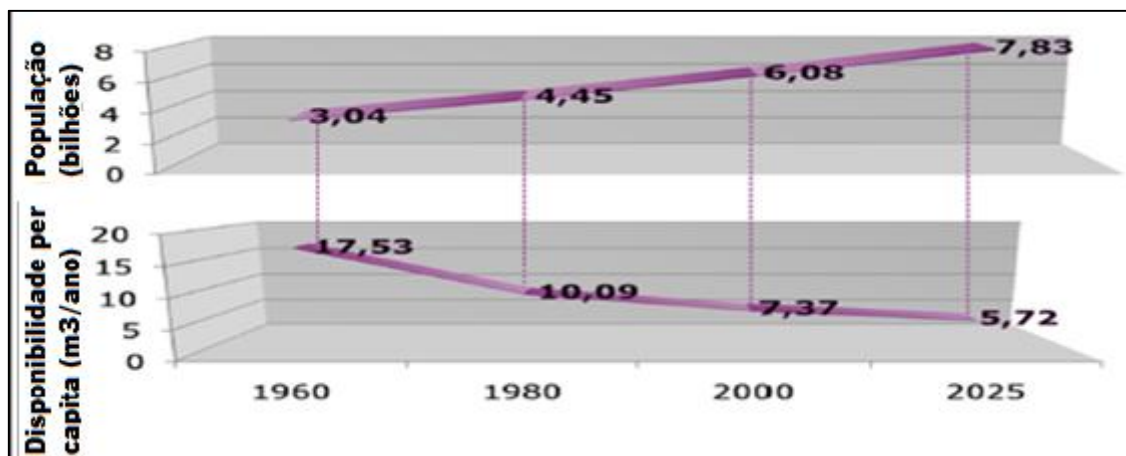


Figura 1.2 - População e disponibilidade de água por habitante (adaptado de Sophocleous (2004))

Na figura 1.3. vê-se a quantidade de água disponível por continente segundo Prof. Igor A. Shiklomanov.

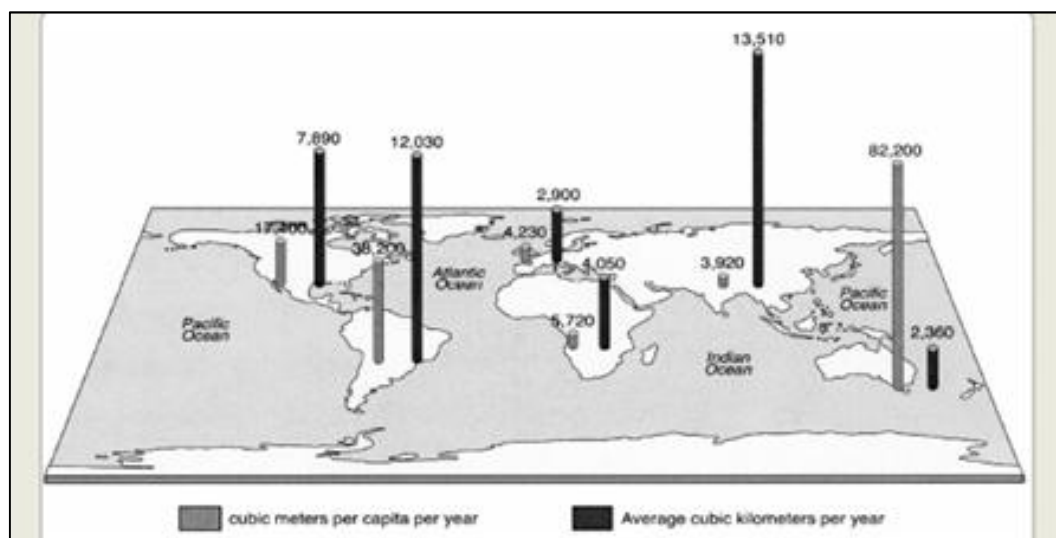


Figura 1.3 - Volume de Água Continental: Cinzento - /Habitante/Ano (m³); Preto - média Anual (Km³). (Adaptado de Shiklomanov)

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

O problema consistia no estudo e desenvolvimento de um sistema de filtração lenta (biofiltração) que fosse capaz de melhorar a qualidade da água bruta.

1.3 OBJETIVOS

Com o desenvolvimento deste trabalho laboratorial de investigação pretendeu-se avaliar o desempenho dum sistema de filtração lenta (biofiltração) na melhoria da qualidade da água face a água bruta com diferentes turvações.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A seguir a esta introdução far-se-á a descrição dos fenómenos associados à filtração lenta e revisão do estado da arte seguindo-se-lhe um capítulo dedicado aos resultados obtidos e posteriormente as conclusões.

Na fase seguinte do trabalho faz-se a revisão bibliográfica relativa ao título mostrando os conhecimentos gerais alcançados nesta matéria em vários domínios desde importância aos custos passando por mecanismos e fenómenos associados, aspetos hidráulicos, mantas geotêxtis e parâmetros de projeto, características da água, eficiência e custos deste método de tratamento de água. Na parte que lhe segue debruça-se sobre a metodologia e os materiais aplicados na pesquisa.

Por fim discute-se os resultados fazendo referência às conclusões e recomendações resultantes da análise dos resultados obtidos da experiência.

2 REVISÃO DO ESTADO DA ARTE – FENÓMENOS ASSOCIADOS À FILTRAÇÃO LENTA

2.1 TECNOLOGIA DE FILTRAÇÃO LENTA

Os sistemas modernos de abastecimento de água têm sido desenvolvidos a partir da observação da água que nasce nas nascentes, procurando reproduzir esse processo artificialmente. Um deles foi chamado de “Filtração Lenta em Areia”, que incorporou com sabedoria o mecanismo da própria natureza. Esse processo tornava a água pura, isenta de bactérias patogênicas. No entanto, o seu ponto fraco era a lentidão na remoção das impurezas. Esse processo de purificação foi, por muito tempo, equivocadamente concebido como um fenômeno puramente físico. Na realidade, trata-se de um Processo de Purificação Ecológica Nakamoto (2005).

Um processo de filtração lenta poderá ocorrer quando a água atravessa as areias depositadas no sub-leito e margem dum rio. O adequado funcionamento do processo de filtração da água no subleito ou na margem de um rio é fundamental para se reduzir a quantidade de partículas suspensas, diminuindo as necessidades da utilização de reagentes para a sua remoção nos tratamentos subsequentes.

Será necessário que haja um controlo das quantidades de água captada, de forma a manter as velocidades nos drenos baixas, não permitindo assim o aumento da turvação. Análises feitas ao longo do tempo mostraram que a captação por drenos aumenta drasticamente a qualidade da água relativamente à água superficial bruta, com reduções muito consideráveis de turvação e contaminação bacteriológica. Os filtros lentos reduzem ou eliminam um conjunto importante de poluentes, nomeadamente farmacêuticos, organofosfatos, etc.. O processo de multi-etapas com os filtros lentos apresenta elevadas eficiências de tratamento, o que levou a dispensar a utilização de cloro no processo de tratamento e até na água para adução à rede de distribuição.

Nakhla e Farooq (2002) compararam sistemas construídos de filtros lentos com filtração natural no leito do rio, e mostraram desempenhos semelhantes de ambos os sistemas. Para estes autores a granulometria da areia tem um papel mais crítico no desempenho de filtro de areia lento do que a carga aplicada ao filtro. Nakhla e Farooq (2002) estudaram um efluente secundário duma ETAR aplicando cargas de 0,15 m/h a 0,38 m/h e mediram o desempenho

do filtro em termos da capacidade de nitrificação-desnitrificação e redução dos sólidos suspensos totais para areias de 0,3 mm e 0,5 mm de diâmetro. Estes autores também reportaram os tempos de paragem do filtro para manutenção, que não eram significativamente afetados pelas cargas aplicadas ao filtro, dentro da gama testada. Outro artigo de comparação entre filtração lenta de areia e filtração em leito de rio foi apresentado por Amy et al. (2006).

2.2 MECANISMOS DE TRANSPORTE

Os mecanismos de transporte atuantes na filtração estão basicamente relacionados com as propriedades físicas das partículas e dos meios filtrantes, os parâmetros de projeto e as condições ambientais.

2.3 AÇÃO DE RETENÇÃO

A acomodação dos grãos no meio filtrante provoca um arranjo espacial de tal forma que nos espaços intersticiais ocorre a retenção total de partículas com diâmetro superior a 0,155 vezes o diâmetro dos grãos e parcial de partículas pouco menores. Entretanto, partículas coloidais (0,001 – 1 μm) e bactérias (1-10 μm) não são removidas por este mecanismo, uma vez que as suas dimensões são muito menores que o limite de retenção intersticial (Huisman 1982).

2.4 SEDIMENTAÇÃO

As partículas, movimentando-se em regime laminar sobre o leito filtrante ou nos espaços intersticiais, estão sob ação da aceleração da gravidade, que estabelece uma componente vertical na sua velocidade, podendo causar a sua colisão com um grão e a possível retenção. A influência deste mecanismo só é perceptível para partículas suspensas relativamente grandes e densas, cuja velocidade de sedimentação seja alta, e em zonas do leito onde a carga hidráulica seja baixa, Valencia (1981). Vargas (1992) ressalta que o mecanismo de sedimentação atue mais pronunciadamente para taxas de filtração mais reduzidas e partículas maiores que 10 μm .

2.5 INERCIA

Ao se aproximarem dos grãos, as linhas de fluxo alteram significativamente a sua direção, de forma que as partículas com quantidade de movimento suficiente para manter a sua trajetória colidem com os grãos e podem ser retidos. Convém ressaltar que este mecanismo é mais predominante quando a velocidade de aproximação, o diâmetro e a massa específica da partícula são maiores.

2.6 DIFUSÃO

A energia termodinâmica da água manifesta-se no movimento desordenado de suas moléculas que, quando em contacto com pequenas partículas, transfere a elas esta oscilação difusa denominada movimento browniano. Este movimento pode retirar a partícula de sua linha de fluxo, provocando uma trajetória errática e fazendo-a chocar-se com grãos de areia, causando sua retenção. A difusão é tanto maior quanto menores forem a viscosidade da água, a velocidade do fluxo, o diâmetro da areia, o diâmetro e a massa específica das partículas, e quanto maior for a temperatura do líquido. Este mecanismo é muito importante para partículas com diâmetros menores que 1 μm (Yao et al., 1971).

2.7 INTERCEÇÃO

A interceção é um fenómeno que ocorre quando uma partícula, deslocando-se em uma linha de fluxo tangencial à superfície do grão, o toca, ficando retida. Quanto maior a partícula, e mais próxima a linha de fluxo estiver do grão, mais facilitada estará a interceção.

2.8 AÇÃO HIDRODINÂMICA

Uma partícula num meio com gradiente de velocidade constante está submetida a velocidades tangenciais diferentes, o que provoca nela um movimento rotacional e uma diferença de pressão na direção perpendicular à do escoamento, originando uma força que a conduz para a região de velocidade mais alta. Esta ação é mais significativa para partículas com diâmetros mais elevados ($\sim 10 \mu\text{m}$). A interação entre os diversos mecanismos de transporte relatados é a forma mais provável de ação, no entanto, a sedimentação, a interceção e a difusão tem sido

apontadas como predominantes no transporte de partículas até os grãos do meio filtrante (DI BERNARDO, 1993).

2.9 MECANISMOS DE ADERÊNCIA

2.9.1 Interações Elétricas

Dependendo das cargas das partículas pode haver forças de atração ou repulsão, que variam com os módulos das cargas e com a distância entre elas. Quanto maiores os módulos das cargas e menor a distância, maiores serão as forças de atração ou repulsão.

2.9.2 Adsorção

A adsorção é provavelmente o mais importante processo de purificação na filtração, retendo partículas muito finas, coloidais ou impurezas dissolvidas. Ocorre quando a partícula entra em contacto com os grãos, sendo retida na superfície gelatinosa aderente, formada por depósitos de bactérias e matéria orgânica, e ativada por atração física e eletrostática, de acordo com a carga de cada partícula (HUISMAN, 1982). Ressalta-se a importância dos fenômenos biológicos nos mecanismos de aderência atuantes na filtração, especialmente na adsorção.

Entre duas partículas existem forças magnéticas atrativas, devidas às flutuações de carga nos átomos (DI BERNARDO, 1993). A atração entre os grãos do meio filtrante e as partículas presentes na água é a responsável portanto, pelo contacto entre ambos, ocasionando a adsorção.

O Center for Research in Water Resources (2010) refere no seu relatório online 10-07 que a captura por sedimentação (partícula que se move por gravidade mais rápido do que o fluido), a intercepção (ocorrência de colisão por impulso) e a difusão (ocorrência de colisão por movimento browniano), são os três mecanismos de fixação que combinados servem para modelar a remoção de partículas em filtros lentos de areia.

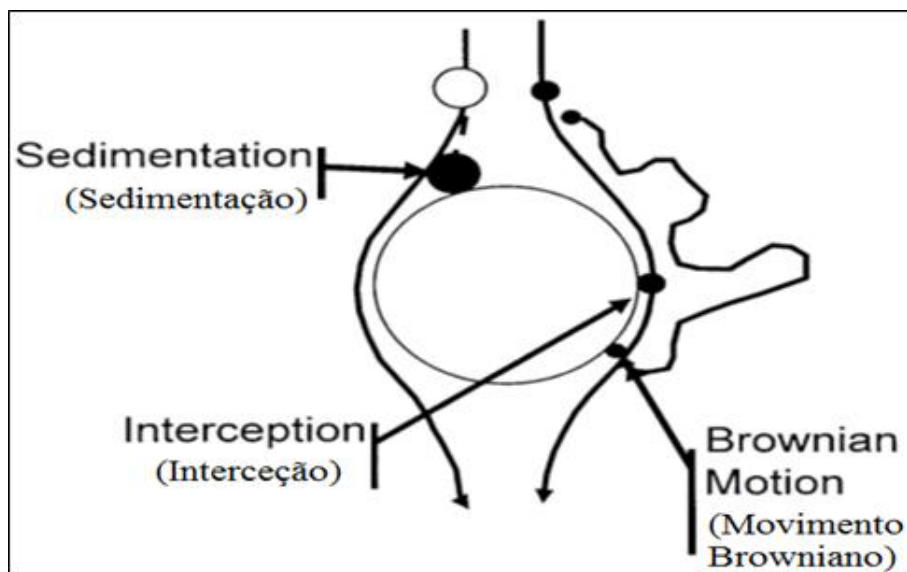


Figura 2.1 Mecanismos de remoção em Filtros (Adaptado de CRWR (2010))

2.10 FENÓMENOS BIOLÓGICOS NA FILTRAÇÃO

2.10.1 Organismos Atuantes

Uma grande diversidade de microrganismos desenvolve-se no filtro lento, constituindo uma comunidade que estabelece ao longo do tempo e de acordo com as condições ambientais, níveis distintos de atividade biológica (HAARHOFF & CLEASBY, 1991). Podem-se referir quatro grandes grupos de microrganismos presentes no filtro lento: algas, bactérias, protozoários e vírus.

Relativamente às de bactérias uma das características principais da filtração lenta é a grande eficiência na sua remoção. Contudo, a presença de bactérias no filtro tem fundamental importância para o equilíbrio biológico do ambiente aquático em questão.

O grupo que compreende as bactérias do trato intestinal humano, com potencial de patogenicidade, é de particular interesse, pois pode veicular doenças.

As baixas taxas de filtração usuais no filtro lento ocasionam um elevado tempo de retenção da água sobrenadante, e um conseqüente incremento na atividade biológica no filtro, ao contrário do que ocorre na filtração rápida (Haarhoff & Cleasby, (1991)), explicando o predomínio de fenômenos biológicos na filtração lenta.

A atividade biológica é mais pronunciada no topo do leito filtrante, onde se forma uma camada biológica (*schmutzdecke*) constituída de uma grande diversidade de microrganismos como bactérias, algas, protozoários e metazoários, que se fixam sobre um substrato de partículas inertes e matéria orgânica (Di Bernardo (1993)).

2.10.2 *Schmutzdecke*

O *schmutzdecke* (camada superficial com biofilme) tem o desenvolvimento intimamente relacionado com o conteúdo de nutrientes da água bruta, (BELLAMY et al., 1985), explicado pelo fato de que a base da cadeia trófica desenvolve-se a partir dos nutrientes e da energia solar, que são convertidos em energia química pelos organismos fotossintéticos, ou produtores primários. Com matéria orgânica abundante, as bactérias heterotróficas encontram condições propícias ao crescimento, utilizando-a no seu metabolismo. O fenómeno de crescimento bacteriano é acompanhado de mortalidade concomitante, liberando matéria orgânica para ser utilizada por bactérias e outros microrganismos nas camadas heterotróficas mais profundas (VARGAS, 1992).

Neste meio são reduzidos o ferro e o manganês a óxidos insolúveis, que se precipitam, passando a constituintes do substrato. A matéria orgânica é parcialmente oxidada para participar do metabolismo dos microrganismos e parcialmente convertida em água, dióxido de carbono, nitratos e fosfatos, quando ocorre a sua mineralização (HUISMAN, 1982).

Os filtros consistem numa unidade de fluxo descendente com taxa de filtração entre 3 e 12 m/dia e meio filtrante composto de areia com curva granulométrica definida entre 0,08 mm e 1 mm e camada suporte de pedregulho com espessura total entre 0,8 e 1 m e carga hidráulica entre 1,4 e 1,9 m (PATERNIANI, 1991).

2.11 VARIÁVEIS DO PROCESSO

Relativamente ao controlo deste processo de filtração, o sistema de tratamento tem como variáveis-chave de projeto segundo (BELLAMY, 1985):

- Carga hidráulica
- Espessura do estrato de areia
- Profundidade do leito de areia

- Temperatura
- Desenvolvimento do biofilme /*schmutzdecke*
- Envelhecimento do filtro biológico

2.12 MANTA PROTETORA

Pádua e Bernardo (1998) estudaram a ação mecânica de mantas não-tecidas sobre a turvação da água. A simples passagem da água por uma manta não tecida provoca reduções da turvação superiores a 50 % para taxas de filtração de aproximadamente 1 m/h. Para taxas superiores a ação mecânica das mantas perdia eficiência. Vários parâmetros das mantas foram analisados: material, área superficial, gramagem, porosidade, espessura. Os melhores resultados foram obtidos com uma manta de um não-tecido agulhado de poliéster que possui superfície específica igual a $600 \text{ m}^3/\text{m}^2$, porosidade superior a 99 % e 44 mm de espessura. As mantas eram facilmente limpas por ação dum jato de água. Estes resultados focaram a parte da ação mecânica, pelo que este estudo não pode ser diretamente aplicado a filtração com formação de biofilme. Há mais alguns trabalhos sobre a retenção mecânica de sólidos em mantas não tecidas, que podem ser utilizados como referência na avaliação prévia dos materiais a utilizar (Cruz (1996), Mulligan et al. (2009), Camplesi (2009)).

Setlhare e Mwiinga (2006) comparam filtros piloto numa unidade com pré-filtração por fluxo ascendente em filtro de material grosseiro. Este estudo cobriu águas brutas numa gama de turvação até 140 NTU. Uma única manta foi estudada, feita em material tecido que em outros estudos foi um tipo de material com resultados abaixo de materiais não tecidos. Os autores referem como vantagens da aplicação duma manta sobre o filtro: a redução da penetração de sólidos para o meio filtrante; manutenção das altas taxas de redução de poluentes; a operação do filtro ao longo do tempo é similar ou superior ao caso do filtro não protegido; atrasa o desenvolvimento do biofilme apesar de poder colmatar mais rapidamente; e facilita o processo de remoção da camada de biofilme e a taxa de reposição de areia.

Ferraz (2001) estudou a utilização duma manta em filtros lentos para substituição da camada de suporte da areia em torno do dreno. A manta provou ser uma alternativa viável para material de suporte da camada de areia filtrante.

2.13 CARGA HIDRÁULICA

Paterniani e Conceição (2004) estudaram a utilização de filtros lentos com pré-filtração para aplicação a pequenas comunidades. Os valores da turvação média estavam na gama de 37 a 60 NTU, com picos que atingiram os 300 NTU. As gamas de tratamento obtidas por estes autores foram de remoções de mais de 90 % para a turvação e à saída do filtro lento a remoção de coliformes atingir os 99,9 %. As cargas aplicadas foram de 0,083 m/h e de 0,17 m/h e não se registaram diferenças significativas entre os ensaios a diferentes cargas hidráulicas. A maior diferença foi no tempo de funcionamento, que para estes valores de turvação foi de 14 dias para o filtro com aplicação da maior carga e de 18 dias para o filtro com aplicação de 0,17 m/h. A limitação da aplicação de carga na instalação experimental de Paterniani e Conceição (2004) era de 50 cm.

No estudo de Ferraz (2001) sobre a utilização duma manta em filtros lentos para substituição da camada de suporte da areia em torno do dreno a carga aplicada ao filtro lento variou entre 0,125 m/h e 0,375 m/h. As taxas de tratamento não apresentaram diferença significativa do ponto de vista estatístico.

2.14 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FILTRAÇÃO LENTA

O grau de simplicidade da filtração lenta verifica-se:

- Nas condições de manutenção;
- Nos baixos custos de operação; exequibilidade material (localmente acessíveis - condição de sustentabilidade);
- Dispensa no uso de coagulantes e químicos de limpeza, logo, aliviando tais custos monetários associados;
- No baixo consumo de energia e baixa quantidade de lamas resultante;
- Na boa performance.

Tendo as limitações:

- Menor atividade biológica para baixa temperatura da água, traduzindo-se em perda de eficiência;

- Sensibilidade a altos níveis de turvação, por motivos de frequente colmatção do filtro;
- Baixa remoção de carbono orgânico total, COT
- Baixa remoção de precursores de trihalometanos, THM.

É um método que se destaca por não requer uso de coagulantes ou de outro produto químico, é de simples construção, operação e manutenção, não requer mão-de-obra qualificada para a sua operação, produz águas com características menos corrosivas e apresenta custos geralmente acessíveis a pequenas comunidades, principalmente de países em desenvolvimento (Azevedo Netto e Hespanhol (1979)), além de ser um dos processos de tratamento de águas de abastecimento que produz menos quantidade de lodo.

Wegelin, M. (1988) - Nenhum outro processo unitário de tratamento de água tem a capacidade de melhorar qualidades físicas, químicas e bacteriológicas da água superficial melhor do que filtração lenta.

USEPA (1997) - Quando usada uma água bruta com a qualidade apropriada, a filtração lenta em areia consegue ser a mais apropriada tecnologia de filtração para pequenos sistemas.

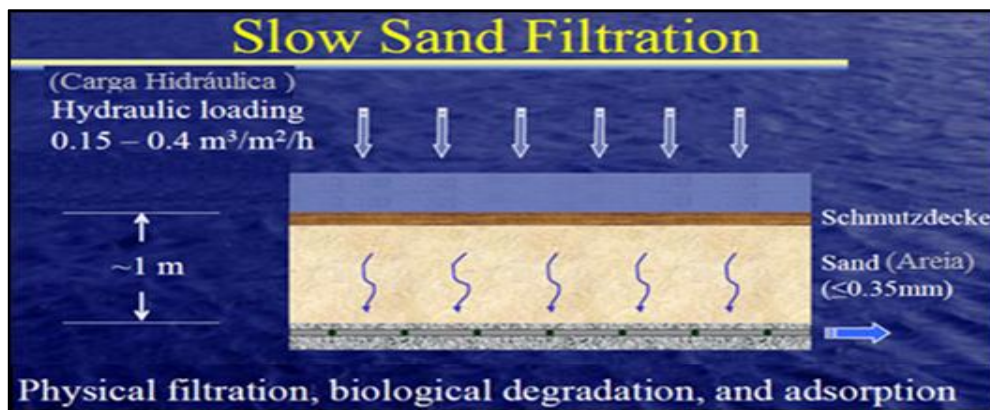


Figura - 2.2 - Esquema Geral de Filtro Lento (Shawn A. Cleary)

3 METODOLOGIA DO TRABALHO DESENVOLVIDO

3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO

O trabalho experimental realizou-se em laboratório. Concretamente no laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Civil, pólo de Azurém da Universidade do Minho, Guimarães 2013.

3.2 MATERIAL

Os materiais usados nos trabalhos experimentais foram:

Computador de secretária;

Tubagem PVC (*figura 4.1*);

Tubo Anelar Aberto - recolha da água filtrada;

Vazadouro Metálico; Bomba Hidráulica – a jusante do sistema; Mangueira;

Sondas Multiparamétricas - Hydrolab Minisonde 5;

Medidor de Oxigénio Dissolvido - Medidor multi-parâmetro HQ 40d HACH;

Turbidímetro - Modelo 2100Q Hach;

Medidor de pH - Medidor multi-parâmetro HQ40d;

Gobelés; Colher de Plástico (*figura 4.5*);

Copo e Balde Graduados; Termómetro;

2 Tanques Metálicos com dimensões:

Tanque do Filtro Lento, (*figura 4.1*) - 140 cm de comprimento, 90 cm de largura, 60 cm de altura;

Tanque da Água Bruta, (*figura 4.3*) - 140 cm de comprimento, 90 cm de largura, 60 cm de altura, com uma forma que varia do T.FL sendo este uma mistura de volumes cúbico e piramidal.

3.3 FILTRO LENTO

O Filtro Lento foi montado num tanque metálico paralelepípedo aberto na face superior, local por onde recebe o afluente bruto, dando-se o escoamento por gravidade. O volume do tanque de filtração era de 140 cm x 90 cm x 60 cm.

Constituído por Godo, e por Areia com granulometrias grossa e fina (*figura 4.1*: Esquerda e centro) tendo esta última grãos inferiores a 0.4 mm e a fração grossa constituída por agregados grosso cuja granulometria não se mediu atendendo à sua função de suporte da fração fina separando-a do contacto direto com o godo e prevenindo lavagem de finos. As espessuras dos estratos são relativamente iguais a 10 cm, 3 cm e 15 cm, existindo ainda duas camadas lamelares superficiais de manta geotêxtil (*figura 4.1*: Direita) e uma outra folha geotêxtil de proteção envolvente ao tubo de dreno longitudinal existente na base do filtro para captação do efluente tratado (*figura 4.1*: Esquerda).



Figura 4.1 - Tanque de Filtração Lenta: Esquerda e centro - durante montagem de filtro; Direita - em funcionamento.

Na *figura 4.2* está representado em perfil o taque do filtro lento.

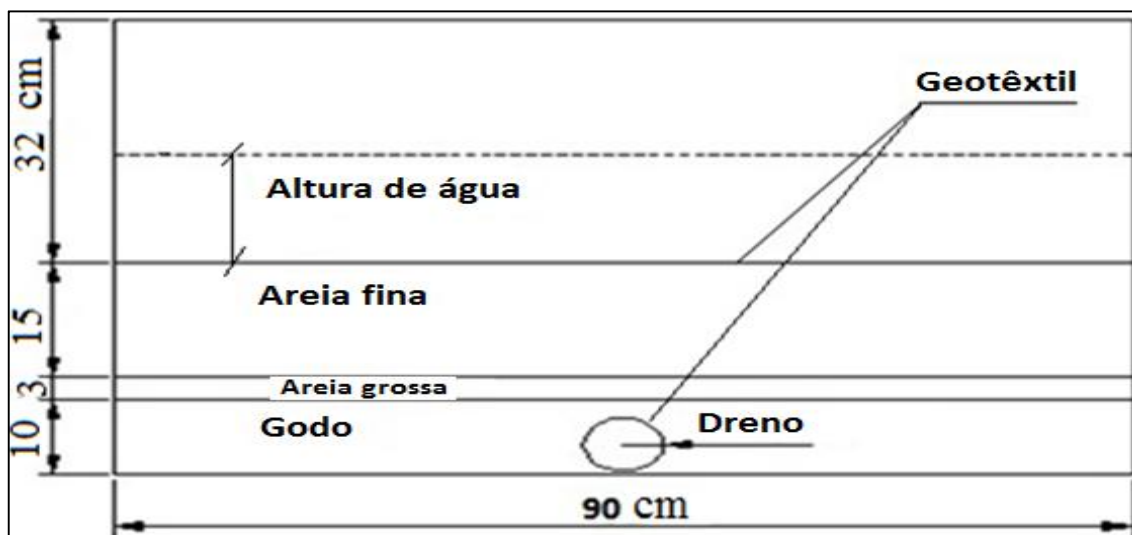


Figura 4.2 - Perfil do Tanque de Filtração Lenta

3.4 ÁGUA BRUTA

O filtro lento foi abastecido pelo Tanque de água bruta. Esta água bruta resultou de uma mistura de massa lodosa com água de maneira a serem obtidos graus de turvação necessários/suficientes para a verificação da eficiência no funcionamento do filtro construído, entre outras, na redução da intensidade de turvação do afluente. A turvação no tanque foi controlada na medida em que o lodo usado foi sempre doseado na quantidade de uma colher por cada operação de “turvação da água”.

Turvação da água - esta operação consistiu em misturar num balde, em volume de água de 5 L, a referida colher cheia com lodo (representado pela *figura 4.5*) e posteriormente adicionar esta mistura à massa de água existente no tanque abastecedor de água bruta.

No início de cada dia de medições tirava-se um ciclo de amostras correspondente a: água bruta, entrada do filtro e saída 2, locais identificados na *figura 4.4* e realizavam-se as medições dos parâmetros na água que houvera ficado nos tanques após as medições realizadas no dia anterior.

Depois deste ciclo medido começava-se então a fazer os ciclos diários de "turvação da água". A intensidade de turvação da água bruta geralmente atingia picos após esta operação, tendo ultrapassado frequentemente as 20 NTU.

As medições fizeram-se nos períodos entre turvações que duravam de um modo geral até que a intensidade da água bruta baixasse para valores de poucas unidades de turvação, e.g. 3, 4 NTU, tendo-se reduzido destes valores numas poucas medições, resultando deste modo em baixas reduções de turvação.

Os quadros gerais com os dados medidos estão apensos no capítulo anexos.



Figura 4.3 - Tanque da Água Bruta com Mangueira de Recirculação

Sendo a planta da instalação constituída por tanque abastecedor de água bruta, tanque de filtração lenta, tubos e acessórios e vazadouro metálico como identificado na figura que segue.

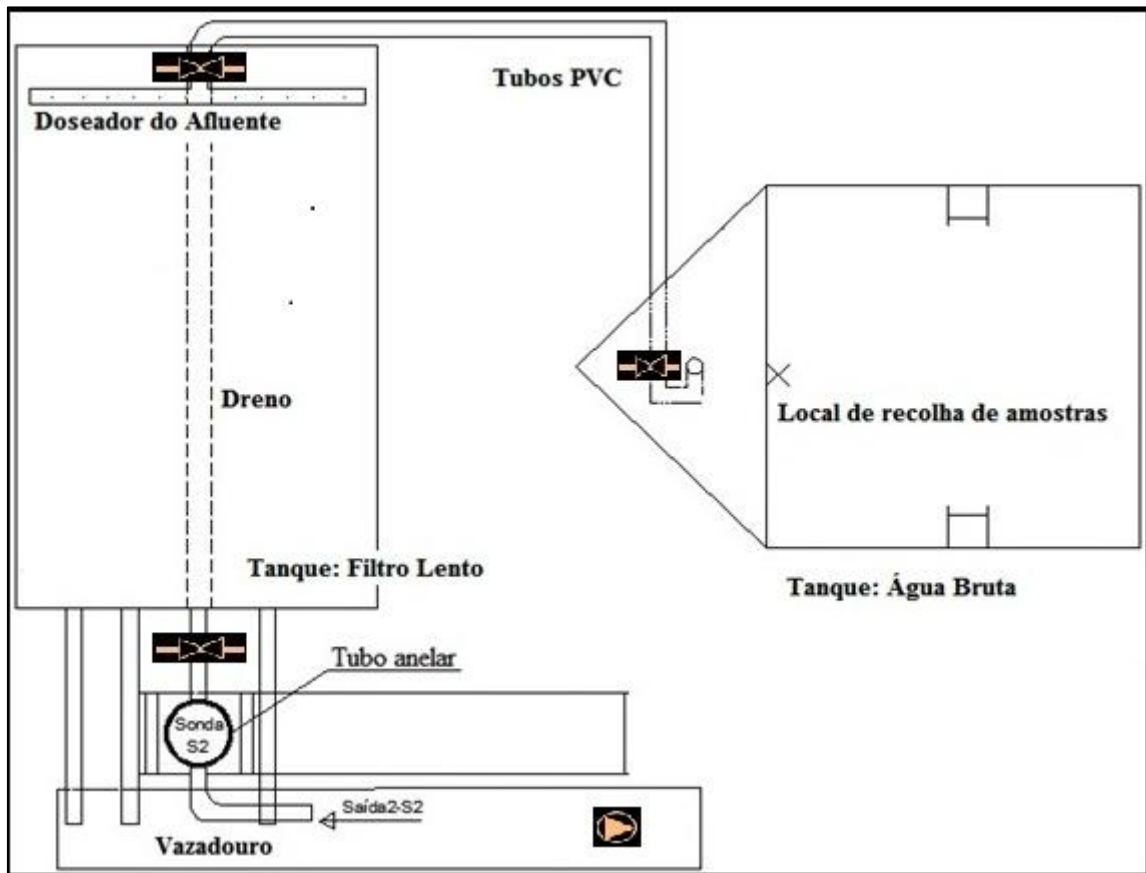


Figura 4.4 - Planta da Instalação

O lodo usado no afluente bruto era proveniente do leito da margem do rio Ave e da ribeira de Montalegre obtendo-se assim, parâmetros mensuráveis de Turvação, Sólidos Dissolvidos Totais, Condutividade entre outros peculiares existentes em água fluvial.

Em duas ocasiões foi usada água residual obtida imediatamente a montante (na saída) de rio de Couros (Guimarães), fazendo uso dos microrganismos responsáveis pela oxidação da considerável quantidade de matéria orgânica contida nestas águas, para desta forma se reforçar a quantidade destes mesmos microrganismos presentes no lodo fluvial, melhorando assim consequentemente a eficácia da porção biológica da camada de filme fino *schmutzdecke* formado na superfície do filtro por adição destes agentes presentes na água residual.



Figura 4.5 – Colher e Lodo (rio Ave) usados

3.5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

O fluido afluyente bruto é encaminhado ao tanque de tratamento por meio de tubos em PVC de 3/4'' de diâmetro ligados diretamente entre os dois tanques com o seguinte percurso entre eles partindo do tanque abastecedor de água bruta:

Vertical com sentido descendente, em seguida horizontal e depois novamente vertical, desta feita ascendente seguindo horizontal até ao tanque no qual cai em modo de chuveiro de forma a evitar demasiada agitação na superfície do filtro e a minimizar a perturbação do filme fino entretanto aí formado.

Na base do tanque de filtro lento existe um tubo de drenagem com a finalidade de captar a água tratada por filtração e encaminhá-la para o tubo anelar onde se faz a recolha desta água usada para medições de parâmetros físicos e químicos de qualidade da água através dos quais se torna possível comprovar o desempenho do filtro construído – fazendo-se comparação entre quantidades medidas desses parâmetros entre água bruta e água tratada no Tanque de filtração lenta.

Saído do tubo anelar, o fluido tratado é lançado para o vazadouro metálico onde foi implantada a bomba hidráulica que por sua vez e através de uma mangueira que a liga ao tanque de água bruta eleva-o para este tanque inicial permitindo um sistema cíclico.

3.6 LIMPEZA DOS FILTROS

Tendo como parâmetro indicador da necessidade de limpeza do filtro (i.e. a manta geotêxtil) o caudal, quando atingisse numa das medições bi-diárias uma redução condicionante ao funcionamento da instalação sendo consequência do aumento da quantidade de filme fino formado sobre o geotêxtil, não se verificou necessária a limpeza já que o caudal não sofreu tal alteração durante as medições, como se vê na *figura 4.6* pela camada de *schmutzdecke* formada ao longo do tempo que foi alguma mas insuficiente para afetar o funcionamento normal da instalação.



Figura 4.6 - Camada superficial de finos e biofilme (Schmutzdecke), fases de formação.

3.7 LOCAIS DE RECOLHA DE AMOSTRAS E IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS MEDIDOS

Local de Recolha de Amostras

- 1- Tanque-Água-bruta
- 2- Doseador do Afluente – imediatamente a montante do T.FL
- 3- Saída 2 (S2) - imediatamente a montante do vazadouro.

Parâmetros Monitorizados

- a) Turvação;

- b) Oxigénio Dissolvido, OD;
- c) Sólidos Dissolvidos Totais;
- d) Condutividade;
- e) pH;
- f) Temperatura;
- g) Caudal;
- h) Taxa de Filtração.
- i) Altura de água

3.8 MEDIÇÕES REALIZADAS

Os pontos de recolha das amostras são os considerados mais representativos, tendo as mesmas sido recolhidas com o *gobeleto* para um melhor controlo e manuseamento – permitindo em caso necessidade a repetição da medição, faze-lo com a mesma qualidade de amostra.

A carga hidráulica variou ligeiramente durante metade do período entre o início e fim das medições laboratoriais, tendo sido fixada durante o restante período.

A avaliação da taxa de eficiência do filtro lento foi feita a partir de medições dos parâmetros supra indicados constituintes das amostras colhidas em pontos cujo fluxo de água correspondia a afluyente, pontos 1 e 2 e efluyente, ponto 3 (*figura 4.4*) com objetivo de caracterizar a qualidade da água resultante. Das medições feitas em gobelê, i.e. manualmente, resultou uma frequência média igual a 3.4 dias de medições por semana numa abrangência total de 10 semanas. A cada dia de medições correspondem varias horas de trabalho no laboratório, tendo sido feitos por média (diária) a quantidade de 11.4 ciclos de medição dos parâmetros Turvação, pH, e Oxigénio Dissolvido. Este último teve menor número de medições do que tiveram os primeiros por ter sido medido apenas no período final.

Para o efeito das medições dos parâmetros restantes foram usadas as sondas multiparamétricas devidamente calibradas, estando posicionadas, uma no tanque de distribuição da água bruta e outra no interior do tubo anelar a jusante do tanque de Filtração

Lenta (já referido, de recolha do efluente filtrado). As sondas foram temporizadas para medições regulares com tempo não superior a 10 minutos (em certas ocasiões 5 noutras 10 minutos) e os dados recolhidos delas foram os que coincidiam com as horas dos dados medidos manualmente para efeito de realização da tabela dos dados na qual apenas se representa a hora correspondente à toma da primeira amostra do conjunto de amostras tiradas correspondentes a um ciclo de medições.

3.8.1 Métodos Usados na Medição

Turvação - Analisado com recurso ao Turbidímetro. A operação consiste em colocar uma amostra na cuvete do aparelho que assim fica nas devidas condições de proceder à medição. O resultado deste parâmetro para a amostra *a* retirada do ponto *p* é a média de três medições consecutivas.

Oxigénio Dissolvido, OD - Medido a partir do aparelho Hach HQ cuja sonda inseriu-se diretamente no gobelé contendo a amostra de água. O resultado de OD para a amostra *a* do ponto *p* é a média de três medições consecutivas.

pH – Medido com a respetiva sonda mergulhada no gobelé contendo a amostra.

Caudal: - Mediu-se temporizando o enchimento de volume igual a 2000 ml tendo-se determinado a razão correspondente entre volume e o tempo resultante. Esta tarefa realizou-se diretamente na Saída 2.

Taxa de Filtração – Definido a partir do conhecimento de caudal e da área de filtração em planta.

Sólidos Dissolvidos Totais - Os dados relativos aos sólidos dissolvidos totais foram obtidos a partir das sondas multiparamétricas implantadas no sistema.

Condutividade - Igualmente resultantes das medições das sondas instaladas.

Temperatura - Igualmente resultantes das medições das sondas instaladas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TURVAÇÃO

Relativamente a este parâmetro o filtro montado apresentou uma taxa de remoção aceitável no decorrer dos ensaios tendo alcançado frequentemente taxa positiva e boa atendendo ao limite de valores de turvação abaixo do qual se reconhece a qualidade da água em termos de Turvação. Chegou-se a obter grau de remoção superior a 95%. Concretamente removeu a dada altura 98.12% de turvação do afluente, tendo esta sido a máxima remoção conseguida pelo filtro. De referir que a água bruta teve picos de turvação com máximo de 37.13 NTU.

65 % das medições em amostras de efluente tratado apresentou turvação inferior a 1.0 NTU.

Os quadros seguintes resumem estatisticamente os dados globais por parâmetro.

Quadro 5.1 – Percentagem Máxima de Remoção Medida no Filtro (unidades de turvação).

Data	Hora	Turvação Afluente	Média	Turvação Efluente	Média	% Redução	Nota/Operação
16-Jul	11:35	36.2 - 34.7 - 30.4	33.77	0.64 - 0.63 - 0.63	0.63	98.12	Turvação da água

Quadro 5.2 – Resumo Estatístico dos Dados da Redução de Turvação.

MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
77.99%	20.83%	9.72%	98.12%	73.92%	84.56%	91.74%

Quadro 5.3 – Resumo Estatístico dos registos de Turvação da água bruta e filtrada.

	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
Água Bruta (NTU)	10.04	6.35	0.99	37.13	3.42	5.37	9.16
Á. Captada (NTU)	0.85	0.49	0.46	3.44	0.62	0.84	1.14

Seguidamente apresenta-se o gráfico da variação dos valores medidos da turvação para água afluente e efluente em que se verificam os picos atingidos pela água bruta e uma extensa fase de uniformidade de valores no efluente.

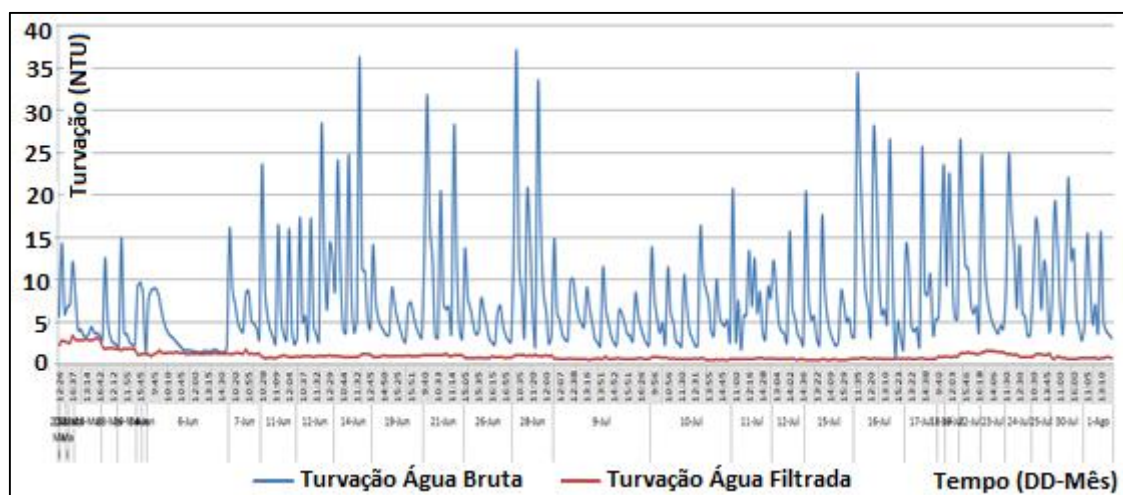


Figura 5.1 – Gráfico da Variação de Turvação nas Águas (Bruta e Captada pós-filtro)

4.2 TAXA DE FILTRAÇÃO

Os valores de caudal não são constantes. Em consequência das variações de carga hidráulica ocorridas no tanque de filtração verificou-se, por motivo de dependência entre ambas, alguma variação no escoamento quantificando-se no caudal, por umas vezes em diminuição por outras em aumento. Os valores permaneceram balizados entre $[0.5;0.9] \text{ m}^3/\text{h}$, e a taxa média de filtração foi de 0.48 m/h.

Por definição a taxa de filtração é a razão entre o caudal e a área de filtração, sendo esta última constante, a taxa de filtração segue a tendência de variação do caudal na mesma proporção.

Seguidamente apresentam-se tal como para o caso anterior, quadro e gráfico, relativos a taxa de filtração no sistema durante o período experimental.

A média de taxa de filtração foi de 0.48 m/h como se pode verificar no quadro

Quadro 5.4 – Resumo Estatístico dos Dados Globais da Taxa de Filtração (m/h)

MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
0.48	0.13	0.1	0.69	0.38	0.42	0.61

4.3 CONDUTIVIDADE

Estando este parâmetro associado aos sais existentes no meio fluido, observou-se uma redução, ainda que modesta, deste parâmetro.

Quadro 5.5 – Resumo Estatístico dos Dados Globais da Redução de Condutividade

MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
7.67%	0.94%	0.00%	9.68%	7.37%	7.69%	8.25%

Quadro 5.6 – Resumo Estatístico dos Dados Afluentes e Efluentes da Condutividade.

	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
Água Bruta (µS/cm)	100.5	9.66	86	120	92	93	94
Á. Captada (µS/Cm)	93.23	9.19	79	111	85	86	86

O gráfico 5.2 traduz a condutividade, que se verifica reduzida da água bruta para a água filtrada.

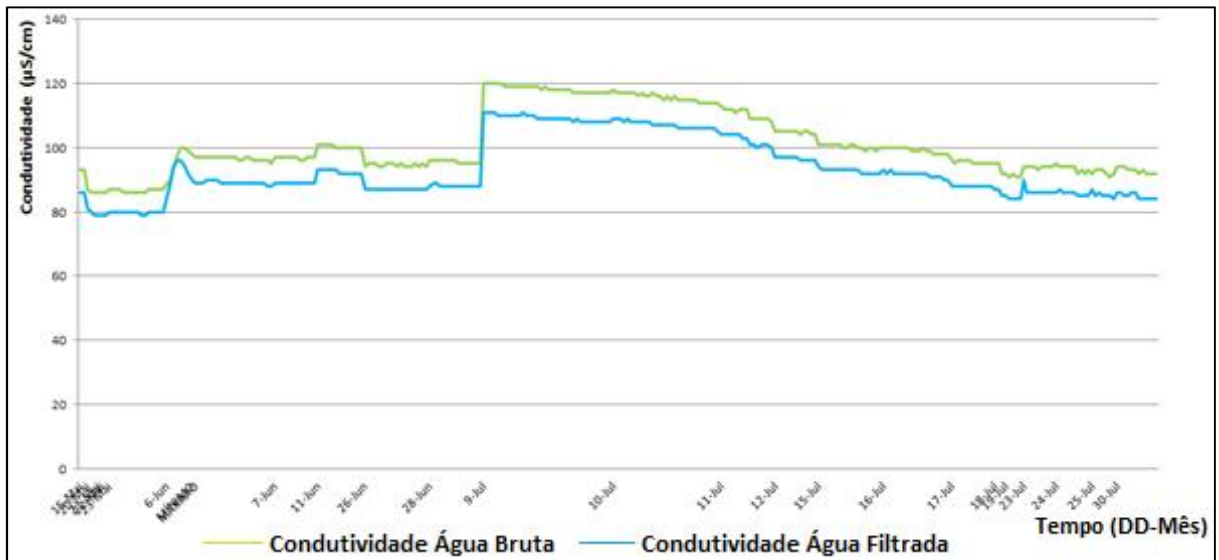


Figura 5.2 – Gráfico de Variação da Condutividade

4.4 PH

O pH da água filtrada é inferior ao da água bruta em mais de metade das medições (por volta de 53%) e com pouca diferença entre as águas, a média tende para a neutralidade em ambas (afluente e efluente). Apresenta-se o resumo tabelado:

Quadro 5.7 – Resumo Estatístico dos Dados Globais de pH

	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
Água Bruta	7.01	0.4	5.98	8.59	6.93	7.05	7.32
Á. Captada	6.8	0.35	5.91	7.45	6.76	6.85	7.14

Seguido do gráfico de variação com as ligeiras diferenças entre água bruta e tratada. Entre outras possíveis razões, o singular valor de 8.59 poderá ter-se devido a erros de medição ou de registo propriamente dito.

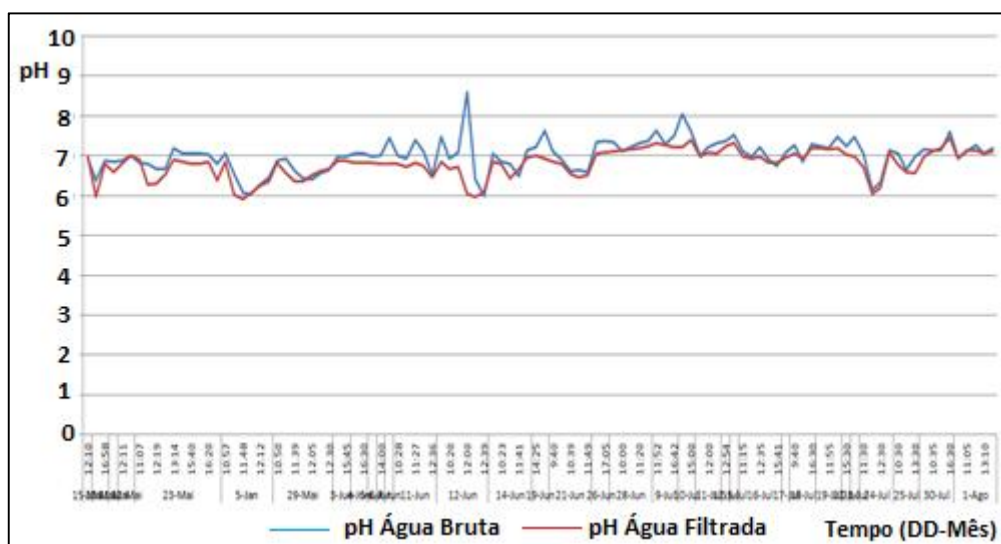


Figura 5.3 – Gráfico de Variação do pH

4.5 TEMPERATURA

Regularmente variável entre ambas águas e maioritariamente superior na água bruta, o quadro resumo da estatística dos dados e os seus valores máximos e mínimos diários são apresentados de seguida assim como o gráfico de variação integral do parâmetro ao longo do tempo das medições.

A amplitude térmica máxima verificada entre água bruta e tratada foi de 0.62 °C.

Quadro 5.8 - Resumo Estatístico dos Dados Globais de Temperatura

	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
Água Bruta (°C)	23.09	2.79	14.77	27.62	20.97	23.97	25.06
Á. Captada (°C)	23.12	2.88	14.44	27.4	21.19	23.75	24.81

Os gráficos demonstrativos dos dados originários da estatística acima calculada assim como da variação de temperatura e de turvação para água filtrada são:

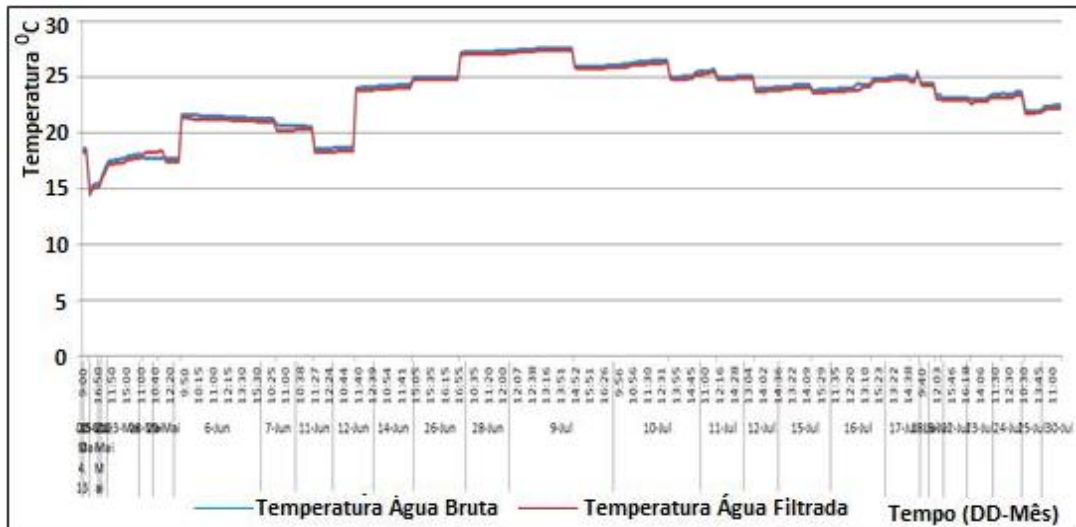


Figura 5.4 – Gráfico de Variação da Temperatura

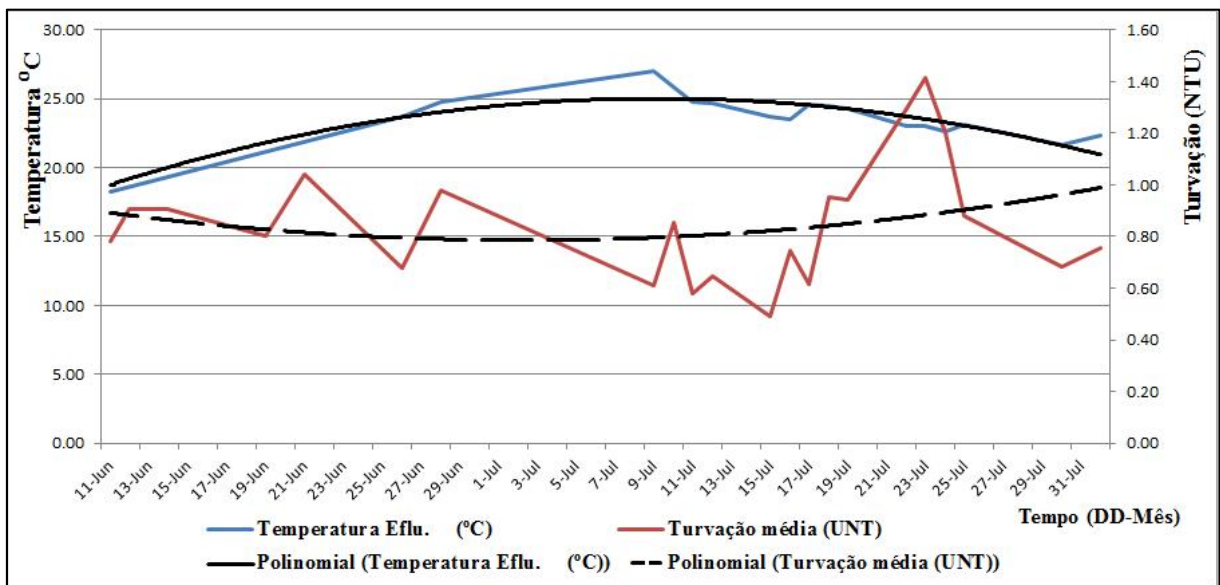


Figura 5.5 – Gráfico da Variação da turvação e de Temperatura efluentes

Neste gráfico é possível ver-se por variação das linhas de tendência de ambos parâmetros que os aumentos de temperatura corresponderam em geral a diminuições de turvação, Pode-se igualmente conferir verificando este facto no quadro 8.1.7 (quadro em anexo).

As exceções nesta relação entre temperatura e turvação justificam-se, entre outros motivos, pelas interferências no filtro, efetuadas para eliminar bolsas de ar entretanto formadas entre

geotêxtil e superfície de areia. Estas interferências provocaram diminuição imediata da eficiência do filtro até nova estabilização do processo.

4.6 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As poucas medições feitas serviram contudo para conferir a sua redução após filtrada a água, significando que foi consumida durante o processo de tratamento pelos microrganismos presentes na água.

Quadro 5.9 - Resumo Estatístico dos Dados Globais de OD (mg/L).

	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL
Água Bruta	9.03	0.15	8.74	9.27	8.91	9.02	9.165
Á. Captada	8.75	0.19	8.5	9.11	8.565	8.75	8.91

A taxa de consumo do parâmetro oxigênio dissolvido no filtro pode visto no gráfico que segue.

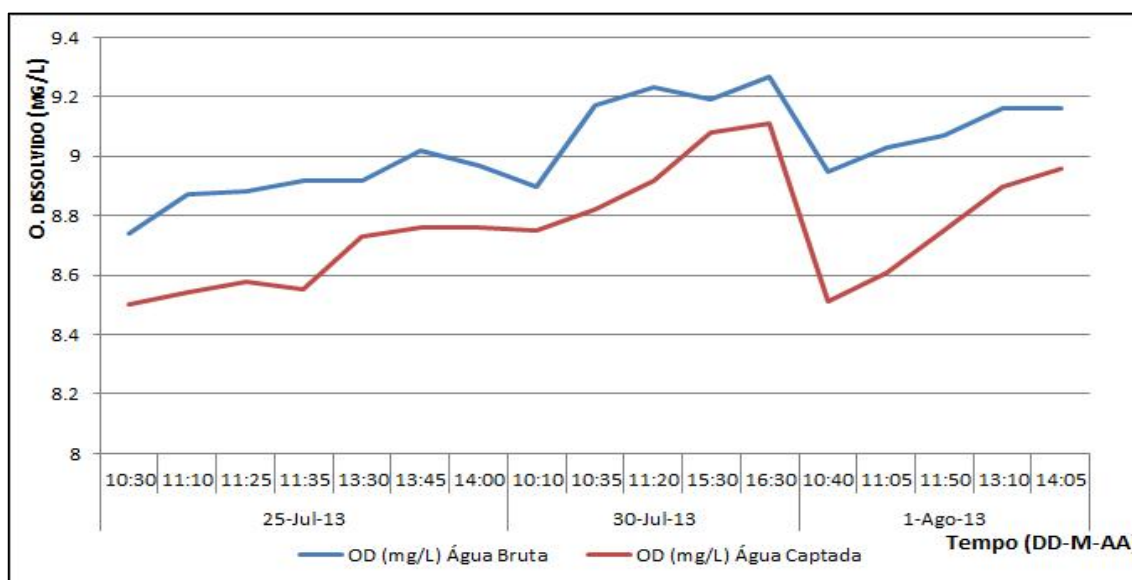


Figura 5.6 – Gráfico de Variação do Oxigênio Dissolvido

4.7 RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS MEDIDOS E A CARGA HIDRÁULICA

Durante mais ou menos metade do período laboratorial a carga hidráulica sofreu variações tendo sido mantida constante no restante período. Assim foi possível verificar para este caso em concreto tendo em conta as ordens de grandeza das suas flutuações, que em termos de eficácia a variação da carga hidráulica não foi significativamente condicionante da variação dos resultados por parâmetro monitorizados.

O parâmetro Caudal é afetado por motivo de dependência direta, o que se verifica no seu notório aumento quando aumenta aquele parâmetro.

Relativamente à turvação que é outro parâmetro altamente dependente da carga hidráulica uma vez que se requer que o sistema (velocidade) seja lento para a otimização dos resultados de tratamento, vê-se que o parâmetro demonstra maior variação pois não apresenta nenhum patamar ou variação que fosse mais 'discreta'.

A variação dos restantes vê-se menos pronunciada, demonstrando em geral não ser tão diretamente dependentes da carga hidráulica.

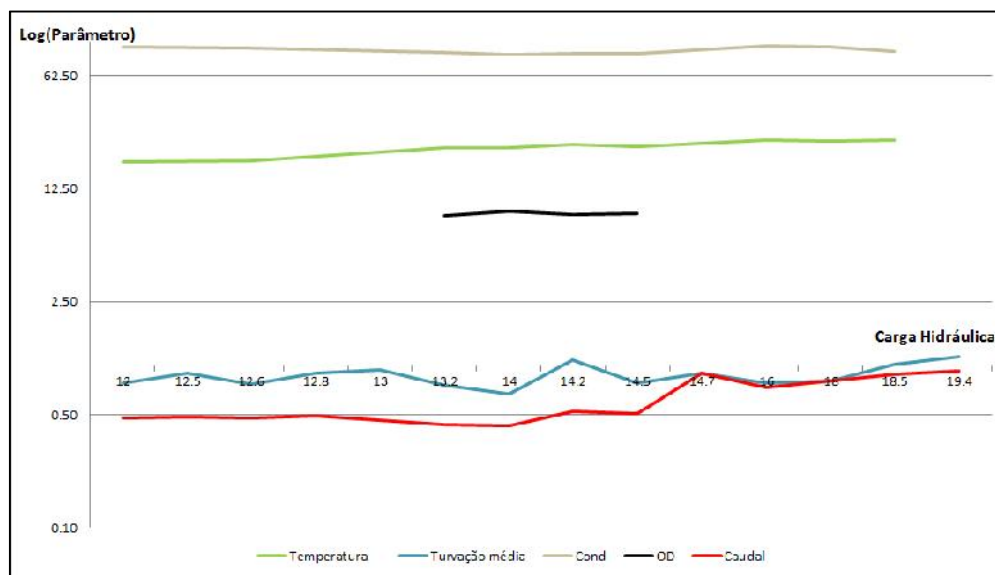


Figura 5.7 – Gráfico da Influência da Carga Hidráulica na Variação dos Parâmetros Monitorizados (ordenadas em escala logarítmica)

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A qualidade média de turvação da água bruta usada nesta instalação é satisfatoriamente melhorada pelo filtro lento de areia e geotêxtil montado. Conseqüentemente dir-se-á eficiente em termos de redução de turvação para água com qualidades similares após captação e como tal recomendável na aplicação de tratamento de água captada para abastecimento.

O uso peculiar de duas camadas de uma manta geotêxtil verificou-se de grande utilidade e muito influente nos resultados, inicialmente previstos de reduzir a turvação do afluente para valores efluentes de aproximadamente 1.0 NTU.

Nestas condições o filtro permitiu a obtenção de resultados de turvação abaixo do valor considerado referência para este parâmetro de qualidade de água (já referido de 1.0 NTU) em 65.4 % do período de pesquisa experimental, tendo a média das medições igualado 0.85 NTU.

A eficácia no processo de remoção de turvação é fortemente dependente do filme fino formado na superfície do filtro e da sua estabilidade.

Embora tenham sido feitas turvações de vários graus não se verificou colmatação conducente a necessidade de limpeza do filtro geotêxtil, local onde se viu formado o *schmutzdecke*

Embora tenha funcionado apenas em horário laboral, tendo ficado alguns dias sem operar, a eficiência do sistema não foi afetada já que a carga hidráulica nunca se anulou permitindo estabilização do biofiltro superficial. A boa prestação da instalação montada foi tal que relativamente aos restantes parâmetros:

Taxa de Filtração - A variação de taxa de filtração ocorrida não apresenta significativa influência nos parâmetros de qualidade da água monitorizados.

Condutividade - A eficiência do tratamento do filtro lento permitiu a redução dos valores deste parâmetro da água bruta para a tratada.

Temperatura - Influyente em todo o processo de tratamento de água, verificou-se que o seu aumento é benéfico para funcionamento do filtro e o abaixamento é prejudicial no sentido da redução da eficiência.

Verificou-se uma eficácia muito satisfatória da filtração lenta como operação de tratamento de água. Provocando custos de exploração reduzidos revela-se sustentável na "produção" de água para abastecimento. As recomendações à sua aplicação no tratamento da água que apresente qualidades no seu domínio de aplicação tornam-se assim obrigatórias.

Em termos de recomendações para desenvolvimentos de trabalhos no futuro sugere-se a realização de mais experiências com diferentes materiais filtrantes e diversas alturas de areia. Os ensaios devem realizar-se ao longo de intervalos de tempo mais alargados com diferentes temperaturas da água, por exemplo as existentes nas épocas mais frias. Sugere-se, também, a utilização de diferentes taxas de filtração médias.

6 BIBLIOGRAFIA

BARRETT, Michael E. (2010). Evaluation of sand filter performance: CRWR Online jReport 10-07, 113 pgs.

CAMPLESI, D.C.F. (2009). Desempenho da tecnologia de filtração em múltiplas etapas (fime) no tratamento de águas de abastecimento em escala piloto. M.Sc. da Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Brasil.

CAMPOS, Luiza Cintra (2002). Modelling and simulation of the biological and physical processes of slow sand filtration. PhD Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering Imperial College of Science Technology and Medicine: London, England.

COELHO, Edumar Ramos Cabral; DI BERNARDO, Luiz (2002). Avaliação da Filtração Lenta em leito de areia e carvão ativado granular e da pré-ozonização na remoção de matéria orgânica, microrganismos e atrazina. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cancun, México. 27 a 31 de Outubro.

CRUZ, L.B.S. (1996). Avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada. M.Sc. Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Directiva 2000-60-CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Dezembro, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L 327.

EPA (1991). Guidance manual for compliance with the filtration and disinfection requirements for public water systems using surface water sources. Ed. 580 pgs.

FERRAZ, C.F. (2001). Influência da redução da espessura da camada suporte na eficiência da filtração lenta com uso de mantas sintéticas não tecidas para águas de abastecimento. M.Sc, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

GRAHAM AND COLLINS (2011). Advances in slow sand and alternative biological filtration. Chichester, New York. 461 pgs. ISBN: 0471967408.

LOGSDON, Gary S. (2008). Water filtration practices: Including slow sand filters and precoat filtration. 1st ed. EUA, Melissa Valentine. ISBN 978-1-58321-595-1

MARRARA, Danilo Aparecido Faveri (2005). Filtração Lenta em areia, manta não tecida e carvão ativado como pós-tratamento de efluentes domésticos e reuso. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

MARRÓN, César (1999). slow sand filtration waater treatment plants - Design, Operation and Maintenance. Practical Action, The Schumacher Centre for Technology and Development, Bourton on Dunsmore, Rugby, Warwickshire, UK.

MASSMANN, G. (2002) - “Infiltration of River Water into the Groundwater: Investigation and Modeling of Hydraulic and Geochemical Processes during Bank Filtration in the Oderbruch, Germany”. PhD Thesis, Berlin, Germany.

Mulligan, C.N.; Davarpanah, N.; Fukue, M.; Inoue, T.. (2009). Filtration of contaminated suspended solids for the treatment of surface water. *Chemosphere* 74(6): 779-86.

Murtha, Ney Albert (1998). Avaliação da influência de variáveis hidráulicas, parâmetros de projeto e das características da água bruta na eficiência de filtros lentos de areia. Dissertação de Mestrado da UFMG/EE, Brasil.

MURTHA, Ney Albert; HELLER, Léo; LIBÂNIO, Marcelo (1997). A Filtração Lenta em areia como alternativa tecnológica para o tratamento de águas de abastecimento no Brasil. Foz do Iguaçu, Setembro 1997, (19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental).

PÁDUA, V.L.d.; BERNARDO, L.D. (1998). Emprego de manta não-tecida visando melhoria na qualidade da água decantada de eta. XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria Y Ambiental, Lima, Peru.

PATERNIANI, J. E. S. (1991). Utilização de mantas sintéticas não tecidas na Filtração Lenta em areia de águas de abastecimento. Tese de doutoramento, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

PATERNIANI, J. E. S. e LONDE, L. R. (2003). Filtração Lenta para reutilização de água em irrigação. *Irriga*, vol. 8, (1) p10-20. ISSN 1413-7895.

PATERNIANI, J.E.S.; CONCEIÇÃO, C.H.Z.d. (2004). Eficiência da pré-filtração e filtração lenta no tratamento de água para pequenas comuniades. *Engenharia Ambiental* 1(1): 17-24.

Public Health Risk Management Plan Guide (2002). Filtration – Slow Sand Filtration. Manatu Hauora, Ministry of Health.

RAY et al. (2002). Riverbank Filtration – Improving Source-Water Quality. Califórnia, USA.

ROSA, Maria João; VIEIRA, Paula; MENAIA, José (2009). O tratamento de água para consumo humana face à qualidade da água de origem. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. (Série Guias Técnicos, 13).

SCHMIDT, Carsten K., LANGE Frank Thomas, BRAUCH, Heinz-Jürgen, KUHN, Wolfgang (2003). Experiences with Riverbank Filtration and Infiltration in Germany. Water Technology Center. Karlsruhe, Germany. 17 pgs.

Setlhare, B. and Mwiinga, G. (2006). Impact of fabric material on slow sand filtration for small and rural water supply in south africa. Water Institute of South Africa.

STACIARINI, Rogério (1998). Análise do comportamento experimental de um sistema de filtração lenta com mantas sintéticas não tecidas, Dissertação Mestrado da Universidade Estadual De Campinas, Campinas, Brasil.

UNEP Water Report (2012). Status Report on The Application of Integrated Approaches to Water Resources Management. Consultado em Setembro de 2013 em http://www.unwater.org/downloads/UNW_status_report_Rio2012.pdf.

Lista de Sites Consultados

FOLEGATTI, Marcos Vinícius. Disponibilidade de recursos hídricos no mundo: Gestão das águas nos comitês de bacias hidrográficas. Consultado em 25 de Agosto de 2013 em http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Folegatti/leb480/Disponibilidade_Recursos_Hidricos_no_Mundo.pdf.

NAKAMOTO, Nobutada (2005). Manual sobre produção de água potável saborosa. Shinshu University. Japan. Consultado em Agosto de 2013 em <http://cwsc.sub.jp/document/pdf/english/TratamentoEcologicoTextoFinalAbril080428.pdf>.

ANEXOS

7 ANEXO 1 - QUADROS DAS MEDIÇÕES LABORATORIAIS

Quadro 8.1.1 – Valores Diários de Turvação

Data	Hora	Turvação Água Bruta (NTU)				Turvação Água Captada (NTU)				Redução (%)	
		Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média		
15-Mai	12:26	5.98	5.5	5.43	5.64	2.28	2.33	2.24	2.28	59.49%	
20-Mai	11:03	15.4	14.2	13.2	14.27	2.83	2.77	2.77	2.79	80.44%	
	16:44	5.92	6.29	5.7	5.97	2.7	2.69	2.69	2.69	54.89%	
21-Mai	12:42	6.93	6.69	6.77	6.80	2.59	2.58	2.57	2.58	62.04%	
22-Mai	11:48	7.12	7.03	6.99	7.05	2.49	2.49	2.49	2.49	64.66%	
	16:37	13	12.1	11.2	12.10	3.43	3.44	3.44	3.44	71.60%	
23-Mai	11:07	8.2	7.99	8.06	8.08	2.85	2.83	2.82	2.83	64.95%	
	11:53	4.03	4	4.14	4.06	2.9	2.88	2.87	2.88	28.92%	
	12:19	4.21	4.1	4.03	4.11	2.88	2.87	2.88	2.88	30.06%	
	12:40	3.42	3.35	3.39	3.39	2.84	2.85	2.86	2.85	15.85%	
	13:14	3.19	3.26	3.22	3.22	2.93	2.9	2.9	2.91	9.72%	
	15:05	3.69	3.62	3.59	3.63	2.84	2.82	2.83	2.83	22.11%	
	15:40	4.48	4.42	4.37	4.42	2.8	2.78	2.79	2.79	36.93%	
	16:00	3.65	3.62	3.74	3.67	2.9	2.9	2.89	2.90	21.07%	
	16:20	3.65	3.65	3.67	3.66	3.21	3.17	3.18	3.19	12.85%	
	16:42	3.45	3.45	3.4	3.43	2.86	2.88	2.88	2.87	16.31%	
	28-Mai	10:57	2.89	2.84	2.86	2.86	1.96	1.97	1.97	1.97	31.32%
		11:33	12.20	12.40	13.10	12.57	1.80	1.80	1.79	1.80	85.70%
		11:48	5.23	4.77	4.93	4.98	1.94	1.88	1.87	1.90	61.89%
		11:58	3.29	3.09	2.97	3.12	1.84	1.84	1.86	1.85	40.75%
		12:12	2.46	2.49	2.54	2.50	1.81	1.84	1.82	1.82	26.97%
		12:27	2.39	2.30	2.29	2.33	1.83	1.81	1.82	1.82	21.78%
	29-Mai	10:50	2.03	2.01	2.03	2.02	1.76	1.76	1.76	1.76	13.01%
	11:17	14.60	14.10	16.20	14.97	1.67	1.65	1.65	1.66	88.93%	
	11:39	3.66	3.67	3.73	3.69	1.96	1.91	1.91	1.93	47.74%	
	11:55	4.25	3.15	3.30	3.57	1.83	1.82	1.81	1.82	48.97%	
	12:05	2.51	2.69	2.69	2.63	1.89	1.89	1.87	1.88	28.39%	
	12:19	2.36	2.30	2.30	2.32	1.81	1.81	1.81	1.81	21.98%	
	12:30	2.26	2.23	2.20	2.23	1.77	1.78	1.76	1.77	20.63%	
3-Jun	12:00	9.06	9.07	9.27	9.13	1.10	1.10	1.11	1.10	87.92%	
	15:45	9.60	10.10	9.17	9.62	1.15	1.15	1.14	1.15	88.08%	
4-Jun	14:05	8.30	8.21	8.16	8.22	1.14	1.14	1.15	1.14	86.10%	
	16:30	1.42	1.42	1.44	1.43	1.24	1.25	1.20	1.23	13.79%	

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
6-Jun	9:35	7.56	7.48	7.53	7.52	1.24	1.20	1.23	1.22	83.74%
	9:40	8.73	8.62	8.78	8.71	0.92	0.92	0.91	0.92	89.48%
	9:45	8.91	8.99	8.88	8.93	1.18	1.13	1.12	1.14	87.19%
	9:50	8.92	8.68	8.93	8.84	1.23	1.25	1.24	1.24	85.98%
	9:55	7.64	7.82	7.90	7.79	1.60	1.70	1.71	1.67	78.55%
	10:00	6.05	6.08	5.92	6.02	1.35	1.31	1.31	1.32	78.01%
	10:05	4.64	4.66	4.76	4.69	1.35	1.35	1.35	1.35	71.19%
	10:10	3.86	3.80	3.92	3.86	1.31	1.30	1.30	1.30	66.23%
	10:15	3.46	3.33	3.36	3.38	1.39	1.36	1.35	1.37	59.61%
	10:20	3.30	3.15	3.02	3.16	1.27	1.27	1.26	1.27	59.87%
	10:25	2.82	2.69	2.58	2.70	1.37	1.35	1.36	1.36	49.57%
	10:30	2.33	2.42	2.38	2.38	1.38	1.36	1.34	1.36	42.78%
	10:45	2.08	2.03	1.92	2.01	1.36	1.24	1.24	1.28	36.32%
	11:00	1.69	1.71	1.65	1.68	1.28	1.26	1.25	1.26	24.95%
	11:15	1.61	1.66	1.59	1.62	1.22	1.21	1.21	1.21	25.10%
	11:30	1.66	1.61	1.62	1.63	1.20	1.25	1.20	1.22	25.36%
	11:45	1.60	1.58	1.56	1.58	1.25	1.25	1.27	1.26	20.46%
	12:00	1.46	1.47	1.50	1.48	1.22	1.23	1.24	1.23	16.70%
	12:15	1.47	1.45	1.46	1.46	1.23	1.30	1.22	1.25	14.38%
	12:30	1.42	1.41	1.40	1.41	1.22	1.21	1.21	1.21	13.95%
	12:45	1.45	1.45	1.46	1.45	1.25	1.22	1.21	1.23	15.60%
	13:00	1.43	1.43	1.98	1.61	1.24	1.20	1.21	1.22	24.59%
	13:30	1.53	1.50	1.54	1.52	1.23	1.23	1.23	1.23	19.26%
	13:45	1.71	1.62	1.64	1.66	1.35	1.30	1.29	1.31	20.72%
	14:00	1.69	1.66	1.73	1.69	1.27	1.26	1.25	1.26	25.59%
	14:15	1.51	1.47	1.44	1.47	1.24	1.22	1.24	1.23	16.29%
	14:30	1.45	1.43	1.42	1.43	1.22	1.23	1.34	1.26	11.86%
	15:30	1.40	1.41	1.41	1.41	1.23	1.23	1.23	1.23	12.56%
	16:30	2.00	2.01	1.93	1.98	1.27	1.26	1.25	1.26	36.36%
7-Jun	10:10	16.90	15.60	15.50	16.00	1.18	1.17	1.16	1.17	92.69%
	10:15	8.92	9.13	8.61	8.89	1.23	1.22	1.21	1.22	86.27%
	10:20	6.93	7.58	7.17	7.23	1.29	1.26	1.25	1.27	82.47%
	10:25	5.12	5.25	4.82	5.06	1.24	1.24	1.24	1.24	75.51%
	10:30	4.21	4.06	4.20	4.16	1.31	1.34	1.29	1.31	68.40%
	10:35	3.52	4.36	3.61	3.83	1.22	1.24	1.22	1.23	67.97%
	10:50	8.71	7.61	8.69	8.34	1.77	1.74	1.73	1.75	79.05%
	10:55	9.46	8.27	8.27	8.67	1.24	1.23	1.22	1.23	85.81%
	11:00	5.04	5.14	5.55	5.24	1.27	1.24	1.24	1.25	76.16%
	11:05	4.64	4.96	4.68	4.76	1.24	1.23	1.23	1.23	74.09%
	11:10	4.73	4.31	3.67	4.24	1.22	1.22	1.24	1.23	71.05%
	11:15	3.02	2.95	2.89	2.95	1.30	1.28	1.23	1.27	57.00%
11-Jun	10:28	25.10	23.30	22.30	23.57	0.79	0.77	0.78	0.78	96.69%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	10:38	9.36	9.54	9.12	9.34	0.82	0.72	0.72	0.75	91.93%
	10:48	5.87	5.65	5.67	5.73	0.76	0.74	0.75	0.75	86.91%
	10:55	4.21	4.13	3.94	4.09	0.82	0.75	0.77	0.78	80.94%
	11:03	3.22	3.30	3.18	3.23	0.75	0.74	0.74	0.74	77.01%
	11:09	2.51	2.32	2.40	2.41	0.73	0.72	0.72	0.72	69.99%
	11:27	20.00	15.60	13.70	16.43	0.77	0.77	0.77	0.77	95.31%
	11:39	5.53	5.94	5.61	5.69	0.90	0.88	0.88	0.89	84.43%
	11:46	3.72	3.25	3.46	3.48	1.10	1.07	1.07	1.08	68.94%
	11:55	3.08	2.90	2.48	2.82	0.92	0.90	0.90	0.91	67.85%
	12:04	16.40	15.90	15.70	16.00	0.80	0.79	0.79	0.79	95.04%
	12:24	4.71	3.84	4.17	4.24	0.80	0.80	0.79	0.80	81.21%
	12:36	2.21	2.24	2.39	2.28	0.78	0.76	0.76	0.77	66.37%
12-Jun	10:05	3.45	3.31	3.30	3.35	0.94	0.89	0.89	0.91	72.96%
	10:20	18.20	18.30	15.50	17.33	0.88	0.86	0.86	0.87	95.00%
	10:37	5.20	4.80	4.86	4.95	0.96	0.91	0.91	0.93	81.29%
	10:44	5.83	5.73	5.58	5.71	0.96	0.96	0.95	0.96	83.26%
	10:51	2.99	2.92	2.88	2.93	0.95	0.95	0.95	0.95	67.58%
	11:10	17.90	17.10	16.70	17.23	1.00	0.98	0.97	0.98	94.29%
	11:24	5.25	4.40	4.72	4.79	0.83	0.81	0.82	0.82	82.88%
	11:32	3.55	3.50	3.58	3.54	0.90	0.90	0.90	0.90	74.60%
	11:40	2.60	2.78	2.71	2.70	0.94	0.94	0.94	0.94	65.14%
	12:00	31.10	27.70	26.20	28.33	0.97	0.95	0.95	0.96	96.62%
	12:12	14.50	13.10	12.00	13.20	0.92	0.90	0.91	0.91	93.11%
	12:21	6.21	7.10	6.00	6.44	0.95	0.95	0.95	0.95	85.24%
	12:29	16.00	14.80	11.90	14.23	1.13	1.07	1.06	1.09	92.37%
	12:39	16.60	12.70	8.62	12.64	0.95	0.93	0.94	0.94	92.56%
14-Jun	10:10	9.55	9.08	8.14	8.92	0.91	0.90	0.91	0.91	89.84%
	10:23	23.90	24.40	24.00	24.10	0.91	0.88	0.87	0.89	96.32%
	10:35	12.10	11.30	9.46	10.95	0.97	0.98	0.88	0.94	91.39%
	10:44	4.09	3.98	4.04	4.04	0.84	0.84	0.84	0.84	79.19%
	10:54	3.77	3.64	3.68	3.70	0.85	0.83	0.84	0.84	77.28%
	10:59	25.60	24.80	23.70	24.70	0.86	0.85	0.85	0.85	96.55%
	11:17	10.00	8.33	7.87	8.73	0.86	0.83	0.83	0.84	90.38%
	11:24	3.69	3.73	3.62	3.68	0.86	0.84	0.84	0.85	76.99%
	11:32	6.11	5.52	3.87	5.17	0.87	0.88	0.86	0.87	83.16%
	11:41	45.00	34.30	29.50	36.27	0.91	0.90	0.90	0.90	97.51%
	12:08	11.30	11.50	11.20	11.33	1.20	1.16	1.15	1.17	89.68%
	12:18	12.30	9.86	10.80	10.99	1.22	1.20	1.19	1.20	89.05%
	12:27	5.45	5.16	5.37	5.33	1.20	1.18	1.17	1.18	77.78%
	12:45	3.86	4.21	4.58	4.22	1.12	1.14	1.13	1.13	73.20%
19-Jun	14:25	13.7	14.2	14.3	14.07	0.81	0.8	0.79	0.80	94.31%
	14:35	7.58	7.6	7.25	7.48	0.83	0.85	0.84	0.84	88.77%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	14:40	5.74	5.16	5.33	5.41	0.88	0.85	0.84	0.86	84.17%
	14:45	4.41	4.41	4.64	4.49	0.97	0.93	0.89	0.93	79.27%
	14:50	3.85	4.11	3.91	3.96	1	1.36	0.93	1.10	72.28%
	14:55	3.57	3.39	3.27	3.41	0.94	0.97	0.9	0.94	72.53%
	15:00	3.43	3.4	3.96	3.60	0.98	0.9	0.9	0.93	74.24%
	15:15	8.62	9.33	8.95	8.97	0.98	0.95	0.92	0.95	89.41%
	15:20	6.97	7.16	7.19	7.11	0.89	0.88	0.89	0.89	87.52%
	15:25	5.41	5.31	5.27	5.33	0.9	0.88	0.89	0.89	83.30%
	15:30	4.04	4.39	4.21	4.21	0.97	0.9	0.91	0.93	78.01%
	15:35	2.88	3.15	3.12	3.05	1.01	0.98	0.97	0.99	67.65%
	15:40	2.74	2.66	2.52	2.64	1.02	0.97	0.96	0.98	62.75%
	15:47	7.01	6.6	6.76	6.79	1.08	0.99	1	1.02	84.93%
	15:51	7.12	7.56	7.25	7.31	0.93	0.94	0.91	0.93	87.32%
	15:56	5.77	5.76	5.5	5.68	0.98	0.9	0.89	0.92	83.73%
	16:01	4.31	4.43	4.41	4.38	1.01	1	0.98	1.00	77.26%
	16:06	3.47	3.38	3.82	3.56	0.95	0.93	0.93	0.94	73.66%
	16:11	3.11	3.22	3.07	3.13	1.06	1.01	1.02	1.03	67.13%
21-Jun	9:40	14.80	13.40	12.40	13.53	1.11	1.01	1.00	1.04	92.32%
	10:00	37.90	31.90	25.60	31.80	1.18	1.06	1.06	1.10	96.54%
	10:12	19.70	15.20	15.10	16.67	1.04	1.03	1.03	1.03	93.80%
	10:19	15.30	11.60	10.10	12.33	1.04	1.03	1.03	1.03	91.62%
	10:26	3.33	3.35	3.32	3.33	1.03	1.03	1.03	1.03	69.10%
	10:33	3.01	3.44	2.90	3.12	1.02	1.02	1.02	1.02	67.27%
	10:39	21.60	20.10	19.60	20.43	1.13	1.09	1.06	1.09	94.65%
	10:51	8.75	6.63	6.44	7.27	1.06	1.03	1.02	1.04	85.75%
	10:59	6.82	6.65	5.96	6.48	1.48	1.40	1.00	1.29	80.03%
	11:05	8.84	6.39	5.07	6.77	0.99	0.98	0.98	0.98	85.47%
	11:14	3.62	3.51	4.14	3.76	0.97	0.97	0.97	0.97	74.18%
	11:20	31.90	26.50	26.40	28.27	1.02	1.01	1.01	1.01	96.42%
	11:36	11.40	11.00	11.18	11.19	1.10	1.04	1.06	1.07	90.47%
	11:41	4.09	4.12	3.93	4.05	1.01	1.01	1.01	1.01	75.04%
	11:49	2.85	2.71	3.60	3.05	1.05	1.03	1.03	1.04	66.05%
26-Jun	15:05	13.6	13.8	13.5	13.63	0.68	0.68	0.67	0.68	95.04%
	15:15	7.79	7.21	8.64	7.88	0.75	0.73	0.71	0.73	90.74%
	15:20	6.04	7.25	6.56	6.62	0.7	0.71	0.7	0.70	89.37%
	15:25	4.78	4.94	4.88	4.87	0.75	0.74	0.73	0.74	84.79%
	15:30	3.52	3.56	3.56	3.55	0.74	0.74	0.74	0.74	79.14%
	15:35	3.83	3.74	3.7	3.76	1.03	0.77	0.72	0.84	77.64%
	15:50	7.28	7.62	8.42	7.77	0.82	0.73	0.71	0.75	90.31%
	15:55	6.48	6.16	6.37	6.34	0.71	0.74	0.72	0.72	88.58%
	16:00	4.74	4.71	4.79	4.75	0.76	0.72	0.68	0.72	84.83%
	16:10	2.85	3.24	2.92	3.00	0.77	0.76	0.74	0.76	74.81%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	16:15	2.6	2.45	2.71	2.59	0.95	0.94	0.89	0.93	64.18%
	16:20	2.5	2.39	2.1	2.33	0.9	0.84	0.81	0.85	63.52%
	16:40	5.7	6.48	5.71	5.96	0.8	0.81	0.8	0.80	86.53%
	16:45	6.7	6.93	7.2	6.94	0.82	0.77	0.75	0.78	88.77%
	16:50	4.63	4.89	4.49	4.67	0.99	0.82	0.78	0.86	81.51%
	16:55	2.95	3.5	3.9	3.45	0.77	0.73	0.73	0.74	78.45%
	17:00	2.65	2.9	2.85	2.80	0.79	0.78	0.78	0.78	72.02%
	17:05	2.34	2.97	2.61	2.64	0.76	0.73	0.71	0.73	72.22%
28-Jun	10:10	15.10	13.40	12.00	13.50	0.92	1.01	1.00	0.98	92.77%
	10:22	42.40	36.90	32.10	37.13	0.90	1.06	1.06	1.01	97.29%
	10:35	15.00	11.10	10.40	12.17	0.96	1.03	1.03	1.01	91.73%
	10:45	9.00	9.24	7.28	8.51	0.97	1.03	1.03	1.01	88.13%
	10:51	3.36	3.60	3.41	3.46	1.00	1.03	1.03	1.02	70.49%
	11:00	24.90	18.60	17.70	20.40	0.90	1.02	1.02	0.98	95.20%
	11:10	17.40	15.80	12.80	15.33	0.91	1.09	1.06	1.02	93.35%
	11:20	5.00	8.51	4.89	6.13	0.89	1.03	1.02	0.98	84.02%
	11:27	2.30	2.33	2.54	2.39	0.97	1.40	1.00	1.12	53.00%
	11:40	37.70	33.30	29.00	33.33	0.88	0.98	0.98	0.95	97.16%
	11:48	17.10	17.60	14.20	16.30	1.01	0.97	0.97	0.98	93.97%
	11:55	10.00	8.41	7.46	8.62	0.91	1.01	1.01	0.98	88.67%
	12:00	7.17	6.51	5.08	6.25	0.92	1.04	1.06	1.01	83.90%
	12:10	2.46	2.32	2.39	2.39	0.97	1.01	1.01	1.00	58.30%
	12:15	4.77	2.91	2.92	3.53	1.05	1.03	1.03	1.04	70.66%
9-Jul	11:52	15.1	14.2	15.3	14.87	0.61	0.61	0.61	0.61	95.90%
	12:02	5.91	6.06	6.42	6.13	0.69	0.7	0.65	0.68	88.91%
	12:07	5.31	5.23	5.35	5.30	0.58	0.58	0.57	0.58	89.11%
	12:13	3.67	3.33	3.51	3.50	0.62	0.62	0.61	0.62	82.40%
	12:18	2.68	2.91	3.15	2.91	0.59	0.59	0.58	0.59	79.86%
	12:24	3.06	2.64	2.72	2.81	0.59	0.6	0.6	0.60	78.74%
	12:32	10.2	10.2	9.37	9.92	0.77	0.67	0.66	0.70	92.95%
	12:38	10.3	10.4	9.49	10.06	0.58	0.58	0.58	0.58	94.24%
	12:44	6.69	7.3	7.79	7.26	0.54	0.56	0.55	0.55	92.42%
	12:50	5.32	5.31	6.22	5.62	0.57	0.57	0.58	0.57	89.79%
	12:56	5.17	4.22	5.02	4.80	0.56	0.57	0.61	0.58	87.93%
	13:02	4.51	4.26	4.36	4.38	0.68	0.59	0.61	0.63	85.68%
	13:16	8.92	8.74	9.34	9.00	0.53	0.53	0.54	0.53	94.07%
	13:25	6.28	7.23	6.62	6.71	0.52	0.53	0.52	0.52	92.20%
	13:31	5.25	4.86	4.81	4.97	0.61	0.61	0.6	0.61	87.80%
	13:39	3.26	2.86	3.04	3.05	0.61	0.61	0.6	0.61	80.13%
	13:45	2.38	2.6	2.79	2.59	0.68	0.67	0.67	0.67	74.00%
	13:51	2.05	2.05	2.24	2.11	0.64	0.62	0.61	0.62	70.50%
	14:29	11.5	11.7	11.1	11.43	0.6	0.6	0.6	0.60	94.75%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	14:35	6.21	6.57	7.04	6.61	0.89	0.88	0.88	0.88	86.63%
	14:41	5.4	5.05	4.47	4.97	0.61	0.58	0.59	0.59	88.07%
	14:47	3.46	3.22	3.44	3.37	0.62	0.65	0.61	0.63	81.42%
	14:52	2.5	2.56	2.55	2.54	0.66	0.61	0.58	0.62	75.69%
	14:58	2.4	2.39	1.91	2.23	0.66	0.65	0.65	0.65	70.75%
	15:33	6.41	5.65	7.15	6.40	0.73	0.84	0.67	0.75	88.34%
	15:39	6.32	5.9	5.75	5.99	0.66	0.56	0.57	0.60	90.04%
	15:45	4.42	5.36	4.78	4.85	0.67	0.58	0.57	0.61	87.50%
	15:51	3.81	3.48	3.35	3.55	0.55	0.55	0.57	0.56	84.30%
	15:57	3.63	3.45	3.08	3.39	0.6	0.61	0.6	0.60	82.19%
	16:02	2.66	2.7	2.8	2.72	0.58	0.55	0.66	0.60	78.06%
	16:13	9.12	8.34	7.74	8.40	0.64	0.64	0.62	0.63	92.46%
	16:19	5.85	5.91	5.92	5.89	0.68	0.7	0.67	0.68	88.40%
	16:26	4.36	4.48	4.19	4.34	0.74	0.73	0.73	0.73	83.12%
	16:31	3.46	3.18	3.27	3.30	0.69	0.59	0.57	0.62	81.33%
	16:37	2.4	2.52	2.52	2.48	0.58	0.58	0.59	0.58	76.48%
	16:42	2.35	2.33	2.09	2.26	0.58	0.58	0.58	0.58	74.30%
10-Jul	9:45	13.9	14.2	13.1	13.73	0.84	0.81	0.91	0.85	93.79%
	9:56	7.75	8.27	7.73	7.92	0.86	0.75	0.78	0.80	89.94%
	10:03	5.5	5.32	5.19	5.34	0.85	0.91	0.84	0.87	83.76%
	10:10	3.66	3.94	3.51	3.70	0.79	0.77	0.79	0.78	78.85%
	10:17	5.1	4.97	4.61	4.89	0.78	0.73	0.74	0.75	84.67%
	10:23	2.44	2.7	2.24	2.46	0.8	0.84	0.75	0.80	67.62%
	10:56	11.4	11.3	11.6	11.43	0.68	0.66	0.67	0.67	94.14%
	11:03	6.04	5.83	6.4	6.09	0.64	0.64	0.62	0.63	89.60%
	11:10	4.25	4.01	6.74	5.00	0.72	0.65	0.63	0.67	86.67%
	11:16	2.69	2.63	2.82	2.71	0.66	0.62	0.62	0.63	76.66%
	11:23	2.65	2.26	2.58	2.50	0.64	0.61	0.61	0.62	75.17%
	11:30	1.96	2.08	2.23	2.09	0.61	0.6	0.6	0.60	71.13%
	12:02	10.8	10.4	10.2	10.47	0.58	0.59	0.58	0.58	94.43%
	12:09	6.98	7.22	5.92	6.71	0.61	0.59	0.58	0.59	91.15%
	12:17	3.94	3.97	3.71	3.87	0.58	0.57	0.56	0.57	85.28%
	12:23	3.17	2.96	3.17	3.10	0.61	0.58	0.59	0.59	80.86%
	12:31	2.21	2.23	2.09	2.18	0.98	0.6	0.58	0.72	66.92%
	12:38	2.35	2.12	2.14	2.20	0.59	0.56	0.56	0.57	74.13%
	13:40	16.9	15.4	16.2	16.17	0.74	0.65	0.57	0.65	95.96%
	13:45	9.69	10.6	11.5	10.60	0.67	0.69	0.58	0.65	93.90%
	13:50	9.58	8.46	8.67	8.90	0.51	0.51	0.51	0.51	94.27%
	13:55	7.47	7.36	7.95	7.59	0.52	0.51	0.51	0.51	93.24%
	14:00	4.23	3.47	4.02	3.91	0.53	0.51	0.51	0.52	86.77%
	14:05	3.62	3.33	3.23	3.39	0.52	0.52	0.52	0.52	84.68%
	14:35	9.54	11	9.48	10.01	0.57	0.56	0.51	0.55	94.54%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	14:40	5.46	6.51	5.66	5.88	0.52	0.5	0.51	0.51	91.32%
	14:45	4.61	4.56	5.42	4.86	0.55	0.53	0.52	0.53	89.03%
	14:50	4.63	4.3	4.63	4.52	0.48	0.48	0.47	0.48	89.45%
	14:55	5.5	4.93	5.05	5.16	0.52	0.53	0.52	0.52	89.86%
	15:00	2.86	2.78	2.62	2.75	0.58	0.55	0.54	0.56	79.78%
11-Jul	10:10	20.8	20.5	20.9	20.73	0.6	0.57	0.57	0.58	97.20%
	11:00	3.03	3.08	2.9	3.00	0.59	0.59	0.59	0.59	80.36%
	11:06	8.03	8.3	6.14	7.49	0.57	0.56	0.57	0.57	92.43%
	11:13	1.88	1.63	1.65	1.72	0.62	0.55	0.56	0.58	66.47%
	12:00	5.81	5.57	5.8	5.73	0.58	0.59	0.57	0.58	89.87%
	12:06	5.71	5.95	5.82	5.83	0.63	0.6	0.6	0.61	89.53%
	12:16	14.7	13.3	12.2	13.40	0.56	0.53	0.53	0.54	95.97%
	12:26	6.28	6.35	7.96	6.86	0.55	0.53	0.53	0.54	92.18%
	14:05	12.2	13.3	12.1	12.53	0.62	0.61	0.59	0.61	95.16%
	14:13	6.65	6.07	5.61	6.11	0.72	0.62	0.61	0.65	89.36%
	14:20	8.38	8.74	8.58	8.57	0.7	0.68	0.73	0.70	91.79%
	14:28	3.58	4.39	3.52	3.83	0.74	0.58	0.62	0.65	83.12%
	14:38	2.95	3.15	2.72	2.94	0.56	0.54	0.53	0.54	81.52%
	15:17	8.85	9.77	8.67	9.10	0.74	0.68	0.68	0.70	92.30%
	15:23	8.19	7.6	7.64	7.81	0.64	0.58	0.57	0.60	92.36%
12-Jul	12:54	12.5	12	12.2	12.23	0.7	0.62	0.62	0.65	94.71%
	13:04	8.84	8.27	9.68	8.93	0.6	0.59	0.58	0.59	93.39%
	13:11	4.93	4.76	4.85	4.85	0.56	0.56	0.57	0.56	88.38%
	13:18	3.93	3.95	3.82	3.90	0.66	0.64	0.61	0.64	83.68%
	13:25	3.95	3.61	3.28	3.61	0.64	0.57	0.56	0.59	83.67%
	13:31	2.52	2.65	2.51	2.56	0.59	0.56	0.56	0.57	77.73%
	14:02	16.3	15	15.7	15.67	0.62	0.57	0.54	0.58	96.32%
	14:10	6.53	6.53	6.9	6.65	0.7	0.66	0.58	0.65	90.28%
	14:18	5.23	5.44	5.54	5.40	0.58	0.54	0.53	0.55	89.82%
	14:23	3.3	3.86	3.4	3.52	0.52	0.52	0.52	0.52	85.23%
	14:30	3.38	2.8	2.9	3.03	0.56	0.55	0.55	0.55	81.72%
	14:36	2.16	2.21	2.34	2.24	0.57	0.54	0.52	0.54	75.71%
15-Jul	12:51	21.8	20	19.4	20.40	0.5	0.49	0.48	0.49	97.60%
	13:02	7.66	7.63	7.84	7.71	0.46	0.47	0.44	0.46	94.08%
	13:08	5.26	5.5	5.01	5.26	0.54	0.5	0.5	0.51	90.23%
	13:15	5.53	5.97	5.53	5.68	0.52	0.51	0.5	0.51	91.02%
	13:22	3.04	3.06	2.81	2.97	0.47	0.51	0.48	0.49	83.61%
	13:29	2.2	2.35	2.2	2.25	0.51	0.49	0.49	0.50	77.93%
	13:48	18.2	16.9	17.6	17.57	0.53	0.54	0.54	0.54	96.94%
	13:55	8.38	9.21	8.95	8.85	0.7	0.58	0.63	0.64	92.80%
	14:02	5.23	5.73	5.37	5.44	0.5	0.5	0.51	0.50	90.75%
	14:09	4.25	3.48	3.55	3.76	0.48	0.47	0.47	0.47	87.41%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	14:16	2.87	2.88	2.8	2.85	0.57	0.51	0.51	0.53	81.40%
	14:23	2.06	2.04	2.44	2.18	0.56	0.62	0.56	0.58	73.39%
	15:15	2.85	2.59	2.5	2.65	0.54	0.49	0.49	0.51	80.86%
	15:21	8.81	8.4	8.55	8.59	0.51	0.51	0.5	0.51	94.10%
	15:29	7.77	6.87	6.81	7.15	0.54	0.48	0.49	0.50	92.96%
	15:36	5.45	4.99	4.61	5.02	0.51	0.51	0.5	0.51	89.90%
	15:41	6.68	4.65	4.98	5.44	0.55	0.54	0.53	0.54	90.07%
	15:48	2.96	2.96	3.83	3.25	0.54	0.56	0.54	0.55	83.18%
16-Jul	11:15	3.23	3.36	3.22	3.27	0.74	0.75	0.74	0.74	77.27%
	11:35	36.2	34.7	30.4	33.77	0.64	0.63	0.63	0.63	98.12%
	11:48	26.9	25.6	19.9	24.13	0.73	0.72	0.7	0.72	97.03%
	11:55	19.1	14.6	11.9	15.20	0.74	0.69	0.69	0.71	95.35%
	12:03	10	8.4	7.93	8.78	0.69	0.69	0.69	0.69	92.14%
	12:12	7.24	7.36	5.47	6.69	0.63	0.61	0.63	0.62	90.68%
	12:20	3.24	3.51	3.54	3.43	0.65	0.63	0.64	0.64	81.34%
	12:35	28.4	28.7	25.3	27.47	0.68	0.68	0.68	0.68	97.52%
	12:45	22.9	20.7	22.3	21.97	0.63	0.62	0.63	0.63	97.15%
	12:52	10.1	10.4	10.6	10.37	0.66	0.66	0.66	0.66	93.63%
	13:02	5.26	6.69	5.65	5.87	0.65	0.61	0.61	0.62	89.38%
	13:10	7.89	5.09	6.48	6.49	0.64	0.65	0.64	0.64	90.08%
	13:19	5.4	4.48	4.56	4.81	0.64	0.62	0.61	0.62	87.05%
	14:45	28.7	28.7	22.1	26.50	0.61	0.62	0.6	0.61	97.70%
	14:57	12	11.6	11.8	11.80	0.61	0.61	0.61	0.61	94.83%
	15:05	1	0.99	0.97	0.99	0.62	0.62	0.61	0.62	37.50%
	15:23	5.48	4.98	4.8	5.09	0.67	0.64	0.65	0.65	87.16%
	15:31	2.88	3.25	3.25	3.13	0.63	0.63	0.62	0.63	79.96%
	15:41	1.81	1.76	1.8	1.79	0.65	0.64	0.65	0.65	63.87%
17-Jul	13:05	13.4	14.8	13.9	14.03	0.61	0.64	0.6	0.62	95.61%
	13:15	11.9	11.4	11.8	11.70	0.79	0.66	0.64	0.70	94.05%
	13:22	4.35	4.55	4.6	4.50	0.56	0.58	0.61	0.58	87.04%
	13:28	3.69	3.86	3.99	3.85	0.61	0.62	0.62	0.62	83.97%
	13:35	4.21	4.37	4.23	4.27	0.65	0.62	0.61	0.63	85.32%
	13:41	2.22	2.14	2.11	2.16	0.67	0.65	0.65	0.66	69.55%
	14:31	26.1	25.5	25.4	25.67	0.7	0.64	0.61	0.65	97.47%
	14:38	9.35	7.99	8.26	8.53	0.61	0.6	0.6	0.60	92.93%
	14:43	7.41	7.94	9.06	8.14	0.61	0.6	0.62	0.61	92.50%
	14:49	10.5	11.1	10.1	10.57	0.63	0.59	0.59	0.60	94.29%
	14:57	3.71	3.46	3.38	3.52	0.6	0.64	0.58	0.61	82.75%
	15:03	4.72	6.18	5.16	5.35	0.62	0.61	0.63	0.62	88.42%
18-Jul	9:40	5.33	5.11	5.9	5.45	0.94	0.97	0.95	0.95	82.50%
	10:10	15	14.7	14.7	14.80	0.87	0.86	0.86	0.86	94.17%
	16:30	26.4	21.7	22.3	23.47	0.84	0.81	0.81	0.82	96.51%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
19-Jul	11:20	8.99	10.3	8.52	9.27	0.97	0.93	0.93	0.94	89.82%
	11:55	24.1	23	20.5	22.53	0.89	0.86	0.86	0.87	96.14%
	12:03	11.6	13.3	10.3	11.73	0.88	0.88	0.87	0.88	92.53%
	12:11	5.33	5.42	5.82	5.52	0.93	0.91	0.88	0.91	83.58%
	12:20	5.61	5.05	5.34	5.33	0.85	0.84	0.86	0.85	84.06%
22-Jul	15:30	27.3	26.3	25.1	26.23	1.32	1.29	1.27	1.29	95.07%
	15:40	17.8	18	18	17.93	1.31	1.3	1.29	1.30	92.75%
	15:46	11.3	12.1	11.5	11.63	1.32	1.3	1.3	1.31	88.77%
	15:53	10.9	11.7	11.2	11.27	1.35	1.37	1.36	1.36	87.93%
	15:59	7.43	6.96	6.84	7.08	1.3	1.3	1.32	1.31	81.54%
	16:05	5.91	5.95	6.04	5.97	1.3	1.27	1.26	1.28	78.60%
	16:12	7.3	6.55	6.57	6.81	1.22	1.22	1.23	1.22	82.03%
	16:18	3.8	4.09	3.95	3.95	1.23	1.23	1.21	1.22	69.00%
23-Jul	13:36	23.5	25.6	24.7	24.60	1.46	1.39	1.39	1.41	94.25%
	13:46	12.6	12.6	11.9	12.37	1.42	1.41	1.41	1.41	88.57%
	13:53	7.72	8.31	8.19	8.07	1.72	1.68	1.67	1.69	79.07%
	13:59	6.03	5.95	6.04	6.01	1.58	1.52	1.49	1.53	74.53%
	14:06	5.03	4.79	4.82	4.88	1.49	1.48	1.46	1.48	69.74%
	14:12	4.09	4.1	4.29	4.16	1.53	1.48	1.42	1.48	64.50%
	14:19	3.6	3.63	3.62	3.62	1.44	1.37	1.42	1.41	61.01%
	14:26	4.53	4.58	4.65	4.59	1.41	1.34	1.34	1.36	70.28%
	14:33	4.31	4.01	4.2	4.17	1.39	1.41	1.37	1.39	66.69%
24-Jul	11:30	9.18	9.39	9.52	9.36	1.2	1.2	1.2	1.20	87.18%
	11:50	24.8	25.9	23.8	24.83	1.16	1.13	1.12	1.14	95.42%
	12:00	17.5	15.9	18.5	17.30	1.24	1.25	1.2	1.23	92.89%
	12:07	14.4	14.4	12	13.60	1.08	1.07	1.09	1.08	92.06%
	12:15	6.39	6.2	7.25	6.61	1.13	1.11	1.11	1.12	83.11%
	12:30	14.2	12.3	15.6	14.03	0.82	0.82	0.82	0.82	94.16%
	14:49	6.76	6.07	5.54	6.12	0.83	0.83	0.82	0.83	86.50%
	14:57	5.24	5.41	6.26	5.64	0.8	0.8	0.8	0.80	85.81%
	15:05	3.23	3.28	3.44	3.32	0.86	0.86	0.86	0.86	74.07%
	15:15	3.27	3.59	3.92	3.59	0.86	0.86	0.85	0.86	76.16%
25-Jul	10:30	10.2	9.4	9.06	9.55	0.89	0.89	0.86	0.88	90.79%
	11:10	16.9	17.3	17.4	17.20	1.18	1.19	1.23	1.20	93.02%
	11:25	14.9	14.9	14	14.60	1.14	1.15	1.14	1.14	92.17%
	11:35	6.13	6.74	6.67	6.51	1.23	1.23	1.24	1.23	81.06%
	13:30	12.4	11.8	12.3	12.17	1.1	1.09	1.09	1.09	91.01%
	13:45	8.9	10.1	10.2	9.73	1.13	1.09	1.1	1.11	88.63%
	14:00	3.76	4.27	3.27	3.77	1.15	1.53	1.2	1.29	65.66%
30-Jul	10:10	9.1	7.39	6.98	7.82	0.68	0.66	0.71	0.68	91.27%
	10:35	21.1	18.3	18	19.13	0.64	0.61	0.61	0.62	96.76%
	10:50	11.7	16.6	14.5	14.27	0.99	0.98	0.97	0.98	93.13%

Data	Hora	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	Mediç.1	Mediç.2	Mediç.3	Média	% reduç.
	11:00	6.66	5.97	8.18	6.94	0.84	0.84	0.84	0.84	87.89%
	11:10	3.49	3.72	3.53	3.58	0.71	0.69	0.7	0.70	80.45%
	11:20	11.5	9.5	11.8	10.93	0.65	0.65	0.65	0.65	94.05%
	15:30	22.2	21.7	22.3	22.07	0.58	0.57	0.58	0.58	97.39%
	15:50	12.4	12	12.8	12.40	0.58	0.59	0.6	0.59	95.24%
	16:00	14.4	13.8	12.6	13.60	0.64	0.6	0.6	0.61	95.49%
	16:10	6.61	5.81	5.2	5.87	0.64	0.64	0.64	0.64	89.10%
	16:20	4.93	4.14	3.59	4.22	0.66	0.66	0.65	0.66	84.44%
	16:30	3.09	2.56	2.74	2.80	0.7	0.67	0.65	0.67	75.92%
1-Ago	10:40	4.55	4.51	4.95	4.67	0.77	0.75	0.75	0.76	83.80%
	11:05	14.8	16.2	15.1	15.37	0.69	0.68	0.68	0.68	95.55%
	11:20	10.01	9.15	9.5	9.55	0.74	0.74	0.74	0.74	92.25%
	11:30	4.59	4.44	5.04	4.69	0.74	0.7	0.7	0.71	84.79%
	11:40	8.19	6.34	6.57	7.03	0.78	0.77	0.77	0.77	89.00%
	11:50	3.47	3.76	4.36	3.86	0.64	0.63	0.64	0.64	83.52%
	13:10	14	18.8	14.2	15.67	0.68	0.66	0.66	0.67	95.74%
	13:35	5.06	5.15	5.12	5.11	0.69	0.69	0.69	0.69	86.50%
	13:45	4.06	4.31	3.38	3.92	0.78	0.78	0.77	0.78	80.17%
	13:55	3.43	3.6	3.56	3.53	0.78	0.76	0.75	0.76	78.38%
	14:05	2.98	2.79	3.56	3.11	0.67	0.67	0.67	0.67	78.46%

Quadro 8.1.2 – Valores Diários de Caudal e Taxa de Filtração

V (ml)	Data (DD-M-AA)	Hora	Tempo (s) = f (V)	Caudal (m ³ /h)	Área Filtração (m ²)	Taxa de Filtração (m/h)
2000	15-Mai-13	12:10	13.67	0.53	1.35	0.39
2000	20-Mai-13	10:38	12.75	0.56	1.35	0.42
2000		16:40	12.27	0.59	1.35	0.43
2000	21-Mai-13	12:40	13.28	0.54	1.35	0.40
2000	22-Mai-13	11:46	12.83	0.56	1.35	0.42
2000	23-Mai-13	11:07	13.90	0.52	1.35	0.38
2000		13:14	14.00	0.51	1.35	0.38
2000		15:05	14.03	0.51	1.35	0.38
2000		16:42	14.04	0.51	1.35	0.38
2000	28-Mai-13	10:57	14.00	0.51	1.35	0.38
2000		12:27	14.18	0.51	1.35	0.38
2000	29-Mai-13	10:50	14.03	0.51	1.35	0.38
2000		12:30	14.16	0.51	1.35	0.38
2000	3-Jun-13	12:00	13.63	0.53	1.35	0.39
2000		15:45	14.11	0.51	1.35	0.38
2000	6-Jun-13	16:30	14.03	0.51	1.35	0.38
2000	7-Jun-13	10:10	15.41	0.47	1.35	0.35

V (ml)	Data (DD-M-AA)	Hora	Tempo (s) = f (V)	Caudal (m³/h)	Área Filtração (m²)	Taxa de Filtração (m/h)
2000	11-Jun-13	10:28	15.16	0.47	1.35	0.35
2000		12:36	15.06	0.48	1.35	0.35
2000	12-Jun-13	10:05	15.00	0.48	1.35	0.36
2000		12:39	15.63	0.46	1.35	0.34
2000	14-Jun-13	10:10	14.75	0.49	1.35	0.36
2000		11:41	8.00	0.90	1.35	0.67
2000		12:45	7.72	0.93	1.35	0.69
2000	19-Jun-13	14:25	8.59	0.84	1.35	0.62
2000		16:11	8.54	0.84	1.35	0.62
2000	21-Jun-13	9:40	8.29	0.87	1.35	0.64
2000		11:49	7.98	0.90	1.35	0.67
2000	26-Jun-13	15:05	8.48	0.85	1.35	0.63
2000		17:05	8.80	0.82	1.35	0.61
2000	28-Jun-13	10:10	8.00	0.90	1.35	0.67
2000		12:15	9.81	0.73	1.35	0.54
2000	9-Jul-13	11:52	8.27	0.87	1.35	0.64
2000		13:16	53.64	0.13	1.35	0.10
2000		14:29	9.21	0.78	1.35	0.58
2000		16:42	8.68	0.83	1.35	0.61
2000	10-Jul-13	9:45	8.76	0.82	1.35	0.61
2000		15:00	11.79	0.61	1.35	0.45
2000	11-Jul-13	10:10	8.09	0.89	1.35	0.66
2000	12-Jul-13	12:54	8.36	0.86	1.35	0.64
2000		14:36	9.14	0.79	1.35	0.58
2000	15-Jul-13	12:51	9.29	0.78	1.35	0.57
2000	16-Jul-13	11:15	8.75	0.82	1.35	0.61
2000		15:41	8.81	0.82	1.35	0.61
2000	17-Jul-13	13:05	8.81	0.82	1.35	0.61
2000	18-Jul-13	9:40	8.59	0.84	1.35	0.62
2000		16:30	9.03	0.80	1.35	0.59
2000	19-Jul-13	11:20	9.00	0.80	1.35	0.59
2000		12:20	9.31	0.77	1.35	0.57
2000	22-Jul-13	15:30	9.30	0.77	1.35	0.57
2000	24-Jul-13	11:30	9.16	0.79	1.35	0.58
2000		12:30	13.60	0.53	1.35	0.39
2000		15:15	13.04	0.55	1.35	0.41
2000	25-Jul-13	10:30	13.67	0.53	1.35	0.39
2000		14:00	13.93	0.52	1.35	0.38
2000	30-Jul-13	10:10	16.00	0.45	1.35	0.33
2000		16:30	17.00	0.42	1.35	0.31
2000	1-Ago-13	10:40	16.56	0.43	1.35	0.32

2000	14:05	16.60	0.43	1.35	0.32
------	-------	-------	------	------	------

Quadro 8.1.3 – Valores Diários de Condutividade

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
15-Mai	12:20	93	86	7.53%
	12:30	93	86	7.53%
20-Mai	11:00	87	81	6.90%
	16:40	86	80	6.98%
	16:50	86	79	8.14%
21-Mai	12:40	86	79	8.14%
22-Mai	11:50	86	79	8.14%
	16:40	86	79	8.14%
23-Mai	11:10	87	80	8.05%
	11:50	87	80	8.05%
	12:20	87	80	8.05%
	12:40	87	80	8.05%
	13:10	86	80	6.98%
	13:20	86	80	6.98%
	15:00	86	80	6.98%
	15:10	86	80	6.98%
	15:40	86	80	6.98%
	16:00	86	79	8.14%
	16:20	86	79	8.14%
28-Mai	11:00	88	-	█
	11:30	88	-	-
	11:50	87	-	-
	12:00	88	-	-
	12:10	87	-	-
29-Mai	10:40	87	-	-
	11:20	87	-	-
	11:40	87	80	8.05%
	11:50	87	80	8.05%
	12:00	87	80	8.05%
	12:20	87	80	8.05%
	12:30	87	80	8.05%
6-Jun	9:35	89	85	4.49%
	9:40	90	89	1.11%

█ Falta de dados por motivos energéticos da sonda.

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Conduktiv.
	9:45	94	94	0.00%
	9:50	98	96	2.04%
	9:55	100	96	4.00%
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	10:00	100	94	6.00%
	10:05	99	92	7.07%
	10:10	98	90	8.16%
	10:15	97	89	8.25%
	10:20	97	89	8.25%
	10:25	97	89	8.25%
	10:30	97	90	7.22%
	10:45	97	90	7.22%
	11:00	97	90	7.22%
	11:15	97	90	7.22%
	11:30	97	89	8.25%
	11:45	97	89	8.25%
	12:00	97	89	8.25%
	12:15	97	89	8.25%
	12:30	97	89	8.25%
	12:45	96	89	7.29%
	13:00	96	89	7.29%
	13:15	97	89	8.25%
	13:30	97	89	8.25%
	13:45	96	89	7.29%
	14:00	96	89	7.29%
	14:15	96	89	7.29%
	14:30	96	89	7.29%
	15:30	96	88	8.33%
	16:30	95	88	7.37%
7-Jun	10:10	97	89	8.25%
	10:15	97	89	8.25%
	10:20	97	89	8.25%
	10:25	97	89	8.25%
	10:35	97	89	8.25%
	10:50	97	89	8.25%
	10:55	96	89	7.29%
	11:00	96	89	7.29%
	11:05	97	89	8.25%
	11:10	97	89	8.25%
	11:15	97	89	8.25%
11-Jun	10:28	101	93	7.92%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Cond.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	10:38	101	93	7.92%
	10:48	101	93	7.92%
	10:55	101	93	7.92%
	11:03	101	93	7.92%
	11:09	100	93	7.00%
	11:27	100	92	8.00%
	11:39	100	92	8.00%
	11:46	100	92	8.00%
	11:55	100	92	8.00%
	12:04	100	92	8.00%
	12:24	100	92	8.00%
	12:36	100	92	8.00%
12-Jun	10:05	98	-	-
	10:20	99	-	-
	10:37	98	-	-
	10:44	98	-	-
	10:51	98	-	-
	11:10	98	-	-
	11:24	98	-	-
	11:32	98	-	-
	11:40	97	-	-
	12:00	97	-	-
	12:12	97	-	-
	12:21	98	-	-
	12:29	98	-	-
	12:39	98	-	-
14-Jun	10:10	97	-	-
	10:23	97	-	-
	10:35	97	-	-
	10:44	97	-	-
	10:54	97	-	-
	10:59	97	-	-
	11:24	97	-	-
	11:32	97	-	-
	11:41	97	-	-
	12:08	93	-	-
	12:18	93	-	-
	12:27	93	-	-
	12:45	93	-	-
26-Jun	15:05	94	87	7.45%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	15:15	95	87	8.42%
	15:20	95	87	8.42%
	15:25	95	87	8.42%
	15:30	94	87	7.45%
	15:35	94	87	7.45%
	15:50	95	87	8.42%
	15:55	95	87	8.42%
	16:00	95	87	8.42%
	16:10	94	87	7.45%
	16:15	95	87	8.42%
	16:20	94	87	7.45%
	16:40	94	87	7.45%
	16:45	94	87	7.45%
	16:50	95	87	8.42%
	16:55	94	87	7.45%
	17:00	95	87	8.42%
	17:05	94	87	7.45%
28-Jun	10:10	96	88	8.33%
	10:22	96	89	7.29%
	10:35	96	89	7.29%
	10:45	96	88	8.33%
	10:51	96	88	8.33%
	11:00	96	88	8.33%
	11:10	96	88	8.33%
	11:20	96	88	8.33%
	11:27	95	88	7.37%
	11:40	95	88	7.37%
	11:48	95	88	7.37%
	11:55	95	88	7.37%
	12:00	95	88	7.37%
	12:10	95	88	7.37%
	12:15	95	88	7.37%
	12:02	120	111	7.50%
	12:07	120	111	7.50%
	12:13	120	111	7.50%
	12:18	120	110	8.33%
	12:24	120	110	8.33%
	12:32	119	110	7.56%
	12:38	119	110	7.56%
	12:44	119	110	7.56%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	12:50	119	110	7.56%
	12:56	119	110	7.56%
	13:02	119	111	6.72%
	13:16	119	110	7.56%
	13:25	119	110	7.56%
	13:31	119	110	7.56%
	13:39	119	109	8.40%
	13:45	118	109	7.63%
	13:51	119	109	8.40%
	14:29	118	109	7.63%
	14:35	118	109	7.63%
	14:41	118	109	7.63%
	14:47	118	109	7.63%
	14:52	118	109	7.63%
	14:58	118	109	7.63%
	15:33	118	109	7.63%
	15:39	117	108	7.69%
	15:45	117	109	6.84%
	15:51	117	108	7.69%
	15:57	117	108	7.69%
	16:02	117	108	7.69%
	16:13	117	108	7.69%
	16:19	117	108	7.69%
	16:26	117	108	7.69%
	16:31	117	108	7.69%
	16:37	117	108	7.69%
	16:42	117	108	7.69%
10-Jul	9:45	118	109	7.63%
	9:56	117	109	6.84%
	10:03	117	109	6.84%
	10:10	117	108	7.69%
	10:17	117	109	6.84%
	10:56	117	108	7.69%
	11:03	116	108	6.90%
	11:10	117	108	7.69%
	11:16	116	108	6.90%
	11:23	116	108	6.90%
	11:30	117	107	8.55%
	12:02	116	107	7.76%
	12:09	116	107	7.76%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	12:17	115	107	6.96%
	12:23	116	107	7.76%
	12:31	115	107	6.96%
	12:38	116	107	7.76%
	13:40	115	106	7.83%
	13:45	115	106	7.83%
	13:50	115	106	7.83%
	13:55	115	106	7.83%
	14:00	115	106	7.83%
	14:05	115	106	7.83%
	14:35	114	106	7.02%
	14:40	114	106	7.02%
	14:45	114	106	7.02%
	14:50	114	106	7.02%
	14:55	114	106	7.02%
	15:00	114	105	7.89%
11-Jul	10:10	113	104	7.96%
	11:00	112	104	7.14%
	11:06	112	104	7.14%
	11:13	112	104	7.14%
	12:00	111	104	6.31%
	12:06	112	104	7.14%
	12:16	112	103	8.04%
	12:26	112	103	8.04%
	14:05	109	101	7.34%
	14:13	109	101	7.34%
	14:20	109	100	8.26%
	14:28	109	101	7.34%
	14:38	109	101	7.34%
	15:17	109	101	7.34%
	15:23	108	100	7.41%
12-Jul	12:54	105	97	7.62%
	13:11	105	97	7.62%
	13:18	105	97	7.62%
	13:25	105	97	7.62%
	13:31	105	97	7.62%
	14:02	105	97	7.62%
	14:10	104	96	7.69%
	14:18	105	96	8.57%
	14:23	105	96	8.57%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	14:30	104	96	7.69%
	14:36	104	96	7.69%
15-Jul	12:51	101	94	6.93%
	13:02	101	93	7.92%
	13:08	101	93	7.92%
	13:15	101	93	7.92%
	13:22	101	93	7.92%
	13:29	101	93	7.92%
	13:48	101	93	7.92%
	13:55	100	93	7.00%
	14:02	100	93	7.00%
	14:09	101	93	7.92%
	14:16	101	93	7.92%
	14:23	100	93	7.00%
	15:15	100	92	8.00%
	15:21	99	92	7.07%
	15:29	100	92	8.00%
	15:36	100	92	8.00%
	15:41	99	92	7.07%
	15:48	100	92	8.00%
16-Jul	11:15	100	93	7.00%
	11:35	100	92	8.00%
	11:48	100	93	7.00%
	11:55	100	92	8.00%
	12:03	100	92	8.00%
	12:12	100	92	8.00%
	12:20	100	92	8.00%
	12:35	100	92	8.00%
	12:45	99	92	7.07%
	12:52	99	92	7.07%
	13:02	99	92	7.07%
	13:10	100	92	8.00%
	14:45	99	91	8.08%
	14:57	98	91	7.14%
	15:05	98	91	7.14%
	15:23	98	91	7.14%
	15:31	98	90	8.16%
	15:41	98	90	8.16%
17-Jul	13:05	96	88	8.33%
	13:15	95	88	7.37%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	13:22	96	88	8.33%
	13:28	96	88	8.33%
	13:35	96	88	8.33%
	13:41	96	88	8.33%
	14:31	95	88	7.37%
	14:38	95	88	7.37%
	14:43	95	88	7.37%
	14:49	95	88	7.37%
	14:57	95	88	7.37%
	15:03	95	88	7.37%
18-Jul	9:40	95	87	8.42%
	10:10	95	87	8.42%
	16:30	92	85	7.61%
19-Jul	11:20	92	85	7.61%
	11:55	91	84	7.69%
	12:03	92	84	8.70%
	12:11	91	84	7.69%
	12:20	91	84	7.69%
22-Jul	15:30	-	88	-
	15:40	-	88	-
	15:46	-	87	-
	15:53	-	87	-
	15:59	-	87	-
	16:05	-	87	-
	16:12	-	87	-
	16:18	-	87	-
23-Jul	13:36	94	90	4.26%
	13:46	94	86	8.51%
	13:53	94	86	8.51%
	13:59	94	86	8.51%
	14:06	93	86	7.53%
	14:12	94	86	8.51%
	14:26	94	86	8.51%
	14:33	94	86	8.51%
24-Jul	11:30	95	86	9.47%
	11:50	94	87	7.45%
	12:00	94	86	8.51%
	12:07	94	86	8.51%
	12:15	94	86	8.51%
	12:30	94	86	8.51%

Data	Hora	Condutividade Água Bruta	Condutividade Água Captada	Redução Condutiv.
(DD-M)	(hh:mm)	(µS/cm)	(µS/cm)	(%)
	14:49	92	85	7.61%
	14:57	93	85	8.60%
	15:05	92	85	7.61%
	15:15	93	85	8.60%
25-Jul	10:30	92	87	5.43%
	11:10	93	85	8.60%
	11:25	93	86	7.53%
	11:35	93	85	8.60%
	13:30	92	85	7.61%
	13:45	91	85	6.59%
	14:00	92	84	8.70%
30-Jul	10:10	94	86	8.51%
	10:35	94	86	8.51%
	10:50	94	85	9.57%
	11:00	93	85	8.60%
	11:10	93	86	7.53%
	11:20	93	86	7.53%
	15:30	92	84	8.70%
	15:50	93	84	9.68%
	16:00	92	84	8.70%
	16:10	92	84	8.70%
	16:20	92	84	8.70%
	16:30	92	84	8.70%

Quadro 8.1.4 - Valores Diários de pH

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	pH Água Bruta	pH Água Captada
15-Mai	12:10	6.94	6.98
20-Mai	11:05	6.38	5.97
	16:58	6.88	6.80
21-Mai	12:55	6.85	6.59
22-Mai	12:11	6.88	6.79
	12:36	7.00	7.00
	12:40	6.68	6.54
23-Mai	11:07	6.82	6.90
	11:53	6.81	6.27
	12:19	6.67	6.30
	13:14	7.19	6.91
	15:05	7.05	6.86

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	pH Água Bruta	pH Água Captada
	15:40	7.05	6.80
	16:00	7.06	6.81
	16:20	7.03	6.86
	16:42	6.80	6.38
5-Jan	10:57	7.06	6.84
	11:33	6.55	6.01
	11:48	6.08	5.91
	11:58	6.05	6.06
	12:12	6.27	6.26
	12:27	6.45	6.36
29-Mai	10:50	6.89	6.83
	11:17	6.92	6.56
	11:39	6.62	6.36
	11:55	6.44	6.36
	12:05	6.41	6.51
	12:19	6.57	6.62
	12:30	6.65	6.66
3-Jun	12:00	6.97	6.89
	15:45	6.97	6.89
4-Jun	14:05	7.06	6.82
	16:30	7.06	6.82
5-Jun	10:20	6.97	6.82
6-Jun	14:00	7.01	6.81
7-Jun	10:10	7.45	6.80
11-Jun	10:28	7.00	6.81
	10:38	6.92	6.72
	11:27	7.39	6.83
	12:04	7.10	6.76
	12:36	6.50	6.45
12-Jun	10:05	7.47	6.86
	10:20	6.93	6.67
	11:10	7.08	6.72
	12:00	8.59	6.05
	12:29	6.40	5.96
	12:39	5.98	6.10
14-Jun	10:10	7.05	6.86
	10:23	6.86	6.80
	10:59	6.80	6.44
	11:41	6.48	6.67
	12:45	7.14	6.96
19-Jun	14:25	7.22	7.00

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	pH Água Bruta	pH Água Captada
	16:11	7.64	6.94
21-Jun	9:40	7.12	6.86
	10:00	6.90	6.80
	10:39	6.61	6.53
	11:20	6.63	6.46
	11:49	6.58	6.52
26-Jun	15:05	7.34	7.07
	17:05	7.36	7.09
28-Jun	9:40	7.34	7.11
	10:00	7.10	7.14
	10:39	7.21	7.16
	11:20	7.32	7.18
	11:49	7.37	7.25
9-Jul	11:52	7.62	7.31
	13:51	7.30	7.26
	16:42	7.49	7.22
10-Jul	9:45	8.04	7.22
	15:00	7.60	7.40
11-Jul	10:10	7.00	6.97
	12:00	7.22	7.08
	12:26	7.32	7.06
12-Jul	12:54	7.36	7.24
15-Jul	12:51	7.52	7.31
16-Jul	11:15	7.11	6.97
	11:35	6.99	6.92
	12:35	7.22	6.98
	14:45	6.90	6.82
	15:41	6.75	6.83
17-Jul	13:05	7.08	6.96
18-Jul	9:40	7.27	7.07
	10:10	6.86	6.92
	16:30	7.30	7.18
19-Jul	11:20	7.24	7.19
	11:55	7.20	7.17
	12:20	7.48	7.19
22-Jul	15:30	7.25	7.04
23-Jul	13:36	7.47	6.99
24-Jul	11:30	7.06	6.71
	11:50	6.16	6.05
	12:30	6.34	6.21
	15:15	7.15	7.08

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	pH Água Bruta	pH Água Captada
25-Jul	10:30	7.07	6.78
	11:10	6.63	6.6
	13:30	6.98	6.56
30-Jul	10:10	7.17	6.97
	10:35	7.14	7.1
	15:30	7.14	7.19
	16:30	7.6	7.45
1-Ago	10:40	6.95	6.92
	11:05	7.12	7.14
	11:50	7.26	7.14
	13:10	7.05	7.06
	14:05	7.19	7.11

Quadro 8.1.5 – Valores Diários de Temperatura

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
15-Mai	12:20	18.53	18.25
	12:30	18.52	18.24
20-Mai	11:00	14.77	14.44
	16:40	15.35	15.02
	16:50	15.37	15.03
21-Mai	12:40	15.54	15.2
22-Mai	11:50	16.31	15.98
	16:40	16.99	16.64
23-Mai	11:10	17.47	17.13
	11:50	17.51	17.18
	12:20	17.56	17.22
	12:40	17.59	17.25
	13:10	17.64	17.3
	13:20	17.66	17.31
	15:00	17.87	17.53
	15:10	17.9	17.56
	15:40	17.97	17.64
	16:00	18.03	17.69
	16:20	18.08	17.73
28-Mai	11:00	17.67	18.15
	11:30	17.7	18.2
	11:50	17.69	18.24
	12:00	17.69	18.26

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	12:10	17.7	18.27
29-Mai	10:40	17.72	18.31
	11:20	17.71	18.33
	11:40	17.7	17.39
	11:50	17.69	17.4
	12:00	17.7	17.39
	12:20	17.7	17.39
	12:30	17.7	17.39
6-Jun	9:35	21.65	21.32
	9:40	21.65	21.34
	9:45	21.65	21.31
	9:50	21.64	21.26
	9:55	21.6	21.2
	10:00	21.57	21.15
	10:05	21.54	21.13
	10:10	21.53	21.13
	10:15	21.51	21.13
	10:20	21.5	21.15
	10:25	21.5	21.16
	10:30	21.49	21.17
	10:45	21.47	21.18
	11:00	21.44	21.16
	11:15	21.42	21.14
	11:30	21.4	21.11
	11:45	21.38	21.09
	12:00	21.36	21.07
	12:15	21.35	21.05
	12:30	21.34	21.03
	12:45	21.33	21.02
	13:00	21.32	21.01
	13:15	21.32	21.01
	13:30	21.31	21
	13:45	21.3	20.99
	14:00	21.3	20.99
	14:15	21.29	20.98
	14:30	21.29	20.98
	15:30	21.28	20.97
	16:30	21.25	20.93
7-Jun	10:10	20.69	20.23
	10:15	20.66	20.2

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	10:20	20.63	20.19
	10:25	20.61	20.2
	10:30	20.6	20.21
	10:35	20.59	20.23
	10:50	20.61	20.27
	10:55	20.6	20.27
	11:00	20.59	20.27
	11:05	20.58	20.27
	11:10	20.56	20.26
	11:15	20.56	20.26
11-Jun	10:28	18.57	18.23
	10:38	18.56	18.23
	10:48	18.56	18.24
	10:55	18.57	18.25
	11:03	18.58	18.26
	11:09	18.59	18.26
	11:27	18.64	18.28
	11:39	18.63	18.29
	11:46	18.64	18.3
	11:55	18.65	18.32
	12:04	18.66	18.33
	12:24	18.7	18.36
	12:36	18.72	18.38
12-Jun	10:05	19.02	-
	10:20	19.05	-
	10:37	19.08	-
	10:44	19.08	-
	10:51	19.09	-
	11:10	19.12	-
	11:24	19.16	-
	11:32	19.16	-
	11:40	19.17	-
	12:00	19.22	-
	12:12	19.23	-
	12:21	19.24	-
	12:29	19.26	-
12:39	19.28	-	
14-Jun	10:10	19.95	-
	10:23	19.95	-
	10:35	19.96	-
	10:44	19.96	-

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	10:54	19.96	-
	10:59	19.97	-
	11:17	19.99	-
	11:24	20	-
	11:32	20	-
	11:41	20.02	-
	12:08	19.96	-
	12:18	20.03	-
	12:27	20.05	-
	12:45	20.07	-
26-Jun	15:05	24.01	23.74
	15:15	24.04	23.76
	15:20	24.05	23.77
	15:25	24.06	23.79
	15:30	24.07	23.8
	15:35	24.08	23.82
	15:50	24.12	23.85
	15:55	24.15	23.86
	16:00	24.16	23.87
	16:10	24.17	23.9
	16:15	24.18	23.91
	16:20	24.19	23.93
	16:40	24.23	23.97
	16:45	24.28	23.98
	16:50	24.27	23.99
	16:55	24.28	24
	17:00	24.29	24.01
	17:05	24.3	24.03
28-Jun	10:10	24.97	24.75
	10:22	24.97	24.75
	10:35	24.97	24.74
	10:45	24.96	24.74
	10:51	24.96	24.74
	11:00	24.96	24.74
	11:10	24.97	24.73
	11:20	24.97	24.73
	11:27	24.96	24.74
	11:40	24.99	24.74
	11:48	24.98	24.73
	11:55	24.98	24.74

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	12:00	24.98	24.74
	12:10	24.99	24.74
	12:15	24.99	24.74
9-Jul	11:52	27.19	26.97
	12:02	27.21	26.98
	12:07	27.21	26.98
	12:13	27.22	27
	12:18	27.23	27.01
	12:24	27.24	27.02
	12:32	27.25	27.03
	12:38	27.27	27.04
	12:44	27.28	27.04
	12:50	27.29	27.04
	12:56	27.29	27.04
	13:02	27.3	27.04
	13:16	27.32	27.05
	13:25	27.34	27.07
	13:31	27.34	27.07
	13:39	27.34	27.1
	13:45	27.35	27.12
	13:51	27.36	27.13
	14:29	27.43	27.2
	14:35	27.46	27.2
	14:41	27.46	27.21
	14:47	27.47	27.22
	14:52	27.47	27.23
	14:58	27.48	27.25
	15:33	27.53	27.3
	15:39	27.54	27.3
	15:45	27.55	27.3
	15:51	27.55	27.3
	15:57	27.55	27.31
	16:02	27.55	27.32
	16:13	27.58	27.34
	16:19	27.59	27.35
	16:26	27.6	27.36
	16:31	27.6	27.37
	16:37	27.61	27.38
	16:42	27.62	27.4
10-Jul	9:45	25.92	25.8
	9:56	25.96	25.76

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	10:03	25.95	25.74
	10:10	25.95	25.74
	10:17	25.95	25.74
	10:23	25.95	25.75
	10:56	25.97	25.75
	11:03	25.99	25.76
	11:10	25.99	25.76
	11:16	25.99	25.77
	11:23	26	25.79
	11:30	26	25.79
	12:02	26.05	25.82
	12:09	26.09	25.84
	12:17	26.09	25.85
	12:23	26.11	25.87
	12:31	26.12	25.88
	12:38	26.14	25.91
	13:40	26.29	26.05
	13:45	26.32	26.06
	13:50	26.33	26.08
	13:55	26.34	26.08
	14:00	26.35	26.1
	14:05	26.37	26.11
	14:35	26.44	26.18
	14:40	26.48	26.19
	14:45	26.49	26.2
	14:50	26.49	26.21
	14:55	26.51	26.22
	15:00	26.51	26.24
11-Jul	10:10	25.04	24.82
	11:00	25.01	24.8
	11:06	25.01	24.79
	11:13	25.01	24.79
	12:00	25.07	24.8
	12:06	25.06	24.8
	12:16	25.07	24.81
	12:26	25.07	24.82
	14:05	25.45	25.19
	14:13	25.49	25.21
	14:20	25.49	25.23
	14:28	25.51	25.26
	14:38	25.54	25.29

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	15:17	25.62	25.37
	15:23	25.67	25.4
12-Jul	12:54	24.94	24.72
	13:04	24.96	24.73
	13:11	24.96	24.73
	13:18	24.97	24.75
	13:25	24.98	24.76
	13:31	24.99	24.76
	14:02	25.03	24.81
	14:10	25.06	24.82
	14:18	25.06	24.83
	14:23	25.07	24.84
	14:30	25.07	24.85
15-Jul	12:51	23.91	23.66
	13:02	23.95	23.68
	13:08	23.97	23.7
	13:15	23.97	23.71
	13:22	23.98	23.72
	13:29	24.01	23.75
	13:48	24.05	23.78
	13:55	24.09	23.79
	14:02	24.09	23.8
	14:09	24.11	23.83
	14:16	24.12	23.84
	14:23	24.14	23.87
	15:15	24.26	23.98
	15:21	24.29	24
	15:29	24.31	24.02
	15:36	24.32	24.03
	15:41	24.33	24.04
	15:48	24.35	24.07
16-Jul	11:15	23.77	23.53
	11:35	23.8	23.55
	11:48	23.83	23.57
	11:55	23.83	23.58
	12:03	23.85	23.6
	12:12	23.86	23.61
	12:20	23.88	23.63
	12:35	23.91	23.65
	12:45	23.94	23.66
	12:52	23.95	23.67

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	13:02	23.97	23.69
	13:10	23.98	23.72
	13:19	24.01	23.74
	14:45	24.06	23.79
	14:57	24.38	23.81
	15:05	24.26	23.9
	15:23	24.28	24.05
	15:31	24.29	24.06
	15:41	24.32	24.06
17-Jul	13:05	24.83	24.58
	13:15	24.87	24.6
	13:22	24.87	24.61
	13:28	24.89	24.63
	13:35	24.9	24.63
	13:41	24.91	24.64
	14:31	25	24.73
	14:38	25.05	24.75
	14:43	25.06	24.76
	14:49	25.06	24.77
	14:57	25.07	24.77
	15:03	25.1	24.79
18-Jul	9:40	24.74	24.5
	10:10	24.77	24.53
	16:30	25.53	25.29
19-Jul	11:20	24.47	24.27
	11:55	24.43	24.22
	12:03	24.42	24.21
	12:11	24.42	24.21
	12:20	24.4	24.2
22-Jul	15:30	23.3	23.03
	15:40	23.4	23.05
	15:46		23.05
	15:53		23.06
	15:59		23.08
	16:05		23.08
	16:12		23.09
	16:18		23.11
23-Jul	13:36	23.11	22.87
	13:46	23.11	22.86
	13:53	23.13	22.89
	13:59	23.14	22.9

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	T. Água Bruta (°C)	T. Água Captada (°C)
	14:06	23.14	22.9
	14:12	23.15	22.91
	14:19	23.16	22.92
	14:26	23.17	22.92
	14:33	23.17	22.93
24-Jul	11:30	22.98	22.61
	11:50	22.98	22.74
	12:00	23.03	22.76
	12:07	23.04	22.76
	12:15	23.04	22.78
	12:30	23.07	22.81
	14:49	23.38	23.08
	14:57	23.39	23.09
	15:05	23.41	23.12
	15:15	23.44	23.15
25-Jul	10:30	23.51	23.16
	11:10	23.44	23.1
	11:25	23.45	23.12
	11:35	23.45	23.14
	13:30	23.61	23.3
	13:45	23.62	23.31
	14:00	23.64	23.33
30-Jul	10:10	22	21.67
	10:35	21.93	21.72
	10:50	21.96	21.74
	11:00	21.96	21.75
	11:10	21.97	21.76
	11:20	21.98	21.77
	15:30	22.35	22.06
	15:50	22.39	22.09
	16:00	22.41	22.11
	16:10	22.42	22.12
	16:20	22.45	22.14
	16:30	22.46	22.16

Quadro 8.1.6 – Valores Diários de Oxigênio Dissolvido

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	OD Água Bruta (mg/L)	OD Água Captada (mg/L)
25-Jul-13	10:30	8.74	8.5
	11:10	8.87	8.54
	11:25	8.88	8.58
	11:35	8.92	8.55
	13:30	8.92	8.73
Data	Hora	OD Água Bruta (mg/L)	OD Água Captada (mg/L)
	13:45	9.02	8.76
	14:00	8.97	8.76
30-Jul-13	10:10	8.9	8.75
	10:35	9.17	8.82
	11:20	9.23	8.92
	15:30	9.19	9.08
	16:30	9.27	9.11
1-Ago-13	10:40	8.95	8.51
	11:05	9.03	8.61
	11:50	9.07	8.75
	13:10	9.16	8.9
	14:05	9.16	8.96

Quadro 8.1.7 – Variação dos Parâmetros Consoante Variação da Carga Hidráulica

Data (DD-M)	Hora (hh:mm)	Carga Hidráulica (cm)	Temperatura Efluente (°C)	Turvação média (NTU)	Condutiv. [µS/cm]	OD (mg/L)	Caudal (m³/h)
11-Jun	10:28	12.00	18.23	0.78	93	-	0.47
	12:36	12.60	18.38	0.77	92	-	0.47
12-Jun	10:05	12.50	-	0.91	-	-	0.48
	12:39	13.00	-	0.94	-	-	0.46
14-Jun	10:10	12.80	-	0.91	-	-	0.48
	11:41	14.70	-	0.90	-	-	0.90
	12:45	19.40	-	1.13	-	-	0.93
19-Jun	14:25	18.00	-	0.80	-	-	0.83
	16:11	18.00	-	1.03	-	-	0.84
21-Jun	9:40	18.50	-	1.04	-	-	0.86
	11:49	18.50	-	1.04	-	-	0.90
26-Jun	15:05	18.00	23.74	0.68	87	-	0.84

Data	Hora	Carga Hidráulica	Temperatura Efluente	Turvação média	Condutiv.	OD	Caudal
(DD-M)	(hh:mm)	(cm)	(°C)	(NTU)	(µS/cm)	(mg/L)	(m³/h)
28-Jun	10:10	18.50	24.75	0.98	88	-	0.90
	17:05	18.00	24.03	0.73	87	-	0.81
	12:15	16.00	24.74	1.04	88	-	0.73
9-Jul	11:52	18.00	26.97	0.61	111	-	0.87
	16:42	18.00	27.40	0.58	108	-	0.82
10-Jul	9:45	18.00	25.80	0.85	109	-	0.82
	15:00	18.00	26.24	0.56	105	-	0.61
11-Jul	10:10	18.00	24.82	0.58	104	-	0.89
	14:05	18.00	25.19	0.61	101	-	-
	15:23	18.00	25.40	0.60	100	-	-
12-Jul	12:54	18.00	24.72	0.65	97	-	0.86
	14:36	18.00	24.86	0.54	96	-	0.78
15-Jul	12:51	18.00	23.66	0.49	94	-	0.77
	15:48	18.00	24.07	0.55	90	-	-
16-Jul	11:15	18.00	23.53	0.74	-	-	0.82
	15:41	18.00	24.06	0.65	-	-	0.81
17-Jul	13:05	18.00	24.58	0.62	88	-	0.81
	15:03	18.00	24.79	0.62	88	-	-
18-Jul	9:40	18.00	24.50	0.95	87	-	0.83
	16:30	18.00	25.29	0.82	85	-	0.79
19-Jul	11:20	18.00	24.27	0.94	85	-	0.80
	12:20	18.00	24.20	0.85	84	-	0.77
22-Jul	15:30	18.00	23.03	1.29	88	-	0.77
	16:18	18.00	23.11	1.22	87	-	-
23-Jul	13:36	18.00	23.05	1.41	90	-	-
	14:33	18.00	22.93	1.39	86	-	-
24-Jul	11:30	18.00	22.61	1.20	86	-	0.78
	12:30	14.50	22.81	0.82	86	-	0.52
	15:15	14.50	23.15	0.86	85	-	0.55
25-Jul	10:30	14.20	23.16	0.88	87	8.5	0.52
	14:00	14.20	23.33	1.29	84	8.76	0.51
30-Jul	10:10	14.50	21.67	0.68	86	8.75	0.45
	16:30	14.00	22.16	0.67	84	9.11	0.42
1-Ago	10:40	13.20	22.37	0.76	86	8.51	0.43
	14:05	14.00	22.55	0.67	84	8.96	0.43

Quadro 8.1.7.1 – Variação Média dos Parâmetros Consoante Variação da Carga Hidráulica

Média do Efluente					
Carga Hidráulica (cm)	Temperatura (°C)	Turvação média (NTU)	Condutiv. (µS/cm)	OD (mg/L)	Caudal (m³/h)
12	18.23	0.78	93.00		0.47
12.5		0.91			0.48
12.6	18.38	0.77	92.00		0.48
12.8		0.91			0.49
13		0.94			0.46
13.2	22.37	0.76	86.00	8.51	0.43
Média do Efluente					
Carga Hidráulica (cm)	Temperatura (°C)	Turvação média (NTU)	Condutiv. (µS/cm)	OD (mg/L)	Caudal (m³/h)
14	22.36	0.67	84.00	9.04	0.43
14.2	23.25	1.09	85.50	8.63	0.52
14.5	22.54	0.79	85.67	8.75	0.51
14.7		0.90			0.90
16	24.78	0.79	95.50		0.73
18	24.50	0.81	93.24		0.80
18.5	24.75	1.02	88.00		0.89
19.4		1.13			0.93