

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**INSTALAÇÃO DE UM FILTRO LENTO RETROLAVÁVEL NA  
ESCOLA NUCLEADA ÁGUAS BRANCAS EM URUBICI-SC**

**Rodrigo Amin Helou Vieceli**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
AGOSTO/2009**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**INSTALAÇÃO DE UM FILTRO LENTO RETROLAVÁVEL NA  
ESCOLA NUCLEADA ÁGUAS BRANCAS EM URUBICI-SC**

**Rodrigo Amin Helou Vieceli**

**Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina para  
Conclusão do Curso de Graduação em  
Engenharia Sanitária e Ambiental**

**Orientador  
Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
AGOSTO/2009**


**Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

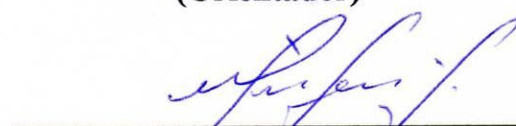
**INSTALAÇÃO DE UM FILTRO LENTO RETROLAVÁVEL NA  
ESCOLA NUCLEADA ÁGUAS BRANCAS EM URUBICI-SC**


**RODRIGO AMIN HELOU VIECELI**

**Trabalho submetido a Banca Examinadora como parte dos requisitos para  
Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental -  
TCC II**

**BANCA EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso  
(Orientador)**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Mauricio Luiz Sens  
(Membro da Banca)**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Péricles Alves Medeiros  
(Membro da Banca)**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)  
AGOSTO/2009**

## **AGRADECIMENTOS**

- ❖ Aos meus pais, Antônio Alberto Vieceli e Elizabeth Amin Helou Vieceli e à minha namorada, Priscila Ruiz Werminghoff, por todo apoio ao longo de toda a jornada acadêmica.
  
- ❖ Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso, que me deu a oportunidade de participar do projeto realizado pelo TSGA, para que pudesse realizar este Trabalho de Conclusão de Curso,
  
- ❖ A equipe do projeto TSGA, coordenadores, professores, bolsistas e colaboradores, que forneceram o suporte necessário para o projeto do Filtro Lento Retrolavável.

## RESUMO

A filtração lenta tem-se mostrado um sistema eficiente e confiável no tratamento de águas de abastecimento para pequenas comunidades rurais. Sua eficiência relaciona-se principalmente com a alta taxa de remoção de microorganismos patogênicos e da turbidez, porém seu uso é limitado à qualidade da água bruta e da mão de obra especializada para realizar a limpeza do mesmo. O filtro lento com retrolavagem, por não necessitar de mão de obra e ser de fácil instalação, pode ser a solução de tratamento de água para abastecimento dessas comunidades. Neste trabalho é avaliado o funcionamento de um filtro lento com retrolavagem instalado na Escola Nucleada Águas Brancas no município de Urubici, estado de Santa Catarina; que recentemente teve um surto de hepatite. As amostras de água bruta e água filtrada para foram analisadas no LIMA, nos parâmetros de turbidez, pH, coliformes e cor, além disso foram analisados parâmetros de funcionamento do filtro, com uso de um Levelogger, como a perda de carga e tempo de carreira de filtração.

Ao longo do estudo diversas dificuldades surgiram, entre elas os atrasos na obra do filtro e a dificuldade de deslocamento até Urubici. Porém, os resultados das análises mostraram que a eficiência do filtro lento aumentava com ao longo do tempo, e que depois de serem feitas as limpezas nos filtros e nos reservatórios, a água filtrada apresentou uma qualidade superior a água bruta que era consumida na escola, chegando muito próximo dos valores estabelecidos pela Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde. O filtro lento retrolavável é de fácil operação e manutenção, sendo necessário apenas o movimento de dois registros para realizar a sua limpeza. Por outro lado, devido ao curto período de estudo não foi possível estimar a duração da carreira de duração.

**PALAVRAS-CHAVE:** filtro lento, retrolavagem, qualidade da água, perda de carga.

# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Filtração lenta .....	4
3.1.1. Fatores que influenciam a filtração lenta .....	5
3.2. Projeto do filtro lento.....	6
3.2.1. O Filtro lento .....	6
3.2.2. Componentes de um Filtro Lento Retrolavável .....	6
3.2.3. Taxa de filtração.....	7
3.2.4. Dimensionamento .....	7
3.2.5. Camada suporte e leito filtrante .....	7
3.2.6. Período de Amadurecimento.....	7
3.2.7. Perda de carga .....	8
3.2.8. Carreiras de filtração .....	8
3.2.9. A retrolavagem.....	8
3.3. Parâmetros de Qualidade da Água.....	9
3.3.1. pH.....	9
3.3.2. Temperatura .....	9
3.3.3. Cor.....	9
3.3.4. Turbidez .....	9
3.3.5. Coliformes totais e bactérias termo tolerantes .....	10
3.3.6. Padrões de potabilidade.....	10
4. METODOLOGIA .....	11
4.1. Análise da qualidade da água.....	12
4.1.1. pH.....	13
4.1.1. Turbidez .....	14
4.1.2. Cor.....	14
4.1.3. Coliformes e bactérias termo tolerantes .....	15
4.2. Análises da perda de carga e da temperatura .....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5.1. Considerações sobre o funcionamento do filtro .....	18
5.2. Análise dos parâmetros de qualidade.....	18
5.2.1. pH.....	19
5.2.2. Turbidez .....	19
5.2.3. Cor Aparente e Cor Verdadeira.....	20
5.2.4. Coliformes e bactérias termo tolerantes .....	21
5.3. Análise da perda de carga e da carreira de filtração .....	22
5.4. Análise da temperatura .....	24
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS.....	27
8. ANEXOS.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes do filtro lento com retrolavagem.....	6
Figura 2: Escola Nucleada Águas Brancas.....	11
Figura 3: Filtro Lento Retrolavável.....	12
Figura 4: RAL (cinza) e de RAC (azul). ....	12
Figura 5: Esquema dos pontos de coleta no Filtro.....	13
Figura 6: pH-metro AT 310.....	14
Figura 7: Turbidímetro HACH 2100N.....	14
Figura 8: Espectrofotômetro HACH DR/4000U.....	15
Figura 9: INDEXX Quanti-tray – Selador.....	15
Figura 10: Cartela para contagem encubada na estufa a 35°C.....	16
Figura 11: Solinst Levelogger GOLD Modelo LT F65/M20.....	16
Figura 12: Esquema de instalação do Levelogger.....	17
Figura 13: Gráfico dos resultados das análises do pH.....	19
Figura 14: Gráfico de análise da turbidez.....	20
Figura 15: Gráfico das análises de cor aparente.....	20
Figura 16: Gráfico das análises de cor verdadeira.....	21
Figura 17: Gráfico de resultado das análises de coliformes.....	21
Figura 18: Gráfico de resultado das análises de bactérias termo tolerantes.....	22
Figura 19: Evolução da perda de carga entre os dias 4/6 e 10/6.....	23
Figura 20: Evolução da perda de carga entre os dias 10/6 e 7/7.....	23
Figura 21: Evolução da perda de carga entre os dias 7/7 e 16/7.....	24
Figura 22: Evolução da temperatura entre os dias 4/6 e 16/7.....	25

# 1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa faz parte de uma ação desenvolvida dentro programa de Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA), coordenado por professores do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

O presente trabalho mostra a avaliação da funcionalidade de um filtro lento retrolavável (FLR), analisando sua eficiência no tratamento da água captada de uma nascente. O filtro foi instalado na Escola Nucleada Águas Brancas, no município de Urubici, estado de Santa Catarina.

Até a implantação do FLR, a escola recebia água proveniente do sistema que abastece também a comunidade de Águas Brancas. Por razões desconhecidas aquele sistema distribui, atualmente, água in natura. Dessa forma a escola estava sujeita às variações de qualidade do manancial em uso, podendo conter microorganismos transmissores de doenças. Segundo os funcionários daquela unidade de ensino, recentemente houve um surto de hepatite na escola, motivo que favoreceu sua escolha como piloto para esse projeto.

A idéia foi implantar o filtro lento utilizando uma fonte alternativa (nascente) que no passado também atendia a escola. Essa opção teve por base o fato de que, o manancial que abastece a comunidade de Águas Brancas, tem capacidade limitada, e diariamente, a partir de 16:00hs falta água no sistema. A escola só não ficava sem água por que possui dois reservatórios. Essa interrupção de funcionamento não seria indicada para o FLR.

Outro aspecto que pesou nessa decisão foi a possibilidade do sistema de tratamento de água da comunidade de Águas Brancas voltar a funcionar. Nessas circunstâncias o FLR receberia água clorada, anulando seu funcionamento, fortemente baseado em ações biológicas.

O trabalho procura validar a aplicação do FLR, avaliando entre outros aspectos, o fornecimento de água tratada dentro dos padrões para consumo, de acordo com a portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde.

Segundo Di Bernardo (1993), a filtração lenta tem se mostrado muito eficiente no tratamento de águas, com resultados muito positivos. Fatores como a não utilização de produtos químicos, alta eficiência na remoção de microorganismos, baixo custo de implantação, simplicidade na instalação e na operação – com a utilização da retrolavagem – sugerem que esse tipo de filtro seja ideal para pequenas comunidades.



A limpeza do filtro lento consiste em raspar a camada superior de areia, o *schumtzdecke*, lavar e recolocar a areia do leito filtrante (Paterniani e Roston, 2003). Estima-se que para realizar todos esses processos são necessárias cerca 50 horas para cada 100m<sup>2</sup> de filtro (PROSAB, 1999).

Devido a estas condições, Sens sugeriu em 1992 um novo processo de limpeza dos filtros lentos aplicados a zonas rurais, a retrolavagem, que além de poupar águas de lavagem, poupa também tempo, resultando na diminuição do custo e na simplificação da operação do filtro (Emmendoerfer, 2006).

Esse filtro é uma unidade de demonstração de uma tecnologia social, implantado numa escola de uma comunidade carente, e pode servir como módulo didático, para ensinar aos alunos a importância de se preservar a água e o meio ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Validar a aplicação da filtração lenta retrolavável no tratamento de água para a Escola Nucleada Águas Brancas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar a funcionalidade do Filtro Lento Retrolavável, do ponto de vista da operação e manutenção;
- Avaliar a melhora na qualidade da água fornecida para a escola;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Filtração lenta

Filtração é uma operação de separação de fases, neste caso, separação da fase sólida da líquida. Pode-se dizer que o processo de filtração lenta não consiste apenas na ação de coar a água através de um meio filtrante de areia, ou seja, a filtração lenta é o conjunto de diversos fenômenos simultâneos, que resultam na remoção de partículas suspensas e coloidais e de microorganismos presentes na água, que podem ser classificados como: ações físicas; ações químicas; ações biológicas; ações bioquímicas (AZEVEDO NETTO, 1979).

As ações físicas presentes no processo de filtração lenta são: as ações mecânicas de coar, que provocam a retenção das partículas maiores que ocupam os espaços entre os grãos de areia e a sedimentação que ocorre enquanto a água fica sobre o leito filtrante. Além disso, há ainda os fenômenos de absorção e adsorção (AZEVEDO NETTO, 1979).

As ações químicas que atuam na filtração lenta são a oxidação da matéria orgânica, transformando-as em compostos inofensivos; e a ionização dos grãos de areia, mantendo-os carregados eletricamente (AZEVEDO NETTO, 1979).

As ações biológicas são as mais importantes no processo da filtração lenta, e ocorrem devido ao desenvolvimento de bactérias na superfície do leito filtrante (AZEVEDO NETTO, 1979).

Neste tipo de filtro a camada superficial é responsável por praticamente toda a remoção de partículas. Na superfície do leito filtrante, a baixa taxa de aplicação permite a formação de uma camada biológica gelatinosa, conhecida como *schumtzdecke*. Essa película exerce a função de reter as partículas mais finas de matéria suspensa, ou bactérias suspensas, que passariam pelos interstícios formados pelos grãos de areia. Os compostos orgânicos em solução também são absorvidos, e convertidos em compostos inorgânicos (SENS et al, 1979).

Dessa forma, a eficiência do leito filtrante está ligada a formação desse filme, o que significa que a água filtrada nos primeiros dias deve ser encaminhada diretamente para o esgoto (AZEVEDO NETTO, 1979).

As ações bioquímicas são ações de contato, relacionadas com a concentração de certas substâncias e da tensão superficial do *schumtzdecke*, ou ainda ações enzimáticas sobre as partículas presentes na água, removendo produtos da decomposição (AZEVEDO NETTO, 1979).

### 3.1.1. Fatores que influenciam a filtração lenta

Segundo Di Bernardo (1993), os fatores que influenciam no desempenho da filtração lenta podem ser agrupados em:

- a) Qualidade da água bruta (quantidade e tamanho das partículas, turbidez, coliformes, ferro, manganês, nutrientes, material orgânico, algas, microorganismos);
- b) Parâmetros de projeto (número de filtros, taxa de filtração, existência de pré-tratamento, carga hidráulica);
- c) Operação e manutenção (limpeza, reposição da camada de areia).

A grande quantidade de sólidos suspensos e turbidez nas águas pode acarretar em problemas operacionais e na qualidade da água filtrada, criando condições ambientais adversas para a biomassa presente no filtro, além de causar uma rápida obstrução dos vazios do leito filtrante reduzindo a duração da carreira de filtração (PROSAB, 1999).

Protozoários, algas e bactérias e outros microorganismos que colonizam os filtros lentos e participam da atividade biológica do filtro lento, quando em concentrações elevadas, causam a obstrução do meio filtrante (PROSAB, 1999).

Devido à influência desses parâmetros, é preciso observar que, para garantir a eficiência de qualquer forma de tratamento, é necessário que as características da água sejam compatíveis com a alternativa de tratamento escolhida, nesse caso, a filtração lenta. Caso contrário é necessário a instalação de estruturas de pré-tratamento (PROSAB, 1999).

Segundo Di Bernardo (1993), a principal limitação da filtração lenta é a sua utilização restrita a águas que apresentam valores de cor verdadeira, turbidez e teor de sólidos suspensos relativamente baixos. O mesmo autor recomenda padrões de qualidade da água bruta para o tratamento por filtração lenta, que estão na tabela 1.

**Tabela 1: Padrões de qualidade da água bruta para o tratamento por filtração lenta.**

Parâmetro	Valor Máximo
Turbidez (NTU)	10
Cor verdadeira (mg Pt-Co/l)	5
Ferro (mg Fe/l)	1
Manganês (mg Mn/l)	0,2
Algas (UPA/ml)	250
Coliformes totais (NMP/100ml)	1.000

## 3.2. Projeto do filtro lento

### 3.2.1. O Filtro lento

Os filtros lentos são constituídos de simples caixas impermeabilizadas, construídas em diversos tipos de materiais (concreto, alvenaria, fibra). Nele são instalados drenos e equipamentos controladores de vazão e de nível de água. Sobre os drenos são colocados os leitos de filtração de diferentes granulometrias, pedregulho, pedrisco, pedra fina e areia (AZEVEDO NETTO, 1979).

O filtro lento recebe a água bruta e armazena a água filtrada, primeiramente, no RAL. Quando este atinge o nível máximo, a água é então armazenada no reservatório de água de consumo. Quando a carreira de filtração se encerrar, inicia-se o processo de retrolavagem.

### 3.2.2. Componentes de um Filtro Lento Retrolavável

Os componentes do filtro lento retrolavável são apresentados na Figura 1. Nela estão identificados o RAC – Reservatório de Água de Consumo, RAL – Reservatório de Água de Lavagem e FLR – Filtro Lento Retrolavável.

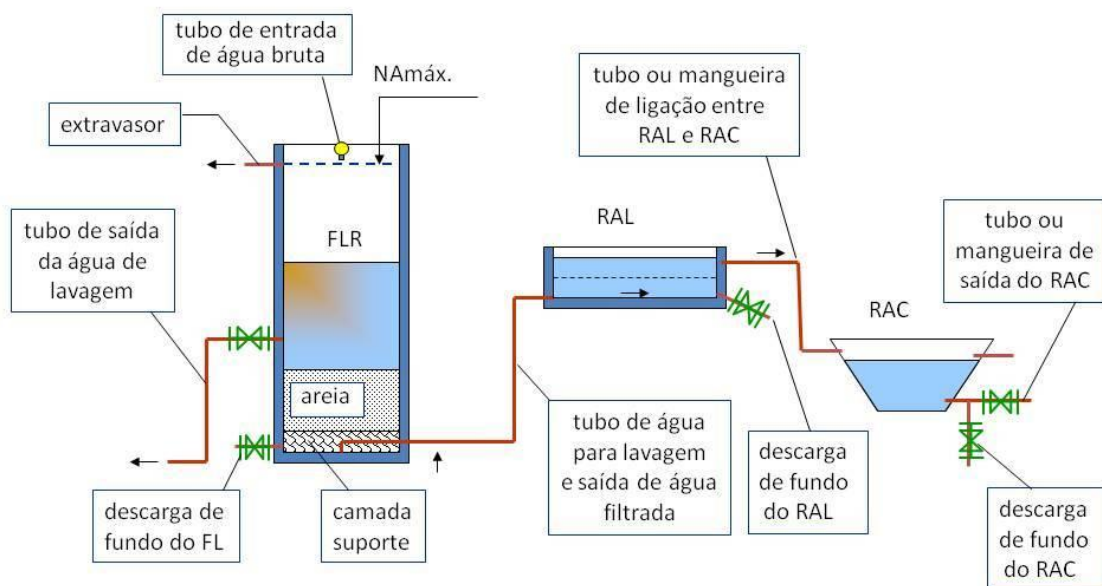


Figura 1: Componentes do filtro lento com retrolavagem (Adaptado de DALSSASSO, 2007).

### 3.2.3. Taxa de filtração

A filtração lenta apresenta uma taxa de filtração bem abaixo da dos filtros rápidos, variando de 2,5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia a 10,0m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia (AZEVEDO NETTO, 1979). A determinação da taxa está relacionada com a qualidade da água a ser tratada.

### 3.2.4. Dimensionamento

O número de filtros lentos mínimo recomendado é de duas unidades, as quais devem ser capazes de filtrar a máxima vazão de consumo individualmente. O formato dos filtros é geralmente retangular, e sugere-se que o comprimento seja o dobro da largura.

Para dimensionar as unidades, são considerados taxa de filtração, população de projeto, consumo per capita e coeficiente do dia de maior consumo (K1) (AZEVEDO NETTO, 1979).

### 3.2.5. Camada suporte e leito filtrante

A camada suporte tem como função prevenir a obstrução do sistema de drenagem pela areia fina. A graduação das pedras e da areia deve ser feita de maneira que os grãos preencham os vazios da camada imediatamente inferior (AZEVEDO NETTO, 1979). O material geralmente empregado como camada suporte é o granito ou gnaisse, e a espessura da camada varia entre 0,30m e 0,40m.

Já para o leito filtrante a areia utilizada deve ser composta exclusivamente de quartzo e silicatos de resistência elevada, e não deve conter quantidades elevadas de carbonato de sódio ou de magnésio. Além disso, deve ser isenta de impurezas. A espessura da camada deve estar entre 0,90m e 1,20m e o diâmetro efetivo do grão entre 0,25mm e 0,35mm, com coeficiente de uniformidade entre 2 e 3 (AZEVEDO NETTO, 1979).

### 3.2.6. Período de Amadurecimento

Quando um filtro é colocado em operação pela primeira vez, os organismos responsáveis pela remoção de bactérias e turbidez ainda não estão presentes. As primeiras semanas de operação do filtro são consideradas período de amadurecimento, e é quando o *schmutzdecke* está em desenvolvimento juntamente com o crescimento biológico dentro do leito de areia e na camada suporte.

A maturidade biológica do leito de areia indicará o grau de desenvolvimento microbiológico por toda sua profundidade. Esta condição não é medida, mas é função do número de semanas de operação do filtro para determinadas condições da água bruta. As

condições que mais afetam o tempo necessário para a maturidade do leito são a disponibilidade de nutrientes e a temperatura (MARNOTO, 2009).

### *3.2.7. Perda de carga*

O aumento da perda de carga em um filtro lento está relacionado com o aumento do acúmulo de material depositado na superfície do leito filtrante e entre os grãos de areia. Assim a perda de carga interfere diretamente na qualidade da água filtrada, diminuindo a eficiência do filtro (AZEVEDO NETTO, 1979).

Além desse acúmulo, a perda de carga sofre influência de outros fatores, como a característica dos elementos presente na água, a taxa de filtração, a granulometria, a profundidade do leito de areia e a turbulência do meio filtrante próxima a superfície (AZEVEDO NETTO, 1979).

Segundo Di Bernardo (1999), a perda de carga disponível total é igual à soma da perda de carga inicial e a correspondente à retenção de impurezas, geralmente resultando em cerca de 1,0 a 1,5m.

### *3.2.8. Carreiras de filtração*

A carreira de filtração é o tempo que o filtro fica em funcionamento até ser retirado para limpeza, ela é determinada pela perda de carga. Esse parâmetro é obtido empiricamente, através de cálculos, e é geralmente determinado pelo projetista.

Para compensar a perda de carga decorrente da retenção de impurezas, ocorre um aumento do nível de água, até que o nível máximo é atingido, e então, o filtro deve ser retirado de funcionamento para limpeza.

### *3.2.9. A retrolavagem*

Durante a filtração, o meio filtrante retém material até ficar colmatado, atingindo o nível máximo da perda de carga, o que obriga à sua limpeza. Assim, quando se processa a retrolavagem dos filtros, é introduzido um fluxo ascendente que ao passar por entre as partículas vai produzir uma força contrária ao peso das próprias partículas expandindo o leito filtrante (MARNOTO, 2008).

A retrolavagem aplicada aos filtros lentos transforma o processo de limpeza num mecanismo hidráulico, dispensando a necessidade de raspagem da camada superior do filtro (MICHIELIN, 2003).

### **3.3. Parâmetros de Qualidade da Água**

#### *3.3.1. pH*

O pH é o parâmetro usado para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução, que interfere em inúmeros processos de tratamento, entre elas o desenvolvimento dos seres vivos no meio aquático (LAURENTI, 1997).

#### *3.3.2. Temperatura*

As altas temperaturas influenciam nas propriedades da água: aceleram reações químicas, reduzem a solubilidade dos gases e acentuam o sabor e odor (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1998). Já as baixas temperaturas afetam a remoção de microorganismos (MARNOTO, 2008).

#### *3.3.3. Cor*

A cor da água é resultado dos processos de decomposição da matéria orgânica, da presença de íons metálicos e de materiais em suspensão, ou devido a despejos industriais. Seu valor é determinado pelo espectrofotômetro e a unidade é Unidade Hazen (mg Pt-Co/l) (LAURENTI, 1997).

A cor é diferenciada em aparente e verdadeira. A verdadeira é causada por material dissolvido e colóides. A cor aparente resulta de todo o material que está em suspensão somado ao material dissolvido na água. A diferenciação entre as duas pode ser feita através da medição do tamanho das partículas em suspensão, as com diâmetro maior que 1µm causam turbidez, e as menores de 10<sup>-1</sup>µm causam cor (LAURENTI, 1997).

#### *3.3.4. Turbidez*

A turbidez é resultado da difusão e absorção da luz na água causada pelas partículas em suspensão. A limpidez da água é um fator importante para o consumo humano, uma vez que as partículas em suspensão podem conter substâncias como metais, agrotóxicos e organismos patogênicos.



### 3.3.5. Coliformes totais e bactérias termo tolerantes

Os coliformes são bactérias presentes nos intestinos dos animais superiores. Sua presença na água indica a possibilidade de contaminação por esgoto doméstico, e podem veicular doenças de transmissão hídrica (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1997).

O número de coliformes é expresso pelo Número Mais Provável (NMP) em 100ml de água. Esse parâmetro é utilizado para determinar a eficiência do sistema de tratamento.

### 3.3.6. Padrões de potabilidade

Para os parâmetros analisados, os valores máximos permitidos de acordo com a Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde são:

**Tabela 2: Valores máximos permitidos para consumo humano pela Portaria nº518/2004 do MS.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor Máximo Permitido</b>
Turbidez (uT)	2 <sup>1</sup>
Cor Aparente (mg Pt-Co/l)	15
pH	6,0-9,5
Coliformes (NMP/100ml)	Ausente
Bactérias Termo tolerantes (NMP/100ml)	Ausente

(1) Valor para a filtração lenta

## 4. METODOLOGIA

O filtro lento retrolavável (FLR) está instalado na Escola Nucleada Águas Brancas (Figura 2), no município de Urubici, no estado de Santa Catarina. A escola encontra-se na comunidade Águas Brancas, uma comunidade rural na periferia da cidade. A água filtrada será utilizada para o consumo de adultos e crianças, na preparação de alimentos e para higiene. O projeto do filtro foi desenvolvido pela equipe do TSGA (Anexos 1, 2, 3, 4 e 5).



**Figura 2: Escola Nucleada Águas Brancas**

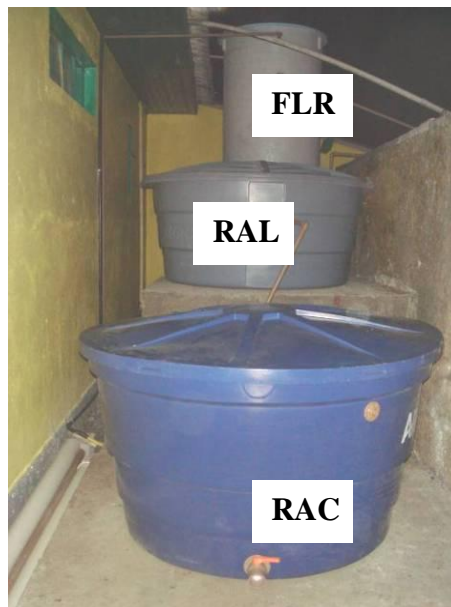
O meio granular é constituído de camadas de pedregulho (camada suporte) e areia (meio filtrante). O filtro trabalha com taxa constante e carga hidráulica variável. O controle da vazão de alimentação é feito através de uma câmara de nível constante com escoamento por orifício.

A retrolavagem do filtro é feita apenas abrindo o registro de descarga do filtro e fechando o registro de entrada do filtro. O momento para a retrolavagem do filtro é quando perda de carga máxima atinge um metro.

O filtro (Figura 3) foi construído em fibra de vidro sob uma laje feita com blocos de concreto. As ligações hidráulicas são feitas com tubos de PVC. Junto a ele estão instaladas duas caixas da água que formam os reservatórios de água de lavagem (RAL) e de água de consumo (RAC), como pode ser observado na figura 4. A vazão de projeto adotada é de  $2,0\text{m}^3/\text{dia}$  e a taxa de filtração adotada é de  $3\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ .



**Figura 3: Filtro Lento Retrolavável.**



**Figura 4: RAL (cinza) e de RAC (azul).**

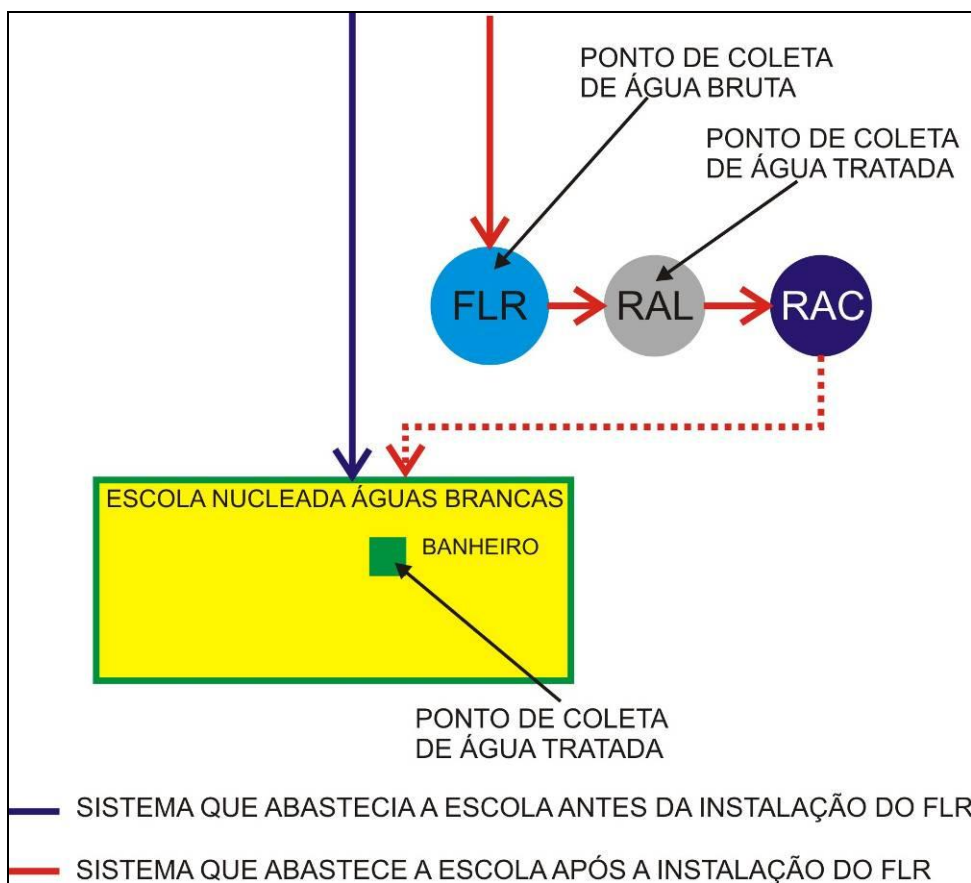
#### **4.1. Análise da qualidade da água**

Para analisar os parâmetros de qualidade da água, foram coletadas amostras de águas brutas e filtrada, que foram analisados nos laboratórios do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os pontos de coleta das amostras estão indicados na figura5. São eles:

- para água bruta, a entrada do filtro lento na saída da câmara de controle de nível;
- para água bruta da escola, numa torneira da escola;

- para água tratada, o reservatório de água de lavagem, que recebe água imediatamente após o filtro.



**Figura 5: Esquema dos pontos de coleta no Filtro**

As amostras foram armazenadas em garrafas PET para análises físico-químicas e em frascos esterilizados para análises bacteriológicas.

Os parâmetros analisados foram pH, cor verdadeira e cor aparente, turbidez, coliformes totais, bactérias termo tolerantes, perda de carga do filtro e duração das carreiras de filtração.

#### 4.1.1. pH

O pH é medido diretamente num becker contendo a amostra através do pH-metro (Figura 5), que é calibrado com duas soluções tampão com pHs conhecidos.



**Figura 6: pH-metro AT 310.**

#### *4.1.1. Turbidez*

O método nefelométrico baseia-se na leitura da intensidade da luz dispersada pela amostra pela amostra em ângulo de 90° com a direção da luz incidente, em relação a intensidade da luz dispersa por uma suspensão-padrão.

Para a determinação da turbidez é utilizado o Turbidímetro (Figura 6). A amostra é homogeneizada e posteriormente parte dela é colocada na cubeta do aparelho. O aparelho, então, fornece o valor da turbidez em NTU Unidade Nefelométrica de Turbidez.



**Figura 7: Turbidímetro HACH 2100N.**

#### *4.1.2. Cor*

A cor foi determinada com o uso do espectrofotômetro (Figura 7), onde para a determinação da cor aparente basta colocar a amostra na cubeta do aparelho, e então selecionar o programa de leitura com comprimento de onda  $\lambda$  de 455nm.

Para se determinar a cor verdadeira a amostra é filtrada com membrana de acetato de celulose de 0,45 $\mu$ m para que somente o sobrenadante esteja presente na amostra, que então

é colocada na cubeta do aparelho. O aparelho mostra o valor para cor em mg Pt-Co/l, conhecida como unidade Hanzen.



Figura 8: Espectrofotômetro HACH DR/4000U.

#### 4.1.3. Coliformes e bactérias termo tolerantes

O método adotado para a quantificação de coliformes e bactérias termo tolerantes foi o Colilert.

O procedimento baseia-se em misturar o reagente colilert à 100mL da amostra, e colocá-los numa cartela selada no aparelho IDEXX Quanti-tray (Figura 8), para então ser incubada, a 35°C durante 24h (Figura 10).

Após esse período, são contados na cartela os quadrados coloridos. A contagem de quadrados amarelos indica a quantidade de coliformes conforme a tabela NMP que faz parte do kit de teste IDEXX.

Para bactérias termo tolerantes, é utilizada uma lâmpada UV, e então conta-se os quadrados que ficarem de fosforescentes sob a luz UV, e consulta-se a tabela NMP para determinar o valor correspondente.



Figura 9: IDEXX Quanti-tray – Selador.



**Figura 10: Cartela para contagem encubada na estufa a 35°C.**

#### **4.2. Análises da perda de carga e da temperatura**

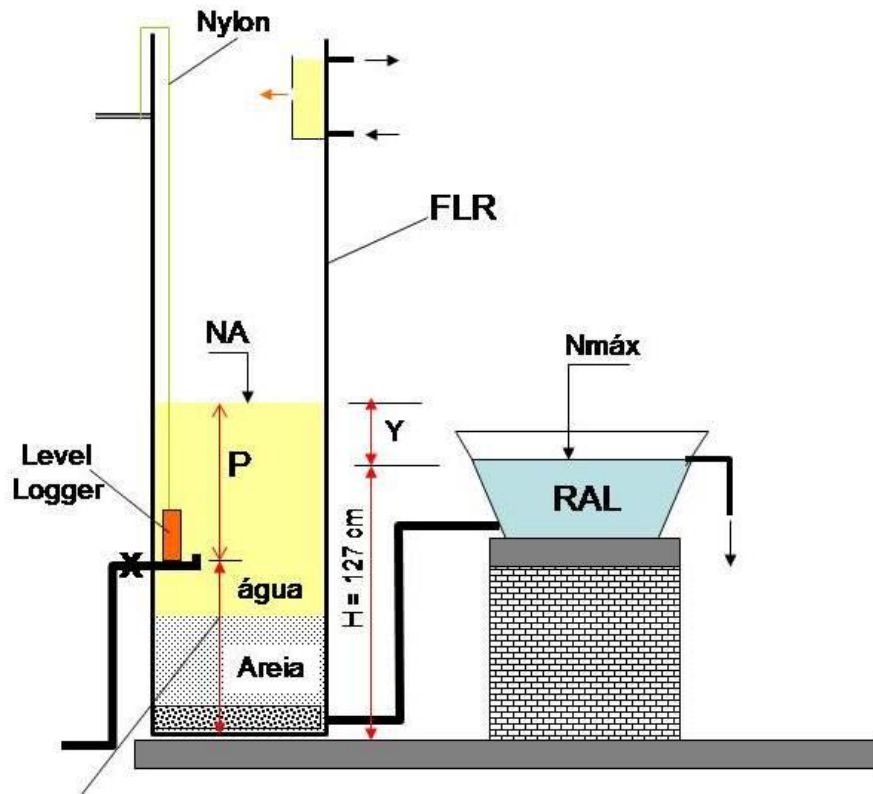
A perda de carga no meio filtrante e a temperatura da água foram monitoradas com o uso do LeveLogger Solinst Linha GOLD Modelo LT F65/M20 (Figura 10), que é um medidor automático de nível de água, temperatura e condutividade elétrica. O aparelho, após ser programado, foi colocado no filtro, no ponto que se deseja medir a pressão da coluna de água e preso através de um fio de nylon. Os dados são transmitidos para um software específico em um computador.

A partir dos resultados apresentados pelo Levelogger é analisado o tempo da carreira de filtração.



**Figura 11: Solinst Levelogger GOLD Modelo LT F65/M20**

O levelogger é um instrumento que mede pressão, portanto para determinar o valor da perda de carga, foi necessário fazer uma correção do valor que ele apresentou, desconsiderando as diferenças de cotas do nível de água máximo do RAL e a cota em que o aparelho está instalado. A figura 12 mostra um esquema de como o levelogger foi posicionado no filtro.



$$P = 77 \text{ cm}$$

Figura 12: Esquema de instalação do Levellogger (Adaptado de Dalsasso, 2009)

Assim, a fórmula obtida para corrigir o valor de pressão obtido pelo levellogger é:

$$Y = P + L - H \quad (1)$$

Onde:

P = pressão lida pelo Level Logger

H = dimensões construtivas do sistema = 127 cm

Y = perda de carga após o RAL atingir o nível máximo (cm)

L = altura onde está instalado o levellogger = 77 cm

Resolvendo (1), chega-se a:

$$Y = P - 50 \quad (2)$$



## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Considerações sobre o funcionamento do filtro**

O período de análise do filtro lento é de 4 de junho à 16 de julho, relativamente curto, devido, principalmente, a um atraso para o início da instalação do filtro. O filtro foi colocado em funcionamento com o levelogger programado para iniciar o monitoramento de pressão e temperatura a partir das 10h do dia 4 de junho.

Ao longo do período de funcionamento do filtro surgiram dificuldades relacionadas à coleta das amostras e à eficiência do filtro. Quanto às amostras, a dificuldade de descolamento até a cidade de Urubici foi o maior obstáculo para que fosse possível fazer as coletas, uma vez que a ida até a cidade estava condicionada à disponibilidade de carro e de colaboradores do TSGA. Além disso, era preciso conciliar o tempo entre as lavagens do filtro, a coleta das amostras e a análise no laboratório.

Durante as primeiras semanas de funcionamento do filtro, foi constatado que a areia possuía muitas impurezas, o que necessitou de várias lavagens para que fossem removidas. Dessa forma, foram realizadas cinco lavagens durante o período de análise do filtro, nos dias 9 e 10 de junho, e 6 e 7 de julho, sendo que no dia 6 de julho foram feitas duas lavagens.

Os fatores ambientais também influenciaram no funcionamento do filtro. Nos últimos dias de análise do filtro havia chovido muito, o que resultou numa má qualidade da água bruta, e conseqüentemente numa má eficiência do filtro. Além disso, no dia 10 de julho o filtro apresentou um entupimento, o que alterou bastante o seu funcionamento devido a alteração da vazão da água de entrada do filtro.

O filtro só foi ligado aos reservatórios da escola ao final desse período de análise, no dia 16 de julho. Antes disto ocorrer, a água filtrada era armazenada num reservatório comunitário que recebia água *in natura*.

### **5.2. Análise dos parâmetros de qualidade**

Ao todo foram coletadas seis amostras, nos dias 10/06, 19/06, 24/06, 07/07, 10/07 e 17/07, indicadas nos gráficos como amostras 1, 2, 3, 4, 5 e 6 respectivamente. As tabelas com os valores resultantes das análises estão presentes no anexo 6. Vale ressaltar que para a amostra 1 foram coletadas apenas amostras de água bruta e água filtrada. Na legenda indicada nos gráficos a água bruta é a água de entrada do filtro, a água da escola é a da

torneira da escola (do sistema de abastecimento atual) e a tratada é água filtrada armazenada no RAL.

### 5.2.1. pH

O gráfico da figura 11 apresenta o resultado das análises de pH. Pode-se notar que na maioria das amostras o valor do pH se manteve em valores próximos de 7 (neutro).

Na primeira amostra o valor do pH ficou muito alterado, devido à necessidade do amadurecimento do filtro e da remoção de algumas impurezas no filtro e no leito filtrante.

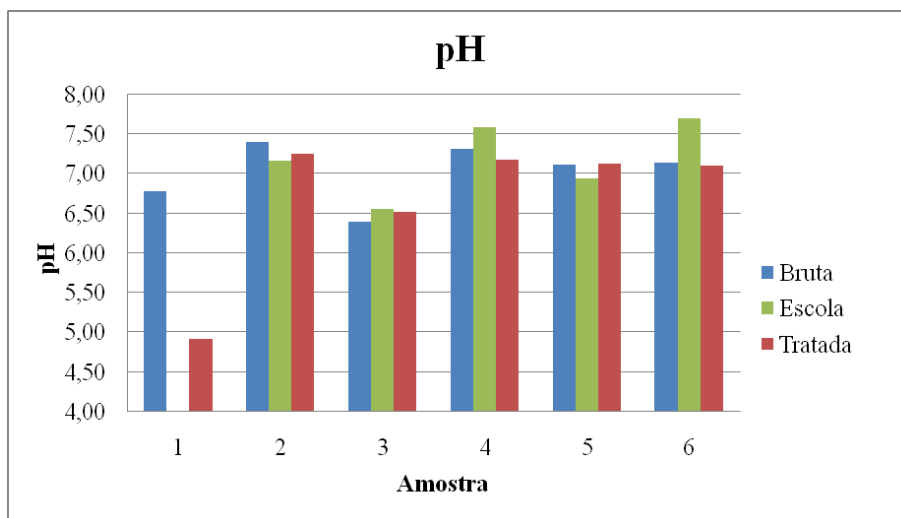


Figura 13: Gráfico dos resultados das análises do pH

### 5.2.2. Turbidez

O gráfico da figura 12 mostra o resultado das análises de turbidez. Nele é possível observar a variação da qualidade da água que abastece o filtro e a escola.

Nota-se que durante as amostras 1, 2, 3 e 4 a turbidez da água aumentou devido a presença de impurezas na areia, que foi solucionado após diversas lavagens do filtro. Após essas lavagens e formação da camada biológica, o filtro passou a remover a turbidez, conforme pode ser observado nas amostras 5 e 6.

Os picos de turbidez nas amostras 5 e 6 apresentados no gráfico se deu devido às chuvas que ocorrem na região dias antes da coleta, porém o filtro apresentou uma boa eficiência na remoção da turbidez. (77%), alcançando 3,5 NTU para a última amostra.

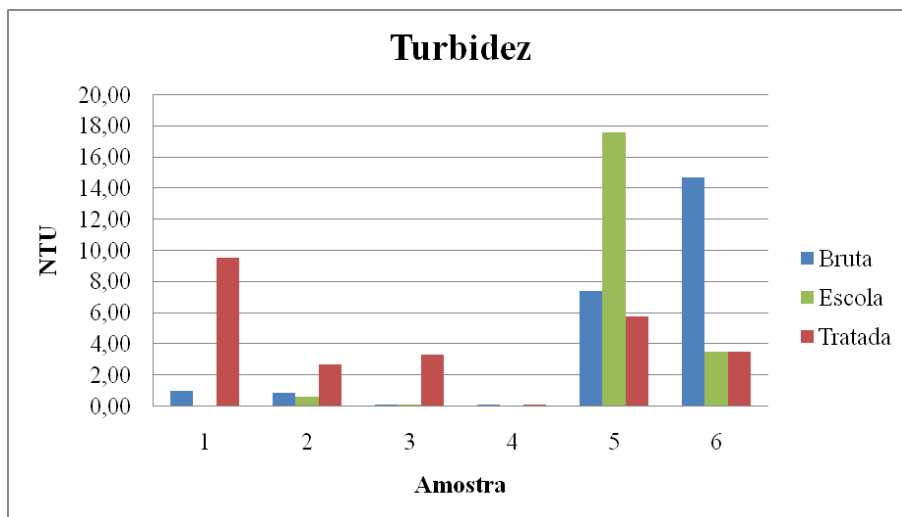


Figura 14: Gráfico de análise da turbidez.

### 5.2.3. Cor Aparente e Cor Verdadeira

O resultado das análises de cor aparente e cor verdadeira são apresentados nos gráficos abaixo (Figuras 13 e 14, respectivamente). Os picos de cor das águas da escola e bruta se deram devido a chuvas nos dias anteriores, assim como ocorreu com a turbidez.

Assim como ocorreu com a turbidez, nas primeiras semanas o filtro não removia a cor, porém nas últimas amostras o filtro passou a remover a cor, chegando a 85% de remoção para a cor aparente de 70% para cor verdadeira, alcançando valores de 14 mg Pt-Co/l e 7 mg Pt-Co/l, respectivamente.

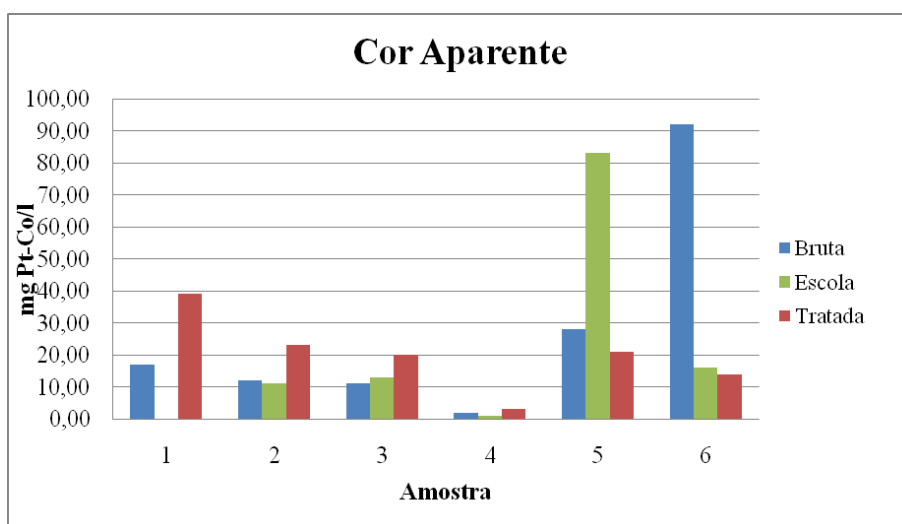
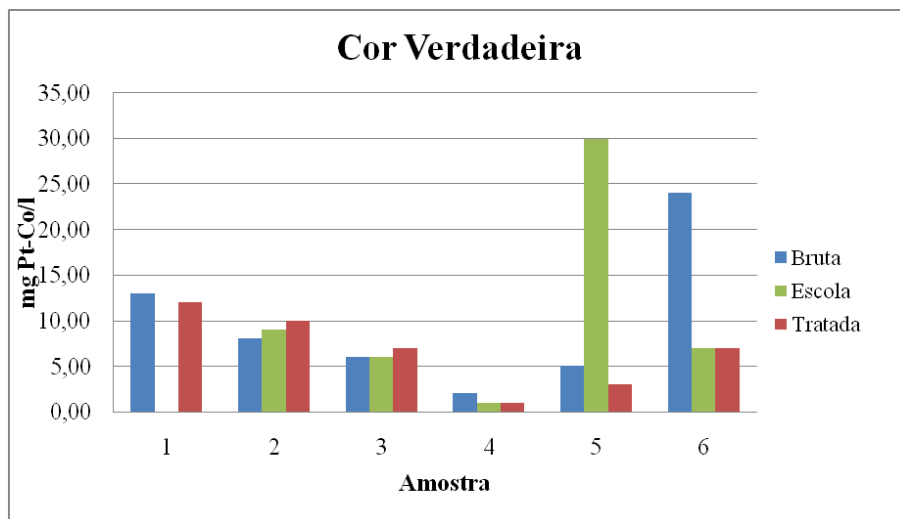


Figura 15: Gráfico das análises de cor aparente.



**Figura 16: Gráfico das análises de cor verdadeira.**

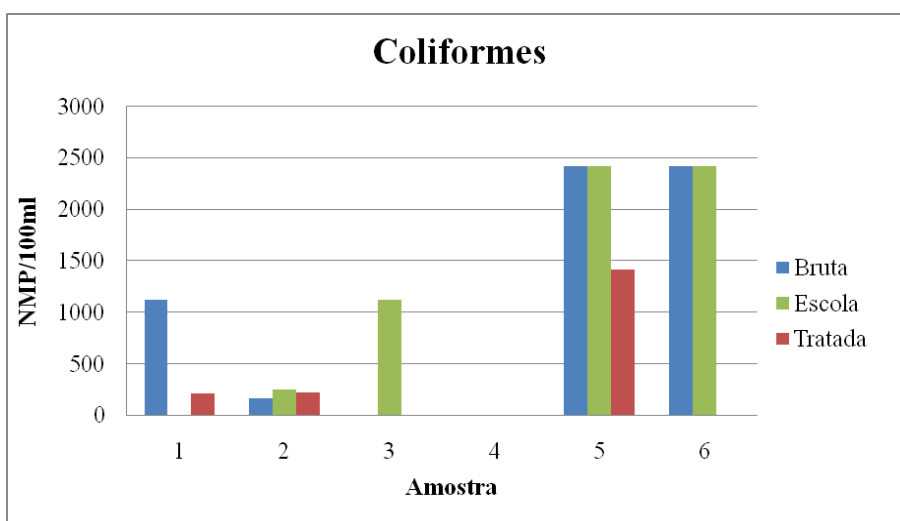
#### 5.2.4. Coliformes e bactérias termo tolerantes

Nas figuras 15 e 16 é possível observar a presença dessas bactérias na água bruta e na água da escola, principalmente nas amostras 5 e 6, que correspondem às amostras posteriores as chuvas.

Além disso, pode-se notar que o filtro lento não obteve boa eficiência na remoção desses microorganismos.

Em função das retrolavagens feitas no filtro nos dias 06 e 07 de julho, correspondentes a amostra 4, e da dificuldade no deslocamento para Urubici, não foram feitas coletas para análise desses microorganismos.

Na amostra 6 da água filtrada os coliformes e bactérias termo tolerantes foram ausentes, porém antes de serem feitas as coletas, os reservatórios foram lavados com cloro.



**Figura 17: Gráfico de resultado das análises de coliformes.**

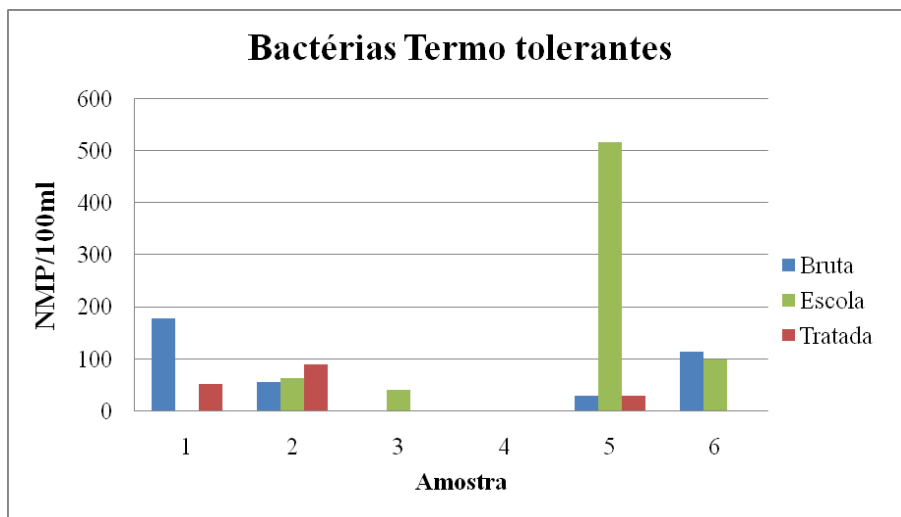


Figura 18: Gráfico de resultado das análises de bactérias termo tolerantes.

Os valores da última análise de água tratada, que corresponde à maior eficiência do filtro dentro do período de análise, visto que até esse momento o filtro já estava limpo, ou seja, sem impurezas devido às lavagens, e a camada biológica *schumtzdecke*, pois havia passado três dias após a última lavagem, são apresentados na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Valores da última análise das amostras de água tratada

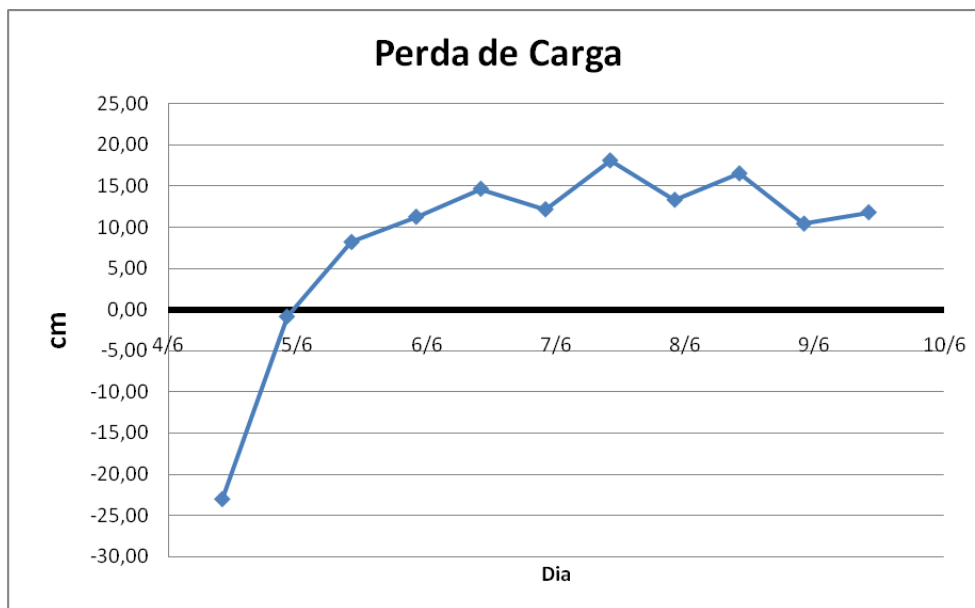
Parâmetro	Valor
Turbidez (uT)	3,50
Cor Aparente (mg Pt-Co/l)	14
Cor Verdadeira (mg Pt-Co/l)	7
pH	7,10
Coliformes (NMP/100ml)	Ausente*
Bactérias Termo tolerantes (NMP/100ml)	Ausente*

(\*) O RAL foi limpo com cloro, o que influenciou neste resultado.

### 5.3. Análise da perda de carga e da carreira de filtração

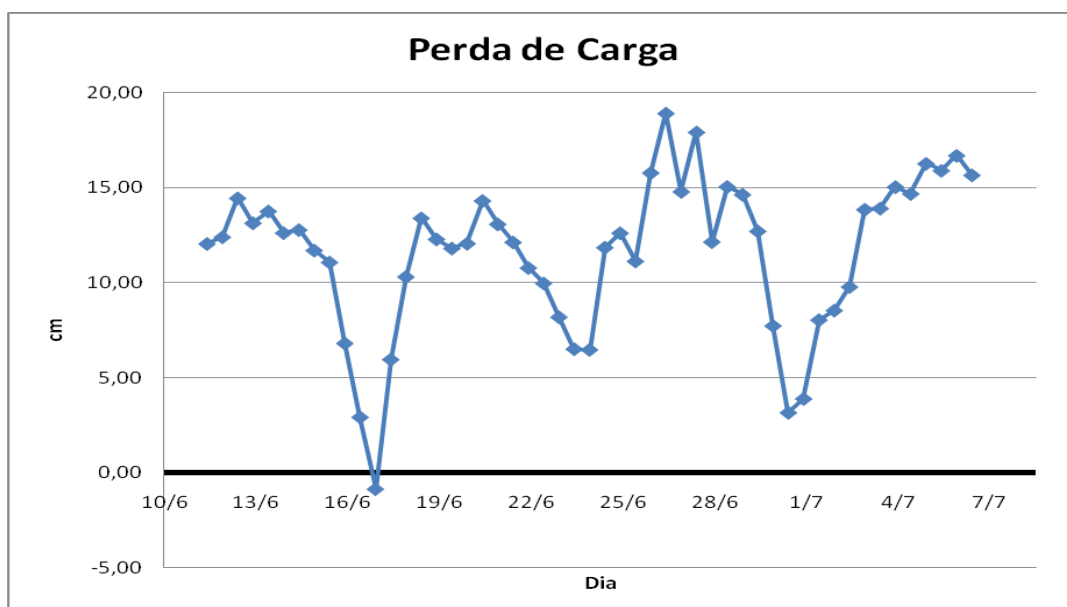
Os resultados do levellogger são apresentados em forma de tabela (Anexo 12), em níveis de pressão, que foram corrigidos para níveis de perda de carga através da Equação 2, do item 4.2 deste trabalho. Os dados foram coletados a cada 12h a partir das 10h do dia 04/06. A partir dessa tabela foram montados gráficos para os períodos entre as retrolavagens.

O gráfico da figura 17 apresenta a evolução da perda de carga durante o período de funcionamento do filtro até a primeira retrolavagem, das 10h do dia 04/06 até as 10h do dia 09/06.



**Figura 19: Evolução da perda de carga entre os dias 4/6 e 10/6**

No dia 09/06 foi feita uma retrolavagem às 15h30 e no dia 10/06 foi feita outra retrolavagem às 17h. A evolução da perda de carga referente ao período após a retrolavagem do dia 10/06 está apresentada no gráfico da figura 18. O período de leitura é a partir das 22h do dia 10/06 até as 10h do dia 06/07. Já que às 17h do dia 06/07 foi feita uma retrolavagem.



**Figura 20: Evolução da perda de carga entre os dias 10/6 e 7/7**

No dia 07/07 às 11h foi feita a última retrolavagem do filtro até o dia da leitura dos dados do aparelho. O período do gráfico da Figura 19 apresenta a evolução da perda de

carga entre o dia 07/07 após a retrolavagem (primeira leitura do aparelho às 22h) até o dia que o levelogger foi retirado, 16/07.

Nos primeiros dias do monitoramento, a câmara de entrada do filtro estava entupida, o que diminui o nível o nível de água dentro do filtro, fazendo menos pressão sobre o levelogger, registrando uma diminuição na perda de carga.

A duração da carreira de filtração está diretamente relacionada com a evolução da perda de carga, porém, devido ao curto período de avaliação não foi possível determinar esse tempo e nem fazer uma projeção da carreira de filtração.

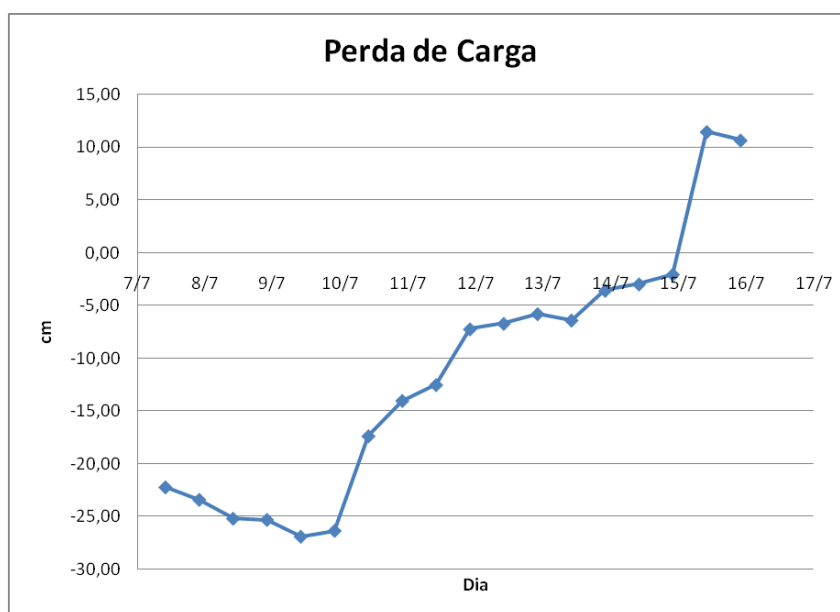


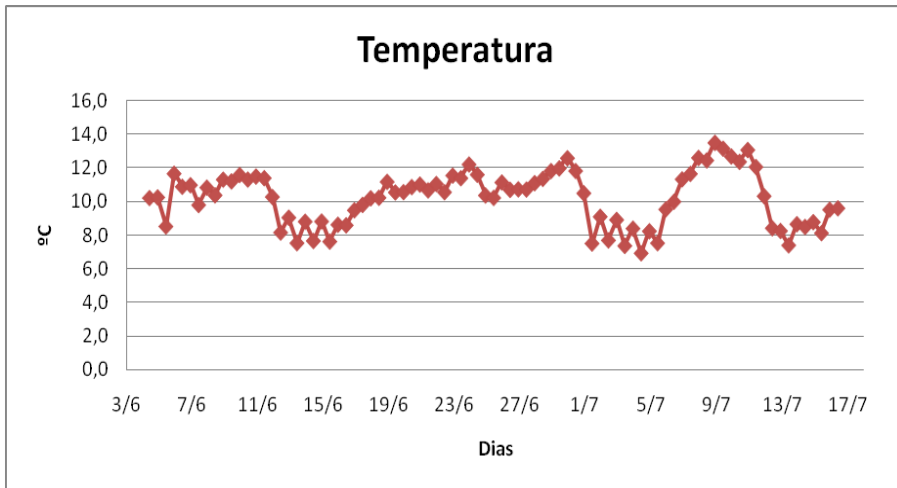
Figura 21: Evolução da perda de carga entre os dias 7/7 e 16/7

#### 5.4. Análise da temperatura

Além de dados da perda de carga, o levelogger forneceu dados da temperatura da água. Observando no gráfico da figura 20, a evolução da temperatura no período da análise, pode se dizer que foi um período de baixas temperaturas. Os meses de junho e julho na cidade de Urubici registram as temperaturas mais baixas do ano, geralmente chegando próximas a 0°C.

Essas baixas temperaturas influenciaram na eficiência do filtro lento e também nas propriedades da água, principalmente nas reações químicas.

As elevações da temperatura se dão em função da atividade metabólica dos microorganismos, pois os dias de pico de temperatura coincidem com os dias em que a perda de carga é alta e o filtro lento está cheio, ou seja, quando está amadurecido.



**Figura 22: Evolução da temperatura entre os dias 4/6 e 16/7**



## 6. CONCLUSÕES

Com esse trabalho foi possível concluir que a utilização do FLR é uma solução para o tratamento de água em pequenas comunidades rurais, devido ser uma alternativa simples, barata e de fácil operação.

Os resultados das análises da qualidade da água tratada pelo FLR instalado na Escola Nucleada Águas Brancas mostrou que, ao final do período de avaliação, o filtro forneceu água com qualidade muito próxima do que se exige na Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde. Além disso, a qualidade dessa água apresentou-se muito superior à da água *in natura* consumida pela escola anteriormente.

A retrolavagem, que elimina a necessidade de retirada do meio filtrante para fazer a lavagem, torna possível a instalação do FLR em comunidades rurais, e no caso desse trabalho, faz com que qualquer funcionário da própria escola faça a limpeza do filtro apenas movimentando os registros.

Devido ao curto período de avaliação, não foi possível avaliar a carreira de filtração e a retrolavagem.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGGIO, C. E. G., A comunidade biótica dos filtros lentos de areia da estação piloto do SHS-Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos. 205p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1993.

AZEVEDO NETTO, José M. de, Tratamento de Água de Abastecimento, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS nº 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

DALSASSO, Ramon Lucas, Abastecimento de Água no Meio Rural Módulo III, Filtro lento com retrolavagem. Florianópolis, 2007.

DALSASSO, Ramon Lucas, Notas de aula, Filtro lento com retrolavagem. Florianópolis, 2009.

DI BERNARDO, Luiz. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água, vols. 1 e 2. ABES, Rio de Janeiro, 1993.

EMMENDOERFER, Marcelo Luiz – Filtração Lenta com Retrolavagem para Propriedades Rurais de Uso Familiar - Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC – Florianópolis, SC, 2006.

MARNOTO, Maria João Estêvão - Expansão da Areia Durante a Retrolavagem dos Filtros Lentos - Influência Sobre a Qualidade da Água para Abastecimento e a Duração das Carreiras – Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC, Florianópolis, SC, 2008.

MICHIELIN, Alexandre Kretsehmer - Filtro Lento com Retrolavagem - Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC – Florianópolis, SC, 2002.

MURTHA, N. A; HELLER L., Avaliação da Influência de Parâmetros de Projeto e das Características da Água Bruta no Comportamento de Filtros Lentos de Areia. Engenharia Sanitária e Ambiental. Brasil, Vol. 8 – Nº 4. pp. 257 – 267, Out/Dez 2003.

NUNES, Vânia Silva de. Agricultura Irrigada X Saúde Ambiental: existe um conflito? Disponível em: <http://www.embrapa.com.br>. Acesso em julho de 2003.

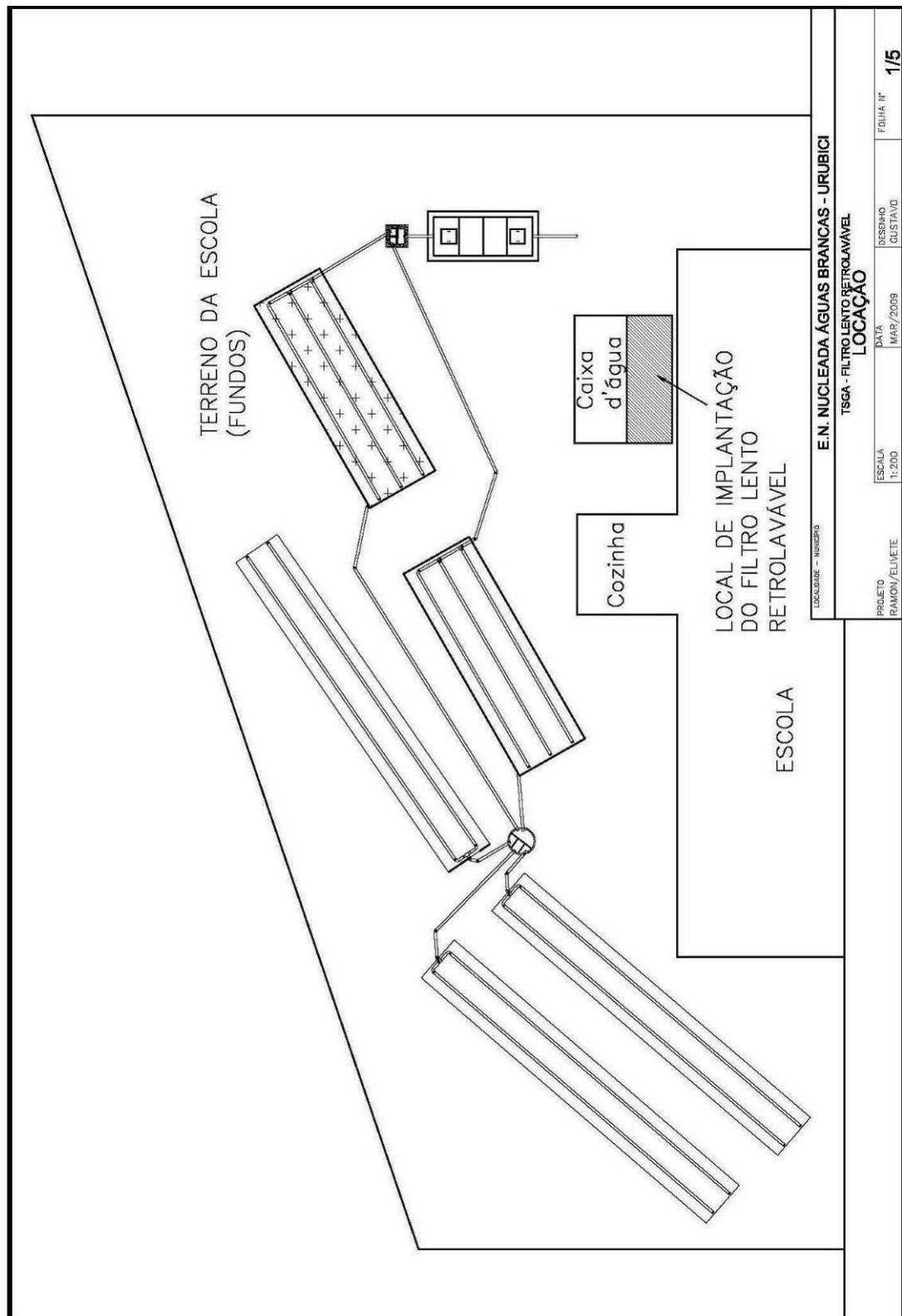
PATERNIANI, J. E. S.; ROSTON. D. M., Tecnologias para Tratamento e Re-uso da Água no Meio Rural. In: HAMADA, E. (Ed.) Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Tratamento de Água de Abastecimento por filtração em múltiplas etapas, ABES, Rio de Janeiro, 1999. (Coordenador: Luiz Di Bernardo)

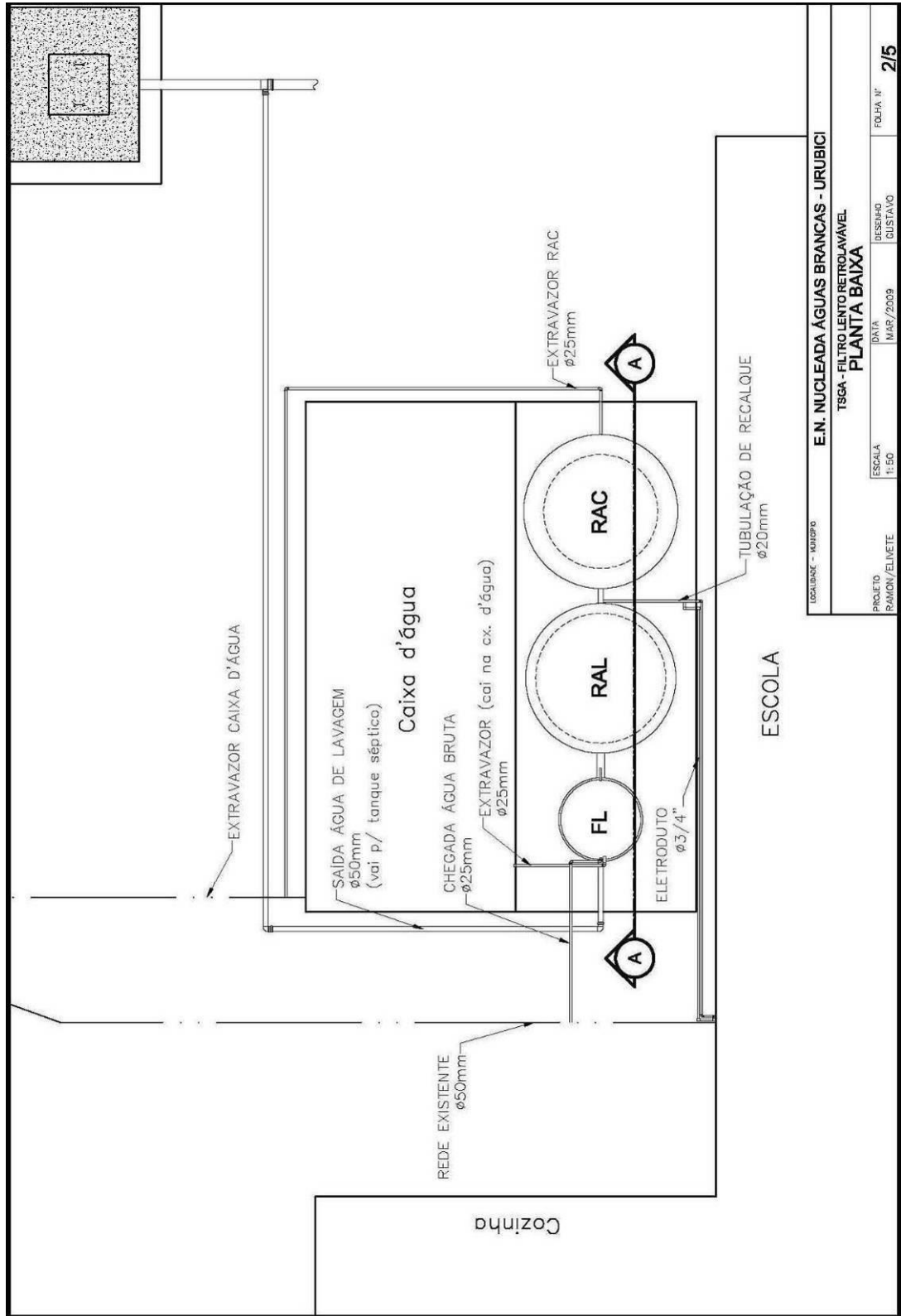
RICHTER, Carlos A., AZEVEDO NETTO, José M., Tratamento de Água – Tecnologia atualizada – 2ª Reimpressão – São Paulo:Edgard Blücher LTDA, 1998.

SENS, Maurício Luiz; DALSSASSO, Ramon Lucas, MURAKAMI, Dimas Tadao, Filtração lenta com retrolavagem para o tratamento de água em pequenas propriedades rurais. Florianópolis, 200?.

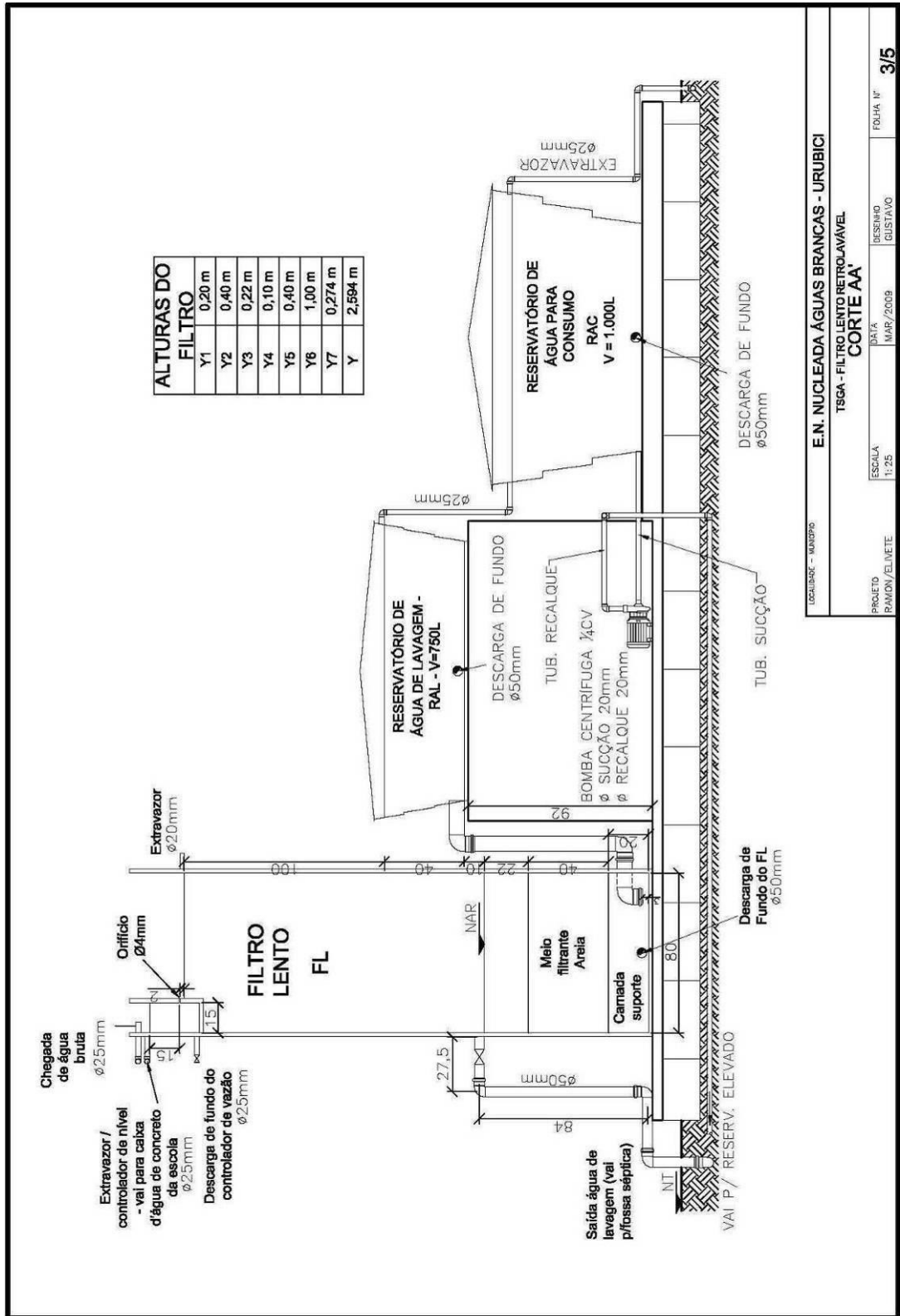
## 8. ANEXOS



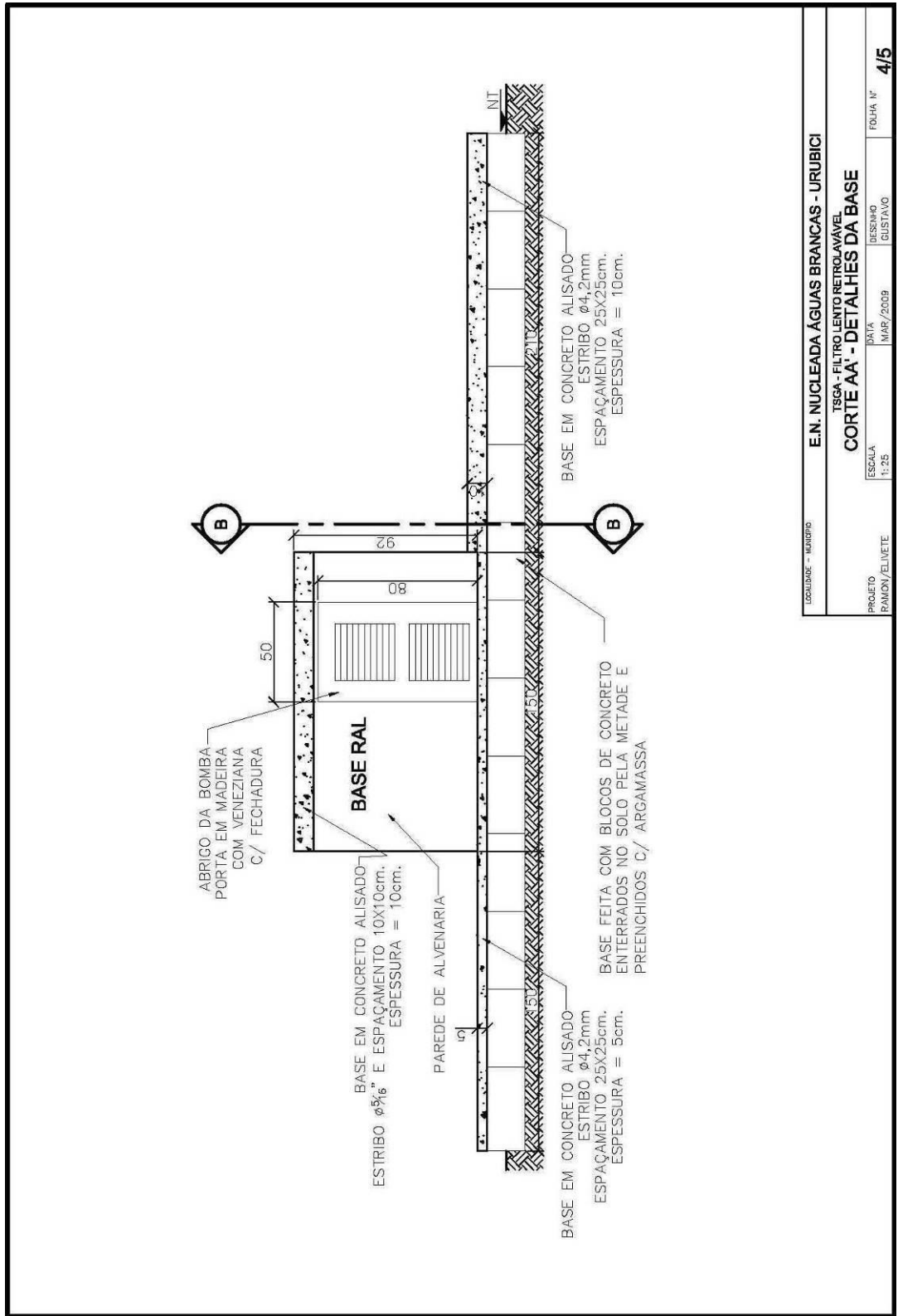
Anexo 1: Planta de locação do filtro lento retrolavável.



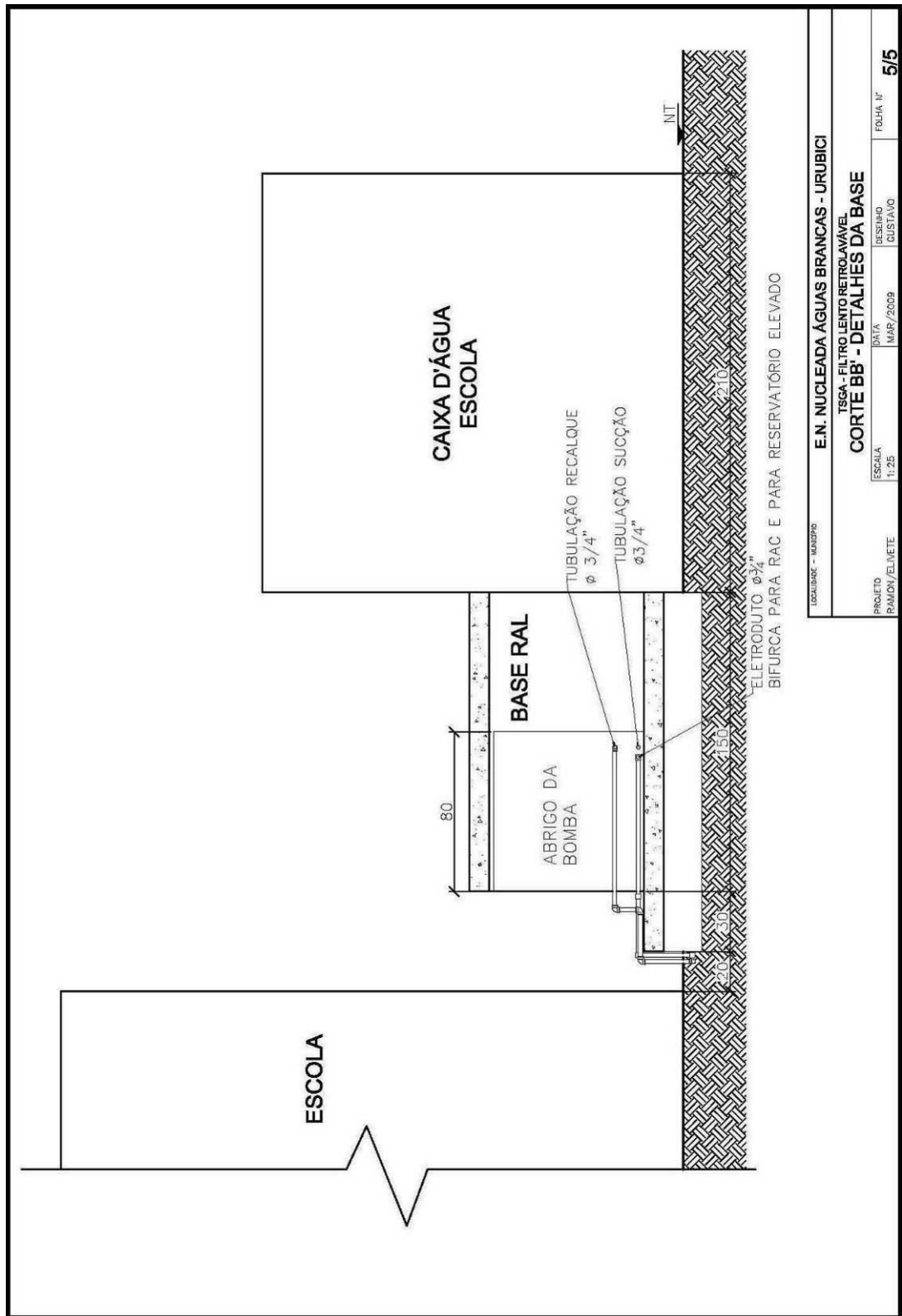
Anexo 2: Planta baixa do filtro lento retrolavável.



Anexo 3: Planta em corte AA do filtro lento retrolavável.



Anexo 4: Planta em corte da base do filtro lento retrolavável.



Anexo 5: Planta em corte BB da base do filtro lento retrolavável.



<b>Turbidez (NTU)</b>				
<b>Data</b>	<b>Amostra</b>	<b>Bruta</b>	<b>Escola</b>	<b>Tratada</b>
<b>10/6/2009</b>	01	1,00		9,53
<b>19/6/2009</b>	02	0,87	0,66	2,73
<b>24/6/2009</b>	03	0,12	0,15	3,31
<b>7/7/2009</b>	04	0,12	0,09	0,14
<b>10/7/2009</b>	05	7,40	17,60	5,80
<b>16/7/2009</b>	06	14,70	3,54	3,50

Anexo 6: Tabela com os resultados de turbidez.

<b>Cor Aparente (mg Pt-Co/l)</b>				
<b>Data</b>	<b>Amostra</b>	<b>Bruta</b>	<b>Escola</b>	<b>Tratada</b>
<b>10/6/2009</b>	01	17		39
<b>19/6/2009</b>	02	12	11	23
<b>24/6/2009</b>	03	11	13	20
<b>7/7/2009</b>	04	2	1	3
<b>10/7/2009</b>	05	28	83	21
<b>16/7/2009</b>	06	92	16	14

Anexo 7: Tabela com os resultados de cor aparente.

<b>Cor Verdadeira (mg Pt-Co/l)</b>				
<b>Data</b>	<b>Amostra</b>	<b>Bruta</b>	<b>Escola</b>	<b>Tratada</b>
<b>10/6/2009</b>	01	13		12
<b>19/6/2009</b>	02	8	9	10
<b>24/6/2009</b>	03	6	6	7
<b>7/7/2009</b>	04	2	1	1
<b>10/7/2009</b>	05	5	30	3
<b>16/7/2009</b>	06	24	7	7

Anexo 8: Tabela com os resultados de cor verdadeira.

<b>pH</b>				
<b>Data</b>	<b>Amostra</b>	<b>Bruta</b>	<b>Escola</b>	<b>Tratada</b>
<b>10/6/2009</b>	01	6,78		4,92
<b>19/6/2009</b>	02	7,40	7,17	7,26
<b>24/6/2009</b>	03	6,40	6,56	6,52
<b>7/7/2009</b>	04	7,32	7,59	7,18
<b>10/7/2009</b>	05	7,12	6,95	7,13
<b>16/7/2009</b>	06	7,14	7,70	7,10

Anexo 9: Tabela com os resultados de pH.

<b>Coliformes Totais (NMP/100ml)</b>				
<b>Data</b>	<b>Amostra</b>	<b>Bruta</b>	<b>Escola</b>	<b>Tratada</b>
10/6/2009	01	1120		205
19/6/2009	02	162	248	222
24/6/2009	03		1120	
7/7/2009	04			
10/7/2009	05	2419	2419	1414
16/7/2009	06	2419	2419	0

Anexo 10: Tabela com os resultados de coliformes totais.

<b>Bactérias Termo tolerantes (NMP/100ml)</b>				
<b>Data</b>	<b>Amostra</b>	<b>Bruta</b>	<b>Escola</b>	<b>Tratada</b>
10/6/2009	01	179		52
19/6/2009	02	57	64	91
24/6/2009	03		42	
7/7/2009	04			
10/7/2009	05	30	517	29
16/7/2009	06	115	99	0

Anexo 11: Tabela com os resultados de bactérias termo tolerantes.

<b>Data</b>	<b>Nível (m)</b>	<b>Nível corrigido (cm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Perda carga (cm)</b>
4/6/09 10:00	-0,3305	26,95	10,2	-23,05
4/6/09 22:00	-0,109	49,1	10,3	-0,90
5/6/09 10:00	-0,0184	58,16	8,5	8,16
5/6/09 22:00	0,0122	61,22	11,7	11,22
6/6/09 10:00	0,0462	64,62	10,9	14,62
6/6/09 22:00	0,0213	62,13	11,0	12,13
7/6/09 10:00	0,0806	68,06	9,8	18,06
7/6/09 22:00	0,0328	63,28	10,8	13,28
8/6/09 10:00	0,0649	66,49	10,4	16,49
8/6/09 22:00	0,0039	60,39	11,3	10,39
9/6/09 10:00	0,0177	61,77	11,2	11,77
9/6/09 22:00	-0,6	0	11,6	-50,00
10/6/09 10:00	-0,3741	22,59	11,3	-27,41
10/6/09 22:00	-0,05	55	11,5	5,00
11/6/09 10:00	0,0205	62,05	11,4	12,05
11/6/09 22:00	0,024	62,4	10,3	12,40
12/6/09 10:00	0,0445	64,45	8,2	14,45
12/6/09 22:00	0,0314	63,14	9,0	13,14
13/6/09 10:00	0,0376	63,76	7,5	13,76
13/6/09 22:00	0,0262	62,62	8,8	12,62
14/6/09 10:00	0,0278	62,78	7,7	12,78
14/6/09 22:00	0,017	61,7	8,8	11,70

Data	Nível (m)	Nível corrigido (cm)	Temperatura (°C)	Perda carga (cm)
15/6/09 10:00	0,0107	61,07	7,6	11,07
15/6/09 22:00	-0,0319	56,81	8,6	6,81
16/6/09 10:00	-0,0708	52,92	8,6	2,92
16/6/09 22:00	-0,1086	49,14	9,5	-0,86
17/6/09 10:00	-0,0404	55,96	9,8	5,96
17/6/09 22:00	0,0031	60,31	10,2	10,31
18/6/09 10:00	0,034	63,4	10,2	13,40
18/6/09 22:00	0,0229	62,29	11,2	12,29
19/6/09 10:00	0,0181	61,81	10,6	11,81
19/6/09 22:00	0,0206	62,06	10,6	12,06
20/6/09 10:00	0,0431	64,31	10,9	14,31
20/6/09 22:00	0,0308	63,08	11,0	13,08
21/6/09 10:00	0,0213	62,13	10,7	12,13
21/6/09 22:00	0,0078	60,78	11,1	10,78
22/6/09 10:00	-0,0003	59,97	10,6	9,97
22/6/09 22:00	-0,0181	58,19	11,6	8,19
23/6/09 10:00	-0,0349	56,51	11,4	6,51
23/6/09 22:00	-0,0353	56,47	12,2	6,47
24/6/09 10:00	0,0185	61,85	11,6	11,85
24/6/09 22:00	0,0261	62,61	10,4	12,61
25/6/09 10:00	0,0113	61,13	10,2	11,13
25/6/09 22:00	0,0578	65,78	11,1	15,78
26/6/09 10:00	0,0891	68,91	10,7	18,91
26/6/09 22:00	0,0479	64,79	10,7	14,79
27/6/09 10:00	0,0792	67,92	10,7	17,92
27/6/09 22:00	0,0215	62,15	11,1	12,15
28/6/09 10:00	0,0505	65,05	11,4	15,05
28/6/09 22:00	0,0464	64,64	11,8	14,64
29/6/09 10:00	0,0271	62,71	12,0	12,71
29/6/09 22:00	-0,0227	57,73	12,6	7,73
30/6/09 10:00	-0,0684	53,16	11,8	3,16
30/6/09 22:00	-0,0611	53,89	10,5	3,89
1/7/09 10:00	-0,0196	58,04	7,5	8,04
1/7/09 22:00	-0,0146	58,54	9,1	8,54
2/7/09 10:00	-0,0022	59,78	7,7	9,78
2/7/09 22:00	0,0385	63,85	8,9	13,85
3/7/09 10:00	0,0391	63,91	7,4	13,91
3/7/09 22:00	0,0504	65,04	8,4	15,04
4/7/09 10:00	0,0468	64,68	6,9	14,68
4/7/09 22:00	0,0627	66,27	8,2	16,27
5/7/09 10:00	0,059	65,9	7,5	15,90

<b>Data</b>	<b>Nível (m)</b>	<b>Nível corrigido (cm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Perda carga (cm)</b>
5/7/09 22:00	0,0669	66,69	9,5	16,69
6/7/09 10:00	0,0566	65,66	10,0	15,66
6/7/09 22:00	-0,3124	28,76	11,3	-21,24
7/7/09 10:00	-0,0317	56,83	11,7	6,83
7/7/09 22:00	-0,322	27,8	12,6	-22,20
8/7/09 10:00	-0,3338	26,62	12,5	-23,38
8/7/09 22:00	-0,3517	24,83	13,5	-25,17
9/7/09 10:00	-0,3528	24,72	13,2	-25,28
9/7/09 22:00	-0,3688	23,12	12,7	-26,88
10/7/09 10:00	-0,3632	23,68	12,4	-26,32
10/7/09 22:00	-0,2736	32,64	13,1	-17,36
11/7/09 10:00	-0,2401	35,99	12,1	-14,01
11/7/09 22:00	-0,2251	37,49	10,3	-12,51
12/7/09 10:00	-0,1723	42,77	8,4	-7,23
12/7/09 22:00	-0,1671	43,29	8,3	-6,71
13/7/09 10:00	-0,1579	44,21	7,4	-5,79
13/7/09 22:00	-0,164	43,6	8,7	-6,40
14/7/09 10:00	-0,1358	46,42	8,5	-3,58
14/7/09 22:00	-0,1297	47,03	8,8	-2,97
15/7/09 10:00	-0,1205	47,95	8,1	-2,05
15/7/09 22:00	0,0146	61,46	9,5	11,46
16/7/09 10:00	0,0066	60,66	9,6	10,66

**Anexo 12: Dados de Nível e temperatura do FLR da Escola Água Branca de Urubici**