

# Automação de Tratamento de Água Poço Artesiano

**Luiz Pasin Neto**  
**guipasin@uol.com.br**  
UNISAL

**Lucas Borges Areco**  
**lucas8@yahoo.com.br**  
UNISAL

**Resumo:** O Projeto estabelece uma automatização de poços artesianos em duas etapas, sendo a primeira etapa a cloração da água bruta recebida da nascente ou poço artesiano e a segunda etapa constituída da correção do pH da água no estágio de já filtrada e tratada. Ambos os estágios com sensores, controladores e dosadores de produtos. Ficando a rotina laboratorial somente para a monitoração da confiabilidade do sistema automático. Vale ressaltar que o padrão atual, se houver tratamento, consiste somente da adição pura de cloro, sem nenhum controle do resultado final, seja a nível de pH ou de mg/l (ppm) de cloro residual livre. Podendo a água ser servida para o consumo ácida ou com colônias de bactérias. O sistema automático tem atuação de maneira independente de erros de operação, ficando esta somente para a verificação da eficácia do processo e a correção se necessária de desvios.

**Palavras Chave:** pH - Cloro residual livre - Dosadora - Água Bruta - Água Tratada



## **1. INTRODUÇÃO**

A utilização de água de poços artesianos ou minas de águas potáveis naturais para fins de consumo, necessitam, sob o ponto de vista de cuidados com a saúde, uma cloração da água para a eliminação de germes, fungos e bactérias. A adição de cloro resulta numa acidificação da água, fato este que pode vir a agravar ou causar problemas no sistema digestivo de pessoas.

Atualmente, na maior parte dos sistemas de “tratamento de água”, a adição de cloro se faz por dosagem do produto, com base no volume dos tanques ou caixas de águas e consumo “presumido”. Como a determinação do cloro residual livre é feita por análise laboratorial, a reação na correção de eventuais desvios é lenta, com isso uma quantidade de água fora de especificação é fornecida para os consumidores. Esta água pode ser fornecida com tendência ácida, pH baixo, ou com baixo teor de cloro residual livre, favorecendo a proliferação de microorganismos.

O presente projeto visa automatizar o sistema de tratamento, evitando que eventuais distorções venham a produzir dano à saúde dos consumidores.

## **2. RESUMO**

O Projeto estabelece uma automatização em duas etapas, sendo a primeira etapa a cloração da água bruta recebida da nascente ou poço artesiano e a segunda etapa constituída da correção do pH da água no estágio já de filtrada e tratada. Ambos os estágios com sensores, controladores e dosadores. Ficando a rotina laboratorial somente para a monitoração da confiabilidade do sistema automático

## **3. SEÇÕES: ETAPAS DE AUTOMAÇÃO**

A cloração e a correção do pH são detalhadas nas subseções correspondentes, sendo posteriormente completadas através de uma sucinta informação conceitual sobre pH e concluídas com explicação de um controle automático.

### **3.1. SUBSEÇÃO 1: CLORAÇÃO**

No mercado atual é inexistente sensor (Sonda) de medição instantânea de cloro remanescente residual livre na água, devido a isso foi necessário estabelecer através de pesquisas que existia estreita relação desta medição laboratorial com a medição de pH de amostras de água. Devido ao fato de haver sido estabelecida esta relação (Vide tabela 4.2.1), uma Sonda de pH (Figura 4.1.2) foi utilizada para informar o nível de cloro residual remanescente livre, resultante da adição de Hipoclorito de Sódio – NaClO. Para um nível ideal de 0,5 ppm de cloro remanescente residual livre na torneira do consumidor, foi necessário estabelecer na caixa de recepção de água bruta, um valor de 4,8 de pH, correspondente a um nível de 1,5 ppm de cloro residual livre. Este valor foi estabelecido como Set-Point do Controlador ( Figura4.1.1), sendo que este acionou a Bomba Dosadora (Figura 4.1.3) na sua maior velocidade pré-estabelecida, até que o pH da água se aproximasse deste valor, quando a velocidade de dosagem diminuía, até parar ao atingir o valor ajustado. Este processo (Vide fluxograma 1) continuamente corrige o sistema de tratamento, mantendo os valores nos limites determinados.

### **3.2 SUBSEÇÃO 2: CORREÇÃO DO pH (potencial HIDROGENIÔNICO)**

Como foi visto na Subseção 1, para proporcionar a eliminação de microorganismo no tratamento de água, a adição de Hipoclorito tornou a mesma ácida para o consumo humano, e para tanto se faz mister neutralizá-la. Este processo necessita da adição de Barrilha Leve ( Carbonato de Sódio – NaCO<sub>3</sub>), para que se corrija o pH para níveis entre 7,0 e 7,5 (Neutro). Este valor foi estabelecido como Set-Point do Controlador, sendo que este acionou a Bomba Dosadora na sua maior velocidade pré-estabelecida, até que o pH da água se aproximasse deste valor, quando a velocidade de dosagem diminuía, até parar ao atingir o valor ajustado.



Este processo (Vide fluxograma 2) continuamente corrige o sistema de tratamento, mantendo os valores nos limites determinados.

### 3.3 SUBSEÇÃO 3: pH (potencial Hidrogeniônico)

O pH é uma característica de todas as substâncias, determinado pela concentração de íons de Hidrogênio ( $H^+$ ). Os valores variam de 0 a 14, sendo que valores de 0 a 7 são considerados ácidos, valores em torno de 7 são neutros e valores acima de 7 são denominados básicos ou alcalinos. Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons  $H^+$  e menor a concentração de íons  $OH^-$ .

**Tabela 1:** Valores de PH.

|         |        |                    |
|---------|--------|--------------------|
| 0       | 7      | 14                 |
| Ácido   | Neutro | Básico ou Alcalino |
| + $H^+$ |        | - $H^+$            |

Valores abaixo de 0 e acima de 14 são possíveis, porém muito raros e não podem ser medidos com as sondas normais.

O pH de uma substância pode variar de acordo com sua composição, concentração de sais, metais, ácidos, bases e substâncias orgânicas e da temperatura.

A maioria das substâncias encontradas nos seres vivos (sangue, água, lágrimas) têm o pH aproximadamente neutro, com exceção de sucos gástricos (ácidos) e outros.

**Tabela 2:** Ph em cada substância

| <b>Produto</b>        | <b>ph</b> |
|-----------------------|-----------|
| Revelador fotográfico | 12        |
| Amônia                | 11        |
| Sangue                | 7.35      |
| Água pura             | 7.0       |
| Café                  | 5.0       |
| Cerveja               | 4.5       |
| Vinho                 | 3.5       |
| Vinagre               | 3.0       |
| Suco de limão         | 2.0       |
| Suco gástrico         | 1.5       |

### 3.4 SUBSEÇÃO 4: CONTROLE AUTOMÁTICO

- Medir e alterar um pH é uma tarefa elementar para indústrias, estações de tratamento d'água, laboratórios, etc. Para medir e alterar um pH em aplicações que requeiram confiabilidade, segurança e rapidez, são necessários:
- um sensor de pH: mergulhado no meio a ser medido, a voltagem de saída do sensor (em milivolt) varia com a variação do pH;
- um sensor de referência: um sensor cuja voltagem de saída é constante. Nos sensores distribuídos pela Provitec, este sensor está embutido no sensor de pH;
- um leitor e controlador digital de pH: um milivoltímetro que interpreta os sinais do sensor de pH;



- bombas dosadoras: acionadas pelo controlador, dosam produtos no meio medido que corrigem o valor do pH. Atingido o valor ideal (programado no controlador), as bombas são desligadas;
- um sensor de temperatura (opcional): mede a variação da temperatura do meio, dando mais exatidão.

### **34 SEÇÕES: FIGURAS, CROQUIS, FLUXOGRAMAS, TABELAS E GRÁFICOS**

Na Sequência, serão apresentadas as figuras da Sonda de pH, Controlador de pH e da Bomba Dosadora. O croquis de uma estação de tratamento de água (ETA). Os fluxogramas que abordarão os processos de Cloração e correção do pH. A tabela que mostrará a correspondência entre medições de amostras diversas de água com os parâmetros PPM de cloro livre/pH/condução. Será apresentada uma tabela com o orçamento para a automatização de uma estação de tratamento de água. Finalizando, serão mostrados gráficos de atuação de uma estação automatizada, em contrapartida com uma estação manual.

#### **4.1 FIGURAS**

Foram selecionadas do fornecedor Provitec, as figuras de um Controlador/Dosador de pH e uma sonda de pH, do fornecedor Injetronic a figura de uma Bomba Dosadora e completando a série de figuras foi feito um croquis da estação de tratamento de água sobre a qual o estudo foi realizado.

4.1.1 - Analisador e controlador digital de pH , fabricante Provitec modelo Dosatronic Série C , 220 v, range de trabalho 0-14 pH, resolução 0,01 pH, com saída a relé com contatos reversíveis



**Figura 1:** Analisador e controlador digital de pH.

4.1.2 Sonda de pH fabricante Digimed modelo TS-11X com válvula solenóide para limpeza automática.



**Figura 2:** Sonda de pH fabricante Digimed modelo TS-11X.



4.1.3 Bomba Dosadora – Fabricante Injetronic – Modelo Clromatic vazão ajustável  
30 litros/hora



Figura 3: Bomba Dosadora.

4.2 CROQUIS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Observação: Todos os filtros desta estação de tratamento de água ETA são providos de sistema de retrolavagem, que foi excluído do croqui por não fazer parte do presente projeto

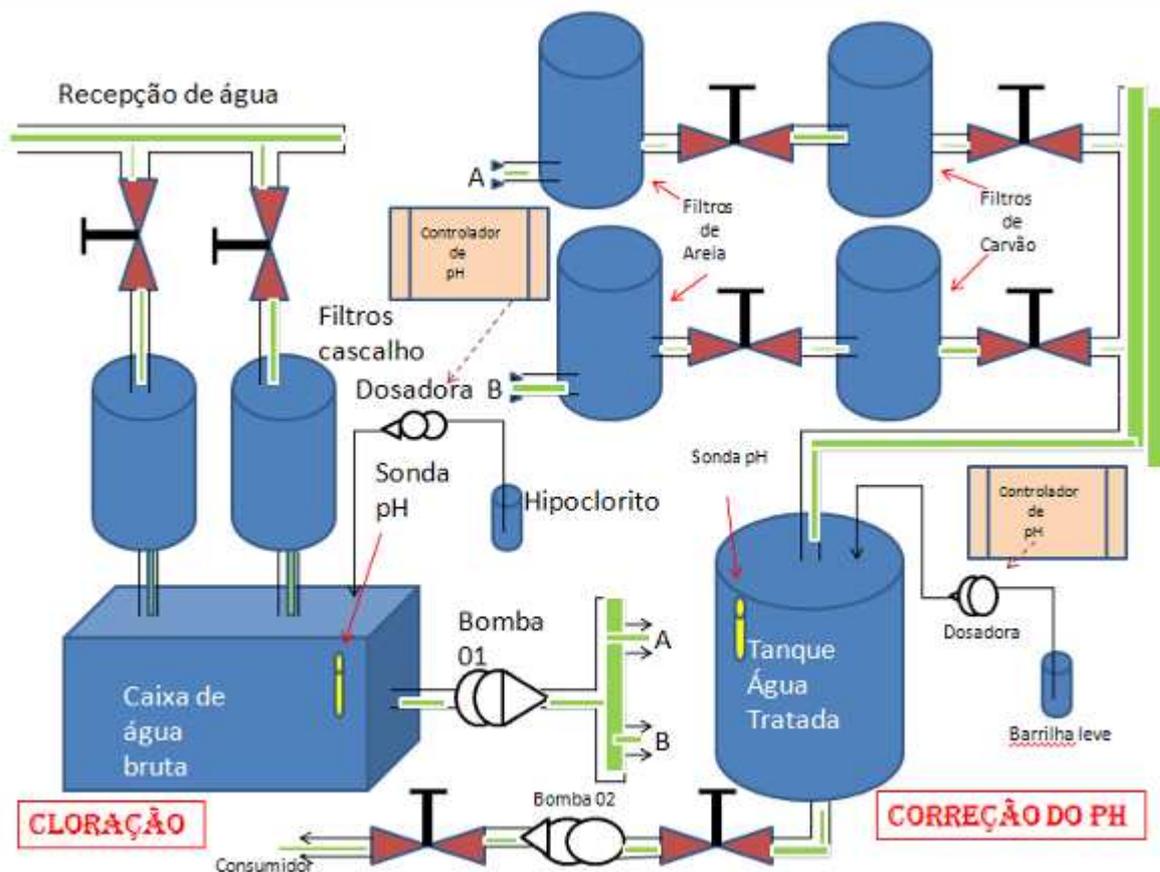
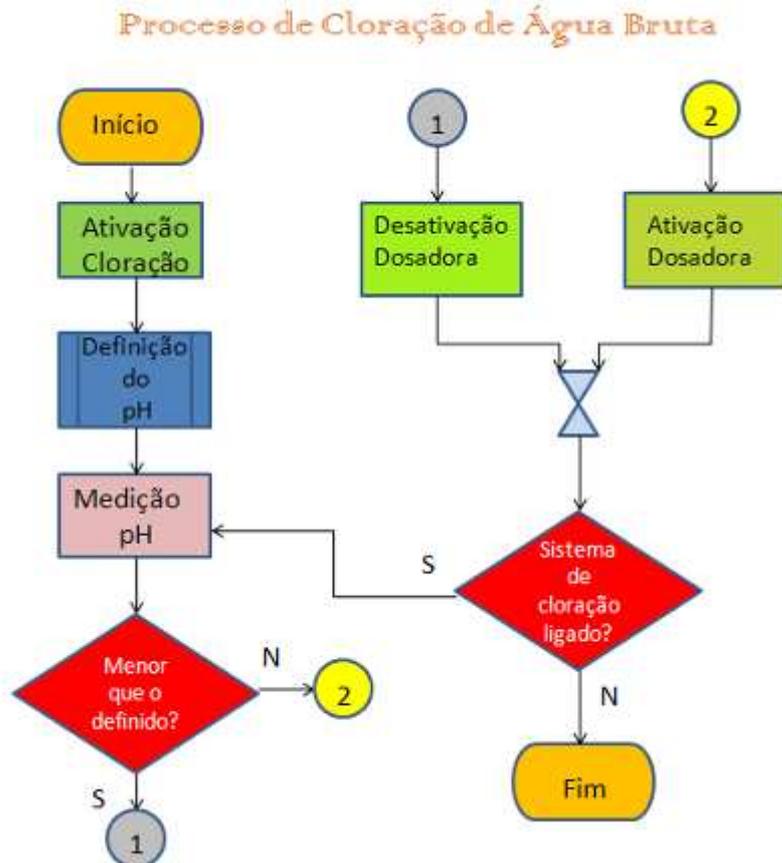


Figura 4: Croqui da estação de tratamento de água ETA.

### 4.3 FLUXOGRAMAS

Para melhor detalhamento do projeto, foram elaborados três fluxogramas de processos, sendo eles: a) Processo de Cloração da Água Bruta; Processo de Correção do pH da Água Tratada; Processo atual de cloração.

#### 4.3.1 PROCESSO DE CLORAÇÃO DA ÁGUA BRUTA



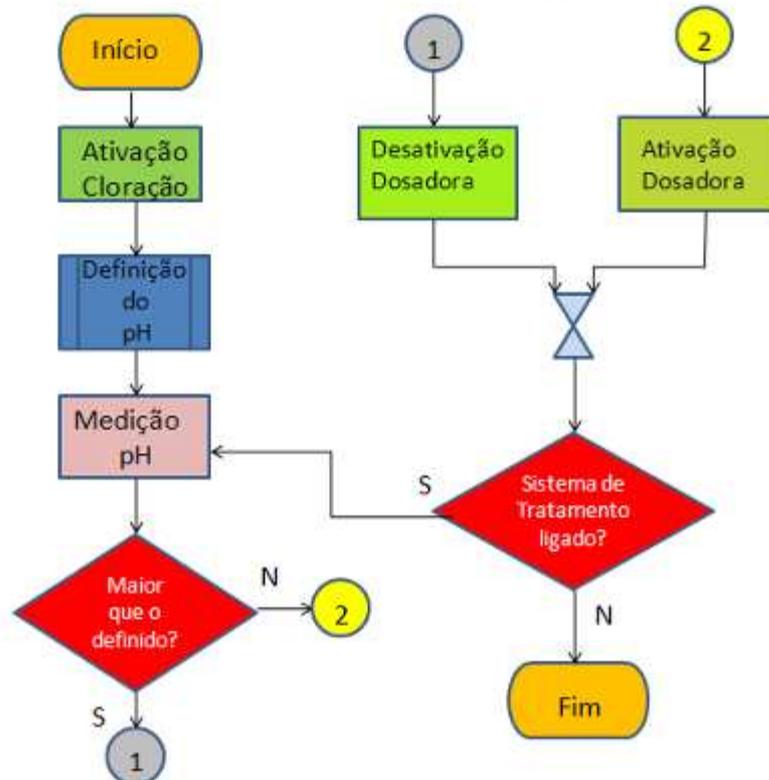
**Figura 5:** Fluxograma de processo de cloração da água bruta.

Com a regulação do Analisador e Controlador do pH para um Set-Point de 4,8 de valor desejado de pH, estaremos garantindo uma cloração, através da adição de Hipoclorito de Sódio (NaClO), da água bruta em torno de 1,5 ppm de cloro residual livre no primeira caixa receptora, e dado ao processo natural de evaporação, cerca de 0,5 ppm de cloro junto a torneira do consumidor. Assim a ação germicida proposta fica eficaz.



#### 4.3.2 PROCESSO DE CORREÇÃO DA ÁGUA TRATADA

##### Processo de Correção do pH da Água Tratada



**Figura 6:** Fluxograma de processo de correção da água tratada.

O pH que na caixa de recepção de água bruta foi abaixado para cerca de 4,8, através da adição de hipoclorito, nesta etapa, com a adição de Barrilha Leve ( Carbonato de Sódio –  $\text{NaCO}_3$ ) é corrigido para cerca de 7,0, ajustado no Set-Point do Analisador e Controlador instalado no Tanque de água tratada. A água nestas condições estará própria para o consumo humano.



### 4.3.3 PROCESSO ATUAL DE TRATAMENTO DE ÁGUA

#### Processo Atual de Tratamento de Água ( Cloração )

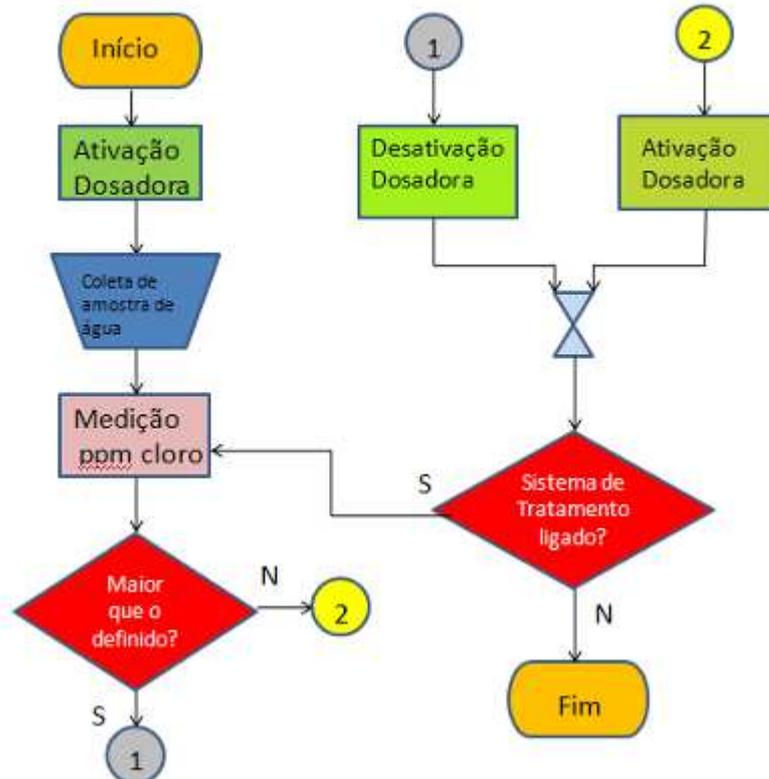


Figura 7: Fluxograma de processo atual de tratamento de água.

A resposta deste sistema é lenta ( O processo de coleta de amostra de água e a posterior análise laboratorial de ppm residual remanescente de cloro livre, requer  $\frac{1}{2}$  hora ), sendo que no intervalo permite que quantidade de água seja entregue fora da especificação ao consumidor. Sendo manual este processo, alterações no consumo, requerem pronta atuação da operação.

#### 4.4 TABELAS

Na elaboração deste projeto, foi necessário a utilização de duas tabelas ou seja: a) Parâmetros de medição laboratorial de ppm de cloro remanescente residual livre, pH (potencial Hidrogeniônico) e condutividade; b) Orçamento de custo para automatizar uma estação de tratamento.

##### 4.4.1 MEDIÇÃO LABORATORIAL

Esta tabela foi construída com medições feitas a partir de coletas de água da fonte que abastece a estação de tratamento de água experimental da Faculdade Roseira (FARO), tituladas com porcentagens de Hipoclorito de Sódio.

**Tabela 3:** Dados coletados na estação de tratamento d'água na FARO.

| ppm Cloro Livre       | pH  | Condutividade |
|-----------------------|-----|---------------|
| Água natural da fonte | 7,2 | 52,4          |
| 0,25                  | 6,3 | 60,3          |
| 0,5                   | 5,8 | 62,5          |
| 0,75                  | 5,5 | 64,9          |
| 1,0                   | 5,2 | 67,2          |
| 1,5                   | 4,8 | 100,3         |
| 2,0                   | 4,3 | 121,4         |

Analisando os dados obtidos, viu-se a linearidade entre a coluna ppm de cloro remanescente residual livre com a coluna de pH. Esta comparação foi fundamental para a definição de se utilizar a sonda de pH, como medida indireta de ppm de cloro.

**Tabela 4:** Valores orçamentários.

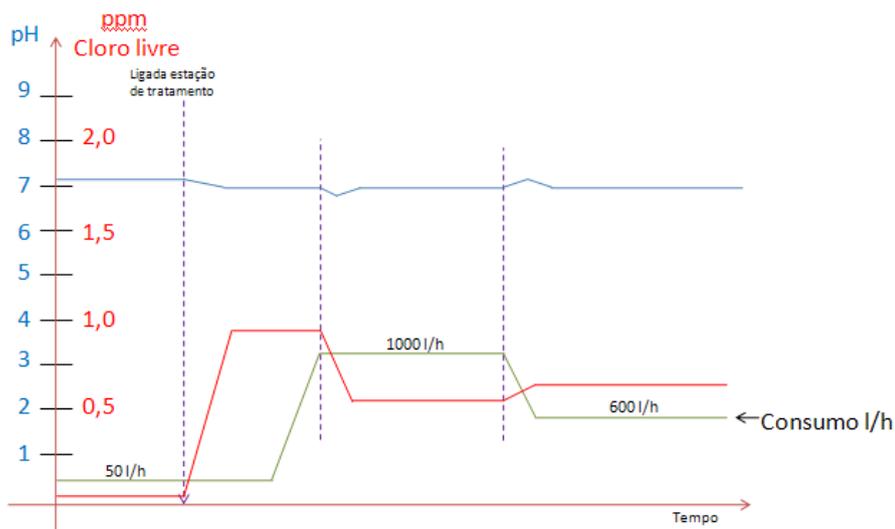
| Material                                      | Quantidade   | Valor unitario    | Preço total         |
|---|--------------|-------------------|---------------------|
| <b>Bomba dosadora</b>                         | 2            | R\$ 1.000,00      | R\$ 2.000,00        |
| <b>Analizador e controlador digital de ph</b> | 2            | R\$ 1.200,00      | R\$ 2.400,00        |
| <b>Sonda de ph</b>                            | 2            | R\$ 900,00        | R\$ 1.800,00        |
| <b>Painel</b>                                 | 1            | R\$ 300,00        | R\$ 300,00          |
| <b>Cabos</b>                                  | 100          | R\$ 0,50          | R\$ 50,00           |
| <b>Bornes</b>                                 | 10           | R\$ 0,50          | R\$ 5,00            |
| <b>Total material</b>                         |              |                   | <b>R\$ 6.555,00</b> |
| <b>Mão de obra</b>                            | <b>Horas</b> | <b>Hora homem</b> |                     |
| <b>1 electricista</b>                         | 27           | R\$ 26,50         | R\$ 715,50          |
| <b>1 ajudante</b>                             | 27           | R\$ 13,50         | R\$ 364,50          |
| <b>Total mão de obra</b>                      |              |                   | <b>R\$ 1.080,00</b> |
| <b>Total</b>                                  |              |                   | <b>R\$ 7.635,00</b> |

#### 4.4 GRÁFICOS

Para efeito de visualização, foram elaborados dois gráficos ilustrativos da atuação de estações de tratamento de água, sendo o primeiro gráfico mostra uma estação automatizada, como proposto no projeto e sendo que o segundo gráfico mostra uma estação de controle manual, que é a praxe atual na maioria dos casos onde há tratamento, pois no restante a água segue para consumo sem tratamento algum.

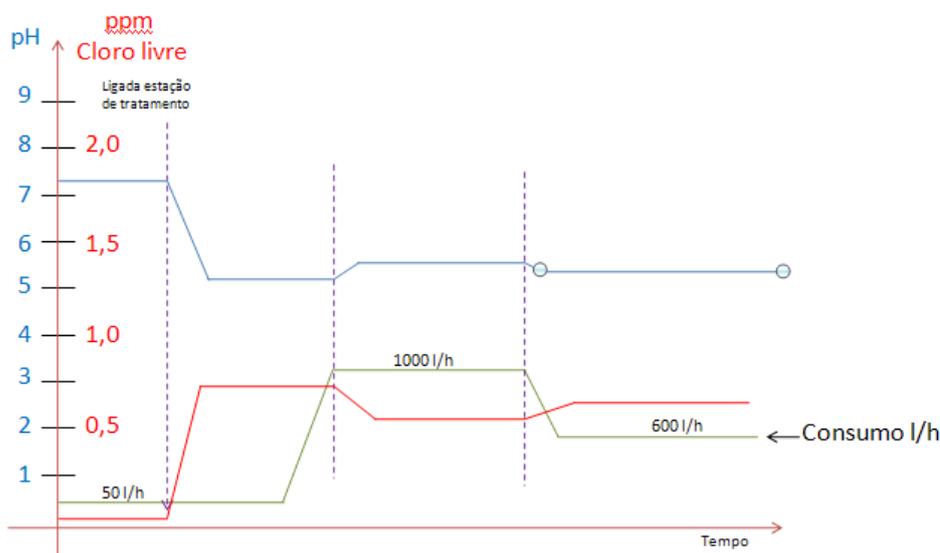
##### 4.5.1 TRATAMENTO AUTOMÁTICO

###### Tratamento Automático



#### 4.5.2 TRATAMENTO MANUAL

##### Tratamento Manual



#### 5. COMENTÁRIOS

Como se pode ver pelos gráficos, a prática atual de simples cloração de poços artesianos ou minas, resultam em águas de teor ligeiramente ácidos, consideradas em determinados casos prejudiciais à saúde. A Portaria 518/2004 estabelece no Artigo 16 - § 1º, que a faixa de água potável deverá ficar entre “pH 6” e “pH 9”. Neste caso estaremos tratando com água imprópria para consumo humano.

#### 6. CITAÇÕES

Análises Laboratoriais: Prof<sup>a</sup> D<sup>ra</sup>. Elisângela de Jesus Cândido de Moraes, Diretora da Faculdade Roseira..

#### 7. REFERÊNCIAS

Curso Tecnologia da Manutenção e Operação de Utilidades – Faculdade Roseira (FARO)  
– Matéria: Projeto Integrado