



## I-300 - DESINFECÇÃO DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE MOSSORÓ/RN, EM ATENDIMENTO A PORTARIA 518/04 MS.

**Marco Aurélio Ferreira de Lima<sup>(1)</sup>**

Técnico em Saneamento pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET/RN (1990). Operador de Sistemas da Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte - CAERN.

**Júlio Beda de Souza.**

Técnico em Saneamento pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET/RN (1990). Técnico de Tratamento da Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte - CAERN.

**Amacell Barros de Souza.**

Tecnólogo em Gestão Ambiental – IFRN (2009). Técnico Meio Ambiente – IFRN (2001). Técnico em Engenharia da Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte - CAERN.

**Paula Angela Melo Liberato.**

Engenheira Civil (UFRN). Gerente da Qualidade do Produto e Meio Ambiente da Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte – CAERN

### RESUMO

A garantia da qualidade da água para consumo é regida por lei através da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. Nela constam as exigências, os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos; além dos critérios dos planos de monitoramento da água distribuída à população.

Este trabalho é resultado das exigências do Ministério Público norteado pela Portaria 518/04 MS, no tocante a ausência de coliformes e presença de residual de cloro livre no Sistema de abastecimento de Água da cidade de Mossoró/RN.

A Cia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN foi notificada para garantir a população de Mossoró água dentro dos parâmetros especificados pela Portaria. As **não conformidades** reclamadas são a ausências de **coliformes** em percentuais menores que 95% das amostras coletadas e analisadas e presenças de **residual de cloro livre** abaixo de 0,2 mg/l nas amostras coletas.

A realidade operacional é que 53% da água produzida no sistema apresentam a temperatura próxima a 56°C. Esta vazão produzida nos poços profundos proporciona a volatilização do gás cloro aplicado.

Este trabalho tem por finalidade apresentar as razões das ações tomadas para atender à notificação do MP.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mossoró, Cloro, Coliformes, água Quente e Hipoclorito de Cálcio em Pastilhas.

### INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água da cidade de Mossoró utiliza dois mananciais o subterrâneo através de poços com média de 2.000 m de profundidade e o de superfície através da Adutora Jerônimo Rosado que capta, trata e bombeia 400 L/s do Rio Piranhas Assu, com extensão de 70 km, para atender três pequenas comunidades mais a cidade de Mossoró.

A ausência de coliformes em percentuais menores que 95% das amostras analisadas, e presença de residual de cloro livre abaixo de 0,2 mg/l Cl<sup>-</sup> deve-se ao fato de que apenas a água oriunda da adutora era clorada, onde após a mistura nos reservatórios de distribuição a água ainda alcança a temperatura de 48°C causando a evaporação do cloro aplicado na Adutora.

Os percentuais de contribuição são de 53% da água produzida pelos poços profundos e 47% disponibilizada pela adutora. A operação do sistema é feita pelo regime de manobras de distribuição, onde metade da rede recebe água da adutora somada com a produção dos poços, enquanto a outra permanece abastecida apenas pelos poços profundos que captam água com até 56°C. Nesta situação os reservatórios alternam em cada 24 h a presença de água clorada.

A Constância da presença de coliformes é a maior reclamação do MP, que não tem como aceitar os motivos técnicos operacionais existentes, ele exige e cobra pelas ações necessárias.



## MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade Mossoró é a segunda maior população do Estado com aproximadamente 250.000 habitantes, localizada na região do semi-árido, as captações disponíveis são através dos poços profundos que, no passado, empresas exploradoras de petróleo perfuravam em busca do óleo e encontravam água a 56° C. Aconteceram situações contrárias ao perfurar os poços em busca de água e encontrar o petróleo.

Com o crescimento da cidade, devido às atividades econômicas que são o refino e exportação de sal e exploração de petróleo em terra. A vazão dos poços foi tornando-se insuficiente à demanda crescente. Em 1999 inaugurou-se a Adutora Jerônimo Rosado que capta 400 L/s do Rio Assu, tratando a água através de uma Estação de tratamento composta por filtros de fluxo ascendente e desinfecção com gás cloro.

A água tratada é recalçada através de elevatória composta por três conjuntos moto-bombas com potência de 850 cv cada, para enviar água à Mossoró e três pequenas comunidades em tubulação aérea de FºP com diâmetro de 500 mm, a 67 km de extensão.

Na Chegada a Mossoró a água é reservada na segunda elevatória, recebe mais uma aplicação de cloro gás e é lançada na rede de distribuição.

Os estudos sobre as ações tomadas foram feitos através da determinação das características da água produzida para distribuição à população e do estudo das condições operacionais da rede de distribuição.

Foram coletadas as informações laboratoriais, disponíveis, da água distribuída dos anos de 2007 e 2008. Conhecemos as rotinas operacionais da rede de distribuição pela produção dos poços que abastecem doze reservatórios, onde a cada 24 h alterna-se a mistura da água “fria” da adutora com a água “quente” dos poços.

A CAERN dispõe na Cidade de Mossoró de Laboratório próprio que faz análise da água distribuída em atenção ao plano de monitoramento regido pela Portaria 518/04. Dentre os parâmetros que o laboratório determina separamos 04 (quatro) para análise e encaminhamento dos trabalhos, são eles:

- Cor
- Turbidez
- Presença de Coliformes
- Cloro residual livre.

### 1.0 Quadro - Parâmetros dos ensaios de tratabilidade, metodologias e equipamentos utilizados.

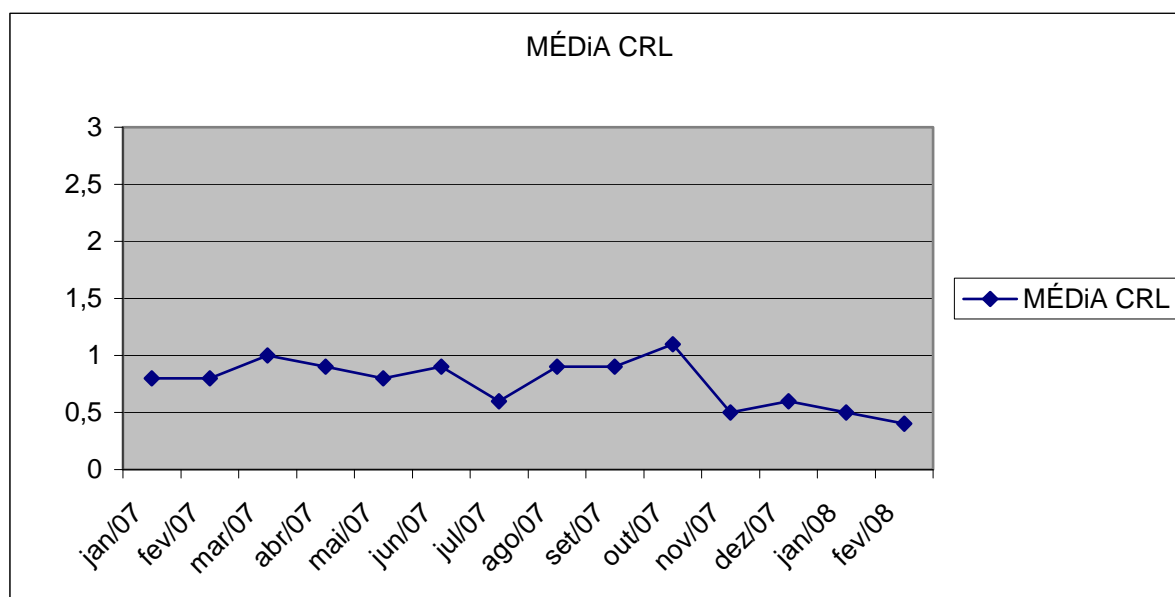
PARÂMETRO	EQUIPAMENTO/TÉCNICA ANALÍTICA	MARCA/MODELO
Cor Aparente	Colorímetro digital	Policontrol/ Aqua color cor.
pH	Potenciômetro digital portátil/leitura direta	Policontrol/pH 7101889
Presença de Coliformes	Substrato cromogênico para presença/ausência	MERK
Temperatura	Termômetro fil. Mercúrio/leitura direta	
Turbidez	Turbidímetro digital/leitura direta	Policontrol/AP-2000
CRL	Comparador visual regente DPD	Dell Lab

Fomos provocados pelo Ministério Público pela não conformidade nos parâmetros de cloro residual livre e presença de coliformes. Os gráficos abaixo demonstram a situação antes das intervenções.

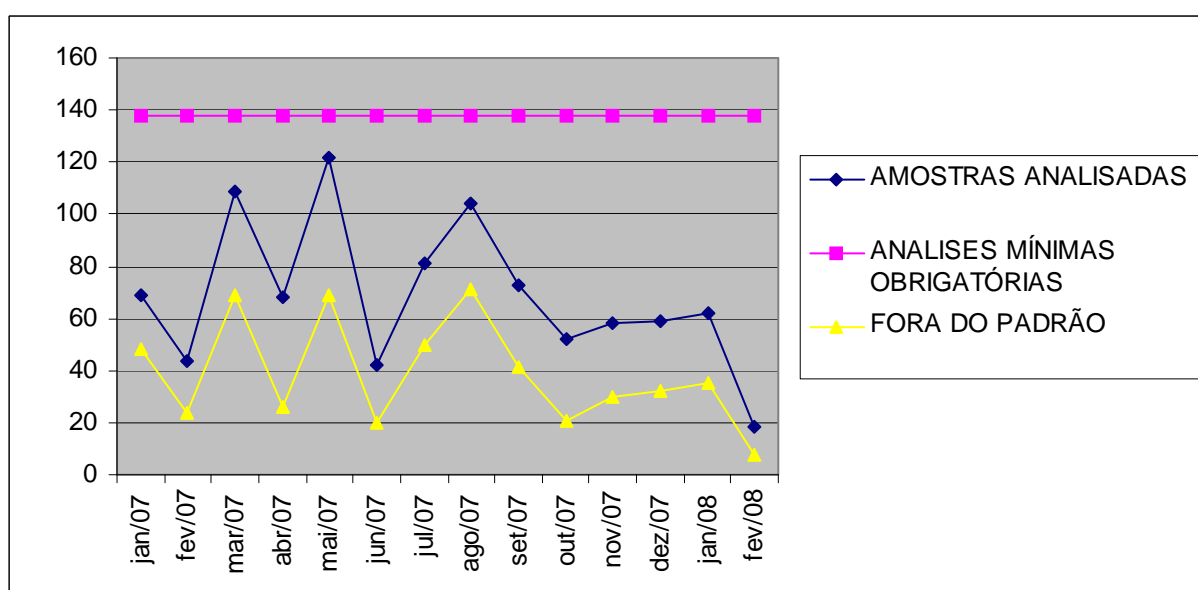
Atente-se ao fato que a Adutora disponibilizava ao sistema água em características capazes de alcançar as médias acima de 0,2 mg/l, porém o número de amostras que ficam abaixo do exigido pela portaria é considerável.



2.0 Quadro – Gráfico da média de Cloro residual livre na rede de distribuição de água.



3.0 Quadro – Gráfico com os critérios de monitoramento da água distribuída para o sistema de abastecimento de água de Mossoró, parâmetro CRL.

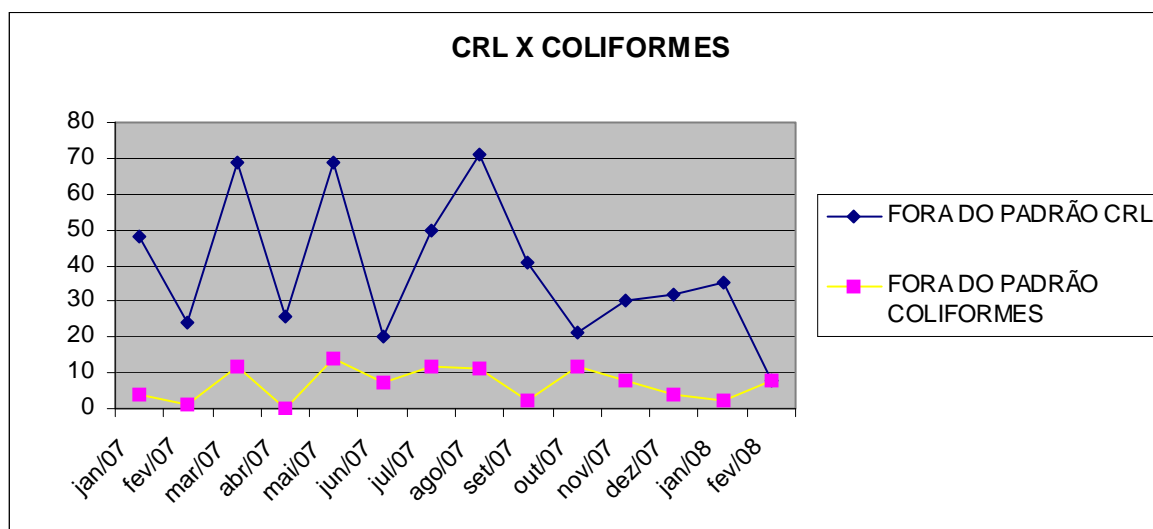


Apesar da média sempre está acima de 0,2 mg/l a quantidade de amostras fora do padrão é a causa da reclamação do MP.

No quadro a seguir apresenta o gráfico comparativo das amostras fora do padrão de cloro residual livre e presença de coliforme.



3º Quadro – Gráfico comparativo de amostras fora do padrão.



A correlação entre a desinfecção e presença de coliformes é comprovada pela análise do gráfico, portanto a reclamação do MP é procedente e de relevância.

### IMPORTÂNCIA DA DESINFECÇÃO

A desinfecção é um processo que usa um agente químico ou não tem por objetivo a inativação de microorganismos patogênicos na água, incluindo bactérias, protozoários e vírus, além de algas por meio da ocorrência de um ou mais dos seguintes mecanismos(DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

- Destruição celular;
- Interferência no metabolismo com inativação de enzimas;
- Interferência na bio-síntese e no crescimento celular evitando a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e co-enzimas.

Considera-se que a eficiência da desinfecção resulte da oxidação ou ruptura da parede celular, com conseqüente desintegração das células (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Dentre os agentes químicos utilizados na desinfecção em geral, têm-se os oxidantes cloro, bromo, iodo dióxido de cloro, ozônio, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio, ácido paracético, entre outros. Enquanto os agentes físicos destacam-se o calor e a radiação ultravioleta.

Dentre os principais desinfetantes usados nas estações de tratamento de água para consumo humano destaca-se o cloro. (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

### PORTARIA 518/2004 MS.

**Art. 13.** Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

O fato é que com a água à 56°C, as características operacionais do sistema, as condições geográficas, os recursos humanos e administrativo-operacionais são os complicadores a serem superados.



## COLIFORMES

É um grupo de bactérias que normalmente vivem no intestino de animais de sangue quente, embora alguns tipos possam ser encontrados também no meio ambiente.

## DO PADRÃO DE POTABILIDADE PORTARIA 518/2004 MS

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1

4º Quadro - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

PARÂMETRO	VMP(1)
Água para consumo humano(2)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes(3)	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes(3)	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês:
	Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês;
	Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês:
	Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

### NOTAS:

1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de Escherichia coli deve ser preferencialmente adotada.

§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§ 2º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§ 3º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para Escherichia coli e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos.

§ 4º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§ 5º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§ 6º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em coleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§ 7º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§ 8º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de Giardia spp e oocistos de Cryptosporidium sp.



## FASE 1: ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE DESINFECÇÃO

Após conhecermos as características das águas disponibilizadas à rede de distribuição, condições operacionais, obrigações exigidas por lei fomos à busca da solução. Paradigma, mito, obstáculo ou objeção de certo é que: quem consultávamos consideravam a situação sem jeito. Alguns fornecedores não conheciam nenhum caso coincidente, a operação local acreditava em inexistir solução e outros comentavam sobre a utilização de processos que não são viáveis pela indisponibilidade de mão de obra qualificada.

O cloro seja ele no estado gás, composto granulado ou outra forma é nosso alvo para dosá-lo em condições de alcançar a Portaria 518/2004 MS. A água tratada da **Adutora** mantém-se um residual de 3,0 mg/l na saída da elevatória a montante do sistema de Mossoró, quando mistura-se com os poços a temperatura eleva-se para 48°C e o cloro nela aplicado é volatilizado.

Como mais eficiente na ETA's da CAERN o cloro gasoso foi a primeira alternativa, assim segue o desenvolvimento:

a) **Cloro gasoso:** Atualmente a CAERN opera com o fornecimento do produto em comodato dos equipamentos de dosagem, facilidade que favorece a instalação de pontos de aplicação do desinfetante aonde a Companhia for detectando a necessidade. Pelo preço por cloro ativo não precisamos nos estender, pois na forma gasosa é 100% "concentrado". Nessas vantagens nos sustentamos para analisar sua utilização no sistema.

São doze reservatórios que abastecem a rede, todos acompanhados de poços profundos, além de existir outros poços que abastecem setores injetando sua produção direta na rede. É de certa forma uma norma da CAERN operar o gás cloro com acompanhamento de operadores durante as vinte e quatro horas. As necessidades de troca de cilindro, paralisação quando necessário para manutenção do sistema, ajuste de dosagem além do principal que é o aspecto segurança. A possibilidade de violação das instalações dos cilindros dá margem a ocorrer o vazamento de gás, então se julga necessário aonde houver este tipo de processo estar de prontidão a mão-de-obra treinada a operar os possíveis acidentes.

Na conta mais fácil seriam necessários no mínimo seis operadores por turno de 12 horas de trabalho, onde cada um teria responsabilidade por dois reservatórios. No regime de escala 12 horas trabalhadas por 36 horas de descanso totalizariam 24 operadores.

Pelas diretrizes da CAERN esta demanda não estaria disponível por questões de responsabilidades firmadas em metas e compromissos onde existe um número máximo de funcionários em função da população abastecida.

Afora às dificuldades intrínsecas da CAERN o que existe sobre a aplicação de cloro gás na água de temperatura elevada também não era convidativo à tentativa de utilização. Descartamos esta forma do agente cloro.

b) **Cloro granulado:** Nesta forma de aplicação a preocupação com acidente reduz-se muito, então passamos a estudá-lo. O número de funcionários diminui em proporção à condição de segurança. Em relação a materiais e equipamentos necessita-se de um tanque equipado para preparo da solução e uma bomba dosadora. Animador, pois, "um grande problema resolve-se com soluções simples".

Levamos às condições operacionais, nas seguintes ocorrências:

- Pelas vazões o preparo de soluções seriam necessárias duas intervenções diárias em cada reservatório, os sete dias da semana.
- A CAERN teria que adquirir 12 tanques de preparação em dosagem de produtos químicos, equipados com agitadores, bombas dosadoras em dispositivos de acionamento elétricos. Custo aproximado R\$ 60.000,00
- Nos poços que injetam diretamente na rede como abrigar os equipamentos?
- A possibilidade de acontecer arrombamentos dos portões e roubar os tambores de cloro granulado além dos equipamentos instalados.
- A possibilidade de nos finais de semana não haver a preparação de dosagem nos doze reservatórios.



Pelos custos de implantação, o operacional, possibilidade de vandalismo e roubos descartamos esta forma do agente cloro.

c) Outros tipos de desinfetantes: Recebemos a indicação de ozônio, dicloro e tricloro. Não fomos negligentes quanto a eficiência destes processos apenas nos atemos ao simples. Estamos sendo provocados pelo MP a produzir e distribuir água dentro dos padrões da Portaria 518/04 MS, uma vez que partíssemos para utilização de produtos e ou processos que nossos laboratórios não identifiquem a produção de subprodutos maléficos a saúde da população seria como coberto curto cobriria os pés e descobriríamos a cabeça.

d) Hipoclorito cálcio em Pastilhas: Os resultados alcançados com o uso deste produto são satisfatórios quando as condições operacionais são carentes. A junção de pouca mão de obra, boa qualidade da água e praticidade dos dosadores, fez valer a pena à tentativa deste processo.

## FASE 2: IMPLANTAÇÃO DA ALTERNATIVA ESCOLHIDA

Instalamos em oito poços dos quatorze em operação. Estabelecemos uma rotina que apenas um operador fazia o reabastecimento de pastilhas nos dosadores ajustando para gerar um residual de 2,0 mg/l na saída para rede de distribuição.

A princípio os resultados do plano de amostragem foram interessantes, pois ocorreu que nas áreas próximas aos pontos de dosagem a ausência de coliformes aumentou, mas o residual de cloro não apresentava alteração – residuais menores que 0,2 mg/l. Como parte da reclamação do Ministério Público estava sendo atendida, ou a mais contundente, permanecemos com a utilização do produto.

regulava a dosagem para que a saída do reservatório apresentasse um residual de 2,0 mg/l. Após aproximadamente 90 dias após início das dosagens, o quadro alterou-se pois, a ausência de coliformes aproximou-se dos 100% das amostras e o cloro residual com resultados acima de 2,0 mg/l.

Presume-se que a rede foi desinfetada e demandou o período de 75 a 90 dias, combateu a presença de coliformes até que a mesma estivesse em condições de possibilitar água um residual cloro, capaz de realizar o seu papel e eliminar possíveis contaminações.

## FASE 3: CONCLUSÕES

Em paralelo, áreas aonde não foram instalados os dosadores, permaneceram-se com a rotina operacional de antes, recebendo água “fria” clorada da adutora e água “quente” dos poços. Os resultados se mantiveram idênticos aos motivados ao Ministério Público. Ou seja, no mesmo período, apenas nas áreas sem o reforço das pastilhas de hipoclorito de cálcio são as que apresentaram presença de coliformes.

Apesar dos mitos e paradigmas conseguiu-se atender às exigências do MP e comprovar a eficiência do processo, aonde o reforço de cloro através da aplicação com hipoclorito de cálcio em pastilhas, confere a qualidade da água distribuída à população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA et al.. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18. ed. New York : Public Health Association Inc, 1998.
2. Ministério da Saúde – Portaria 518/04
3. Di Bernardo, Luiz; Dantas, Angela Di Bernardo – Métodos e técnicas de tratamento de água – segunda edição/ Luiz Di Bernardo; Angela Di Bernardo Dantas – São Carlos: RiMa, 2005.