

## I-116 – QUALIDADE DE ÁGUA PARA PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES

### **Daniele Silva Rodrigues**<sup>(1)</sup>

Tecnóloga em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri (2008). Pós Graduanda em Gestão Ambiental pela Faculdade Vale do Jaguaribe. Técnica em Saneamento da Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato-SAAEC.

### **Maria Gorethe de Sousa Lima**<sup>(2)</sup>

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba (1998). Mestre em Engenharia Civil (área de concentração: Engenharia Sanitária) pela Universidade Federal de Campina Grande (2001). Doutora em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande (2008). Professora da Universidade Federal do Ceará – Campus Cariri.

### **Katiana Dasdores Feitosa**<sup>(3)</sup>

Tecnóloga em Alimentos pela Faculdade de Tecnologia CENTEC-Cariri (2004). Especialista em Química e Biologia pela Universidade Regional do Cariri (2006). Especialista MBA em Gestão da Qualidade pela Faculdade Paraíso (2010).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av Virgílio Távora, 33 – Vila Fátima- Juazeiro do Norte - CE - CEP: 63020 - 470 - Brasil - Tel: (88) 8808-7670 - e-mail: [daniele\\_rodrigues@yahoo.com.br](mailto:daniele_rodrigues@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

A qualidade da água é bastante importante seja qual for o uso a que se destine. Na indústria de refrigerante não é diferente, pois ela corresponde a aproximadamente 88% do volume da bebida. Por essa razão, a água utilizada na indústria de refrigerantes não deve apresentar cheiro e sabor, deve ser incolor, ter baixa alcalinidade e ser livre de matéria orgânica e microrganismos contaminantes. Para isso, seu tratamento é obrigatório e varia de acordo com a fonte e composição química da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água utilizada na produção de refrigerantes em uma indústria localizada no município de Juazeiro do Norte - CE, por meio de análises de parâmetros físico – químicos e microbiológicos, verificando se os valores destes parâmetros encontravam-se dentro dos padrões exigidos para a produção de refrigerantes. Foram analisados os seguintes parâmetros: alcalinidade, bactérias heterotróficas, cloro, coliformes totais, condutividade elétrica, cor, dureza, mofo e leveduras, potencial hidrogeniônico, sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez. Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que a água apresentou boa qualidade físico – química e bacteriológica; sendo então considerada satisfatória para o uso em indústrias de refrigerante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, indústria de refrigerante, tratamento simplificado.

### **INTRODUÇÃO**

Embora seja indispensável ao organismo humano, a água pode conter determinadas substâncias, elementos químicos e microrganismos que devem ser eliminados ou reduzidos a concentrações que não sejam prejudiciais à saúde humana. Na indústria de refrigerante não deve ser diferente, pois por corresponder a aproximadamente 88% do volume da bebida - ao participar do balanço químico entre os ingredientes dos refrigerantes, já que é o veículo da dissociação do açúcar, conservantes, ácidos, antioxidantes, essências, corantes e gás carbônico - a água não pode contribuir com substâncias que possam alterar a aparência, a estabilidade ou o sabor do produto a ser distribuído.

A fonte de água de abastecimento de indústrias de refrigerantes, na maioria das vezes, é proveniente da rede de abastecimento regional, e deve obedecer aos requisitos estabelecidos pelo Ministério da Saúde na Portaria 518 de 25/03/2004. No entanto, antes de ser processada na fabricação de bebidas, a água deve passar por um sistema de tratamento na própria planta industrial, com o intuito de assegurar a qualidade do produto final. Segundo Cruz (2001), a água utilizada na indústria de refrigerantes não deve apresentar cheiro e sabor, deve ser incolor, ter baixa alcalinidade e ser livre de matéria orgânica e microrganismos contaminantes.

Para isso, seu tratamento é obrigatório e varia de acordo com a fonte e composição química da água. As principais etapas realizadas em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) de uma indústria de refrigerantes

incluem: coagulação-floculação e posterior separação das partículas por decantação ou flotação; filtração em areia; supercloração; filtração em carvão ativado e polimento final.

No estado do Ceará, mais especificamente no município de Juazeiro do Norte, as águas destinadas para o abastecimento humano e às indústrias são provenientes de mananciais subterrâneos (poços profundos), as quais, quando comparadas com as de mananciais superficiais, são menos vulneráveis à poluição e, em consequência, apresentam maior grau de pureza. Por essa razão, geralmente, não necessitam de tratamento completo, requerem apenas um tratamento simplificado como a filtração lenta, seguido do processo de desinfecção. Esse fato se deve ao solo atuar como um filtro, tendo a capacidade de depuração e imobilização de grande parte das impurezas nele depositadas. Contudo, essa capacidade de depuração é limitada, podendo ocorrer alteração de sua qualidade devido a várias atividades antrópicas, resultando na poluição das águas subterrâneas (NEAL e SHAND, 2002). Outro aspecto a ser considerado refere-se ao fato da qualidade dessas águas também variar conforme a natureza da rocha dos aquíferos e do grau de intemperismo (ALVES dos SANTOS et al, 2009; AZEVEDO, 2006).

Nesse sentido, torna-se imprescindível o monitoramento das águas a serem utilizadas na produção de refrigerantes. Dentre os parâmetros de monitoramento, podem ser citados: pH, sulfatos, alcalinidade, turbidez, cloretos, dureza, ferro, alumínio, cloro, sólidos totais dissolvidos, cor, odor, gosto, e análises microbiológicas para o controle da qualidade do produto final.

Ante o exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água utilizada para a produção de refrigerantes em uma indústria localizada no município de Juazeiro do Norte - CE, por meio de análises de parâmetros físico – químicos e microbiológicos, verificando se os valores destes parâmetros encontravam-se dentro dos padrões exigidos para a produção de refrigerantes. A referida indústria utiliza os mesmos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Portaria 518/04).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada na estação de tratamento de água (ETA) e na lavadora de garrafas (setor produtivo) de uma empresa de refrigerantes, localizada na cidade de Juazeiro do Norte - CE.

A água usada no processo industrial era proveniente de dois poços, com profundidades de 100 e 120 metros, localizados na empresa. Após ser captada, a água era aduzida para uma cisterna, com capacidade volumétrica para 350.000 litros, aonde era clorada por meio de uma bomba dosadora. Em seguida, era conduzida a uma caixa d'água, para então ser transportada para o sistema de filtração constituído por quatro filtros distribuídos em série: um de areia, um de carvão ativado e dois de cartuchos de fibra de celulose (filtros polidores) (Figura 1). Posteriormente, era utilizada no setor produtivo: sala de xarope (água+açúcar), seguida pelo carbo-cooler (carbonatação: adição de CO<sub>2</sub>) para o preparo dos refrigerantes (água potável (88%), açúcares, extratos aromatizantes, dióxido de carbono-CO<sub>2</sub>, aditivos como corantes e conservantes. Ressalta-se que a água utilizada no setor produtivo era submetida ao processo de filtração para remoção de sólidos dissolvidos e/ou suspensos e para a descloração, pois o cloro altera o sabor dos refrigerantes.

Para o monitoramento da qualidade da água, foram coletadas, sempre no período da manhã, de março a junho de 2008, amostras nos seguintes pontos: manancial (poço 1 - P1), estação de tratamento de água (a montante do filtro de areia - P2, a montante do filtro de carvão - P3 e a jusante de um dos filtros polidores - P4) e máquina lavadora de garrafas (P5). Ao todo foram realizadas oito coletas ao longo do período de monitoramento.



**Figura 1- Fluxograma com o percurso de coleta e tratamento da água.**

O filtro de areia era composto por três camadas de areia e uma de cascalho, o de carvão por uma camada de carvão, duas de areia e uma de cascalho, e os filtros polidores, um com fluxo ascendente e o outro descendente, por cartuchos de fibra de celulose. Os filtros de areia e de carvão apresentavam escoamento descendente. Diariamente era realizada a retro - lavagem nos filtros de areia e carvão ativado, sempre no final da tarde, e os cartuchos dos filtros polidores eram trocados a cada seis meses ou de acordo com a necessidade.

Após coletadas, as amostras eram levadas para os laboratórios de análises físico-químicas e microbiológicas da empresa. Os parâmetros analisados durante o monitoramento foram: alcalinidade, bactérias heterotróficas, cloro, coliformes totais, condutividade elétrica, cor, dureza, mofos e leveduras, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez (Tabela 1). Os procedimentos analíticos encontram-se descritos em American Public Health Association / Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

**Tabela 1 - Parâmetros analisados durante o monitoramento da ETA da referida empresa.**

<b>Parâmetros analisados</b>	<b>Metodologia</b>
Alcalinidade	Titulação potenciométrica
Bactérias heterotróficas	Membrana filtrante
Cloro	Fotocolorimetria
Coliformes totais	Membrana filtrante e Substrato cromogênico e fluorogênico
Condutividade elétrica	Conduvímetero
Cor	Colorimétrico
Dureza	Titulométrico de EDTA
Mofos e leveduras	Membrana filtrante
Potencial hidrogeniônico (pH)	Potenciométrico
Sólidos totais dissolvidos	Eletrométrico
Temperatura	Termômetro digital
Turbidez	Nefelometria

## RESULTADOS

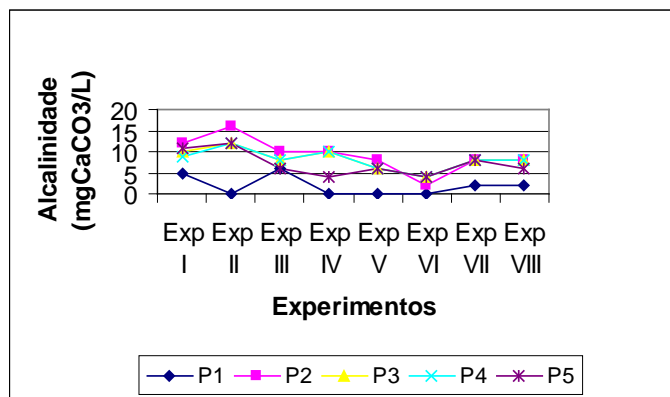
A Tabela 2 apresenta os valores médios dos resultados das análises físico-químicas realizadas durante o monitoramento da ETA da empresa. Nas Figuras 2 a 10 são ilustrados os comportamentos das variáveis físico – químicas analisadas ao longo dos experimentos.

**Tabela 2 - Média dos resultados das variáveis físico – químicas analisadas durante o monitoramento da ETA da empresa.**

Parâmetros	Pontos				
	P1	P2	P3	P4	P5
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	1,88	9,25	8,25	8,13	7,13
Cloro (mg/L)	0	0,5	0,5	0	0,3
Condutividade (µs/cm)	94,2	120,4	102,1	101,7	103,3
Cor (uH)	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Dureza (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	14,8	14	15,5	15,3	16
pH	4,71	5,24	5,24	5,55	5,23
STD (mg/L)	46,8	51,3	51,1	50,9	51,7
Temperatura (°C)	28	27,1	27,1	27	27
Turbidez (NTU)	0,31	0,26	0,26	0,25	0,35

### Alcalinidade

A Figura 2 mostra que os valores de alcalinidade (0 a 16 mgCaCO<sub>3</sub>/L) se mantiveram mais baixos que os valores da dureza (12 a 18 mgCaCO<sub>3</sub>/L), isso porque as águas naturais apresentam alcalinidade devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Para a fabricação de refrigerante, a alcalinidade tem que ser realmente baixa, pois, caso contrário, pode reagir com o ácido cítrico, o qual é adicionado durante o preparo do xarope, alterando o sabor da bebida.



**Figura 2-Variação da alcalinidade ao longo do monitoramento da ETA .**

### Cloro

A Figura 3 mostra claramente que, no ponto 4 (P4), a água já se encontra desclorada, sendo este fato atribuído a passagem da água pelo filtro de carvão ativado, o qual tem a propriedade de remover cloro para assegurar que o sabor da água não seja alterado. Em relação aos demais pontos, não houve muita variação, pois ambos recebiam praticamente a mesma dosagem de cloro. Ressalta-se que a água coletada no ponto 5 (P5) não era filtrada, pois era utilizada na lavagem de garrafas; saía direto da cisterna, onde era adicionado cloro.

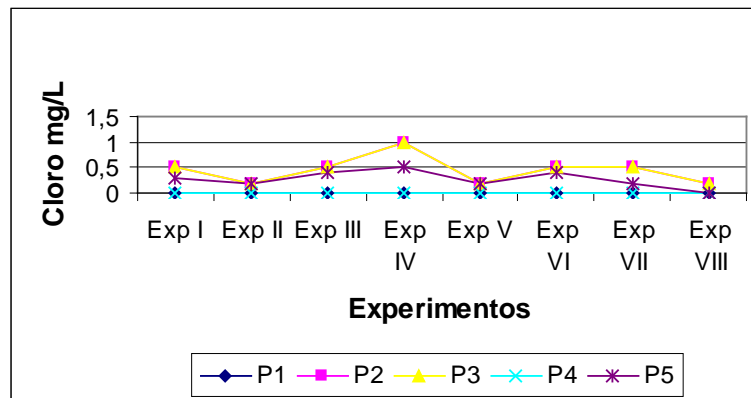


Figura 3-Variação da concentração do cloro ao longo do monitoramento da ETA.

### Condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos

A condutividade elétrica (CE) mantém uma relação com a quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) presentes na água. A determinação da condutividade elétrica permite estimar, de modo rápido, a quantidade de STD presentes na água; valores altos de STD fazem com que a solubilidade dos precipitados de alumínio e ferro aumente, o que influi em processo de coagulação, além de favorecer a formação e precipitação de carbonato de cálcio (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Os resultados obtidos durante o monitoramento da CE (Figura 4) e dos STD (Figura 5) evidenciaram a proporcionalidade entre essas duas variáveis e apontaram um aumento em suas concentrações do ponto 1 (P1) para o 4 (P4); indicando a necessidade de lavagem/reposição dos meios filtrantes.

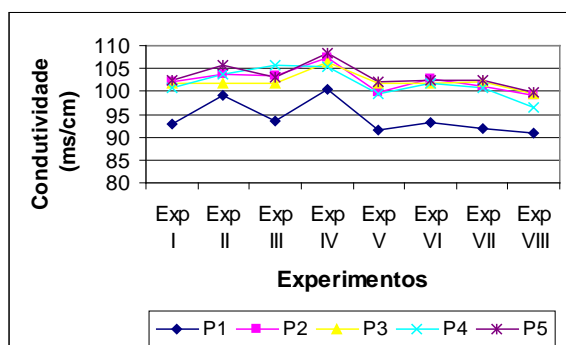


Figura 4 – Variação da condutividade elétrica ao longo do monitoramento da ETA .

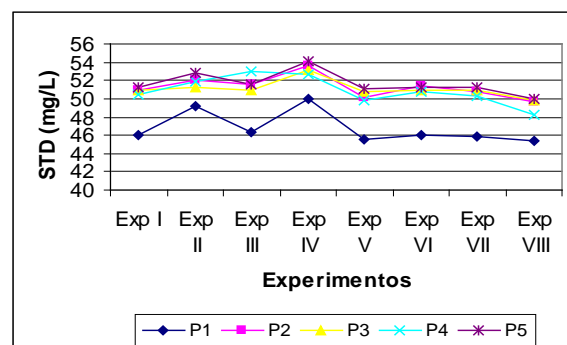


Figura 5 - Variação dos sólidos totais dissolvidos ao longo do monitoramento da ETA.

### Cor

Quando de origem natural, está relacionada ao aspecto estético da água e decorre da presença de partículas em estado coloidal; em águas subterrâneas, provém de compostos de ferro e manganês. Contudo, este parâmetro ganhou relevância quando pesquisas mostraram que produtos cancerígenos podiam ser formados durante a cloração de águas coloridas (LIBÂNIO, 2005). A Portaria 518 estabelece 15 uC para cor aparente; na água analisada foram encontrados valores bastante inferiores ao especificado pela portaria (Figura 6), indicando que a água proveniente do manancial da empresa apresenta boas características, não interferindo assim na qualidade do refrigerante.

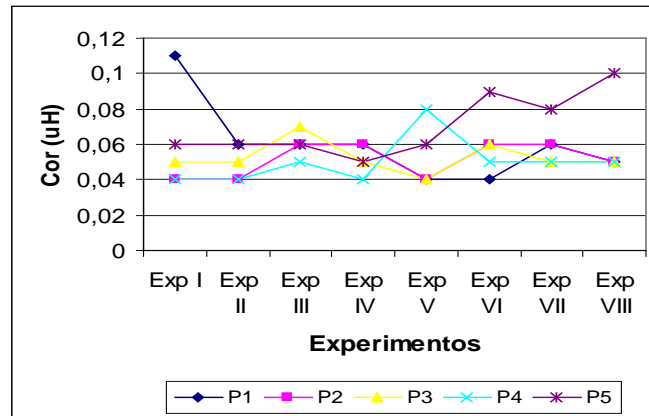


Figura 6-Variação da cor ao longo do monitoramento da ETA.

### Dureza

A Portaria 518/04 do Ministério da Saúde limita a dureza em 500 mgCaCO<sub>3</sub>/L, mas a água analisada apresentou valores bastante reduzidos, na ordem de 12 a 18 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Figura 7), considerada satisfatória para a lavagem das garrafas, pois dissolve melhor o sabão e as mantém em um ótimo estado de aparência. Este é um parâmetro que não apresenta importância significativa no aspecto sanitário, mas econômico; pois águas com dureza elevada aumenta o consumo de sabão e provoca incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à precipitação de íons metálicos a altas temperaturas (LIBÂNIO, 2005).

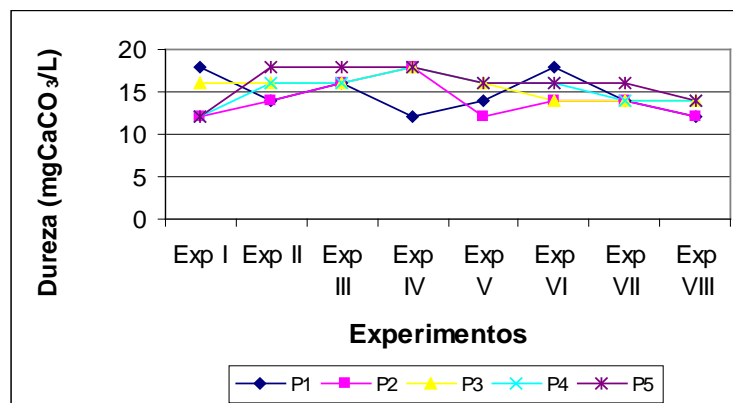


Figura 7-Variação da concentração da dureza ao longo do monitoramento da ETA.

### pH

De acordo com a Figura 8 verifica-se que não ocorreram alterações expressivas do pH ao longo do período de monitoramento; mantendo-se, a água, com um caráter levemente ácido (em torno de 4,71 a 5,55), característico das águas subterrâneas da região do cariri cearense, que são ricas em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Ressalta-se que apesar dos valores de pH situarem-se na faixa ácida, a água analisada, quanto a este parâmetro, não representa problemas para a produção de refrigerantes; diferentemente do que ocorreria caso fosse destinada ao consumo humano, já que a Portaria 518/04 do MS estabelece valores entre 6,0 e 9,5.

Outra consideração a ser feita é que, com relação à desinfecção, o pH encontra-se numa faixa ótima, pois valores de pH abaixo de 8,0 favorecem a reação de dissociação do ácido hipocloroso (HOCL), tornando mais eficiente o processo de desinfecção com cloro.

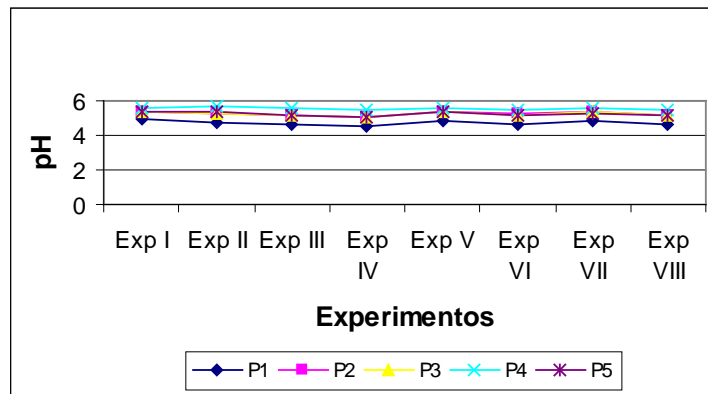


Figura 8-Variação do pH ao longo do monitoramento da ETA.

### Temperatura

A temperatura se manteve na faixa entre 25° C e 30° C (Figura 9), não interferindo no sistema de tratamento da água nem tampouco no processo de fabricação da bebida. Na realidade, a temperatura não interfere no processo de desinfecção tanto quanto o pH. Segundo Von Sperling (1995), temperaturas elevadas diminuem a solubilidade dos gases, mas aumentam a taxa das reações químicas e biológicas.

A alteração da temperatura das águas naturais, conforme Libânio (2005), é devido principalmente a insolação, mas quando tem origem antrópicas resulta de despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e caldeiras.

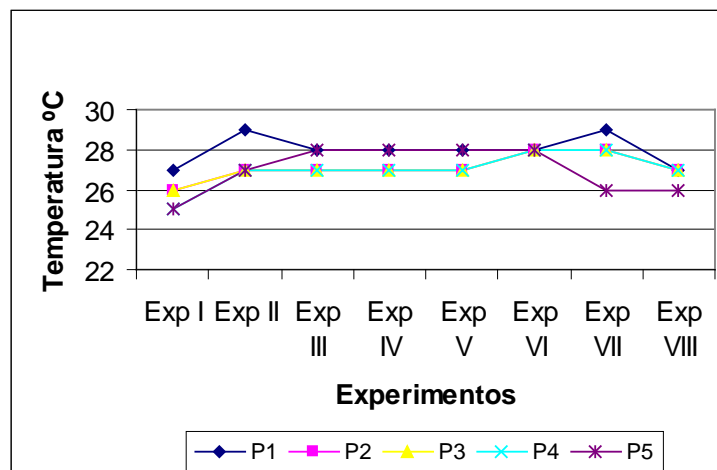


Figura 9-Variação da temperatura ao longo do monitoramento da ETA.

### Turbidez

A turbidez está relacionada à presença de sólidos suspensos na água. Conforme pode ser visualizado na Figura 10, os valores obtidos permaneceram inferiores a 1,0 uT. Tal fato se deve a água ser proveniente de manancial subterrâneo. A Portaria 518/04 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo de 5uT para consumo humano.

Com relação aos parâmetros microbiológicos foi detectada ausência de bactérias do grupo coliformes, de bactérias heterotróficas e de mofos e leveduras em todos os experimentos, o que indica que a água utilizada na fabricação de refrigerantes da empresa em estudo é de excelente qualidade.

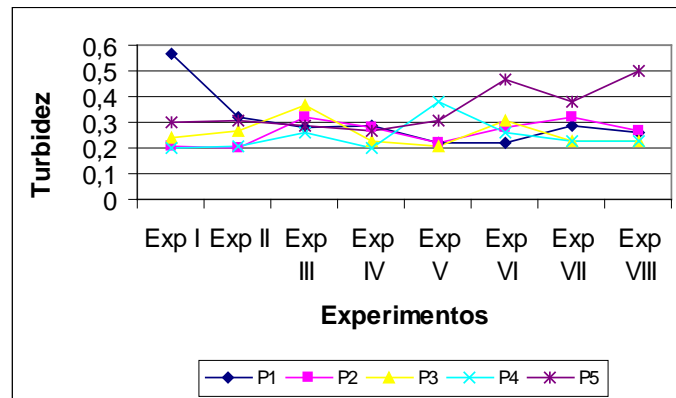


Figura 10 – Variação das concentrações de turbidez ao longo do monitoramento da ETA.

## CONCLUSÕES

Com relação aos parâmetros dureza, cloro, temperatura, cor, sólidos totais dissolvidos, turbidez e coliformes totais, a qualidade da água encontrava-se dentro dos padrões exigidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, satisfazendo também a qualidade necessária para a fabricação de refrigerantes.

Quanto ao pH, apesar dos valores não estarem na faixa exigida pela supracitada Portaria, que é de 6,0 a 9,5, permaneceram na faixa considerada satisfatória para a desinfecção; garantindo a excelente qualidade microbiológica da água utilizada ao longo do processo produtivo. Já a alcalinidade manteve-se com valores sempre baixos, não interferindo no processo de fabricação de refrigerantes.

Enfim, a água apresentou boa qualidade físico – química e bacteriológica; sendo então considerada satisfatória para o uso em indústrias de refrigerante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 1998. 19ª ed.
2. Alves dos Santos, C. R.; Santos, D. E.; Monteiro, K. B. S.; Peixoto, A. V.; Martins, E. C. C. (2009). *Qualidade das águas subterrâneas de poços tubulares profundos em sistemas de abastecimento público de água no Estado de Goiás, Brasil*. XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife. Anais. ABES.
3. Azevedo, R. P. (2006). *Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central*. Acta Amazônica. v. 36 n.3, p. 313 – 320.
4. CRUZ, Francisca Giselle da. *Controle de qualidade na indústria de refrigerante de caju*. Juazeiro do Norte: CENTEC, 2001.
5. DI BERNARDO, L., DANTAS, A. B. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. (2005). 2ª ed., vol. 2, São Carlos, RIMA, 2005.
6. LIBÂNIO, Marcelo. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. São Paulo: Átomo, 2005. 444 p.
7. Neal, C. e Shand, P. (2002). Spring and surface water quality of the Cyprus ophiolites. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 6 n. 5, p. 797–817.
8. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª ed., vol. 1, Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2005.