

Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos

Cássia Tiemi Nozaki¹, Marta Angela Marcondes^{1,2}, Fernanda Amate Lopes², Karoline Ferreira dos Santos^{1,2}, Paula Simone da Costa Larizzatti²

RESUMO - A urbanização e seu planejamento inadequado ocasionaram alterações no ambiente, como desmatamento, impermeabilização do solo, movimentos de terra, alterações da topografia, aterramentos de áreas baixas ou alagadas e a veiculação de poluentes, fatores esses que trouxeram como consequência a poluição de recursos hídricos. Para a verificação da quantidade e tipo de poluente que chega até os corpos de água urbanos, é necessário monitorar parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Entre estes parâmetros dois podem se destacar, são eles oxigênio dissolvido e pH. O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo temporal sobre o comportamento do teor de oxigênio dissolvido e pH de rios e córregos do município de São Caetano do Sul, para a formação de banco de dados desses corpos de água. Foi monitorado a medida de pH utilizando-se aparelho com eletrodo de vidro e a análise de oxigênio dissolvido foi realizada utilizando-se oxímetro com sonda com membrana de teflon e medidas amperométricas em amostras de água do Rio Tamanduateí, Rio dos Meninos, Córrego dos Moinhos, Córrego Utinga e Córrego das Grotas na área de São Caetano do Sul. Pode-se concluir pelos resultados obtidos que os níveis de pH se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos e o teor de oxigênio dissolvido sofreu influência de fatores como clima, vegetação e poluição, portanto, outros estudos devem ser e efetuados para que um índice possa ser estabelecido.

Palavras-chave: indicadores, monitoramento, poluição, qualidade da água

Temporal behavior of dissolved oxygen and pH in rivers and urban streams

ABSTRACT – Urbanization and inadequate planning provoke changes in the environment, such as deforestation, soil sealing, earth movements, changes in topography, grounding or flooding of low-lying areas, and movement of pollutants. These urban occupations cause, as a result, pollution of water resources. In order to check the amount and type of pollution that reaches urban water bodies, it is necessary to effectively monitor physical, chemical, and microbiological parameters. Among these parameters, two can be highlighted: dissolved oxygen and pH. This study aimed to analyze the temporal behavior of dissolved oxygen content and pH of rivers and streams in São Caetano do Sul, to generate a database on these water bodies. The pH was monitored using a Marte MB-10 pHmeter with a glass electrode, and dissolved oxygen analysis was performed using an oximeter model Quimis - Q408-P provided with a probe with a Teflon membrane. Amperometric measurements were carried out in water samples of Tamanduateí River, Meninos River, Moinhos Stream, Utinga Stream, and Grotas Stream in the São Caetano do Sul region. Based on the results, we concluded that pH levels remained within the determined standards, and dissolved oxygen content was greatly influenced by external characteristics, such as climate, vegetation, and pollution. Therefore, further studies should be carried out before an index can be established.

Keywords: indicators, monitoring, pollution, water quality

¹Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS, Rua Santo Antonio, 50, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil. cassia_nozaki@yahoo.com.br; *marta.marcondes@uscs.edu.br. *Autor para correspondência.

²Projeto Índice de Poluentes Hídricos (IPH), Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, Brasil. karolineferreirasantos@hotmail.com; plarizzatti@gmail.com; fernandaamate@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A urbanização e seu planejamento inadequado ocasionaram alterações no meio ambiente, tais como desmatamento, impermeabilização de solo, movimentos de terra, alterações da topografia, aterramentos de áreas baixas ou alagadas e a veiculação de poluentes, estas ocupações urbanas trouxeram como consequência a poluição de recursos hídricos (Santos et al. 2008, Salomoni et al. 2011).

Durante esse processo de urbanização, a construção da infraestrutura normalmente é projetada para drenar as águas da chuva e carregá-las para fora das cidades por canais superficiais existentes, rios e córregos, essas águas que fluem carregam poluentes que podem prejudicar sua qualidade. Um corpo hídrico possui fontes pontuais e difusas de poluição que podem alterar a qualidade da água e inviabilizar seu uso. Fontes pontuais são mais previsíveis e fáceis de identificar, como é o caso do esgoto doméstico e industrial, provenientes principalmente dos centros urbanos. As fontes difusas são mais difíceis de identificar por ser um escoamento superficial de deflúvio urbano e agrícola sobre áreas ao longo da bacia de drenagem (Santos et al. 2008, Campanha et al. 2010, Vasco et al. 2011).

A avaliação da qualidade dos cursos hídricos é de extrema importância e deve ser testada de acordo com a particularidade da região a fim de propor medidas adequadas para preservação da diversidade biológica. Existem diversos métodos de avaliação da qualidade da água, dentre elas destacam-se as medidas de bioindicação e as técnicas utilizadas na determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) que tem como base características físico-químicas e microbiológicas. Os organismos presentes na água fornecem subsídios para avaliar a qualidade de estética, a integridade biológica e a possibilidade de recreação dos ecossistemas aquáticos (Strieder et al. 2006). Entre esses organismos existem os chamados bioindicadores, que são organismos que refletem as características do ambiente em que vivem e são muito utilizados na avaliação de impactos ambientais causados por múltiplas fontes de poluição, pois indicam as características do ambiente em que vivem, além disso, complementam as informações sobre qualidade da água especialmente os impactos causados por descargas pontuais de esgoto doméstico e efluentes industriais, porém, são sensíveis às mudanças ambientais, correndo risco de desaparecerem à medida que seu ambiente seja degradado (Silva et al. 2009, Soofiani et al. 2012).

São utilizados como bioindicadores grupos específicos de protozoários, algas, ciliados e peixes, mas principalmente macroinvertebrados bentônicos que respondem melhor às mudanças ambientais e possuem ciclo de vida relativamente longo, são de fácil obtenção e manuseio, sendo de fácil reconhecimento a olho nú (Piedras et al. 2006, Monteiro et al. 2008).

O IQA foi criado em 1970 nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* e a partir de 1975 e começou a ser usado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, como descrito pela própria Cetesb (2012). O IQA avalia a qualidade da água bruta, visando seu uso para abastecimento público após tratamento, com parâmetros de contaminação causada pelo esgoto doméstico, porém não é uma análise precisa, pois não detecta a presença de substâncias tóxicas (metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e

substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água. Os parâmetros do IQA são: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio – DBO (Strieder et al. 2006, Siqueira et al. 2011), temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (Silva et al. 2008, Agência Nacional de Águas 2009).

Porém no presente estudo fez-se um recorte dos parâmetros preconizados pelo IQA, pois tanto o oxigênio dissolvido como pH, tem uma relação direta com o processo de manutenção da vida aquática. Quer seja para os processos de respiração aeróbia, como é o caso do oxigênio dissolvido ou para a manutenção de um ambiente que proporcione a realização de reações químicas importantes para a vida, como é o caso do pH (Piveli 2005).

O oxigênio dissolvido é o que a maioria dos organismos que habitam o meio aquático necessita para sobreviver, geralmente o oxigênio dissolvido reduz ou desaparece quando há presença de matéria orgânica biodegradável, encontrados no esgoto doméstico, pois quanto maior a quantidade de matéria orgânica encontrada na água, maior será o número de micro-organismos decompositores e conseqüentemente maior quantidade de oxigênio consumido. Um rio considerado limpo, em condições normais apresenta normalmente de 8 a 10 mg.L⁻¹, podendo variar conforme a temperatura e pressão. Sua concentração pode determinar impactos ambientais (Alvarado et al. 2009, Agência Nacional de Águas 2009).

Nos rios, lagos e córregos, corpos hídricos de maneira geral, a quantidade de oxigênio dissolvido é um indicador primário da qualidade das suas águas, essa quantidade resulta da interação de diversos processos que podem aumentar ou diminuir sua concentração (Jansen et al. 2008, Blume et al. 2010).

Os níveis de concentração do oxigênio dissolvido podem aumentar devido à turbulência na água, o que gera maior troca de oxigênio do ar e da água. A diminuição dos valores de oxigênio dissolvido pode ser ocasionada devido a atividades humanas como o lançamento de esgoto bruto (Pereira et al. 2010, Ascencio 2008).

A eutrofização causada pelo lançamento de esgoto resulta em explosão biológica de macrófitas, grandes plantas aquáticas, que controlam a eutrofização artificial. As macrófitas possuem a capacidade de filtrar o ambiente aquático, inclusive sedimentos, absorver nutrientes e degradar microrganismos. Estas plantas, como também as algas que se proliferam com a grande quantidade de despejo de matéria orgânica, são formadoras de grande quantidade de biomassa e quando se decompõem, contribuem para o déficit de oxigênio dissolvido e formação de gás sulfídrico, esse gás é prejudicial á vida e é um dos responsáveis pelo baixo pH da água (Siqueira et al. 2011, Rivas et al. 2009).

Despejos orgânicos aumentam a concentração de matéria orgânica, que desencadeará proliferação de bactérias e conseqüentemente uma demanda maior de oxigênio por meio da respiração, a ausência de oxigênio dissolvido provoca a morte de seres aeróbicos, provocando processos anaeróbicos no ambiente que geram o mau odor característico causado pelo gás sulfídrico e a produção de gás metano, que é altamente nocivo para a atmosfera (Ribeiro 2010, Orssatto 2008).

Outro parâmetro importante são as medidas de pH que fornecem informações sobre a qualidade da água. Variações neste parâmetro são ocasionadas geralmente por consumo e também por produção de dióxido de carbono (CO₂), realizados por todos os organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração ou fermentação, produzindo ácidos fracos. A quantidade de matéria morta a ser decomposta influencia os valores de pH. O pH determina se a água é ácida, básica ou neutra (Farias 2011). Pode ser medido em escala de 0 a 14, sendo 0 para indicar condições de acidez, 7 neutro e 14 em águas básicas. O critério fixado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e pela legislação atual é que o pH esteja entre 6,5 e 9 para haver proteção da vida aquática e entre 6,5 e 8,5 para ser adequada ao abastecimento da população.

O CONAMA, considerando a necessidade de criar instrumentos para classificação das águas dos rios e controle da poluição, criou metas progressivas intermediárias obrigatórias para atender às necessidades da população para melhoria da qualidade da água. Esta classificação divide os corpos de água em águas doces (classes: 1, 2, 3 e 4), águas salinas (classes: especial, 1, 2 e 3) e águas salobras (classes: especial, 1, 2 e 3). No presente trabalho, os pontos estudados são de classificação água doce classe 4 (resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005) (Martins 2010).

Este trabalho é parte integrante do Projeto IPH - Índices de Poluentes Hídricos (IPH, 2012), desenvolvido desde 2010 pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul, que visa avaliar a quantidade de poluentes despejados nos corpos hídricos de São Caetano do Sul, dentre os parâmetros avaliados e monitorados no projeto, estão o teor de oxigênio dissolvido e o pH dos pontos selecionados dos rios e córregos do município. Desta maneira o presente trabalho contribuirá para a composição do Banco de Dados do Projeto IPH- Índice de Poluentes Hídricos, bem como iniciará uma série histórica de estudo destes corpos de água, que até a presente data não foi realizada, além das informações servirem como subsídios para as discussões de políticas públicas em recursos hídricos e outros estudos destes rios e córregos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo do comportamento dos padrões de oxigênio dissolvido e pH em rios e córregos urbanos do Município de São Caetano do Sul, no período de dois anos, e assim disponibilizar as informações para o banco de dados do Projeto IPH.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo

O estudo foi realizado no município de São Caetano do Sul, localizado no Planalto Atlântico, com área de 15. 185 km², situado a 12 km de São Paulo, seu território faz fronteiras com a própria capital (ao norte e oeste), São Bernardo do Campo (ao Sul e Sudeste) e Santo André (ao Sul e Leste). O clima da região é Tropical de Altitude, com temperaturas que oscilam entre 16° e 38°C, com chuva abundante no verão e inverno seco. A umidade relativa do ar é de 85% a 75%, as chuvas alcançam marcas médias de 1300 a 1800 mm/ano (Oliani, 2009)

A hidrografia do município é composta por dois rios: o Rio Tamanduateí, que demarca a divisa com a capital, o Rio dos Meninos que faz divisa com São Bernardo do Campo e São Paulo

e três córregos: o Córrego dos Moinhos que cruza a área do município e Córregos Utinga e das Grotas que estão no limite com Santo André (Marcondes et al. 2012).

O sistema de abastecimento de água e a coleta de esgoto do município atendem a totalidade da população do município e são operados pelo Departamento de Água e Esgoto (DAE) autarquia criada pela lei nº 1.813 de 19/12/1969. A água distribuída pelo DAE é fornecida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o esgoto coletado é encaminhado para Estação de Tratamento de Esgotos do ABC (São Caetano do Sul 2010).

Foram caracterizados e escolhidos os seguintes pontos de coleta: Rio dos Meninos (4 pontos), Rio Tamanduateí (3 pontos), Córrego Utinga (3 pontos), Córrego dos Moinhos (2 pontos) e Córrego das Grotas (1 ponto), pontos localizados próximo a indústrias e esgoto doméstico. Os pontos de coleta foram selecionados de acordo com os seguintes parâmetros: facilidade de coleta (foram escolhidos pontos que estavam acessíveis, para não colocar em risco o pesquisador/coletor), locais onde os rios estavam iniciando e terminando o seu trajeto na área do município de São Caetano do Sul, o tipo de ocupação da área (para caracterizar o espaço percorrido pelo rio ou córrego), e locais onde estes rios ou córregos não estavam em tubulações. Vale salientar que o córrego das Grotas possui apenas um ponto, pois é o único local possível de visualização e acesso.

A importância de uma variedade de pontos no mesmo corpo de água se dá pelo fato de que o trajeto de todos estes rios e córregos é marcado por uma série de elementos importantes como: Rio Tamanduateí, o ponto T4 fica em frente a uma distribuidora da Petrobras; Rio dos Meninos, o ponto M3 é a Foz do Ribeirão dos Couros, importante afluente deste rio e o ponto M5 passa por uma série de empresas entre elas uma grande indústria química. No Córrego Utinga existem áreas com vegetação e áreas que estão próximas a uma série de moradias irregulares e outras áreas próximas às empresas químicas. Os pontos podem ser visualizados na Figura 1.

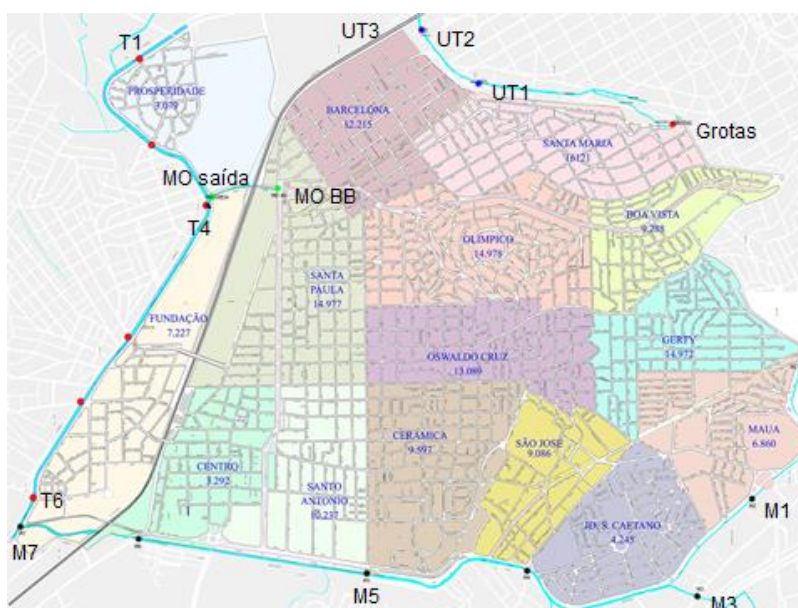


Figura 1. Pontos de coleta das amostras de água dos rios e córregos de São Caetano do Sul
Fonte: Projeto IPH (2012)

Tabela 1. Endereços e georeferenciamento dos pontos de coleta de água

Corpo de água	Endereço	Latitude	Longitude
Tamanduateí			
T1	Av. do Estado x R. Chipre (S. André-SP)	23.37.24	46.32.29
T4	Av. do Estado x R. Francisco Rebelo	23.36.24	46.33.57
T6	Av. do Estado x R. Mariano Pamplona	23.36.02	46.34.37
Meninos			
M1	Av. Guido Aliberti x R. Gal. Estilac Leal	23.38.57	46.34.13
M3	Av. Dr. Rudge Ramos, 1740	23.38.34	46.35.02
(Ribeirão dos Couros)			
M5	Av. Guido Aliberti x R. São Paulo	23.37.18	46.34.56
M7	Av. do Estado x C.M.P.V. Pref. Luis Tortorello	23.35.59	46.34.44
Córrego Utinga			
UT1	R. Alegre, 1340	23.37.37	46.32.52
UT2	Av. Goiás x Av. da Paz	23.37.32	46.32.48
UT3	Av. do Estado x R. Com. Júlio Pignatari	23.37.23	46.32.31
Córrego das Grotas			
G1	R. Gal. Humberto de A.C. Branco, 590	23.38.18	46.33.03
Córrego dos Moinhos			
MO BB (Bombeiros)	Av. Goiás, 2101 x Av. Pres. Kennedy	23.36.59	46.33.21
MO Saída	Av. do Estado, altura do n° 2714	23.36.44	46.33.23

Fonte: Projeto IPH (2012)

Caracterização dos rios e córregos estudados pelo tipo de ocupação

Rio Tamanduateí - Rio com extensão de 35 quilômetros, sua nascente está localizada no Parque da Gruta de Santa Luzia, na cidade de Mauá, percorre as cidades de Santo André, São Caetano do Sul e São Paulo e deságua no Rio Tietê. No trecho estudado, às margens da Avenida dos Estados, estão instaladas indústrias de tintas, oficinas mecânicas e de pintura de carros, galvanoplastia, algumas residências, hipermercados, indústria automotiva, distribuidora de combustíveis (Petrobras), área que era ocupada pelo complexo industrial Matarazzo, área contaminada por Hexaclorociclohexano (HCH) e Mercúrio, além disso, há um grande fluxo de automóveis, que emitem gás carbônico e monóxido de carbono.

Rio dos Meninos - O Rio dos Meninos também pode ser identificado como Ribeirão dos Meninos tem suas nascentes localizadas em São Bernardo do Campo, no Bairro Demarchi, percorre as cidades de São Paulo, São Bernardo do Campo, Santo André e São Caetano do Sul nos bairros Mauá, Jardim São Caetano, Cerâmica, São José, Santo Antônio, Centro e Fundação, e sua foz esta no rio Tamanduateí, e ao longo de seu trajeto, este rio é cercado por moradias como o conjunto habitacional Heliópolis, cemitério vertical, Faculdade de Engenharia Mauá, Shopping Park São Caetano, Indústria Química Braido e uma divisão da Indústria Química BASF, comércio de concreto (Concretex) e postos de combustíveis.

Córrego Utinga - O Córrego Utinga tem sua nascente localizada na cidade de Santo André. O ponto UT1 é o local onde este córrego aflora, o ponto UT2 abrange a Comunidade do Cigano onde há muita vegetação, um aglomerado de moradias que ocuparam irregularmente a área e mesmo em meio à poluição, existe grupos de pequenos guarus (peixes, que já são resistentes a poluentes) e o ponto UT3 recebe efluentes domésticos. O trajeto deste rio percorre áreas residenciais dos bairros Santa Maria e Barcelona, onde há uma empresa de pintura. Este córrego esta, a maior parte do seu trajeto, dentro de tubulações.

Córrego das Grotas - Sua nascente, localizada na divisa com a cidade de Santo André, está em meio a moradias no Bairro Santa Maria. O Córrego neste ponto esta cercado por

vegetação, porém recebe efluentes domésticos das residências do entorno. Ele junta-se com o Córrego Utinga em uma área ocupada por dutos da Petrobras.

Córrego dos Moinhos - Sua nascente esta localizada em São Caetano do Sul, no bairro Boa Vista, onde existem condomínios residenciais, às suas margens há os dutos de petróleo e unidade da Petrobras. Todo seu percurso ocorre dentro de tubulações sob a Avenida Presidente Kennedy, e aflora próximo ao corpo de bombeiros na Av. Goiás. Possui moradias ao longo de todo seu percurso e ao final, o Hospital Municipal de Emergências Albert Sabin e deságua (foz) no rio Tamanduateí.

Coleta e análise dos dados

As coletas foram realizadas durante dois anos, no período de julho de 2011 a julho de 2013, uma vez ao mês, obedecendo às normas estabelecidas pelo *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA 2005).

A metodologia utilizada para a coleta foi de amostragem simples, ou seja, é aquela coletada em uma única tomada de amostra e que o volume depende dos tipos de análises realizadas, e superficial, cabe ressaltar que de acordo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, as amostras de água superficial são consideradas aquelas que se encontram nos primeiros 30 cm da lâmina de água (Brandão et al. 2011). Vale salientar que esta metodologia foi determinada pelo fato de que nos rios estudados, a profundidade não ultrapassa 2,0 metros.

As coletas foram feitas com baldes plásticos autoclaváveis e as amostras colocadas em frascos plásticos, tanto os baldes como os frascos foram previamente preparados, ou seja esterilizados em autoclave e passados por protocolo de limpeza estabelecido pela Cetesb (2012) o que evita a contaminação. As amostras foram levadas ao Laboratório de Controle Físico-Químico e Microbiológico da Universidade Municipal de São Caetano do Sul, onde foram realizadas as análises. Em campo foi verificado a temperatura ambiente e a temperatura da água.

Para as análises foi utilizado o método de análise instrumental.

As medidas de pH foram feitas utilizando-se aparelho modelo Marte MB-10 com eletrodo de vidro e a análise de oxigênio dissolvido foi realizada utilizando-se oxímetro modelo Quimis – Q408-P com sonda utilizando membrana de teflon e medidas amperométricas nas amostras das águas dos rios e córregos estudados.

RESULTADOS

Rio Tamanduateí

Nos meses de novembro a janeiro de 2012, observou-se que houve um aumento significativo do teor de oxigênio dissolvido, que pode ter sido ocasionado devido às mudanças dos padrões climáticos, que foram marcadas por fortes chuvas que ocasionaram uma turbulência nas águas dos rios estudados e que como salientado por Pereira et al. 2010, os níveis de concentração do oxigênio dissolvido podem aumentar devido à essa turbulência na água, o que gera maior troca de oxigênio do ar e da água outro fator importante é a temperatura, porém o aumento da temperatura diminui a quantidade de oxigênio dissolvido.

Nas análises realizadas entre julho de 2011 a julho de 2013 os pontos que apresentaram níveis superiores ao ideal (2 mg/l O₂) foram os pontos T1 e T4. O ponto T1 em dezembro de 2012, com nível de 3 mg/l e em fevereiro de 2013 com nível de 2,1 mg/l e janeiro de 2012, com nível de 3,2 mg/l. O ponto T4 apresentou melhores resultados em dezembro de 2012 com nível de 3 mg/l e em janeiro de 2013 com nível de 3,2 mg/l. Sendo que os demais pontos apresentaram níveis inferiores ao permitido para esta classe, destacando-se os meses de julho de 2011 onde todos os pontos (T1, T4 e T6) apresentaram níveis próximos ou iguais a 0. No mês de outubro de 2011 o ponto T1 apresentou nível 0,3 mg/l e o T4 apresentou nível de 0,3 mg/l em abril de 2012, em maio de 2013 com nível de 0,2 mg/l o ponto T6 apresentou nível 0,2 mg/l em abril de 2012 e maio de 2013 nível de 0,3 mg/l (Figura 2).

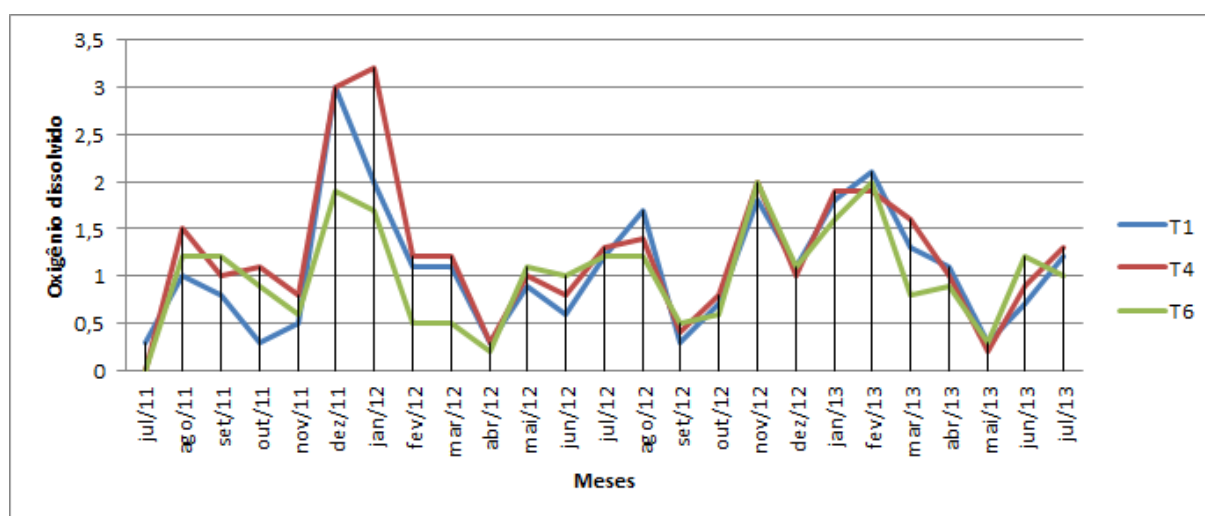


Figura 2. Nível de oxigênio dissolvido do Rio Tamanduateí entre os meses de julho de 2011 a julho de 2013

A análise dos níveis de pH apresentaram níveis dentro dos limites estipulados pelo CONAMA. Os meses que apresentaram maiores valores de pH, foram: julho de 2011 com o valor de 7,8 para o ponto T1, 7,5 para os pontos T4 e T6, em novembro de 2011 os pontos T1 e T4 apresentaram valor de pH igual a 8 e o ponto T6 igual a 7,5, dezembro de 2011 o ponto T1 apresentou valor 7,9, janeiro de 2012 o ponto que apresentou maior nível de pH foi o T1 com valor de 8,2 e maio de 2012 o ponto T6 com valor igual a 8. Pode-se destacar com nível mais baixo de pH os meses de fevereiro de 2012 o ponto T1 com nível 6,8 e o ponto T4 com nível de 6,9 e julho de 2012 com nível 6,7 no ponto T4 (Figura 3).

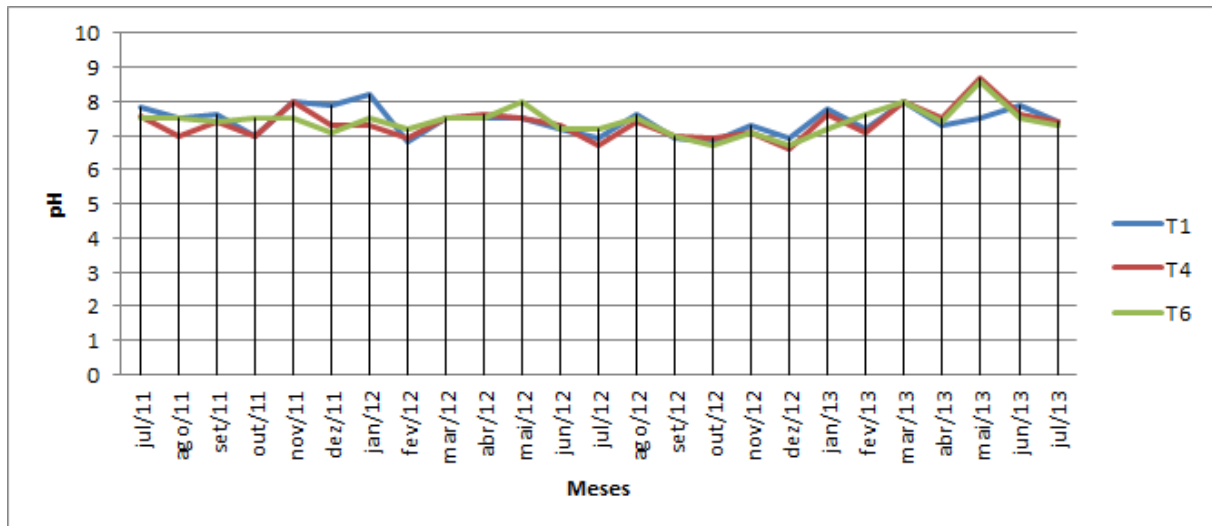


Figura 3. Nível de pH do Rio Tamandateí entre os meses de julho de 2011 à julho de 2013

Rio dos Meninos

Na análise de oxigênio dissolvido os meses que apresentaram maiores níveis foram os meses de dezembro de 2011 no ponto M1 com valor de 3,6, M3 Couros 2,9, M5 3,7 e M7 3,1. Janeiro de 2012 no ponto M1 com 2,1 e M5 com 2,2. Os pontos que apresentaram os níveis mais baixos foram julho de 2011 onde os pontos M1, M3 Couros e M5 apresentaram nível 0 de oxigênio dissolvido e M7 0,1. Nos meses de fevereiro e março de 2012 o ponto M1 apresentou nível 0,08. Junho de 2012 no ponto M1 e M3 Couros apresentaram valor de 0,2. Em maio de 2013 os pontos M5 valor de 0,1e M7 apresentou valor de 0,2 (Figura 4). As instalações e o grande número de moradia ao redor deste córrego podem ter influenciado nos baixos níveis de oxigênio dissolvido devido, a maior quantidade de esgoto doméstico e efluentes industriais lançados neste corpo de água.

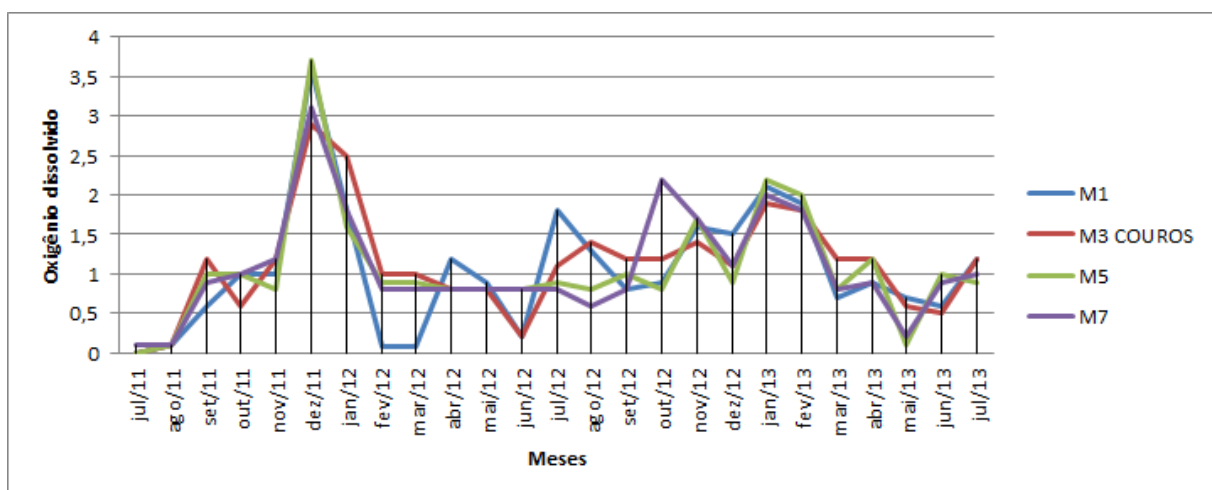


Figura 4. Nível de oxigênio dissolvido do Rio dos Meninos nos meses de julho de 2011 à julho de 2013

Na análise de pH pode-se observar que todos os pontos estão dentro dos parâmetros estabelecidos. Os pontos que apresentaram valores maiores são M5 em janeiro de 2012 com valor de pH igual a 9 e M1 com 8,6 em fevereiro de 2013. No mês de janeiro, fevereiro e maio de

2013, os pontos M1, M7 apresentaram valores de 8,1. Os pontos que apresentaram menores valores foi o M3 em fevereiro 2012 valor de 6,6 e fevereiro de 2013 com valor de 6.3 (Figura 5).

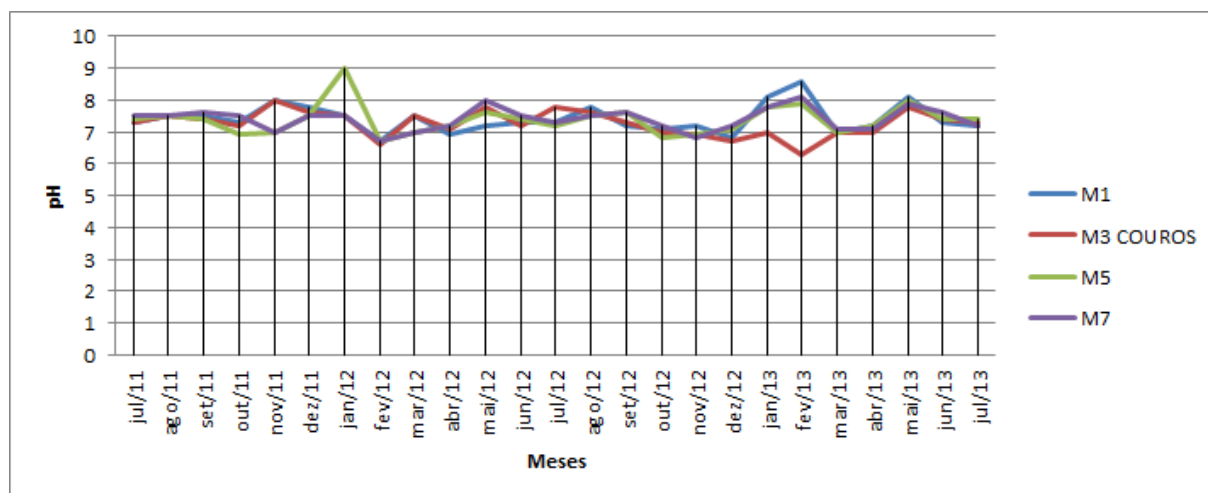


Figura 5. Nível de pH do Rio dos Meninos nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

Córrego Utinga

Na análise de oxigênio dissolvido, houve variação dos níveis no ponto UT2 com maior valor de 9,5 em dezembro de 2011 e o menor valor de 0,1 no mês de julho de 2011. Nos pontos UT1 e UT3, nos mês de julho de 2011 o nível de oxigênio dissolvido foi 0 e o maior valor obtido no ponto UT1 foi 6,6 e no ponto UT3 4,9 (Figura 6).

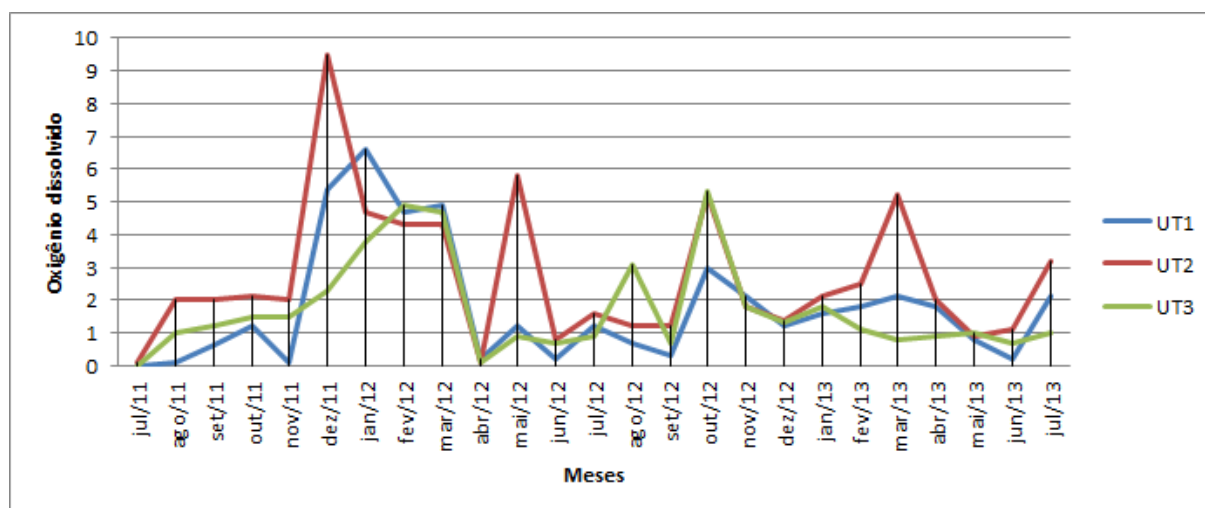


Figura 6. Nível de oxigênio dissolvido do Córrego Utinga nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

Neste Córrego, todos os resultados dos níveis de pH encontram-se dentro dos valores de referência estabelecidos pelo CONAMA com o menor valor de 6,3 no ponto UT1 em fevereiro de 2012 e maior 8,8 no ponto UT3 no mês de maio de 2013, com exceção do valor referente ao mês de maio de 2013 no ponto UT1 com 9,1 este valor alto pode significar um aumento do fluxo de água (Figura 7).

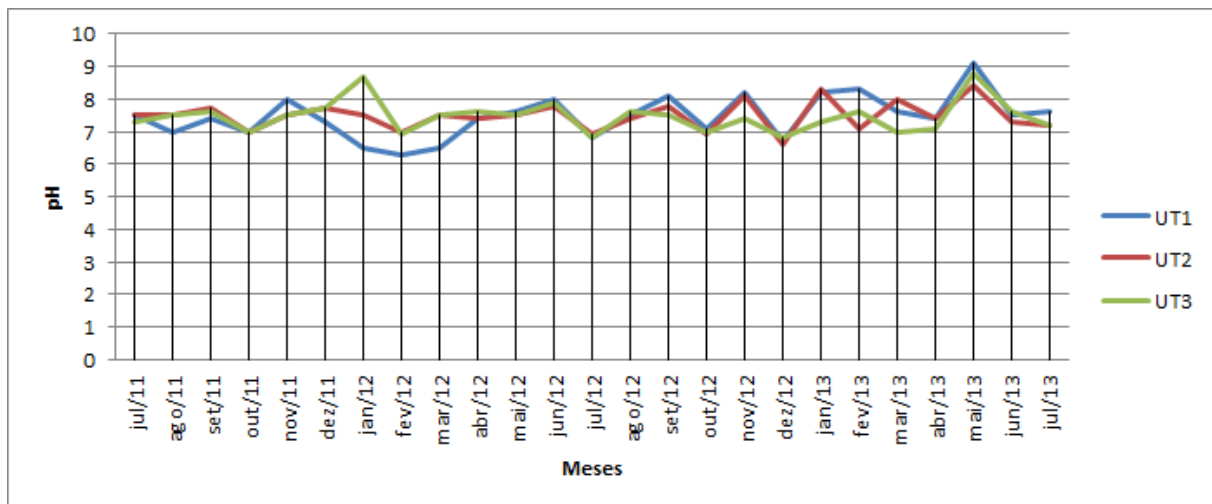


Figura 7. Nível de pH do Córrego Utinga nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

Córregos das Grotas

Neste córrego, o oxigênio dissolvido se manteve dentro dos padrões estabelecidos, com exceção dos meses de outubro e dezembro de 2012 e março de 2013 com valores próximos de 1 mg/l. Pode-se destacar os meses de dezembro de 2011 e janeiro de 2012 como os meses em que o teor de oxigênio dissolvido obtiveram valores mais elevados: 6,5 mg/l e 7,2 mg/l consecutivamente (Figura 8).

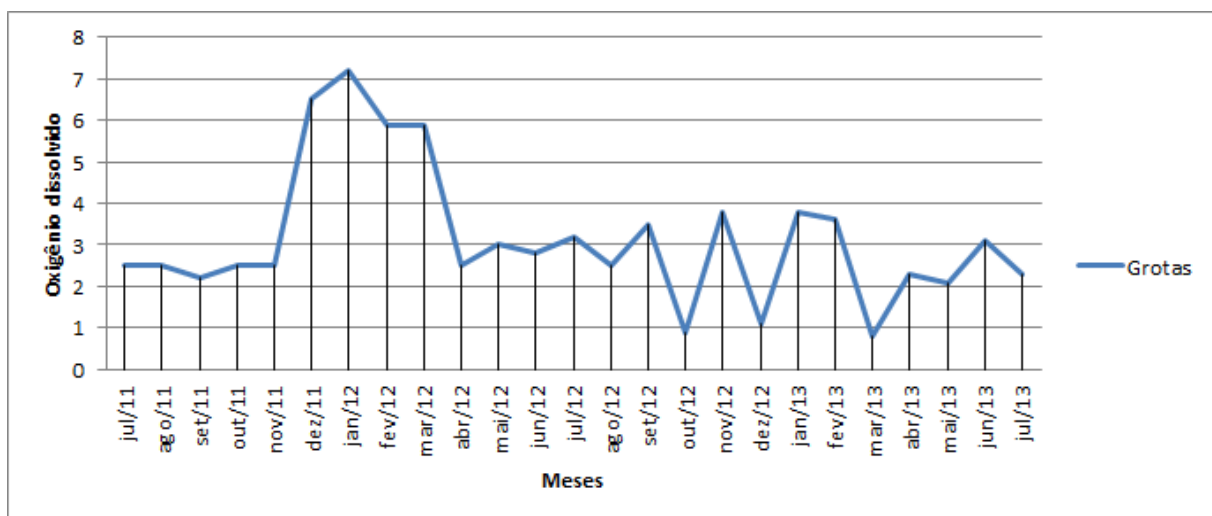


Figura 8. Nível de oxigênio dissolvido do Córrego das Grotas nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

Na análise de pH deste Córrego, apenas dois meses apresentaram valores inferiores aos estabelecidos pelo CONAMA, com valores de 5,5 no mês de julho de 2011 e 5,6 no mês de junho de 2013. No mês de janeiro de 2012 obteve-se o nível mais alto, com pH 8,4 que pode ter ocorrido devido ao grande número de residências ao redor e possível despejo de saneantes (Figura 9).

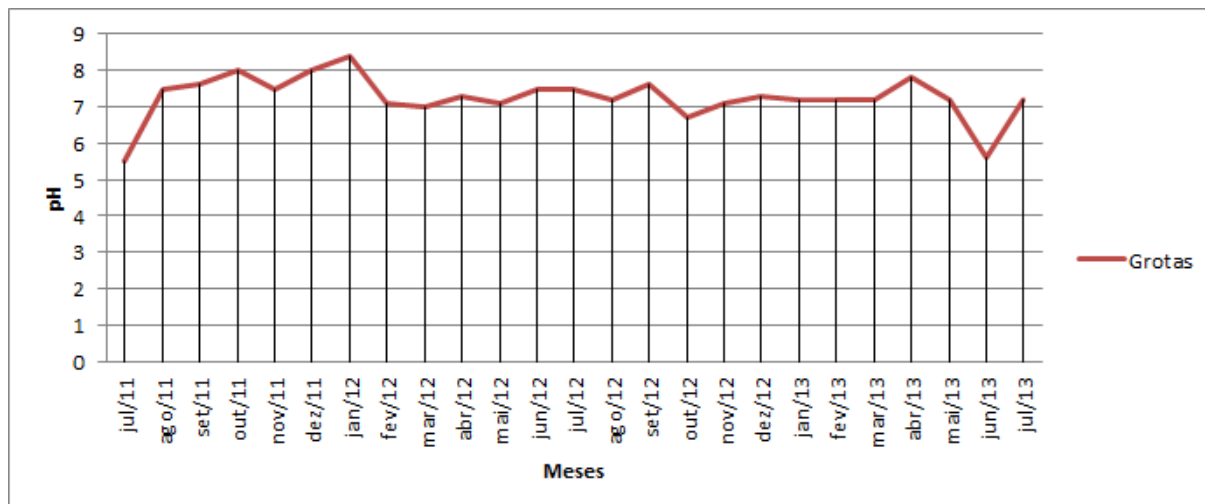


Figura 9. Níveis de pH do Córrego das Grotas nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

Córrego Moinhos

As análises de oxigênio dissolvido feitas no córrego Moinhos apresentou de modo geral baixos níveis de oxigênio dissolvido, a maioria dos resultados foram abaixo de 2 mg/l. Os resultados que apresentaram níveis superiores a 2 mg/l de oxigênio dissolvido foram os meses de janeiro de 2012 com 3,6 mg/l no ponto MO saída e 3,4 no ponto MO BB. Os pontos monitorados nos meses de outubro e 2012, dezembro de 2012 e janeiro de 2013 apresentaram valores que variam de 2 mg/l a 2,2 mg/l.

Entre os meses que apresentaram os piores resultados de oxigênio dissolvido pode-se destacar os meses de fevereiro e março de 2012 onde os pontos MO saída e MO BB apresentaram resultados semelhantes de um mês para o outro, com 0,7 mg/l para o ponto MO saída e 0,6 mg/l para o ponto MO BB (Figura 10).

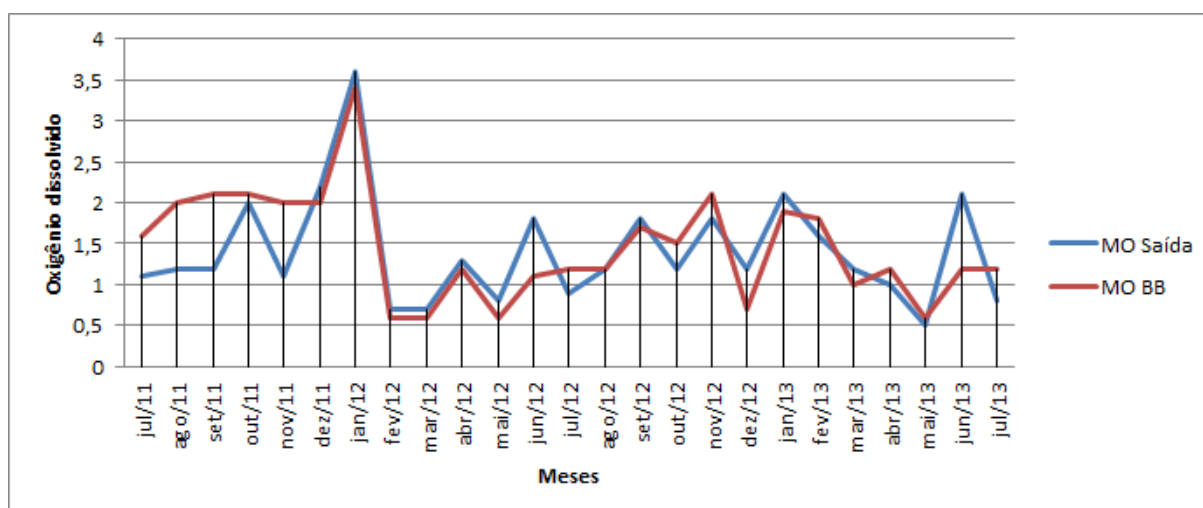


Figura 10. Níveis de oxigênio dissolvido do Córrego dos Moinhos nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

Na análise de pH deste córrego, pode-se observar que todos os pontos mantiveram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA. Pode-se destacar com nível mais elevado o mês de maio de 2013 com pH 8,6 no ponto MO BB, e em fevereiro de 2012 pH 6,8 com o nível

mais baixo no ponto MO BB. No ponto MO Saída, foi obtido como valor mais elevado pH 8 e mais baixo 6,3 nos meses novembro de 2012 e janeiro e fevereiro de 2013 (Figura 11).

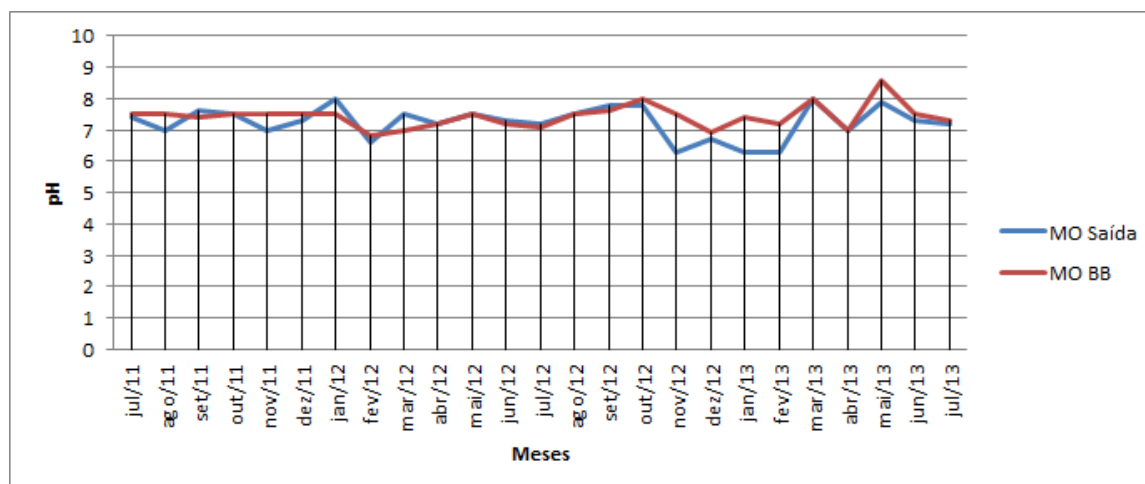


Figura 11. Níveis de pH do Córrego dos Moinhos nos meses de julho de 2011 a julho de 2013

DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se perceber que a variação do oxigênio dissolvido não foi um fator que influenciou a variação do pH, pois este parâmetro se manteve estável durante o período do estudo.

Existem vários fatores que podem fazer o pH oscilar, entre eles está a introdução do CO₂ da atmosfera, é interessante verificar que os rios e córregos estudados estão em áreas urbanas e as margens de avenidas de grande movimento, o que disponibiliza para atmosfera grande quantidade de CO₂. Em estudo realizado por Souza et al. (2008), os resultados foram muito semelhantes, quando realizados com amostras de superfície, ou seja manteve-se entre 6,5 e 7,3. Isso demonstra que na superfície as influências ambientais descritas podem manter os valores de pH mais elevados.

O autores Pinto et al. (2010), Souza et al. (2008) e Pivelli et al. (2005), descrevem que devido ao lançamento de esgoto nas águas dos rios, há aumento de proliferação de algas que são formadoras de grande quantidade de biomassa e quando entram em decomposição, contribuem para a diminuição do teor de oxigênio dissolvido e formação de gás sulfídrico, que é responsável pelo baixo pH da água. Como explicado anteriormente, as pesquisas realizadas pelo Projeto IPH (Projeto IPH, 2012), demonstram que não existe a incidência destas algas nestes corpos de água, o que pode ser um fator importante para que não exista alteração deste parâmetro e o que o mantém sempre entre 6,0 – 7,8 pode-se inferir que seja realmente pela retirada de CO₂ atmosférico.

Os resultados também demonstram que não houve alterações significativas entre um ponto do mesmo corpo de água para o outro, ou seja, a região em questão não tem uma contribuição efetiva para a alteração tanto de pH, como de oxigênio dissolvido. Este fato demonstra que para estes parâmetros talvez não houvesse a necessidade de uma quantidade tão grande de pontos de coleta, como explica o trabalho de Pinto et al. (2010), não existe a necessidade de

muitos pontos de coleta quando as características das ocupações no entorno do corpo de água são repetitivas, como é o caso dos rios e córregos estudados neste trabalho.

Nos meses em que os níveis de oxigênio dissolvido encontram-se fora do padrão estabelecido no artigo 17 da resolução CONAMA 357/2005 que estabelece para rios de classe 4 teor de oxigênio dissolvido superior a 2 mg/l, como ocorreu no Rio Tamanduateí, Rio dos Meninos e Córrego Utinga, pode-se inferir que esta variação foi ocasionada devido às estações de cheias (com fortes chuvas) e de seca (com um tempo longo de estiagem). Estes fatos são observados também em estudos realizados por Souza et al. (2008), Farias (2011), Jansen et al. (2008) e Orssato (2008) em que os períodos chuvosos e os períodos de seca influenciaram a quantidade de oxigênio dissolvido, principalmente na superfície como é o caso deste estudo.

Esse fato se deve ao que já foi descrito anteriormente, ou seja, que os níveis de concentração do oxigênio dissolvido podem aumentar devido à turbulência na água, o que gera maior troca de oxigênio do ar e da água e em contra partida a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido pode ser ocasionada devido a atividades humanas como o lançamento de esgoto bruto (Pereira et al. 2010, Ascencio 2008). Todos estes fatores foram testemunhados durante os dois anos de estudo realizados.

No Córrego Utinga, pontos importantes devem ser observados como o UT2, mesmo sendo um trecho pequeno, por ser um local com grande quantidade de vegetação (mesmo não sendo nativa) e ocupação irregular (comunidade do Cigano) muito adensada, possui níveis elevados de oxigênio dissolvido e neste mesmo córrego, em meses de pouca chuva obteve-se um resultado contrário. Vale lembrar que de alguma maneira forma-se um bolsão de água com maior teor de oxigênio dissolvido nos locais de maior concentração de vegetação. A vegetação é um fator primordial para a manutenção não só da qualidade da água como também para a garantia de manutenção do talude do corpo de água.

É importante destacar que o Córrego dos Moinhos, que tem sua nascente em São Caetano do Sul e sua foz no Rio Tamanduateí, comporta-se de forma semelhante aos outros corpos de água estudados, mesmo sem as outras interferências que os grandes rios enfrentam, pode-se inferir que este córrego encontra-se em situação muito parecida no que se refere ao despejo de efluentes.

CONCLUSÃO

Pode-se inferir pelos resultados obtidos que a técnica utilizada mostrou ser satisfatória. Conclui-se que os níveis de pH se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente e que o teor de oxigênio dissolvido sofreu influência dos fatores externos como clima, vegetação e poluição. É importante salientar que outros estudos devem ser efetuados para que um índice possa ser estabelecido.

REFERÊNCIAS

APHA. Standard methods for examination of water and wastewater; 2005.

Agência Nacional de Águas. Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas [internet]. 2009 [acesso em 2012 abr 26]. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexQA.aspx>

Alvarado JJ, Aguilar JF. Batimetría, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto em aguas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 2009; 57(1): 19-29.

Ascencio MTL. Evaluación de la afectación de la calidad del agua em cuerpos de agua superficiales y subterráneos por efecto de la variabilidad y el cambio climático y su impacto em la biodiversidad agricultura, salud, turismo e indústria. [internet] 2008 [acesso em 2014 abr 22]. Disponível em: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/ev_calidad_agua_cc

Blume KK, Macedo JC, Meneguzzi A, Silva LB, Quevedo DM, Rodrigues MAS. Water quality assessment as the Sinos River, Southern Brazil. *Braz J Biol.* 2010;70(4):1185-193.

Campanha MB, Melo CA, Moreira AB, Ferraresi RFMS, Tadini AM, Garbin EV, Bisinoti MC, Filho ERP. Variabilidade espacial e temporal de parâmetros físico-químicos nos Rios Turvo, Preto e Grande no Estado de São Paulo, Brasil. *Quím Nov.* 2010;33(9):1831-1836.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Relatório de águas superficiais do Estado de São Paulo. [internet] 2012 [acesso em 2012 abr 25]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-/relatorios>

Farias MSS. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo: parâmetros físico-químicos. *GERPROS. Gestão da produção, operações e sistemas.* 2011;6(1):161-170.

Jansen JG, Schulz HE, Lamon AW. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. *Eng Sanit Ambient.* 2008;13(3):278-283.

Marcondes MA, Rios LG, Santos AB, Lopes FA, Santos KF, Larizzatti PSC, Soares MD. IPH – Índice de Poluentes Hídricos; Como subsídio para políticas em áreas urbanas – mobilização e desenvolvimento metodológico In: IX Encontro Nacional de Água Urbanas, UFMG: Belo Horizonte, MG. 2012.

Martins L. Análise da viabilidade técnico-econômico-ambiental da operação do sistema elevatório Tietê-Billings no suprimento de água e eletricidade na Região Metropolitana de São Paulo. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. 2010.

Monteiro TR, Oliveira LG, Godoy BS. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico bmwp' à Bacia do Rio Meia Ponte – GO. *Oecol Brasil.* 2008;12(3):553-563.

Oliani HBS. Plano Municipal de Saúde 2010 – 2013. Secretaria de Saúde de São Caetano do Sul -. 2009; 11p.

Orssatto F. Avaliação do oxigênio dissolvido do Córrego Bezerra a montante e a jusante de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel, Paraná. *Rev Bras de Bioci.* 2008; 6(1):27-28.

Pereira LCC, Monteiro MC, Guimarães DO, Matos JB, Costa RM. Seasonal effects of wastewater to the water quality of Caeté River estuary, Brazilian, Amazon. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 2010;82(2):467-478.

Piedras SRN, Bager A, Moraes PRR, Isoldi LA, Ferreira OGL, Heemann C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade da água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. *Ciênc Rur.* 2006;36(2):495-500.

Pinto, AL, Oliveira, GH, Pereira, GA. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. *Rev Ceomae.* 2010;1(1):69-82.

Pivele, RP. Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos/RP. Piveli, MT Kato – São Paulo: ABES, 2005. P.X 285.

Projeto IPH - Índice de Poluentes Hídricos.[internet]. 2012 [acesso 2012 abr 28]. Disponível em: <http://projetoiph.blogspot.com.br/search/label/O%20projeto>

Rivas Z, Sanchez J, Troncone F, Marquéz R, Medina HL, Colina M, Gutiérrez E. Nitrogênio e fósforo totales de los ríos tributários al sistema Lago de Maracaibo, Venezuela. *Interiencia.* 2009; 34(5):308-314.

Ribeiro EV. Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora – MG: índice de contaminação. *Geonomos.* 2010; 20(1):49-63.

São Caetano do Sul - Decreto Nº 10.042 de 27 de abril de 2010. São Caetano do Sul: Prefeitura Municipal; 2010.

Santos MLP, Santos JS, Santos JR, Oliveira LB. Efeitos dos escoamentos urbanos e rurais na qualidade das águas do Córrego Verruga em Vitória da Conquista – BA, Brasil. *Quím Nov.* 2008; 31(8):1997-2003.

Salomoni SE, Rocha O, Hermany G, Lobo EA. Application of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí River, RS, Brazil. *Braz J Biol.* 2011; 71(4):949-959.

Silva FL, Rodrigues PFM, Talamoni JLB, Ruiz SS, Andreo M, Bueno SF, Bochini GL. Bioindicadores da qualidade da água: subsídios para um projeto de educação ambiental no Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP. *Rev Ciênc Ext.* 2009; 5(1):94.

Silva AEP, Angelis CF, Machado LAT, Waichaman AV. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amaz.* 2008; 28(4):733-742.

Siqueira LFS, Rojas MOAI, Neto JJGC, Barbieri R. Bioensaio e estudo da decomposição de *Ruppia marítima* L, da Laguna da Jansen, São Luís – MA, Brasil. *Rev Acta Tec.* 2011; 6(1):63-72.

Soofiani NM, Hatami R, Hemami MR, Ebrahimi E. Effects of trout farm effluent on water quality and the macrobenthic invertebrate community of the Zayandeh – Roud River, Iran. *N Am J Aquac.* 2012; 74(2):132-141.

Souza, FFP, Nascimento, EL, Menezes, JM, Miyai, RK. Comportamento da temperatura, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio, pH, vazão afluente e defluente do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Samuel – Candeias do Jamari – RO – Brasil. 48º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro – RJ. 2008. disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/3/3-237-4663.htm>, acesso em janeiro de 2014.

Vasco NA, Brito FB, Pereira APS, Mello AVJ, Garcia CAB, Nogueira LC. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. *An Interd J Appl Sci.* 2011; 6(1):118-130.