

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE APUCARANA - PR

Cirdelene Sincoski Rubilar*, Ana Cláudia Ueda

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Apucarana. E-mail: lene_sinki@hotmail.com

RESUMO

Foram realizadas análises físico-químicas de pH, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, nitrito, nitrato, sulfato, fosfato, cloreto e dureza nas águas dos corpos d'água presentes em parques do Município de Apucarana, localizado na região norte do Paraná com o objetivo de verificar a qualidade e a potabilidade das águas no Parque da Redenção, que pertence a bacia hidrográfica do Pirapó, no Parque da Raposa, pertencente a bacia hidrográfica do Tibagi, e no Parque do Lago Jabuti, que faz parte da bacia hidrográfica do Ivaí. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 e com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. No Parque da Redenção a presença de nitrato caracteriza que houve poluição remota, possivelmente por descarga de esgoto; o fosfato encontrado no Parque da Redenção e no Parque da Raposa indica poluição por dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, fertilizantes, esgotos domésticos e/ou industriais, detergentes e excrementos de animais. No Parque da Raposa a presença de sulfato em grande quantidade também indica poluição devido a decomposição de matéria orgânica. No Parque do Jabuti também foram encontradas altas concentrações de fosfatos. Esta caracterização é importante, pois, apesar destas águas não serem utilizadas para abastecimento público, são desenvolvidas atividades que podem colocar em risco a saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, parques públicos, poluição hídrica, análises físico-químicas.

INTRODUÇÃO

A água é um bem público e uma condição essencial de vida a todo ser humano, animal ou vegetal. Cada continente, povo, região, cidade, e cada cidadão é plenamente responsável por esse bem do patrimônio do planeta. O equilíbrio do eco sistema e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e dos seus ciclos para garantir a continuidade da vida sobre a Terra e estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2012).

Pessuti (2010) ressalta que “É evidente a necessidade do uso racional e consciente na utilização dos recursos hídricos para garantirmos a sobrevivência do planeta Terra às futuras gerações. O planejamento, neste contexto também se faz necessário para prevermos o potencial hídrico do estado e a capacidade de uso (PESSUTI, 2010, p. 6)”.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA (2010) define que “a bacia hidrográfica é uma região geográfica limitada por um divisor de águas (terreno mais elevado), que direciona as águas da chuva (precipitação) de uma área mais alta para uma mais baixa, formando a partir de vários afluentes, um curso de água principal”.

O uso e ocupação da terra causam modificações ambientais em rios, lagos, mananciais e lençóis freáticos. Segundo Cogo e Levien (2002), as atividades agrícolas em nosso país foram implementadas com a contribuição de vários povos. Os índios por viverem em caráter nômade, sobreviviam com uma agricultura mínima manejando o meio em que habitavam de acordo com suas necessidades. Os fazendeiros criadores de gado manejavam o solo para a alimentação de seus animais segundo a disponibilidade forrageira, porém sem grandes intervenções. As primeiras grandes explorações do uso de terras para a agricultura acorreram com o cultivo da cana-de-açúcar e o café, mesmo sem o uso de tratores e máquinas, pois inicialmente eram empregados forças humanas e animais, estas atividades foram interferências marcantes no manejo do solo e água (COGO e LEVIEN, 2002, p.63).

Com o crescimento populacional ocorreu uma urbanização descontrolada e aumento excessivo do consumo de água para uso doméstico, uso agrícola e industrial que uma vez utilizados, são lançados de volta ao meio ambiente contendo muitas vezes substâncias contaminantes, matéria orgânica, produtos químicos podendo conter metais pesados, e diversos poluentes que causam impactos desastrosos aos mananciais e lençóis freáticos (COGO e LEVIEN, 2002, p.63).

A quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas são reflexos da forma de uso, o tipos de solo e relevo, a vegetação local, o desmatamento, a presença de cidades e as atividades humanas ali existentes, é uma relação de causa-

efeito, pois estas exercem grande pressão sobre os recursos naturais que compõem uma bacia hidrográfica (CBH – PARANAPANEMA, 2012).

O Estado do Paraná possui 16 bacias hidrográficas, sendo a Bacia Litorânea, Bacia do Ribeira, Bacia das Cinzas, Bacia do Iguçu, Bacias do Paraná 1, 2 e 3, Bacia do Tibagi, Bacia do Ivaí, Bacia do Piquiri, Bacia do Pirapó, Bacia do Itararé, Bacias do Paranapanema 1, 2, 3 e 4 (CBH – PARANAPANEMA, 2012).

REFERENCIAL TEÓRICO

Recursos hídricos no município de Apucarana

O município de Apucarana está localizado na região norte do Paraná com as coordenadas geográficas -23.55° Latitude e -51.46 Longitude (23° 33' 5" Sul, 51° 27' 41" Oeste), a área total municipal é de 558 km², a população é de 120.919 habitantes, o clima é subtropical úmido e seu bioma é da Mata Atlântica (APUCARANA, 2012).

No município os cursos d'água fazem parte das bacias hidrográficas do Pirapó ao Norte, do Tibagi a Leste que são mananciais de abastecimento e do Ivaí ao Sul. As três bacias apresentam predomínio de ocupação em zonas rurais (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA, 2012).

Os parques municipais da Redenção, Raposa e Jabuti estão presentes em três bacias hidrográficas distintas, localizados respectivamente na bacia do Pirapó, Tibagi e Ivaí (WIKIMAPIA apud GOOGLE, 2011). Todos os corpos d'água das três bacias estão enquadrados na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 com algumas exceções mas nenhuma delas em Apucarana (CBH – PARANAPANEMA, 2012).

Características físico-químicas da água

Espera-se que a água seja transparente, sem cor e odor, mas em ambiente natural ela contém, geralmente, diversos componentes provenientes do meio ambiente ou que também pode ser introduzidos por atividades humanas. Para caracterizar uma água são determinados vários parâmetros indicadores da qualidade, tais parâmetros analisam aspectos físicos, químicos e biológicos (MOTA, 2010).

Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico representa o equilíbrio entre íons H⁺ e íons OH⁻ com escala de variação de 7 a 14 indicando se a água é ácida com pH inferior a 7, neutra com pH igual a 7 ou alcalina apresentando pH superior a 7 (MOTA, 2010).

O pH da água depende de sua origem e características naturais, embora pode ser alterado por diversos fatores como a presença de esgoto doméstico e industrial, oxidação de matéria orgânica, poluentes atmosféricos (chuva ácida) ou por diversos tipos de resíduos. Como consequência da alteração do pH pode ocorrer efeitos negativos sobre a fauna e flora local, prejuízos à agricultura, influencia no processo de tratamento da água. O pH ácido torna a água corrosiva e a água alcalina forma incrustações em tubulações (MOTA, 2010).

A medição do pH pode ser realizada facilmente por meio do aparelho pHmetro ou por métodos colorímetro. O pHmetro mede a diferença de potencial elétrico entre um eletrodo e a solução. Um eletrodo para pH consiste em um tubo com uma fina membrana de vidro e uma solução ácida (geralmente HCl) no interior. A membrana, separando duas soluções com pH diferentes, gera uma diferença de potencial definida pela equação de Nernst (RICHTER, 2009).

A medição no pHmetro exige regulagem e calibração correta do aparelho para não ocorrer erros na leitura (RICHTER, 2009).

Oxigênio dissolvido

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar possíveis impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

A água em condições normais contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e temperatura, baixos teores indicam a decomposição de matérias orgânicas por microrganismos aeróbios, pois estes consomem e reduzem o oxigênio presente na água (MOTA, 2010).

Águas subterrâneas podem ser deficientes de oxigênio dissolvido mesmo não estando poluídas, pois pode ser consumido pela oxidação de minerais dissolvidos na água. O oxigênio dissolvido é fundamental para a sobrevivência dos seres aquáticos aeróbios como os peixes (MACÊDO, 2007).

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade da água em conduzir a eletricidade, é definida como o recíproco da resistividade. Ela depende da concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas (ânions e cátions) e pode variar de acordo com a temperatura. Quanto mais íons estão presentes na água, maior é a corrente e maior a condutividade, portanto é menor a resistividade (RICHTER, 2009).

A determinação da condutividade pode ser feita através do método eletrométrico, utilizando-se um condutivímetro digital. A unidade de condutância no Sistema Internacional de Unidades (S.I.), é reportada como Siemens por metro (S/m). Entretanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente o microsiemens por centímetro, $\mu\text{S cm}^{-1}$ (RICHTER, 2009).

A maior parte das substâncias dissolvidas na água se encontra na forma iônica e o parâmetro condutividade não determina, especificamente, quais os íons presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram no corpo hídrico ocasionados geralmente por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc (DEBERDT, 1997).

Turbidez

Turbidez é a presença de matéria em suspensão na água resultando na alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão provocando sua difusão e absorção (RICHTER, 2009).

Para quantificar a turbidez, utilizam-se equipamentos denominados nefelômetros. Utilizando uma célula fotoelétrica, mede-se a quantidade de luz dispersa através da amostra de água a 90° da luz incidente. A escala de medição é calibrada com padrões conhecidos permitindo medir valores baixos como 0,1 UNT (unidades nefelométricas). A dispersão da luz causada pela turbidez pode ser descrita pela lei de Raleigh (RICHTER, 2009).

A turbidez pode ser interpretada como uma medida indireta da quantidade de sólidos em suspensão, e, portanto é útil no controle do tratamento de água potável, em que a quantidade de sólidos em suspensão é geralmente baixa. Entretanto o tamanho e a concentração das partículas têm grandes influências na medição da turbidez (RICHTER, 2009).

Nitrato e nitrito

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento das algas, porém em grandes quantidades pode acarretar o problema de eutrofização do lago ou represa. Nos recursos hídricos o nitrogênio pode se apresentar de diversas formas como nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), nitrogênio molecular (N_2) e nitrogênio orgânico (MACÊDO, 2007).

O nitrogênio amoniacal pode ser encontrado nas águas em forma de amônia (NH_3) ou de íon amônio (NH_4^+), a amônia é oxidada a nitrito e após a nitrato através das bactérias nitrosomonas. A presença do nitrogênio amoniacal e orgânico indica poluição recente por descarga de esgoto, já os nitratos indicam poluição remota, pois estes são o produto final da oxidação (MACÊDO, 2007).

Fosfato

O fósforo é um elemento indispensável para o crescimento das algas, porém em grandes quantidades pode acarretar o problema de eutrofização de um recurso hídrico. É também elemento essencial para o crescimento das bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Pode ser encontrado na água em forma de ortofosfatos (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$), polifosfato e fósforo orgânico (MACÊDO, 2007).

As principais fontes de fósforo são dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (MOTA, 2010).

Sulfato

Os sulfatos presentes na água doce, geralmente apresentam concentração de 2 mg/L a 150mg/L, não sendo recomendado que exceda 250 mg/L em sistemas públicos de abastecimento, pois em concentração superiores atua como laxante e associado a íons de cálcio e magnésio promove dureza permanente na água podendo ser um indicativo de poluição em fase de decomposição de matéria orgânica além disso altas concentrações prejudicam a resistência de concretos (RICHTER, 2009).

Cloreto

Os cloretos geralmente provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar. São encontrados em águas naturais em níveis baixos, altas concentrações além de conferir sabor salino e propriedades laxativas, caracterizam a presença de esgotos domésticos aumentando a corrosividade da água (MACÊDO, 2007).

O íon Cl^- tem origem em sais muito solúveis e geralmente está associado ao sódio (Na^+) principalmente em águas salobras. Em águas doces, a quantidade de cloretos pode variar até cerca de 250 mg/L, valor que coincide com o máximo recomendado pelos padrões de potabilidade (RICHTER, 2009).

Dureza

É a característica conferida a pela presença de alguns íons metálicos bivalentes, principalmente os de cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}) e em menor grau os de ferro (Fe^{++}) e de estrôncio (Sr^{++}). A dureza é conhecida pela sua propriedade de impedir a formação de espumas com o sabão, os sais de cálcio e magnésio reagem sobre os radicais dos ácidos graxos dos sabões formando compostos insolúveis antes da formação da espuma (RICHTER, 2009).

Do ponto de vista da saúde pública, não há objeções ao consumo de águas duras, pelo contrário, alguns pesquisadores encontraram correlação entre águas moles e algumas doenças cardíacas, verificando-se um menor índice de pessoas com problemas vasculares em regiões de águas moles do que em áreas de águas duras (RICHTER, 2009). Porém pesquisas realizadas na Inglaterra mostram que a presença de sais de cálcio na água, possibilita o surgimento da ameba *Acanthamoeba* causadora da ceratite infecciosa e podendo provocar a cegueira (MACÊDO, 2007).

Para reduzir a dureza, pode-se submeter a água a processos de abrandamento por precipitação ou desmineralização por troca iônica (RICHTER, 2009).

Dureza é expressa em mg/L de CaCO_3 e pode ser classificada em termos do grau de dureza conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das águas segundo a dureza. Fonte: RICHTER, 2009.

| Água | Dureza (mg/L em CaCO_3) |
|------------------|-----------------------------------|
| Moles ou brandas | < 50 |
| Dureza moderada | 50 – 150 |
| Duras | 150 – 300 |
| Muito duras | > 300 |

As durezas são classificadas distintamente em:

- Dureza temporária - Denominada temporária ou de bicarbonatos, é fonte da maioria dos problemas envolvendo sais de cálcio e magnésio, pois os bicarbonatos destes sais, por meio da ação do calor ou reação com substâncias alcalinas, provocam a formação de carbonatos que são insolúveis e precipitam formando incrustações em tubulações (MACÊDO, 2007).
- Dureza permanente - A dureza permanente deve-se a presença de sulfatos ou cloretos de cálcio ou magnésio em solução. O calor não tem ação sobre esse tipo de dureza que é influenciada somente pelas substâncias alcalinas (MACÊDO, 2007).

Classificação das águas doces de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005

No país, as classes de corpos de água são estabelecidas nos termos da legislação ambiental, a Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre estas classificações e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (CONAMA, 2005).

A classificação de um corpo hídrico visa assegurar às águas, qualidade compatível com os usos a que forem destinadas, assegurando o direito ao uso dos recursos hídricos (CONAMA, 2005).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe no capítulo II a classificação dos corpos de água, na seção I artigo 4º apresenta a classificação das águas doces em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e a atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Condições e padrões de qualidade das águas doces

De acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas todos os corpos d'água das três bacia estão enquadrados na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, por esse motivo abaixo é apresentado as condições e padrões de qualidade de água da Classe 1 e 2.

O capítulo III seção II dispõe das condições e padrões de qualidade das águas doces (CONAMA, 2005).

Classe 1

No artigo 14 as águas de classe 1 devem apresentar as seguintes condições e padrões (CONAMA, 2005):

I - condições de qualidade de água:

- a) não comprovação de efeito tóxico crônico a organismos verificado por realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) materiais flutuantes inclusive espumas não naturais: não perceptível pela visão;
- c) óleos e graxas: não perceptível pela visão, olfato ou paladar;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: não perceptível pelo olfato ou paladar;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: não perceptível pela visão, olfato ou paladar;
- f) resíduos sólidos objetáveis: não perceptível pela visão, olfato ou paladar;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274/2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido o limite de 200 coliformes por 100 mL em 80% ou mais, de no mínimo 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral;
- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

Tabela 2 - Classe 1 das águas doces. Fonte: Adaptado de CONAMA, 2005, p 7.

| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
|------------------------|-------------------------|
| Cloreto total | 250 ppm Cl |
| Fósforo total | 0,020 ppm P |
| Nítrito | 1,0 ppm N |
| Nitrato | 10,0 ppm N |
| Sulfato total | 250 ppm SO ₄ |

Classe 2

O artigo 15 aplica-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, a exceção do seguinte (CONAMA, 2005):

- a) não é permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- b) coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário devesa ser obedecida a Resolução CONAMA 274/2000. Para os demais usos, não devesa ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de no mínimo 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral;
- c) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;
- d) turbidez: até 100 UNT;
- e) DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;
- f) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;
- g) clorofila *a*: até 30 µg/L;
- h) densidade de cianobactérias: ate 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,
- i) fósforo total:

I - até 0,030 ppm, em ambientes lênticos; e,

II - até 0,050 ppm, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Padrões de potabilidade da água de acordo com a Portaria nº 2.914/2011

O Ministério da Saúde publicou no Diário Oficial da União do dia 14 de dezembro de 2011 a Portaria nº 2.914, de 12-12-2011. Esta portaria revoga e substitui integralmente a Portaria MS nº 518, de 25-03-2004. Trata-se de uma nova norma que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

Tabela 3 - Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde. Fonte: Adaptado de BRASIL, Ministério da Saúde, 2011.

| PARÂMETROS | VALOR MÁXIMO PERMITIDO |
|---------------|---------------------------|
| Cloreto total | 250 ppm Cl |
| Nitrito | 1,0 ppm N |
| Nitrato | 10,0 ppm N |
| Sulfato total | 250 ppm SO ₄ |
| Dureza total | 500 ppm CaCO ₃ |

No artigo 39, § 1º recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. No artigo 30, § 1º o valor de máximo de permitido da turbidez é de 5,0 UT (unidades de turbidez) (BRASIL, 2011). A portaria não estabelece valores para oxigênio dissolvido e fosfatos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dentre os parâmetros que determinam a qualidade da água foram estudados: pH, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, nitrito, nitrato, sulfato, fosfato, cloreto e dureza. As análises foram realizadas em triplicata, exceto pH, turbidez, OD e condutividade, de acordo com os métodos descritos em *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (EATON e FRANSON, 2005).

Após a realização das análises os resultados foram calculados, tabelados e plotados em gráficos utilizando o *software* Microsoft Office Excel 2007.

Locais de monitoramento

Parque do Lago Jabuti

O Parque do Jabuti possui um lago com 150 mil metros quadrados uma área total de 230,8 mil metros quadrados. O volume de água no lago é de aproximadamente 757 mil metros cúbicos, sendo abastecido pelas nascentes dos rios Ribeirão Barra Nova, Córrego Jaboti e Córrego Água da Lagoa (APUCARANA, 2012).

O parque conta com arborização e uma infra-estrutura contendo playground, academia ao ar livre, salão de eventos, sanitários, lanchonetes, pista de caminhada e ciclovia. O Parque do Jabuti é um dos mais belos cartões postais naturais da cidade e tem sua localização urbana com residências próximas e ao lado da ACEA – Associação Cultural e Esportiva de Apucarana (APUCARANA, 2012).

Parque da Raposa

O Parque da Raposa é uma área de conservação e preservação ambiental, possui uma reserva florestal de 44,53 alqueires e está localizado em área total de 101 alqueires de terras, possui dois lagos, uma cascata artificial, piscina natural, quiosques para o comércio de alimentos e bebidas, deck sobre o lago e grande quantidade de peixes típicos da região que podem ser alimentados bem de perto (APUCARANA, 2012).

Está localizado na Gleba do Schimidt, região Norte da cidade a uma distância de aproximadamente 8 km do centro de Apucarana (APUCARANA, 2012).

Parque da Redenção

O Parque da Redenção é um parque temático religioso, que foi construído objetivando a revitalização de área de preservação degradada às margens da represa do Barreiro, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Pirapó. A implantação do parque tem como principais objetivos a recuperação de área degradada, marcando o início do processo de revitalização das imediações do antigo lixão da cidade de Apucarana, bem como a recuperação do curso superior do Rio Pirapó que abastece 28 municípios do norte do Paraná (APUCARANA, 2012).

Conta com uma infra-estrutura com posto de atendimento lanchonete, centro de informações e sanitários. Há ainda bancos, mesas, placas de comunicação visual, postes, luminárias e estacionamento (APUCARANA, 2012).

O principal atrativo turístico do parque temático é a representação da Via Sacra. Do nascimento à ressurreição, representadas por 96 personagens moldados em esculturas de três metros de altura, formando cenários ao longo do caminho principal às margens da represa (APUCARANA, 2012).

Coleta das amostras de água

As amostras de água para a realização das análises foram coletadas no início de um determinado dia utilizando frascos de polietileno com capacidade de 1000 mL, estes foram amarrados em linha barbante e lançados ao lago para a coleta, depois etiquetadas para posterior identificação. Após as amostras foram levadas ao laboratório, refrigeradas a temperatura inferior a 10°C e no mesmo dia se iniciaram as análises.

As amostras foram coletadas em três corpos hídricos conforme descritos abaixo e apresentados na Figura 1:

- Parque da Redenção, coletas realizadas em quatro pontos (gruta, tanque, bica e córrego) no dia 22/05/2012;
- Parque do Lago Jabuti, coletas realizadas em quatro pontos (atrás do hospital, ponte, córrego do Parque do santo Expedito, em frente ao Fórum) nos dias 09/04/2012, 16/04/2012, 23/04/2012 e 02/05/2012;
- Parque da Raposa, coletas realizadas em quatro pontos (tubulação próxima da pista de *autocross*, Ribeirão Ouro Fino, Cachoeira das Escadas e lago) nos mesmos dias das coletas do Parque do Lago Jabuti.

No total foram coletadas 36 amostras sendo 4 no Parque da Redenção, 16 no Parque do Lago Jabuti e 16 no Parque da Raposa.



Figura 1 – Mapa geral da localização dos três parques no município de Apucarana. Fonte: Google maps, 2012.

Análise de turbidez

Materiais:

- 20 ml de amostra;
- Turbidímetro eletrônico.

Calibrou-se o equipamento com as soluções de 0,02 e 110 NTU e colocou-se 20 mL da amostra na cubeta do turbidímetro para fazer a leitura da turbidez.

Análise de condutividade elétrica

Materiais:

- 50 mL de amostra;
- Condutivímetro;
- Béquer de 50 mL.

Calibrou-se o equipamento com o padrão de 145,5 $\mu\text{s/cm}$. Colocou-se a amostra no béquer e introduziu-se o eletrodo para se fazer a leitura da condutividade elétrica.

Análise de potencial hidrogeniônico – pH

Materiais:

- 50 mL de amostra;
- pHmetro;
- Béquer de 50 mL.

Inicialmente calibrou-se o equipamento com os tampões de pH 4 e 7. Após, a amostra foi colocada no béquer e foi inserido o eletrodo para se fazer a leitura do pH.

Análise de nitritos

Materiais:

- 10 mL de amostra;
- Solução de sulfanilamida;
- Solução complexante;
- Solução padrão de nitrito;
- Béquer de 50 mL;
- Espectrofotômetro UV-Vis.

Transferiu-se 10 mL da amostra de água para o béquer de 50 mL. Adicionou-se 1,0 mL de solução de sulfanilamida. Agitou e aguardou 3 minutos para adicionar 1,0 mL de solução complexante. Após misturar bem e aguardar 20 minutos, transferiu-se a quantidade necessária de amostra para a cubeta de análise. Realizou-se a calibração do espectrofotômetro com branco (o mesmo procedimento de preparo da amostra, substituindo a mesma por água destilada). A leitura da amostra no espectrofotômetro foi feita a 543 nm. Para calcular a concentração de nitrito na amostra foi utilizada a curva padrão construída com concentrações conhecidas de nitrito a partir da solução padrão.

Análise de nitratos

Materiais:

- 5,0 mL de amostra;
- Ácido sulfúrico 98% PA;
- Solução de sulfato de brucina;
- Solução padrão de nitrato;
- Béquer de 50 mL;
- Espectrofotômetro UV-Vis.

Transferiu-se 5,0 mL da amostra de água para um béquer de 50 mL. Adicionou-se 0,5 mL de solução de brucina e agitou. Na capela, adicionou-se 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. Realizou-se a calibração do espectrofotômetro com branco (o mesmo procedimento de preparo da amostra, substituindo-a por água destilada). Realizou-se a leitura da amostra a 410 nm. Para calcular a concentração de nitrato na amostra foi utilizada a curva padrão construída com concentrações conhecidas de nitrito a partir da solução padrão.

Análise de sulfatos

Materiais:

- 100 mL de amostra;
- Solução tampão;
- BaCl₂ sólido;
- Solução padrão de sulfato;
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Espátula;
- Agitador magnético;
- Espectrofotômetro UV-Vis.

Transferiu-se 100 mL da amostra de água para o erlenmeyer. Acrescentou-se 20 mL da solução tampão e colocou-se no agitador magnético, sob agitação adicionou-se uma pequena quantidade de BaCl₂ (na ponta da espátula) e agitou por 60 segundos. Aguardou-se 5 minutos (não pode ter precipitado, senão tem que diluir a amostra).

Realizou-se a calibração do espectrofotômetro com branco (o mesmo procedimento de preparo da amostra, substituindo-a por água destilada) e mediu-se a absorvância no espectrofotômetro a 420 nm.

O resultado foi anotado e a partir deste calculou-se a concentração de sulfato com os dados da curva padrão construída com concentrações conhecidas de sulfato a partir da solução padrão.

Análise de fosfato

Materiais:

- 20 mL de amostra;
- Tubos de ensaio com orla 25 x 250;
- Béquer de 100 mL;
- Filtro de papel;
- Solução de fenolftaleína;
- Solução ácida H₂SO₄/HNO₃;
- Solução de molibdato de amônio;
- Solução de SnCl₂;
- Solução padrão de fosfato;
- Espectrofotômetro UV-Vis.

Houve pré-filtragem para o caso de amostras muito sujas e/ou turvas. Transferiu-se 20 mL da amostra pré-filtrada para o tubo de ensaio. Adicionou-se 1 gota de fenolftaleína. No caso em que ficaram na cor rosa, adicionou-se 2 ou 3 gotas da solução ácida. Colocou-se o tubo em banho-maria a 90°C por 1 hora. Deixou esfriar em temperatura ambiente. Adicionou-se 1,0 mL de solução de molibdato e 0,5 mL de SnCl₂. Agitou-se e aguardou-se 15 minutos.

Realizou-se a calibração do espectrofotômetro com branco (o mesmo procedimento de preparo da amostra, substituindo-a por água destilada) e mediu-se a absorbância no espectrofotômetro a 690 nm. Para calcular a concentração de fosfato na amostra foi utilizada a curva padrão construída com concentrações conhecidas de fosfato a partir da solução padrão.

Análise de cloretos

Materiais:

- 10 mL de amostra;
- Indicador K₂CrO₄;
- Solução de AgNO₃;
- Solução padrão de NaCl;
- Erlenmeyer de 50 mL;
- Suporte Universal;
- Bureta.

I) Padronização do AgNO₃:

No béquer de 50 mL colocou-se 10 mL da solução padrão de NaCl e adicionou-se 1,0 mL do indicador K₂CrO₄. Esta solução foi titulada com AgNO₃ até a cor amarelo cintilante virar amarelo tijolo. O volume de AgNO₃ utilizado na titulação foi anotado.

II) Titulação da amostra

Foram transferidos 10 mL de amostra para o erlenmeyer de 50 mL e adicionou-se 1,0 mL do indicador K₂CrO₄. Esta solução foi titulada com AgNO₃ até a cor amarelo cintilante virar amarelo tijolo. O volume de AgNO₃ utilizado na titulação foi anotado.

III) Cálculo da concentração de cloreto

Calcula-se primeiramente a massa do nitrato de prata pela razão entre o volume inicial da amostra e massa do cloreto de sódio pelo volume do nitrato de prata utilizado na titulação:

$$\text{Massa}_{\text{AgNO}_3} = 10\text{ml de amostra} \times \text{massa de NaCl} / \text{volume de AgNO}_3 \text{ utilizado na titulação} \quad \text{equação (1)}$$

Encontrando o valor da massa do AgNO₃ calcula-se a quantidade em miligramas de cloreto por litro pela seguinte fórmula:

$$\text{mg de Cl/L} = \text{massa de AgNO}_3 \times \text{volume de AgNO}_3 \text{ usado na titulação} \times 5,844 \quad \text{equação (2)}$$

Análise de dureza total

Materiais:

- 20 mL de amostra;
- Solução tampão;
- Indicador eriocromo T;
- Solução EDTA sódico;
- Solução padrão de cálcio;
- Erlenmeyer de 125 mL;
- Erlenmeyer de 50 mL;
- Bureta.

I) Padronização do EDTA

Foram adicionados 10 mL da solução padrão de cálcio ao erlenmeyer de 50 mL com 1,0 mL da solução tampão e cerca de 5 a 10 gotas do indicador eriocromo. Esta solução foi titulada com a solução de EDTA sódico, as cores foram variando de vinho para roxo e com mais três gotas tornou-se azul, o volume utilizado na titulação foi anotado para realizar os cálculos a seguir.

II) Titulação da amostra

Foram transferidos 20 ml de amostra para o erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 1,0 mL da solução tampão e de 5 a 10 gotas da solução de eriocromo. Esta solução foi titulada com a solução de EDTA sódico e o volume utilizado na titulação foi anotado.

III) Cálculo da dureza:

Para calcular a dureza total realizou-se o seguinte cálculo:

$$\text{Dureza CaCO}_3 = \frac{\text{volume EDTA da titulação} \times [(\text{mg Ca}^{+2} \text{ em 10ml de solução padrão} / \text{volume de EDTA padronização}) / \text{volume da amostra}] \times 1000}{\text{equação (3)}}$$

RESULTADOS

A seguir são apresentados os principais resultados obtidos nas análises das amostras de água coletadas em Apucarana – PR.

Parque da Redenção

Todos os corpos hídricos da bacia do Pirapó, da qual faz parte o lago do Parque da Redenção, são enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 de acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH – PARANAPANEMA, 2012).

A coleta das amostras do Parque da Redenção foram realizadas no dia 22 de maio de 2012. Os resultados das análises físico-químicas realizadas são apresentados na Tabela 2, sendo comparados com os valores máximos permitidos para água doces da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e os valores de padrão de potabilidade e qualidade da água para consumo humano da Portaria 2.914/2011 do MS.

Tabela 4 - Resultados das análises efetuadas com as quatro amostras do Parque da Redenção.

| | Amostra 1 Gruta | Amostra 2 Tanque | Amostra 3 Bica | Amostra 4 Córrego | CONAMA nº 357/2005 | Portaria nº 2.914/2011 |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|
| pH | 6,34 | 7,32 | 6,57 | 6,9 | 6,0 a 9,0 | 6,0 a 9,5 |
| O₂ (mg/L) | 11,6 | 12,5 | 12,2 | 11,9 | > 6 | n/d |
| Condutividade (µs/cm) | 213,8 | 211,9 | 211,6 | 227,7 | n/d | n/d |
| Turbidez (NTU) | 0,37 | 0,49 | 0,27 | 0,78 | Até 100 NTU | Até 5,0 NTU |
| Nitrito (ppm) | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,07 | Até 1,0 ppm | Até 1,0 ppm |
| Nitrato (ppm) | 30,97 | 42,58 | 47,58 | 32,90 | Até 10,0 ppm | Até 10,0 ppm |
| Sulfato (ppm) | 18,81 | 15,48 | 18,33 | 62,38 | Até 250 ppm | Até 250 ppm |
| Fosfato (ppm) | 0,15 | 0,10 | 0,14 | 0,08 | 0,030 ou 0,005 ppm* | n/d |
| Dureza total (ppm) | 96 | 97 | 94 | 103 | n/d | 500 ppm |
| Cloreto (ppm) | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,24 | Até 250 ppm | Até 250 ppm |

n/d – Valor não determinado

* fósforo total:

I - até 0,030 ppm, em ambientes lênticos; e,

II - até 0,050 ppm, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

VMP – valor máximo permitido

Como pode ser observado na Tabela 2, os valores de pH, oxigênio dissolvido, turbidez, nitrito, sulfato e cloreto estão dentro dos valores permitidos para águas da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005. O nitrato apresentou valor acima do valor máximo permitido (VMP) de 10,0 ppm caracterizando poluição remota possivelmente por descarga de esgoto, pois o nitrato é o produto final da oxidação do nitrogênio amoniacal e orgânico. O fosfato também apresentou valor acima do VMP de 0,030 ppm podendo indicar poluição por dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (MOTA, 2010). Esta Resolução não estabelece valores para dureza e condutividade, mas de acordo com RICHTER (2009) valores compreendidos entre 50 e 150 classifica a água como dureza moderada.

Comparando os resultados com a Portaria nº 2.914/2011 do MS acerca do padrão de potabilidade para consumo humano, todos os valores estão dentro dos valores máximos permissíveis com exceção do nitrato, o qual apresenta VMP de 10,0 ppm. Os resultados para dureza compreendem a faixa de dureza moderada (50 – 150 ppm) e está dentro do VMP de até 500 ppm. Esta portaria não estabelece valores para oxigênio dissolvido, condutividade e fosfatos.

Parque da Raposa

Todos os corpos hídricos da bacia do Tibagi, no qual se encontra o lago do Parque da Raposa, são enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 de acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH – PARANAPANEMA, 2012).

As coletas realizadas nos quatro pontos foram nomeadas como amostra 1 coletada na tubulação próxima da pista de *autocross*, amostra 2 coletada no córrego do Ribeirão Ouro Fino, amostra 3 coletada na Cachoeira das Escadas e amostra 4 coletada no Lago da Raposa.

Os resultados das análises físico-químicas realizadas são apresentados na Tabela 3 e foram comparados com os valores máximos permitidos para água doces da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e os valores de padrão de potabilidade e qualidade da água para consumo humano da Portaria 2.914/2011 do MS.

Tabela 5 - Resultados das análises realizadas nas quatro amostras coletadas no Parque da Raposa em quatro dias diferentes.

| | Amostra 1 | | | | Amostra 2 | | | | Amostra 3 | | | | Amostra 4 | | | |
|-----------------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 09/abr | 16/abr | 23/abr | 02/mai |
| pH | 7,36 | 7,71 | 6,73 | 6,66 | 7,3 | 7,49 | 6,87 | 6,7 | 7,02 | 7,62 | 6,94 | 6,45 | 7,14 | 7,41 | 6,72 | 6,51 |
| O ₂ (mg/L) | s/d | 11,1 | 11,3 | 13,9 | s/d | 10,9 | 11,3 | 13,4 | s/d | 10,2 | 10,6 | 13,6 | s/d | 8,5 | 10,7 | 13,5 |
| Condutividade (µs/cm) | 38,18 | 33,58 | 46,78 | 48,18 | 26,66 | 31,92 | 32,72 | 30,24 | 100,3 | 105,6 | 104,8 | 93,4 | 96,46 | 112,6 | 112,4 | 99,2 |
| Turbidez (NTU) | 17,9 | 1,74 | 8,34 | 18,6 | 20,5 | 14,8 | 19,3 | 15,8 | 13,5 | 10,5 | 11,7 | 12,7 | 10,1 | 9,53 | 10,4 | 11,2 |
| Nitrito (ppm) | 0,4 | 0,1 | 0,09 | 0,23 | 0,26 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,66 | 0,53 | 0,53 | 0,61 | 0,7 | 0,53 | 0,51 | 0,6 |
| Nitrato (ppm) | 7,74 | 7,9 | 7,1 | 5 | 5,32 | 10 | 9,19 | 4,03 | 6,61 | 7,58 | 6,45 | 9,19 | 3,55 | 9,84 | 4,03 | 7,1 |
| Sulfato (ppm) | 0 | 0 | 1,3 | 112,6 | 2,51 | 0 | 27,5 | 111,67 | 0 | 0 | 7,86 | 116,7 | 0 | 0 | 6,7 | 113,3 |
| Fosfato (ppm) | 0,04 | 0 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0 | 0,02 | 0,03 | 0 | 0 | 0,01 | 0,04 | 0,29 | 0 | 0,01 | 0,03 |
| Dureza total (ppm) | 23 | 22 | 21 | 23 | 23 | 27 | 16 | 16 | 62 | 57 | 55 | 56 | 62 | 57 | 53 | 63 |
| Cloreto (ppm) | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,07 | 0,08 | 0,13 | 0,24 | 0,23 | 0,17 | 0,21 | 0,24 | 0,24 | 0,18 | 0,23 |

s/d – sem dados; não foi possível a realização da medida de oxigênio dissolvido neste dia.

Os valores de pH, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, sulfato, cloreto e turbidez estão dentro dos valores permitidos para águas da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005.

O sulfato apresenta valores baixos ou ausentes nas amostras dos dias 09, 16 e 23 de abril, pois no dia 02 de maio houve maior concentração em todas as amostras podendo ser um indicativo de poluição proveniente de decomposição de matéria orgânica. Porém, os sulfatos presentes em água doce geralmente apresentam concentração de 2 ppm a 150 ppm, não sendo recomendado que exceda 250 ppm, pois em concentração superiores atua como laxante e associado a íons de cálcio e magnésio promove dureza permanente na água (RICHTER, 2009).

Os valores de condutividade demonstrados na amostra 1 e 2 são relativamente baixo se comparados a amostra 3 e 4. Embora não haja na legislação valores adequados de condutividade para a água, sabe-se que quanto mais íons estão presentes, maior é a condutividade. Porém, isso não determina, especificamente, quais os íons presentes em determinada amostra, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram no corpo hídrico ocasionados geralmente por lançamentos de materiais poluentes. Neste caso, a condutividade pode estar relacionada com a maior presença de íons nitrito e cloreto encontrados em maior quantidade nas amostras 3 e 4.

Comparando os resultados com a Portaria nº 2.914/2011 do MS acerca do padrão de potabilidade para consumo humano, todos os valores estão dentro dos valores máximos permissíveis com exceção da turbidez para a qual o VMP é de 5,0 NTU, indicando uma grande quantidade de sólidos em suspensão. Esta portaria não estabelece valores para oxigênio dissolvido, condutividade e fosfatos.

Na Resolução CONAMA nº 357/2005 os valores máximos permissíveis de fosfatos em ambientes lênticos como lagos é de 0,030 ppm. Na amostra 4 do dia 09 de abril apresentou um valor muito acima desse limite. Para os demais ambientes intermediários o VMP é de 0,050 ppm estando as amostras 1, 2 e 3 dentro do limite, exceto a amostra 1 no dia 2 de maio que apresentou valor um pouco acima do permitido. Valores acima do permitido podem caracterizar poluição por dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (MOTA, 2010).

Esta Resolução não estabelece valores para dureza, mas de acordo com RICHTER (2009) valores de até 50 ppm classifica-se como água mole se enquadrando assim as amostras 1 e 2; já os valores compreendidos entre 50 e 150 classifica a água como dureza moderada que é o caso da amostra 3 e 4.

Parque do Lago do Jabuti

Todos os corpos hídricos da bacia do Ivai, na qual está presente o lago do Jabuti, são enquadrados na classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 de acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH – PARANAPANEMA, 2012).

As coletas realizadas nos quatro pontos foram nomeadas como amostra 1 coletada no córrego atrás do hospital, amostra 2 coletada na ponte do lago, amostra 3 coletada no córrego do Parque Santo Expedito e a amostra 4 coletada no córrego em frente ao Fórum.

Os resultados das análises físico-químicas realizadas são apresentados na Tabela 4 e foram comparados com os valores máximos permitidos para águas doces da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e os valores de padrão de potabilidade e qualidade da água para consumo humano da Portaria 2.914/2011 do MS.

Os valores de pH, oxigênio dissolvido, turbidez, sulfato e cloreto estão dentro dos valores permitidos para águas da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A turbidez está fora do padrão de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011 na qual o VMP é de 5,0 NTU, indicando assim uma grande quantidade de sólidos em suspensão.

A dureza total apresenta-se na faixa de 50 a 110 ppm. De acordo com RICHTER (2009), valores compreendidos entre 50 e 150 classificam a água com dureza moderada.

Tabela 6 - Resultados das análises realizadas nas quatro amostras coletadas no Parque do Jabuti em quatro dias diferentes.

| | Amostra 1 | | | | Amostra 2 | | | | Amostra 3 | | | | Amostra 4 | | | |
|-----------------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 09/abr | 16/abr | 23/abr | 02/mai |
| pH | 6,89 | 6,92 | 6,77 | 6,9 | 7,05 | 7,11 | 6,58 | 6,25 | 6,67 | 6,78 | 6,46 | s/d | 7,02 | 7,92 | 6,84 | 6,29 |
| O ₂ (mg/L) | s/d | 9,8 | 11,1 | 13,2 | s/d | 10,1 | 10,2 | 12,5 | s/d | 8,3 | 10,7 | s/d | s/d | 10,2 | 11,8 | 13,5 |
| Condutividade (µs/cm) | 122,9 | 155,7 | 146,9 | 150,7 | 138 | 136,1 | 146,8 | 144,7 | 172,2 | 163,8 | 176,8 | s/d | 160,8 | 166,7 | 182,3 | 172,3 |
| Turbidez (NTU) | 34,7 | 32,8 | 20,3 | 18,7 | 24,2 | 23,2 | 28 | 15,4 | 0,12 | 0,02 | 4,77 | s/d | 1,64 | 1,75 | 7,3 | 2,51 |
| Nitrito (ppm) | 1,49 | 1,08 | 0,98 | 0,83 | 1,16 | 0,94 | 1,4 | 1,29 | 0,07 | 0,06 | 0 | s/d | 1,61 | 1,8 | 2,09 | 1,53 |
| Nitrato (ppm) | 9,84 | 11,29 | 10,81 | 8,55 | 10,81 | 9,35 | 9,19 | 8,87 | 13,87 | 26,77 | 16,61 | s/d | 10,32 | 71,29 | 19,19 | 55,16 |
| Sulfato (ppm) | 3,21 | 0 | 18,81 | 58,21 | 7,86 | 0 | 23,81 | 56,43 | 5,71 | 0 | 0 | s/d | 0 | 0 | 3,57 | 96,9 |
| Fosfato (ppm) | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,05 | 0,1 | s/d | 0,04 | 0,01 | 0,05 | 0,05 |
| Dureza total (ppm) | 62 | 50 | 60 | 57 | 59 | 58 | 59 | 56 | 106 | 100 | 96 | s/d | 73 | 73 | 69 | 66 |
| Cloretos (ppm) | 0,37 | 0,63 | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,48 | 0,41 | 0,37 | 0,23 | 0,35 | 0,21 | s/d | 0,35 | 0,48 | 0,33 | 0,35 |

s/d – sem dados; não foi possível realizar as medições de oxigênio dissolvido no dia 09/abril; no dia 02/maio houve avaria no frasco de coleta e perda total da amostra 3.

Na Resolução CONAMA nº 357/2005 os valores máximos permitidos de fosfatos em ambientes lênticos, como lagos, é de 0,030 ppm. A amostra 2 (lago) apresentou valores dentro desse limite, já para os demais ambientes intermediários, o VMP é de 0,050 ppm estando as amostras 1 e 4 dentro do limite. A amostra 3, que é do córrego do Parque Santo Expedito, apresentou valores acima do permitido, podendo ser um indicativo de poluição por decomposição de matéria orgânica, esgotos domésticos e/ou industriais e excrementos de animais.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 e Portaria nº 2.914/2011 do MS estabelecem o VMP de nitrito em 1,0 ppm e nitrato 10,0 ppm. As amostras 1, 2 e 4 apresentam valores acima dos permitidos, caracterizando recente poluição por descarga de esgoto. No caso dos nitratos foram apresentados maiores valores nas amostras 3 e 4 identificando possíveis poluições remotas. O local 3 poderia estar mais distante do ponto de descarga que os demais locais, por esta razão apresenta concentração de nitratos maior que de nitritos.

Com exceção do nitrito, nitrato e turbidez, os demais valores das análises (pH, cloretos, dureza e sulfato) estão dentro do máximo permitidos da Portaria nº 2.914/2011 do MS. Esta portaria não estabelece valores para oxigênio dissolvido, condutividade e fosfatos.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que em ambiente natural a água contém, geralmente, diversos componentes provenientes do meio ambiente ou que também pode ser introduzidos por atividades humanas. Através dos resultados obtidos e comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 e com a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, conclui-se que:

- No Parque da Redenção a presença de nitrato caracteriza que houve poluição remota, possivelmente por descarga de esgoto, e o fosfato por dissolução de compostos do solo decomposição de matéria orgânica, fertilizantes, esgotos domésticos e/ou industriais, detergentes e excrementos de animais;
- No Parque da Raposa a presença de sulfato em grande quantidade nas quatro amostras do dia 02 de maio indica uma poluição devido a decomposição de matéria orgânica. E o fosfato caracteriza poluição por dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, esgotos domésticos e/ou industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais;

- No Parque do Jabuti também foram encontradas altas concentrações de fosfatos. O nitrito indica recente poluição por descarga de esgoto, e o nitrato confirma essa poluição que possivelmente ocorre há tempos.

Estes resultados indicam apenas possíveis ocorrências de poluições antropogênicas não podendo-se afirmar com convicção os pontos de descarga e os causadores, sendo necessário neste caso, um estudo mais direcionado com fiscalização dos órgãos competentes.

Os resultados foram comparados com a Portaria N° 2914/2011 do Ministério da Saúde acerca do padrão de potabilidade de água para consumo humano para se afirmar a necessidade de tratamentos convencionais antes de se consumir a água dos corpos hídricos analisados, embora os corpos receptores analisados não sejam mananciais de abastecimento.

Como medida de proteção, as bacias hidrográficas devem ser adotadas como unidade territorial de planejamento para atuação do poder público, da sociedade e de seus usuários. É necessária a proteção dos parques, das cabeceiras dos rios e lagos e a mobilização para a conservação, manejo correto do solo, tratamento do esgoto e dos efluentes industriais, tratamento dos resíduos sólidos e a redução do uso de agrotóxicos. Além da utilização racional da água, estes são alguns dos fatores que contribuem de maneira importante para a conservação das águas doces.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APUCARANA. Prefeitura do Município de Apucarana. Conheça Apucarana: Apucarana em dados. 2001. 67 p. Disponível em <http://apucarana.pr.gov.br/institucional/apucaranaemdados/>. Acesso em 28 out 2012.
2. _____. Conheça Apucarana: Pontos turísticos. Disponível em <http://apucarana.pr.gov.br/institucional/pontos-turisticos>. Acesso em 01 nov 2012.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em 21 nov 2012.
4. CBH – PARANAPANEMA, Comitês de Bacias Hidrográficas – Paranapanema. CBH do Rio Pirapo, Paranapanema 3 e 4 (Piraponema). Disponível em http://www.paranapanema.org/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=61. Acesso em 01 nov 2012.
5. _____. CBH do Rio Tibagi. Disponível em http://www.paranapanema.org/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=60 Acesso em 01 nov 2012.
6. COGO, N. Pedro; LEVIEN, Renato. Perspectiva do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil. In: ARAUJO, Q.R. de. (Org.). 500 anos de uso do solo no Brasil. Ilhéus, BA: Editus, 2002. P. 51-164.
7. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU n° 053, de 18 de março de 2005, p 58-63. Conselho Nacional do Meio. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em 13 nov 2012.
8. DEBERDT, André J. Programa Pró-Ciências: Qualidade da Água. Centro de Educação Científica e Cultural. São Paulo. 1997. Disponível em <http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>. Acesso em 10 nov 2012.
9. EATON, A.D., FRANSON, M.A.H. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. Ed 21. Ed. American Public Health Association. 2005. 1200 p.
10. FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA. Projeto Oásis. Disponível em <http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/PT-BR/Paginas/o-que-fazemos/projeto-oasis/resultados-alcancados/default.aspx>. Acesso em 05 nov 2012.
11. GOOGLE, Maps. Mapas Interativos: Apucarana. Disponível em <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>. Acesso em 29 nov 2012.
12. MACÊDO, Jorge A.B. Águas & Águas. Belo Horizonte: CRQ-MG. 2007. 3 ed. 1043 p.
13. MOTA, Suetônio. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2010. 4 ed. 388 p.
14. PESSUTI, Orlando. Série histórica: Bacias Hidrográficas do Paraná. SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Curitiba: Via Comunicação Integrada, 2010. 140 p.
15. RICHTER, Carlos A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352 p.

16. SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Relatório Anual da Qualidade da Água 2011. Disponível em <http://site.sanepar.com.br/conteudo/leia-o-relatorio-anual-de-sua-localidade>. Acesso em 16 nov 2012.
17. SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Série histórica: Bacias Hidrográficas do Paraná. Curitiba: Via Comunicação Integrada, 2010. 140 p.
18. UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Declaração universal dos direitos da água. Disponível em <http://www.uniagua.org.br/>. Acesso em 20 jun 2012.
19. WIKIMAPIA. Município de Apucarana. Paraná, 2012. Fotografia aérea. Escala 1: 200. Disponível em <http://wikimapia.org/#lat=-23.5660916&lon=-51.4730716&z=15&l=9&m=b>. Acesso em 09 nov 2012.