

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

KARLA JUSTMANN DA SILVA COLODEL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO AÇUDE BELINZONI UTILIZANDO
BIOINDICADOR *Daphnia Magna* (Straus, 1820) ASSOCIADO AO IQA,
ARARANGUÁ, SC**

CRICIÚMA, 2012

KARLA JUSTMANN DA SILVA COLODEL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO AÇUDE BELINZONI UTILIZANDO
BIOINDICADOR *Daphnia magna* (Straus, 1820) ASSOCIADO AO IQA,
ARARANGUÁ, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Biólogo no Curso de Ciências Biológicas Bacharelado da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Com linha de Pesquisa em Qualidade ambiental.

Orientadora: Profª Nadja Zim Alexandre

CRICIÚMA, 2012

KARLA JUSTMANN DA SILVA COLODEL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO AÇUDE BELINZONI UTILIZANDO
BIOINDICADOR *Daphnia Magna* (Straus, 1820) ASSOCIADO AO IQA,
ARARANGUÁ, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau no curso de Ciências Biológicas Bacharelado da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Testes Toxicológicos.

Criciúma, 14 de Dezembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Nadja Zim Alexandre - Msc - UNESC - Orientador

Prof. Jairo José Zocche - Dr - UNESC

Prof^º. Cláudio Ricken - Msc - UNESC

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus, luz que me guia ao caminho do bem.

Seguidamente a minha mãe por ser à base de tudo, de tudo que eu fui, que sou e que serei por toda a minha vida, através de muito amor e educação. E também por sempre acreditar que eu seria capaz de chegar até aqui, apesar das dificuldades enfrentadas.

Agradeço a minha família pela confiança e compreensão, ao meu esposo Leonardo Valentin Colodel e a minha filha Gabriella Colodel que são as pessoas que fazem com que cada dia da minha vida seja mais especial, me dando força e coragem, consolando e ajudando diante dos problemas. Amo vocês.

A minha querida irmã Karoline, que sempre me ajudou estando do meu lado e cuidando da minha filha quando eu não podia estar presente, muito obrigada.

A Professora e Orientadora Nadja Zim Alexandre pela oportunidade de aprendizado e por seu amparo nos momentos necessários.

Agradeço ao IPAT/UNESC – Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense, pelo apoio e liberação da realização dos experimentos.

A SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto pela oportunidade de trabalhar com eles e por terem me cedido dados da área.

A Dona Alba Belinzoni, proprietária da área, muito obrigada.

Aos meus amigos e colegas que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado, contribuindo e dando força, ou simplesmente acreditando em mim.

Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

RESUMO

O açude Belinzoni pertence à bacia hidrográfica do rio Araranguá, e tem como função o abastecimento de água da população do município da cidade. A base de dados do presente estudo foi obtida a partir do projeto intitulado como Diagnóstico Ambiental na Área do Açude Belinzoni (2010). Sendo que o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água do açude Belinzoni localizado no município de Araranguá através de testes toxicológicos utilizando como bioindicador a *Daphnia magna* (Straus, 1820), associado ao Índice de Qualidade de Água – IQA juntamente com dados obtidos de estudos realizados na área e cedidos pela SAMAE. As coletas foram realizadas nas mesmas estações amostrais da SAMAE e totalizam seis estações, sendo que duas destas representam as nascentes superficiais que alimentam o Açude. Para enquadrar os parâmetros com a legislação, foi utilizada a Resolução CONAMA 357/05 para captação de Água Bruta. Os resultados de toxicidade aguda evidenciaram que houve toxicidade em duas estações amostrais das seis estações amostradas, sendo estes respectivamente as nascentes que alimentam o açude. Os valores de IQA obtidos variaram de boa em cinco estações amostrais e ótima em apenas uma estação, demonstrando que esta metodologia quando aplicada isoladamente pode mascarar o resultado real. Com relação ao estudo que foi utilizado (SAMAE, 2010) associado aos resultados do presente estudo objetiva-se maior atenção para a apropriação do entorno, que pode colocar em risco a qualidade e quantidade de água deste reservatório.

Palavra-chave: Toxicidade, *Daphnia*, IQA, Açude Belinzoni, SAMAE.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 15 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO..... | 14 |
| 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA..... | 16 |
| 2.2.1 Amostragem..... | 16 |
| 2.2.2 Ensaio de Ecotoxicidade Aguda com <i>Daphnia magna</i> | 18 |
| 2.2.3 Indicadores físico-químicos de qualidade da água..... | 18 |
| 2.2.4 Índice de Qualidade da Águas (IQA)..... | 18 |
| 3 RESULTADOS | 23 |
| 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 39 |
| REFERÊNCIAS..... | 40 |

1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais estão sendo utilizados de forma indiscriminada e preocupante, sendo estes indispensáveis para a sobrevivência no nosso planeta. A água pode ser considerada como o principal componente da vida.

Segundo Nurene (2008) a água é a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades e em diferentes lugares. Sendo que 97,5% do volume total de água na Terra formam os oceanos e mares, e o restante, cerca de 2,5% são de água doce, sendo que desta cerca de 68,9% formam as calotas polares, geleiras e os 29,9% restantes formam as águas subterrâneas doces, e 0,9% representam águas dos pântanos e 0,3% formam lagos e rios.

O uso descontrolado deste bem e o seu difícil acesso levam a uma situação preocupante, pois o seu intenso aproveitamento e a consequente poluição contribuem para agravar sua escassez, e em algumas regiões já ocorrem problemas relacionados à quantidade e a qualidade das águas. A poluição das águas limita o acesso à água de boa qualidade.

Segundo Pereira (1997), a qualidade da água de uma microbacia pode ser influenciada por diversos fatores e, dentre eles, estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo do solo, seu uso e ainda seu manejo interferem na bacia hidrográfica.

O presente estudo foi realizado na área de captação da SAMAE, oficialmente conhecida por ETA III e popularmente conhecido por Açude Belinzoni, localizado no município de Araranguá, SC, o qual é responsável por cerca de 70% do abastecimento de água do município de Araranguá (SAMAE, 2010).

Para o consumo humano a água precisa seguir rigorosos critérios de qualidade, de maneira que não cause malefícios à saúde dos consumidores. Quando a água atende aos padrões para o consumo ela é considerada água potável, e esta deve estar seguindo os critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde, através da Portaria 2914 DE 12/12/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, no uso de atribuições e por meio da Resolução número 357, de 17 de março de 2005, “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências” (BRASIL, 2005).

Tal resolução considera “que o enquadramento dos corpos de água deve estar fundamentado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que devem possuir para atender às necessidades da comunidade”.

Para certificar que cada uma das proposições mencionadas na Resolução 357/05 se façam valer, os corpos hídricos foram classificados como águas doces, salobras e salinas, os quais integram 13 classes de uso conforme a qualidade requerida para os usos preponderantes.

Para as águas doces estão estabelecidas cinco classes, que conforme estabelece a resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) podem ser descritas como:

- a) Classe Especial – destinada ao abastecimento para consumo humano com desinfecção e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- b) Classe 1 – destinada ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, a recreação, a irrigação de hortaliças consumidas cruas;
- c) Classe 2 - destinados ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional proteção das comunidades aquáticas, a recreação, a irrigação de hortaliças, frutíferas, parques e jardins e a aquicultura ou atividade pesqueira;
- d) Classe 3 – destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento avançado, a irrigação culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, a pesca amadora, a recreação de contato secundário e dessedentação de animais;
- e) Classe 4 - destinada à navegação e à harmonia paisagística.

Ainda segundo determina a Resolução do CONAMA (BRASIL, 2005, p.26), em seu artigo 42:

Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

A qualidade dos recursos hídricos pode ser analisada de duas formas distintas, embora complementares: a primeira através de análise química onde se identificam e quantificam as substâncias químicas, e a segunda por meio de análises biológicas, sendo que essa qualifica os efeitos causados por aquelas substâncias (KNIE; LOPES, 2004).

Na análise química, vários são os parâmetros que podem ser monitorados para avaliação de aspectos técnicos relativos à degradação ambiental. Muitas vezes não são compreendidos pela população, em virtude do pouco entendimento ou dificuldade para interpretação dos resultados pelos termos técnicos utilizados.

Nesta perspectiva, os índices de qualidade surgem como uma alternativa a esse problema, tornando-se uma maneira mais simplificada de apresentar os dados gerados no monitoramento de uma área para a comunidade. Estes índices têm por objetivo transformar uma informação complexa em uma forma acessível ao público “não técnico”, traduzindo valores e parâmetros em expressões: ótimo, bom, satisfatório, regular ou crítico.

Conforme esclarece Braga et al (2002) “surge o problema de como proceder para incorporar em um único índice uma informação consolidada dos problemas de poluição da água de um rio ou lago”.

No presente trabalho utilizou-se o Índice de Qualidade da Água – IQA. Este foi adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2005) a partir de um estudo realizado pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos em 1970.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresentam cada parâmetro. Cada metodologia desenvolvida para o cálculo de determinado índice de qualidade, leva em conta o objetivo a que tal índice foi criado.

Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro.

As variáveis utilizadas no método do IQA têm como foco a contribuição de esgotos domésticos para a qualidade dos recursos hídricos. Sendo este índice criado para a avaliação de águas com objetivo o abastecimento público, levam-se em consideração os processos com vistas ao abastecimento doméstico (SOBRAL, 1996).

O resultado é obtido através da média harmônica ponderada de um conjunto de indicadores específicos, entre os quais: pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fosfato total, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, resíduo total, coliformes fecais e temperatura (BRAGA, et al., 2002).

O oxigênio dissolvido é um parâmetro vital para a preservação da vida aquática e para a decomposição da matéria orgânica. As águas poluídas possuem uma baixa concentração de OD, o que prejudica a sobrevivência das espécies aquáticas, a concentração não pode ser inferior a 6mg/L, essa concentração classifica a água para consumo primário.

A concentração de oxigênio na água é resultado de processos metabólicos fornecedores (fotossíntese de plantas verdes) e consumidores do oxigênio (pela decomposição aeróbica de compostos de carbono e pela nitrificação de amônio). A supersaturação de

oxigênio deve-se por via de aeração biótica “fotossíntese” e já as concentrações baixas esta relacionada às substâncias que foram jogadas na água ou por surgimento de plantas e algas em decomposição (PAREY, 1993).

Para as águas classificadas como classe 2 não deverá exceder o limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 ml de água em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras durante o período de um ano, com frequência bimestral, caso contrário, as águas com contagem superior podem carregar uma quantidade significativa o que acarreta em doenças de veiculação hídrica.

O valor de pH indica a concentração de íons de hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica) caracterizando o comportamento neutro, ácido ou alcalino (básico) da água (PAREY, 1993). Afeta diretamente o metabolismo de várias espécies aquáticas, além de aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para organismos aquáticos como metais pesados. O pH deve ser de 6,0 a 9,0 para águas doces da classe 2 (BRASIL, 2005).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. Nesses processos aeróbicos é fundamental o adequado fornecimento de oxigênio para que os microorganismos possam degradar a matéria orgânica, a resolução do CONAMA 357/05 aponta como critério de qualidade, em cinco dias a 20°C até 3mg/L para água doce de classe 2 (BRASIL, 2005).

Os compostos de nitrogênio são considerados nutrientes nos processos biológicos. Desta forma, o lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática (SPERLING, 1996). A resolução n. 357/2005 do CONAMA aponta como critérios de qualidade: 3,7mg/L N, para $pH \leq 7,5$, 2,0 mg/L N, para $7,5 < pH \leq 8,0$, 1,0 mg/L N, para $8,0 < pH \leq 8,5$ e 0,5 mg/L N, para $pH > 8,5$ (BRASIL, 2005).

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. O fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. A resolução do CONAMA 357/05 aponta como limite máximo 0,020 mg/L (BRASIL, 2001).

A temperatura da água pode influenciar em vários parâmetros físico-químicos, tais como a tensão superficial e a viscosidade, pode também afetar a vida aquática por estar fora do limite, ou seja, da tolerância corporal, comprometendo o desenvolvimento e a

reprodução das espécies. Todo corpo d'água apresenta suas temperaturas de acordo com a estação do ano, no entanto a degradação desse ambientes pode ocasionar o aumento da temperatura natural (BRASIL, 2005).

A turbidez medida em cursos d'água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. A principal causa é a erosão do solo, também pode ocorrer por outras atividades, como lançamento de esgotos e efluentes industriais, o que também prejudica o meio (PAREY, 1993). O limite máximo de turbidez segundo a resolução n. 357/05 do CONAMA é de 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) (BRASIL, 2005).

Sólidos totais compõem a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e faixa de temperatura. Na prática é o material que se depositará nos leitos dos rios, prejudicando os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos (PAREY, 1993).

Para os sólidos dissolvidos totais a Resolução do CONAMA 357/05 para água de classe 2 estabelece um valor máximo permitido de 500 mg.L⁻¹

Estas informações relativas a cada indicador de qualidade da água são de certa forma, desprezadas quando se trabalha com índices de qualidade (BRAGA, 2004).

A principal vantagem na adoção de índices de qualidade está no fato de que estes representam vários resultados e parâmetros em um único número, combinando unidades de medida diferentes. Por outro lado, a desvantagem está na perda das informações das variáveis individuais e a interação entre as mesmas (CETESB, 2009). Devendo ser alertado que os índices de qualidade ambiental fornecem informações integrada, rápida e de fácil compreensão, mais estes dados não podem ser mais representativos que a avaliação individual de cada parâmetro (CETESB, 2005).

Baird (2002) chama atenção para a necessidade de se utilizar um conjunto de índices ou associar a um índice já consolidado, outros indicadores de forma que estes representem de forma melhor a qualidade do ambiente em estudo.

Na análise biológica existem três formas para se avaliar a qualidade hídrica. A primeira delas é a microbiológica, a segunda limnológica e a terceira que é utilizada neste estudo a ecotoxicológica. Esta por sua vez, revela através de ensaios com matéria viva, os efeitos agudos ou crônicos que são produzidos por substâncias químicas (KNIE; LOPES, 2004). Os ensaios agudos podem ser definidos como aqueles que avaliam os efeitos, em geral severos e rápidos, sofridos pelos organismos expostos a amostra, em um curto período de tempo (AZEVEDO; CHASIN, 2003).

O estado de Santa Catarina possui uma legislação específica para avaliar o efeito toxicológico do lançamento de efluentes nos corpos d'água receptores. A Portaria nº 017/02 – FATMA de 18/04/2002 estabelece os limites máximos de toxicidade aguda, e considera que as substâncias existentes no efluente não poderão causar ou possuir potencial causador de efeitos capazes de provocar alterações no comportamento e fisiologia dos organismos aquáticos presentes no corpo receptor (FATMA, 2002).

Para isso, os resultados dos ensaios ecotoxicológicos são expressos em FT – Fator de Toxicidade ou FD – Fator de Diluição que representa o número de vezes que a amostra precisa ser diluída para não causar efeito tóxico (mortalidade, imobilidade redução na taxa de reprodução) no organismo indicador, no caso, a *Daphnia magna*. É considerada não tóxica quando os efeitos deletérios no organismo-teste, exposto à amostra sem diluição, for inferior a 10%. Neste caso, utiliza-se FT ou FD = 1, significando ausência de toxicidade (IPAT/UNESC, 2012).

Quando o objetivo é avaliar a ecotoxicidade no recurso hídrico, o mecanismo legal que fundamenta o estudo é também a resolução 357/05 do CONAMA, que em seu artigo 8; inciso 4º diz que:

As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

Ainda a mesma resolução conceitua ensaio ecotoxicológico e toxicológico em seu artigo 2º:

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;
XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana.

Para água doce enquadrada na classe especial, assim como para as de classe 1 e 2 a resolução 357/05 do CONAMA estabelece como condição de qualidade a não verificação de efeito tóxico crônico.

Os cladóceros são entre os organismos os mais utilizados para os bioensaios, sendo o grupo mais recomendado para representar os invertebrados aquáticos em nível trófico (IBAMA, 1987).

A *Daphnia magna* Straus, 1820 (Cladocera, Crustacea) é um microcrustáceo planctônico de água doce, seu tamanho médio é de 5 a 6 mm. Alimenta-se basicamente de material orgânico particulado por filtração e atua como consumidor primário entre os metazoários. Possui ciclo de vida e de reprodução curtos, onde em condições ambientais

favoráveis reproduz-se assexuadamente por partenogênese, originando apenas fêmeas geneticamente idênticas, assegurando certa uniformidade nos testes (KNIE; LOPES, 2004).

O monitoramento ambiental funciona como uma ferramenta fundamental para a sociedade, através do qual pode ser avaliada a situação da preservação e o grau de degradação dos ecossistemas, fornecendo subsídios na proposição de estratégias de conservação de áreas naturais e planos de recuperação dos ecossistemas degradados (GOULART e CALLISTO, 2003).

O açude Belinzoni localiza-se no município de Araranguá, e segundo Martins (2001) quando uma cidade cresce no entorno dos mananciais sem um planejamento adequado, acaba contribuindo para o desaparecimento dos recursos naturais, particularmente às florestas adjacentes aos cursos d'água e deixando esta mais susceptível à poluição.

Diante deste quadro, se faz necessário à realização de estudos que venham a contribuir para a preservação da qualidade ambiental do manancial que serve de abastecimento para a população residente em Araranguá.

Deste modo, objetiva-se no presente estudo realizar um diagnóstico da qualidade da água no Açude Belinzoni e seus contribuintes. Para tanto, se fez necessário: amostrar a água em diferentes estações amostrais no Açude Belinzoni e seus contribuintes; realizar o ensaio de ecotoxicidade nas amostras obtidas; realizar junto à SAMAE o levantamento das condições físico-química da água no Açude Belinzoni e contribuintes; avaliar a qualidade da água aplicando a metodologia do IQA – Índice de Qualidade das Águas; contribuir para a identificação dos pontos de fragilidade ambiental do principal manancial da cidade de Araranguá, SC.

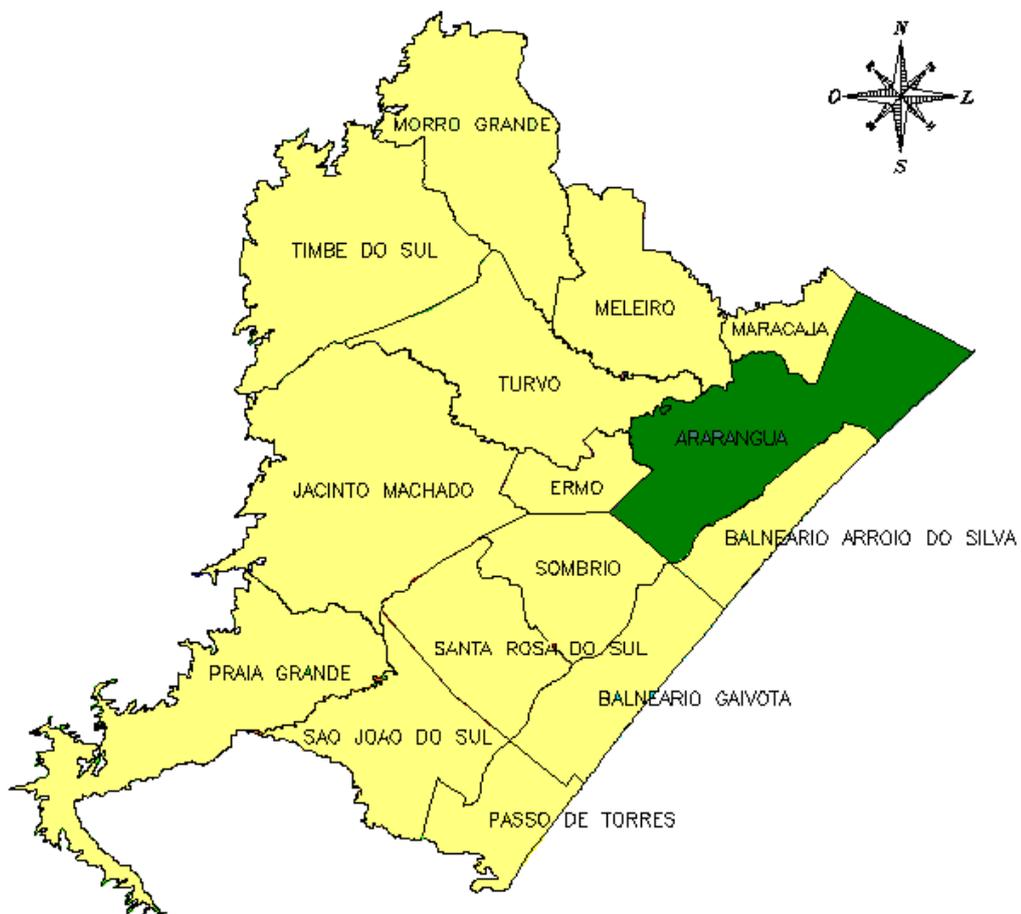
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Araranguá localiza-se ao sul do estado de Santa Catarina, na mesorregião da Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense – AMESC (Figura 1).

Segundo IBGE (2010), o município de Araranguá possui uma área territorial de 303,907 km² e uma população de 61.310 habitantes. Encontra-se a uma altitude de 13 metros acima do nível do mar (AMESC, 2012).

Figura 1 – Mesorregião da AMESC, em destaque o município de Araranguá.

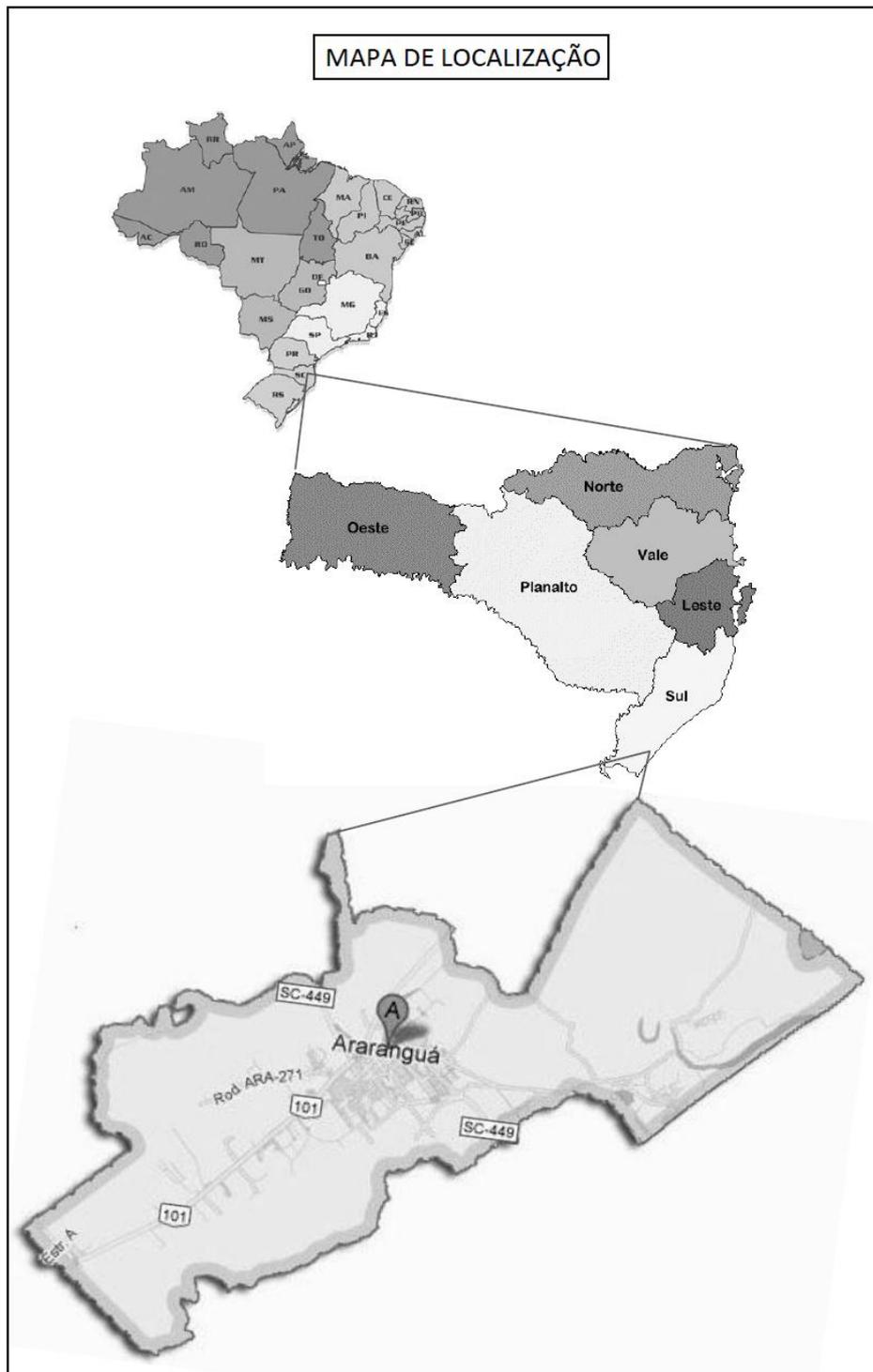


Fonte: modificado de AMESC.

Araranguá é um dos municípios que integra a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, onde apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 3.020 km² (ALEXANDRE, 2000).

O município possui como principais atividades econômicas: confecção de artigos vestuários e acessórios, fabricação de calçados, comércio varejista, pecuária, indústria, agropecuária, turismo e agricultura, principalmente a irrigação do arroz que predomina na região (SEBRAE, 2010). A Figura 2 mostra a localização do município de Araranguá.

Figura 2. Localização do Município de Araranguá, SC.



Fonte: Google Maps, 2012 (adaptado).

O clima local dominante segundo a classificação de Köepen (1948) é, do tipo mesotérmico úmido (Cfa), com média de 23,4 °C no mês mais quente e sem estação seca definida (SAMAE, 2010).

O açude possui um volume represado de água de 69.086,00 m³ e o extravasor do açude e canal de saída, com uma vazão medida de 20L/s (SAMAE, 2010).

A presença de domicílios, indústrias e outras atividades interferem diretamente nas características originais da vegetação, fauna e no ambiente aquático.

Além disso, possui cobertura vegetal classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, que ocorre em altitudes de até 30m (SAMAE, 2010). Quando localizada no entorno de um corpo hídrico então é caracterizada como Mata Ciliar e desta forma desempenham importantes funções na manutenção da dinâmica dos ecossistemas, protegendo os mananciais, por meio do controle da chegada de nutrientes, de sedimentos, e da erosão das ribanceiras, contribuindo para a estabilidade térmica da água e determinando assim, as características químicas, físicas e biológicas do corpo d'água (DELITTI, 1989; RODRIGUES, 2000).

Na área de estudo encontram-se nichos com remanescentes vegetais em estágio médio e avançado de regeneração, garantindo desta forma a conservação da biodiversidade e uma água de melhor qualidade. Nos locais onde a vegetação encontra-se alterada, verificam a ocorrência de variadas espécies ornamentais e exóticas tais como dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* junto à vegetação nativa, também se observa o crescimento de macrófitas aquáticas típicas de lagoas e açudes em processo inicial de eutrofização.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.2.1 Amostragem

A seleção das estações amostrais levou em conta estudos anteriores realizados pelo SAMAE de Araranguá, com objetivo de se utilizar os resultados analíticos correspondentes à qualidade da água.

Desta forma foram selecionadas seis estações amostrais, sendo duas nas principais nascentes superficiais que contribuem para o açude e quatro distribuídos na área do açude. A Tabela 1 descreve as estações de amostragem e a Figura 3 a distribuição espacial das mesmas.

Tabela1: Descrição das estações amostrais do açude Belinzoni

| Estações Amostrais | Coordenadas Geográficas | | Descrição das estações amostrais |
|--------------------|-------------------------|---------------|----------------------------------|
| | Latitude | Longitude | |
| 1 | 28°56'45.33"S | 49°29'1.66"O | Porção do açude; |
| 2 | 28°56'42.55"S | 49°29'8.67"O | Porção do açude; |
| 3 | 28°56'40.78"S | 49°29'8.34"O | Porção do açude; |
| 4 | 28°56'40.52"S | 49°29'6.17"O | Porção do açude; |
| 5 | 28°56'51.48"S | 49°28'58.82"O | Nascente; |
| 6 | 28°56'44.39"S | 49°28'58.82"O | Nascente; |

Fonte: próprio autor

Figura 3. Localização da área de estudo (açude Belinzoni) e das estações amostrais.



Fonte: Google Earth, 2011. (adaptado)

A amostragem foi realizada no dia 04 de junho de 2012. Com a utilização de frascos de polietileno, contendo as amostras as quais foram mantidas refrigeradas e encaminhadas até o Laboratório de Ecotoxicologia do IPARQUE/UNESC.

Devido ao fato do laboratório não realizar o ensaio ecotoxicológico crônico, realizou apenas a avaliação dos efeitos agudos no organismo indicador.

2.2.2 Ensaio de Ecotoxicidade Aguda com *Daphnia magna*

Os testes ecotoxicológicos com *Daphnia magna* foram realizados seguindo as normas da ABNT NBR 12713 (2004), que consiste na exposição dos indivíduos jovens do microcrustáceo por um período de até 48 horas, com várias diluições de uma amostra, onde o efeito agudo é determinado sobre a capacidade natatória dos organismos (LUCIANO, 2008).

Foram utilizados béqueres com volume nominal de 50 mL, a diluição-teste é dividida em duplicatas com 25 mL em cada. As soluções testes foram preparadas em balão volumétrico, colocando-se o volume da amostra ambiental e completando-se para 50 mL com a água de diluição, sempre homogeneizando. Seguiu o recomendado pela norma ISO 6341, que recomenda 20 organismos-teste para cada diluição e no controle, divididas em grupos de 10 por béquer respectivamente (KNIE; LOPES, 2004).

Como o tempo de exposição dos organismos (*D. magna*) é de 24 horas o resultado expressa o efeito tóxico agudo.

2.2.3 Indicadores físico-químicos de qualidade da água

As características físico-químicas de qualidade da água foram obtidas em relatórios de monitoramento realizados pela SAMAE de Araranguá, em especial no Diagnóstico Ambiental, 2010.

Entre os vários indicadores de qualidade da água que constam no citado estudo, optou-se por utilizar os parâmetros que integram o IQA, associado àqueles parâmetros que possam complementar a discussão dos resultados obtidos nos ensaios ecotoxicológicos. Foram amostrados nove parâmetros sendo realizada apenas uma única campanha.

2.2.4 Índice de Qualidade da Águas (IQA)

O IQA é calculado pelo produto ponderado das variáveis que compõe o índice (qi) na potência do peso correspondente de cada parâmetro (wi). Os resultados se obtêm através da seguinte fórmula:

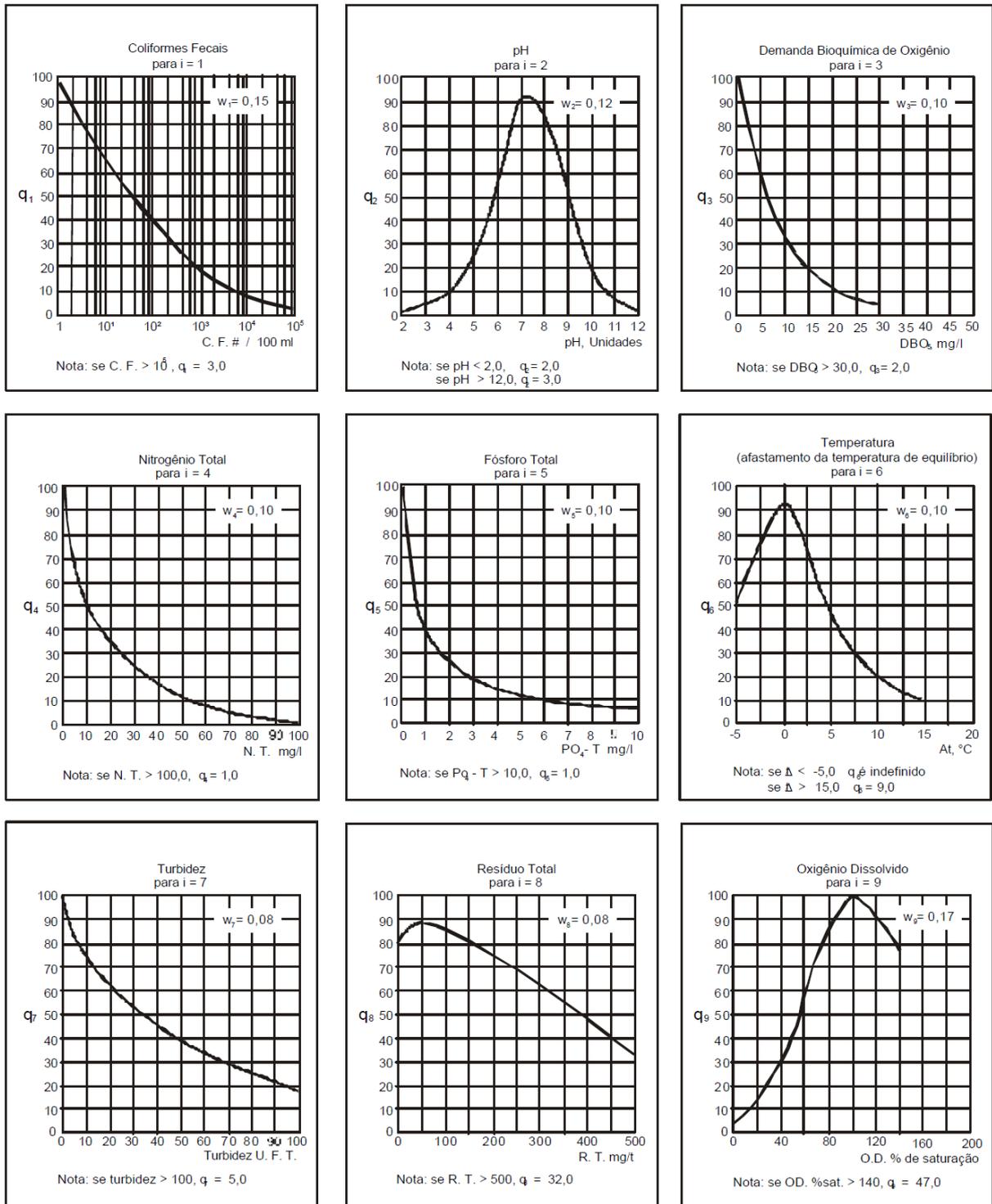
$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

- IQA: índice de Qualidade das Águas (valor entre 0 e 100);
- q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;
- w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para conformação global de qualidade.

Os valores correspondentes ao q_i são obtidos nos gráficos específicos de cada parâmetro ou através de cálculo das equações que originaram tais gráficos, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas utilizadas no IQA



(Fonte: CETESB, 2006).

Derísio (2000) apresenta os critérios adotados para a classificação do IQA (Tabela 2); e ressalta que essa classificação diz respeito à qualidade da água de mananciais para fins de utilizá-los para abastecimento doméstico após o tratamento convencional.

Tabela 2: Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA.

| Faixa de IQA | Classificação |
|----------------------------|---------------|
| $79 < \text{IQA} \leq 100$ | Ótima |
| $51 < \text{IQA} \leq 79$ | Boa |
| $36 < \text{IQA} \leq 51$ | Regular |
| $19 < \text{IQA} \leq 36$ | Ruim |
| $\text{IQA} < 19$ | Péssima |

Fonte: DERÍSIO, 2000 – Critério CETESB.

Algumas condições foram consideradas no cálculo do IQA para a água do Açude Belinzoni:

- a) A temperatura é uma variável utilizada no IQA, sendo considerado o desvio medido com relação à temperatura normal do corpo d'água. Em áreas que não sofrem influências de descargas aquecidas ou resfriadas, como no caso do Açude Belinzoni, a temperatura de equilíbrio consiste naquela que ocorre naturalmente. Derísio (2000) sugere para os casos onde não se constata poluição térmica no corpo d'água em estudo, a adoção do valor de $q = 92$;
- b) Para o oxigênio dissolvido, a curva de qualidade (q9) representada na Figura 4 apresenta valores em % de saturação de oxigênio dissolvido (%OD). Neste caso obteve-se o valor em função da concentração de oxigênio dissolvido em mg.L^{-1} em cada estação e o OD de saturação. Por sua vez, o OD de saturação é obtido em tabelas de saturação de oxigênio em função da temperatura e pressão atmosférica (Sperling, 2006);

O cálculo é obtido em função da equação: $\% \text{ saturação OD} = 100 \times [(\text{OD medido a } T \text{ } ^\circ\text{C}) / (\text{OD saturação a } T \text{ } ^\circ\text{C})]$

- c) A concentração de fosfato foi obtida a partir dos resultados de fósforo total, respeitando-se as relações molares, ou seja, a concentração de fósforo nos resultados da SAMAE foi multiplicada por 3,06, obtendo-se a concentração de fosfato correspondente.

3 RESULTADOS

O conjunto de dados de qualidade da água obtidos junto à SAMAE e que representam a condição físico-química e microbiológica da água do Açude Belinzoni, encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados de qualidade da água do Açude Belinzoni. Araranguá, SC.

| Parâmetros | Unidade | Estação Amostral | | | | | |
|-------------------------------|---------------|------------------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
| DBO | mg/L | 2 | 3 | 2 | 1 | 1,2 | 2,1 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 mL | 10 | 11 | 14 | ausente | 30 | 240 |
| Coliformes totais | NMP/100 mL | 25 | 30 | 40 | ausente | 1600 | >1600 |
| SDT | mg/L | 78 | 100 | 108 | 90 | 60 | 100 |
| Turbidez | NTU | <1,0 | 1,66 | 1,34 | 1,13 | 1,74 | 3,04 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 6,20 | 7,53 | 6,97 | 7,23 | 9,56 | 8,49 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | 7,81 | 8,00 | 7,24 | 7,20 | 7,20 | 7,00 |
| Temperatura | °C | 22 | 22 | 22 | 23 | 22 | 22 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,001 | 0,011 | 0,009 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| pH | - | 4,35 | 5,13 | 5,30 | 6,0 | 4,54 | 6,47 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,0022 | 0,023 | 0,0032 | 0,014 | 0,05 | 0,09 |
| Manganês Total | mg/L | 0,0732 | 0,0746 | 0,0676 | 0,067 | 0,104 | 0,127 |
| Zinco Total | mg/L | 0,0078 | 0,0109 | 0,0130 | 0,0122 | 0,0100 | 0,0100 |
| Alumínio | mg/L | 0,66 | 0,24 | 0,20 | 0,25 | 0,54 | 0,36 |

SDT: sólidos dissolvidos totais

Fonte: SAMAE (2)

Os dados considerados neste estudo apresentaram uma variação para o oxigênio dissolvido entre de 7,00 e seu valor máximo 8,00 (mg/L), demonstrando boa capacidade de oxigenação na água do açude e das suas nascentes. O número mais provável (NMP) para coliformes fecais em cada 100 mL de amostra variou de ausente a 240 para coliformes fecais e de ausente à maior que 1600 para coliformes totais.

Os valores de pH também apresentaram flutuação, variando entre 4,35 e 6,47 sugerindo uma condição variando entre ácida à levemente ácida. A matéria orgânica, neste estudo medida em termos de DBO variou entre 1,2 e 3,0 mg/L; enquanto que os valores de

nitrogênio total variaram entre de 6,20 e 9,56 (mg/L). Os valores de turbidez foram bem abaixo do valor mínimo recomendado variando entre <1,00 e 3,04(NTU), e sólidos dissolvidos totais entre 78 e 108 (mg/L).

Entre os metais analisados, o alumínio foi o que apresentou maior concentração, variando entre 0,20 a 0,66 mg/L. As concentrações de ferro dissolvido, manganês e zinco apresentaram pouca variação nas 6 estações de amostragem.

Considerando os resultados dos parâmetros que compõe o IQA, obteve-se para a estação P1 o índice de 68, o que segundo a metodologia classifica a água neste ponto como de boa qualidade para abastecimento público, após passar pelas etapas de tratamento convencional. A tabela 4 mostra a composição do IQA para a estação P1.

Tabela 4 - Classificação da estação P1 de acordo com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e seus respectivos parâmetros.

| Parâmetro | valor medido | qi | wi | qi ^{wi} | |
|-----------------------------------|--------------|-----|------|------------------|------|
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 7,81 | 93 | 0,17 | 2,16 | |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | 10 | 66 | 0,15 | 1,88 | |
| pH | 4,35 | 14 | 0,12 | 1,38 | |
| DBO (mg/L) | 2 | 81 | 0,10 | 1,55 | |
| Nitrogênio total (mg/L) | 6,20 | 74 | 0,10 | 1,54 | |
| Fosfato total (mg/L) | 0,003 | 100 | 0,10 | 1,58 | |
| Temperatura (°C) | 22 | 92 | 0,10 | 1,57 | |
| Turbidez (NTU) | <1 | 96 | 0,08 | 1,44 | |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L) | 78 | 86 | 0,08 | 1,43 | |
| | | | | IQA | 68,3 |
| Classificação | | | | Boa | |

Fonte: próprio autor

A Resolução CONAMA 357/05 apresenta uma faixa de 6,0 a 9,0, encontrando-se o P1 em desacordo com a legislação vigente, apresentando um valor de 4,35. Também contribuíram para esta classificação da água os valores de coliformes fecais e nitrogênio total, que apesar de se encontrarem em conformidade com a resolução 357/05, contribuíram para reduzir a classe de qualidade do IQA nesta estação.

Figura 5 - Demonstração do local no P1 no açude.



Fonte: autor, 2012.

A estação P2 apresentou resultado do IQA de 71,5 e que segundo a metodologia de classificação é também é considerado como água de boa qualidade para abastecimento público, após passar pelas etapas de tratamento convencional (Tabela 5).

Tabela 5 - Classificação da estação P2 de acordo com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e seus respectivos parâmetros.

| Parâmetro | valor medido | qi | wi | qi ^{wi} |
|-----------------------------------|--------------|----|------|------------------|
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 8,0 | 95 | 0,17 | 2,17 |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | 11 | 65 | 0,15 | 1,87 |
| pH | 5,13 | 28 | 0,12 | 1,49 |
| DBO (mg/L) | 3 | 73 | 0,10 | 1,54 |
| Nitrogênio total (mg/L) | 7,53 | 64 | 0,10 | 1,51 |
| Fosfato total (mg/L) | 0,034 | 95 | 0,10 | 1,58 |
| Temperatura (°C) | 22 | 92 | 0,10 | 1,57 |
| Turbidez (NTU) | 1,7 | 94 | 0,08 | 1,44 |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L) | 100 | 85 | 0,08 | 1,43 |
| IQA = | | | | 71,5 |
| Classificação | | | | Boa |

Fonte: próprio autor, 2012.

Figura 6 - Demonstração do local no P2 no açude.



Fonte: autor, 2012.

Neste ponto o valor de pH continua em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 para água de classe 2, apesar de apresentar valor de pH maior que a estação P1. Contribuíram para a classificação nesta estação, além do pH, os valores de coliformes fecais, DBO e sólidos dissolvido.

Na estação P3 apresentou resultado do IQA de 72,39 e que segundo a classificação também é considerado como água de boa qualidade para abastecimento público, após passar pelas etapas de tratamento convencional. (Tabela 6).

Tabela 6 - Classificação da estação amostral P3 de acordo com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e seus respectivos parâmetros.

| Parâmetro | valor medido | qi | wi | qi ^{wi} |
|-----------------------------------|--------------|----|------|--------------------------|
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 7,24 | 88 | 0,17 | 2,14 |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | 14 | 62 | 0,15 | 1,86 |
| pH | 5,30 | 32 | 0,12 | 1,51 |
| DBO (mg/L) | 2 | 81 | 0,10 | 1,55 |
| Nitrogênio total (mg/L) | 6,97 | 66 | 0,10 | 1,52 |
| Fosfato total (mg/L) | 0,03 | 96 | 0,10 | 1,58 |
| Temperatura (°C) | 22 | 92 | 0,10 | 1,57 |
| Turbidez (NTU) | 1,34 | 95 | 0,08 | 1,44 |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L) | 108 | 84 | 0,08 | 1,43 |
| | | | | IQA = 72,4 |
| | | | | Classificação Boa |

Fonte: próprio autor, 2012.

Figura 7 - Demonstração do local no P3 no açude.



Fonte: autor, 2012.

Nesta estação o valor de pH continua em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 para água de classe 2, apesar de apresentar um valor de pH maior que as estação anteriores.

Na estação P4 o resultado do IQA foi 82,81 e que segundo a metodologia de classificação é considerado como água de ótima qualidade para abastecimento público, após passar pelas etapas de tratamento convencional (Tabela7).

Tabela 7 - Classificação da estação P4 de acordo com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e seus respectivos parâmetros.

| Parâmetro | valor medido | qi | wi | qi ^{wi} |
|-----------------------------------|--------------|-----|------|----------------------------|
| Oxigênio dissolvido (mg/L)* | 7,20 | 88 | 0,17 | 2,13 |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | Aus | 98 | 0,15 | 1,99 |
| pH | 6 | 53 | 0,12 | 1,61 |
| DBO (mg/L)** | 1,0 | 81 | 0,10 | 1,55 |
| Nitrogênio total (mg/L) | 7,23 | 67 | 0,10 | 1,52 |
| Fosfato total (mg/L)** | 0,003 | 100 | 0,10 | 1,58 |
| Temperatura (°C) | 23 | 92 | 0,10 | 1,57 |
| Turbidez (NTU) | 1,13 | 96 | 0,08 | 1,44 |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L) | 90 | 86 | 0,08 | 1,43 |
| | | | | IQA = 82,8 |
| | | | | Classificação Ótima |

Fonte: próprio autor, 2012.

Figura 8 - Demonstração do local no P4 no açude.



Fonte: autor, 2012.

Este ponto apresentou os melhores resultados, encontrando-se em conformidade com a legislação e seu valor de IQA respectivamente, expressou estes resultados considerando este ponto como de ótima qualidade.

Na estação P5 o resultado do IQA foi 65,75 e que segundo a metodologia de classificação é considerado como água de boa qualidade para abastecimento público, após passar pelas etapas de tratamento convencional (Tabela 8).

Tabela 8: Classificação da estação P5 de acordo com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e seus respectivos parâmetros.

| Parâmetro | valor medido | qi | wi | qi ^{wi} |
|---------------------------------------|--------------|-----|------|--------------------------|
| Oxigênio dissolvido (mg/L)* | 7,20 | 91 | 0,17 | 2,15 |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | 30 | 53 | 0,15 | 1,81 |
| pH | 4,54 | 17 | 0,12 | 1,40 |
| DBO (mg/L) | 1,2 | 89 | 0,10 | 1,57 |
| Nitrogênio total (mg/L)** | 9,56 | 57 | 0,10 | 1,50 |
| Fosfato total (mg/L)*** | 0,003 | 100 | 0,10 | 1,58 |
| Temperatura (°C) | 22 | 92 | 0,10 | 1,57 |
| Turbidez (NTU) | 1,74 | 94 | 0,08 | 1,44 |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L)**** | 60 | 85 | 0,08 | 1,43 |
| | | | | IQA = 65,8 |
| | | | | Classificação Boa |

Fonte: próprio autor, 2012.

Figura 9 – Demonstração do local no P5 (nascente) no açude.



Fonte: autor, 2012.

Nesta estação o valor de pH volta a se encontrar em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 para água de classe 2, apresentando um valor de 4,54. Contribuíram para a classificação nesta estação, além do pH, os valores de coliformes fecais, e nitrogênio total.

E este pode ser o fator para que tenha dado um resultado do IQA mais baixo das seis unidades amostrais, associados a um aumento no número de coliformes fecais e de nitrogênio total, sugerindo maior contribuição de despejos domésticos nesta estação.

Esta estação por se tratar de uma das principais nascentes que alimentam o Açude Belinzoni merece atenção especial, lembrando que foi o valor mais baixo de IQA calculado entre as seis estações.

Na estação P6 o resultado do IQA foi 71,37 e que segundo a metodologia de classificação é considerado como água de boa qualidade para abastecimento público, após passar pelas etapas de tratamento convencional (Tabela 9).

Tabela 9: Classificação da estação P6 de acordo com o Índice de Qualidade das Águas – IQA e seus respectivos parâmetros.

| Parâmetro | valor medido | qi | wi | qi^wi |
|-----------------------------------|--------------|-----|------|------------|
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 7,00 | 93 | 0,17 | 2,16 |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | 240 | 32 | 0,15 | 1,68 |
| pH | 6,47 | 72 | 0,12 | 1,67 |
| DBO (mg/L) | 2,1 | 81 | 0,10 | 1,55 |
| Nitrogênio total (mg/L) | 8,49 | 56 | 0,10 | 1,50 |
| Fosfato total (mg/L) | 0,03 | 100 | 0,10 | 1,58 |
| Temperatura (°C) | 22 | 92 | 0,10 | 1,57 |
| Turbidez (NTU) | 3,04 | 90 | 0,08 | 1,43 |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/L) | 100 | 80 | 0,08 | 1,42 |
| IQA = | | | | 71,4 |
| Classificação | | | | Boa |

Fonte: próprio autor, 2012.

Este ponto apresentou um valor alto para o grupo coliformes fecais e uma turbidez maior que as dos outros pontos. E o seu IQA em comparação com os outros pontos deu um valor bom (Figura 10).

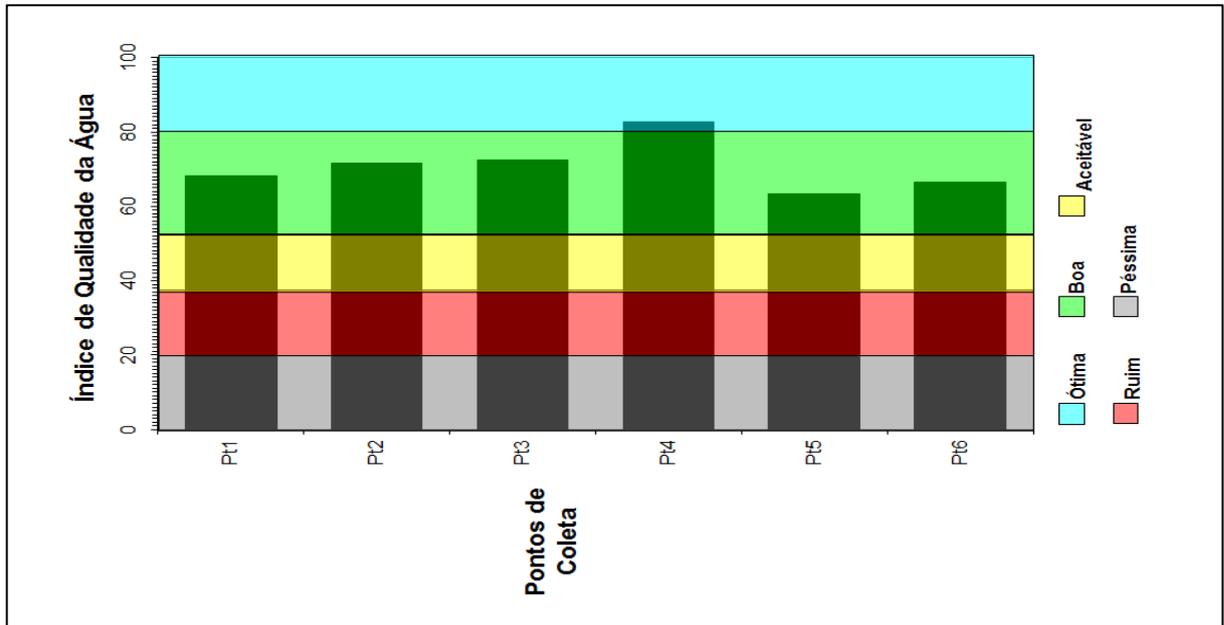
Figura 10 - Demonstração do local no P6 (nascente) no açude.



Fonte: autor, 2012.

Os resultados do IQA, nos seis pontos amostrados (Figura 11).

Figura 11 – Resultados do Índice de Qualidade da Água – IQA.



O IQA tem por finalidade a determinação da qualidade das águas para abastecimento público, porém não considera as substâncias tóxicas que são de difícil remoção em sistemas de tratamento convencionais de água.

O único ponto que apresentou ótima qualidade com relação ao IQA foi o ponto 04, enquanto as outras estações apresentaram qualidade boa com relação ao IQA.

De forma geral, a água do açude assim como a água das nascentes apresentam-se com boa saturação de oxigênio, garantindo a manutenção do ecossistema aquático.

Água poluída é aquela com baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação.

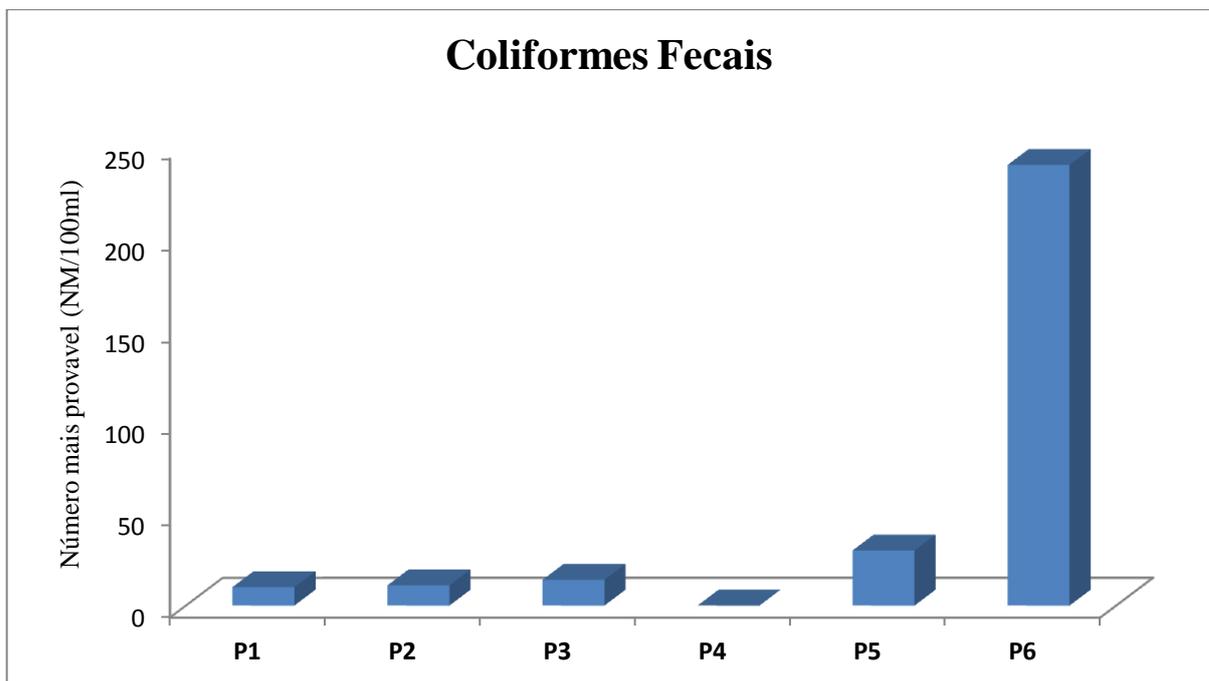
Sendo que os valores variaram entre 7,24 e 8,0 e estes não inferior a 5 estando portanto em conformidade com VMP CONAMA 357/05 – art 15.

O conjunto de dados de qualidade da água obtidos junto à SAMAE e que representam a condição físico-química e microbiológica da água do Açude Belinzoni, encontra-se na Tabela 3.

Os parâmetros de avaliação apresentaram variações significativas quando analisados separadamente.

Quanto aos Coliformes Fecais, grupo que corresponde a bactérias que habitam necessariamente o trato intestinal e auxiliam na digestão de diversos alimentos, sendo que sua presença no meio aquático indica a presença de matéria fecal na água. A figura 12 apresenta a contagem de coliformes dos pontos amostrados.

Figura 12: Contagem de coliformes fecais - NMP/100 mL nas estações de amostragem do açude.



A presença do grupo coliforme fecal se mostrou presente em cinco dos seis pontos analisados, sendo que quando presentes seus valores variaram de 10 a 240 (NMP/100 mL), Nota-se que o resultado refere-se à amostra bruta, e que a água passa por processo de desinfecção antes de ser distribuída à população.

O P6, que representa uma nascente, foi o ponto que apresentou o maior número deste grupo de bactéria, apresentando um valor de 240 (NMP/100 mL), valor este relacionado as contribuições de esgotos sanitários e de atividades desenvolvidas no entorno do açude, tornando este ponto bem vulnerável, pois é uma das nascentes que contribui para a formação do açude em questão.

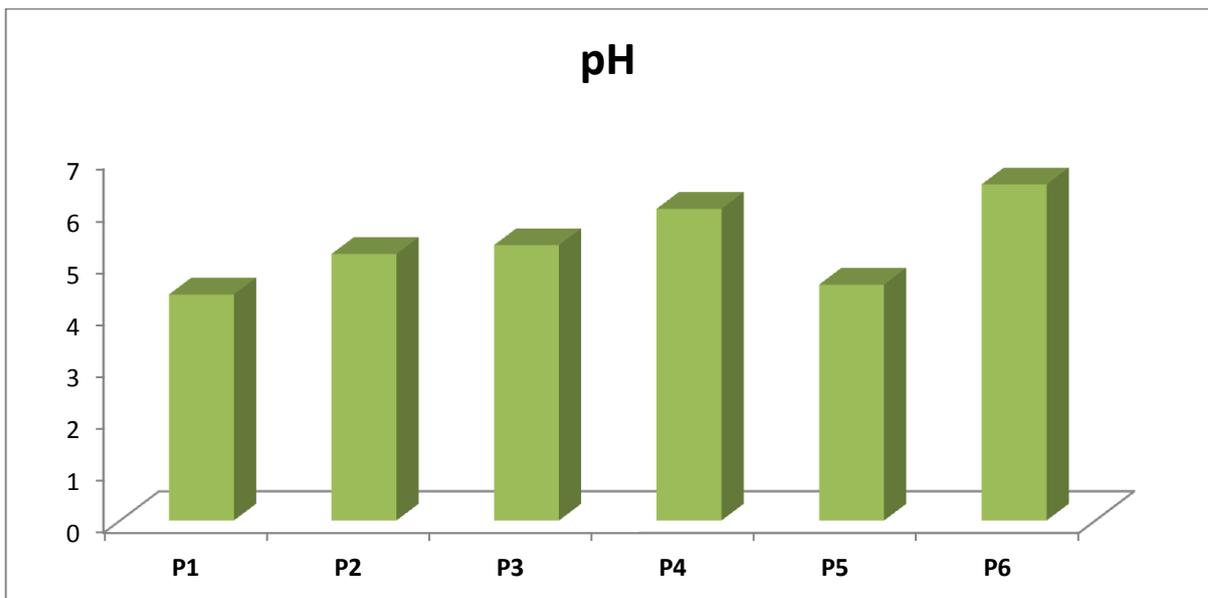
No conjunto de amostras analisadas os valores obtidos de coliformes fecais estão em conformidade com a Resolução do CONAMA 357/05 para águas de Classe 2, que fixa o limite Máximo de 1000 NMP/100mL. Sendo que a estação amostral P4, não foi encontrada este grupo de bactérias.

A presença dessas bactérias indica que o potencial hidrológico do açude esta em risco, pois as nascentes estão se mostrando contaminadas, porém é necessário realizar monitoramento em todo o local para verificar concretamente a influência destas bactérias perante o açude.

Então, o que pode se afirmar é que essas bactérias têm grande influência sobre o abastecimento publico, primeiro que a água deve ser tratada, o que eleva o gasto para após ocorrer assim a retirada destas bactérias antes de serem destinadas, segundo que há riscos de contaminação e pode acarretar em doenças de veiculação hídricas.

O pH, por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A Figura 13 apresenta a variação de pH nos pontos amostrais.

Figura 13: Valores do Potencial hidrogeniônico (pH).



As estações do P1, P2, P3 e P5 apresentarão valores relativamente baixos de pH. Com valores significativos P1 apresentou 4,35, P2 equivale a 5,13, P3 a 5,3 e P5 uma das nascentes que abastece o açude, apresentou o segundo menor valor, sendo 4,54. Já estações como o P4 e P6 apresentaram os melhores valores sendo estes respectivamente 6 e 6,47.

O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 a 9,5.

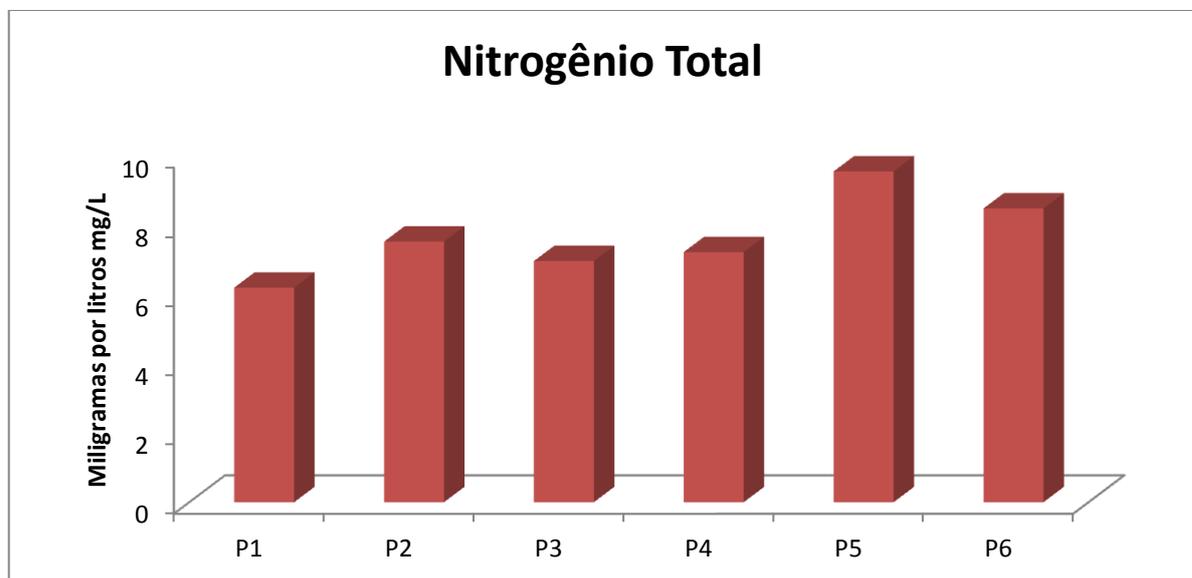
Sendo que quando valores de pH inferiores a 5,5 passa a ser um fator limitante para o meio aquático, onde a maior parte dos organismos é prejudicada ou até mesmo morta.

Os baixos valores de pH deve-se a pressão que o entorno vem exercendo sobre a área. Como o açude se localiza praticamente no meio da cidade a degradação é aumentada, além disso, existem instalações muito próximas as margens do açude, praticamente “em cima”, o que propicia a poluição direta ou indireta do açude.

Quando a DBO, os maiores aumentos, num corpo d’água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Sendo que os pontos estão em conformidade com o VMP CONAMA 357/05 – art 15, que seria este de no máximo 5 (mg DBO5/L) e os valores analisados deram no máximo 3.

O nitrogênio total é um elemento do metabolismo de ecossistemas aquáticos, contribuindo para a formação das proteínas e podendo atuar como fator limitante na produção primária. Do ponto de vista sanitário, esse elemento, ao ser incorporado a qualquer água, aumenta a proliferação de microrganismos, podendo aumentar a DBO do sistema (PALMA-SILVA, 1999). A figura 14 apresenta a variação do nitrogênio no açude Belinzoni.

Figura 14: Valores do nitrogênio total dos pontos amostrais.



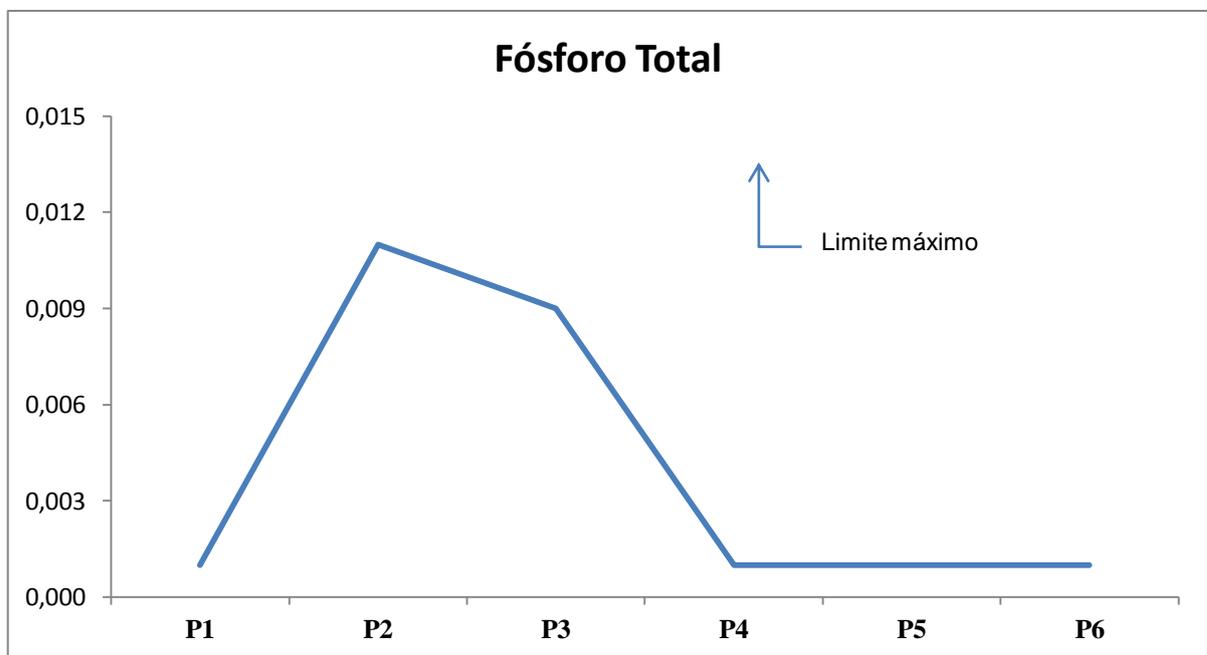
Como os resultados do nitrogênio estão associados aos de pH, todas as estações de amostragem apresentam teores de nitrogênio acima do permitido pela resolução, o ponto com maior concentração de nitrogênio foi o P6 que é caracterizado como nascente, então, esses níveis elevados de nitrogênio junto com outros compostos como fósforos provocam a alto teor de crescimento das algas, ou seja, o crescimento excessivo das algas que acarretam em um

processo conhecido como eutrofização, esse processo pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.

Segundo ANA (2009), as fontes de nitrogênio são variadas, tendo com uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, além de áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes e drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.

O fosfato total tem efeitos parecidos com o nitrogênio também pode provocar a eutrofização, na verdade os dois em conjunto e em excesso são prejudiciais ao meio. A figura 15 apresenta os valores de fosfato total no açude Belinzoni (Figura 15).

Figura 15: Valores do fosfato total nas estações de amostragem do açude.

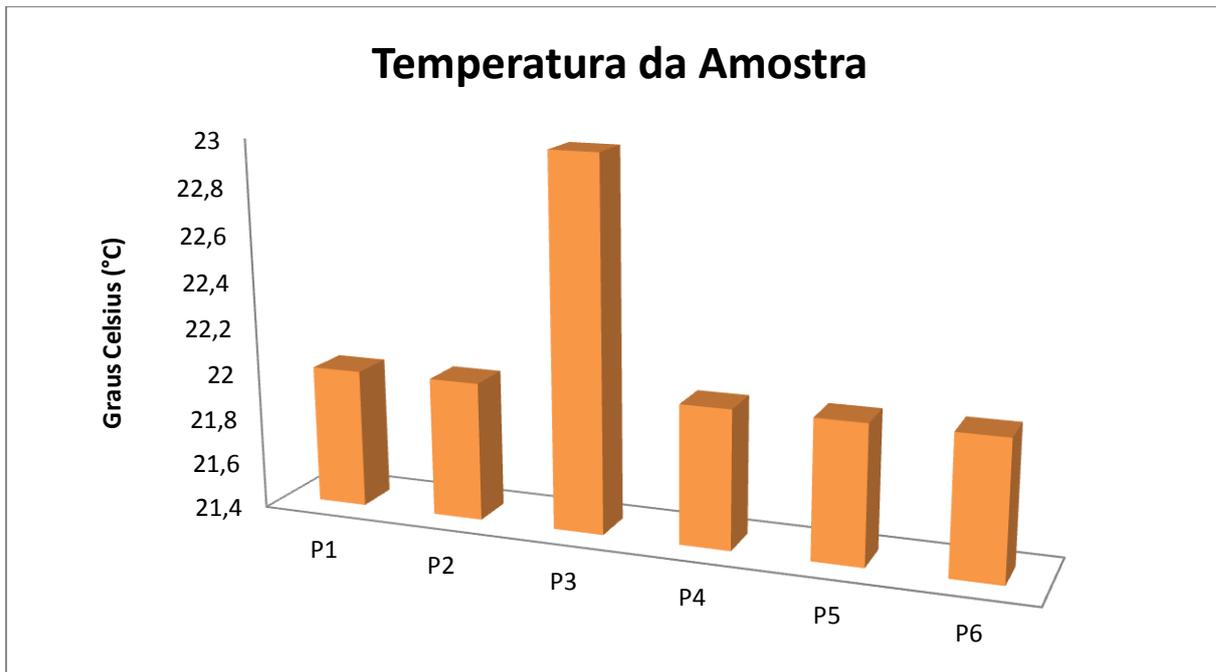


Observa-se então que o P2, P3, P5 e P6 estão acima um pouco acima do limite permitido pela resolução.

Sendo a temperatura um fator que influencia quase todos os processos físicos, químicos e biológicos na água e sua medição se tornando imprescindível para a interpretação dos restantes dos parâmetros de qualidade das águas e de processos que ocorrem na água. No âmbito da faixa de temperatura relevante para as nossas águas correntes, o ideal é que a temperatura se situe entre 0° e 25°C (PAREY, VERLAG PAUL, 1993).

Resultados referentes aos valores de temperatura dos pontos amostrais – Açude Belinzoni (Figura16).

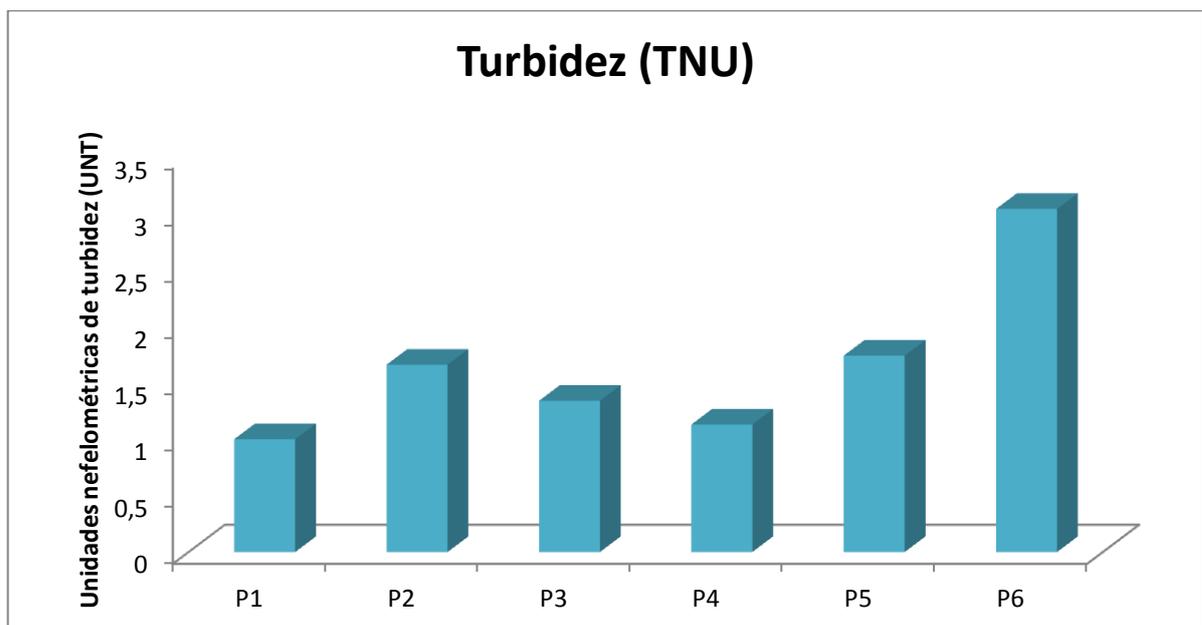
Figura 16: Temperatura dos pontos amostrados no açude Belizoni



Com isto pode ser observado que a temperatura da água do açude encontra-se dentro do esperado para a sobrevivência dos organismos no local.

Quanto à turbidez, os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais provocam elevações na turbidez das águas, além destes fatores a erosão também altera este fator. A figura 11 apresenta os valores da turbidez da água nos pontos amostrados, os resultados encontram-se dentro dos padrões de limite máximo disposto pela resolução (Figura 17).

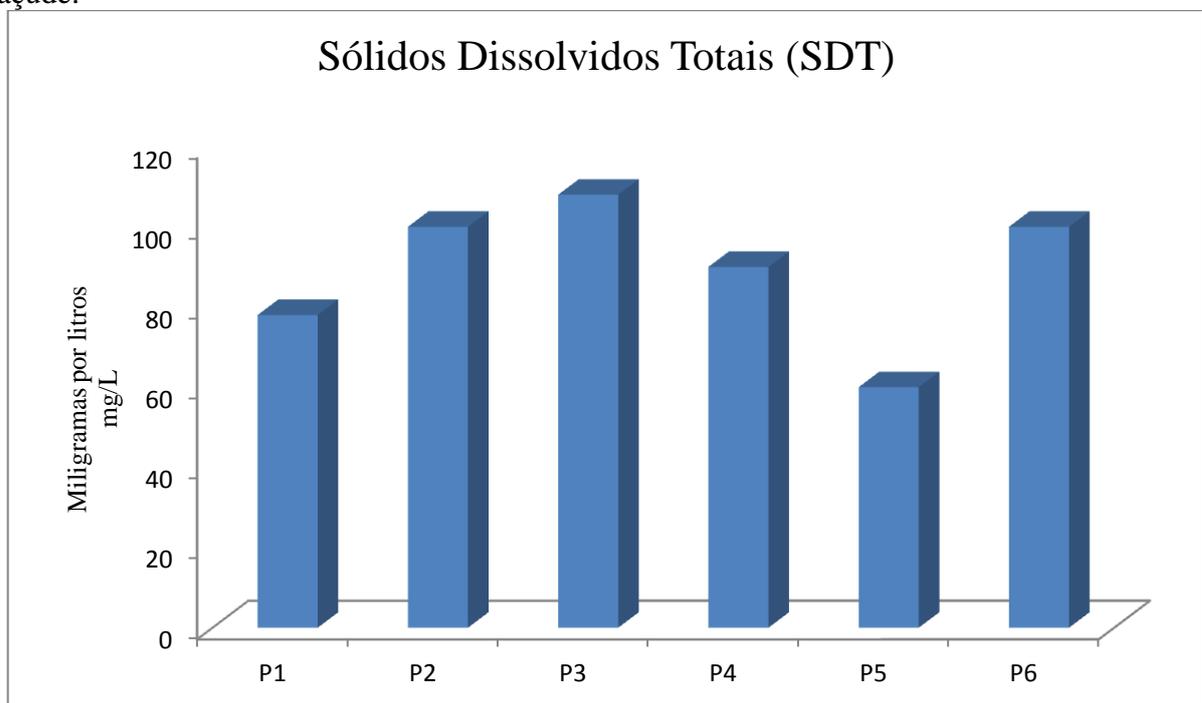
Figura 17: Valores da turbidez da água dos pontos no açude.



Os resultados de turbidez para os pontos amostrados estão em conformidade com VMP CONAMA 357/05 – art 15 que seria de até 100 NTU e os valores obtidos foram de no máximo 1,66.

Quanto a Sólidos Dissolvidos Totais, para os padrões estabelecidos quanto à potabilidade todos os pontos estão de acordo com padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução 357 de 2005 do CONAMA, ou seja, menores que o limite máximo equivalente a 500 mg/L. A figura 18 apresenta a variação de SDT para os pontos amostrados.

Figura 18: Valores de Sólidos dissolvidos totais referente às estações de amostragem do açude.



Em relação ao Teste de Ecotoxicidade, para o teste de toxicidade aguda com *Daphnia magna*, tomou-se como premissa a Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005, que determina para os d'água a não verificação de efeito tóxico nos organismos.

Os resultados do teste realizado com as amostras de água coletada encontram-se na (Tabela 10).

Tabela 10: Teste de Toxicidade Aguda em *Daphnia magna* mostrando os fatores de diluição para cada estação amostral.

| Estações Amostrais | Fator de Diluição |
|--------------------|-------------------|
| Ponto 01 | 1 |
| Ponto 02 | 1 |
| Ponto 03 | 1 |
| Ponto 04 | 1 |
| Ponto 05 | 3 |
| Ponto 06 | 3 |

Fonte: Próprio autor

Os resultados obtidos através do teste de toxicidade com *Daphnia magna* apresentaram-se da seguinte maneira: as estações amostrais de dentro do açude, o que se refere aos P1,P2,P3 e P4 com o fator de diluição igual a 1, e os P5 e P6, que representam as principais nascentes que abastecem o açude apresentaram o fator de diluição igual a 3.

A Portaria nº 017/02 de 18 de abril de 2002 da FATMA, define Fator de Diluição (FD) como sendo a primeira de uma série de diluições de uma mostra na qual não mais se observa efeito tóxico agudo aos organismos-teste.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, apenas os P1,P2,P3 e P4 se apresentaram como atóxicos, estando portanto, de acordo com o previsto pela legislação. Os outros dois P5 e P6 mostraram-se tóxicos, mas de acordo com a literatura (GOULART; CALLISTO, 2003), encontrando-se em níveis de alterações baixos.

Comparação dos resultados dos testes de IQA e de toxicidade aguda com *Daphnias magna*, nas estações amostrais encontram-se na tabela 11.

Tabela 11: Teste de Toxicidade Aguda em *Daphnia magna* comparando com os resultados de IQA nas estações amostrais.

| Estações Amostrais | Resultado - IQA | FD |
|--------------------|-----------------|----|
| 01 | BOA – 68,3 | 1 |
| 02 | BOA - 71,5 | 1 |
| 03 | BOA – 72,4 | 1 |
| 04 | OTIMA – 82,8 | 1 |
| 05 | BOA – 65,8 | 3 |
| 06 | BOA – 71,4 | 3 |

Fonte: Próprio autor

Observa-se que nas estações que apresentaram toxicidade também se observa valores do IQA menores, mais nem por isso nos pontos 1 e 2 que apresentaram-se como atóxicos para o teste de toxicidade agudo, mais apresentando também valores relativamente baixo do IQA. Para tanto se recomenda a realização do teste crônico com *Daphnia magna* para obter resultados mais seguros quanto a toxicidade.

Também é muito importante ressaltar que nas estações amostrais 5 e 6 os valores de ferro, manganês apresentam valores mais altos que nas outras estações amostrais e que o manganês ultrapassa o VMP pela legislação nestas duas estações amostrais, e que principalmente os valores de nitrogênio e alumínio extrapolaram os VMP pela Resolução Conama n° 357 de 17 de março de 2005 se apresentando em concentrações maiores do que as esperada.

Entre as variáveis que interferem na qualidade da água de uma nascente estão geologia, geomorfologia, área de recarga do aquífero entre outros, sendo possível ainda que as fontes de contaminação estejam localizadas muito além dos 50 metros estabelecidos pelo Código Florestal e Resolução 303/02 do CONAMA como área de preservação permanente.

Então, pode se dizer que pelo fato da alimentação do açude ser superficial, o açude se encaixa em uma falha e o abastecimento principalmente é por via subterrânea, por isso a qualidade da água no açude é melhor do que nas nascentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas do Açude Belinzoni demonstraram ser levemente acidadas, sendo que alguns valores para o pH ficaram abaixo do limite mínimo estabelecido para águas de classe 2 segundo a Resolução CONAMA 357/2005;

A qualidade da água do Açude é classificada de maneira geral como boa segundo o Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela CETESB. Sendo que o IQA quando avaliado isoladamente não reflete a realidade do corpo hídrico, uma vez que são vários os produtos químicos utilizados diariamente em residências e atividades prestadoras de serviço que podem causar toxicidade dos organismos aquáticos.

Recomenda-se que sejam realizados estudos para avaliar a dinâmica ambiental nas áreas de mananciais e que sejam levadas em consideração todas as variáveis envolvidas neste complexo sistema, destacando a importância de realizar um diagnóstico nas áreas de recarga dos aquíferos e ainda incentivar a proteção dos mesmos através da educação ambiental com a população.

Os dados obtidos na análise de parâmetros químicos mostraram uma concordância com a toxicidade sobre os organismos testados. Estes influenciaram no padrão de respostas dos bioindicadores, pela avaliação da mortalidade. Ressalta-se, porém, a necessidade de maiores estudos para determinar alguns compostos específicos que possam estar diretamente relacionados à toxicidade das amostras e desvendar os principais pontos críticos que estão causando a toxicidade das nascentes.

O resultado da análise ecotoxicológica trata-se da interação de vários fatores ambientais que vão refletir no organismo indicador da qualidade da água, então sendo as análises ecotoxicológicas a interação de vários fatores como por exemplo os valores de pH, a ação sinérgica entre os metais e demais poluentes e levando em consideração os poluentes que não estão sendo medidos (compostos orgânicos persistentes, agrotóxicos, entre outros), não se faz possível chegar a uma conclusão do agente que esta causando a toxicidade, mas conclui-se que existe toxicidade aguda em duas das seis estações amostrais, ou seja, as nascentes.

Quanto aos testes de toxicidade aguda os índices maiores foram nas nascentes (P5 e P6), sendo fator de diluição (FD) igual a 3, fora dos padrões permitidos pela legislação ambiental. Para tanto se recomenda a realização do teste crônico com *Daphnia magna* para obter resultados mais seguros quanto à toxicidade e em atendimento à resolução do CONAMA.

REFERENCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713: Ecotoxicologia Aquática. **Toxicidade Aguda: Método de Ensaio com *Daphnia* spp** (Cladocera, Crustácea). Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ALEXANDRE, Nadja Zim. **Análise integrada da qualidade das águas da bacia do rio Araranguá (SC)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. 300p.

AMESC. Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense. **Municípios**. Santa Catarina, 2010. Disponível em: <<http://www.amesc.com.br/municipios/index.php?show=detalhes&municipio=121>>. Acesso em: 22 Out. 2012.

ANA. Agência Nacional da Águas. **Portal da Qualidade das Águas**. Brasília: ANA/DF, 2009. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 17 Out 2012.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. M. M. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Paulo: Intertox, 2003.

BRASIL. **Portaria MS nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. São Paulo, 2011.

BRASIL. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Cetesb, São Paulo, 2005.

CETESB, Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Índice de qualidade das águas**. São Paulo: Cetesb/SP, 2012. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/42-indice-de-qualidade-das-aguas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/42-indice-de-qualidade-das-aguas-(iqa))> Acesso em: 15 Set 2012.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: Simpósio sobre Mata Ciliar, 1989, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP, Fundação Cargill, Campinas, 1989. p.88-98.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2ª Ed. São Paulo: Signus, 2000.

FATMA. **Portaria nº017/02, de 18 de Abril de 2002**. Estabelece os limites máximos de toxicidade aguda para efluentes de diferentes origens e dá outras providências. Santa Catarina, 2002.

GOULART, M.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Minas Gerais: Rev. da FAPAM, ano 2, nº1, 2003. 9p.

Disponível em: < <http://www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/goulartecallisto.pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2012.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Avaliação da toxicidade aguda para peixes**. In: IBAMA. Manual de testes para avaliação de ecotoxicidade de agentes químicos. Brasília, 1987.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Brasília, 2010. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 22 Out. 2012.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes toxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA/ GTZ, 2004.

LUCIANO, Monique Machado. **Avaliação da toxicidade da água do reservatório da Barragem do Rio São Bento, Siderópolis, Santa Catarina, utilizando como bioindicador *Daphnia magna***. 2008. 35 f. TCC (Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2008.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Minas Gerais: Aprenda fácil, 2001.634p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>>. Acesso em: 18 Out. 2012.

NURENE. Núcleo Regional Nordeste. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento, guia profissional em treinamento, nível 2**. Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. Salvador: ReCESA, 2008. 139p.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário : coleta transporte tratamento e reúso agrícola** São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 520p.

PAREY, V. P. **Manuais para gerenciamento de recursos hídricos: relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes**. Florianópolis: FATMA /DVWK, 1993.

PEREIRA, V.P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica**. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p 235-247.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina. **Santa Catarina em números: Araranguá**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010. 116p. Disponível em: < <http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/Ararangua.pdf>>. Acesso em: 23 Out. 2012.

SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 452 p.