

COLÉGIO SÃO CARLOS
EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E
ECOLOGIA APLICADA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE REPRESAS
DESTINADAS AO ABASTECIMENTO DO REBANHO BOVINO NA
EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE

Victor Paolillo Neto

Orientadora: Prof^a. Dra. Silvia Helena Govoni Brondi

Co-orientador: Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola

São Carlos

Fevereiro de 2006

ORAÇÃO DA ÁGUA

A Água é seiva da vida e sustenta a todos.
Até no deserto faz brotar a vida!
Mas, não basta Senhor,
existir água
se o seu uso é feito por aqueles que desconhecem seu valor.

Senhor!

Dai-me sentimentos e conhecimentos
para que eu seja generoso
como a seiva que alimenta
a vida neste desesperado planeta.

Dedico este trabalho à minha mãe,
Isabel e à minha avó Cida, meus amores
eternos.

AGRADECIMENTOS

Ao Colégio São Carlos com sua Diretora, Irmã Maria Jeanne d'Arc Buainain e Professora Lumena Aguenta Valle que possibilitaram a realização do presente trabalho.

À Prof^a Silvia Helena Govoni Brondi, pela formação, orientação, paciência e dedicação recebidas durante a realização da pesquisa.

À EMBRAPA Pecuária Sudeste, em especial ao Chefe Geral, Dr. Nelson Novaes e para o Dr. Ailton Manzano, pela concessão de acesso e coleta de amostras de água na área estudada.

Ao prof. Dr. Evaldo Espíndola, Coordenador do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA – USP) na Represa do Broa, pela amizade e pelas valiosas sugestões que possibilitaram um enriquecimento do presente trabalho.

Aos membros dos laboratórios do CRHEA – USP, em especial à Prof^a Dra. Clarice Botta e técnicos Amândio Menezes e Marcelo Menezes, que contribuíram, de diferentes formas, para a elaboração deste trabalho.

Aos estagiários da EMBRAPA, Ettore Antunes (UFSCar), Rodolfo Carapelli (CNPQ) e Adriana Nori de Macedo (UFSCar), pelo apoio durante as coletas.

Ao Sr. Nelson Donizete Costa, motorista e guia da Fazenda Canchim, pela atenção dispensada.

À Professora Belinda Rois, pela dedicação e carinho ao revisar o Abstract.

Ao meu amigo Daniel Maricondi Massari pelo apoio e incentivo.

A todos meus mestres do Ensino Fundamental do Colégio São Carlos, pelos ensinamentos e convivência durante todos esses anos.

A toda minha família, especialmente minha avó materna Aparecida e minha mãe Isabel.

Manifesto meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram, de diferentes formas, para a elaboração deste trabalho.

“Aqueles que param esperando as coisas melhorarem acabam descobrindo mais tarde que aqueles que não pararam estão tão na frente que não podem mais ser alcançados.”

Rui Barbosa

CARAÍBAS

“Caraíbas têm cabeça oca. Deviam ter aprendido muitas lições com o povo filho da terra e não souberam enxergar, nem ouvir, nem sentir. E sofrerão por isso.

Dia virá em que ficarão com sede, muita sede, e não terão água para beber: os rios e lagoas e vales e regatos e até a água da chuva estarão sujos e podres. E chorarão, e continuarão com sede porque a água do choro é salgada e amarga...

O tempo da fome também virá. E a terra estará seca, o chão duro. As sementes do milho e a mandioca na mais nascerão verdes, alimentando a esperança de quarups ao redor do fogo com muita comida e bebida. A caça e o peixe terão fugido ou morrido. E a fome apertará o estômago do caraíba e ele não poderá comer nem sua riqueza, nem sua terra nua e estéril.

Os dias serão sempre mais quentes. E quando o caraíba procurar uma sombra como abrigo, descobrirá que a terra não tem mais árvores.

As noites serão escuras e frias. Sem lua, sem estrelas. E sem fogueiras quentes.

E o caraíba, o homem branco, chorará. E quando acordar de sua imensa estupidez será tarde, muito tarde.

Eu, Tamãí, o velho pajé, falei.”

Werner ZOTZ

(Poema indígena)

ÍNDICE

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
INTRODUÇÃO.....	03
JUSTIFICATIVA.....	05
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1 – Represas no Brasil.....	06
2- Importância das represas no Brasil.....	06
3- Água destinada ao consumo do rebanho bovino.....	07
4- Avaliação da Qualidade das águas.....	08
4.1 – Parâmetros climatológicos.....	09
4.2 – Parâmetros físicos e químicos.....	09
4.2.1 – pH.....	09
4.2.2 – Condutividade elétrica.....	10
4.2.3 – Temperatura da água.....	10
4.2.4 – Transparência da água.....	10
4.2.5 – Oxigênio dissolvido.....	10
4.2.6 – Nutrientes	
4.2.6.1 – Nitrogênio.....	11
4.2.6.2 – Fósforo.....	11
5 – Testes de toxicidade Crônica e Aguda.....	11
OBJETIVOS GERAIS.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
MATERIAL E MÉTODOS	
1 - Área de estudo.....	14
2 - Coleta das amostras de água.....	19
3 - Parâmetros climatológicos.....	19
4 - Parâmetros físicos e químicos da água.....	19
4.1 - Temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido.....	19

4.2 – Nutrientes.....	19
4.3 - Testes toxicológicos: Bioensaios de toxicidade.....	19
4.4 - Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats.....	20

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1- Características Climáticas da Região.....	21
1.1 – Temperatura do ar e precipitação.....	21
1.2 – Vento.....	21
2– Características Físicas e Químicas da Água nos Pontos de Coleta.....	21
2.1 – Temperatura da água.....	21
2.2- Transparência da água.....	22
2.3– Oxigênio dissolvido.....	22
2.4– pH.....	23
2.5– Condutividade elétrica.....	24
2.6– Nitrogênio total e fósforo total.....	24
2.7– Teste de Toxicidade Aguda.....	25
2.7.1– Testes com <i>Daphnia similis</i>	26
2.7.2– Testes com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	27
2.8 - Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats.....	28

CONCLUSÃO.....	29
-----------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA.....	30
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I – Consumo de água pelo gado leiteiro (litros/cab/dia) por categoria, nas condições do Brasil-Central, em criação semi-intensiva.

Tabela II – Consumo diário de água pelo gado leiteiro (litros/cab), com 630 kg de peso vivo, por categoria, para diferentes níveis de produção e temperatura ambiente.

Tabela III: Represas construídas para armazenamento de água, localizadas na Micro bacia Hidrográfica do Ribeirão do Canchim.

Tabela IV: Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats (Callisto *et al.*, 2002)

(4 pontos = situação natural; 2 e 0 = situações leve ou severamente alteradas, respectivamente).

Tabela V: Temperatura da água (°C) na superfície, para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Tabela VI: Transparência da água (m), para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Tabela VII: Concentração de oxigênio dissolvido (mg/L), obtidos na superfície das represas Casarini, Colônia e Mata.

Tabela VIII: Valores de pH, obtidos na superfície da água das Represas Casarini, Colônia e Mata.

Tabela IX: Valores de condutividade elétrica para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Tabela X: Concentrações de nitrogênio e fósforo total, para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Tabela XI: Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, para as represas do Casarini, Colônia e Mata.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto de satélite da região de estudo, localizada na Embrapa Pecuária Sudeste.

Figura 2: Foto da Represa Casarini (superior) e coleta das amostras de água (inferior), localizada em área agrícola.

Figura 3: Fotos da Represa Colônia (superior) e coleta das amostras de água (inferior), localizada em meio urbanizado.

Figura 4: Fotos da represa da Mata, localizada no meio da mata ciliar.

RESUMO

Considerando a grande importância da água para os mais diversos ecossistemas do planeta, bem como os processos de degradação aos quais os recursos hídricos têm sido submetidos, torna-se evidente a necessidade de se buscar caminhos que levem à conservação dos ecossistemas aquáticos como forma de garantir a propiciação e manutenção da vida.

No presente projeto realizou-se um diagnóstico ambiental em três represas, Casarini, Colônia e Mata, situadas na Embrapa Pecuária Sudeste, a qual tem suas águas destinadas para diferentes usos, destacando o abastecimento de bebedouros bovinos. As represas Casarini, Colônia e Mata diferenciam-se entre si pela ocupação do solo em seu entorno, destacando a presença de área agrícola, área urbanizada e mata ciliar, respectivamente.

Para realizar o diagnóstico ambiental foram analisados parâmetros físicos e químicos da água das represas, considerando: temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, transparência da água e nutrientes. Realizou-se também testes toxicológicos, crônico e agudo, utilizando os microorganismos *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia silvestrii*. Aplicou-se um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, a fim de avaliar o nível de preservação das condições ecológicas das represas.

ABSTRACT

Considering the great importance of the water to the various ecosystems in the planet as well as the degradation process to which the hydro resources have been exposed, it is obvious that there is a need to find new ways to preserve the aquatic ecosystem and assure the maintenance of life.

In This project it was carried out an environmental diagnosis of three weirs: Casarini, Colônia and Mata, situated in Embrapa Pecuária Sudeste which has different uses for the water, pointing out the water supply for the cattle. The Casarini, Colônia and Mata weirs are different from each other in the land use: agricultural area, urban area and vegetative area, respectively.

In order to carry out the environmental diagnosis, physic-chemical parameters of the water of the weirs were analyzed: temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, water transparencies and nutrients. Toxicological tests, chronic and acute, were also carried out, using *Daphnia similis* and *Ceriodaphnia silvestrii*.

A protocol was applied to make a brief assessment of the habitat diversity in order to check the current conservation level of the weirs' ecological conditions.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem estar social, possuindo uma infinidade de usos, dos mais simples aos mais complexos. Apesar de ser um bem público, vem se tornando gradualmente um recurso escasso que precisa ser gerenciado com muita seriedade.

Os últimos relatórios produzidos por vários órgãos de avaliação ambiental do Globo Terrestre, mostram uma situação preocupante em relação aos recursos naturais, aos impactos nos ecossistemas e comunidades e às perdas econômicas e sociais resultantes destes impactos. No limiar do século XXI, as questões ambientais tornaram-se mais complexas e abrangentes, demandando esforços interdisciplinares, criatividade e inovação para avaliação, diagnóstico e possível solução. Degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, erosão, perda de biodiversidade, aumento nos custos de tratamento e de abastecimento de água, poluição das águas costeiras e oceanos são problemas que exigem solução rápida e competente (Tundisi, 2003).

No século XX um dos indicadores mais seguros da riqueza de uma nação era o tamanho das reservas de petróleo em seu subsolo. Atualmente, economistas, empresas e políticos começam a levar em conta outro tipo de líquido para determinar a prosperidade futura desse ou daquele país: a ÁGUA. Apesar de 70% da superfície do globo ser recoberta por água, apenas 1% desse volume é apropriado para ser bebido ou usado na agricultura. A água é mercadoria de valor crescente (CETESB, 1987).

Para comprovar a preocupação com a água, o Aquífero Guarani, maior reservatório de água subterrânea do mundo, está próximo de ser contaminado por agrotóxicos em sete cidades da região de Ribeirão Preto, de acordo com estudo da EMBRAPA (Relatório ONU, 2003).

Segundo Relatório das Nações Unidas, se medidas urgentes não forem tomadas para implementar o uso racional dos recursos hídricos, 60 países, respondendo por 75% da população mundial deverão sofrer falta de água no ano de 2050 (Hummes, 2004).

O abastecimento de água está próximo a um colapso, devido à diminuição das chuvas provocada pelo aquecimento global e o desmatamento das áreas dos mananciais e, também, a contaminação das reservas naturais por poluentes industriais, esgoto sem tratamento, agrotóxicos, somando-se também o desperdício (Moraes 2001a). Os múltiplos impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos têm sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental das bacias hidrográficas.

A contaminação dos recursos hídricos e dos mananciais de abastecimento público por rejeitos oriundos de atividades humanas, em razão de poluentes industriais, esgoto sem tratamento, fertilizantes agrícolas e agrotóxicos, tem sido um dos maiores fatores de risco para a saúde humana, sendo observável tanto em regiões brasileiras de alta concentração urbana como em áreas rurais (Branco, 1978).

Uma das grandes consequências dos impactos antrópicos nos ecossistemas aquáticos é a ocorrência de acelerados processos de eutrofização, causando um enriquecimento artificial desses ecossistemas pelo aumento da concentração de nutrientes na água, resultando no aumento dos processos naturais da produção biológica em rios, lagos e represas. As principais fontes desse enriquecimento têm sido identificadas como sendo as descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e fertilizantes utilizados na agricultura (Cleasby, 1991).

Para uma melhor compreensão dos ecossistemas aquáticos são necessários estudos da bacia hidrográfica, de um rio ou lago, integrando e interagindo, simultaneamente, o ambiente aquático ao terrestre (Likens e Bormann, 1974). O sistema aquático por inteiro expressa a tensão recebida pelos ecossistemas terrestres, refletindo o estado de saúde da bacia de drenagem.

Diante do exposto, há uma crescente necessidade de avaliar ecossistemas aquáticos, especialmente os de água doce, destacando as represas. Esta avaliação pode ser feita através da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos da água, bem como, realização de testes de toxicidade.

JUSTIFICATIVA

A água é um elemento vital do planeta Terra e fundamento de todos os seres vivos. Seres humanos, animais e plantas necessitam de água doce para viver. Segundo Campos (2001), 70% da água doce do mundo estão contaminadas por defensivos agrícolas, assoreamentos, lixos, dejetos humanos e animais, esgotos industriais, resíduos nucleares, derramamentos de petróleo, produtos químicos e outros. Portanto, soluções efetivas devem ser tomadas com urgência para evitar uma crise mundial pela falta d'água de boa qualidade.

A Embrapa Pecuária Sudeste, localizada no município de São Carlos, SP, desenvolve seus trabalhos de pesquisa visando o aumento da eficiência dos sistemas de produção e da qualidade do leite e carne de bovinos, contando com um rebanho composto por 253 bovinos de leite e 2.557 de corte.

Sendo a água uma substância fundamental para a vida do homem, plantas e animais, destacando em especial o rebanho bovino, que pode sobreviver sem 100% de seu tecido adiposo ou sem 50% de sua proteína corporal, ao perder de 10% a 12% de sua água corporal total, pode chegar à morte. Em razão disso, há uma necessidade na avaliação da qualidade da água fornecida para esses animais. A mesma deve ser limpa, fresca, possuir níveis baixos de sólidos e de alcalinidade e ser isenta de compostos tóxicos (Campos, 2001).

Portanto, diante do exposto, sente-se a necessidade da realização de um estudo, em que se caracterize, mediante análise de parâmetros físicos, químicos e realização de testes de toxicidade, a qualidade da água fornecida ao rebanho bovino da Embrapa Pecuária Sudeste.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1- Represas no Brasil

No Brasil ocorre a predominância numérica de sistemas fluviais, favorecendo a construção de lagos artificiais, mais conhecidos como açudes ou represas.

As represas são formadas, principalmente, pelo represamento de rios para atender os seguintes objetivos: abastecimento de águas, regularização de cursos, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação e recreação.

A construção de represas no Brasil teve seu início em 1901 em consequência do desenvolvimento industrial e sócio-econômico. No Estado de São Paulo existem mais de 55 represas de médio e grande porte que cobrem uma área de aproximadamente 5.500 km². Até 1980, o Brasil dispunha de cerca de 1.060 represas de médio e grande porte. Certamente este número é superior, pois muitas represas em áreas municipais e particulares não estão incluídas.

Segundo Esteves (1998), dependendo de suas características hidráulicas, as represas apresentam grande instabilidade limnológica. Estes ecossistemas, por apresentarem baixo tempo de residência da água (tempo de permanência da água na represa), podem ser considerados na sua grande maioria, como um estágio intermediário entre um rio e um lago, ou seja, entre ambiente lótico e lêntico. Outra característica das represas é a grande variação no nível d'água, podendo ocorrer em pouco tempo, em função das necessidades de uso da água.

2 - Importância econômica das represas no Brasil

Segundo Esteves (1998), as represas são muito representativas na economia brasileira, pois são nelas que as pequenas e médias áreas agropecuárias sustentam seu rebanho e plantações, as quais são as principais fontes de renda agropecuária no Brasil. Além do mais, nas represas podemos desenvolver a piscicultura, obtendo várias espécies de peixes que podem ser comercializados a preços aproximados aos dos peixes asiáticos e europeus.

As usinas hidroelétricas são responsáveis pela geração de aproximadamente 90% de toda a energia elétrica produzida no país, depende da represagem dos rios para sua construção, funcionamento, geração de energia e disponibilidade de muitos empregos.

Cabe salientar também que as represas são utilizadas para navegação, lazer, e como locais de estudo no desenvolvimento de pesquisas científicas.

3 – Água destinada ao consumo pelo rebanho bovino

Segundo Campos (2001), em clima temperado, a produção de um quilograma de alimento implica consumo de grande volume de água. Para a produção de leite, o consumo é de aproximadamente 10.000 litros de água/kg; e para carne, de 20.000 a 50.000 litros de água/kg.

Esse volume total de água se baseia na necessidade para produção de pastagens e alimentos concentrados utilizados pelos bovinos, além da quantidade ingerida pelos animais. Em clima tropical, esse consumo pode dobrar. O consumo de água por vaca em lactação depende de vários fatores, destacando, estado fisiológico, produção de leite, peso corporal, raça e consumo de matéria seca. Composição da dieta, ambiente, clima e qualidade da água são outros fatores que influem no consumo. Durante os meses mais quentes, as vacas sofrem estresse pelo calor e elevação da umidade, aumentando o consumo de água, com elevação na excreção de urina e alterando a composição dos dejetos.

O hábito no consumo de água segue ao alimento, maior ingestão coincide com o pico de consumo de matéria seca, mesmo quando o alimento é oferecido várias vezes por dia. Picos de consumo são também observados após as ordenhas, quando podem representar até 40 a 50% do consumo total diário. Normalmente os animais preferem consumir água com temperatura do ar entre 25 e 30°C, com tendência de diminuir o consumo quando a temperatura está abaixo de 15°C.

Pastagens tenras de gramíneas tropicais possibilitam às vacas leiteiras um consumo de matéria seca (MS) de 12 a 15 kg/vaca/dia, quando ingerem de 60 a 80 litros de água proveniente dessa forragem. Esse consumo involuntário pode suprir grande parte da exigência de água desses animais (Campos, 2001).

As estimativas do consumo de água pelo gado leiteiro, em diferentes situações, são apresentadas nas Tabelas I e II.

Tabela I – Consumo de água pelo gado leiteiro (litros/cab/dia) por categoria, nas condições do Brasil-Central, em criação semi-intensiva.

CATEGORIA ANIMAL	CONSUMO (litros/cab/dia)	VARIAÇÃO (+ -)
Vaca em lactação	62,5	15,6
Vaca e novilha no final de gestação	50,9	12,9
Vaca seca e novilha gestante	45,0	12,9
Novilha em idade de inseminação	48,8	14,2
Fêmea desmamada (até inseminação)	29,8	7,2
Bezerro lactente (a pasto)	11,2	3,0
Bezerro lactente (baia até 60 dias)	1,0	0,4

Tabela II – Consumo diário de água pelo gado leiteiro (litros/cab), com 630 kg de peso vivo, por categoria, para diferentes níveis de produção e temperatura ambiente.

Categoria animal	Temperatura Ambiente (°C)			
	0-5	10	21	32
Vaca seca	22,5	25,0	32,5	40,0
Final de lactação	32,5	35,0	47,0	55,0
Produzindo 20 litros/dia	60,0	63,0	80,0	100,0
Produzindo 30 litros/dia	100,0	102,5	130,0	170,0

4 – Avaliação da qualidade das Águas

A avaliação ambiental do ecossistema aquático é feita mediante análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, devendo-se considerar a influência dos elementos climáticos sobre os parâmetros acima citados.

4.1 – Parâmetros climatológicos

Os elementos climáticos mais freqüentemente utilizados na determinação do clima de uma dada região são temperatura do ar, vento e precipitação (Ayoade, 1986). A amplitude térmica anual diminui com a proximidade do equador e, nessas regiões onde ela é pequena, o volume de precipitação e sua distribuição ao longo do ano podem se tornar importantes elementos da caracterização do clima, o qual poderá ter apenas duas estações: seca e chuva (de Filippo, 1987).

A precipitação influencia na composição química da água, por meio do carreamento de partículas do ambiente terrestre para o aquático. O vento contribui na mistura da água, ocasionando ressuspensão de nutrientes das partes mais profundas.

4.2 – Parâmetros físicos e químicos

As descrições dos parâmetros físicos e químicos foram extraídas do Manual para Avaliação da Qualidade da Água (Moraes, 2001b).

4.2.1 – pH

Dependendo do valor do pH, verifica-se a estreita interdependência entre as comunidades vegetais e animais e o meio aquático. Este fenômeno ocorre na medida em que as comunidades aquáticas interferem no pH, assim como o pH interfere de diferentes formas no metabolismo dessas comunidades.

A interferência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais ocorre diretamente, em razão de seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto do pH também é muito importante, uma vez que determinadas condições de pH podem contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, tais como metais pesados, ou mesmo, alterar a solubilidade de nutrientes.

4.2.2 – Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes nos estudos de qualidade de água, uma vez que pode fornecer informações sobre o estado do ecossistema aquático, bem como sobre os fenômenos que ocorrem em sua bacia de drenagem, visto que é um indicador da capacidade da água em conduzir eletricidade em função da maior concentração iônica.

A influência direta ou indireta das atividades desenvolvidas nas bacias, como lançamento de efluentes domésticos e industriais nos recursos hídricos e atividades agropastoris, pode ser avaliada mais facilmente quando se dispõe de dados sobre sua condutividade.

4.2.3 – Temperatura da água

É um importante fator ecológico, tanto pela influência direta que pode exercer sobre vários tipos de organismos como pela relação existente entre a temperatura e o teor de gases dissolvidos.

4.2.4 – Transparência da água

A transparência da água depende da quantidade de partículas em suspensão presentes nos corpos d'água, podendo ser orgânicas ou inorgânicas.

4.2.5 – Oxigênio dissolvido

Dentre os gases presentes na água, o oxigênio dissolvido é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos. O oxigênio é indispensável a quase totalidade das funções vitais, encontrando-se na água em quantidade variável, mas quase sempre em concentração muito superior aos demais gases dissolvidos. Dentre as variáveis limnológicas que apresentam maiores variações diárias, destaca-se o oxigênio dissolvido, cujos valores podem ser usados como indicadores da qualidade da água. Baixas concentrações podem indicar poluição ou degradação da matéria orgânica.

4.2.6 – Nutrientes

4.2.6.1 – Nitrogênio

O nitrogênio pode estar na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. É um elemento indispensável ao crescimento de algas, macrófitas aquáticas, mas, em excesso, pode causar a eutrofização do corpo d'água. As causas do aumento de nitrogênio na água são os esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e excrementos de animais (Esteves, 1998).

4.2.6.2 – Fósforo

Encontrado na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. É essencial para o crescimento da flora, mas, em excesso, pode causar a eutrofização. As principais fontes de fósforo são a dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais (Esteves, 1998).

5 – Testes de toxicidade crônica e aguda

Os estudos em toxicologia aquática são qualitativos e quantitativos em relação aos efeitos tóxicos de um agente químico ou uma mistura complexa sobre os organismos aquáticos. A toxicidade de um composto químico depende da exposição, da suscetibilidade do organismo, das características químicas do agente e de fatores ambientais.

Os testes de toxicidade podem apresentar efeitos agudos ou crônicos. São aplicados em trechos de rios ou reservatórios que apresentam níveis de oxigênio dissolvido acima de 4,0 mg/L, uma vez que esta concentração é fator limitante para a existência da vida aquática (CETESB, 1998).

Segundo Rand & Petrocelli (1985), o efeito agudo caracteriza-se por uma resposta severa e rápida a um estímulo que se manifesta nos organismos aquáticos, em geral, num intervalo de 0 a 96 horas. Usualmente, o efeito observado é a letalidade ou alguma outra manifestação que o antecede, tal como o estado de imobilidade em alguns crustáceos; O efeito crônico traduz-se pela resposta a um estímulo que continua por longo tempo, normalmente por períodos que vão de 1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo. Esse efeito é observado quando concentrações de agentes tóxicos

afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, crescimento, comportamento, etc.

OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água de três represas presentes na Embrapa Pecuária Sudeste, Fazenda Canchim, município de São Carlos, SP, represas estas que abastecem bebedouros de água utilizados pelo rebanho bovino. Foram analisados parâmetros físico-químicos, destacando: pH, condutividade elétrica, temperatura, profundidade de transparência da água, oxigênio dissolvido e nutrientes, bem como, realização de testes de toxicidade com organismos vivos *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia silvestrii* e aplicação de protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análise de parâmetros físicos e químicos da água utilizada para o abastecimento do rebanho bovino da Embrapa Pecuária Sudeste;
- Aplicação de protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, nas represas em estudo;
- Avaliação do estado trófico das represas, considerando os macronutrientes nitrogênio total e fósforo total;
- Aplicação de testes de toxicidade nas águas das represas, utilizando organismos zooplancônicos: *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia silvestrii*;
- Correlacionar os resultados obtidos com a ocupação do solo no entorno das represas.

MATERIAL E MÉTODOS

1 - Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, localizada na Fazenda Canchim, município de São Carlos, SP. Esta área está localizada em uma região tropical ou intertropical do hemisfério Sul, latitude 21° 57' 42" S e longitude 47° 50' 28" W. O clima ocorrente é considerado como tropical, com altitude ao redor de 860m, segundo a classificação de Koeppen é do tipo Cwa, clima quente com inverno seco. Esta fazenda é cortada por 3 cursos d'água, sendo eles: Córrego Cascavel, Córrego da Lagoa e Ribeirão do Canchim.

Escolheram-se para o desenvolvimento do presente projeto, três represas (Figura 1), presentes na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Canchim (Tabela III), as quais estão localizadas na segunda maior bacia produtora de leite do tipo B do Estado de São Paulo, mesorregião de Araraquara e microrregião de São Carlos, região central de São Paulo (IBGE, 1991).



Figura 1: Foto de satélite da região de estudo, localizada na Embrapa Pecuária Sudeste.

Tabela III: Represas construídas para armazenamento de água, localizadas na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Canchim.

Nome	Ano	Área (ha) das Represas	Profundidade (m)	Capacidade (m³)
Colônia	1950	0,32	3	4.800
Mata	1958	0,16	3	2.400
Casarini	1958	7,29	2	72.900

Na Microbacia hidrográfica do Canchim ocorrem três ambientes específicos, de acordo com o grau de impacto antrópico: ambientes naturais (reservas legais, matas ciliares, mananciais protegidos), agrícolas (lavouras anuais, pastagens e reflorestamento) e urbanizados (sede, colônia, residências isoladas, estábulos e pastos de ordenha, vias asfaltadas e outros integrados pela malha hídrica do Ribeirão do Canchim), onde estão localizadas as represas da Mata, Casarini e Colônia, respectivamente (Figura 2, 3, 4).



Figura 2: Foto da Represa Casarini (superior) e coleta das amostras de água (inferior), localizada em área agrícola.



Figura 3: Fotos da Represa Colônia (superior) e coleta das amostras de água (inferior), localizada em meio urbanizado.



Figura 4: Fotos da represa da Mata, localizada no meio da mata ciliar.

2 - Coleta das amostras de água

A coleta das amostras de água das Represas Mata, Casarini e Colônia foram realizadas no período de chuva, mês de janeiro/2006, correspondendo à estação de verão.

3 - Parâmetros climatológicos

Foram considerados os parâmetros de temperatura do ar, precipitação e vento, obtidos junto a estação meteorológica da Embrapa Pecuária Sudeste.

4 - Parâmetros físicos e químicos da água

4.1 - Temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido

Para esses parâmetros, águas superficiais das represas foram analisadas no próprio local de estudo, utilizando equipamento digital Water Quality Checker, Marca HORIBA, Modelo U-10.

4.2 - Nutrientes

Nitrogênio orgânico total, determinado pelo método Kjeldhal, descrito em Golterman *et al* (1978) e fósforo total, determinado segundo APHA (1995).

4.3 - Testes toxicológicos: Bioensaios de toxicidade

Amostras de água foram coletadas para a realização de testes de toxicidade agudo, utilizando os organismos *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia silvestii*. Os bioensaios foram realizados, segundo as metodologias descritas em CETESB (1991), Burton & Macpherson (1995) e Fonseca (1997).

4.4 - Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats

Foi aplicado um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats nas três represas estudadas, modificado a partir do protocolo de Callisto *et al.* (2002).

O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 0 a 4 (Tabela IV). Esta pontuação é atribuída a cada parâmetro com base na observação das condições de habitat. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentemente. As pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas, em que de 0 a 40 pontos representam trechos "impactados"; 41 a 60 representam trechos "alterados" e acima de 61 pontos trechos "naturais".

Tabela IV: Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats (Callisto *et al.*, 2002).

(4 pontos = situação natural; 2 e 0 = situações leve ou severamente alteradas, respectivamente).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água(principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem /Agricultura/Monocultura /Reflorestamento	Residencial/Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica(esgoto, lixo)	Alterações de origem Industrial/urbana(fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/Industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas(agropecuária, estradas, etc.)	Largura da vegetação ripária entre 6 e 18m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1- Características climáticas da região

1.1 – Temperatura do ar e precipitação

Os valores de temperatura do ar no dia da coleta (18/01/06) variaram de 18°C a 30°C, correspondendo ao período de verão.

No dia da coleta e dias anteriores não houve precipitação.

As represas da Embrapa Pecuária Sudeste estão localizadas numa região de transição entre os climas tropical e subtropical, com sazonalidade pouco marcada, onde as diferenças mais nítidas ocorrem entre inverno e verão. No verão as temperaturas são mais elevadas (período mais quente), e maior ocorrência de precipitação, já no inverno, as temperaturas são mais baixas e caracteriza-se como um período mais seco.

1.2 – Vento

A ocorrência de vento na noite que antecedeu a coleta, provavelmente provocou uma mistura da água ao longo da coluna d'água.

2– Características físicas e químicas da água nos pontos de coleta

2.1 – Temperatura da água

Os dados de temperatura da água na superfície para as diferentes estações de coleta das represas da Embrapa Pecuária Sudeste se encontram na Tabela V. Provavelmente a presença de mata ciliar na Represa da Mata, influenciou na temperatura mais baixa da água (22,2 °C).

Tabela V: Temperatura da água (°C) na superfície, para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Represa	Temperatura
Casarini	26,6 °C
Colônia	24,2 °C
Mata	22,2 °C

2.2- Transparência da água

Os valores de transparência da água obtidos com o Disco de Secchi (Tabela VI), nas estações de coleta localizadas nas represas da Embrapa Pecuária Sudeste, no período chuvoso (verão), são apresentados na Tabela VI.

O baixo valor registrado para a Represa Casarini está associado ao fato da coleta ser realizada na superfície, devido ao difícil acesso à represa.

Tabela VI: Transparência da água (m), para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Represa	Profundidade (m)
Casarini	0,10
Colônia	0,90
Mata	> 0,70

2.3 – Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é um parâmetro muito importante no ambiente aquático, sendo essencial para o metabolismo dos organismos que apresentam respiração do tipo aeróbica. Além de indicar o grau de saturação de uma massa d'água a determinada temperatura e pressão, pode proporcionar informações sobre o efeito de poluentes no ecossistema e a demanda biológica do ecossistema (Tundisi, 1977).

A Tabela VII mostra as concentrações de oxigênio dissolvido para as diferentes estações de coleta localizadas nas represas da Embrapa Pecuária Sudeste, no período de chuva (verão).

Os três ambientes estudados apresentaram-se oxigenados, com maiores valores de oxigênio dissolvido na Represa Casarini (7,47 mg/L).

Tabela VII: Concentração de oxigênio dissolvido (mg/L), obtidos na superfície das represas Casarini, Colônia e Mata.

Represa	Oxigenio dissolvido (mg/L)
Casarini	7,47
Colônia	5,98
Mata	6,42

2.4– pH

O pH é uma medida importante das condições químicas de uma massa d'água, podendo dar indicação segura da atividade biológica dos vegetais aquáticos.

Os valores de pH obtidos no período chuvoso(verão), para as diferentes estações de coleta das represas são mostrados na Tabela VIII.

Para os três ambientes estudados, os valores de pH obtidos foram ligeiramente ácidos, sem grandes variações entre os diferentes ambientes.

Tabela VIII: Valores de pH, obtidos na superfície da água das Represas Casarini, Colônia e Mata.

REPRESA	pH
Casarini	6,03
Colônia	5,58
Mata	6,4

2.5 – Condutividade elétrica

A Tabela IX mostra os valores da condutividade elétrica da água, para as represas estudadas.

Os valores de condutividade elétrica foram baixos nas três represas de estudo, variando de 18 a 23 $\mu\text{S/cm}$.

Tabela IX: Valores de condutividade elétrica para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Represa	Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)
Casarini	18
Colônia	23
Mata	18

2.6 – Nitrogênio total e fósforo total

A Tabela X mostra as concentrações de nitrogênio e fósforo total, para as três represas estudadas.

Maiores concentrações de nitrogênio e fósforo total foram registradas na represa Casarini, provavelmente por estar circundada por uma área agrícola, ocorrendo carreamento de nutrientes aplicados nas culturas e solo para ambiente aquático.

Tabela X: Concentrações de nitrogênio e fósforo total, para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Represa	Fósforo total ($\mu\text{g/L}$)	Nitrogênio total ($\mu\text{g/L}$)
Casarini	134,29	1170
Colônia	79,60	650
Mata	70,56	610

2.7 – Teste de toxicidade aguda

No teste de toxicidade aguda, pode-se observar se as amostras continham toxicidade que poderia ocasionar a morte imediata dos organismos teste (*Daphnia similis* e *Ceriodaphnia silvestrii*), no período de até 48 horas.

Ao montar-se o teste de toxicidade aguda, deve-se ter uma amostra controle, utilizando água de laboratório, para podermos comparar os resultados obtidos.

Os organismos teste foram expostos nas águas das três represas da Embrapa Pecuária Sudeste, sendo a mortalidade registrada após 48 horas menor que 10%. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a água das três represas não apresentou toxicidade, sendo própria para a sobrevivência dos organismos aquáticos.

2.7.1– Testes com *Daphnia similis*

Água de cultivo e/ou diluição			
Lote	pH	Cond.($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	Dureza (mg/L CaCO_3)
Poço 20/01	7,6	146	46/83

Experimento 1

Amostras	Variáveis de Amostra		Nº de organismos imóveis				Imobilidade		Variáveis finais	
	pH	OD	1	2	3	4	Total	%	pH	OD
Ponto 1 (Casarini)	6,43	7,8	○	○	○	○	○/20		6,98	7,58
Ponto 2 (Colônia)	6,95	8,9	1/5	○	○	○	1/20	5%	7,42	7,62
Ponto 3 (Mata)	6,49	8,6	○	○	○	1/5	1/20	5%	7,26	7,68
Controle	7,41	7,9	○	○	○	○	○/20		7,88	7,2

2.7.2– Testes com *Ceriodaphnia silvestrii*

Água de cultivo e/ou diluição			
Lote	pH	Cond.($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	Dureza (mg/L CaCO_3)
Poço 20/01	7,6	146	46/83

Experimento 2

Amostras	Variáveis de Amostra		Nº de organismos imóveis				Imobilidade		Variáveis finais	
	pH	OD	1	2	3	4	Total	%	pH	OD
Ponto 1 (Casarini)	6,43	7,8	○	○	○	○	○/20		7,08	7,2
Ponto 2 (Colônia)	6,95	8,9	1/5	○	○	○	1/20	5%	7,45	7,4
Ponto 3 (Mata)	6,49	8,6	○	○	○	1/5	1/20	5%	7,46	7,6
Controle	7,41	7,9	○	○	○	○	○/20		8,18	7,1

2.8 - Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats

Segundo Callisto *et al.*(2002), de 0 a 14 pontos representam ambiente impactado, de 15 a 22 pontos, ambientes alterados e acima de 23 pontos ambientes naturais.

Mediante os valores obtidos (Tabela XI), todas as represas estudadas, Casarini, Colônia e Mata, se enquadram como ambientes naturais.

Tabela XI: Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, para as represas Casarini, Colônia e Mata.

Parâmetros	Represa		
	Casarini	Colônia	Mata
1-	2 pontos	4 pontos	4 pontos
2-	2 pontos	4 pontos	4 pontos
3-	4 pontos	4 pontos	4 pontos
4-	4 pontos	4 pontos	4 pontos
5-	4 pontos	4 pontos	4 pontos
6-	4 pontos	4 pontos	4 pontos
7-	2 pontos	4 pontos	4 pontos
8-	4 pontos	2 pontos	4 pontos
Soma dos pontos	26 pontos	30 pontos	32 pontos

CONCLUSÃO

Podemos concluir mediante este estudo realizado nas três represas da Embrapa Pecuária Sudeste, Fazenda Canchim, segundo os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda, a qualidade da água é apropriada para o consumo pelo rebanho bovino ali presente, uma vez que a mortalidade dos organismos teste foi menor que 10%. Comprovando esta qualidade adequada, nos três ambientes foram registrados baixos valores de condutividade elétrica e de nutrientes.

Corroborando com os resultados obtidos, as três represas foram classificadas como ambientes pouco modificados, ou seja, naturais, segundo o protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats aplicado.

Portanto, as águas das três represas são próprias para o consumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 ed.* Washington: American Public Health Association, (1995).
- AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia nos trópicos.* São Paulo, Difel S.A., 1986. 332p.
- BRANCO, S.M. *Hidrologia aplicada à engenharia sanitária.* São Paulo, CETESB, 2.ed., 1978. 620p.
- BURTON, G A.JR; MACPHERSON, C., 1995, *Sediment toxicity testing issues and methods.*In: HOFFMAN, D.J.; RATTNER, G.A.; BURTON, G.A.JR.; CAIRNS, JR.(eds). *Handbook of Ecotoxicology*, Lewis Plublishers, Boca Raton Fl. New York 970p.
- CALLISTO, M.*et al. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast, Brazil.*Rev.Bras., 2002.
- CAMPOS. *Importância da água para bovinos de leite*, 2001.Instrução técnica para o produtor de leite, Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite.Governo Federal do Brasil.
- CETESB. *Técnica de abastecimento e tratamento de água.* São Paulo, V.1, 1987.
- CETESB. *Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo.* São Paulo, 1998.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL 1991, *Água e Teste de Toxicidade Aguda com Daphnia similis* Claus, 1879 (Cladocera, Crustacea). *Norma Técnica L5.018*, CETESB, São Paulo.33p.
- CLEASBY, J.L. *Source water quality and pretreatment options for slow sand filters* .In: London, UK.
- De FILIPPO, R. *Ciclo sazonal do fitoplâncton, fatores climáticos e hidrológicos na represa de Barra Bonita.* São Carlos, 1987. 90p. Dissertação (mestrado). UFSCar.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia.* Rio de Janeiro, Interciência, 2.ed., 1998. 602p.
- FONSECA, A.L., 1997, *Avaliação da qualidade da água na Bacia do Rio Piracicaba através de testes de toxicidade com invertebrados.* São Carlos. USP, 211p(Tese).
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAND, M. A. *Methods for physical and chemical analysis of fresh water.* Oxford, UK: *Blackwell Scientific Publications*, 213p. 1978.(IPB Handbook, n.8).
- HUMMES, C. As questões relativas à água são questões de vida humana e de vida de todos os seres vivos do nosso planeta. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 11 abril. 2004.
- LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H. Linkages between terrestrial and aquatic ecosystems. *Bio Science*, V.24, n.8, p.447-456, 1974.
- MORAES, M.(a). *Abastecimento de água está próximo do colapso.* *Folha de São Paulo*, São Paulo, 02 ago. 2001.

MORAES, A.J.(b). *Manual para avaliação da qualidade da água*. São Carlos, Rima, 2001. 43p.

RAND, G.M. & PETROCELLI, S.R.(eds.) *Fundamentals of aquatic toxicology: Method and application*. Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 1985, 666 p.

RELATÓRIO ONU. Falta de água pode afetar até 75% da população em 2050, diz UNESCO. *Folha de São Paulo*, São Paulo. 2003.

TUNDISI, J.G. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. São Carlos, Rima, São Carlos, 2003. 248p.