

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

VERIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ALGAS
CIANOFÍTICAS EM ÁGUA DE DESSEDENTAÇÃO DE
BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE

Ariane Carrascossi da Silva
Bióloga

ARAÇATUBA - SP
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

VERIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ALGAS
CIANOFÍTICAS EM ÁGUA DE DESSEDENTAÇÃO DE
BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE

Ariane Carrascossi da Silva

Orientador: Prof. Titular Dr. Iveraldo dos Santos Dutra

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – UNESP, Campus de, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA - SP

2011

Catálogo na Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

S586v Silva, Ariane Carrascossi da.
Verificação da ocorrência de algas cianofíticas em água de
dessedentação de bovinos criados extensivamente / Ariane
Carrascossi da Silva. - Araçatuba: [s.n.], 2011
48 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária
Orientador: Prof. Dr. Iveraldo dos Santos Dutra

1. Cianobactérias 2. Cianotoxinas 3. Eutrofização

CDD 636.0896

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

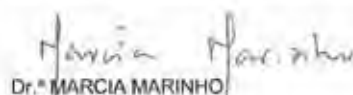
TÍTULO: Verificação da ocorrência de algas cianofíticas em água de
dessedentação de bovinos criados extensivamente.

AUTOR: ARIANE CARRASCOSSI DA SILVA

ORIENTADOR: Dr. IVERALDO DOS SANTOS DUTRA

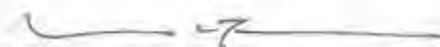
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL
(MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.


Dr.ª FLÁVIA THOMAZ VERECHIA PEREIRA


Dr.ª MARCIA MARINHO


Dr. IVERALDO DOS SANTOS DUTRA

DATA DA REALIZAÇÃO: 1º de setembro de 2011.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. IVERALDO DOS SANTOS DUTRA
- Orientador -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ARIANE CARRASCOSSI DA SILVA – nascida no dia 31 de janeiro de 1982, no município de Guararapes – SP, formou-se em Ciências Biológicas, licenciatura, na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) - UNESP em 2007. Iniciou oficialmente o curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP em Março de 2009.

EPIGRAFE

“A grandeza não consiste em receber honras, mas em merecê-las.”

Aristóteles

“Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão,
perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem se atreve e
a vida é muito bela para ser insignificante.”

Charlie Chaplin

“Por mais longa que seja a caminhada o mais importante é dar o primeiro passo.”

Vinícius de Moraes

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a duas pessoas muito importantes em minha vida que são meus pais, Nelson e Noely, que me apoiaram muito durante toda minha vida e na fase acadêmica e me deram forças para seguir em frente durante os obstáculos da vida.

AGRADECIMENTOS

*À **Deus** primeiramente, pela oportunidade de continuar forte em todos os momentos difíceis, e de tê-lo presente em minha vida todos os dias.*

*Ao **meu orientador**, Prof. Dr. Iveraldo dos Santos Dutra, por toda paciência, confiança em acreditar que podia conciliar trabalho e mestrado junto e pelas palavras de apoio e que é responsável pelo meu crescimento acadêmico.*

*Ao professor **Alessandro Minillo** da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, pela colaboração em todos os passos do projeto.*

*À **Rosa Maria Moraes Ferreira**, que me ajudou sempre nas horas corridas do dia a dia.*

*À **minha família**: meu pai Nelson, minha mãe Noely, meu irmão Marco Aurélio, minha cunhada Karina e meu sobrinho Daniel; meu alicerce, minha vida, meus amores.*

*Aos **meus ex-alunos** que me apoiaram em todos os momentos de batalha, compreendendo minhas horas de preocupação e muitas vezes de nervosismo.*

*Aos **eternos amigos**: Andréia, Helena, Jamila, Joice, Vinícius e Wanderson, meu muito obrigada por todo companheirismo, todos os conselhos, por estarem sempre ao meu lado tanto nos momentos alegres e principalmente nos momentos difíceis.*

*Aos **meus primos**, Thiago, Junior, Marilise, Leonardo, por me ajudarem a superar um dos momentos difíceis da minha vida.*

*Aos **professores** que, juntamente com meu orientador, compuseram a banca de qualificação e de defesa.*

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	11
SUMMARY	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. OBJETIVOS	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1 Exemplos das formas das cianobactérias unicelular (<i>Synechocystis</i>), unicelular colonial (<i>Microcystis</i>) e filamentosa multicelular (<i>Anabaena</i>).	17
FIGURA 2 Reprodução por Fissão Binária e reprodução por Fragmentação.	18
FIGURA 3 Mecanismo de ação da Anatoxina-a e da Anatoxina-a(s).	20
FIGURA 4 Mecanismo de ação das Saxitoxinas.	21
FIGURA 5 Mecanismo de ação hepática das microcistinas.	24
FIGURA 6 Bovinos no interior de cacimba empregada na dessedentação de bovinos em propriedade rural localizada no município de Brasilândia, MS.	30
FIGURA 7 – Cacimba empregada na dessedentação de animais da Fazenda C.A., Brasilândia, MS, associada a episódios de Problemas sanitários em bovinos em anos anteriores.	31
FIGURA 8 – Amostra do solo com material de coloração esverdeada, observada nas proximidades da borda da cacimba empregada na dessedentação de bovinos. Fazenda C.A., Brasilândia, MS.	31

FIGURA 9 – Fazenda C.A., Brasillândia, MS. Bebedouro artificial para bovinos, com possibilidade dos animais defecarem e urinarem no seu interior. Água de bebida oriunda de captação em poço profundo.	32
FIGURA 10 – Fazenda C.A., Brasilândia, MS. Aspecto da água de bebida fornecida aos animais em bebedouro artificial com água turva e com fezes de bovinos no seu interior. Água de bebida oriunda de captação em poço profundo.	33
FIGURA 11 - Aspectos morfológicos característicos dos gêneros encontrados nas cacimbas e bebedouros com água de dessedentação de bovinos, empregados como referência para a identificação de cianobactérias. Fazenda C.A., Brasilândia, MS.	35
FIGURA 12 - Aspectos morfológicos dos gêneros encontrados nas bacias de captação de água de chuva, empregadas na dessedentação de bovinos da Fazenda S.H.R.V., Guararapes, SP.	37
FIGURA 13 (A, B e C): Floração visível de Microcystis em cacimba empregada na dessedentação de bovinos. Fazenda S.P., Lavínia, SP.	39

LISTA DE TABELAS E QUADRO

	Página
Tabela 1 – Gêneros de cianobactérias presentes em amostras de água de dessedentação de bovinos. Fazenda C.A., Brasilândia, MS.	34
Tabela 2 – Variáveis abióticas das amostras de água de bebida dos animais, obtidas de cacimbas e bebedouros. Fazenda C.A., Brasilândia, MS.	36
Tabela 3 – Gêneros de algas encontrados na Fazenda S.H.R.V. (Guararapes – SP).	37
Tabela 4 – Variáveis abióticas das cinco cacimbas da Fazenda S.H.R.V. (Guararapes, SP).	38
Tabela 5 – Distribuição das cacimbas por pasto, propriedade, município e localização geográfica, Vale do Araguaia, Estado de Goiás, Brasil.	41

VERIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ALGAS CIANOFÍTICAS EM ÁGUA DE DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS CRIADOS EXTENSIVAMENTE

RESUMO – A preocupação com os problemas ambientais tem se tornando um tema muito abordado. Dentre essas preocupações está aquela associada às degradações da qualidade da água. Essa degradação faz com que ocorra o processo de eutrofização, que é o acúmulo de nutrientes como nitrogênio e fósforo, que causam florações de algas, nas quais as mais conhecidas são as cianobactérias. A presença dessas na água de dessedentação de bovinos pode ter como consequência danos à saúde dos animais. Embora não existem relatos da ocorrência de intoxicações em bovinos no país, cada vez mais se observa a presença de situações de risco no meio pecuário. Portanto, o objetivo do presente estudo foi o de verificar a presença de cianobactérias potencialmente patogênicas em água de dessedentação de bovinos e descrever alguns parâmetros físico-químicos (pH, temperatura e oxigênio dissolvido) nos locais de coleta. As coletas foram feitas em propriedades rurais de municípios como Brasilândia – MS, Guararapes – SP, Lavínia – SP, Nova Crixás – GO e Aruanã – GO. A água foi coletada com garrafas tipo âmbar, utilizando o reagente lugol para preservação das amostras. As análises foram feitas através de microscópios óptico. Dentre as amostras, foram encontradas duas cianobactérias produtoras de toxinas nos municípios de Brasilândia e Lavínia, sendo elas as do gênero *Merismopedia* e *Microcystis*. Os parâmetros tiveram valores compatíveis para a ocorrência do processo de eutrofização. A presença de cianotoxinas revela a possibilidade de ocorrência de problemas sanitários nos bovinos mantidos em sistemas de produção em que a água de dessedentação esteja contaminada.

Palavras-chave: cianobactérias, cianotoxinas, eutrofização

VERIFICATION OF THE POSSIBILITY OF ALGAE IN WATER CYANOPHYTES WATERING CATTLE RAISED THOROUGHLY

SUMMARY – Concern with environmental problems has become a subject much discussed. Among these concerns is that associated with the degradation of water quality. This degradation occurs makes the process of eutrophication, which is the accumulation of nutrients such as nitrogen and phosphorus that cause algal blooms, in which the best known are the cyanobacteria. The presence of these in water watering cattle could result in damage to the health of animals. Although there are no reports of intoxication occurring in cattle in the country, increasingly observed the presence of risk situations among livestock. Therefore, the goal of this study was to verify the presence of potentially pathogenic cyanobacteria in water of watering cattle and describe some physical and chemical parameters (pH, temperature and dissolved oxygen) in the sampling sites. The collections were made on farms in towns like, Brasilândia - MS, Guararapes - SP, Lavínia - SP, Nova Crixás – GO and Aruanã - GO. The water was collected in amber bottles type using lugol reagent for preservation of samples. Analyses were performed using optical microscopy. Among the samples, two were found cyanobacteria produce toxins that the municipalities of Brasilândia and Lavínia, and they are of the genus *Microcystis* and *Merismopedia*. The parameters have compatible values for the occurrence of eutrophication process. The presence of cyanotoxins reveals the possibility of health problems in cattle kept in production systems where the water is contaminated watering.

Keywords: cyanobacteria, cyanotoxins, eutrophication

1. INTRODUÇÃO

A constante preocupação com os problemas ambientais tem se tornando um tema muito abordado na atualidade. Essa preocupação vem da própria consciência humana que está percebendo que a proteção ao meio ambiente é um problema urgente e imediato e que a saúde humana e animal estão em risco por causa da negligência de muitos em relação à preservação ambiental.

Dentre as preocupações ambientais está aquela associada às degradações da qualidade da água. O que faz com que isso ocorra é a falta de conhecimento de medidas de controle por parte da população, ou seja, muitos produtos gerados pela atividade humana são lançados diretamente em águas destinadas ao abastecimento, a recreação e a diversos outros usos. Esses lançamentos na água causam problemas denominados de eutrofização.

A eutrofização é o acúmulo de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo que causa florações de algas das quais as mais conhecidas são as cianobactérias, que podem trazer consequências desastrosas, pois algumas espécies são produtoras de toxinas, nas quais elas passam a ser denominadas de cianotoxinas e quando ingeridas em grandes quantidades podem causar doenças ou até mesmo levar a morte de animais e do homem.

A presença de cianobactérias na água de dessedentação de bovinos pode ter como consequência danos à saúde dos animais. Embora não existem relatos sistemáticos na literatura compulsada da ocorrência de intoxicações em bovinos no país, cada vez mais se observa a presença de situações de risco no meio pecuário. Nesse sentido, o presente trabalho visa relatar a presença de cianobactérias potencialmente patogênicas em água de dessedentação de bovinos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os impactos causados nos ecossistemas aquáticos levam a ocorrência da eutrofização, um enriquecimento artificial causado pelo aumento das concentrações de nutrientes na água, principalmente por compostos nitrogenados e fosfatados,

resultando num aumento dos processos naturais da produção biológica (VEIGA, 2011). Em decorrência deste processo, o ecossistema passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou hipereutrófico (SIQUEIRA; OLIVEIRA-FILHO, 2007).

Conforme Jardim et al. (2007) essa constatação, aliada às elevadas temperaturas com longos períodos de estiagem, propiciam uma maior evaporação da água e conseqüentemente uma maior concentração desses nutrientes.

O processo de eutrofização pode desencadear uma série de efeitos indesejáveis, que resultam em mudanças na qualidade da água como: depleção do oxigênio dissolvido, perdas na biodiversidade aquática, perdas das qualidades cênicas, morte intensiva de peixes, aumento no crescimento de macrófitas aquáticas e na incidência de florações de microalgas e de cianobactérias (TUNDISI, 1999).

A eutrofização nos ecossistemas aquáticos pode ser natural (processo lento, porém contínuo) ou artificial (provocada pelo homem) (BRANDÃO; DOMINGOS, 2006).

A eutrofização natural acontece em águas provenientes do escoamento superficial e também dos rios das bacias de drenagem, que arrastam a matéria orgânica para dentro desses ecossistemas, contribuindo para este enriquecimento. Entretanto, devido à dinâmica das reações, a disponibilidade desses nutrientes é muito rápida e a ciclagem se dá de forma natural, por causa das altas temperaturas que aceleram os processos de produção, respiração e principalmente de decomposição (ESTEVES, 1998).

De acordo com Costa (2003), a eutrofização artificial é de origem antropogênica e consequência da utilização extensa de fertilizantes na agricultura, contaminando rios, lagos e mananciais.

Além dos fertilizantes, dos esgotos e dos efluentes industriais, uma das causas da eutrofização artificial é a produção animal que também interfere na concentração de nutrientes do corpo d'água. A produção animal tem uma enorme responsabilidade sobre a contaminação dos recursos d'água. As fezes produzidas pelos animais podem causar a eutrofização.

Nesse contexto, um dos maiores causadores de impacto ambiental é a suinocultura. Os resíduos suinícolas que podem promover impacto nos recursos hídricos são os chorumes, constituídos basicamente por fezes, urina, restos de ração e água; cadáveres de animais mortos e as camas. As consequências da

incorreta disposição destes materiais para os recursos hídricos são: redução da disponibilidade de água para os seus mais diversos usos; imposição de limitações ao desenvolvimento agropecuário, econômico e social devido à falta de água; aporte de elevadas concentrações de elementos à água; potencialização do processo de eutrofização dos corpos d'água com consequentes danos econômicos e ambientais; alterações na biodiversidade aquática, ocorrendo à presença de organismos prejudiciais à saúde humana, animal e ambiental (PALHARES, 2011).

Conforme Assis (2006), a eutrofização dos corpos d'água promove um intenso crescimento biológico, com o desenvolvimento de uma comunidade fitoplanctônica, geralmente com predominância das cianobactérias em relação às demais espécies de algas.

Florações algais é o resultado da interação de fatores físicos, químicos e bióticos, caracterizadas por um crescimento explosivo, autolimitante e de curta duração dos micro-organismos de uma ou poucas espécies, frequentemente produzindo colorações visíveis nos corpos de águas naturais (TORGAN, 1989).

A formação dessas florações é causada pela grande quantidade de carga de nutrientes despejados nos rios, pelo tempo de retenção da água, pela estratificação e pela temperatura que são os principais fatores que influenciam a formação e a intensidade das florações (FUNASA, 2003). Molica (1996) diz também que outros fatores como níveis altos de radiação, temperatura entre 15-30°C, ventos fracos e pH neutroalcalino também favorecem o aparecimento das florações.

As florações de microalgas representam uma rápida resposta da comunidade fitoplanctônica à eutrofização, e caracterizam-se pelo crescimento excessivo de algas, podendo observar alterações na coloração da água, desde manchas de cor vermelha, marrom ou azul-esverdeada (AZEVEDO, 2011).

Nesses ambientes propícios, têm-se observado o aumento da dominância de espécies de cianobactérias, que são as que mais causam o processo de eutrofização.

A origem das cianobactérias foi estimada em cerca de 3,5 bilhões de anos, sendo provavelmente os primeiros produtores primários de matéria orgânica a liberarem oxigênio elementar na atmosfera primitiva (VEIGA, 2011).

As cianobactérias são micro-organismos aeróbios fotoautotróficos, que obtém energia para seu metabolismo pela fotossíntese; são procariontes, portanto, semelhantes bioquimicamente e estruturalmente às bactérias. A sua morfologia

abrange as formas unicelulares, colônia e filamentos multicelulares (ASSIS, 2006). Essas formas são representadas a seguir (FIGURA 1):

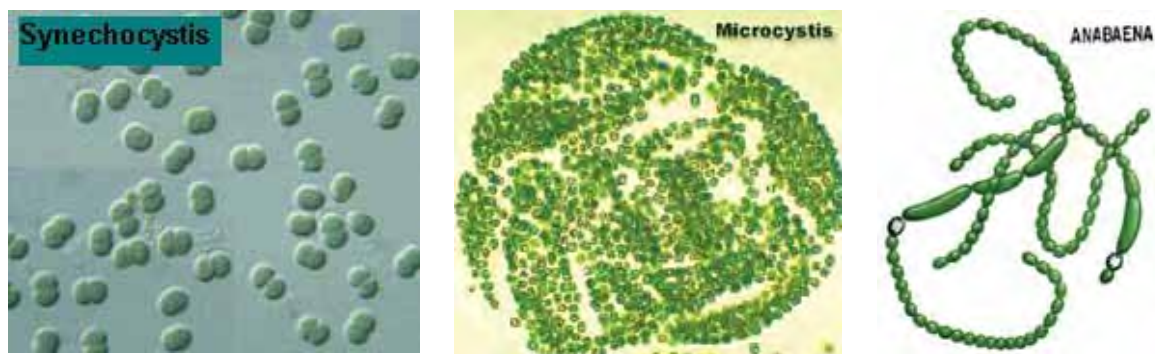


FIGURA 1 – Exemplos das formas das cianobactérias unicelular (*Synechocystis*), unicelular colonial (*Microcystis*) e filamentosa multicelular (*Anabaena*).

Fonte: domínio público

Dotadas de grande plasticidade fenotípica e ecológica, com possibilidades de adaptação aos mais diversos ambientes, as cianobactérias são encontradas em praticamente todas as partes do mundo. Resistem a variações ambientais bastante drásticas, ocorrendo desde os polos aos trópicos, e desde o nível do mar até as mais altas montanhas. São organismos dominantes em águas termais, sendo capazes de viver em temperaturas de até 73°C. Ocorrem também sobre a neve, em geleiras, nas areias do deserto, no solo, sobre o cimento, madeiras ou troncos de árvores (MAGALHÃES et al., 2006).

Todas as cianobactérias contêm como pigmentos clorofila-a e ficocianina, que em conjunto permitem armazenar energia luminosa e até específicos espectros de luz verde. Elas são caracterizadas por apresentarem um balanço de energia favorável, portanto, podem manter uma taxa de crescimento relativamente elevada quando a intensidade de luz é baixa em comparação a outros organismos fitoplanctônicos. Muitas cianobactérias são sensíveis a prolongados períodos de alta intensidade luminosa, as que formam florações superficiais parecem ter maior tolerância (CARMICHAEL, 1992; MUR; SKULBERG; UTKILEN, 1999).

A reprodução das cianobactérias se dá por fissão binária, por isso, tem grande capacidade de se desenvolver rapidamente no ambiente, pois esse tipo de

reprodução acontece em poucas horas. Caso a separação da fissão binária não aconteça, as cianobactérias podem se reproduzir por fragmentação - hormogônios (BRANDÃO; DOMINGOS, 2006) (FIGURA 2).

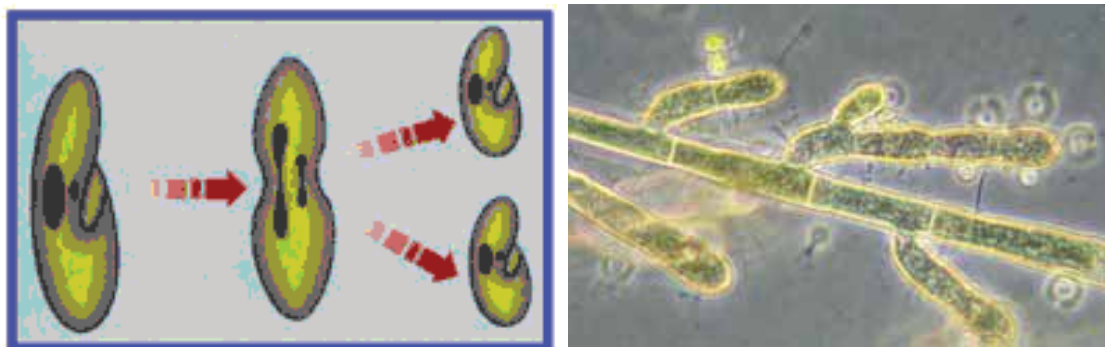


FIGURA 2 – Reprodução por Fissão Binária e reprodução por Fragmentação.

Fonte: domínio público

Dentre as principais causas da dominância das cianobactérias no meio aquático, destacam-se: a baixa razão entre Nitrogênio Total e Fósforo Total (NT/PT), baixa concentração de CO_2 ou alto pH, pequena pressão de herbivoria, alta temperatura, possibilidade de regular sua flutuação em ambientes com alta e baixa turbulência, baixa intensidade luminosa, possibilidade de armazenar fósforo, fabricação e secreção de substâncias alelopáticas (DOMINGOS, 2001).

O crescimento de cianobactérias pode ser influenciado por fatores ambientais como idade da cultura, temperatura, luz, nutrientes, salinidade, pH, concentração de micronutrientes. As células de cianobactérias não se proliferam dentro de organismo humano, somente no ambiente aquático antes de ser ingeridas (BARTRAM et al., 1999).

As vias de exposição das cianobactérias são: ingestão acidental de água de locais contaminados e de água contaminada de abastecimento público; através da pele e mucosa, nadando em águas de recreação, tomando banho, ou por trabalhos relacionados à água, contato direto das partes expostas do corpo e áreas cobertas que retenham material celular; hemodiálise; inalação, durante o banho, trabalho, esportes e; consumo alimentar, peixes e moluscos contaminados, produtos de

plantas e células de cianobactérias usados em suplementos diários que estejam contaminados (FONSECA, 2007).

Algumas florações de cianobactérias provocam alterações no gosto e no sabor da água, redução no oxigênio dissolvido, além da liberação de toxinas prejudiciais à saúde humana e animal. Há diversos registros de morte por envenenamento de bovinos, cavalos, porcos, ovelhas, cães, peixes e invertebrados, pela ingestão ou contato com essas florações tóxicas (CARMICHAEL, 1994; FALCONER, 1999).

As toxinas de cianobactérias são conhecidas como cianotoxinas e constituem uma grande fonte de produtos naturais tóxicos produzidos por esses micro-organismos e, embora ainda não estejam devidamente esclarecidas às causas da produção dessas toxinas, têm-se assumido que esses compostos tenham função protetora contra herbivoria, como acontece com alguns metabólitos de plantas vasculares (CARMICHAEL, 1992).

As cianotoxinas produzidas ficam contidas dentro das células de cianobactérias em crescimento ativo; são liberadas para a água quando as células envelhecem, morrem ou se rompem (lise), tornando-se toxinas dissolvidas. As cianotoxinas são liberadas por dois mecanismos, o natural, devido à morte das células, ou o induzido, resultante de fatores mecânicos e químicos (algicidas) que afetam a estabilidade das células (SCHMIDT et al., 2002). A toxina dissolvida é mais persistente que a particulada (SIVONEN; JONES, 1999), podendo permanecer no meio aquático por semanas a meses (YOO et al., 1995). As toxinas podem ser diluídas rapidamente pela grande massa de água, especialmente se ocorrer à mistura da água através da ação do vento ou de correntes vigorosas (ASSIS, 2006).

Essas toxinas podem causar a morte de animais de estimação, animais selvagens e animais domésticos, incluindo bovinos, pássaros e peixes (GIBSON; SMITH, 1982; KAMOGAE; HIROOKA, 2000).

As toxinas produzidas por cianobactérias são enquadradas em três categorias, segundo seus efeitos tóxicos em mamíferos: (1) neurotoxinas; (2) dermatotoxinas – lipopolissacarídeos (LPS); e (3) hepatotoxinas (FALCONER, 1993).

Dentre as neurotoxinas, já são conhecidas três diferentes tipos produzidas a partir de espécies dos gêneros *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Cylindrospermopsis*, são elas: Anatoxina-a, Anatoxina-a(s) e Saxitoxinas.

Anatoxina-a: alcaloide neurotóxico que age como um potente bloqueador neuromuscular pós-sináptico de receptores nicotínicos e colinérgicos. Esta ação se dá porque a anatoxina-a liga-se irreversivelmente a receptores de acetilcolina, pois não é degradada pela acetilcolinesterase (FUNASA, 2003) (FIGURA 3). Os sinais de envenenamento por esta toxina incluem: desequilíbrio, progressão de fasciculação muscular, respiração abdominal exagerada, cianose, convulsões. A morte é devida à parada respiratória e ocorre de poucos minutos a poucas horas, dependendo da dosagem e consumo prévio de alimento (CARMICHAEL, 1992; FALCONER, 1998).

Anatoxina-a(s): organofosforado natural que tem o mecanismo de ação semelhante a anatoxina-a, inibindo a ação da acetilcolinesterase e impedindo a degradação da acetilcolina ligada aos receptores (FIGURA 3). Em virtude da intensa salivação observada em animais intoxicados por esta neurotoxina, ela foi denominada Anatoxina-a(s) (CARMICHAEL, 1992; FALCONER, 1998).

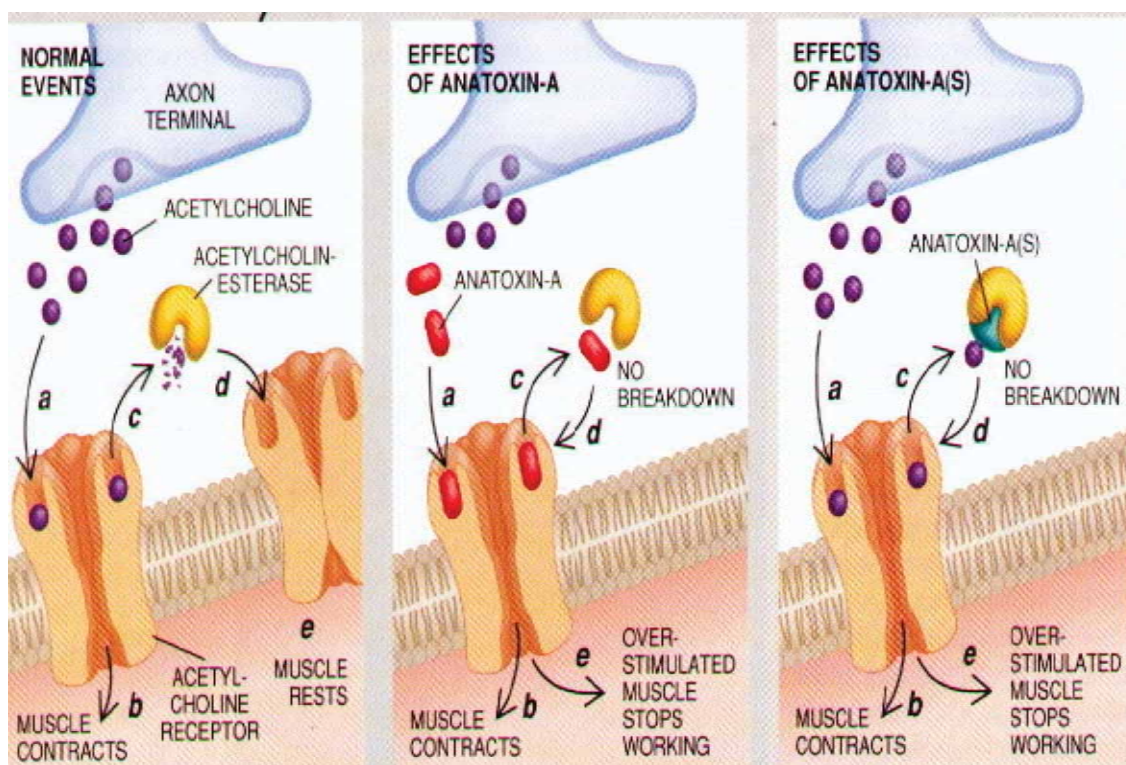


FIGURA 3 – Mecanismo de ação da Anatoxina-a e da Anatoxina-a(s).

Fonte: Carmichael, 1994.

Saxitoxinas: nome genérico que se tem adotado para um grupo de neurotoxinas conhecidas como “venenos paralisantes de mariscos” (toxinas do tipo PSP – “*Paralytic Shellfish Poison*”) que foram primeiramente isoladas de dinoflagelados marinhos, responsáveis pela ocorrência de marés vermelhas (FUNASA, 2003). Essas neurotoxinas inibem a condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio, afetando ou a permeabilidade ao potássio ou a resistência das membranas (FIGURA 4). Os sinais clínicos de intoxicação humana incluem tontura, adormecimento da boca e de extremidades, fraqueza muscular, náusea, vômito, sede e taquicardia. Os sintomas podem começar cinco minutos após a ingestão e a morte pode ocorrer entre 2 a 12 horas. Em casos de intoxicação com dose não letal, geralmente os sintomas desaparecem de um a seis dias (CARMICHAEL, 1994).

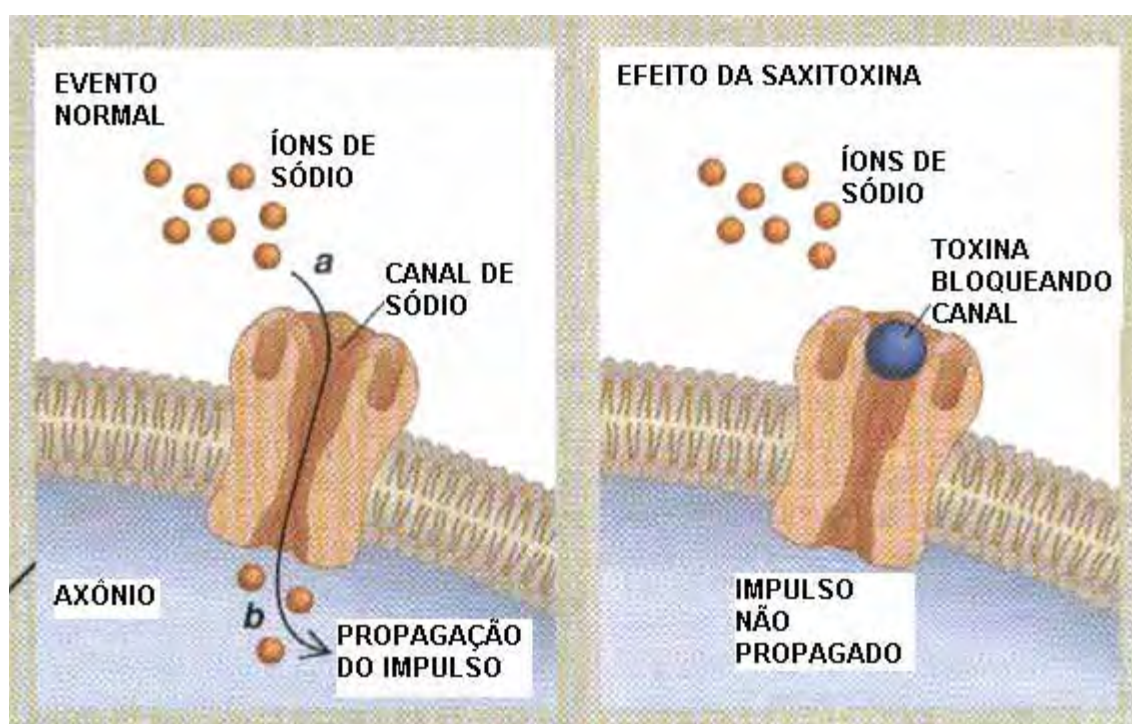


FIGURA 4 – Mecanismo de ação das Saxitoxinas.

Fonte: Carmichael, 1994.

As dermatotoxinas são toxinas formadas por compostos químicos bioativos que causam irritação ao contato, e apesar de não matarem os organismos, podem

lesar as suas células. Elas têm a função de aumentar as defesas das cianobactérias contra as espécies do zooplâncton (DOMINGOS, 2001).

Já as hepatotoxinas apresentam uma ação mais lenta, causando o tipo mais comum de intoxicação e provocando hepatoenterites. Alguns gêneros produtores dessas toxinas são *Microcystis*, *Anabaena*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Radiocystis* e *Cylindrospermopsis*. Além do efeito agudo essas toxinas também podem causar efeitos crônicos como, por exemplo, o desenvolvimento de tumores (CETESB, 2006). Causam a morte entre poucas horas e poucos dias, em decorrência de hemorragia intra-hepática e choque hipovolêmico (CARMICHAEL, 1992; CARMICHAEL, 1994). Os sinais observados após ingestão dessas hepatotoxinas são: prostração, anorexia, vômitos, dor abdominal e diarreia (CARMICHAEL; SCHWARTZ, 1984; BEASLEY et al., 1989).

As hepatotoxinas são incapazes de atravessar diretamente a membrana celular de animais, plantas e bactérias, conseqüentemente não penetram na maioria dos tecidos, portanto, conseguem chegar aos hepatócitos através de receptores dos ácidos biliares (FALCONER, 1996; KUIPER-GOODMAN; FALCONER; FITZGERALD, 1999). As hepatotoxinas são solúveis em água, exceto algumas microcistinas mais hidrofóbicas que podem cruzar membranas celulares por mecanismos como difusão (SIVONEN; JONES, 1999).

Atualmente os valores aceitáveis para alimentos contaminados com microcistinas são, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), expressados através da Tolerância Diária Ingerida (TDI = 0,04µg de microcistinas/kg/dia). A concentração máxima de ingestão da toxina na água de consumo permitida é 1µg/L/dia (FALCONER et al., 1994).

O fígado é o órgão alvo da microcistina (McDERMOTT et al., 1998; ZHAN et al., 2004). Contudo, necrose e/ou apoptose podem ocorrer não somente nestas células, mas em células humanas como eritrócitos, linfócitos, células endoteliais, epiteliais e fibroblastos (McDERMOTT et al., 1998; LANKOFF et al., 2004; SICINSKA et al., 2006), bem como em promielócitos de ratos ((McDERMOTT et al., 1998) e em linfócitos de galinha e de carpas (LANKOFF et al., 2004; ZHANG; ZHANG; CHEN, 2006).

Quando há ingestão de cianobactérias, a microcistina é liberada no estômago ou, preferencialmente, no íleo. Uma vez absorvida, a microcistina rapidamente chega ao fígado pela circulação sanguínea e por meio de receptores dos ácidos

biliares, interage com os hepatócitos, provocando alterações no citoesqueleto celular (BEASLEY et al., 1989). A perda da adesão intercelular e a retração dos hepatócitos são responsáveis também pela perda de contato destes com os capilares sinusoides. A destruição da arquitetura hepática ocasiona, em minutos ou horas, choque hipovolêmico devido ao sequestro de sangue pelo fígado (hemorragia intra-hepática) (LeCLAIRE; PARKER; FRANZ, 1995) ou insuficiência hepática, em algumas horas ou dias (BEASLEY et al., 1989) (FIGURA 5).

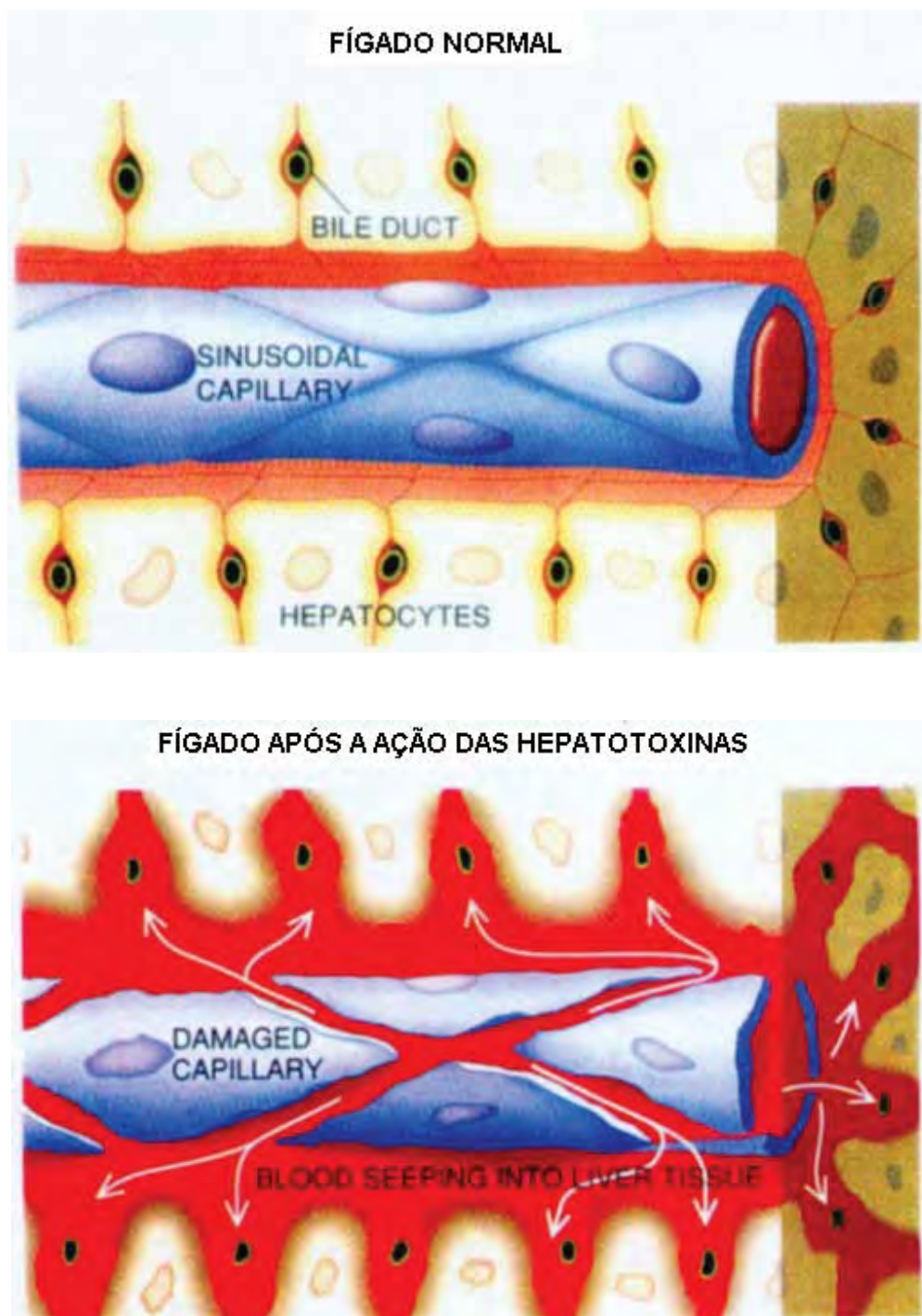


FIGURA 5 – Mecanismo de ação hepática das microcistinas.

Fonte: Carmichael, 1994.

Segundo Brandão e Domingos (2006), a microcistina pode manter-se na coluna d'água por mais de três semanas. Amostras de crostas secas da espécie *Microcystis aeruginosa*, tendo entre 5 a 6 meses de idade, coletadas nas margens de um lago, apresentaram uma alta concentração de microcistina. A persistência,

por longos períodos destas hepatotoxinas nestas crostas secas de cianobactérias, tem importantes implicações em corpos d'água onde há a formação dessas crostas durante o período da seca. Existe a possibilidade de, com o início da estação chuvosa, toda a toxina voltar para a água. Neste caso, mesmo que não esteja ocorrendo uma floração, poderá existir uma alta concentração de microcistinas na água. Já foi demonstrado que microcistinas podem ser acumuladas através da cadeia trófica (zooplâncton, invertebrados, moluscos, peixes) e representam perigo potencial por biomagnificação (CHORUS; BARTRAM, 1999).

As toxinas de cianobactérias são associadas anualmente com episódios de intoxicação de pássaros, peixes, animais selvagens, animais de criação e animais de estimação, e menos frequentemente em humanos (CARMICHAEL et al., 1992; CODD et al., 1999; KAMOGAE; HIROOKA, 2000). Mesmo assim, a Organização Mundial da Saúde (OMS) adotou a recomendação provisória para ingestão diária tolerável de 1 µg/L da microcistina mais tóxica, para indivíduos de peso corporal com 60kg e consumo diário de 2L de água (KAMOGAE, 2002).

As intoxicações de populações humanas pelo consumo oral de água contaminada por cepas tóxicas de cianobactérias já foram descritas em países como Austrália, Inglaterra, China e África do Sul (FALCONER, 1994).

No Brasil, Teixeira et al. (1993) descreve uma forte evidência de correlação entre a ocorrência de florações de cianobactérias, no reservatório de Itaparica, Bahia, e a morte de 88 pessoas, entre as 200 intoxicadas, pelo consumo de água do reservatório, entre março e abril de 1988.

Entretanto, o primeiro caso confirmado de mortes humanas causadas por cianotoxinas ocorreu no início de 1996, quando 130 pacientes renais crônicos, após terem sido submetidos a sessões de hemodiálise em uma clínica da cidade de Caruaru (PE), passaram a apresentar um quadro clínico compatível com uma grave hepatotoxicose. Desses, 60 pacientes vieram a falecer até 10 meses após o início dos sintomas. As análises confirmaram a presença de microcistinas e cilindrospermopsina, no carvão ativado utilizado no sistema de purificação de água da clínica, e de microcistinas em amostras de sangue e fígado dos pacientes intoxicados (AZEVEDO, 1996; CARMICHAEL et al., 1996; JOCHIMSEN et al., 1998; POURIA et al., 1998; CARMICHAEL et al., 2001). Além disso, as contagens das amostras do fitoplâncton do reservatório que abastecia a cidade demonstraram uma

dominância de gêneros de cianobactérias comumente relacionados com a produção de cianotoxinas (FUNASA, 2003).

Este caso em Caruaru tornou-se um marco na literatura médica mundial, após ser estudado em detalhes aqui e no exterior, sendo considerado como o primeiro caso comprovado no mundo de morte de pessoas por toxina de cianobactéria, com a toxina identificada tanto no meio externo como no fígado dos pacientes (TSUKAMOTO; TAKAHASHI, 2011).

Outro caso de contaminação por cianobactérias aconteceu na Austrália, onde os aborígenes tiveram que inventar uma forma de filtrar a água, método esse de filtração “*bank-side*” de águas contendo florações de cianobactérias usado até hoje (CODD et al., 1999).

Em 1833, na Dinamarca, ocorreu a morte de gado e peixes durante um período de acúmulo de cianobactérias na superfície de lagos (CODD et al., 1999).

No período de 1878 a 1888, na Áustria, ao longo do rio Murray, ocorreram várias florações sucessivas, o que levou ao desespero os produtores rurais, sendo que os pastores e fazendeiros protegeram os seus animais destas águas (CODD et al., 1999).

Nos anos de 1939 e 1965, na Inglaterra, foram consideradas como um presságio de catástrofes, devido aos lagos contaminados com cianotoxinas, o que levou a morte de animais e desespero pelo fim do mundo (GIBSON; SMITH, 1982).

Na produção animal os estudos que relacionam as ocorrências de contaminação por cianobactérias são escassos. Na revisão de literatura brasileira compulsada não foi possível encontrar menção à ocorrência de intoxicações em bovinos, da mesma forma que a pesquisa de cianobactérias potencialmente tóxicas em água de dessedentação de bovinos.

Embora não se tenha o relato da associação de problemas sanitários em bovinos no país à ocorrência de cianobactérias, a presença dos micro-organismos, das suas florações e das condições epidemiológicas favoráveis nos sistemas de produção de bovinos indica a necessidade de se dar atenção maior à questão. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi o de verificar a presença de cianobactérias potencialmente patogênicas em água de dessedentação de bovinos.

3. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos:

Verificar a presença de cianobactérias em cacimbas de água ou bebedouros utilizados para a dessedentação de bovinos em propriedades rurais localizadas nos municípios de Brasilândia (MS), Guararapes (SP), Lavínia (SP), Nova Crixás (GO) e Aruanã (GO).

Descrever alguns parâmetros físico-químicos (pH, temperatura e oxigênio dissolvido) nos locais de coleta das amostras.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Locais de coleta e determinação de campo

As coletas foram realizadas em propriedades rurais localizadas nos municípios de Brasilândia (MS), Guararapes (SP), Lavínia (SP) e em cidades do Estado de Goiás (GO) com criações de bovinos. O critério foi por conveniência ou pelo histórico da ocorrência de florações de cianobactérias em anos anteriores, associados ou não a suspeita não comprovada de ocorrência de problemas sanitários nos bovinos. As amostras foram retiradas das coleções de água e foram analisados o oxigênio dissolvido (OD), o pH e a temperatura.

4.2. Métodos de coleta

A adoção de técnicas seguras de coleta constitui um dos requisitos básicos em estudos qualitativos de cianobactérias, sendo que não há regras gerais para a escolha dependendo, portanto, do problema particular a ser analisado e do senso crítico na adequação dos métodos (SANT'ANNA et al., 2006).

Para a análise qualitativa das amostras, as coletas foram manuais, com o emprego de garrafas do tipo âmbar de 1L ou de 500 mL, coletando-se as amostras sempre que foi possível 20 cm abaixo da superfície da água. Para análise da

quantidade de oxigênio dissolvido foram feitas coletas com frascos para demanda biológica de oxigênio (DBO).

4.3. Conservação e transporte das amostras

De acordo com Sant'anna et al. (2006), a escolha e a utilização correta das substâncias preservativas é de fundamental importância, uma vez que estes reagentes podem interferir na identificação dos organismos devido à alterações provocadas no meio.

Para a preservação das amostras foi empregado o reagente lugol, onde para cada 100 ml de amostra de água foi adicionado 0,3 a 1,0 mL de lugol.

As amostras coletadas para o cálculo da DBO foram mantidas sob refrigeração em caixa de isopor com gelo ou mantidos sob 2 a 8°C até o seu processamento.

4.4. Identificação das cianobactérias

A identificação das cianobactérias foi feita através de exame microscópico utilizando o aumento de 40x para alguns tipos de algas e cianobactérias e para visualização das microcistinas, utilizou-se o aumento de 100x com a aplicação do óleo de imersão.

O procedimento para a visualização das algas e cianobactérias no microscópio óptico foi com o uso de lâminas, na qual foi colocada uma gota da água da amostra no seu centro, cobrindo-a com a lamínula, fazendo 10 repetições de cada amostra.

4.5. Cálculo do pH, temperatura e do Oxigênio Dissolvido

O pH e a temperatura foram medidos com o pHmetro da marca pHTek.

Para análise do OD as amostras de água foram colocadas em frascos de DBO. Em seguida, foram adicionados 2 mL de sulfato de manganês, mergulhando-se a ponta da pipeta no interior do líquido. Em seguida o frasco foi agitado para a homogeneização da mistura, seguindo-se a adição de 2 mL de solução alcalina de iodeto-azida. Novamente a mistura foi agitada por inversões sucessivas. Em

seguida, a mistura foi decantada por precipitação por 3 minutos. Logo após foi adicionado 2 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitando-se novamente como descrito anteriormente. Após essas etapas, mediu-se no cilindro graduado 200 mL do líquido e introduziu em um Erlenmeyer de 500 mL, titulando-se com o reagente tiossulfato de sódio 0,025N até o aparecimento de uma cor amarelo palha, após isso, foi adicionado 5 gotas de amido na qual houve o aparecimento de uma cor azul. Continuou a titulação até a viragem para incolor. O valor total do oxigênio dissolvido foi anotado conforme o gasto do tiossulfato usado no procedimento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram examinadas 19 amostras de água de cacimba ou de bebedouros empregados na dessedentação de bovinos, coletadas em 6 propriedades rurais localizadas nos Estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. Todas as amostras foram coletadas em áreas de pastagem de bovinos, com a presença ou não de bovinos no momento da coleta.

As amostras de água coletadas de cacimbas eram predominantemente oriundas de precipitação pluviométrica e as mesmas foram construídas para a contenção de erosão (propriedades rurais no Estado de São Paulo) ou para ser utilizado como bebedouro de bovinos (propriedades rurais situadas no Estado do Mato Grosso do Sul e Goiás).

Em nenhuma das cacimbas e dos bebedouros da propriedade rural situada em Brasilândia, MS, havia cochos por perto e nem presença de alimentos dentro d'água. Em duas dessas cacimbas havia a presença de fezes bovinas e isso se deve ao fato de que os animais entram para beberem água. Nessa situação, podem defecar ou urinar dentro da mesma (FIGURA 6). Porém, em nenhuma das cacimbas havia a presença visível de floração. Certamente esta condição é o que representa a normalidade no processo produtivo. Animais ingerem essa água, mas não necessariamente isto está relacionado a algum dano visível à sua saúde.



FIGURA 6 – Bovinos no interior de cacimba empregada na dessedentação de bovinos em propriedade rural localizada no município de Brasilândia, MS.

Na primeira cacimba, associada á ocorrência de problemas sanitários em bovinos em anos anteriores (FIGURA 7), foi observada a presença de uma coloração esverdeada ao redor da coleção de água (FIGURA 8).

Essa capacidade de crescimento nos mais diferentes meios é uma das características marcantes das cianobactérias (FUNASA, 2003). Várias espécies podem viver em solos e rochas onde desempenham um importante papel nos processos funcionais do ecossistema e na ciclagem de nutrientes. Entretanto, ambientes de água doce são os mais importantes para o crescimento de cianobactérias, visto que a maioria das espécies apresenta um melhor crescimento em águas neutroalcalinas (pH 6-9), temperatura entre 15-30°C e alta concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo (AZEVEDO, 2011). Essa flexibilidade é devido a fatores tanto bioquímicos, fisiológicos, genéticos e reprodutivos.



FIGURA 7 – Cacimba empregada na dessedentação de animais da Fazenda C.A., Brasilândia, MS, associada a episódios de problemas sanitários em bovinos em anos anteriores.



FIGURA 8 – Amostra do solo com material de coloração esverdeada, observada nas proximidades da borda da cacimba empregada na dessedentação de bovinos. Fazenda C.A., Brasilândia, MS.

A dinâmica com que acompanha o processo de fornecimento de água de bebida aos bovinos em criações extensivas pode ser observada na propriedade rural situada de Brasilândia, MS. Nesse sentido, foram coletadas amostras de água de bebedouros artificiais (FIGURA 9 e 10). Nessa situação, devido ao tipo de construção os animais podem ter acesso ao interior dos bebedouros, o que possibilita também defecarem e urinarem no seu interior, favorecendo a criação de condições para a proliferação de cianobactérias ou algas. Mesmo em coleções de água transparentes pode-se encontrar cianobactérias, motivo pelo qual foram examinadas amostras desses bebedouros.



FIGURA 9 – Fazenda C.A., Brasilândia, MS. Bebedouro artificial para bovinos, com possibilidade dos animais defecarem e urinarem no seu interior. Água de bebida oriunda de captação em poço profundo.



FIGURA 10 – Fazenda C.A., Brasilândia, MS. Aspecto da água de bebida fornecida aos animais em bebedouro artificial com água turva e com fezes de bovinos no seu interior. Água de bebida oriunda de captação em poço profundo.

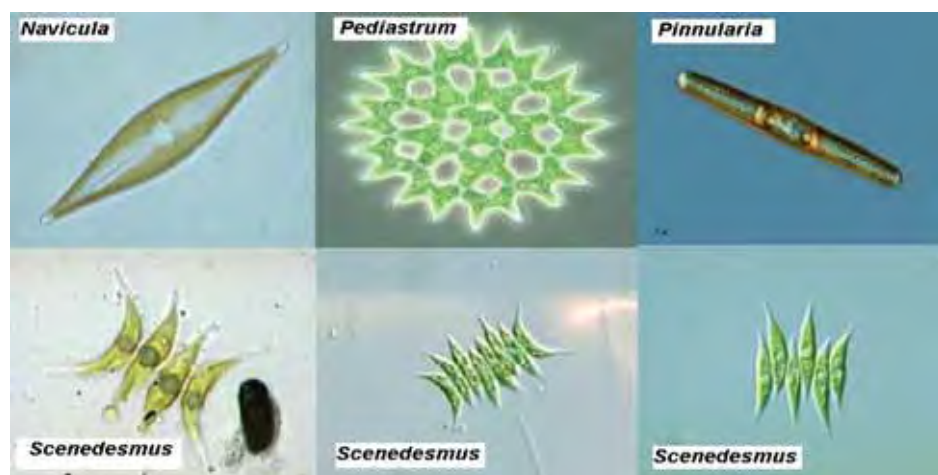
Nas amostra de água de bebida dos animais na Fazenda C.A., foi possível caracterizar a presença de *Merismopedia* e *Microcystis*, além de outras sem significado potencial (Tabela 1).

Tabela 1 – Gêneros de cianobactérias presentes em amostras de água de dessedentação de bovinos. Fazenda C.A., Brasilândia, MS

REINO	FILO	GÊNERO
Monera	Cyanophyta	<i>Merismopedia</i> <i>Microcystis</i>
Plantae	Bacillariophyta	<i>Navicula</i> <i>Pinnularia</i> <i>Stauroneis</i>
Protista	Chlorophyta	<i>Scenedesmus</i> <i>Spirogyra</i>
	Chlorophyta	<i>Closterium</i> <i>Pediastrum</i>
	Euglenozoa	<i>Euglena</i>

Na FIGURA 11 estão representados os gêneros encontrados nas cacimbas e bebedouros de bovinos na propriedade em questão. Dentre esses, somente são do Filo Cyanophyta os gêneros *Merismopedia* e *Microcystis*. As cianobactérias do gênero *Merismopedia* produzem lipopolissacarídeos que são conhecidos por irritarem a pele sendo, portanto, uma dermatotoxina e podendo também causar distúrbios gastrointestinais. *Merismopedia* são colônias comumente encontradas nos sedimentos de fontes de água doce. Suas cepas sobrevivem nesse ambiente, criando tróficos e relações simbióticas com outros organismos aquáticos, tais como o zooplâncton (BUKHARIN et al., 2001). As microcistinas são heptapeptídeos cíclicos que podem ser sintetizados por vários gêneros de cianobactérias tais como *Microcystis*, *Oscillatoria* e *Anabaena*, que podem contaminar águas para consumo humano e prejudicar os organismos aquáticos (BISHOP; ANET; GORHAM, 1959).

A microcistina é a hepatotoxina mais estudada dentre as cianotoxinas. Ela é encontrada em todos os continentes e comumente está presente em reservatórios de água doce (BISHOP; ANET; GORHAM, 1959). A microcistina é extremamente resistente e bioacumula nos alimentos (ABOAL; PUIG, 2005).



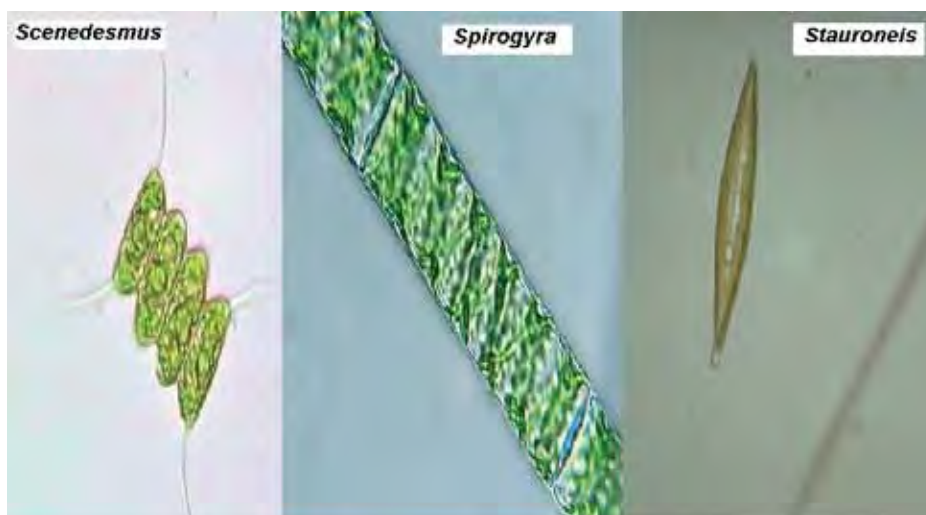


FIGURA 11 - Aspectos morfológicos característicos dos gêneros encontrados nas cacimbas e bebedouros com água de dessedentação de bovinos, empregados como referência para a identificação de cianobactérias. Fazenda C.A., Brasilândia, MS.

Fonte: domínio público.

As variáveis abióticas das cacimbas da Fazenda C.A. apresentaram os seguintes valores médios: pH 7,4, temperatura de 32,6°C e oxigênio dissolvido de 8,3 mg/L (Tabela 2).

Tabela 2 – Variáveis abióticas das amostras de água de bebida dos animais, obtidas de cacimbas e bebedouros. Fazenda C.A., Brasilândia, MS

	Parâmetros	Valores
Cacimba 1	pH	7,6
	Temperatura	34°C
	OD (mg/L)	9,1
Bebedouro 2	pH	7,2
	Temperatura	31°C
	OD (mg/L)	7,8
Cacimba 3	pH	7,4
	Temperatura	33°C
	OD (mg/L)	8,2

Essas variáveis representam um potencial relativamente favorável para a rápida proliferação de algas e cianobactérias. Além disso, pH neutroalcalino e temperaturas acima de 20°C também favorecerem a ocorrência de florações nos ecossistemas aquáticos (CHORUS; BARTRAM 1999). Paerl e Huisman (2008) relatam que o processo de aquecimento global poderá intensificar a formação de florações em razão do aumento da temperatura média da água em ecossistemas aquáticos, principalmente nos de países de clima temperado, o que promoverá, também, a estratificação térmica por períodos mais longos, condições propícias para a dominância de cianobactérias.

Na Fazenda S.H.R.V., localizada no município de Guararapes, SP, não foram encontradas cianobactérias consideradas potencialmente problemáticas para a saúde bovina (Tabela 3). Os valores abióticos estão registrados na Tabela 4 e os gêneros de algas encontrados nas cacimbas e bebedouros de bovinos na propriedade em questão estão representados na FIGURA 12

Tabela 3 – Gêneros de algas encontrados na Fazenda S.H.R.V. (Guararapes – SP)

REINO	FILO	GÊNERO
Plantae	Charophyta	<i>Hyalotheca</i> <i>Spondylosium</i>
Protista	Chlorophyta	<i>Closterium</i> <i>Micrasteria</i> <i>Pediastrum</i> <i>Spirogyra</i> <i>Zygnema</i>

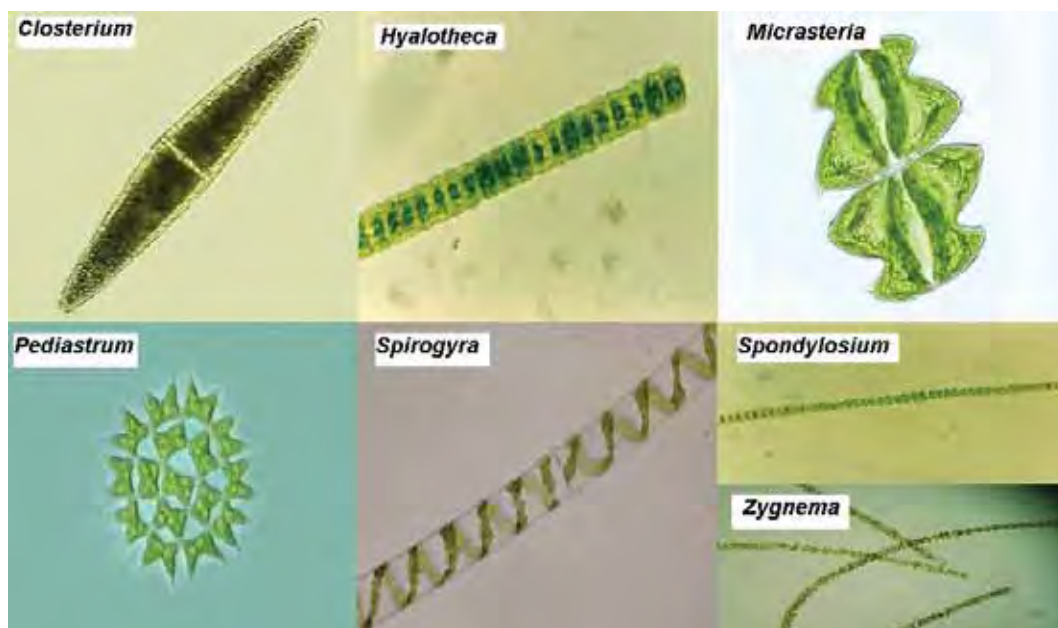


FIGURA 12 - Aspectos morfológicos dos gêneros encontrados nas bacias de captação de água de chuva, empregadas na dessedentação de bovinos da Fazenda S.H.R.V., Guararapes, SP.

Fonte: domínio público

Tabela 4 – Variáveis abióticas das cinco cacimbas da Fazenda S.H.R.V. (Guararapes, SP)

Cacimba nº	Parâmetros	Valores
1	pH	7,6
	Temperatura	31°C
	OD (mg/L)	8,5
2	pH	9,7
	Temperatura	32°C
	OD (mg/L)	9,2

3	pH	7,7
	Temperatura	32°C
	OD (mg/L)	30
4	pH	8,5
	Temperatura	33°C
	OD (mg/L)	10
5	pH	7,7
	Temperatura	33°C
	OD (mg/L)	30

Esses valores, comparados com os valores das cacimbas da Fazenda C.A. indicam que essas bacias também estão com potencial para ocorrência do processo de eutrofização e como consequência para a multiplicação das cianobactérias, ou seja, valor de pH neutroalcalino e alta temperatura.

Mesmo algumas cacimbas apresentarem valores com alta concentração de oxigênio dissolvido, podem também indicar que o ambiente esteja eutrofizado, ou seja, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em locais de baixa velocidade da água, na qual chegam a se formar crostas verdes de algas à superfície (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

A presença de *Microcystis* em processo de floração característico foi observada na Fazenda S.P., localizada no município de Lavínia, SP (FIGURAS 13 A, B e C).



FIGURA 13 (A, B e C): Floração visível de *Microcystis* em cacimba empregada na dessedentação de bovinos . Fazenda S.P., Lavínia, SP.

Este gênero de cianobactéria produz a microcistina. Embora não tenha sido o objetivo do trabalho detectar a microcistina, a sua presença está associada comumente à presença de floração por esta cianobactéria, principalmente quando ela forma espuma na superfície da água. Desta forma a formação de espuma pode ser usada como um indicativo de microcistina, mas a ausência de espuma não quer dizer a ausência de cianotoxinas ou mesmo de suas toxinas, pois os outros tipos de cianobactérias produtoras de microcistinas podem estar presentes, como no caso da cianobactéria *Planktothrix agardhii* e *P. rubescens* (FASTNER et al., 1999).

Nesta propriedade, o surgimento da floração ocorreu em um período de aproximadamente uma semana, coincidindo com a retirada dos animais que estavam na pastagem. Após este período a cacimba secou, o que eliminou temporariamente a probabilidade de ocorrência de problema sanitário nos bovinos.

Nas propriedades de Goiás, GO, 10 amostras coletadas de 2 municípios, não foram detectadas nenhuma alga e nenhuma cianobactéria, esse fato pode ter ocorrido devido a quantidade de lugol utilizada ou por motivos desconhecidos, portanto, neste caso, pode ter um aprofundamento nas pesquisas futuras, podendo-se estudar o solo, e também indicadores de água.

Os dados da distribuição das cacimbas estão representados na Tabela 5:

Tabela 5 – Distribuição das cacimbas por pasto, propriedade, município e localização geográfica, Vale do Araguaia, Estado de Goiás, Brasil

ORDEM	CACIMBA	PROPRIEDADE	MUNICÍPIO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (MICRORREGIÃO)
				Latitude	Longitude	Altura (m)	
01	01	Cristal	Nova Crixás	14°16'88"	50°24'25"	309	São Miguel do Araguaia
02	02	Cristal	Nova Crixás	14°16'88"	50°24'25"	309	São Miguel do Araguaia
03	01	Ribeirão do Jacaré	Nova Crixás	14°27'71"	50°46'70"	260	São Miguel do Araguaia
04	02	Ribeirão do Jacaré	Nova Crixás	14°27'71"	50°46'70"	260	São Miguel do Araguaia
05	03	Ribeirão do Jacaré	Nova Crixás	14°27'71"	50°46'70"	260	São Miguel do Araguaia
06	04	Ribeirão do Jacaré	Nova Crixás	14°27'71"	50°46'70"	260	São Miguel do Araguaia
07	05	Ribeirão do Jacaré	Nova Crixás	14°27'71"	50°46'70"	260	São Miguel do Araguaia
08	01	Garrafão	Aruanã	14°57'34"	50°54'22"	314	Rio Vermelho
09	02	Garrafão	Aruanã	14°57'34"	50°54'22"	314	Rio Vermelho
10	03	Garrafão	Aruanã	14°57'34"	50°54'22"	314	Rio Vermelho

6. CONCLUSÃO

A presença de cianobactérias consideradas patogênicas, *Merismopedia* e *Microcystis*, revela a possibilidade de ocorrência de problemas sanitários nos bovinos mantidos em sistemas de produção em que a água de dessedentação esteja contaminada. Os parâmetros físico-químicos também tiveram grande importância para compreender que os valores obtidos têm relação com a ocorrência do processo de eutrofização.

REFERÊNCIAS

ABOAL, M.; PUIG, M. A. Intracellular and dissolved microcystin in reservoir of the river Segura basin, Murcia, SE Span. **Toxicon.**, v. 45,n.4, p. 509-518, 2005.

ASSIS, R. S. S. de **Remoção de *Microcystis aeruginosa* e microcistinas por flotação por ar dissolvido - estudo em escala de bancada utilizando sulfato de alumínio e cloreto férrico como coagulantes.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006, 119 p.

AZEVEDO, S. M. F. O. Toxic cyanobacteria and the Caruaru tragedy. **IV SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TOXICOLOGIA**, 1996.

AZEVEDO, S. M. F. O. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. Disponível em: <http://www.medonline.com.br/med_ed/med3/microcis.htm>. Acesso em: 09 abr. 2011.

BARTRAM, J. et al. Introduction. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (eds.) **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** E&FN Spon, Londres, Inglaterra, p. 1-13, 1999.

BEASLEY, V. R. et al. Algae intoxication in livestock and waterfowl. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, United States, v. 5, p. 345-361, 1989.

BISHOP, C. T.; ANET, E. F. L. J.; GORHAM, P. R. Isolation and identification of the fast-death factor in *Myrocystis aeruginosa* NRC-1. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 437-453, 1959.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais.** São Paulo, CETESB, 1993.

BRANDÃO, L. H.; DOMINGOS, P. Fatores ambientais para a floração de cianobactérias tóxicas. **Saúde e Ambiente em Revista**. Duque de Caxias, v. 1, n. 2, p. 40-50, 2006.

BUKHARIN, O. V. et al. Atividade Antilisoizima como um fator de sobrevivência de algas em biocenoses aquáticas. **Rus. J. of Ecology**, v. 32, n. 2, p. 94-97, 2001.

CARMICHAEL, W. W. Cyanobacteria secondary metabolites- the cyanotoxins. **J. Appl. Bacteriol.**, v. 72, p. 445-459, 1992.

CARMICHAEL, W. W. et al. Analysis for microcystins involved in outbreak of liver failure and death of humans at a hemodialysis center in Caruaru, Pernambuco, Brazil. In: **IV SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TOXICOLOGIA**; 1996.

CARMICHAEL, W. W. et al. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environ. Health Perspect.**, In Press, v. 109, n. 7, 2001.

CARMICHAEL, W. W. The toxins of cyanobacteria. **Scientific American**, v. 270, n. 1, p. 78-86, 1994.

CARMICHAEL, W. W.; SCHWARTZ, L. D. **Preventing livestock deaths from blue-green algae poisoning**. Farmers Bulletin 2275, Washington, DC: US Dept. of Agriculture, 1984.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Brasil). Dispõe sobre a homologação da revisão da Norma Técnica L 5.303 - **Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo (Método de Ensaio)** – dez/2005. Decisão de Diretoria 42, de 23 de março de 2006.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management**. E&FN Spon – New York, 1999, 416 p.

CODD, G. A. et al. Widening perceptions of the occurrence and significance of cyanobacterial toxins. In: PESCHEK, G. A.; LOFFELHARDT, W.; SCHMETTERER, G. (eds) **Ecology and Symbioses**, University of Dundee, United Kindom. The Phtotrophic Prokaryotos. University of Vienna, Austria, p. 623-632, 1999.

COSTA, M. S. **Eutrofização e florações de cianobactérias tóxicas**. Monografia de graduação. Universidade do Grande Rio (RJ), 2003.

DOMINGOS, P. **Dominância de cianobactérias produtoras de microcistinas na lagoa de Jacarepaguá (RJ)**. Tese de doutorado. CCS. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Vegetal, 2001.

ESTEVES, F. de A. Fundamentos de limnologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: **Interciência**, 1998, 602 p.

FALCONER, I. R. Algal toxins and human health. In: HRUBEC J. (ed) **The handbook of Environmental Chemistry: quality and treatment of drinking water II**. Springer-Verlag. Berlin. p. 53-82, 1998.

FALCONER, I. R. An overview of problem caused by toxic blue-green algae (Cyanobacteria) in drinking and recreational water. **Environ. Toxic.**, v.14, p. 5–12, 1999.

FALCONER, I. R. et al. Toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Microcystis aeruginosa* in drinking water to growing pigs, as an animal model for human injury and risk assessment. **J. Environ. Toxicol. Wat. Qual.**, v. 9, p. 131–139, 1994.

FALCONER, I. R. Health implications of cyanobacterial (blue-green algae) toxins. In: STEFFENSEN, D. A.; NICHOLSON, B. C. (eds) **Toxic cyanobacteria:current status of research and management - proceedings of an international workshop**. Adelaide; p. 2-6, 1994.

FALCONER, I. R. Mechanism of toxicity of cyclic peptide toxins from blue-green algae. In: FALCONER, I. R. (ed.) **Algal toxins in seafood and drinking water**. Academic Press, London, p. 165–176, 1993.

FALCONER, I. R. Potential impact in human health of toxic cyanobacteria. **Phycol.**, v. 35, n. 6, p. 6–11, 1996.

FASTNER, J. et al. Characterization and diversity of microcystins in natural blooms and strains of the genera *Microcystis* and *Planktothrix* from German freshwaters. **Arch. Hydrobiol.**, v. 145, p. 147-163, 1999.

FONSECA, F. S. **Microcistina em água superficial no Noroeste Paulista e avaliação de parâmetros que favorecem sua produção**. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, São Paulo, 2007, 119 p.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**, 2003, 56 p.

GIBSON, E.; SMITH, R. V. Freshwater Plankton. In: CARR, N. G.; WHITTON, B. A (eds) **The Biology of Cyanobacteria**. Blackwell, Oxford, p. 463-489, 1982.

JARDIM, F. A. et al. Avaliação química das florações de cianobactérias - Uma ferramenta útil para o monitoramento. In: **24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, Belo Horizonte, MG: Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 1–8, 2007.

JOCHIMSEN, E. M. et al. Liver failure and death following exposure to microcystin toxins at a hemodialysis center in Brazil. **The New England Journal of Medicine**, v. 36, p. 373-378, 1998.

KAMOGAE, M. **Monitoramento de microcistina e estudo de parâmetros que favorecem o seu desenvolvimento em represa de Itaipu, Capivari e Três Bocas.** [tese]. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2002.

KAMOGAE, M.; HIROOKA, E. Y. Microcistinas: risco de contaminação em águas eutróficas. Londrina-Paraná, Brasil. **Acta Scient.**, v. 22, n. 5, p. 1189-1200, 2000.

KUIPER-GOODMAN, T.; FALCONER, I.; FITZGERALD, J. Human health aspects. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (eds) **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** E&FN Spon, Londres, Inglaterra. p. 113–153, 1999.

LANKOFF, A. et al. The uptake kinetics and immunotoxic effects of microcystin-LR in human and chicken peripheral blood lymphocytes *in vitro*. **Toxicol.**, Ireland., v. 204, n. 1, p. 23-40, 2004.

LeCLAIRE, R. D.; PARKER, G. W.; FRANZ, D. R. Hemodynamic and colorimetric changes induced by microcystin–LR in the rat. **J. A. Toxicol.**, Chichester, v. 15, n. 4, p. 303-311, 1995.

MAGALHÃES, A. B. S. de et al. Isolamento de cianobactérias potencialmente tóxicas dos pontos de captação de água para o consumo humano do município de Viçosa - Minas Gerais - Brasil. In: **CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**, Punta Del Este. Aidis; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria Y Ambiental. p. 1–8, 2006.

McDERMOTT, C. M. et al. The cyanobacterial toxin, microcystin-LR, can induce apoptosis in a variety of cell types. **Toxicon.**, v. 36, n. 12, p. 1981-1996, 1998.

MOLICA, R. J. R. **Efeitos da intensidade luminosa no crescimento e produção de microcistinas em duas cepas de *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin (Cyanophyceae).** Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996, 88p.

MUR, L. R.; SKULBERG, O. M.; UTKILEN, H. Cyanobacteria in the environment. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (eds) **Toxic cyanobacteria in water – a guide to their public health consequences, monitoring and management**. E&FN Spon, Londres, Inglaterra, p. 15-40, 1999.

PAERL, H. W.; HUISMAN, J. Blooms like it hot. **Science**, v. 320, p. 57-58, 2008.

PALHARES, J. C. P. Manejo hídrico na produção de suínos. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/administracao/artigos/agua-suinos-t407/124-p0.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2011.

POURIA, S. et al. Fatal microcystin intoxication in haemodialysis unit in Caruaru, Brazil. **Lancet**., v. 352, p. 21-26, 1998.

SANT'ANNA, C. L. et al. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006, 60 p.

SCHMIDT, W. et al. Production of drinking water from raw water containing cyanobacteria – pilot plant studies for assessing the risk of microcystin breakthrough. **Environ. Toxic.**, v. 17, p. 375-385, 2002.

SICINSKA, P. et al. Damage of cell membrane and antioxidative system in human erythrocytes incubated with microcystin-LR *in vitro*. **Toxicon**, Elmsford, v. 47, n. 4, p. 387-397, 2006.

SIQUEIRA, D. B.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão. **Universitas Ciências da Saúde**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 109-127, 2007.

SIVONEN, K.; JONES, G. Cyanobacterial toxins. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (eds) **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management**. E&FN Spon, London, p. 41–111, 1999.

TEIXEIRA, M. G. L. C. et al. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil. **Bulletin of PAHO**, v. 27, p. 244-53, 1993.

TORGAN, L. C. Floração de algas: composição, causas e consequências. Florianópolis, **Ínsula**, n. 19, p. 15-34, 1989.

TSUKAMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, N. S. Cianobactérias + civilização = problemas para a saúde, a aquicultura e a natureza. Disponível em: <http://arruda.rits.org.br/oeco/reading/oeco/reading/pdf/cianobacterias_2007_02.pdf> . Acesso em: 23 maio 2011.

TUNDISI, J. G. **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Instituto Internacional de Limnologia, São Carlos, SP, 1999, 24 p.

VEIGA, N. C. de A. R. Cianobactéria tóxica na água para consumo humano. Disponível em: <http://www.viannajr.edu.br/site/menu/publicacoes/publicacao_tecnologos/artigos/edicao4/Artigo5.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2011.

YOO, R. S. et al. **Cyanobacterial (blue-green algal) toxins: a resource guide**. Research Foundation and American Water Works Association, Denver, E.U.A., 1995. 229 p.

ZHAN, L. et al. Genotoxicity of microcystin-LR in human lymphoblastoid Tk6 cells. **Mutation Research.**, v. 557, n. 1, p. 01-06, 2004.

ZHANG, J.; ZHANG, H.; CHEN, Y. Sensitive apoptosis induced by microcystins in the crucian carp (*Carassius auratus*) lymphocytes *in vitro*. **Toxicol. in Vitro**. Oxford, v. 20, p. 560-566, 2006.