



I-354 – LEVANTAMENTO DE CIANOTOXINAS EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Maria Salete de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Química pela Escola de Engenharia Química - UFPE. Especialista em Engenharia Sanitária pela UNICAP. Engenheira Química da COMPESA-PE.

Tânia Maria de Oliveira

Química Industrial pela UNICAP. Especialista em Gestão Ambiental e MBA em Planejamento em Gestão Ambiental - UPE. Química da COMPESA-PE

Endereço⁽¹⁾: Rua Abel de Sá Bezerra Cavalcanti, 45. Apto 301 – Casa Amarela - Recife - PE - CEP: 52051-270 - Brasil - Tel: (81) 3075-8980 - e-mail: mariasalete.oliveira@gmail.com

RESUMO

A Portaria 518, do Ministério da Saúde, em seu artigo 18, § 5º faz as seguintes exigências “sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2mm³/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.” A Portaria 518 preconiza como valor máximo permitido para microcistina, 1,0 µg/L e recomenda a análise de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), sendo seus limites, respectivamente, 15 µg/L e 3 µg/L de equivalentes de saxitoxina.

A companhia de saneamento teve que investir em pesquisas de metodologias e treinamento dos profissionais, para implantação em rotina das análises, o que foi possível a partir de 2006, com as análises de microcistina e saxitoxina, pela técnica de ensaio do imunoabsorvente ligado à enzima - ELISA, e em 2008 iniciando as análises de cilindrospermopsina em caráter experimental, pela mesma técnica, em rotina a partir de abril/08.

O acompanhamento da água tratada das estações que se enquadraram nessa exigência é aqui reportado, para o período de outubro/2006 a setembro/2008, como uma contribuição para o conhecimento do assunto, que preocupa todas as empresas de saneamento, em vista da crescente ocorrência de florações nos reservatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Cianotoxina, Microcistina, Saxitoxina, Cilindrospermopsina, ELISA,

INTRODUÇÃO

O Estado de Pernambuco está situado na região Nordeste do Brasil, com seus municípios agrupados em 12 regiões de desenvolvimento. O abastecimento de água de 171 municípios e mais 111 localidades é realizado pela companhia estadual, COMPESA, com um total de 282 localidades atendidas.

Para tal, a empresa capta água em rios, reservatórios e poços, realizando o tratamento da água e sua distribuição, contando no período desse estudo, com 199 estações de tratamento de água, em todo o Estado.

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, especificamente na cidade de Caruaru-PE, foi confirmado o primeiro caso de mortes humanas causadas por cianotoxinas, que ocorreu quando 130 pacientes submetidos à diálise, em uma clínica de hemodiálise apresentaram quadro clínico compatível com uma grave hepatotoxicose, desses vindo a falecer 60 pacientes. As análises confirmaram a presença de microcistina e cilindrospermopsina no carvão ativado do sistema de purificação da clínica. A contagem de cianobactérias do reservatório que abastecia a cidade apontou predominância de gêneros de cianobactérias relacionados à produção de cianotoxinas (FUNASA, 2003).

Diante de tais fatos, houve uma campanha de conscientização a nível nacional sobre a importância da contagem de cianobactérias, e análises das cianotoxinas associadas, para um maior controle da qualidade da água nos mananciais e adequação nos tratamentos de água, que são afetados pela presença das florações, incorrendo em maior custo às companhias de saneamento, porém, necessários, em vista de muitas vezes não se ter opção de exploração de mananciais alternativos, como ocorre em regiões do Agreste e Sertão do Estado.



Em 1999, no 20º Congresso da ABES, na cidade do Rio de Janeiro, uma moção foi aprovada para encaminhamento ao Ministério da Saúde, com vistas à inclusão do controle de cianobactérias e cianotoxinas, na Portaria de Potabilidade de Água, em revisão, o que foi acatado, vindo a constar a obrigatoriedade do acompanhamento.

A Portaria 518, do Ministério da Saúde, de 25 de março/2004, em seu artigo 18, § 5º faz as seguintes exigências: “sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2mm³/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.” A Portaria 518 preconiza como valor máximo permitido para microcistina, 1,0 µg/L; e recomenda a análise de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), sendo seus limites, respectivamente, 15 µg/L e 3 µg/L de equivalentes de saxitoxina.

Para atendimento à Portaria, a COMPESA teve que investir em pesquisas de metodologias, aquisição de equipamentos e treinamento dos profissionais, para implantação em rotina das análises conforme exigências, o que foi possível a partir de 2006, inicialmente com as análises de microcistina e saxitoxina, pela técnica de ensaio do imunoadsorvente ligado à enzima - ELISA, e em 2008 iniciando as análises de cilindrospermopsina em caráter experimental, pela mesma técnica, e em rotina a partir de abril/08.

Dentre as 199 estações de tratamento de água – ETAs, foram analisadas amostras de água tratada coletadas em 70 estações, cujos mananciais se enquadraram nas exigências da Portaria 518, com quantidade de análises variando de acordo com as ocorrências de florações e quantidade de cianobactérias.

O acompanhamento da água tratada das estações que se enquadraram nessa exigência é aqui reportado, para um período de dois anos, de outubro/2006 a setembro/2008, para avaliação de uma forma sistemática a qualidade de água relativamente a cianotoxinas, com observações conforme a sazonalidade verão e inverno.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um programa de monitoramento hidrobiológico é desenvolvido na companhia, para avaliação de cianobactérias em todos os reservatórios utilizados para abastecimento público em operação, conforme recomendações da Portaria 518. Quando constatado ocorrência de cianobactérias acima de 20.000 cél/mL, o programa prevê a inclusão do acompanhamento semanal de cianotoxinas na água tratada da estação.

Tabela 1: Estações de Tratamento de Água com acompanhamento no período

Arcoverde	Caruaru (Salgado)	Lagoa do Carro	São José do Egito
Afogados da Ingazeira	Cedro	Lagoa dos Gatos	São Vicente Férrer
Belo Jardim	Chã Grande	Limoeiro	Serra dos Ventos
Bezerros	Cimbres	Macaparana	Serra Talhada
Bodocó	Custódia	Monte Orebe	Sertânia
Bonito	Feira Nova	Moreilândia	Surubim
Botafogo	Garanhuns	Nascente	Tapacurá
Brejão	Gravatá	Ouricuri	Terezinha
Brejinho	Ibitiranga	Parque Capibaribe	Timbaúba
Brejo da Madre de Deus	Iguaraci	Pedra	Toritama
Buíque	Ingazeira	Poção	Triunfo
Cabrobó	Insurreição	Quixaba	Tuparetama
Cachoeirinha	Itapetim	Sanharó	Várzea do Una
Canhotinho	Itaquitinga	Santa Cruz do Capibaribe	Venturosa
Capoeiras	Jangadinha	Santa Terezinha	Vitória de Santo Antão
Carnaíba	João Alfredo	Santo Amaro de Serinhaém	Xucurus
Caruaru (Alto do Moura)	Jurema	São João	
Caruaru (Petrópolis)	Lagoa do Barro	São Joaquim do Monte	

METODOLOGIA

Coleta e Preparação de Amostras para Análise

As amostras foram coletadas pelas equipes dos laboratórios regionais, seguindo programação enviada pelo Laboratório Central, em recipientes fornecidos pelo Laboratório Central da COMPESA, adequadamente



lavados para garantir a confiabilidade dos resultados. As amostras foram conservadas em refrigeração desde a coleta e encaminhadas para análise no máximo dentro de 2 dias.

No laboratório, as amostras são conservadas refrigeradas, quando da análise imediata, e/ou são congeladas para análises de microcistina e preservadas a pH menor que 2 e refrigeradas, para análises de saxitoxinas, quando de posterior análise.

No dia da análise, após elevação à temperatura ambiente, as amostras tem o pH corrigido e uma alíquota é sonificada, por 3 vezes, durante 1 minuto, com descanso de 1 minuto entre sonificações, para completa desestruturação celular, em caso de se ter células presentes, garantindo assim a disponibilização da cianotoxina total presente na água.

Técnica Analítica

A metodologia adotada foi a do ensaio imunoadsorvente ligado à enzima – ELISA – utilizando-se Kits existentes no mercado, desenvolvidos especificamente para análises de amostras de água. Para isso, foram testados diversos kits, com escolha final de Kit da Beacon para as análises de microcistina e Kits da Abraxis, para as análises de saxitoxinas e cilindrospermopsina, que atendem aos limites necessários às análises, para obtenção de resultados confiáveis, conforme níveis exigidos e recomendados pela Portaria 518.

As amostras, após preparação, são analisadas conforme procedimentos de análises fornecidos com os kits que foram testados e aprovados. A leitura é feita em leitora de placas ELISA, com software apropriado para imunoenensaio com cálculos de quantidade de erros.

Princípios do Teste ELISA

A metodologia utilizada é ensaio do imunoadsorvente ligado à enzima – ELISA. Os testes utilizados são competições diretas no método ELISA, que permitem a detecção da Microcistina, Saxitoxina e Cilindrospermopsina. A técnica é baseada na identificação da cianotoxina por anticorpos específicos. A cianotoxina, quando presente na amostra e um análogo HRP-cianotoxina competem para a ligação nos sítios dos anticorpos anti-cianotoxina de coelho na solução. Os anticorpos de Microcistina, Saxitoxina ou Cilindrospermopsina são então ligados por um segundo anticorpo (ovelha anti-coelho) imobilizado na placa. Após o passo de lavagem e adição da solução de substrato, um sinal de cor é gerado. A intensidade da cor azul é inversamente proporcional a concentração da cianotoxina presente na amostra. A reação de cor é parada após o tempo especificado, tornando-se amarela, e assim, é lida.

Condições analíticas dos Kits

Microcistina – todo o material para o teste é fornecido com o Kit, 1 placa contendo 12 tiras com 8 poços revestidos com anticorpos, reagentes necessários para realização dos testes, além de 1 frasco de controle negativo (0 ppb de Microcistina-LR), 1 frasco de cada padrão de Microcistina-LR de 0,1 ppb, 0,3 ppb, 0,8 ppb e 2,0 ppb.

Saxitoxinas - todo o material para o teste é fornecido com o Kit, 1 placa contendo 12 tiras com 8 poços revestidos com um segundo anticorpo (ovelha anti coelho), reagentes necessários para realização dos testes, além de 6 frascos com os padrões com as seguintes concentrações, 0,00 ppb, 0,02 ppb, 0,05 ppb, 0,1 ppb, 0,2 ppb, e 0,4 ppb.

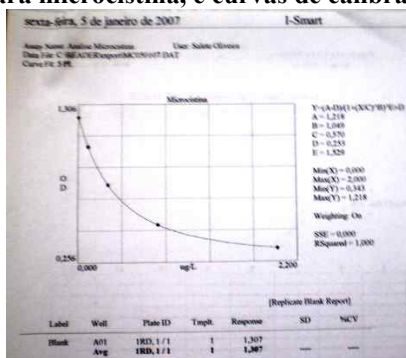
Cilindrospermopsina - todo o material para o teste é fornecido com o Kit, 1 placa contendo 12 tiras com 8 poços revestidos com um segundo anticorpo (ovelha anti coelho), reagentes necessários para realização dos testes, além de 7 frascos com os padrões com as seguintes concentrações, 0,00 ppb, 0,05 ppb, 0,1 ppb, 0,25 ppb, 0,5 ppb, 1,00 ppb e 2,00 ppb, além de 1 frasco com controle, padrão 0,75 ppb.

Leitura em Equipamento

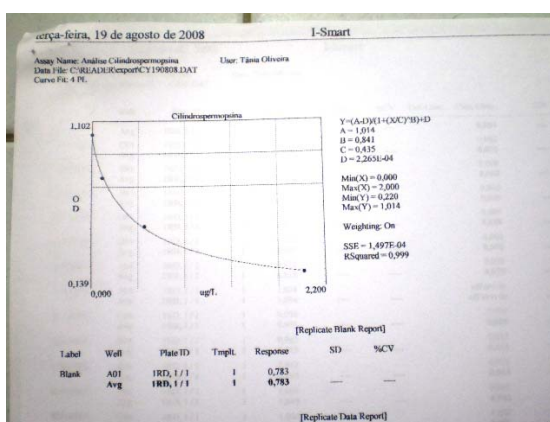
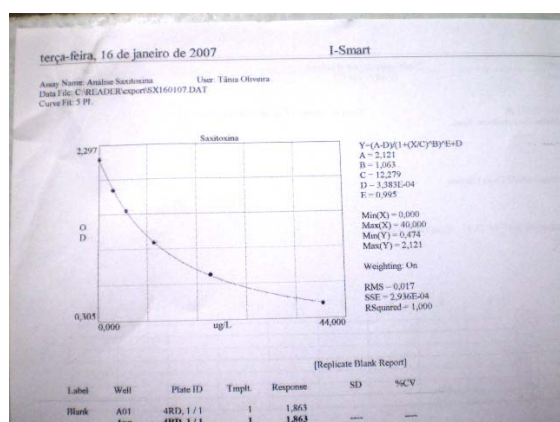
A cor amarela é avaliada utilizando um espectrofotômetro de filtro com um único comprimento de onda de 450 nm para placas de 96 poços (espectrofotômetro Packard SpectraCount – leitora ELISA). A programação da corrida dos padrões e leituras das amostras foi realizada com software I-Smart, desenvolvido para os ensaios pela técnica ELISA. As concentrações das amostras são determinadas por interpolação utilizando a curva padrão construída com cada corrida.



Figuras 1 a 4 – Curvas de calibração e dados das leituras de padrões e amostras com software I-Smart, para microcistina, e curvas de calibração para saxitoxina e cilindrospermopsina, respectivamente



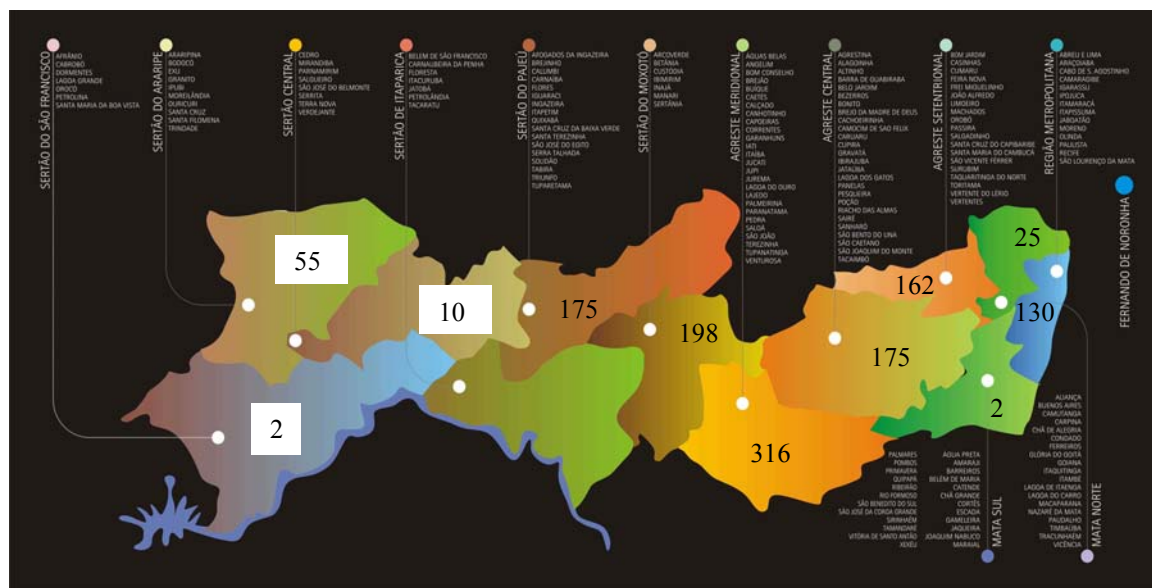
Label	Well	Plate ID	Templ.	Response	SD	%CV	Det Conc	Calc Conc	ND	%CV	%Diff
001000001	001	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	002	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	003	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	004	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	005	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	006	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	007	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	008	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	009	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	010	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	011	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	012	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	013	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	014	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	015	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	016	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	017	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	018	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	019	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	020	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	021	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	022	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	023	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	024	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	025	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	026	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	027	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	028	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	029	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	030	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	031	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	032	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	033	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	034	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	035	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	036	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	037	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	038	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	039	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---
001000001	040	1RD, 1/1	1	1.214	---	---	0.000	off conc hi	---	---	---



RESULTADOS

Foram coletadas amostras em 70 ETAs do Estado, e para esse estudo foram consideradas 1250 amostras de água coletadas, distribuídas pelas 12 regiões de desenvolvimento, à exceção do Sertão de Itaparica, com nenhuma amostra, conforme pode ser visto no mapa abaixo, Figura 5.

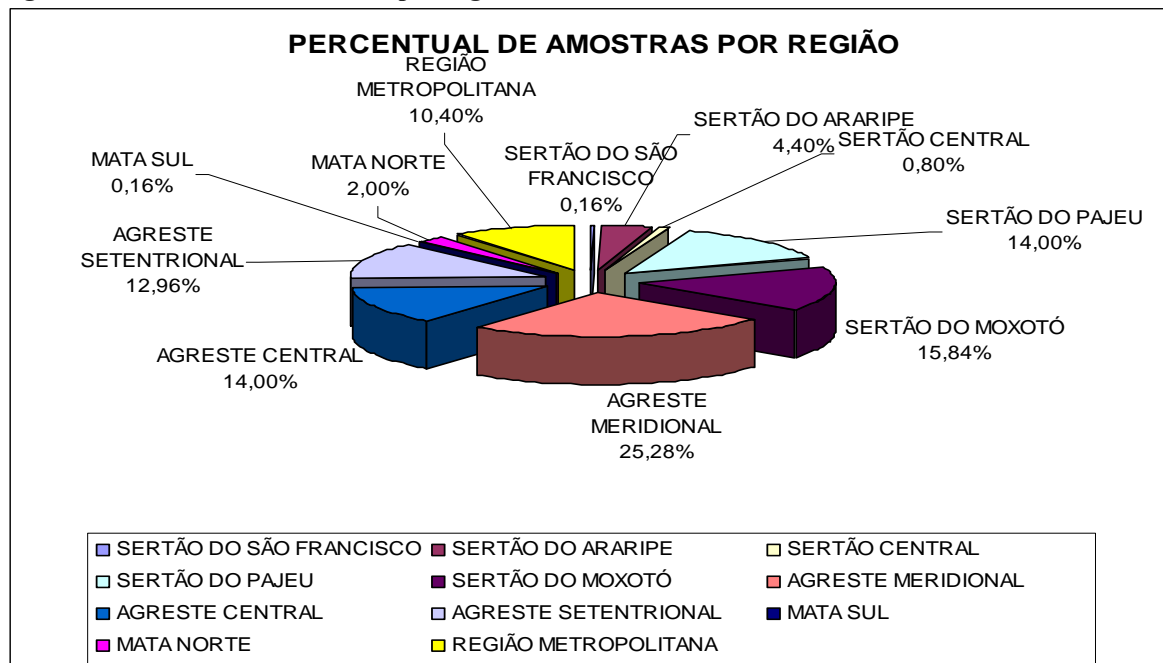
Figura 5 – Distribuição das amostras coletadas e analisadas por Regiões de Desenvolvimento





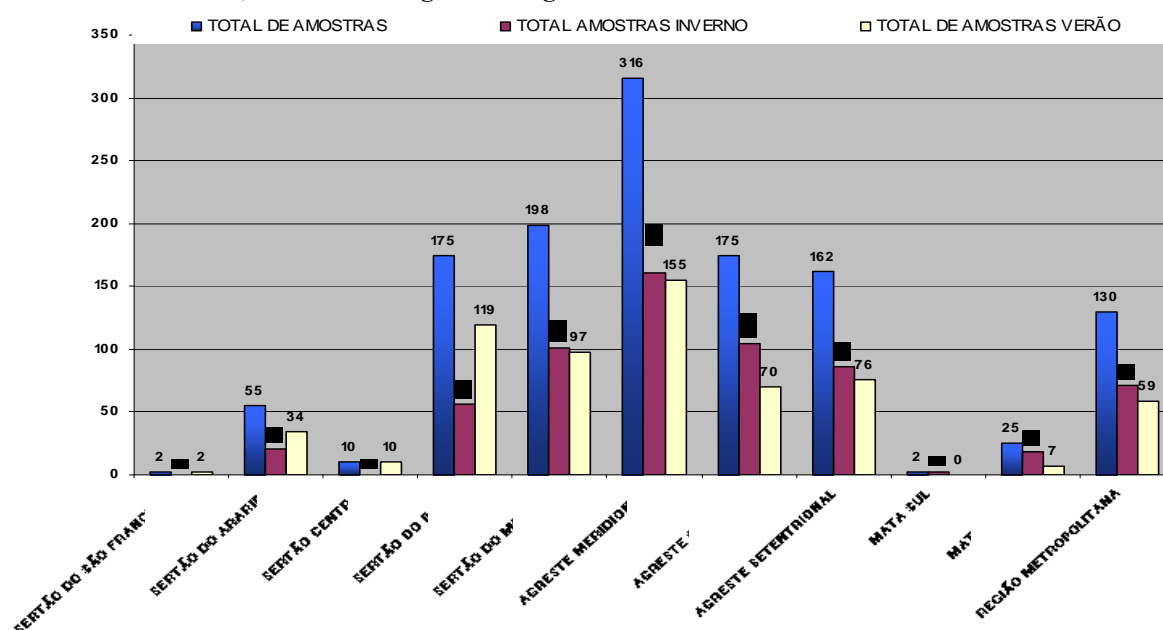
Na figura 6, pode-se observar percentualmente a predominância das amostras nas três regiões do Agreste, com total no Agreste maior que 50% das amostras, seguida pelas regiões do Sertão, com Sertão do Moxotó e Pajeú apresentando maior quantitativo de amostras. Nessas regiões é onde se tem a maior ocorrência de florações de cianobactérias, coincidente com regiões onde se tem maior escassez de água.

Figura 6 – Percentual de amostras por região de desenvolvimento



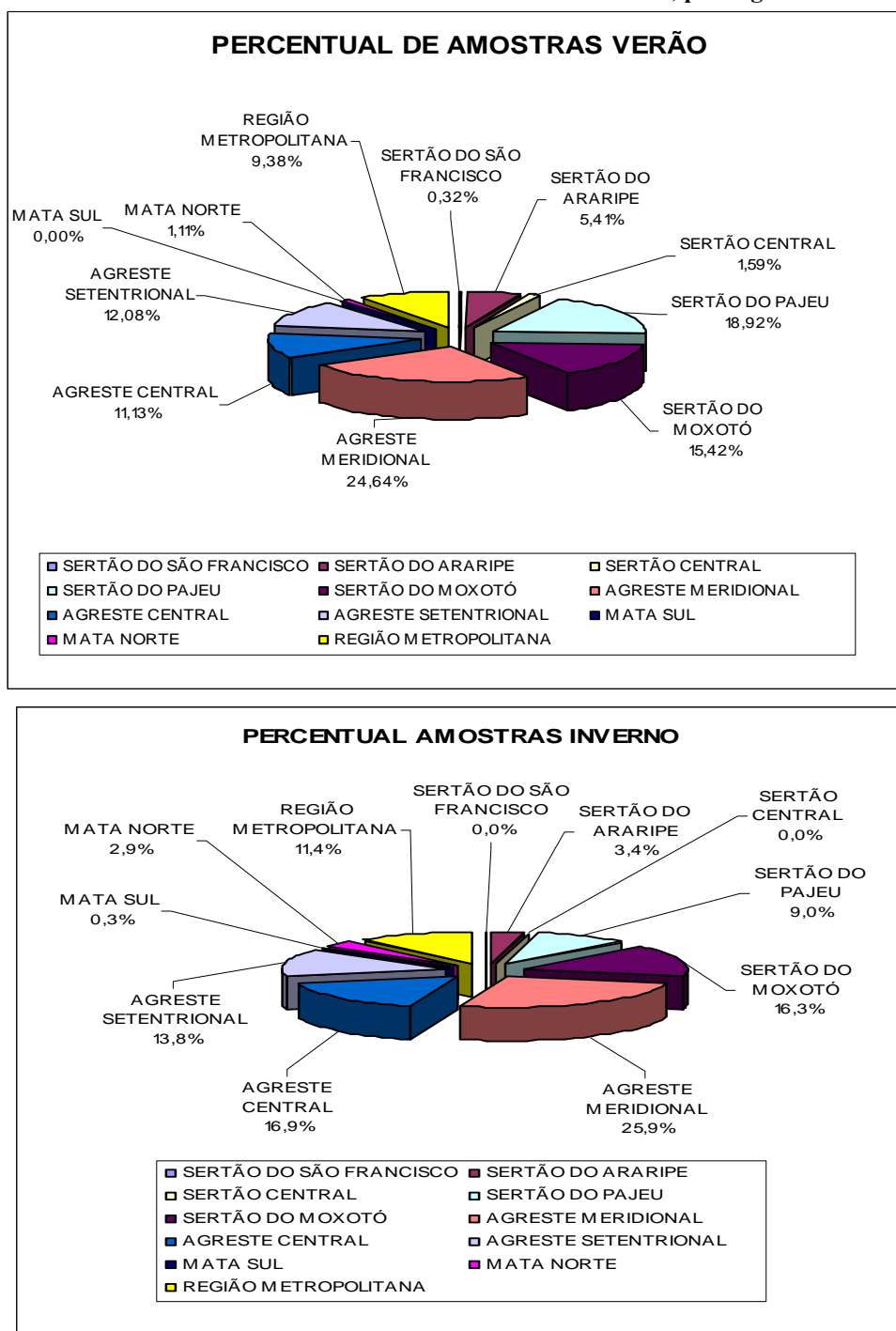
Para análise nesse estudo, as amostras foram contabilizadas como total, e por distribuição sazonal, verão (outubro a março) e inverno (abril a setembro), em vista da região Nordeste ter apenas essas duas estações mais marcadas.

Figura 7 – Gráfico comparativo entre total de amostras coletadas, total de amostras no inverno e total de amostras no verão, distribuídas segundo a região de desenvolvimento





Figuras 8 e 9 – Percentuais de amostras coletadas no verão e no inverno, por região



Na figuras 7, 8 e 9, acima, podemos observar que para as regiões com maior quantitativo de amostras, há uma constância na amostragem para verão e inverno, ou seja, os mananciais permaneceram com florações de cianobactérias, ao longo do ano, fazendo-se necessário o acompanhamento das cianotoxinas na água tratada semanalmente, para diversas estações de tratamento localizadas naquelas regiões, no período de acompanhamento.

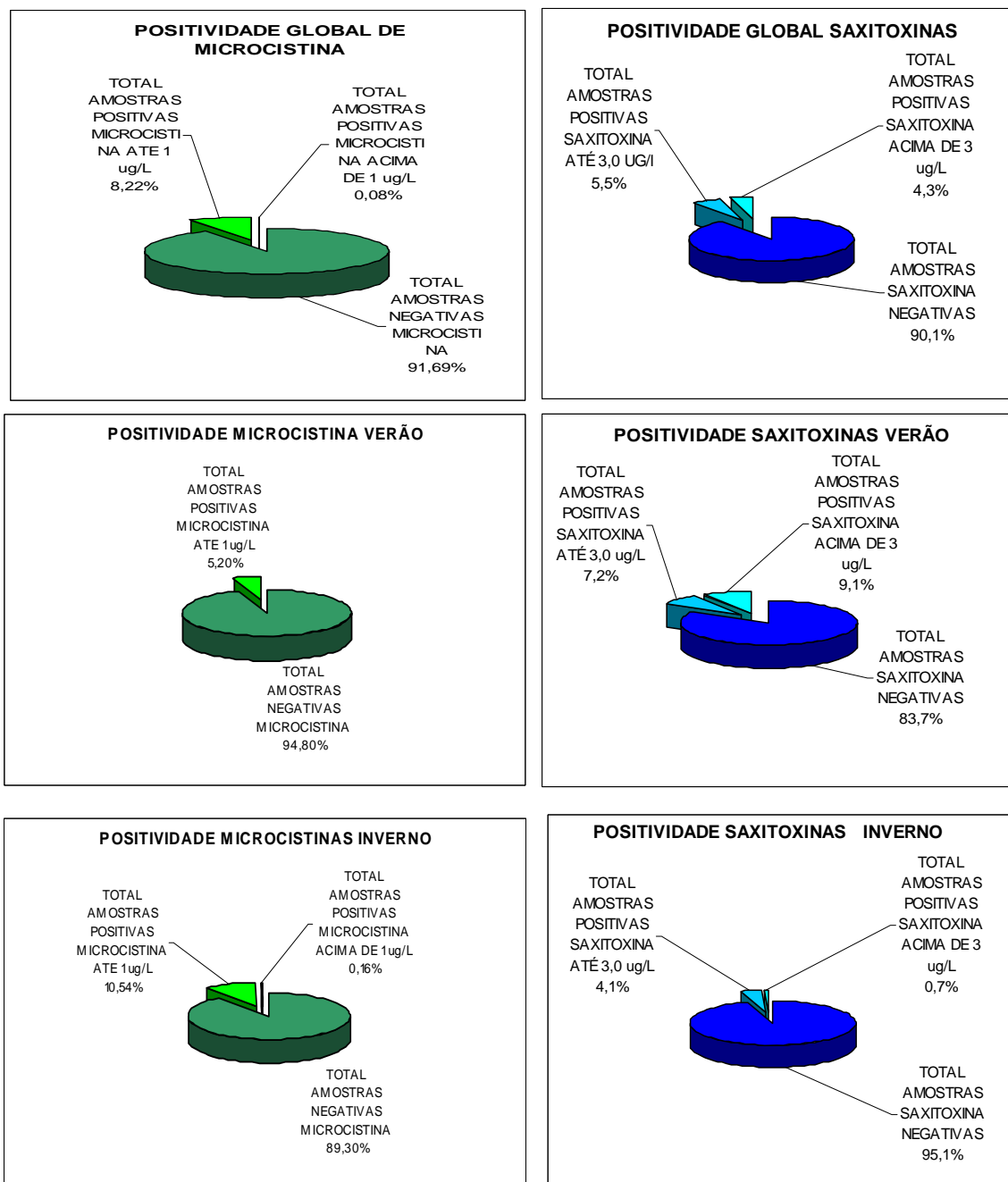
Nessas amostras foram realizadas:

- Análise de microcistina em 1192 amostras, com presença de microcistina em 97 amostras, sendo apenas 1 acima do limite permitido;



- Análise de saxitoxinas em 1196 amostras, com presença de saxitoxinas em 118 amostras, sendo 60 acima do limite recomendado;
- Análise de cilindrospermopsina em 329 amostras, com presença em 4 amostras, com nenhuma delas apresentando resultado acima do limite recomendado.

Figura 10 a 15 – Percentuais de Positividade Global de Microcistina e Saxitoxinas, Positividades para Microcistina e Saxitoxinas no Verão e Inverno



Foi observado para microcistina, uma ocorrência acima do limite, na ETA Santa Cruz do Capibaribe, em amostras com presença de microcistina na ETA. Foi realizado estudo específico na Estação e manancial, Açude Machado, que à época estava com nível muito baixo, sendo descontinuado o uso do manancial na ocasião. Também foi observado no estudo que, após cloração e tempo de contato, a microcistina foi degradada, não se detectando microcistina na rede de distribuição.

Os casos de presença para saxitoxinas no verão foram percentualmente maiores que no inverno, e as ocorrências acima do recomendado, predominantemente no verão.



Tabela 2 – ETAs com ocorrências acima do limite recomendado para saxitoxinas (3 µg/L)

ETAs	Quantidade de ocorrências acima do recomendado para saxitoxinas, no período de 2 anos, por ETA
Terezinha	8
Feira Nova	6
Venturosa	5
Garanhuns	4
Custódia, Lagoa do Barro, Tapacurá	3
Bezerros, Brejinho, Cachoeirinha, Canhotinho, Itapetim, Nascente, Arcoverde, Sertânia	2
Ibitiranga, Quixaba, Santa Cruz do Capibaribe, Caruaru (Alto do Moura), Santa Terezinha, Caruaru (Salgado), Caruaru (Petrópolis), Insurreição, Moreilândia, Pedra, Sanharó, Surubim	1

Para os casos de saxitoxina, com níveis acima do limite, não se observou uma constância; para a maioria das ETAs com ocorrências, sendo pontuais, atendendo assim a recomendação da Portaria 518, que preconiza que, caso se tenha ocorrências acima dos limites recomendados, em até 3 casos por ano, são consideradas dentro do padrão. Apenas para as ETAs Terezinha e Feira Nova foi observada ocorrência acima do limite em mais que 3 amostras em um período de um ano (2007).

Foi observada positividade para cilindrospermopsina em 1 amostra de cada ETA: Custódia, Sertânia, Pedra e Santo Amaro de Serinhaém.

Tais dados foram reportados para acompanhamento pela área operacional, para ajustes operacionais, ou mesmo melhorias das estações. Em 2008, todas as ETAs acompanhadas se enquadraram nas exigências.

CONCLUSÕES

Consideramos esse trabalho como uma contribuição para o conhecimento do assunto, que preocupa todas as empresas de saneamento, em vista da crescente ocorrência de florações nos reservatórios, não só no Estado de Pernambuco, como em outros Estados e Regiões, apresentando dados de um programa de rotina que retrata a realidade do abastecimento da água, como também com a verificação da adequação da metodologia adotada, que permite o cumprimento da Portaria pela empresa, o que poderá ser adotado por outras companhias de saneamento. A realização dos testes pela técnica ELISA para as três cianotoxinas, nos dá uma resposta mais segura quanto a positividade e quantificação, atende à Portaria 518 e evita o sacrifício de animais que ocorre quando se faz testes de bioensaios com uso de camundongos.

Consideramos de extrema importância a continuidade do acompanhamento das cianotoxinas com análises, para garantia do fornecimento da água com qualidade, com maior segurança da distribuição da água para a população, mesmo quando os mananciais apresentam florações de cianobactérias potencialmente tóxicas, e não se podendo parar sua utilização, em vista de carência de outras fontes de captação. Outras metodologias mais simples e menos dispendiosa para triagem de amostras estão já sendo desenvolvidas por pesquisadores, como tiras, sendo sugerida ser testadas para baratear o custo das análises.

Novos estudos mais aprofundados são sugeridos, nos mananciais, para avaliação das condições dos mesmos em conjunto às outras instituições e municipalidades, para preservação e recuperação dos mesmos, a exemplo do que está sendo realizado na Barragem Carpina e Açude Ingazeira, com intuito de minimizar a ocorrência das florações.

Análises para identificação das cianotoxinas, por técnica de HPLC, para melhor conhecimento da toxicidade são necessários, podendo ser realizados na empresa, ou em convênios com Universidade e outras Instituições.

Em relação às cianobactérias, nos locais com positividade, sugere-se que sejam realizados estudos para identificação, cultivo de cepas, e confirmação da produção de cianotoxinas pelos gêneros presentes nas florações.

Em relação à operação das ETAs, os cuidados deverão ser redobrados, quanto aos ajustes operacionais, para manutenção da qualidade da água atendendo aos padrões, e caso necessário, serem realizadas melhorias nas instalações das ETAs.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos à COMPESA pelo apoio e condições para implantação da metodologia, como também aos colegas dos diversos Laboratórios da empresa e aos colegas da área de suprimento.

Agradecemos aos nossos mestres, pioneiros em estudos de cianobactérias e cianotoxinas, que tem nos acompanhado e dirimido dúvidas desde 1996, quando do caso Caruaru, como o Professor Dr. Wayne Carmichael, ora aposentado, Profa. Dra. Sandra Azevedo, da UFRJ, Prof. Dr. Gary John Jones, da Fresh Water Research Centre - Universidade de Canberra - Australia, Dr. Philip Orr e Cheryl Orr, pesquisadores da SEQ-Water-Austrália e CSIRO Land and Water- Australia, Prof. Dr. João Sarkis Yunes e sua equipe, Wilson Colvara e Patrícia Costa, da FURG, além do Prof. Dr. Renato Molica - UFRPE, que tem nos ajudado sempre que necessário e com quem desenvolvemos uma parceria ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Portaria N° 518 de 25 de março de 2004. Brasília: Ministério da Saúde. 21p. 2004.
2. Chorus, I.; Bartram, J. Toxic Cyanobacteria in Water – A guide to their public health consequences, monitoring and management. Spon Press, London and New York. 1999 WHO
3. Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano – Brasília: Ministério da Saúde – FUNASA, 2003
4. Relatórios de treinamento prático nos laboratórios da CSIRO Land and Water-Austrália e FURG-RS - autores.