



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA JOSÉ RODRIGUES DE FARIAS

**BALANÇO DE CARBONO EM RESERVATÓRIOS URBANOS EUTRÓFICOS DO
SEMIÁRIDO PARAIBANO**

CAMPINA GRANDE – PB

2012

MARIA JOSÉ RODRIGUES DE FARIAS

**BALANÇO DE CARBONO EM RESERVATÓRIOS URBANOS EUTRÓFICOS DO
SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, em cumprimento à
exigência para obtenção do grau de
licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: MSc. Sandra Maria da Silva
Co-orientadora: MSc. Janiele França de Vasconcelos

CAMPINA GRANDE – PB

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

F224b Farias, Maria José Rodrigues de.
Balanço de carbono em reservatórios urbanos eutróficos do semiárido paraibano [manuscrito] / Maria José Rodrigues de Farias. – 2012.
14 f. : il.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.
“Orientação: Prof. Me. Sandra Maria da Silva, Departamento de Ciências Biológicas.”

1. Carbono. 2. Metabolismo. 3. Poluição da água. I. Título.

CDD 21. ed. 577.5

MARIA JOSÉ RODRIGUES DE FARIAS

**BALANÇO DE CARBONO EM RESERVATÓRIOS URBANOS EUTRÓFICOS DO
SEMIÁRIDO PARAIBANO**

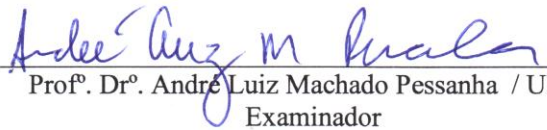
Aprovado em 16/10/2012



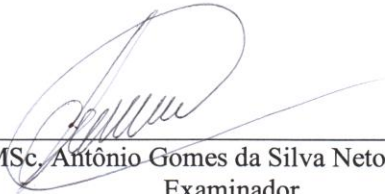
Prof.^a MSc. Sandra Maria da Silva / UEPB
Orientadora



Prof.^a MSc. Janiele França de Vasconcelos / UEPB
Co-orientadora



Prof.^o Dr.^o André Luiz Machado Pessanha / UEPB
Examinador



MSc. Antônio Gomes da Silva Neto / UEPB
Examinador

SUMÁRIO

Resumo	04
Introdução	05
Área de estudo	08
Materiais e métodos	10
Resultados	10
Discussão	12
Agradecimentos	14
Referências	15

Carbon balance in urban eutrophic reservoirs in the semiarid of Paraíba

Balanco de carbono em reservatórios urbanos eutróficos no semiárido paraibano

Maria José Rodrigues de Farias, Sandra Maria da Silva, Janiele França de Vasconcelos

Laboratório de Ecologia Aquática-LEAq, Departamento de Biologia, Centro de Ciência
Biológicas e da Saúde-CCBS, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB,

Rua Baraúnas, 351-Bairro Universitário- Campina Grande-PB, CEP 58429-500, Fone/Fax:
83 3315.3300

e-mail: lyarodriguesbio@gmail.com, sandramsilva@uepb.edu.br,
janiele.biologa@gmail.com

Abstract: This study aimed to evaluate the carbon balance in three urban eutrophic reservoirs. We performed three consecutive samplings at three stations set randomly at the following times: 06:00 a.m, 16:00 p.m and 06:00 a.m the next day. We analyzed the physical variables (temperature, conductivity, turbidity and pH, and dissolved oxygen) and chemical (nitrate, orthophosphate and total phosphorus). There was significant variation for most variables. The results show that the three reservoirs: José Rodrigues, Bodocongó and Old Dam apresentam heterotrophic metabolism.

key words: metabolism; reservoir; carbon

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o balanço de carbono em três reservatórios urbanos eutrofizados. Foram realizadas três coletas consecutivas em três estações definidas aleatoriamente, nos seguintes horários: 06:00 horas, 18:00 horas e 06:00 horas do dia seguinte. Analisou-se variáveis físicas (temperatura, condutividade, turbidez e pH, e o oxigênio dissolvido) e químicas (nitrato, ortofosfato e de fósforo total). Verificou-se variações significativas para a maioria das variáveis. Os resultados mostram que os três reservatórios: José Rodrigues, Bodocongó, e Açude Velho apresentam metabolismo heterotrófico.

Palavras-chave: metabolismo; reservatório; carbono

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento social e econômico dos vários países existentes está diretamente relacionado com a disponibilidade de água, pois esta constitui um recurso essencial para a sobrevivência da vida bem como sua prosperidade no planeta Terra. São muitos os benefícios econômicos provenientes do investimento em água, são exemplos disso, os países desenvolvidos da Europa que conseguiram um aumento econômico significativo, e a Ásia que sofreu uma transformação em sua economia através da revolução verde (Chonchol, 2005).

A disponibilidade de água é algo preocupante, pesquisas revelam que está havendo uma diminuição dos recursos hídricos como consequência da retirada das águas tanto subterrâneas quanto superficiais, (Brighenti, 2009). Neste contexto, outro fator importante é a contaminação das águas de reservatórios, lagos e rios, uma prática comum principalmente no meio agrícola onde utiliza-se agrotóxicos que acabam contaminando águas tornando-as impróprias para o consumo. Além disso, a saúde do ser humano e de outros animais pode sofrer sérios danos resultantes de doenças provocadas por microrganismos patogênicos presentes em águas residuárias (Gonzalez *et al*, 1982).

A poluição das águas constitui uma prática que há muito tempo vem ganhando amplitude cada vez maior. De acordo com Grassi (2001), a qualidade da água ao redor de nosso planeta tem se deteriorado de forma crescente, especialmente nos últimos 50 anos. O mesmo autor ainda relaciona a poluição das águas com o aumento dos processos de urbanização e industrialização ocorridos após a Segunda Guerra Mundial. Os reservatórios urbanos são constantemente poluídos principalmente pela atividade humana, sendo os esgotos, tanto domésticos quanto industriais, o principal meio de poluição, pois na maioria das vezes são lançados diretamente nos reservatórios sem nenhum tratamento prévio.

De acordo com as diferentes maneiras com que as águas superficiais e subterrâneas podem ser poluídas, as fontes de poluição são classificadas em dois tipos: fontes pontuais, as quais são compreendidas como descargas de efluentes com base em, dentre outras, indústrias e estações de tratamento de esgoto, são fontes de fácil identificação podendo ser monitoradas; o outro tipo são as fontes difusas, sendo caracterizadas por se disseminarem por vários locais e difíceis de se determinar em virtude de suas amplas abrangências e características intermitentes apresentadas, elas compreendem: o escoamento superficial

agrícola, deposição atmosférica, escoamento superficial urbano, dentre outros Grassi (2001).

As águas dos reservatórios urbanos recebem diferentes tipos de matéria orgânica proveniente dos esgotos, sejam eles domésticos ou industriais, para a decomposição dessa matéria orgânica as bactérias consomem o oxigênio que está dissolvido na água e que se encontra em uma quantidade limitada, resultando assim, em uma significativa diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido. Dentre outros poluentes, as altas concentrações de nitrogênio e fósforo são apontadas como agentes eutrofizantes (Martins *et al*, 2007).

Todo esse processo resultante da eutrofização artificial torna os reservatórios ricos em nutrientes de forma mais acelerada. O excesso de nutrientes como fósforo e nitrogênio em ambientes aquáticos eutrofizados proporcionam o crescimento de algas de forma descontroladas resultando em uma biomassa incompatível com o sistema, o que requer uma grande demanda de oxigênio para seu aumento e degradação, como consequência provoca-se a morte de animais, principalmente peixes, e ploriferação de organismos anaeróbios; há também a produção de compostos extremamente tóxicos para a biota nesses sistemas aquáticos, além do mau cheiro (Grassi, 2001).

O ciclo do carbono se destaca dentre outros ciclos biogeoquímicos, uma vez que abrange os diversos aspectos limnológicos existentes, o carbono orgânico de um ecossistema aquático pode ser agrupado em duas categorias, carbono orgânico detrital, o mesmo é subdividido em carbono orgânico dissolvido (COD) e carbono orgânico particulado detrital (COP-detrital); e carbono orgânico particulado da biota (COP-biota). A soma desses dois tipos de carbono forma o carbono orgânico total (COT). O carbono orgânico dissolvido é de suma importância para os sistemas aquáticos, uma vez que, pode variar o pH, a transparência, a produção primária, e até servir de fonte energética para as redes alimentares. Esse tipo de carbono tem origem a partir da decomposição de plantas e animais, além disso, pode originar-se também de produtos da excreção de organismos como o fitoplâncton e macrófitas aquáticas, seus principais componentes são as proteínas, os lipídios, os carboidratos, e os compostos húmicos (Esteves, 1998).

O estado trófico dos ecossistemas aquáticos influencia diretamente na variação desse carbono orgânico. Esses ecossistemas possuem como maior fonte de carbono reduzido as matérias orgânicas dissolvidas e particuladas, sendo a decomposição das mesmas importantes no ciclo do carbono, (Stallard, 1998). Logo, é importante a compreensão das vias do carbono. Além de servir como fonte de energia, o carbono

orgânico dissolvido também atua na fotossíntese dos organismos aquáticos, pois promove alterações de cunho tanto qualitativo quanto quantitativo na radiação que envolve a coluna d'água, e ainda atua como agente precipitador de nutrientes e complexador de metais (Esteves, 1998).

Nos ambientes aquáticos os processos de difusão ocorrem de maneira bastante lenta, logo o CO₂ aquático possui uma velocidade de difusão bem pequena (Esteves, 1998) é cerca de 1.000 vezes menor do que no ar. Esse fato fez com que vários organismos aquáticos desenvolvessem algumas adaptações para superar tal limitação.

Alguns fatores como a respiração dos animais, a decomposição, a chuva, e a atmosfera, podem originar o CO₂ que está presente nos sistemas aquáticos, podendo este combinar-se com outros compostos e dessa forma interferir no pH, como por exemplo o pH pouco ácido da água da chuva que pode ser explicado devido a combinação que ocorre entre o CO₂ e a molécula de água. O carbono inorgânico no ambiente aquático pode ser encontrado de três formas, carbono inorgânico “livre”, íons bicarbonato, e carbonato; estando todas as formas relacionadas com o pH da água (Esteves, 1998).

Existe uma interdependência entre o meio aquático e as comunidades que nele habitam, pois o pH do meio interfere nessas comunidades e vice-versa. O metabolismo de diferentes grupos de organismos aquáticos pode sofrer com a ação do pH, uma vez que o transporte iônico pode ser comprometido quando há alterações na permeabilidade da membrana celular. Muitas substâncias decorrentes da atividade humana despejadas no meio aquático podem alterar significativamente o valor do pH, dentre as substâncias temos o gás carbônico que, ao dissolver-se na água forma o ácido carbônico reduzindo o pH (Braga, 2002).

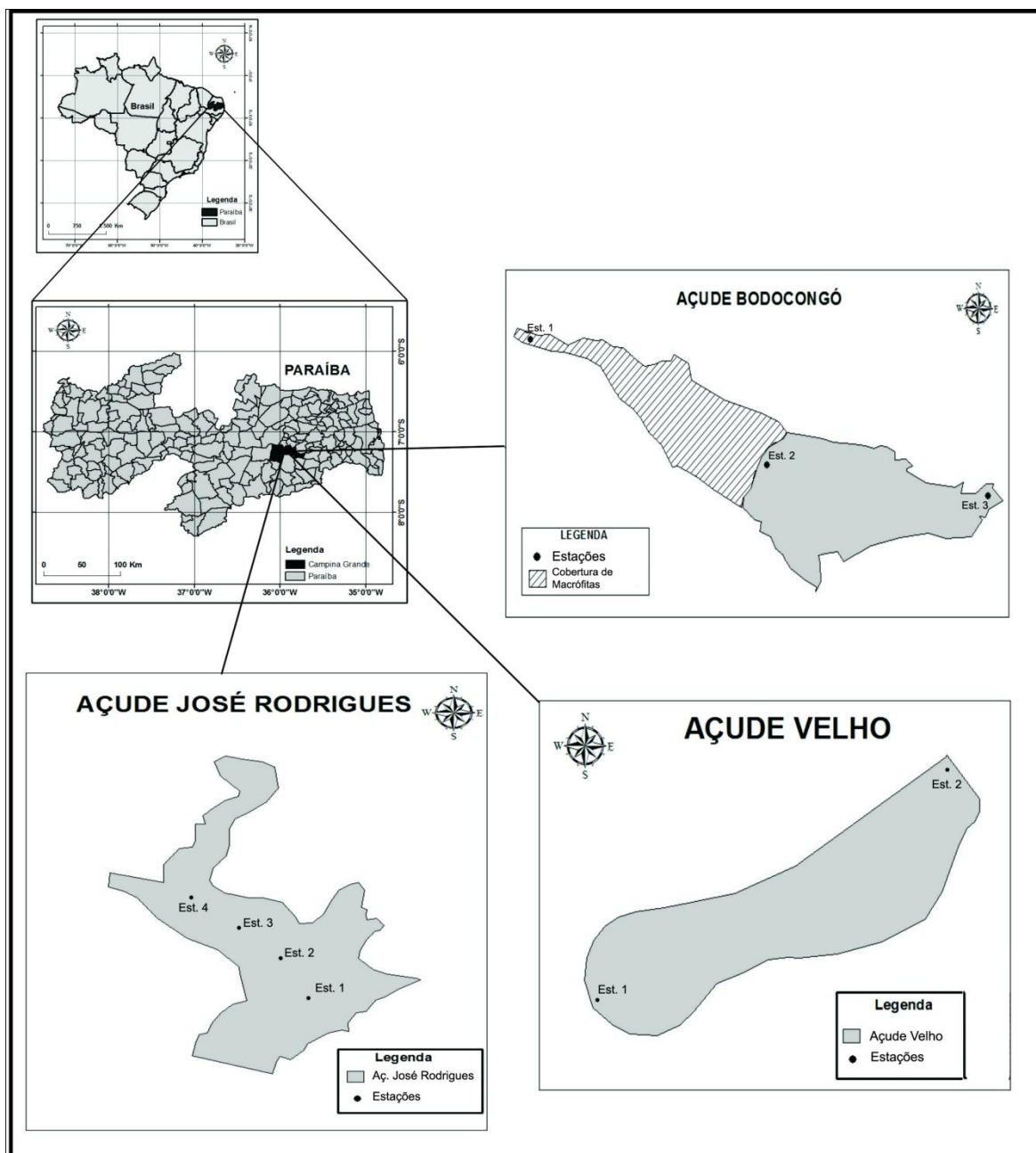
O aumento do efeito estufa é um problema mundial, provocado principalmente pela emissão de dióxido de carbono a partir da queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso do solo, podendo futuramente levar a extinção de espécies de seres vivos. Diante dessa realidade, o metabolismo aquático, juntamente com as florestas, assume o papel de sumidouros do excesso de carbono atmosférico, pois os mesmos são responsáveis pela retirada de uma grande quantidade desse gás presente na atmosfera, o que é de suma importância para a conservação dos diversos ecossistemas que poderão no futuro próximo sofrer influência do aquecimento global. Tradicionalmente, os lagos têm sido considerados sistemas autótrofos, e como consequência funcionando como sumidouro de carbono, porém nos últimos anos estudos demonstram que muitos lagos são fontes de carbono para a

atmosfera, pois funcionam como sistemas heterótrofos líquidos (Sbrissia, 2008). As taxas de emissão de CO₂ e CH₄ foram alteradas significativamente pela sociedade, necessitando-se de uma melhor compreensão ecológica tanto do ciclo do carbono nos ecossistemas aquáticos, quanto dos efeitos das intervenções humanas sobre o mesmo (Prast & Pinho, 2008). Atualmente, fala-se muito em aquecimento global, sendo o homem apontado como o principal causador desse fenômeno através da emissão de gases que agravam esse problema. Os crescentes aumentos nas emissões antropogênicas de gases causadores de efeito estufa (GEE) têm elevado os seus teores na atmosfera a níveis sem precedentes na história da humanidade, (Roscoe, 2003). Diante dessa realidade, os reservatórios destacam-se, já que as concentrações de CO₂ na atmosfera resultam do balanço existente entre fontes e sumidouros, pois os mesmos interferem nessas concentrações, uma vez que através do processo de fotossíntese realizado por organismos aquáticos ocorre absorção e transformação desse gás. Assim, o presente trabalho objetiva avaliar o balanço de carbono em três reservatórios urbanos.

ÁREA DE ESTUDO

Os três reservatórios estudados estão localizados no município de Campina Grande, Estado da Paraíba. O Açude de Bodocongó e o Açude Velho estão localizados mais precisamente no Bairro de Bodocongó e no Centro, respectivamente; já o reservatório José Rodrigues fica localizado no Distrito de Galante (figura 1).

Figura 1. Localização geográfica dos reservatórios: Açude de Bodocongó, José Rodrigues, e Açude Velho.



O Açude Velho está integrado numa bacia hidrográfica de área de 103,35 ha, possui um espelho de água de 177248,00 m² armazenando um volume de 515 863,00 m³ de água na cota da soleira do sangradouro e apresenta profundidade variando de 2,50m a 4,51m (AERH/UAEC/UFCG, 1988). O açude de Bodocongó (7° 13' 11" S e 35° 52' 31" W), está situado no médio curso do Rio Paraíba do Norte, a uma altitude de 548m, possui área da bacia hidráulica de 371.897 m², capacidade máxima de 1.020.000 m³, profundidade média de 2,40 m e máxima de 5,60 m (LMRS/ SEMARH, 2002). O reservatório José Rodrigues

por sua vez, situa-se na região do médio Paraíba do Norte, sua capacidade (m^3) é de 22.332.348 e seu volume total igual a 4,4% de sua capacidade máxima.

MATERIAIS E MÉTODOS

Em cada reservatório foram realizadas três coletas consecutivas em um intervalo de tempo de 12 horas, ou seja, realizou-se uma coleta às 06:00h da manhã, outra às 18:00h da noite do mesmo dia, e uma última coleta às 06:00h da manhã do dia seguinte. Para estimar o metabolismo total nos reservatórios: Açude de Bodocongó e José Rodrigues, coletou-se amostras em quatro estações diferentes escolhidas aleatoriamente, tendo como base duas profundidades distintas (superfície e fundo), nos dias 13 e 14 de Fevereiro, 31 de Março e 01 de Abril de 2012, respectivamente; já no Açude Velho foram obtidas amostras de uma profundidade (fundo) em duas estações diferentes, nos dias 27 e 28 de Março do mesmo ano. Utilizou-se uma garrafa de Van Dorn para coletar as amostras na profundidade máxima de cada estação.

Em seguida, realizou-se em laboratório as análises físicas e químicas, As concentrações de oxigênio dissolvido foram determinadas de acordo com o método proposto por Winkler (1888) e modificado por Pomeroy & Kirchman (1945) e Golterman *et al.*, (1978), e determinou-se as concentrações de carbono através do programa de alcalinidade BGM (fonte do programa). As variáveis: amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato solúvel, e fósforo total, foram determinadas de acordo com os métodos de Standard Methods, 1998, sendo o último modificado.

As trocas entre o meio aquoso e a atmosfera foram estimadas com base na Lei de Fick (referência), sendo avaliado o nível de autotrofismo ou heterotrofia dos reservatórios a partir do balanço de gás durante o período compreendido entre as três coletas.

As análises de alcalinidade foram realizadas pelo método de titulação gram, e os cálculos no programa BGM. Os dados foram analisados quantitativamente, para tanto foram realizadas médias no Excel, e ANOVA no *statistic 7*.

RESULTADOS

Os resultados obtidos mostraram que, dentre os três reservatórios estudados, o Açude de Bodocongó possui uma maior concentração de fósforo total, bem como de ortofosfato (TABELA 1). Em relação a condutividade elétrica, verificou-se os menores valores médios para o reservatório Açude Velho 0,58 mS/cm^2 , e maior para o reservatório

José Rodrigues 1,82 mS/cm², com relação a variável turbidez, o maior valor observado foi no Açude Velho. Em relação às concentrações de amônia, o Açude Velho apresentou maiores médias em detrimento aos demais (TABELA 1).

Realizou-se uma análise de variância objetivando detectar possíveis diferenças nas variáveis ambientais dos três reservatórios estudados. A partir dessa análise verificou-se variações significativas para as seguintes variáveis: nitrato, fósforo total, ortofosfato, temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, e oxigênio dissolvido (TABELA 1).

Tabela 1. Resultados da ANOVA *one way* da comparação das diferenças das variáveis entre os reservatórios José Rodrigues (JR), Açude Velho (AV) e Açude de Bodocongó (AB). Colocar nomes das variáveis

Variáveis	José Rodrigues	N	Açude Velho	N	Açude de Bodocongó	N	P	LSD
N-NH₄ -nitrogênio do íon de amônio (µg/L)	221,62	24	186,1	6	134,0	24	0,52	JR=AV=AB
N-NH₂	82,0	24	116,2	6	148,7	24	0,39	JR=AV=AB
NH₃ -amônia (µg/L)	120,1	24	717,34	6	126	24	0,01*	(JR=AB)≠AV
PT -fósforo total (µg/L)	90,9	24	370,5	6	623,0	24	0,00*	JR=AV; AV=AB
PO₄ -ortofostato (µg/L)	57,85	24	41,33	6	714,52	24	0,00*	(JR=AV)≠AB
Tem -temperatura (°C)	20,2	24	22,19	6	26,41	24	0,00*	JR=AV;AV=AB
pH (potencial hidrogênio iônico)	8,06	24	8,88	6	7,46	24	0,00*	JR=AV=AB
mS/cm² (condutividade elétrica)	1,82	24	0,58	6	1,28	24	0,00*	JR=AV=AB
NTU (turbidez)	24,07	24	83,86	6	8,89	24	0,00*	JR=AV=AB
OD -oxigênio dissolvido (mg/L)	6,7	24	8,53	6	3,04	24	0,00*	JR=AV=AB

Através dos dados obtidos pode-se diagnosticar uma diferença significativa entre os reservatórios, em relação às taxas de oxigênio dissolvido nos reservatórios José Rodrigues e Açude Velho, com valores médios de 6,7 mg/L e 8,53 mg/L, respectivamente, sendo os mesmos oxigenados, e no Açude de Bodocongó igual a 3,04 mg/L (TABELA 1).

Com relação ao pH das águas dos três reservatórios observou-se diferenças significativas, onde os reservatórios: José Rodrigues e Açude Velho apresentaram águas alcalinas, e o Açude de Bodocongó apresentou águas ácidas a neutras (TABELA 1).

As concentrações de dióxido de carbono apresentaram maiores valores no Açude de Bodocongó, seguido de José Rodrigues e Açude Velho. O mesmo açude ainda apresentou

valor elevado de bicarbonato, o qual o pode dissociar-se resultando em íons carbonato e hidrogênio. Observou-se também maior concentração de carbonato no Açude Velho (TABELA 2), bem como a maior média de oxigênio dissolvido, e o açude de Bodocongó a menor média (TABELA 3).

Tabela 2. Médias das variáveis relacionadas ao carbono.

Reservatório	José Rodrigues	Açude Velho	Açude de Bodocongó
Alc.($\mu\text{mol/L}$)	9792,667	9792,167	9545,5
CO2 total ($\mu\text{mol/L}$)	9,53E+03	9,35E+03	1,03E+04
CO2 ($\mu\text{mol/L}$)	262,0958	36,04167	727,3167
CO2 Eq. ($\mu\text{mol/L}$)	12,98792	12,31333	10,93565
CO2 total	9,96E+03	9,48E+03	1,03E+04
[CO2]	223,9625	37,87	733,8292
[HCO3]	9685,917	9098,5	9516,375
[CO3]	53,37875	346,8517	14,56917
[CO3]eq	13,245	12,5595	10,94208

Tabela 3. Médias do carbono total e oxigênio dissolvido de cada açude.

Reservatório	José Rodrigues	Açude Velho	Açude de Bodocongó
OD (mg/L)	6.77	8.53	3.04
CO2 TOTAL ($\mu\text{mol/L}$)	9961.208333	9481.666667	10262.16667

DISCUSSÃO

Os reservatórios urbanos são bastante susceptíveis a níveis elevados de eutrofização, o alto teor de matéria orgânica presente nesses reservatórios, proveniente principalmente de esgotos, pode interferir significativamente nas relações ecológicas ali existentes. Os excrementos humanos presentes nos reservatórios poluídos podem causar, dentre outros problemas, a eutrofização, pois apresenta em sua composição consideráveis concentrações de fósforos e nitrogênio (Esteves 1998).

O metabolismo aquático pode interferir no metabolismo global, uma vez que a partir do primeiro os reservatórios podem emitir quantidades significativas de dióxido de carbono para a atmosfera em escala global, podendo assim, contribuir para a intensificação do aquecimento do planeta. Pode ocorrer também o inverso, os reservatórios que possuem metabolismo autotrófico assimilam o mesmo gás através da produção primária, o que constitui uma ótima alternativa de diminuir o excesso desse gás presente na atmosfera. Os lagos também podem apresentar em relação à atmosfera metabolismo autotrófico ou heterotrófico, sendo considerados relevantes fontes de liberação de CO2 para atmosfera em escala global (Marotta, 2006).

Um estudo realizado sobre a integração dos fluxos de carbono aquático em um orçamento de captação de carbono boreal concluiu que os fluxos aquáticos e o metabolismo desempenham um papel relativamente pequeno em áreas sujeitas a intensa floresta boreal, uma vez que evidenciou-se uma insignificante quantidade de carbono na água do lago na escala de bacia e o fluxo de liberação líquida foi reduzido em relação aos grandes fluxos terrestres, houve uma menor perda terrestre de carbono orgânico para o ambiente aquático quando comparado a outras estimativas para áreas florestadas, sendo o maior fluxo no balanço de carbono de captação o acúmulo líquido nessas áreas, porém sugeriu-se que o metabolismo do carbono aquático aumenta com a idade da floresta podendo vir a ser significativo, (Jonsson *et al*, 2006). Logo, é de suma importância estudos relacionadas ao balanço de carbono aquático, pois o mesmo pode tornar-se significativo, quando não são, após certo tempo, ou o somatório de vários reservatórios, como os estudados na presente pesquisa, também podem influenciar o metabolismo aquático, uma vez que constituem importantes fontes de carbono.

(Urabe *et al*, 2010) realizou uma análise comparativa em uma variedade de lagos, e evidenciou que a concentração de DOC (carbono orgânico dissolvido) era superior em lagos com bacias hidrográficas abrangidas por grandes áreas de florestas perenes sendo relativo ao tamanho do lago, resultados semelhantes podem ser encontrados em reservatórios urbanos eutróficos, uma vez que a concentração de DOC relaciona-se com o estado trófico e com o tipo de influência à qual o lago está submetido, (Esteves, 1998).

Embora uma pequena porção da superfície da Terra seja ocupada por águas interiores, análises têm mostrado que são locais extremamente ativos para o transporte, transformação e armazenamento de quantidades consideráveis de carbono recebido a partir do ambiente terrestre, (Tranvik *et al*, 2009). Diante dessa realidade, o balanço de carbono dos três reservatórios urbanos estudados pode estar contribuindo para o aquecimento global, pois a maior parte dos lagos eutróficos está supersaturada em CO₂ e conseqüentemente emite CO₂ para a atmosfera, semelhante ao observado por Tranvik *et al*. (2009).

Os resultados obtidos mostram que os três reservatórios: José Rodrigues, Açude de Bodocongó e Açude Velho, apresentam metabolismos heterotróficos, pois os mesmos exibiram valores elevados de CO₂ total em relação ao oxigênio dissolvido (TABELA 3), ou seja, houve maior produção de CO₂ e uma menor captação de oxigênio. Logo, os reservatórios estudados são fontes de carbono para atmosfera, o que requer atenção e

estudos que possam avaliar a interferência destes e de outros açudes que possam interferir no balanço de carbono global.

AGRADECIMENTOS

À contribuição das professoras Janiele Vasconcelos e Sandra Maria Silva, por toda orientação, aos colegas: estagiários, mestrandos e mestres, do Laboratório de Ecologia Aquática-LEAq da UEPB, pois todos contribuíram direta ou indiretamente para síntese deste trabalho, orientando as atividades práticas e ajudando nas coletas, a todos os meus sinceros agradecimentos.

REFERÊNCIAS

- AERH/UAEC/UFCG. **Disponibilidade Hídrica do Açude Velho** – Relatório Técnico, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB, p.30-39, 1988.
- AESA. **Proposta de instituição do comitê da bacia hidrográfica do rio paraíba, conforme resolução no 1, de 31 de agosto de 2003, do conselho estadual de recursos hídricos do estado da paraíba.** 2004. Disponível em:
<<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/paraiba/arquivos/proposta.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2012
- BRAGA, Benedito et. al. **Introdução á engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice hall, 2002.
- BRIGHENTI, Ludmila Silva. **Avaliação limnológica da Lagoa Central (município de Lagoa Santa – MG): uma abordagem espacial.** 2009. Disponível em:
<http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpolho/art_pdf/Diss_Ludmila_Brighenti.pdf>. Acesso em: 10 Jan. 2012.
- CHONCHOL, Jacques. **A soberania alimentar.** Estudos avançados. 19 (55), 2005.
- ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia.** 1998. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência.
- GONZALEZ, R. G; TAYLOR. M, L; ALFARO, G. **Estudo bacteriano del agua de consumo en una comunidad Mexicana.** Bol Oficina Sanit Panam v.93, p.127-40, 1982.
- GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do planeta terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, edição especial, páginas 31-40, Mai de 2001.**
- JONSSON, A.; *et al.* **Integrating aquatic carbon fluxes in a boreal catchment carbon budget.** *Journal of Hydrology.* Volume 334, p 141-150, Febr. 2006.

LMRS/SEMARH - Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto. **Batimetria apoiada por GPS: açude Bodocongó**. Relatório Técnico. Campina Grande: UFPB, 2002, 13p.

MAROTTA, Humberto. **Os fatores reguladores do metabolismo aquático e sua influência sobre o fluxo de dióxido de carbono entre os lagos e a atmosfera**. 2006. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2883610>>. Acesso em: 24/06.

MARTINS, Ana. P. L.; *et al.* **Capacidade da *Typha domingensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí – Paraná**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 11, p 324-330, DEAg/UFCG, Jan 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n3/a13v11n3.pdf>>. Acesso em: 29 Jul. 2012.

PRAST, Alex Enrich & Pinho, Luana. **Ciclo do carbono em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros**. *Oecol. Bras.*, Mai 2008. Disponível em: <dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2880692>. Acesso em: 20 Jul.2012.

ROSCOE, Renato. **Rediscutindo o papel dos ecossistemas Terrestres no seqüestro de carbono**. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília*, v. 20, n.2, p. 209-223, Ago. 2003.

SBRISSIA, rita christianne. **Emissão de gases de efeito estufa de reservatórios de pequenas centrais hidrelétricas: estudo de caso pch Salto Natal, Campo Mourão – Paraná**. Curitiba, 2008.

STALLARD, Robert F. **Terrestrial sedimentation and the carbon cycle: coupling weathering and erosion to carbon burial**. *Global Biogeochemical cycles*, V. 12, N.2, p. 231-257 1998. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/2/TDE-2007-11-09T10:28:01Z-1576/Publico/TeseRSP.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2012.

TRANVIK, Lars J; *et al.* **Lakes and reservoirs as regulators of carbon cycling and climate**. 2009. Disponível em: <http://www.aslo.org/lo/toc/vol_54/issue_6_part_2/2298.pdf>. Acesso em: 15 Jun. 2012.

URABE, Jotaro; *et al.* **Within-lake and watershed determinants of carbon dioxide in surface water: A comparative analysis of a variety of lakes in the Japanese Islands**. *Limnol. Oceanogr.*, 56(1), p. 49-60. 2001.