

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO TAQUARUÇU GRANDE E SUA INFLUÊNCIA NO RESERVATÓRIO DA UHE LAJEADO, MÉDIO TOCANTINS, BRASIL

ANELISE KAPPES MARQUES¹; MARYCEL ELENA BARBOZA COTRIM¹; DAYANE JULIATE BARROS²; GUSTAVO BONATTO²; MARIA APARECIDA FAUSTINO PIRES¹

1 - INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – IPEN/CNEN – SP;

2 - LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS - UFT, PALMAS-TO
mapires@ipen.br

Resumo - Este trabalho teve como premissa avaliar a qualidade da água do ribeirão Taquaruçu Grande e sua influência no reservatório Luiz Eduardo Magalhães (UHE Lajeado – TO), que representa a fonte mais viável para o abastecimento da cidade de Palmas, Tocantins, localizado na região Norte do Brasil. Amostras de água sub-superficiais foram coletadas trimestralmente, 2007/01-2008/10, em oito pontos amostrais. Em campo obteve-se os dados de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e turbidez através de sonda multiparamétrica. Em laboratório, seguindo o estabelecido em APHA (2005), foram determinados os nutrientes inorgânicos (ortofosfato, nitrato, nitrito e amônio e nitrogênio total) e a série de sólidos. A análise de componentes principais mostrou que a condutividade, temperatura, sólidos totais dissolvidos, ortofosfato e pH apresentaram maiores concentrações nos pontos lânticos na estação chuvosa, resultados atribuídos a quantidade de material alóctone trazido pela chuva para o reservatório. Nitrato e sólidos fixos apresentaram maior concentração na estação seca, podendo ser consequência dos processos de decomposição de matéria orgânica e baixa profundidade, o que favorece a ressuspensão dos sedimentos e uma possível potencialização do processo de eutrofia na área de influência do ribeirão Taquaruçu Grande no reservatório.

Palavras-chave: Limnologia. Sazonalidade. Variáveis Limnológicas.

I. INTRODUÇÃO

O novo panorama de construção de ambientes lânticos artificiais, com fins de armazenamento de água para consumo, irrigação e produção de energia elétrica, tem sido comum no Brasil. De acordo com Reis-Pereira (2002) o estudo da qualidade da água dos reservatórios é quase sempre focado nas variáveis físicas, químicas e bacteriológicas da água. A qualidade da água pode ser entendida como consequência dos processos atuantes na bacia hidrográfica, sendo a ação antrópica reguladora do equilíbrio entre sistemas.

A deterioração dos ecossistemas aquáticos pela ação antropogênica está ocorrendo em escala global. Torna-se crucial identificar as mudanças ambientais nos estágios iniciais, enquanto as estratégias de gerenciamento ainda são uma alternativa. Nesse contexto, o estudo da qualidade da água nas bacias adjacentes aos reservatórios se faz importante, uma vez que estas drenam áreas com diversas

influências e usos da terra (atividades industriais, agropecuárias e urbanas) que influenciam de forma significativa a qualidade da água nos corpos hídricos.

O ribeirão Taquaruçu Grande, pertencente à bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins, apresenta diversas formas de uso do solo, tanto em função da expansão da estrutura urbana, como em função da expansão agropecuária e o loteamento de chácaras na zona rural (BONATTO, 2008). Partindo da premissa que o uso da terra altera a qualidade da água do ribeirão Taquaruçu Grande e tem influência direta no reservatório da UHE-Lajeado buscou-se identificar quais características limnológicas devem ser avaliadas em monitoramentos ambientais na bacia. Este trabalho buscou compreender a dinâmica espacial e temporal da qualidade da água em relação às variáveis limnológicas do ribeirão Taquaruçu Grande e sua influência no reservatório da UHE Lajeado de modo a fornecer ferramentas para estabelecer redes de monitoramento, auxiliar no estabelecimento de parâmetros de referência de qualidade da água e da classificação dos corpos hídricos na região hidrográfica do médio Araguaia-Tocantins.

II. MATERIAIS E MÉTODO

O ribeirão Taquaruçu Grande está localizado na parte centro sul do município de Palmas, Estado do Tocantins, entre os paralelos 10° 10' 10" e 10° 25' 18" de Latitude Sul e os meridianos 48° 03' 57" e 48° 23' 03" de Longitude Oeste de Greenwich, estendendo-se por cerca de 36 quilômetros no sentido leste-oeste, tendo uma área de drenagem de 46.307,31 hectares (FIGHERA, 2005). De acordo com Bonatto (2008), o padrão de drenagem é sub-dendrítico com suas nascentes na serra do Lajeado e sua foz no reservatório da UHE Lajeado. A maior parte da bacia é de área rural e com predominância de áreas urbanas na parte oeste. Situa-se na área da bacia do plano diretor de Palmas, os bairros Aurenys, Taquaralto, e o distrito de Taquaruçu. Este ribeirão demonstra alto grau de conservação da cobertura vegetal em comparação com os níveis de uso e ocupação dos ribeirões do centro sul do país, com 73,67% da área pertencente à Área de Proteção Ambiental (APA) "Serra do Lajeado", constituindo uma

unidade de conservação de uso sustentável (SOUZA, 2006).

Mesmo inserida em uma APA, o ribeirão vem sofrendo acelerado processo de degradação ambiental, no que diz respeito aos recursos hídricos, fato comprovado pela diminuição da vazão do ribeirão Taquaruçu Grande, que é responsável por cerca de 80% do abastecimento de água para consumo humano de Palmas, capital do Estado do Tocantins.

Para a avaliação da qualidade da água no ribeirão do Taquaruçu Grande, incluindo suas microbacias, e o reservatório da UHE Lajeado foram realizadas coletas sub-superficiais de amostras de água em oito pontos amostrais (Figura 1), entre 2007 e 2008 com quatro coletas sazonais: seca, início das chuvas, período chuvoso e início da estiagem.

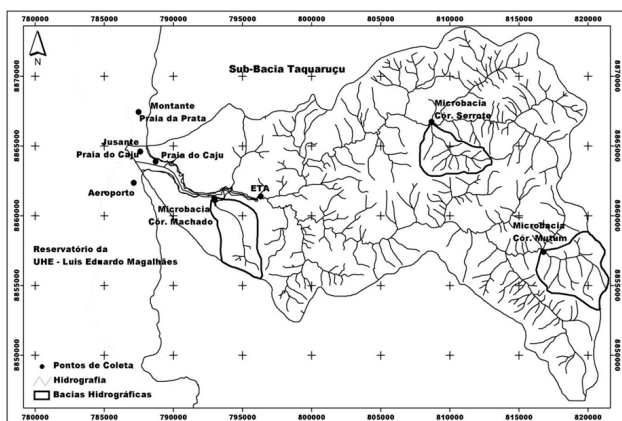


Figura 1 - Mapa com a localização das estações amostrais

O número de estações amostrais foi selecionado de acordo com as dimensões da área e presença de atividades impactantes, tanto no ribeirão como no reservatório. As estações amostrais para amostragem de água foram delimitadas de acordo com os usos da terra: microbacia do Córrego Mutum (CMU, agropastoril - 816.417 E, 8.857.506 N), microbacia do Córrego Serrote (CS, área de proteção ambiental- 808.493 E, 8.866.506 N) e microbacia do córrego Machado (CM, urbana - 793.036 E, 8.806.506 N).

Para relacionar as características limnológicas e qualidade da água do reservatório sob a influência do ribeirão Taquaruçu Grande foram selecionados cinco pontos amostrais. O ponto de coleta denominado de ETA 06 (ETA-796.219 E, 8.861.343 N) foi considerado a foz do Ribeirão Taquaruçu Grande, onde este perde a vazão por seu encontro com o reservatório e pelo barramento necessário para a captação de água. Uma estação amostral foi definida a montante da área de influência do ribeirão no reservatório, Aeroporto (RAE-786.993 E, 8.862.756 N). O reservatório da UHE-Lajeado apresenta características de nível de água constante, sendo propício à formação de praias artificiais para uso recreacional. A proximidade das praias artificiais levou sua inclusão nos resultados da pesquisa pela importância que as mesmas têm em manter a qualidade da água no reservatório e estarem sob a influência do ribeirão Taquaruçu Grande. A estação amostral Praia do Caju (RCA-788.806 E, 8.863.960 N) está localizada na área de interferência direta do ribeirão Taquaruçu Grande no reservatório e transição ecotonal entre o rio e reservatório. O ponto Jusante Praia Caju (RJC- 787.239 E, 8.864.259 N)

está localizado a jusante da antiga foz do ribeirão Taquaruçu Grande. O ponto a montante da Praia da Prata (RPR- 787.239 E, 8.864.259 N) está à jusante de RJC, sendo que ambos estão localizados na área litorânea do reservatório.

As coletas foram realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA 2005). Turbidez, condutividade, temperatura da água, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos foram verificados diretamente nos pontos amostrais através da sonda Horiba U-20XD (Muti-Parameter water quality monitoring system). Amostras de 2L de água bruta foram coletadas na sub superfície (aproximadamente 10 cm) do corpo hídrico, através de garrafa de Van Dorn, colocadas em frascos de polietileno previamente descontaminados e preservados em caixas térmicas com gelo até chegarem ao Laboratório Hidrobiologia da Universidade Federal do Tocantins, onde foram acondicionadas sob refrigeração de 4°C. Nestas amostras foram avaliados os nutrientes inorgânicos (nitrato, nitrito, amônio, nitrogênio total e ortofosfato) e a série de sólidos, de acordo com metodologias propostas por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

Para o tratamento estatístico dos dados, análise de componentes principais (PCA) foi realizada para as variáveis limnológicas utilizando-se o programa R, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados, avaliar a ordenação dos ambientes, identificar quais fatores influenciaram essa ordenação (ROCHA; TOMAZ, 2004). Foi utilizada a matriz de correlação que permite padronizar a variabilidade dos dados retirando o efeito das diferenças de magnitude entre as variáveis utilizadas. Utilizou-se o critério de “Broken-Stick” como método para escolher a representatividade dos eixos.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de parâmetros físicos e químicos da água constitui importante ferramenta utilizada no monitoramento de qualidade das águas. Alguns deles, como temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, pH, condutividade e nutrientes podem interferir na dinâmica de populações aquáticas, assim como refletir as interferências do uso da terra na bacia hidrográfica.

A distribuição espacial referente ao parâmetro temperatura da água, na área de influência do ribeirão Taquaruçu Grande no reservatório, quase não se alterou durante o período estudado, os gradientes térmicos foram pouco pronunciados em relação ao ribeirão variando de 25,8 a 30,7 °C. A temperatura da água nas microbacias foi inferior à registrada para o reservatório.

A quantidade de oxigênio dissolvido nos corpos d'água é um indicador primário de sua qualidade. Todos os pontos apresentaram-se bem oxigenados (4,5 a 10,8 mg.L⁻¹) no epilímnio durante os períodos avaliados, apesar das microbacias apresentarem maiores concentrações quando comparadas ao reservatório em que estão conectadas. A supersaturação pode ser atribuída à vazão dos córregos que se mostram turbulenta principalmente no período chuvoso.

O potencial hidrogeniônico das amostras de água do córrego Mutum apresentou comportamento similar ao do córrego Serrote variando de 5,81 a 8,24. Já as águas do

córrego Machado apresentaram condições levemente ácidas (pH 4,94 a 7,95). Na foz do ribeirão Taquaruçu (ETA 06) o pH oscilou entre 6,36 a 8,56. As águas do reservatório da UHE Lajeado apresentaram uma distribuição do pH mais homogênea durante os períodos amostrais, indicando águas levemente mais ácidas em relação aos pontos amostrados do ribeirão Taquaruçu Grande (Figura 2).

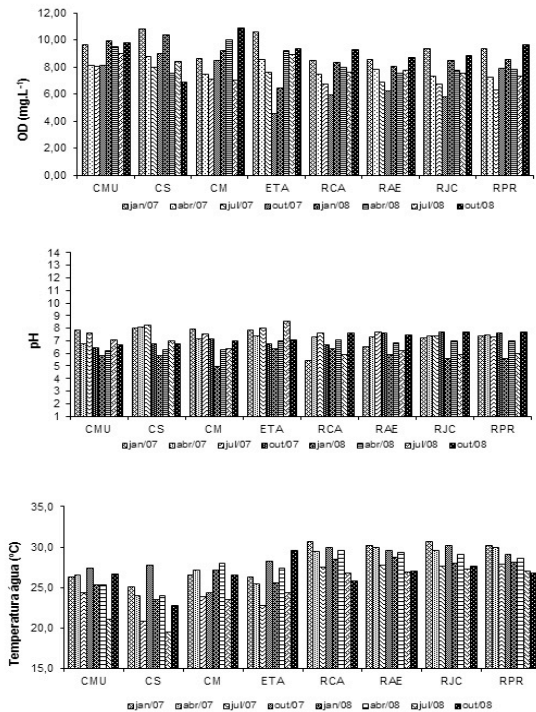


Figura 2 - Distribuição espacial e sazonal dos parâmetros OD, pH e temperatura nas amostras de água nas microbacias (Córrego Mutum (CMU), Córrego Serrote (CS); córrego Machado (CM), foz do Ribeirão Taquaruçu Grande (ETA), ponto Jusante Praia Caju (RJC); ponto a montante da Praia da Prata (RPR); Praia do Caju (RCA); influência do Ribeirão Taquaruçu no reservatório (RAE))

Observou-se que as estações amostrais sem a proteção vegetal, principalmente a estação localizada na área urbana (CM), apresentaram maiores valores de sólidos totais dissolvidos (STD) no período chuvoso (janeiro de 2007 e 2008), provavelmente pela produção de sedimentos da bacia de drenagem (Figura 3). O mesmo não ocorreu nas estações amostrais do reservatório, estas apresentaram certa homogeneidade temporal em relação aos valores de STD, com maiores valores em janeiro (50 a 53 mg.L⁻¹) e julho de 2007 (56 a 57 mg.L⁻¹), e menores em julho de 2008 (26 a 27 mg.L⁻¹). Os dados obtidos de STD demonstram que a sazonalidade não interferiu de forma significativa nas áreas amostradas no reservatório.

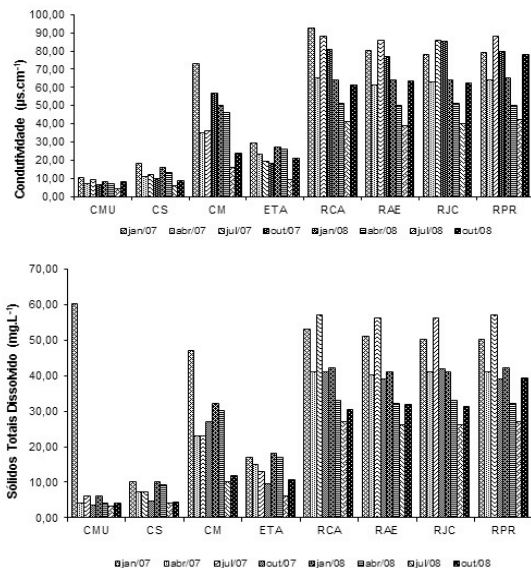


Figura 3 - Distribuição espacial e sazonal de condutividade e STD

A microbacia do córrego Mutum apresentou os menores valores de condutividade elétrica, variando de 6,3 a 10,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; e a microbacia do córrego Machado os maiores valores, oscilando de 35,0 a 73,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. A variação temporal interferiu nos valores de condutividade para estas microbacias e demonstrou que as águas do córrego Mutum têm uma quantidade menor de sólidos dissolvidos.

Dentre as microbacias deste estudo, as águas do córrego Machado apresentaram as concentrações mais elevadas de nitrato no período chuvoso (Tabela 1). Especialmente, os pontos amostrais localizados no reservatório foram muito semelhantes em relação às concentrações de nitrato. Observou-se, porém, diferenças anuais, com maiores valores em 2008. O nitrito apresentou maiores concentrações no córrego Machado, no período chuvoso. Nos pontos do reservatório os valores de nitrito foram menores na estiagem. O córrego Machado foi o que apresentou as maiores concentrações de amônia dentre as microbacias. Observou-se que não houve influência da sazonalidade na dinâmica da amônia nas microbacias. O mesmo ocorreu nos pontos lênticos uma vez que altas concentrações foram encontradas tanto no período de estiagem quanto no chuvoso. Estes resultados se refletem nos dados de nitrogênio total, onde o córrego Machado (CM) é a estação amostral que apresenta as maiores concentrações deste nutriente, principalmente no período chuvoso. O ortofosfato, quando avaliado em escala espacial com os outros pontos do ribeirão, apresentou uma clara tendência a maiores concentrações no córrego Mutum, localizado em área agropastoril. Nas estações amostrais localizadas no reservatório, o ortofosfato apresentou em julho de 2007 suas maiores concentrações.

Tabela 1 - Médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos de nutrientes por estação amostral

CMU	Variáveis (mg.L ⁻¹)	Média aritmética	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Nitrogênio total	2,52	2,16	1,95	0,88	7,47
	Nitrato	0,49	0,25	0,40	0,20	0,80
	Nitrito	0,014	0,029	0,004	0,0007	0,088
	Amônia	0,082	0,049	0,066	0,032	0,193
	Fósforo	0,13	0,14	0,073	0,001	0,30
CS	Nitrogênio total	2,03	0,82	1,86	0,99	3,40
	Nitrato	0,51	0,29	0,50	0,06	1,0
	Nitrito	0,013	0,021	0,005	0,003	0,066
	Amônia	0,12	0,068	0,096	0,015	0,20
	Fósforo	0,11	0,095	0,082	0,024	0,28
CM	Nitrogênio total	3,99	1,91	3,53	1,57	7,53
	Nitrato	1,78	1,07	1,20	0,80	3,40
	Nitrito	0,010	0,011	0,006	0,0016	0,0329
	Amônia	0,27	0,26	0,20	0,073	0,86
	Fósforo	0,10	0,089	0,11	0,004	0,21
ETA	Nitrogênio total	3,70	1,81	3,76	1,33	6,34
	Nitrato	1,22	0,65	1,20	0,30	2,20
	Nitrito	0,006	0,003	0,007	0,0020	0,011
	Amônia	0,18	0,084	0,17	0,050	0,337
	Fósforo	0,123	0,115	0,068	0,020	0,336
RCA	Nitrogênio total	2,48	0,93	2,25	1,30	3,72
	Nitrato	0,80	0,58	0,60	0,30	1,90
	Nitrito	0,0052	0,0051	0,0048	0,0001	0,0146
	Amônia	0,13	0,062	0,12	0,069	0,44
	Fósforo	0,086	0,14	0,041	0,010	0,438
RAE	Nitrogênio total	2,27	1,13	1,95	0,96	4,27
	Nitrato	0,86	0,81	0,45	0,20	2,50
	Nitrito	0,003	0,002	0,003	0,0004	0,0065
	Amônia	0,16	0,19	0,11	0,030	0,628
	Fósforo	0,093	0,14	0,037	0,008	0,432
RJC	Nitrogênio total	2,80	1,33	2,44	1,63	5,80
	Nitrato	0,93	0,55	0,75	0,40	1,70
	Nitrito	0,0035	0,0030	0,0027	0,0003	0,0085
	Amônia	0,15	0,11	0,096	0,048	0,40
	Fósforo	0,092	0,14	0,045	0,027	0,433
RPR	Nitrogênio total	3,33	2,26	2,57	1,40	7,09
	Nitrato	1,01	0,57	0,90	0,30	1,90
	Nitrito	0,006	0,0049	0,006	0,0018	0,0167
	Amônia	0,11	0,039	0,10	0,079	0,206
	Fósforo	0,09	0,12	0,053	0,010	0,382

A Tabela 2 apresenta o resultado da análise dos componentes principais onde são mostrados os autovalores, a fração explicada por cada componente principal e a porcentagem acumulada. As variáveis limnológicas consideradas foram: nitrogênio total (Nto), nitrato (Nat), nitrito (Nit), Amônio (Amo), ortofosfato (Fos), pH (pH), oxigênio dissolvido (Od), temperatura da água (Ta), condutividade elétrica (Ce), turbidez (Tur), sólidos totais dissolvidos (Std), sólidos fixos (Sf) e matéria orgânica (Mo).

Tabela 2 - Autovalores, elementos retidos e explicação dos eixos das variáveis limnológicas na água bruta

Fatores	Elementos retidos	Auto valor da componente	Variabilidade pelo componente (%)	Variabilidade total (%)
Eixo 1	Temperatura, Condutividade e STD	2,81	21,63	21,63
Eixo 2	Nitrato, sólidos fixos	2,44	18,82	40,45
Eixo 3	Ortofosfato, pH	1,45	11,16	51,61

A análise de componentes principais realizada com as variáveis limnológicas representou 51,61% da variabilidade dos dados em três eixos retidos segundo o critério de Broken-Stick e o restante da variação (48,39%) refere-se aos outros eixos. De acordo com os valores derivados da PCA os dois primeiros eixos explicaram 40,45% da variabilidade total dos dados físicos químicos relacionados às diferenças entre os locais e com a sazonalidade. Na Figura 4, apresenta-se os resultados em uma representação gráfica que destaca os eixos 1 e 2 caracterizando as diferenças limnológicas entre os pontos amostrados.

De acordo com as associações das variáveis limnológicas com os eixos pode-se observar que o eixo 1 apresentou correlações positivas dos valores de temperatura da água, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. Os córregos Mutum e Serrote foram similares assim como o córrego Machado e ETA-06. Destaca-se ainda, que os pontos localizados no reservatório também apresentaram comportamento similar em relação à temperatura da água, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos com maiores valores que os demais sítios amostrais. A sazonalidade interferiu significativamente no comportamento desses parâmetros sendo que as maiores concentrações ocorreram na estação chuvosa.

As correlações com o eixo 2 demonstraram que nitrato e sólidos fixos estiveram mais associados com os córregos Serrote e Mutum, assim como no córrego Machado e ETA-06. Os sítios amostrais lênticos também foram similares entre eles. Os pontos nas microbacias apresentaram concentrações inferiores de nitrato e sólidos fixos que os sítios do reservatório. O período chuvoso se diferenciou da estiagem por apresentar valores inferiores de nitrato e sólidos fixos. As diferenças encontradas quanto aos valores medianos de nitrato revelaram que o córrego Machado (CM) apresentou diferenças significativas somente em relação aos pontos do ribeirão, com valores mais elevados deste parâmetro.

O eixo 3 apresentou uma variação dos valores de ortofosfato e pH, onde as microbacias apresentaram concentrações inferiores em relação ao reservatório. A estação amostral ETA-06 apresentou os menores valores destes parâmetros. O ortofosfato e o pH foram mais elevados no período chuvoso, indicando assim a influencia da sazonalidade.

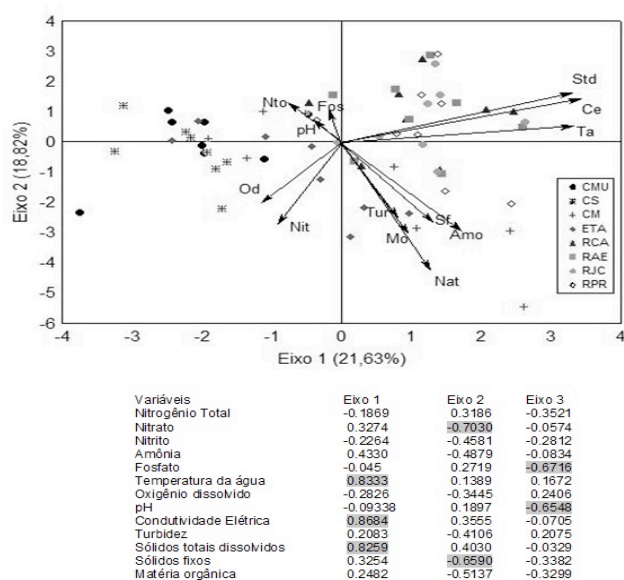


Figura 4 - Análise de componente principal das variáveis limnológicas

A Análise de Componente Principal demonstrou que condutividade elétrica, temperatura da água, sólidos totais dissolvidos (eixo 1), ortofosfato e pH (eixo 3) apresentaram maiores concentrações na região amostral dentro do reservatório do que no ribeirão do Taquaruçu Grande e foram mais elevadas no período chuvoso. A condutividade elétrica é um indicador da concentração de íons na solução do solo (MIRANDA *et al.*, 2006). Devido à precipitação

pluviométrica e ao escoamento superficial, esses íons são carregados para o reservatório aumentando assim a condutividade elétrica da água no mesmo. Os valores elevados de condutividade podem estar relacionados a processos naturais de transferência de materiais entre o sistema terrestre e o aquático (NECCHI JUNIOR *et al.*, 1996; RODRIGUES; BICUDO, 2001).

A elevação dos valores de sólidos totais dissolvidos nas águas nos pontos do reservatório da UHE Lajeado pode ser atribuída ao aporte de material alóctone em decorrência do período chuvoso uma vez que todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Cabe também destacar que sólidos totais dissolvidos podem ser produzidos em um reservatório, seja por decomposição da matéria orgânica, seja pela proliferação de algas (BRANCO; SENNA, 1996).

No período chuvoso, os valores de ortofosfato foram maiores nos pontos lênticos do que nas microbacias do Taquaruçu Grande; resultados similares foram encontrados no reservatório de Sobradinho (PE) quando no período de enchente, a carga de nutrientes carregada pelo rio elevou os níveis de fósforo (COSTA *et al.*, 2010). Segundo estudo realizado por Freitas *et al.* (2011) em um reservatório do semiárido brasileiro, na bacia hidrográfica do rio Seridó (RN), durante o período chuvoso houve um incremento nas concentrações de fósforo através do carregamento de material alóctone carregado da bacia para o reservatório. O fósforo é removido do solo principalmente por erosão, dependendo da quantidade de material sólido no escoamento superficial, da intensidade e quantidade de chuva e seus picos podem ser também associados à autofertilização resultante da ressuspensão do sedimento (ROCHA; TOMAZ, 2004).

O pH, assim como os demais parâmetros discutidos, também apresentaram maiores valores nos sítios amostrais do reservatório da UHE Lajeado no período chuvoso e podem estar associados à intensa fotossíntese realizada pelas algas. Ainda de acordo com a PCA (eixo 2), nitrato e sólidos fixos apresentaram maiores concentrações nos pontos do reservatório no período de estiagem. Segundo Cid *et al.* (2011) altas concentrações de nitrato podem ser atribuídas a uma diminuição da atividade biológica (desnitrificação bacteriana e assimilação de algas). Na estiagem as densidades fitoplanctônicas costumam ser mais elevadas no reservatório da UHE Lajeado. Outras fontes prováveis de nitrato na água seriam os fertilizantes nitrogenados utilizados nas lavouras da área de entorno, que por lixiviação ou percolação, atingem o lençol subterrâneo ou a água superficial através do escoamento superficial (ROCHA; MARTIN, 2005). A análise da variação sazonal sugere que as condições de eutrofia tornaram-se mais intensas com o avançar da estação seca. Os maiores valores de nitrogênio na estiagem podem ser consequência dos processos de decomposição da matéria orgânica, que libera compostos nitrogenados em função do baixo nível da água e diminuição do fluxo (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Os valores de sólidos fixos também se mostraram superiores na estiagem nos pontos do reservatório da UHE Lajeado quando comparados com os do ribeirão Taquaruçu Grande. Este comportamento pode ser atribuído ao fato do reservatório possuir baixa profundidade (profundidade média em torno de 8,00 m). A baixa profundidade média do reservatório facilita a ressuspensão dos sedimentos pela

ação dos ventos (AZEVEDO *et al.*, 2008) e do hidrodinamismo local (SOUZA, 2007).

A análise de componente principal revelou que as microbacias possuem diferentes comportamentos limnológicos entre as estações seca e chuvosa. Na Figura 5 apresenta-se uma representação gráfica dos resultados que destacam que nas microbacias a sazonalidade exerceu importante influência para sua caracterização limnológica.

Observou-se que o córrego Machado se diferenciou das outras microbacias pela turbidez, condutividade, oxigênio dissolvido, matéria orgânica e nutrientes, parâmetros mais elevados no período chuvoso. Por sua localização em área urbana, com solo exposto e impactado por ações antrópicas, a microbacia do córrego Machado se apresentou mais suscetível ao carregamento superficial de nutrientes e sedimentos no período chuvoso, fatores que influenciaram os valores de turbidez, condutividade e teor de oxigênio dissolvido na coluna d'água. Os rios são considerados sistemas contínuos e abertos recebendo todas as características dos ambientes circundantes de sua bacia de drenagem (NETO *et al.*, 1993). Os rios e riachos são alimentados pelas águas das chuvas que escoam e percolam através do solo carregando substâncias particuladas e solúveis, influenciando em sua composição química (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Segundo Palácio *et al.* (2009) a circulação e distribuição das características químicas no sistema aquático são bem definidas; entretanto essa dinâmica é influenciada pelas variações climáticas. Nos pontos avaliados a precipitação apresenta-se como um dos elementos chave na influência da qualidade da água, seja pela diluição de suas águas ou pelo transporte de sedimentos e/ou nutrientes a partir da bacia hidrográfica. Segundo Bleich (2009) a chuvas e o período de estiagem são interferências naturais que alteram a estrutura e o funcionamento dos sistemas aquáticos.

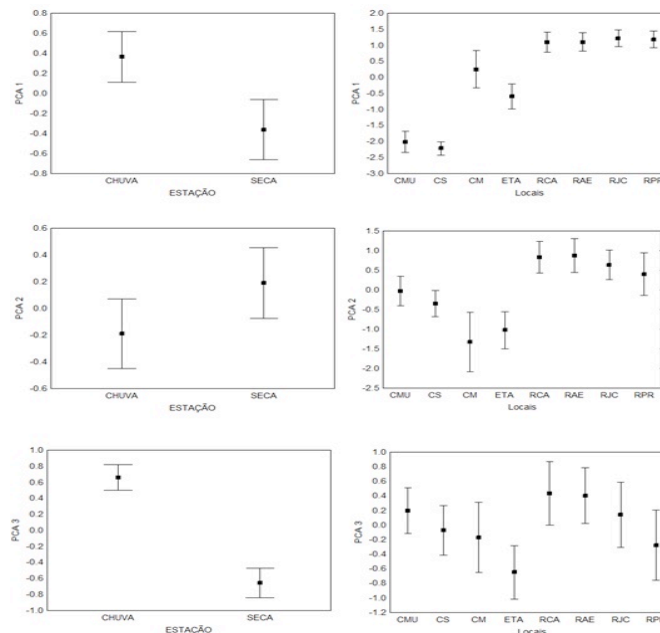


Figura 5 - Principais fontes de variação dos escores da PCA. Distribuição média (e erro padrão) dos escores quanto à variabilidade temporal: A – eixo1; C – Eixo 2; E – Eixo 3. Distribuição média (e erro padrão) dos escores quanto variabilidade espacial: B – eixo1; D – Eixo 2; F – Eixo 3

IV. CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade da água utilizando variáveis físicas e químicas é uma ferramenta importante para o conhecimento da distribuição das mesmas no ribeirão, assim como servem de padrão de referência para balizar medidas e políticas públicas de preservação e melhoria da qualidade ambiental na área de estudo, Região Norte do Brasil, com carência de dados e informações sistematizadas. Os dados obtidos e a discussão sobre a qualidade da água do ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência ao reservatório da UHE Lajeado permitiram concluir que:

- A condutividade elétrica, temperatura da água, sólidos totais dissolvidos, fósforo e pH apresentaram maiores concentrações na área estudada no reservatório do que nos corpos hídricos do ribeirão do Taquaruçu Grande. Estes parâmetros foram mais elevados no período chuvoso, fato atribuído ao aporte de material alóctone carregado pelas chuvas ao reservatório aumentando suas concentrações.

- As microbacias dos córregos Mutum e Serrote apresentaram grande similaridade limnológica e se diferenciaram do córrego Machado pelas concentrações de fósforo que foram maiores no período de estiagem, demonstrando um padrão sazonal nas características limnológicas. A localização das microbacias na parte alta do ribeirão e o uso da terra demonstraram influência direta nos resultados limnológicos, uma vez que o córrego Serrote tem margens preservadas e o córrego Mutum, apesar de ter uso agropastoril, se apresentou pouco impactado por esta atividade.

- As variações sazonais de alguns parâmetros limnológicos apresentaram forte correlação com as características naturais, como os períodos chuvosos. As concentrações médias das variáveis limnológicas analisadas estão dentro dos parâmetros de classificação propostos pelo CONAMA N°357 para águas de classe II, porém cabe observar que as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, fósforo total dissolvido e ortofosfato, no reservatório, não estão relacionados com eventos naturais, tendo em vista que a forte relação entre esses fatores aponta para o aporte de nutriente alóctone por vias difusas ou pontuais. A análise da variação sazonal sugere que as condições de eutrofia tornam-se mais intensas com o avançar da estação seca e pode ser consequência dos processos de decomposição da matéria orgânica, que libera compostos nitrogenados associados à contribuição de nutrientes oriundos do córrego Machado.

- Do ponto de vista da proteção dos recursos hídricos, se faz necessário o monitoramento hidrológico das microbacias, principalmente dos córregos Mutum e Serrote, pois podem atuar como águas de referência para a comparação com outras microbacias impactadas.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, C. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M.L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**; v. 22, n. 3, 2008, p. 870-877.

BLEICH, M. E.; SILVA, C. J.; ROSSETE, A. N. Variação temporal e espacial das características limnológicas de um ecossistema lótico no cerrado do Mato Grosso. **Revista**

Biotemas; v. 22, 2009, p. 161-171.

BONATTO, G. Usos da terra e produção de sedimentos nas microbacias do Ribeirão Taquaruçu Grande, contribuinte do reservatório da UHE Lajeado, Tocantins. Dissertação de Mestrado, Geologia/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 96 f. 2008.

BRANCO, C. W. C.; SENNA, P. A. C. Phytoplankton composition, community Structure and seasonal changes in a tropical reservoir (Paranoá Reservoir, Brazil). **Archieve Hydrobiolog**; v. 81, 1996, p. 69-84.

CID, F.D.; ANTÓN, R.I.; PARDO, R.; VEGA, M.; VIDAL, E.C. Modelling spatial and temporal variations in the water quality of an artificial water reservoir in the semiarid Midwest of Argentina. **Analytica Chimica Acta**; v. 705, 2011, p. 243-252.

APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of water and waste water. 21th ed., APHA, AWWA, WEF. Washington, District of Columbia, 2005, 1368p.

COSTA, B. D. F.; PESSÔA, M. N. C.; LIMA, A. E.; SANTOS, T. C. P.; ANTONELLO, M. M. B.; NETO, A.V.C.; ANTONELLO, A.; SEVERI, W. Influência do ciclo hidrológico do reservatório de Sobradinho sobre a carga de fósforo total. **Portal de periódicos científicos eletrônicos da UEMA**. Disponível em: <http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/viewFile/85/92>. Acesso em: 10 de dezembro de 2010.

FIGHERA, D. R. A efetividade do projeto de cidade ecológica de Palmas-TO pelos seus espaços verdes. Dissertação de Mestrado, Ciências Ambientais/ Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins. 189 p. 2005.

FREITAS, F. R.S.; RIGHETTO, A. M.; ATTAYDE, J. L. Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semi-árido brasileiro. **Oecologia Australis**; v. 15, n. 3, 2011, p. 655-665.

MIRANDA, J.; COSTA, L. M. DA; RUIZ, H. A.; EINLOFT, R. 2006. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. **Revista Brasileira Ciência do Solo**; v. 30, p. 633-647.

NECCHI JUNIOR, O.; BRANCO, L. H. Z.; BRANCO, C. C. Z. Análise nictemeral e sazonal de algumas variáveis limnológicas em um riacho no noroeste do estado de São Paulo. **Acta Limnologica Brasiliensis**; v. 8, 1996, p. 169-182.

NETO, M.S.S.; ALVES, R.; FIGUEIREDO, A.C.; HINO, K. Caracterização hidrogeoquímica da bacia do rio Manso-Cuiabá, Mato Grosso. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 6, 1993, p. 230-244.

OLIVEIRA, L. C.; GOMES, B. M.; BAUMGARTNER, G.; SEBASTIEN, N. Y. 2008. Variação espacial e temporal de fatores limnológicos em riachos da microbacia do Rio São Francisco Verdadeiro. **Revista Engenharia Agrícola**; v. 28, 2008, p. 770-778.

PALÁCIO, H.A.Q.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; ALEXANDRE, D. M. B.; ARRAES, F. D.D. 2009. Similaridade da qualidade das águas superficiais da Bacia do Curu, Ceará. **Revista Ciência Rural**; v. 39, n. 9, 2009, p. 2494-2500.

REIS-PEREIRA, V. L. A Limnologia e o gerenciamento do reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães – UHE Lajeado, Tocantins. Tese de Doutorado, Ciências da Engenharia Ambiental/Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 262p. 2002.

ROCHA, R. R. A.; MARTIN, E. S. Análise preliminar do estado ambiental do Córrego Água da Lavadeira, Rancharia - SP: Análise física e química da água. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas**; v. 2, 2005, p. 116-130.

ROCHA, R. R. A.; TOMAZ, S. M. Variação temporal de fatores limnológicos em ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (PR/MS, Brasil). **Acta Scientiarum**; v. 26, 2004, p. 261-271.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C. Limnological characteristics comparison in three systems with different hydrodynamic regime in the upper Paraná river floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**; v. 13, n. 1, 2001, p. 39-49.

SOUZA, M. A. V. Dinâmica da paisagem na sub-bacia do ribeirão Taquaruçu grande no município de Palmas. Dissertação de Mestrado, Ciências do Ambiente/Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins. 90p. 2006.

SOUZA, W. Comunidades Zooplancônicas como bioindicadoras da qualidade da água de quatro reservatórios da região semi-árida do Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado, Bioecologia Aquática/Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. 40p. 2007.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.