



## **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA BARRA DOS COQUEIROS – GO**

Celso Carvalho **Braga**<sup>1\*</sup>, João Batista Pereira **Cabral**<sup>2</sup>, Hudson Moraes **Rocha**<sup>3</sup>. Isabel Rodrigues da **Rocha**<sup>3</sup>

(1 – Instituto Federal de Goiás, Campus Jataí, Docente do curso de Agrimensura, [ccarvalhobraga@gmail.com](mailto:ccarvalhobraga@gmail.com), 2 - Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Docente do Programa de Mestrado em Geografia, [jbcabral2000@yahoo.com.br](mailto:jbcabral2000@yahoo.com.br), 3 – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Discente do Programa de Mestrado em Geografia, [sauhudson@gmail.com](mailto:sauhudson@gmail.com), [isabel8720@gmail.com](mailto:isabel8720@gmail.com))

### **Resumo**

O presente trabalho teve por objetivo realizar uma análise espacial e temporal dos parâmetros, concentração de sólidos em suspensão (CSS), transparência da água (SEC) e turbidez (TURB), no reservatório da usina hidrelétrica de Barra dos Coqueiros - GO, localizada na bacia hidrográfica do Rio Claro – GO. As coletas de água foram realizadas em 11 de Março de 2011 e 17 de Agosto de 2011, referente ao período seco e úmido no cerrado brasileiro. No período seco ocorre uma baixa concentração de sólidos suspenso, havendo uma homogeneização no reservatório, enquanto no período úmido tem-se um aumento na sua concentração, proporcionando uma heterogeneidade. Contudo, há relação entre as três variáveis medidas com um gradiente horizontal no sentido rio-barragem, que indicam a influência da bacia hidrográfica e a deposição do material no reservatório.

**Palavras-chave:** Reservatório, sólidos em suspensão, índices de visibilidade

### **Abstract**

## **SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF SUSPENDED SEDIMENT IN RESERVOIR OF BARRA DOS COQUEIROS - BRAZIL.**

This study had as objective to realizing a spatial and temporal analysis of the parameters, suspended sediment (SS), water transparency (SEC) and its turbidity (TURB), in the Barra

---

Artigo recebido para publicação em 15 de Agosto de 2012  
Artigo aprovado para publicação em 19 de Dezembro de 2012  
\* Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor



dos Coqueiros – GO reservoir, located at the Rio Claro - GO hydrographic basin. The water samples were collected in 11 March 2011 and 17 August 2011, concerning to the dry and wet stations at the Brazilian Cerrado. In the dry station, there is a low concentration of suspended sediment, resulting in a homogenizing in the reservoir. Meanwhile, in the wet station, its concentration increases, proportioning heterogeneity. However, there is a relation between the three measured variables with a horizontal gradient in the river-dam way that shows the influence of the basin and the storage of the material in the reservoir.

**Key words:** Reservoir, suspended sediment, visibility indexes.

### Resumen

#### **DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN EN EL EMBALSE DE BARRA DOS COQUEIROS - BRASIL**

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis espacial y temporal de los parámetros, sedimentos en suspensión (SS), nivel de transparencia de la agua (SEC) y la turbidez (TURB) en el embalse de Barra dos Coqueiros - GO, ubicada en la cuenca del Rio Claro – Brasil. Las muestras de agua se llevaran a cabo en 11 de Marzo de 2011 y 17 de Agosto de 2011, correspondiente al período seco y húmedo en el Cerrado brasileño. En el período seco, hay una concentración baja de sedimentos en suspensión, resultando en una homogeneidad en el embalse. En el período húmedo, ha un aumento de sedimentos en suspensión, proporcionando una heterogeneidad. Entretanto, hay una relación entre las tres variables medidas con un gradiente horizontal en el sentido río-planta que muestra la influencia de la cuenca y el depósito de sedimentos en el embalse.

**Palabras-clave:** Embalse, sedimentos en suspensión, índices de visibilidad.

### Introdução

A análise da concentração de sólidos em suspensão (CSS) em ambiente fluvial e lacustre é de fundamental importância para que se possam realizar estudos visando planejamento ordenado do uso da terra e dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. A quantidade de sólidos carregados gera problemas que vão desde a erosão, transporte, deposição e compactação, além de determinar, por exemplo, a vida útil de empreendimentos hidráulicos, a possibilidade de aproveitamento para transporte hidroviário, parâmetros de qualidade de água para o consumo humano, entre outros.

Segundo Carvalho (2008), conhecer o comportamento e a quantidades dos sólidos em suspensão é de fundamental importância para estudos de bacias, em relação a projetos hidráulicos, ambientais e usos dos recursos hídricos. A produção de sólidos em uma bacia depende fundamentalmente das características naturais da bacia quanto à topografia, tipo de solo, uso e ocupação do solo e quantidade e intensidade de chuva. Dentre todas as variáveis que influenciam diretamente na dinâmica de fluxo hídrico em uma bacia as atividades humanas realizadas nas proximidades das margens dos rios têm maior capacidade de influenciar para a ocorrência de processos erosivos nas margens dos mesmos.

Sob esse ponto de vista, a avaliação da produção de sólidos em suspensão passa a ser de fundamental importância para a avaliação da vida útil de reservatórios e do planejamento do seu entorno. Tendo em vista que uma obra como esta, pode trazer desenvolvimento regional, podendo mudar a ocupação territorial que inclui o maior uso da terra principalmente no entorno do lago.

De acordo com itens expostos anteriormente, o estudo de bacias hidrográficas que passaram por modificações a partir do uso do solo e da construção de reservatórios para a geração de energia acaba por contribuir em duas vertentes, a realização do diagnóstico do uso da bacia hidrográfica e a avaliação da via útil dos investimentos realizados. Dessa forma, justifica-se a escolha do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Barra dos Coqueiros, localizada no estado de Goiás, no rio Claro abrangendo territórios dos municípios de Caçu e Cachoeira Alta.

A escolha do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros como objeto de estudo foi decorrente dos possíveis problemas ambientais devido ao uso intensivo de agroquímicos nas lavouras, eliminação dos efluentes domésticos e industriais das cidades existentes na bacia diretamente para os cursos d'água e o uso intensivo do solo pela pecuária, agricultura e produção de cana-de-açúcar.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos por Paula e Cabral (2011) Rocha e Cabral (2011), a bacia hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros sofre com elevado grau de antropização devido ao modelo agropastoril implantado a partir de 1970, sendo que a cobertura vegetal original do cerrado foi destruída para dar origem a imensos campos de pastagem extensiva e áreas de agricultura. A alteração do uso do solo no local foi capaz de proporcionar a degradação e compactação do solo, acentuando o escoamento superficial,



UHE Caçu, que foi construída imediatamente após a área de inundação do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros. A UHE Caçu é uma usina de propriedade do mesmo grupo da UHE Barra dos Coqueiros, que tem por objetivo produção de energia (potência de 66 MW) e controlar a vazão para manter o nível do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros.

A bacia hidrográfica do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros tem uma área aproximada de 531 Km<sup>2</sup>, sendo que destes, a área inundada pelo reservatório é de 25,48 Km<sup>2</sup>, (NOVELIS, 2005).

A bacia em estudo tinha aproximadamente no ano de 2010, 65% da sua área ocupada com pastagens, 22% com cobertura natural (cerrado), 8% com culturas, principalmente de cana de açúcar, 4,6% coberto com água pelo represamento do rio Claro para formação do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros e ainda 0,5% de área urbana da cidade de Caçu (PAULA e CABRAL, 2011).

### **3 - Metodologia da pesquisa**

Para se compreender a distribuição espacial e temporal da concentração de sólidos em suspensão, turbidez e transparência da água no reservatório da UHE Barra dos Coqueiros, foram definidos 40 pontos de amostragem no lago e realizadas coletas de dados em 11 de Março de 2011 (período úmido) e 17 de Agosto 2011 (período seco). Os pontos de amostragem foram definidos de modo a abranger todos os compartimentos aquáticos do reservatório.

Em cada ponto de amostragem foram coletados 1000 ml de água para determinação de sólidos em suspensão de acordo os procedimentos previstos em Wetzel e Likens (1991), e APHA (1998). As amostras de água foram coletada nos primeiros 10 cm de profundidade, camada mais superficial do corpo d'água (epilímnio) onde tende a ocorrer as maiores temperaturas, o que, juntamente com o aporte de nutrientes, aumenta a produtividade de organismos nas camadas superficiais. Assim, provoca o aumento de turbidez e diminuição da transparência, o que afeta a fotossíntese na coluna do corpo d'água.

As medidas de transparência de água no reservatório foram realizadas com disco de Secchi de acordo com a proposta de Esteves (1998). A turbidez foi determinada com fotômetro de bancada que faz a medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas coloidais ou em suspensão, que indica a presença de materiais sólidos como: argila,

silte e areia e materiais orgânicos como: húmus ou ainda inorgânicos como óxidos. Os valores são expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

Buscando compreender a distribuição espacial e a evolução temporal dos parâmetros avaliados, criou-se um banco de dados com as informações correspondentes às variáveis CSS, SEC, Turb e suas coordenadas geográficas.

Os mapas de isolinhas foram confeccionados utilizando-se o método matemático "Inverso do quadrado da Distancia". Neste método, o valor da célula interpolada é obtido pela média ponderada, utilizando-se o peso dos postos de controle mais próximos ponderados pelo inverso da potência da distância, ou seja, não estimando os valores de Zi maiores ou menores que os valores máximos e mínimos dos dados. Sendo, o peso dado durante a interpolação é tal que a influência de um ponto amostrado em relação a outro diminui exponencialmente conforme aumenta a distância ao nó da grade a ser estimado.

### Resultados e discussão

Para se verificar tendências e compreender o aporte e distribuição de sólidos em suspensão no reservatório, assim como as prováveis áreas fontes, o mesmo foi analisado em dois períodos distintos: período úmido (elevado índice pluviométrico) e período seco (déficit hídrico). Os parâmetros CSS, TURB e SEC medidos no primeiro e segundo levantamento a campo são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros medidos no reservatório da UHE Barra dos Coqueiros

PONTOS	CSS (mg/L) Período úmido	CSS (mg/L) Período seco	SEC (m) Período úmido	SEC (m) Período seco	TURB (NTU) Período úmido	TURB (NTU) Período seco
1	26.50	1.50	0.17	1.67	69.00	0.00
2	24.50	1.75	0.19	1.67	64.00	1.25
3	28.50	2.25	0.17	1.70	71.00	1.45
4	28.00	0.25	0.21	1.64	65.00	0.93
5	19.00	1.85	0.19	1.67	61.00	2.00
6	30.50	0.50	0.20	1.70	71.00	0.47
7	23.00	1.85	0.16	1.80	62.00	2.64
8	26.00	3.00	0.19	1.40	61.00	1.00
9	21.50	2.25	0.17	1.90	66.00	0.68
10	24.00	0.50	0.20	1.80	68.00	1.00
11	27.50	1.50	0.19	1.65	69.00	0.41

		<b>GEOAMBIENTE ON-LINE</b> Revista Eletrônica do Curso de Geografia - Campus Jataí- UFG Graduação e Pós-Graduação em Geografia www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente Apoio: PRPPG/PROAPUPEC <b>  Jataí-GO   n.19   Jul-Dez/2012  </b>				
12	25.50	0.50	0.20	1.60	69.00	3.68
13	13.00	2.00	0.20	1.85	63.00	0.00
14	13.50	1.50	0.20	2.00	51.00	1.02
15	30.00	0.75	0.19	2.03	72.00	0.50
16	24.50	0.50	0.21	1.90	65.00	2.64
17	15.50	1.25	0.16	2.30	58.00	1.13
18	29.00	7.50	0.19	1.70	68.00	1.10
19	24.00	1.00	0.18	2.10	70.00	0.06
20	24.00	2.25	0.20	2.67	69.00	0.61
21	16.00	3.00	0.19	2.10	62.00	3.57
22	20.50	1.75	0.21	1.80	53.00	0.68
23	23.50	0.25	0.20	2.45	62.00	0.00
24	14.50	1.00	0.21	3.00	68.00	0.00
25	23.00	0.25	0.20	2.58	64.00	1.43
26	11.00	1.75	0.22	2.46	58.00	0.00
27	26.00	1.25	0.20	2.40	66.00	0.00
28	7.50	1.75	0.19	2.68	60.00	0.27
29	23.50	0.50	0.16	2.60	64.00	0.00
30	13.00	1.50	0.21	2.50	59.00	0.00
31	17.50	0.75	0.20	3.00	64.00	0.00
32	13.00	1.50	0.21	2.50	59.00	0.00
33	9.00	1.75	0.27	2.30	52.00	0.00
34	17.00	0.75	0.21	3.50	63.00	0.00
35	18.50	2.00	0.19	3.00	64.00	0.00
36	16.00	2.00	0.21	2.20	63.00	0.16
37	18.50	2.25	0.22	2.00	56.00	0.00
38	21.00	1.50	0.18	2.58	63.00	0.00
39	17.00	0.75	0.21	1.90	56.00	0.00
40	17.00	0.75	0.21	1.90	56.00	0.00

Por intermédio da análise dos dados de CSS, TURB e SEC obtidos (Quadro 1), verificou-se que o reservatório da UHE Barra dos Coqueiros apresenta localidades mais homogêneas no período seco e menos homogêneas no período úmido.

A máxima concentração de sólidos em suspensão encontrada no período chuvoso foi de 36 mg/L a mínima foi de 7,5 mg/L, enquanto a média foi de 21,63 mg/L. Já no período seco a maior CSS foi de 7,5 mg/L a mínima foi de 0,25 mg/L enquanto a média foi de 1,43 mg/L.

De acordo com os resultados encontrados para a transparência da água com o disco de Secchi, a maior visibilidade verificada no período chuvoso foi de 0,27 m enquanto a menor foi de 0,16 m e a visibilidade média neste período foi de 0,20 m. Já no período seco a maior

visibilidade subiu para 3,50 m enquanto a menor foi de 1,38 m e a visibilidade média encontrada foi de 2,20 m.

Quanto à turbidez verificada nos períodos distintos no reservatório, no período chuvoso o maior índice encontrado foi de 74 NTU e o menor foi de 51 NTU enquanto a média encontrada foi de 63,63 NTU. Já no período seco, o maior índice encontrado foi de 3,68 NTU o menor foi 0,1 NTU com média de 0,76 NTU.

É possível perceber uma diferença na transparência da água, com a utilização do disco de Secchi entre os valores de máxima e mínima no período chuvoso e seco.

As diferentes características de transparência da água podem estar associadas a diferentes tipos de uso da terra nas áreas de captação dos braços do reservatório. Conforme destaca Paula e Cabral (2011), Rocha e Cabral 2011, a bacia analisada tem o solo ocupado principalmente pela pecuária e plantio de cana-de-açúcar e culturas. Outro agravante é a falta de matas ciliares nas margens do reservatório como pode ser visto nas fotos 1 e 2.

Foto 1 - Ocupação das margens do lago por pecuária



Foto 2 – Ocupação das margens pela pecuária e agricultura



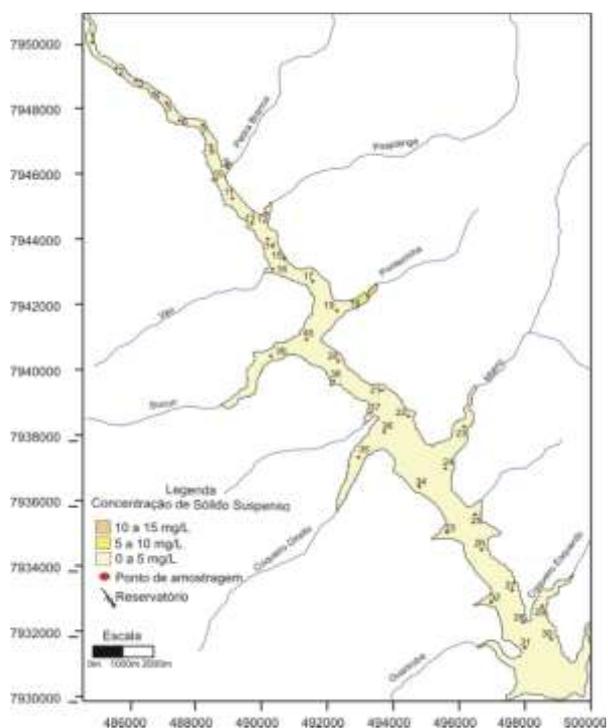
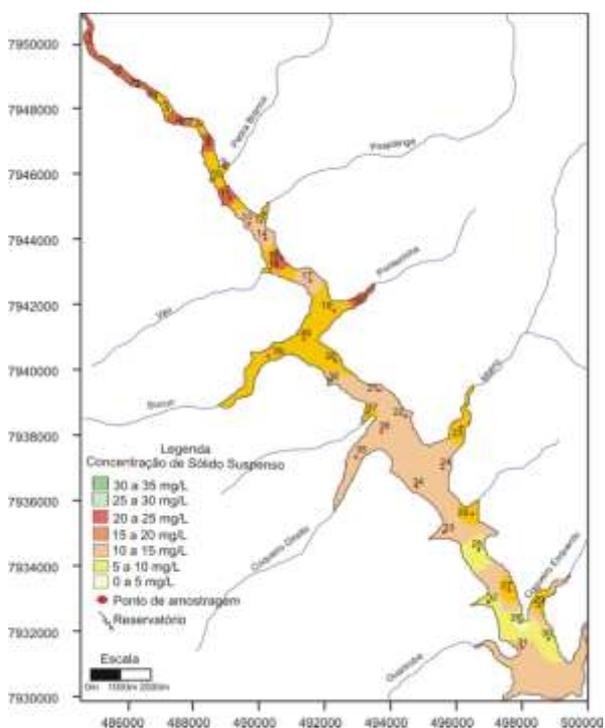
A partir da análise espacial e temporal dos dados de CSS em relação ao período úmido e seco (Figuras 2 a 3), a principal área de aporte de material em suspensão no período chuvoso foi o Córrego do Pontezinha, devido o uso do solo nesta sub-bacia, tendo em vista que a mesma é ocupada por pastagens e o gado bebe água diretamente no lago, favorecendo o carreamento de sólidos em suspensão nos sulcos do solo criados pelo pisoteamento do gado, e pela falta de praticas conservacionistas como terracimento e matas ciliares.

Os índices de concentração de sólidos em suspensão em todo o reservatório é mais alto no período chuvoso que no período seco. Em geral a concentração de sólidos em suspensão variou de 7,5 a 30,5 mg/L no período chuvoso, e 0,25 a 7,5 mg/L no período seco.

Já na amostra coletada no período seco (Figura 3) é possível verificar que o córrego Pontezinha também foi o afluente que mais contribuiu com CSS para o reservatório. Nesta região do reservatório os índices atingem até 10 mg/L, enquanto nas outras regiões do reservatório, principalmente em áreas mais próximas a barragem, a quantidade de concentração de sólidos em suspensão é muito baixa com índices variando entre 0 a 5 mg/L.

Figura 2 - Distribuições dos valores de Concentração de Sólidos em Suspensão no lago da UHE Barra dos Coqueiros no período chuvoso de 2011.

Figura 3 - Distribuições dos valores de Concentração de Sólidos em Suspensão no lago da UHE Barra dos Coqueiros no período seco de 2011.



A mesma condição foi constatada por MIRANDA *et al.*, (2011), no Reservatório de Três Irmãos no Estado de São Paulo, onde a criação de gados nas proximidades do lago propicia a intensificação de problemas de erosão, principalmente devido à criação e de caminhos gerados pelo pisoteamento do gado nas margens do lago. Quanto ao plantio de cana-de-açúcar, o problema acontece principalmente no período de preparação do solo para o plantio, onde o solo fica desnudo intensificando a produção e o transporte de sedimento principalmente no período chuvoso.



Quanto a CSS estudada, no contexto geral em que se encontra o reservatório em relação aos segmentos inundados do rio, é possível afirmar que o principal setor de um ecossistema lântico, ocorre entre o barramento e os Córregos Matriz e Coqueiro da margem direita, sofrendo pouca influência do reservatório da UHE Caçu, que retém grande parte dos sólidos de todo o trecho superior e médio da bacia do Rio Claro, devido estar à montante.

Outro fator que pode ser considerado e que nesse setor do lago encontram-se as maiores seções transversais, possivelmente as menores velocidades de escoamento da água e a deposição de material pelítico. Com isso, grande parte da água que chega nesse trecho do reservatório já passou pelo processo de precipitação do material particulado em suspensão. Assim, tem-se maior disponibilidade de luz neste trecho, o que reflete em valores mais elevados para os parâmetros medidos com disco de Secchi e valores menores para a CSS.

No entanto, os índices da concentração de sólidos em suspensão podem ser considerados muito próximo aos obtidos por Cabral *et al.* (2009) para o reservatório de Cachoeira Dourada e por Cabral (2003) para o reservatório de Barra Bonita.

Montanher e Souza Filho (2010) constataram que a formação do reservatório de Porto Primavera cortou o suprimento de sedimentos do canal do rio Paraná. Os dados de concentração de sólidos em suspensão na seção de Porto São José no final da década de 1980 era de 24,0 mg/L, com valores superiores a 30 mg/l em período de estiagem e valores próximos a 10 mg/L em períodos de cheia. No período entre 1993 e 1995, após o desvio da primeira fase de construção do reservatório, os valores médios anuais foram reduzidos para 14,75 mg/L e os valores máximos passaram a ocorrer durante os períodos de cheia. No ano 2000, após a formação do reservatório, a concentração média foi reduzida para 10,8 mg/L, com máximo no período de cheia. Entre 2005 e 2006 os valores de concentração foram inferiores a 1 mg/L.

A Transparência da água (Figuras 4 e 5), evidencia diferenças entre os valores de 0,15 m a 0,35 m no período úmido e 0,50 m a 4 m no período seco.

A transparência da água do lago no período chuvoso de 2011 (Figura 4), medida pelo disco de Secchi indicou pouca transparência da água variando entre 0,15 e 0,30 m de transparência de amplitude ótica em toda extensão do lago estudado. Os maiores índices foram observados próximos a foz do Córrego Coqueiro da margem esquerda, ou seja, menor transparência da água. Já na coleta do período seco (Figura 5) a transparência da água aumentou muito. A mesma variou entre 1,4 e 3,5 m. Do Córrego Coqueiros da margem direita

e Matriz até o barramento da UHE Caçu, os índices de transparência da água são menores que 2 metros de profundidade.

Considerando-se as condições do período de chuva, observa-se que a visibilidade da água se comporta de maneira uniforme. A baixa transparência da água registrada pela profundidade do disco de Secchi em algumas áreas também é identificada pelo aumento da CSS. Casos semelhantes foram constatados por Novo e Braga (1991, 1995) nas amostras de água do reservatório de Barra Bonita, São Paulo.

Figura 4 - Distribuições dos valores de transparência da água no reservatório, referente à amostragem no período chuvoso.

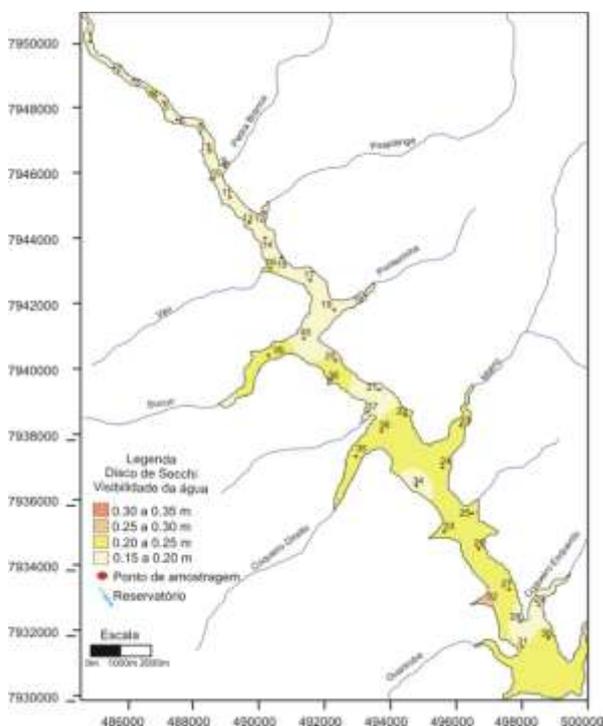
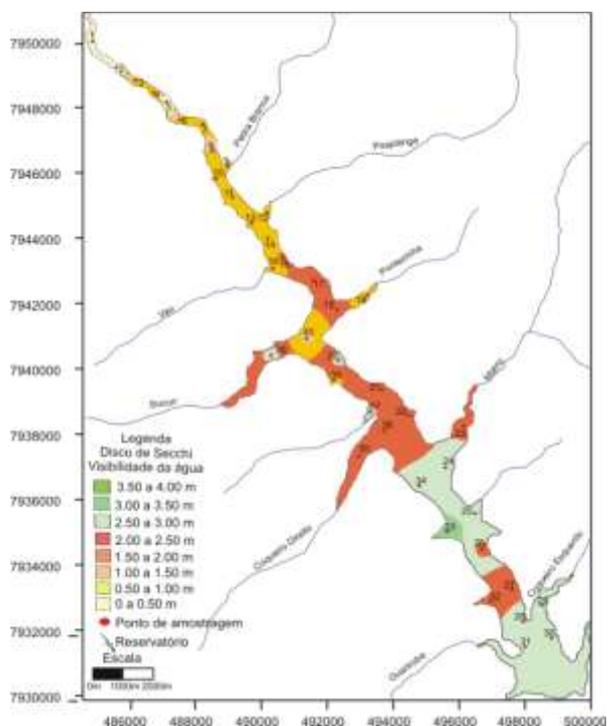


Figura 5 - Distribuições dos valores de transparência da água no reservatório, referente à amostragem no período seco.



Nas pesquisas realizadas por Brito *et al.* (2011) para os reservatórios de Furnas e Três Maria, a transparência da água foi superior durante o período de seca em relação ao período úmido. Para o reservatório de Três Maria a transparência média para o período seco foi de 3,5 m (ano de 2006) e 3,96 m (ano de 2007). Para o reservatório de Furnas a transparência média para o período seco foi de 5,4 m (ano de 2006) e 5,5 m (ano de 2007). Foram observadas diferenças significativas no material dissolvido.

A diferença entre os dados da transparência dos reservatórios de Furnas e Barra dos Coqueiros deve-se a quantidade e tempo de residência da água represada. Em Barra dos

Coqueiros o tempo de residência da água no período seco é de 35 dias, enquanto que em Furnas é de aproximadamente 160 dias.

De acordo com as Figuras 6 e 7, a turbidez da água variou de 0,1 a 4 NTU no período seco e de 50 a 80 NTU no período úmido. Os maiores valores de turbidez ocorreram no setor a montante do lago (zona de rio), do córrego Ponte Branca ao barramento do reservatório da UHE Caçu.

Figura 6 - Distribuições dos valores de turbidez no reservatório, referente à amostragem no período chuvoso.

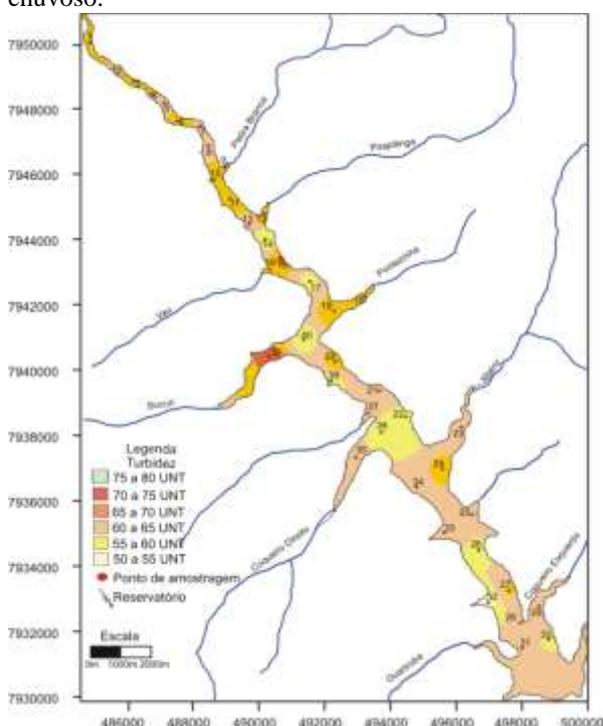
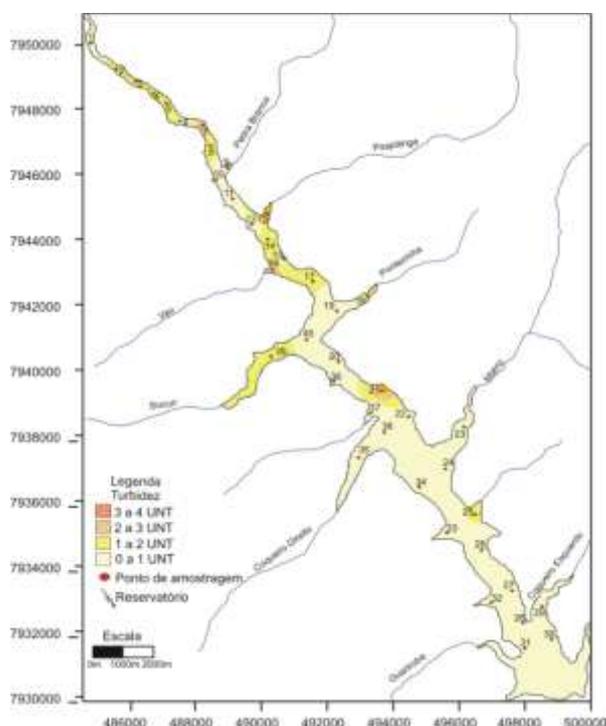


Figura 7 - Distribuições dos valores de turbidez no reservatório, referente à amostragem no período seco.



Pode-se observar pela Figuras 6, que os maiores valores de turbidez ocorreram na parte montante do lago, principalmente perto da foz dos Córregos Sucuri. Os menores valores de turbidez aconteceram entre a barragem e os Córregos Coqueiro da margem direita e Matriz, tendo em vista que a grande quantidade de sedimentos é depositada na entrada do reservatório e nas barras dos afluentes com o reservatório, pois ocorre uma diminuição da velocidade de escoamento da água em direção a jusante (barramento), devido ao aumento da seção.

Este mesmo resultado foi observado por OTTONI *et al.*, (2011) em análise da variação de sedimentos em cursos d'água nos aproveitamentos hidrelétricos em operação no estado de

São Paulo, onde o maior volume de sedimentos depositado nos reservatórios estão localizados na entrada dos mesmos.

Mesmo com a grande quantidade de chuva no mês de março, os índices de turbidez do lago da UHE Barra dos Coqueiros estão inseridos dentro dos padrões proposto por Brasil (2005), resolução CONAMA 357/2005 como apropriados para o abastecimento humano, com índices inferiores a 75 NTU para os corpos de água doce.

Já na coleta do período seco, os dados de turbidez do lago da UHE Barra dos Coqueiros (Figura 7) são muito baixos variando de 0 a 4 NTU. De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, a qual define que águas com turbidez até 40 NTU, são consideradas de Classe 1, que servem para o abastecimento humano após tratamento simplificado. Comprovando os dados de CSS e transparência da água.

Estes dados se justificam devido ao fato de que a mais de dois meses não chovia na região, além de que a retenção da água em sistemas lênticos, propicia que sedimentos depositem no fundo do lago, pois em Barra dos Coqueiros no período seco água chegar a ficar 35 dias parada no reservatório..

De modo geral as amostras localizadas na área de influência dos córregos Matriz e Coqueiro da Margem esquerda até o barramento da UHE Barra dos Coqueiros, apresentaram os maiores índices de visibilidade da água e as menores concentrações de sedimentos em suspensão e menores índices de turbidez em ambos os períodos.

Os índices mais altos de turbidez foram encontrados próximos a foz do Córrego da Pontezinha e entre a foz dos Córregos Pirapitinga e Pedra Branca, com índices variando em torno de 3,5 NTU, um dos fatos que podem justificar isso é a formação dos solos da região que é Nitossolo Vermelho Eutrófico e com relevo mais ondulado de toda margem do lago.

Silva *et al.* (2009) observaram amplas variações e elevados picos de turbidez para o reservatório do Peti em Minas Gerais. Foi detectado pico médio máximo a montante do reservatório, localizado na calha do rio Santa Bárbara, cujo valor no período das chuvas foi de aproximadamente 200 NTU e para o reservatório oscilaram entre 50-80 NTU; muito superior ao que ocorre no reservatório de Barra dos Coqueiros. Tais valores do reservatório do Peti são influenciados pelas atividades antrópicas como a pecuária, agricultura, cidades como Santa Bárbara e Barão de Cocais, que lançam seus rejeitos no rio Santa Bárbara, além de atividades mineradoras na região, principalmente a exploração de minério de ferro.



Por fim, mesmo com a grande quantidade de chuva nos meses de janeiro a março, os índices de turbidez do lago da UHE Barra dos Coqueiros estão inseridos dentro dos padrões de qualidade da água proposto pela resolução CONAMA n. 357/2005 que estabelece valor máximo para turbidez de 75 NTU para os corpos de água doce, para água utilizada para abastecimento humano.

Pela análise espacial das Figuras 2 a 7 e Quadro 1, podemos concluir que o resultado da metodologia utilizada para calcular a concentração de sólidos em suspensão tem boa relação com os dados de turbidez e transparência da água utilizando o disco de Secchi.

Apesar da boa relação entre os dados avaliados a correlação existente no período úmido pode ser considerada média/alta e no período seco, baixa/média, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 - Correlação entre CSS, Turbidez e transparência da água.

Variável	Período chuvoso			Período seco		
	CSS	Turb	Sec	CSS	Turb	Sec
CSS		0,70	-0,41		0,11	-0,21
Turb	0,70		-0,43	0,11		-0,43
SEC	-0,41	-0,43		-0,21	-0,43	

Os dados para as três variáveis diferem estatisticamente para os períodos seco e úmido ou seja; a concentração de sólidos em suspensão é significativamente maior no período de chuvas, influenciando diretamente a turbidez e transparência da água.

No período seco, nas áreas mais próximas da barragem, foram encontrados os menores índices de CSS e de turbidez e maior valores de transparência de água com o uso do disco de Secchi, mostrando que quanto maior for à profundidade do lago, e seções transversais, menor é a velocidade de escoamento da água no local, sendo menor o índice de CSS e turbidez e maior a transparência da água. Tudo isso está relacionado da decorrência da construção do reservatório e da possível suavização da topografia do fundo e processo de assoreamento do lago.

Casos semelhantes foram constatados por Novo e Braga (1991, 1995) nas amostras de água do reservatório de Barra Bonita, São Paulo e por Cabral *et al* (2009) no reservatório de Cachoeira Dourada.

Conforme Dekker (1993) e Pereira Filho (2000) a presença de altos valores de concentração de CSS provoca maior turbidez na água, impedindo a penetração da luz, fato



este comprovado em Barra dos Coqueiros quando se correlaciona a CSS e a transparência da água (SEC), demonstrando que a compreensão dos padrões de distribuição da concentração de sólidos em suspensão (CSS) e transparência da água a partir de dados do disco de Secchi e turbidez em reservatórios são fortemente regulada pela descarga fluvial, representando, portanto, uma das condições necessárias para o entendimento de outros processos existentes nos corpos de água lênticos.

### Considerações finais

- Pela análise espacial dos dados avaliados podemos concluir que o resultado da metodologia utilizada para calcular a concentração de sólidos em suspensão tem muito boa relação com os dados de turbidez e transparência da água utilizando o disco de Secchi.
- Foi verificada uma boa correlação entre os dados, principalmente no período úmido, quando nas áreas mais próximas da barragem, foram encontrados os menores índices de CSS e de turbidez e maior transparência Secchi.
- Para o reservatório pode-se afirmar que as concentrações de sólidos em suspensão e a transparência da água variaram de acordo com a influência das descargas de águas vindas dos principais afluentes, devido a precipitação pluviométrica (intensidade, duração e frequência) e os diferentes usos da terra (áreas com vegetação natural e áreas antrópicas).
- De acordo com a resolução CONAMA N° 357/2005 a água do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros no período avaliado, está inserida nas classes 1, 2 e 3 da referida resolução, sendo consideradas águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; ou ainda pode ser utilizada para irrigação de culturas, pesca amadora, recreação.

### Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. *Standard methods*. 20. For the examination of water and wastewater. Washington, DC. Edition. APHA, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA N° 357*. Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2011.



- BRITO, S.L.; BARBOSA, P.M.M.; COELHO, R.P. *Zooplankton as an indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil*. In: *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, v. 16, p. 253–264.2011.
- CABRAL, J.B.P. *Utilização de técnicas de segmentação e correlação de Spearman em imagens TM para o estudo da concentração de sedimentos em suspensão no reservatório de Barra Bonita – São Paulo-Brasil*. In: *GeoFocus*, n. 3, p. 235-267. 2003.
- CABRAL, J.B.P.; FERNANDES, L.A.; BECEGATO,V.A.; SILVA, S.A. *Concentração de Sedimentos Suspensão: Reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG, Brasil*. *Mercator*, n. 16, p. 233-253. 2009.
- CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia prática*. 2. ed. rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- DEKKER, A. G. *Detection of optical water quality parameters for eutrophic waters by high resolution remote sensing*. Ph.D Thesis - Free University, Amsterdam. 241p. 1993.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- MONTANHER, O.C.; SOUZA FILHO, E.E. *Avaliação da alteração da concentração de sedimentos em suspensão em eventos de cheia do rio Paraná: O uso de imagens orbitais para avaliação de impactos provocados pela barragem de Porto Primavera*. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, p. 164-177. 2010.
- MIRANDA, R. B., GOUVÊA, T. H., SCARPINELLA, G. A., MAUAD, F. F.; *Medidas mitigadoras do processo de assoreamento em reservatórios hidrelétricos: estudo de caso no Reservatório de Três Irmãos - SP*. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, *Anais...ABRH*, Maceió, AL, 2011.
- NOVELIS. Inc. *RIA/RIMA UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros*. 230p. 2005.
- NOVO, E.M.L.M; BRAGA, C.Z.F. *Relatório do Projeto Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos*. São José Dos Campos. 75p. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. 1991.
- NOVO, E.M.L.M; BRAGA, C.Z.F. *Segundo Relatório do Projeto Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos*. São José dos Campos. 102p. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1995.
- OTTONI, A. B., FERREIRA, A. C., NETO, C. N., SILVA, F. G. B., SILVA, D. S.; *Análise da variação dos sedimentos dos cursos d'água nos aproveitamentos hidrelétricos em*

operação. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, *Anais...ABRH*, Maceió, AL, 2011.

PAULA, M. R., CABRAL, J. B. P. *Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros – GO*. In: XIX Seminário de Iniciação Científica / VIII COMPEX, 2011, Goiânia. *Anais...Universidade Federal de Goiás*. Goiânia, GO, 2011.

PEREIRA FILHO, W. *Influência dos diferentes tipos de uso da terra em bacias hidrográficas sobre sistemas aquáticos da margem esquerda do reservatório de Tucuruí - Pará*. São Paulo, 2000, 138 p. Tese (Doutoramento em Geografia) - Universidade de São Paulo.

ROCHA, I.R.; CABRAL, J.B.P.(2011) *Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros – GO* In: 63ª Reunião Anual da SBPC, ISSN 2176-1221.1-15p.

SILVA, A.P.S.; DIAS, H.C.T.; BASTOS, R.K.X.; SILVA, E. *Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais*. *Revista Arvore*, v, 33, n, 6, p. 1063-1069. 2009.

WETZEL, R.G; LIKENS, G.E. *Limnological analysis*. 2ed. New York. Springer Verlag. 391p. 1991.