ANÁLISE DA SEDIMENTOMETRIA DOS PRINCIPAIS AFLUENTES DO RESERVATÓRIO DA UHE BARRA DOS COQUEIROS

Celso Carvalho Braga[1]; Hudson Moraes Rocha[2]; João Batista Pereira Cabral[3]; Isabel Rodrigues da Rocha[4]; Makele Rosa de Paula[5]; Pollyana Faria Nogueira[6]

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar o transporte de sedimentos em suspensão dos principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros, no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011. Para determinação da concentração de sedimentos em suspensão foi utilizado o método descrito em Wetzel e Likens (1991). Para calcular a descarga sólida dos córregos analisados foi utilizado o método simplificado de Colby (1964). As menores contribuições de descarga sólida aconteceram nos meses de agosto e setembro nos Córregos Pontezinha e Guariroba com índices de 0,57 e 0,89 toneladas de sedimentos carreados por dia (t/d). Já as maiores contribuições aconteceram nos meses de janeiro e fevereiro nos Córregos Matriz e Coqueiros com índices de 26,75 e 35,28 (t/d).

Palavras chave: Sedimentos em suspensão, bacia hidrográfica, UHE Barra dos Coqueiros.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE SEDIMENTOMETRIC MAIN TRIBUTARIES RESERVOIR BARRA DOS COQUEIROS - BRAZIL

This study aimed to analyze the transport of suspended sediments of the main tributaries of the reservoir Barra dos Coqueiros, since August 2010 to February 2011. To determine the concentration of suspended sediment was used method described in Wetzel and Likens (1991). To calculate the solid discharge of the streams analyzed, we used the simplified method of Colby (1964). The smaller contributions from solid discharge occurred in August and September in Streams in Pontezinha and Guariroba with rates of 0,57 and 0,89 tons of sediments carried per day (t / d). The major contributions occurred in January and February in Streams of Matrix and Coqueiros with indices of 26,59 and 35,28 (t / d).

Keywords: suspended sediment, watershed, HPP Barra dos Coqueiros.

INTRODUÇÃO

O estudo de bacias hidrográficas é de fundamental importância para tomada de decisões quanto ao planejamento e a utilização de uma área. As bacias hidrográficas são unidades de área

[1] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás- Fone: 64- 9954-0230. E-mail: ccarvalhobraga@gmail.com

[2] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás- Fone: 64- 9675-5794. E-mail: sauhudson@gmail.com

[3] Professor Doutor, Orientador no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás- Fone: 64-3606-8136. E-mail: jbcabral2000@yahoo.com.br

[4] Graduanda em Geografia, Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás- Fone: 64- 9643-1181. E-mail: isabel8720@gmail.com

[5] Graduanda em Geografia, Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás- Fone: 64- 9606-4380. E-mail: makeleufg@yahoo.com.br

[6] Graduanda em Geografia, Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás- Fone: 64- 9976-9500. E-mail: pollypam@hotmail.com

delimitadas por divisores naturais de águas, que são as elevações máximas da bacia (espigões). Segundo Tucci et al (1993, 1999), “a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para uma única área de saída, seu exutório.”

A erosão hídrica é a principal causa de degradação das terras no Brasil, a qual consiste do desprendimento e arraste de partículas do solo causado pela ação da chuva. O escoamento superficial transporta partículas do solo em suspensão. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Por sólidos em suspensão entende-se como particula de rocha transportada pelo leito dos rios pela força da corrente de água. O estudo dos sedimentos em suspensão de uma determinada bacia hidrográfica é importante para que se possa tomar decisão corretas quanto ao planejamento de atividades da bacia, pois a quantidade de sedimento esta diretamente ligada ao uso da terra. Os problemas gerados pelos sedimentos vão desde a erosão, transporte, deposição e compactação, além de que o sedimento em suspensão prejudica a qualidade da água para o consumo humano. Segundo Carvalho (p. 73, 2008) “Conhecer o comportamento, e a quantidades dos sedimentos em suspensão é de fundamental importância para estudos de bacias, em relação a projetos hidráulicos, ambientais e usos dos recursos hídricos.”

Os sólidos em suspensão encontrados nos cursos d’água são originados da erosão na bacia hidrográfica e da erosão no próprio leito e nas margens. Os sólidos se movem em suspensão ou no leito, rolando, deslizando ou em saltos, movidos pela força da corrente d’água. A quantidade de sedimentos em suspensão depende muito da granulometria do material transportado, que é definido pelas suas propriedades, características do fundo do leito e da força do escoamento. (GUADALUPE, 2008).

A quantidade de sedimentos produzidos por uma bacia hidrográfica depende das características da mesma quanto a tipo de solo, uso e ocupação da terra, topografia, quantidade e intensidade de chuva, hidráulica dos canais de escoamento e características dos sedimentos quanto à granulométria e mineralogia.

Para o desenvolvimento sustentável de diversas atividades econômicas em uma bacia hidrográfica, se faz necessário o conhecimento do comportamento hidrossedimentologico. Por exemplo, para geração de energia elétrica através de hidrelétricas, a vida útil das usinas é determinada com base na retenção e na distribuição dos sedimentos em seus reservatórios, pois quando os sedimentos ou partículas de sedimentos mais grossas (areias) atingem a cota da captação de água das turbinas, danificam as mesmas e geralmente inviabiliza a utilização deste reservatório. Assim acontece com todas as atividades que dependem de bombeamento de água, pois a presença de sedimentos na captação gera entupimento e desgaste excessivo dos equipamentos de captação, além da influencia direta na qualidade da água para o consumo humano. (CARVALHO, 2000).

Cada bacia hidrográfica possui características próprias quanto à produção e deposição de sedimentos. A quantidade de material sólido afluente de uma dada seção num curso d'água pode ser dividida em carga de leito (fundo e suspensão) e wash load (carga de lavagem). (CABRAL, 2005). Descarga solida total é a soma da descarga em suspensão com descarga do leito.

A construção de barragens em leitos de rios modificam os depósitos de sedimentos, pois reduzem a velocidade da corrente de água, gerando assoreamento e diminuindo a capacidade de armazenamento de água no reservatório, causando problemas ambientais diversos.

A bacia hidrográfica estudada localiza no baixo Rio Claro, no sudoeste do Estado de Goiás, nos municípios de Caçu e Cachoeira Alta e é definida ao norte e ao sul pelos seus devidos divisores de água, ou seja, as micro-bacias dos córregos das margens direita e esquerda do Rio Claro em entre as longitudes 50º 55' W e 51º 10' W, e a oeste pela usina UHE Caçu localizada na coordenada 18º 30' S e 51º 09'W e a leste pela usina UHE Barra dos Coqueiros localizada na coordenada 18º 43' S e 51º 00' W. A bacia hidrográfica do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros tem uma área aproximada de 55 mil hectares. Sendo que destes a área inundada pelo reservatório é de 25,48 Km^2, segundo Novelis (2006). A bacia hidrográfica analisada é composta pelo trecho do Rio Claro compreendido entre as usina UHE Caçu e UHE Barra dos Coqueiros (Figura 1) e pelos principais córregos: Córrego da Pedra Branca, Córrego Pirapitinga, Córrego da Pontezinha, Córrego da Matriz, Córrego dos Coqueiros da margem esquerda, Córrego da Guariroba, Córrego dos Coqueiros da margem direita, Córrego da Sucuri e Córrego do Vau.

A presente bacia sofre com elevado grau de antropização no uso da terra devido ao modelo agropastoril implantado a partir da década de 70 do século passado, sendo que o cerrado foi destruído para dar origem a imensos campos de pastagem extensiva, e áreas de agricultura, proporcionando a degradação e compactação do solo proporcionando um escoamento superficial elevado, podendo ocasionar maior índice de erosão em áreas de baixa vulnerabilidade.

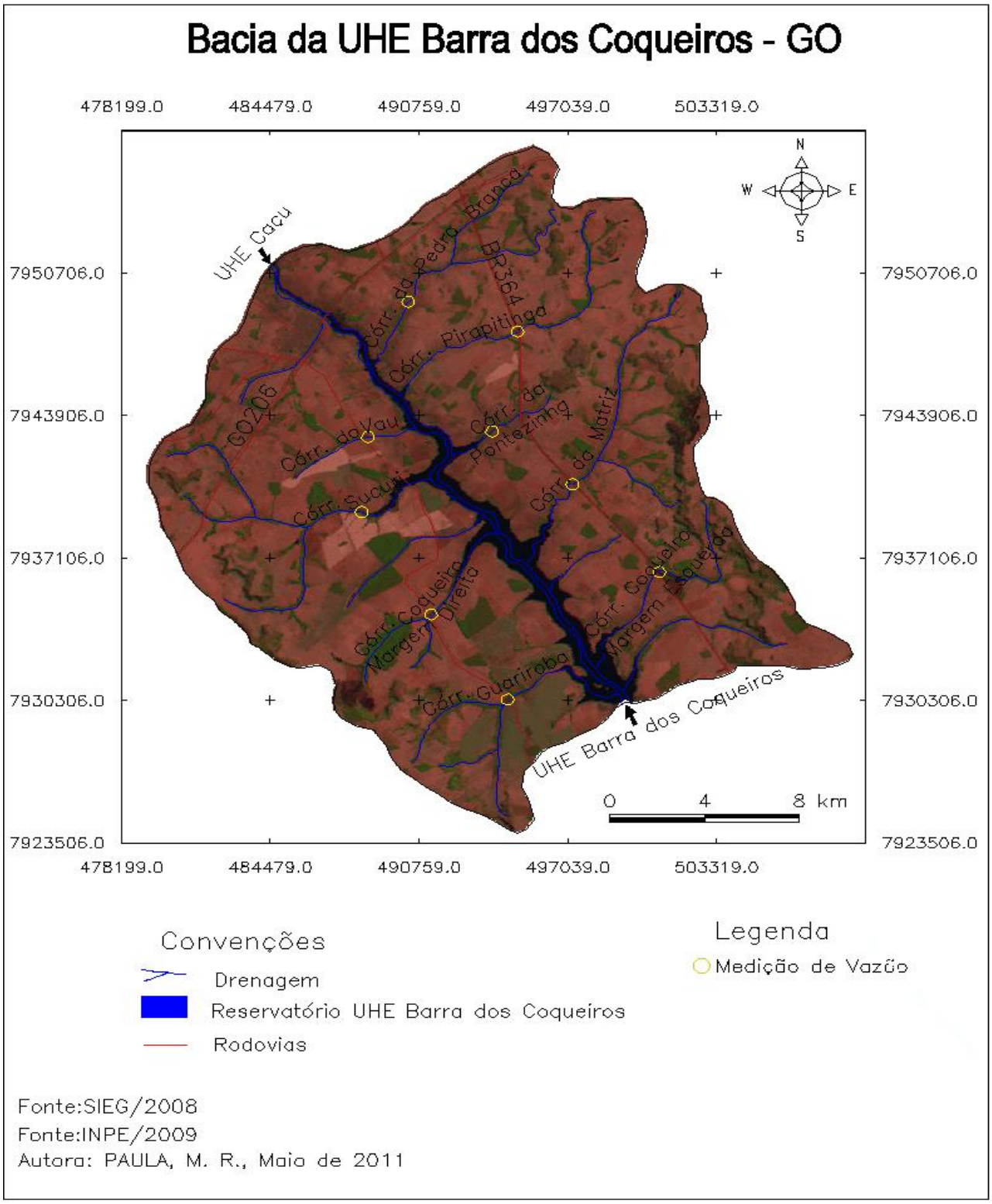

Figura 1: Localização da área de estudo

A partir do início do século XXI a bacia, passou a sofrer transformações com a implantação de indústrias sulcroalcooleira, que tem por objetivo produzir etanol da cana de açúcar. Outro fator que tem modificado o uso da bacia são as usinas hidrelétricas que constituem outro grupo de intervenções dentro deste contexto de antropização sofrida pelos ecossistemas do Cerrado, uma vez que a atual demanda por energia elétrica no país vem sendo suprida em mais de 90% por tais

empreendimentos, sejam eles de pequeno porte, como as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) ou de grande porte como da UHE Barra dos Coqueiros, comprometendo assim a qualidade de água e proporcionando o aceleramento do processo de assoreamento do Rio Claro e complexo de usinas existentes no mesmo. Alterando o regime ambiental de toda bacia hidrográfica. (CABRAL, 2006).

A presente pesquisa teve por objetivo analisar a concentração de sólidos em suspensão, dos principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2011, e verificar sua possível influência no processo de assoreamento do reservatório.

METODOLOGIAS

Para determinar-se a quantidade de sedimentos que os principais afluentes da UHE Barra dos Coqueiros transportam, foram realizadas medidas pontuais de vazão em determinados trechos dos afluentes, em datas pré-determinadas no período de agosto de 2010 à fevereiro de 2011, apartir do método de flutuadores de acordo com a proposta de Ramos (2003) e Palhares et. al. (2007), (Figuras 2 e 3). Para o conhecimentos de medidas como o nível d'água, velocidade da corrente e a descarga líquida diária. Tal método se justifica devido a falta de equipamento com tecnólogia avançada e por falta de postos fluviométricos em cada afluente.

Figura 2: Medição de profundidade para determinação da vazão – Córrego da Ponte Branca

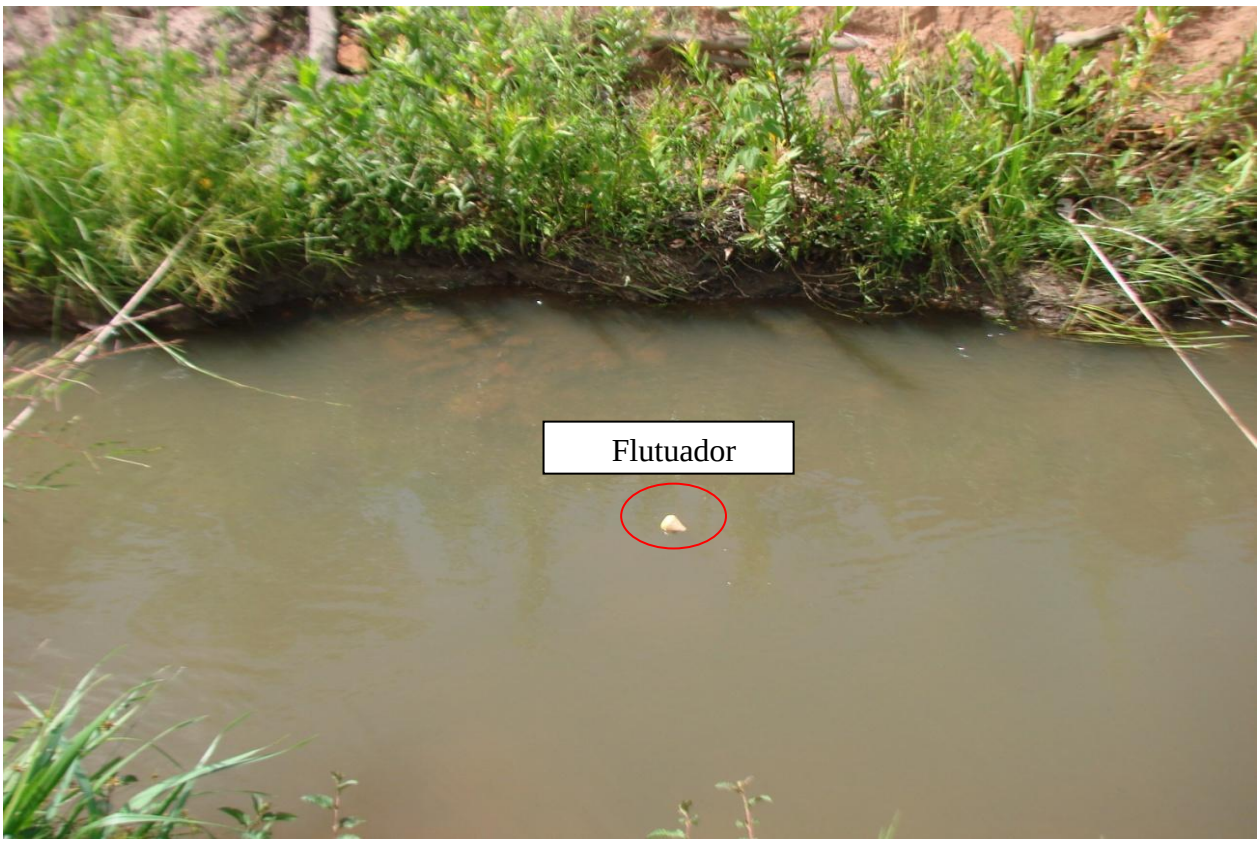

Figura 3: Medição de vazão pelo método do flutuador – Córrego Sucuri

Foi ainda, instalado nove (9) pluviometros, um em cada micro-bacia acompanhados de datalogger para medição de temperaturas e umidade (figura 4), estes pluviometros são monitorados diariamente por moradores da região, os dados pluviometricos nos são repassados mensalmente, quanto a temperatura e umidade que são armezenadas automaticamente pelos dataloggeres são descarregados também mensalmente. Estes dados são utilizados como base para enterdermos a correlação das precipitações pluviométricas e umidades com as varições de quantidade de sedimentos transportados.

Figura 4: Pluviômetro com datalogger

A coleta de água para determinação da concentração de sólidos em suspensão foi realizada, de acordo os procedimentos previstos em APHA (1998). As amostras de água coletadas em cada um dos principais afluentes da referida bacia hidrográfica, foram condicionadas em frascos plásticos de 500 ml. (Figura 5).

A concentração de sólidos em suspensão (matéria orgânica e inorgânica) foi determinada de acordo com o método descrito em Wetzel e Likens (1991). As amostras de água foram filtradas utilizando-se uma bomba de sucção a vácuo e filtro GFC.

A descarga sólida total foi realizada pelo método simplificado de Colby (1957), de acordo com o sistema métrico proposto por Carvalho (1981, 1994) utilizando software especifico para o mesmo.

Os valores de descarga sólida em suspensão foram obtidos com o uso da seguinte equação:

$$Qss = 0{,}0864*Q*Css \qquad (1)$$

Onde:

Qss = descarga sólida ou fluxo de sólidos em suspensão (t/dia);

Q = descarga líquida ou vazão (m^3/s);

Css = concentração de sólidos em suspensão (mg/l).

Figura 5: Coleta de água para determinação da concentração de sólidos em suspensão.

Todas as análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Geociências Aplicada do Departamento de Geografia do Campus Jataí da Universidade Federal de Goiás (CAJ/UFG).

RESULTADOS

De acordo com dados de vazões liquidas obtida para o período avaliado (Figura 6), é possível verificar que os maiores índices de modo geral ocorreram nos dias 18-12-2010, 12-01-2011 e 11-02-2011 devido à intensidade de chuva que ocorreu neste período, destacando-se principalmente nos pontos de amostragem dos Córregos Matriz e Sucuri por serem as duas maiores micro-bacias da bacia analisada. Já os menores índices de modo geral ocorreram no dias 18-08-2010 e 20-09-2010, período com menores índices precipitações pluviométricas na região.

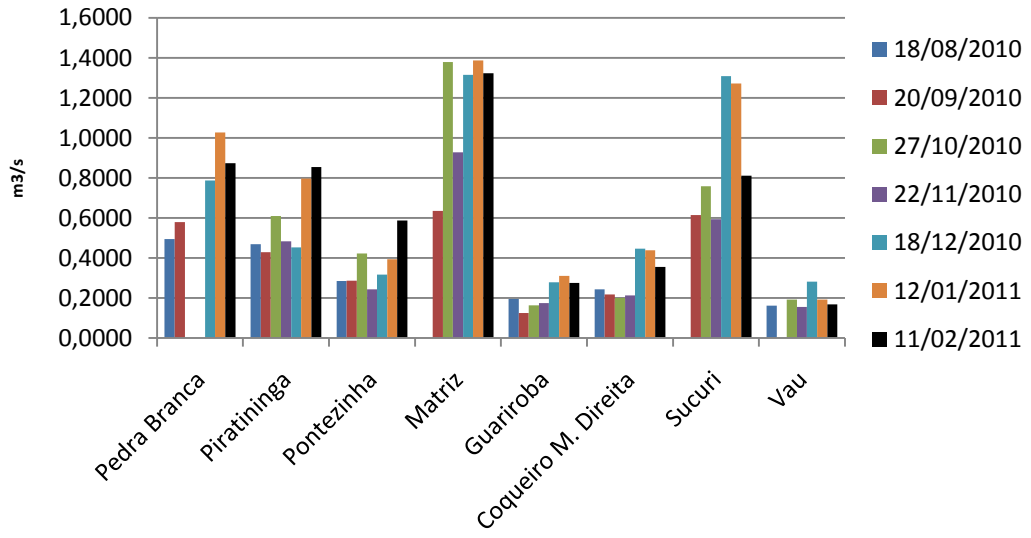

Figura 6: Medidas de Vazão liquida para os períodos analisados.

Os índices de contribuição de sólidos em suspensão em todos os afluentes da bacia variam de 4 a 76 miligramas de sedimento por litro de água, conforme destaca a figura 7, com as maiores contribuições, de modo geral, acontecendo nas coletas de 12-01-2011 e 11-02-2011, devido o elevado índice de precipitações pluviométricas na região.

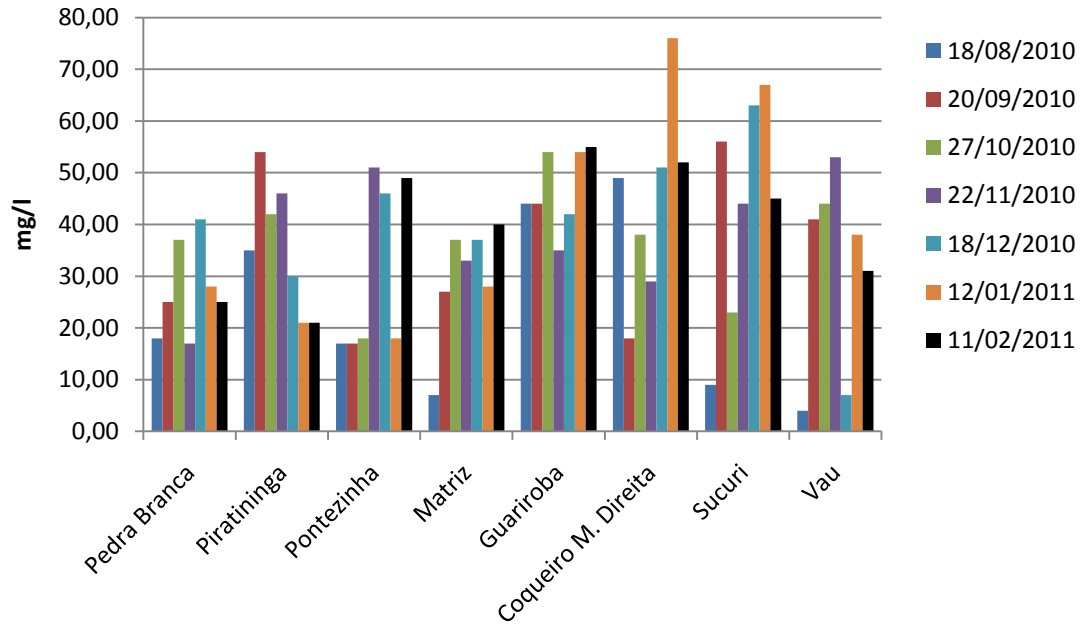

Figura 7: Valores de concentração de sólidos em suspensão para os períodos analisados.

As maiores contribuições de descarga sólida total de modo geral aconteceram nos dias 12-01-2011 e 11-02-2011, também coincidindo com as maiores vazões medidas, as maiores contribuições aconteceram nos Córregos Matriz na margem esquerda com o índice de 26,75 toneladas de sedimentos carreados por dia, e Córrego Coqueiro na margem direita com índice de 35,28 toneladas

de sedimentos carreados por dia. Segundo Carvalho (2000) a maior parte da carga sólida do curso d'água ocorre durante o período de chuvas, correspondendo a cerca de 70 a 90% da carga total anual.

As menores contribuições de descarga sólida total aconteceram em 18-08-2010 e 20-09-2010, época de menores ou nenhum índice de precipitação pluviométrica na região, nos Córregos Pontezinha na margem esquerda com o índice de 0,57 toneladas de sedimentos carreados por dia, e Córrego Guariroba na margem direita com o índice de 0,89 toneladas de sedimentos carreados por dia; porém estes dois afluentes em todas as coletas apresentou os menores índices de acordo com os dados amostrados na figura 8.

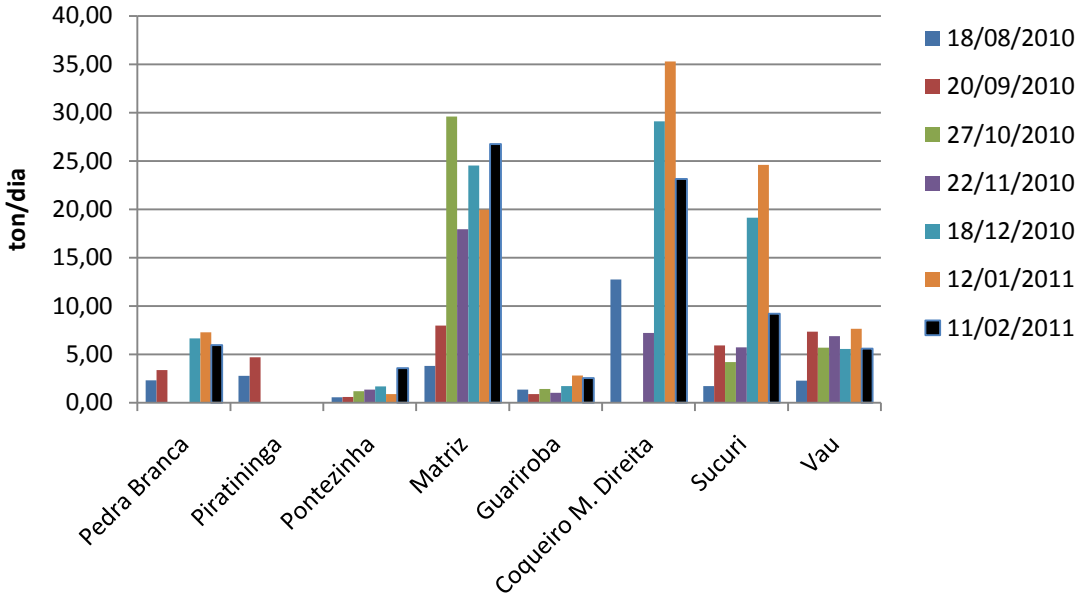

Figura 8: Valores de descarga sólida total para os períodos analisados.

O ponto de controle de vazão do Córrego Pontezinha localiza em um lugar com pouca correnteza, onde as águas se apresentam quase como se estivessem em um ambiente lêntico. O córrego encontra-se na menor micro bacia entre os afluentes analisados e o uso da terra de sua micro bacia não mudou no período analisado, justificando os baixos índices de descarga sólida total.

Já o Córrego da Guariroba apresentou índices baixos de descarga sólida total, em relação aos outros afluentes devido o local de coleta, estar em ambiente com pouca declividade, baixa velocidade de escoamento mesmo em manilhas conforme mostra a figura 9.

Figura 9: Local de medição de vazão e coleta de água do Córrego Guariroba.

Destaca-se ainda a quantidade elevada de descarga sólida total carreada e também o índice de vazão elevada no Córrego Matriz no dia 27-10-2010, devido no momento de coleta dos dados acontecia uma precipitação intensa na região. Estes dados mostram que as enxurradas causadas pelas chuvas são responsáveis por grande parte do transporte de descarga sólida para os leitos, comprovando o que afirma Carvalho (2000), que o movimento de partículas é maior quando a velocidade da corrente aumenta.

> Em suspensão no meio líquido encontram-se em maior quantidade partículas finas, como argilas e siltes, e pequena quantidade de material grosso, como areias. Em regime de grandes velocidades e turbulência a quantidade de areia em suspensão pode aumentar. O movimento de partículas em suspensão é considerado igual à velocidade da corrente. (CARVALHO, 2000, p.10).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que quanto menor os índices de vazão líquida, menor serão os índices de descarga sólida total, conseqüentemente quanto maior os índices de vazões líquida maiores serão os índices de descarga sólida total.

Quanto aos índices de vazão líquida os afluentes que apresentaram maiores índices foram os Córregos Matriz e Sucuri, enquanto os Córregos da Pontezinha e Guariroba apresentaram os menores índices de descarga sólida total.

Para se ter resultados conclusivos sobre os dados têm-se que fazer uma análise mais ampla dos dados de sedimentação, dados pluviométricos da bacia, uso da terra, tipo do solo, escoamento superficial entre outros, que serão feitos na conclusão desta pesquisa.

BILIOGRAFIA

CABRAL, J.B.P. **Análise da sedimentação e aplicação de métodos de previsão para tomada de medidas mitigadoras quanto ao processo de assoreamento no reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG**. Curitiba - PR. Tese (Doutorado em Geologia, Área de Concentração Geologia Ambiental) UFPR - Universidade Federal do Paraná – Setor de Ciências da Terra. 194p. 2006.

CABRAL, J.B.P. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. **Caminhos de Geografia – revista online**, Uberlândia, Fev. 2005. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/10185/6054>. Acesso em: 29 mai. 2011.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed., rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, N.O. et al. Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios. Brasília: **ANEEL**. 2000. 140p. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/GuiaAsso.pdf>. Acesso em 10 jan. 2011.

CARVALHO, N.O. et al. Guia de práticas sedimentométricas. Brasília: **ANEEL**. 2000. 154p. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Guia_prat_port.pdf> . Acesso em: 10 jan. 2011.

FURQUIM, J. E. et al. Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, Brasília, DF : **ANEEL** : ANA, 2004. Disponível em: http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2010.asp>. acesso em: 18 abr. 2011.

GUADALUPE, E. G. **Implementação de modelo numérico para avaliação do transporte de sedimentos no reservatório de Itaipu – PR**. Curitiba, PR. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor de Tecnologia da UFPR - Universidade Federal do Paraná, 2008.

NOVELIS. Inc. **RIA/RIMA UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros**. 230p. 2005

PALHARES, J. C. P. **Medição da vazão em rios pelo método do flutuador. Manual Técnico 455**. Concórdia SC: EMBRAPA, 2007.

RAMOS, M. M., OLIVEIRA, R. A. **Medição da vazão em pequenos cursos d'água**. SENAR, Brasília, 2003.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. Gestão da água no Brasil. Brasília: **UNESCO,** 2001. Disponível em: <http://comiteitajai.org.br/dspace/handle/123456789/273>. Acesso em: 23 nov. 2010.