

ANÁLISE DA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO DOS AFLUENTES DO RESERVATÓRIO DA UHE BARRA DOS COQUEIROS - GO

Celso de Carvalho Braga
Universidade Federal de Goiás - UFG
ccarvalhobraga@gmail.com

Isabel Rodrigues da Rocha
Universidade Federal de Goiás - UFG
isabel8720@gmail.com

João Batista Pereira Cabral
Universidade Federal de Goiás - UFG
jbcabral2000@yahoo.com.br

Assunção Andrade de Barcelos
Universidade Federal de Goiás - UFG
assunção-barcelos@hotmail.com

EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL

Resumo:

O estudo da descarga de sólidos de uma determinada bacia hidrográfica é importante para que se possam tomar decisões corretas quanto ao planejamento de atividades de uma bacia, pois a quantidade de sólidos esta diretamente associada ao uso da terra. Desse modo, o estudo da descarga sólida em suspensão nos afluentes da UHE Barra dos Coqueiros contribui para melhor diagnosticar a qualidade e quantidade de água, possibilita maior compreensão dos fenômenos de cheias nesta bacia hidrográfica bem como dos impactos ambientais relacionados ao transporte de sedimentos. O presente trabalho teve por objetivo analisar a vazão, a concentração de sólidos em suspensão e a descarga sólida total dos Córregos Matriz, Coqueiros da margem esquerda, Sucuri e Coqueiros da margem direita no período de março de 2011 a agosto de 2011. Os métodos utilizados para alcançar os objetivos proposto foram: calcular a concentração de sólidos em suspensão de acordo com a proposta de WETZEL E LIKENS (1991), calcular a vazão dos afluentes pelo método de flutuadores de acordo com a proposta de RAMOS e OLIVEIRA (2003), PALHARES (2007), e calcular a descarga sólida total dos principais afluentes pelo método simplificado de COLBY (1964) que leva em consideração: descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção transversal e concentração medida de sólidos em suspensão. De acordo com os dados obtidos chegou-se a seguinte conclusão: Quanto à avaliação da distribuição espacial e temporal da concentração de sólidos em suspensão dos principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros o Córrego Matriz se destaca entre os afluentes analisados, por apresentar maiores concentração de sólidos em suspensão, variando de 2,5 mg.L⁻¹ no período seco a 14,5 mg.L⁻¹ no período chuvoso, as maiores vazões, maiores velocidade da correnteza da água, baixa profundidade, maior largura e maior descarga sólida total calculada pelo método de Colby, entre os afluentes avaliados.

Palavras – chave: Concentração de sólidos em suspensão, vazão, descarga sólida total e UHE Barra dos Coqueiros

Abstract:

The survey of suspended solids in a determined watershed is important to make correct decisions regarding the planning for a bowl, because the amount of solids is directly related to the land use. Thus, the study of suspended solid discharge in tributaries of UHE Barra dos Coqueiros contributes to better diagnose the quality and quantity of water, allows for greater understanding of the phenomena of floods in this river basin as well as the environmental impacts related to sediment transport. This study aimed to analyze the flow rates, the concentration of suspended solids (CSS), and total solid discharge and its Stream Matriz, Coqueiros left margin, Sucuri and Coqueiros right margin from March 2011 to August 2011. The methods used to achieve the proposed objectives were to calculate the concentration of suspended solids according to the proposal of Wetzel and Likens (1991), to calculate the flow of the sources of water by the method of floats as proposed by Ramos and Oliveira (2003), Palhares (2007), and calculate the total solid discharge of the main sources of water of the simplified method of Colby (1964) that takes into consideration: liquid discharge, average speed, average depth, width and cross section measured concentration of suspended solids. According to the data, we reached the following conclusion: the evaluation of the spatial and temporal distribution of suspended solids concentration of the main sources of water in the reservoir of Barra dos Coqueiros, the stream Matriz stands out among the sources analyzed, due to the higher concentration of suspended solids, ranging from 2,5 mg.L⁻¹ in the dry season to 14,5 mg.L⁻¹ in the rainy season, the highest flow rates, higher current velocity of the water, shallow, wider and total solid discharge calculated by the method of Colby, among all sources of water assessed.

Introdução

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica se dá em razão de suas características quanto à geomorfologia, solos, cobertura vegetal, o clima e a ação antrópica. Estas características são fundamentais para o ciclo hidrológico da bacia, influenciando na produção de sólidos em suspensão, na infiltração, na evaporação, na quantidade de água produzida, no escoamento superficial, entre outros.

Outro fator extremamente importante para o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica é a ação antrópica que a mesma sofreu, pois a interferência do homem no meio natural muda o meio e interfere no ciclo hidrológico (TEODORO, 2007). O uso coerente dos recursos hídricos e do solo em toda uma bacia hidrográfica está intimamente ligada a proteção da mesma.

O estudo hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a análise de viabilidade de diversas atividades econômicas, além de ser importante ferramenta de apoio a estudos ambientais (LIMA et al. 2004)

O conhecimento do comportamento hidrossedimentológico em uma bacia hidrográfica é fundamental para o planejamento do desenvolvimento sustentável da mesma. Um exemplo da aplicação desse conhecimento é a geração de energia elétrica através de hidrelétricas, uma vez que a vida útil das usinas é determinada com base na retenção e na distribuição dos sólidos em seu reservatório, já que quando os sólidos atingem a cota da captação de água das turbinas, geralmente inviabiliza a utilização deste reservatório.

Por sólido em suspensão entende-se como a partícula de rocha degradada e matéria orgânica transportada pela força da corrente de água. Os sólidos em suspensão transportada pelos cursos de

água, decorrentes da ação erosiva da água sobre o solo, provocam a degradação da qualidade da água e prejuízos ao meio-ambiente e ao desenvolvimento sócio-econômico (BICALHO, 2006).

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.

Além dos fatores acima citados, outro fator importante que deve ser considerado é a análise da perda da cobertura natural, pois a falta dela aumenta a quantidade e a velocidade do escoamento superficial com o conseqüente aumento da capacidade de arraste e transporte de material podendo ocasionar o processo de assoreamento. A Erosão do solo é tanto mais intensa quanto menor for a proteção do solo (CABRAL, 2006).

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, condição que leva a intensificação dos processos erosivos, especialmente, em áreas vulneráveis.

Outro fato importante a ser observado sobre o uso do solo na área de estudo, refere-se a substituição de pastagens por lavouras de cana-de-açúcar que atendem a uma usina de etanol nas proximidades da bacia. Apesar de ser um processo ainda em curso, a inserção dessa atividade na área de estudo tende a promover alterações na dinâmica e no uso da área.

De acordo com os itens descritos anteriormente o presente trabalho teve por objetivo geral contribuir para a realização de planejamento do uso da terra e dos recursos hídricos da bacia, e ainda gerar informações a respeito da possível vida útil reservatório da UHE Barra dos Coqueiros. Os objetivos específicos foram: Calcular a vazão dos quatro principais afluentes da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros a partir do método de flutuadores; Determinar a concentração de sólidos em suspensão dos quatro principais afluentes da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros; Determinar a descarga sólida total dos quatro principais afluentes da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros pelo método de Colby.

Caracterização da área de estudo:

O Rio Claro é um dos principais afluentes do Rio Paranaíba. Localiza-se no Sudeste Goiano e possui uma extensão de aproximadamente 400 km, nasce no Noroeste do Estado de Goiás na Serra do Caiapó na divisa dos Municípios de Jataí e Caiapônia, corre para a direção sudeste, passando pelos

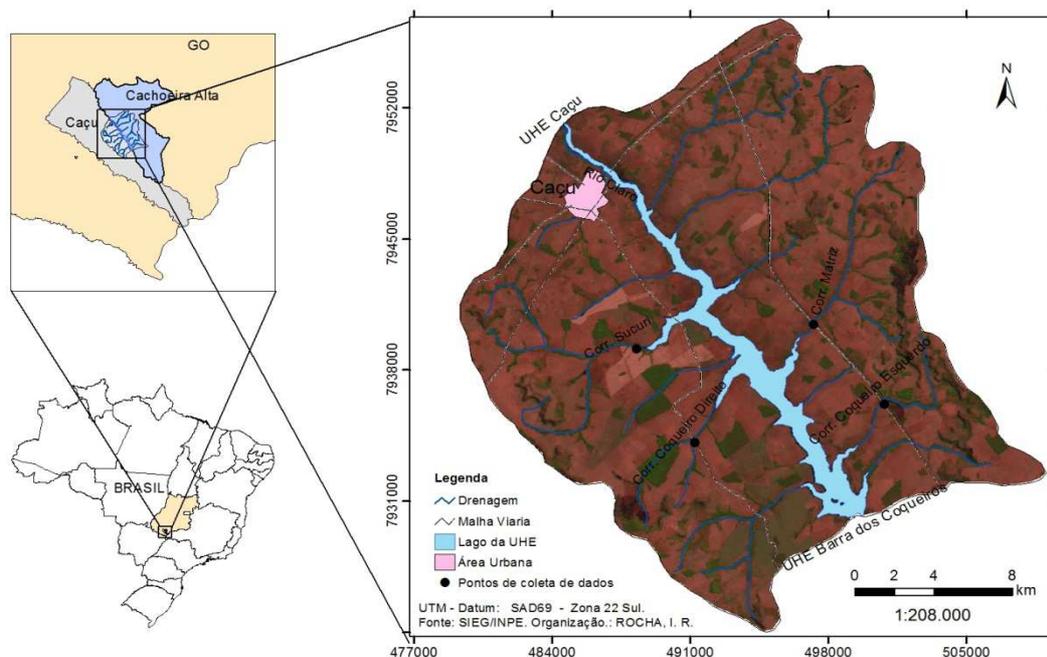
municípios de Jataí, Caiapônia, Perolândia, Aparecida do Rio Doce, Caçu, Cachoeira Alta, Paranaiguara e São Simão desaguando no Rio Paranaíba. Neste percurso tem varias cachoeiras e seu leito é bastante rochoso.

O Rio Claro possui um grande potencial hidrelétrico, com varias usinas em seu leito como: PCH (Pequena Central Hidrelétrica) Jataí, PCH Irara, UHE Caçu, UHE Barra dos Coqueiros e UHE Foz do Rio Claro.

A bacia hidrográfica estudada localiza-se no baixo curso do Rio Claro, no Sudeste do Estado de Goiás, nos municípios de Caçu e Cachoeira Alta e é delimitada ao norte e ao sul pelos seus devidos divisores de água, onde determinamos a vazão, a concentração de sólidos em suspensão e a descarga sólida total dos Córregos Sucuri e Coqueiro da margem direita, e dos Córregos Matriz e Coqueiros da margem esquerda; entre as longitudes 50° 55' W e 51° 10' W; e a oeste pela usina UHE Caçu localizada na coordenada 18° 30' S e 51° 09' W e a leste pela usina UHE Barra dos Coqueiros localizada na coordenada 18° 43' S e 51° 00' W (Figura 1).

A bacia em estudo tinha aproximadamente no ano de 2010, 65% da sua área ocupada com pastagens extensiva para criação de gado de corte, 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 reservatorio da UHE Barra dos Coqueiros e ainda 0,5% de área urbana da cidade de Caçu (PAULA *et al.*, 2011).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros.



Fonte: ROCHA, I. R.

Procedimentos metodológicos:

Foram realizadas 06 coletas de dados, de março de 2011 a agosto de 2011, referente ao final de período chuvoso e final do período de estiagem, onde foi determinado as vazões dos Córregos Sucuri, Coqueiros da margem direita, Coqueiros da margem esquerda e Matriz, pelo método descrito a seguir. Nessas ocasiões, além da medição da vazão, foram coletadas amostras de água nos principais afluentes para determinação da quantidade de sólidos em suspensão em laboratório.

As determinações de vazão foram realizadas a partir do método de flutuadores de acordo com a proposta de Ramos (2003) e Palhares et. al. (2007). Para determinação das vazões destes afluentes, foram definidas duas seções transversais em cada leito para determinação das profundidades. Em local retilíneo dos leitos, com a maior uniformidade do leito possível.

Nestas seções foram medidas, com a utilização de uma régua de 4 metros, as profundidades a cada cinquenta centímetros de distância horizontal, para decomposição em figuras geométricas (triângulos e trapézios) para cálculo da área inundada da seção, fazendo a área média das seções para determinação da vazão. As seções estão a uma distância de cinco metros uma da outra.

Os tempos para determinação de velocidade foram medidos entre uma seção e outra, fazendo média de sete determinações de tempo. Foi utilizado como flutuador uma garrafa pet de 250 ml, contendo aproximadamente dois terços de água.

Para calcular a vazão foi utilizada a seguinte fórmula, conforme Palhares *et. al.* (2007).

$$Q = A \times V \times C$$

Onde:

$$Q = \text{Vazão (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Área média da seção (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Velocidade da água } (\Delta s / \Delta t) \text{ (m/s)}$$

Δs = distância em metros e Δt = tempo médio em segundos para determinação da velocidade da água.

C = Coeficiente de rugosidade (0,7 para fundo com vegetação e 0,9 para fundo barrento).

As amostras de água coletadas em cada ponto de amostragem foram acondicionadas em frascos plásticos, armazenadas em uma caixa de isopor com gelo e transportadas para o Laboratório de Geociências Aplicadas (LGA) do Departamento de Geografia do Campus Jataí da Universidade Federal de Goiás (CAJ/UFG) para realização das análises de concentração de sólidos em suspensão.

A concentração de sólidos em suspensão (CSS) foi determinada de acordo com o método descrito em Wetzel e Likens (1991), onde, as amostras de água foram filtradas utilizando-se uma bomba de sucção a vácuo, com pré-filtro em microfibras de vidro modelo AP20 com retenção nominal de 0,8 a 8 micrômetros e com 47 mm de diâmetro.

Os filtros foram secos em estufa a 100°C por uma hora, pesados em balança analítica para se ter um peso inicial. Posteriormente com o auxílio de uma bomba de sucção a vácuo foi filtrado 200 ml

de água de cada amostra, após secar em estufa a 60 °C por 24 h, obtém-se o peso final, por diferença de pesagem, obtém-se a concentração de sólidos em suspensão em mg.L^{-1} , utilizando a seguinte equação:

$$\text{CSS} = (\text{Pf} - \text{Pi})/\text{V} * 1000$$

Onde:

Pf = é o peso final (g)

Pi = é o peso inicial dos filtros (g)

V = representa o volume de água filtrada (l).

Para obtenção da descarga sólida total (DST) foi realizada pelo método simplificado de Colby (1957), de acordo com o sistema métrico proposto por Carvalho (2008) utilizando software específico para o mesmo.

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

$$\text{Qst} = 0,0864 * \text{Q} * \text{C}_{\text{ss}}$$

Onde:

Qst = descarga sólida total (t.dia^{-1});

Q = descarga líquida ou vazão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$);

C_{ss} = concentração de sólidos em suspensão (mg.L^{-1}).

Resultados

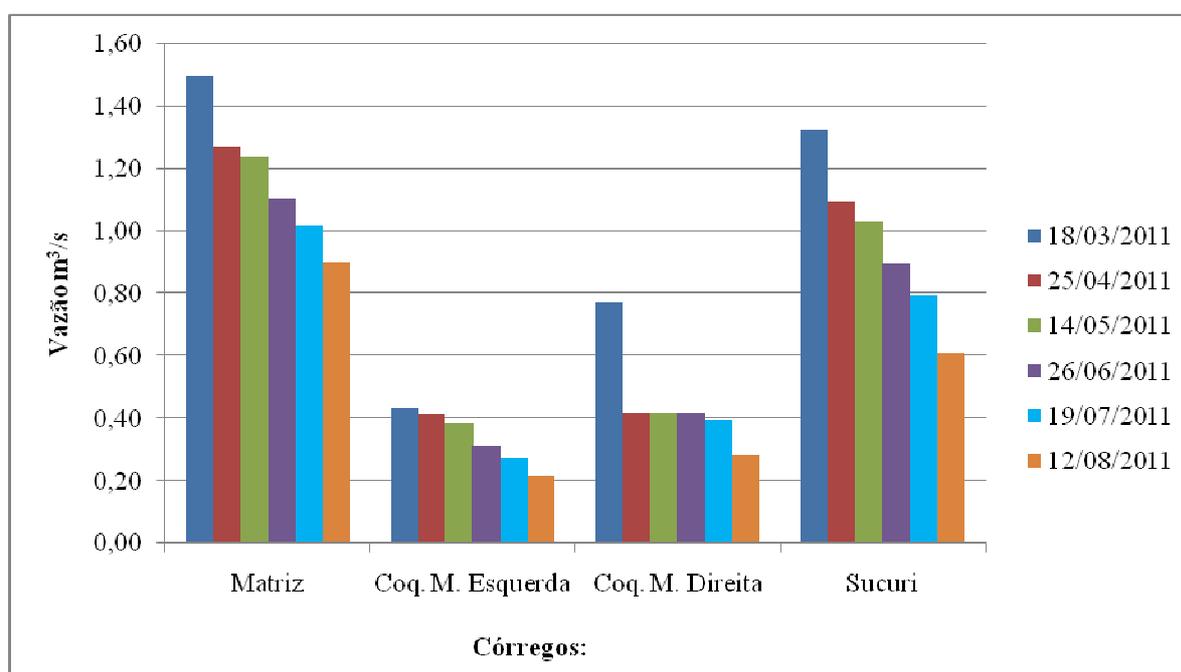
Pudemos observar que as secções dos afluentes analisados que não varia muito a largura do leito entre o período chuvoso e o período seco, o que varia é a velocidade da água, que gera um aumento da vazão líquida de cada córrego. Em todos os córregos a vazão diminuiu no período seco, mas a diferença do nível de água foi pouco significativa. Todos os afluentes analisados têm seus leitos bem definidos e não alteram muito no período chuvoso, a não ser em algumas chuvas com maior intensidade

Entre os córregos analisados o Córrego Matriz tem o leito mais largo e conseqüentemente com pouca profundidade, a velocidade da água também é bastante alta em relação às demais, com uma das maiores vazões.

Os motivos para este fato é que o Córrego Matriz tem uma das maiores sub-bacia entre as sub-bacias analisadas com área de 66,19 Km^2 , além de que a associação das características do terreno como relevo, solo, formação rochosa e ocupação da terra, uma vez que as nascentes deste córrego se encontram em áreas com formação de Cambissolo Háplico Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, que são formações que propiciam a erosão com maior facilidade; nas margens deste córrego basicamente não existe mais matas ciliares e a pecuária desta sub-bacia é bem intensificada, com o gado bebendo água diretamente no córrego propiciando o processo de erosão laminar e em sulcos. Tudo isso facilita para o carreamento de sólidos em seu leito.

De acordo com dados de vazões líquidas obtida para o período avaliado (Gráfico 1), é possível verificar que os maiores índices ocorreram no dia 18-03-2011. Os maiores índices devem-se 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 sub-bacias da bacia analisada. Já os menores índices ocorreu no dia 12-08-2011, período com menores índices de precipitações pluviométricas na região. Em termos de vazão, o Córrego Coqueiro da margem esquerda foi o que apresentou menor índice de vazão, devido ser o córrego com menor sub-bacia entre as sub-bacias analisadas, ocupando 26,90 Km² da área total.

Gráfico 1 – Vazão líquida dos córregos analisados no período de março a agosto de 2011



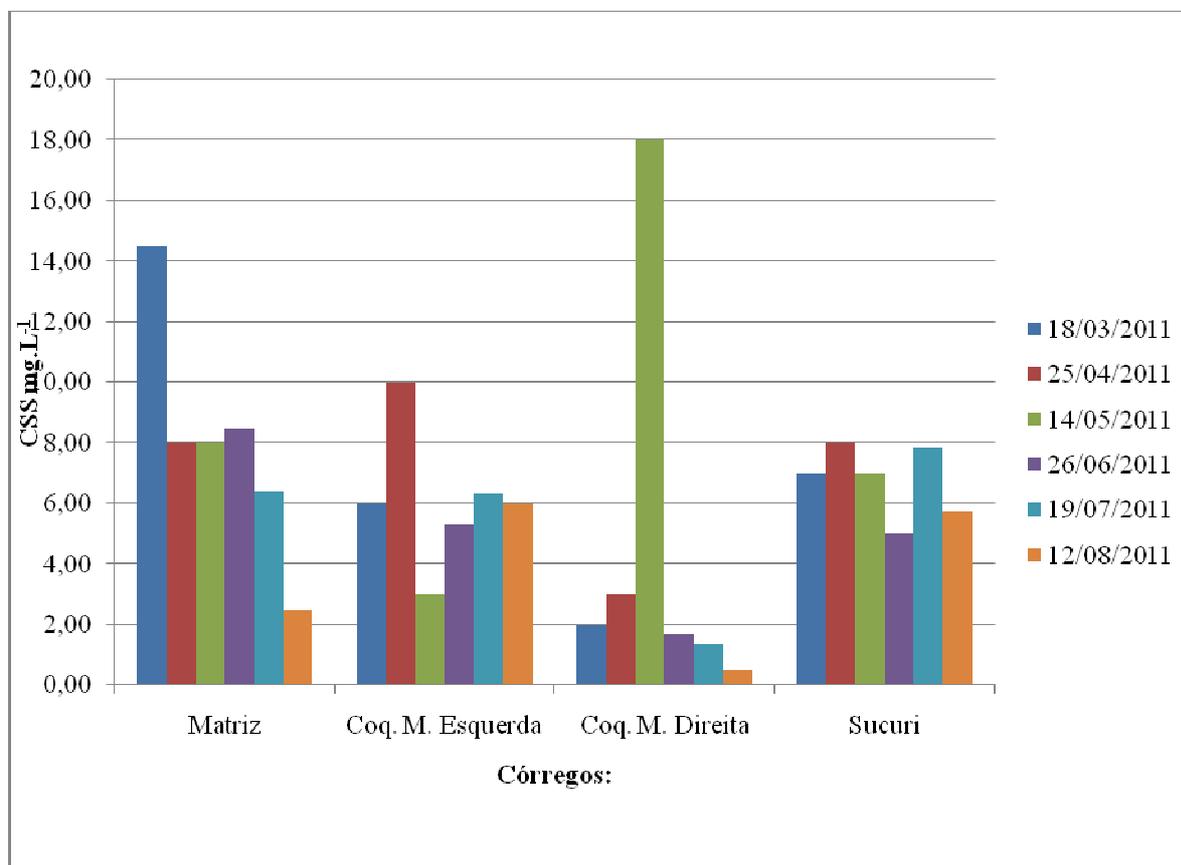
Fonte: BRAGA, C.C.

Quanto aos dados de concentração de sólidos em suspensão (CSS) dos córregos avaliados, observa-se (gráfico 2), que as maiores índices de modo geral aconteceram no Córregos Matriz com índice de 14,5 mg.L⁻¹ em 18-03-2011, coincidindo com o córrego de maior vazão, com exceção do Córrego Coqueiro da Margem direita na coleta do mês de maio. Enquanto a menor concentração aconteceu no Córrego Coqueiros da margem direita com índice de 1,33 mg.L⁻¹ em 12-08-2011.

A elevada concentração de sólidos em suspensão no Córrego do Coqueiro na margem direita no dia 14/05/2011 justifica-se em função da liberação de água represada acima do ponto de controle de vazão e coleta, pois no dia anterior a esta coleta de dados foi liberado a passagem de água um novo bueiro para o trânsito de veículos em uma estrada vicinal que cruza este córrego, mudando assim o curso normal do córrego; (a água estava represada para construção deste bueiro e com a liberação do

mesmo houve a mudança de canal de escoamento, gerando assim um grande carreamento de sólidos em suspensão nos dias posteriores até a normalização do mesmo).

Gráfico 2 – Concentração de Sólidos em Suspensão dos córregos analisados no período de março a agosto de 2011



Fonte: BRAGA, C.C.

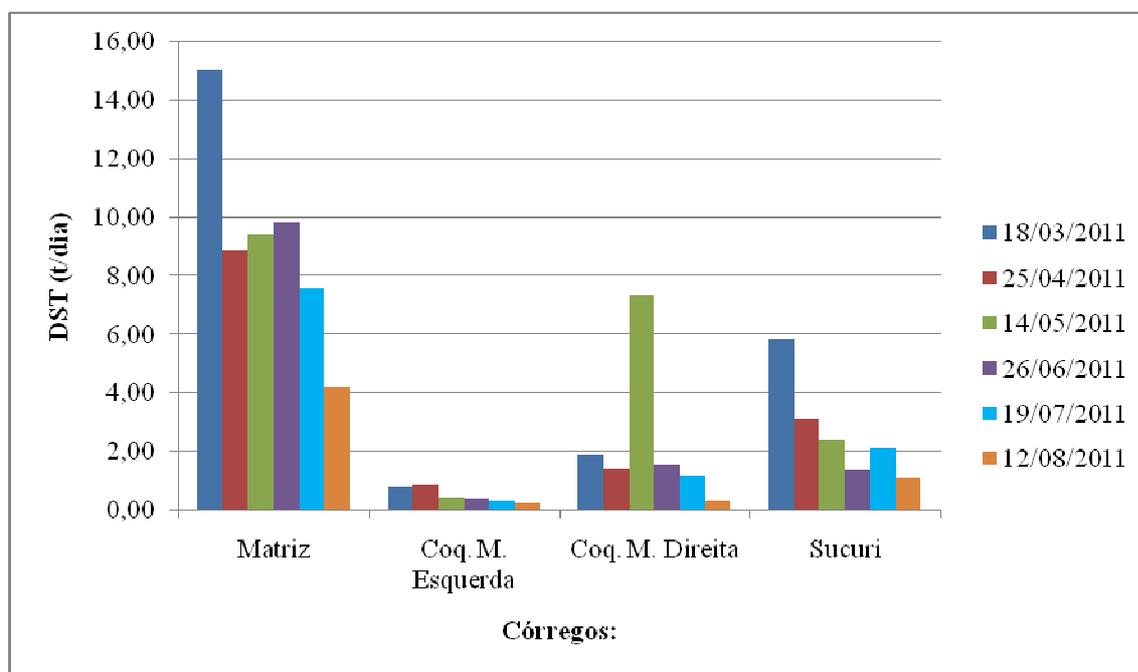
A concentração de sólidos em suspensão está diretamente ligada à constituição do solo e ao uso da terra. Como toda a bacia do reservatório sofre com o elevado grau de antropização do uso da terra devido ao modelo agropastoril implantado desde os anos 70 do século passado e a implantação de culturas de cana-de-açúcar, a partir do ano 2000, principalmente nas sub-bacias dos córregos Sucuri e Coqueiros da margem direita, proporcionando a degradação e compactação do solo propiciando a um escoamento superficial elevado, ocasionando maiores índices de erosão em áreas de baixa vulnerabilidade.

Com estes resultados, de acordo com LIMA et al. (2004) os principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros têm uma concentração baixa de sólidos em suspensão, pois mesmo em seus picos máximos de contribuição de sólidos em suspensão não atingiram 20 mg/L, tendo em vista que contribuições menores que 50 mg/L são consideradas muito baixas, em ambientes lóticos.

Apesar do uso intenso da terra na bacia, como grande parte da mesma tem solos tipo Latossolo que propicia uma utilização maior sem uma desagregação intensa do mesmo, e os relevos em grande parte da bacia são planícies, dificultando a lixiviação do mesmo e o transporte de sólidos em suspensão pela ação da chuva, isto explica o baixo transporte de sólidos em suspensão nos afluentes da bacia.

Quanto a análise dos dados de Descarga Sólida Total dos principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros, calculada pelo método simplificado de Colby, observa-se que a maior quantidade de DST encontrada foi no Córrego Matriz (gráfico 3), com níveis bem acima dos outros afluentes.

Gráfico 3 – Descarga sólida total dos principais afluentes do lago do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros



Fonte: BRAGA, C.C.

A descarga sólida total é gerada principalmente pela concentração de sólidos em suspensão e pelas características do leito quanto a sua largura, profundidade média, a velocidade da água e a vazão, além da extensão da sub-bacia e do uso da terra. Assim sendo o Córrego Matriz tem os maiores índices devidos seu leito mais largo, pouca profundidade, onde a velocidade da água também é bastante alta em relação às demais, com uma das maiores vazões. Isto facilita para o carreamento de sólidos em suspensão em seu leito. Já o Córrego Coqueiros da margem esquerda tem o menor índice de descarga sólida total devido principalmente a baixa velocidade da água em seu leito no local da coleta de dados.

Conclusão

Os Córregos Matriz e Sucuri com são os afluentes que mais contribuem com a concentração de sólidos em suspensão para o reservatório da UHE Barra dos Coqueiros de acordo com os dados avaliados, estes córregos também tem a maior vazão e as maiores sub-bacias entre as sub-bacias analisadas.

A sub-bacia do Córrego Matriz tem uma agropecuária intensiva, com poucas matas ciliares e com gados bebendo água diretamente no córrego colaborando para o carreamento de sólidos em suspensão. Já a sub- bacia do Córrego Sucuri em grande parte de sua extensão esta ocupada com o plantio de cana-de-açúcar para abastecer usina de bicombustível, esta ocupação do solo facilita a remoção e deslocamento, através das chuvas, de partículas do solo para os leitos de água.

A descarga sólida total é gerada principalmente pela concentração de sólidos em suspensão é pelas características do leito quanto a sua largura, profundidade média, a velocidade da água e a vazão. O Córrego Matriz tem os maiores índices, com a produção de 15,03 toneladas de sedimento por dia, devido seu leito mais largo, pouca profundidade, onde a velocidade da água também é bastante alta em relação às demais, com uma das maiores vazões. Isto facilita para o carreamento de sólidos em suspensão em seu leito.

A principal medida preventiva que deveria ser implantada nas margens destes córregos é a manutenção ou reconstrução das matas ciliares ao longo destes córregos como determina a Lei Florestal Brasileira. A implantação de matas ciliares é a ação preventiva mais importante para contenção de sedimentos. Esta ação preventiva com certeza diminuiria as principais fontes de produção de sedimentos, que na bacia analisada é decorrente da pecuária e do plantio de cana-de-açúcar, diminuindo conseqüentemente a taxa de assoreamento do lago. Pois as matas ciliares “filtram” a água proveniente das chuvas que escoam para o reservatório, evitando assim problemas com assoreamento no lago.

Referências

AGUIAR, A. M. **Análises hidrogeomorfológicas e hidrossedimentológicas para comparação de duas bacias hidrográficas contribuintes do reservatório de Itaipu.** Dissertação de Mestrado em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP: USP, 2009.

ANDRADE, F. T. B., SILVA, J. F. R., COELHO, L. S. Produção de sedimentos nas bacias dos rios Pindaré, Meirim, Grajaú e Itepecuru – MA. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2001, Aracaju. **Anais...**, Aracaju, SE, 2001

BICALHO, C. C. **Estudo do transporte de sedimentos em suspensão na bacia do Rio Descoberto.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, DF: UNB, 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.

CABRAL, J. B. P. **Análise da sedimentação e aplicação de método de previsão para tomada de medidas mitigadoras quanto ao processo de assoreamento no reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG.** Tese de Doutor em Geologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR: UFPR, 2006.

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

CHRISTOFOLETTI, A.; **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981.

ICOLD, International Commission on Large Dams. **Sedimentation control of reservoirs. Guidelines.** Bulletin 67. Paris. 1989.

LIMA, J. E. F. W.; SANTOS, P. M. C.; CARVALHO, N. O.; SILVA, E. M. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia Tocantins – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, Brasília, DF: ANEEL: ANA, 2004.**

MARTINS, M. E.; COIADO, E. M.; Produção de sedimentos em microbacia agrícola cultivada com cana-de-açúcar. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999, Belo Horizonte - MG. **Anais...** ABRH. Belo Horizonte, 1999.

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

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.

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

ROCHA, I. R., CABRAL, J. B. P. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da fragilidade 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.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **REVISTA UNIARA**, Araraquara, SP: Centro Universitário de Araraquara, n-20. 2007.

WETZEL, R. G. **Limnology: Lake and river ecosystems.** California, USA: Academic Press, 2001.