

DIAGNÓSTICO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DOS AFLUENTES DA UHE CAÇU – GO

Makele Rosa de Paula¹, João Batista Pereira Cabral², Assunção Andrade de Barcelos³, Flavio Wachholz⁴

Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí - GO, Departamento de Geografia,
75804.020, Brasil

makeleufg@yahoo.com.br, jbcabral@yahoo.com.br, assuncaoa-barcelos@hotmail.com, fwalemao@gmail.com

Palavras chave: Descarga Sólida Total, bacia hidrográfica, UHE Caçu – Go.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é de grande importância para que medidas sejam tomadas na conservação do solo e da água, uma vez que o mau uso da terra gera desequilíbrio ambiental. 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”.

Como consequência dos solos desprovidos de cobertura vegetal, tende-se uma elevada quantidade de sólidos carregados para os rios, ocasionando assoreamento dos rios, lagos e reservatórios, reduzindo a velocidade do fluxo, a vazão e a qualidade dos mananciais. Assim, é de suma importância a análise dos fluxos de sólidos transportados pelos rios, pois permite o diagnóstico das causas de impactos na região, até porque a forma atual de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro contribui para a degradação do meio físico, aceleração do processo erosivo e sedimentação das UHEs e PCHs construídas.

Para Carvalho (2000) a construção de uma barragem e a formação de reservatório modificam as condições naturais do curso d'água, uma vez que as barragens geram uma redução das velocidades da corrente tendo como consequência a deposição de sólidos carregados pelo curso d'água ocasionando a redução da capacidade de armazenamento, e como consequência o assoreamento do reservatório, podendo

Texto revisado pelo orientador.

¹ Aluna Bolsista Pibic-AF,

² Orientador

³ Aluno Voluntario Pivic

⁴ Co-Orientador

chegar a inviabilidade de aproveitamento da obra, além de ocasionar diversos problemas ambientais de diversas naturezas.

Devido a ação erosiva da água sobre o solo da bacia, consegue transportar grandes quantidades de sedimentos pelos cursos de água, provocando assim a degradação dos corpos d'água, prejuízos a população, ao desenvolvimento socioeconômico e ao meio ambiente (Bicalho, 2006).

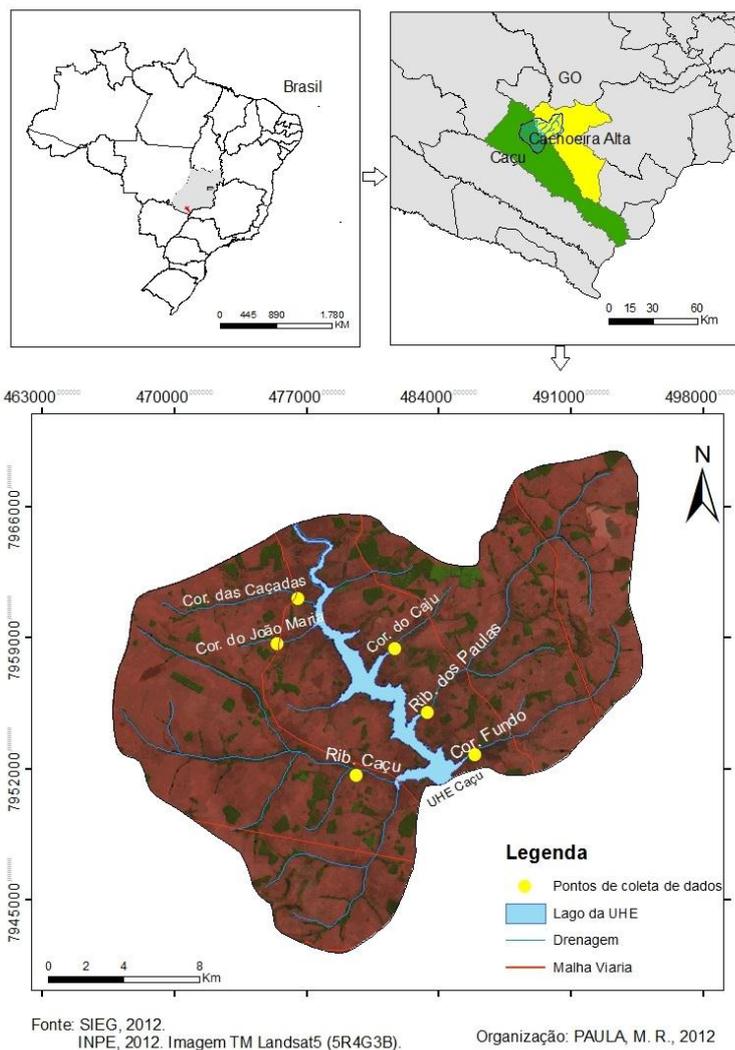
A produção e o transporte dos sólidos em bacias hidrográficas dependem de diversos fatores, desde as suas características naturais e antrópicas, como a quantidade, duração e intensidade das chuvas, tipo de solo, a geologia, topografia, cobertura e uso da terra, erosão das terras, escoamento superficial, características dos sedimentos e condições morfológicas do canal (Guimarães, 2009).

De acordo com os itens descritos anteriormente, a presente pesquisa teve como objetivo realizar um diagnóstico do transporte de sólido suspenso nos afluentes da UHE Caçu, buscando quantificar os sólidos transportados para dentro do reservatório pelos afluentes a partir do método simplificado de Colby, verificando quais afluentes contribuem com a maior carga de sólidos que possa futuramente assorear o lago da usina.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica da UHE Caçu - GO encontra-se inserida no Rio Claro entre os municípios de Caçu e Cachoeira Alta entre as coordenadas de 7945000 a 8001000 de latitude sul e 456000 a 505000 de longitude oeste (Figura1). A usina tem como proprietária a empresa Gerdau Aços Longos S/A, possui uma potência de 65 MW e a área do reservatório é de 16,93 km² (NOVELIS, 2006). São seis afluentes principais analisados na área de estudo sendo eles: Ribeirão Caçu, Ribeirão dos Paulas, Córrego do João Maria, Córrego das Caçadas, Córrego Fundo e Córrego do Caju.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo e os pontos de coletas de dados.



Para a execução da pesquisa foi analisado, os parâmetros sólidos totais, dissolvidos e em suspensão realizados de acordo com os procedimentos previstos em APHA (1998). Foram coletadas amostras de água em garrafa de *VAN DORN* com volume de 500 ml, as quais as amostras de água foram conservadas em caixas de isopor com gelo até o dia seguinte, sendo realizadas as análises no Laboratório de Geociências Aplicadas do Departamento de Geografia do Campus Jataí da Universidade Federal de Goiás (CAJ/UFG).

A concentração de sólido em suspensão (CSS) foi determinada de acordo com o método descrito em Wetzel e Likens (1991). As amostras de água foram pesadas em filtros GFC e pesados em balança analítica. Os filtros foram secos em estufas a 100°C por 1 hora, depois pesados para obter o peso inicial, em seguida foi filtrado 200 ml das amostras de água utilizando o equipamento Bomba a Vácuo e depois seco em estufa a

60°C por 24 horas, após essa segunda pesagem utilizou-se a seguinte fórmula para obtenção da CSS:

$$\text{CSS} = \text{PF} - \text{PI}/\text{V} \times 1000$$

Onde:

CSS: Concentração de Sólidos em Suspensão (mg/L);

PF: peso final (g);

PI: peso inicial (g);

V: volume de água para filtração (ml);

1000: fator de conversão para miligramas.

As medidas de vazão de cada afluente foram realizadas utilizando-se o método do flutuador, conforme a proposta de SANTOS (1991), escolhendo-se trechos retilíneos com margens paralelas e com comprimento mínimo de duas vezes a sua largura, com profundidade constante e profundidade uniforme no sentido longitudinal. A utilização desse método justifica-se pela falta de equipamento para a medição de vazão e pela falta de postos fluviométricos em cada afluente. A definição de vazão é o volume de água que passa entre dois pontos num determinado intervalo de tempo. Para o cálculo da vazão utilizou-se a seguinte fórmula:

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

Onde:

Q = Vazão (m³/s);

A = Área média da seção (m²);

V = Velocidade da água ($\Delta s / \Delta t$) (m/s);

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

C = Coeficiente de correção (0,7 para rios com fundo de vegetação; 0,8 para rios com fundo pedregoso e 0,9 para rios com fundo barrento). Esse coeficiente de correção permite ter melhor medida da velocidade da água, pois a superfície da água tem uma maior velocidade do que no fundo do rio (Palhares *et al.*, 2007).

Após a delimitação do local de medição de vazão, foram delimitadas duas seções transversais para determinar as profundidades de cada leito, medindo as profundidades de acordo com a largura do rio (SANTOS 2001) e calculando a área média da seção.

O tipo de flutuador utilizado foi uma garrafa pet de 250 ml com aproximadamente dois terços de água, e o tempo de deslocamento da garrafa no curso

d'água, foi cronometrado na medida em que esse flutuador percorria a seção, sendo feito sete teste de velocidade e depois calculada a média do tempo.

Para determinar as profundidades utilizou-se uma régua de quatro metros, determinando as profundidades em uma distância de 0,50 m a 0,50 m na horizontal. Após determinar as profundidades, calcula-se a área das verticais que formam figuras geométricas, sendo elas triângulo e trapézio.

A Descarga Sólida Total (DST) foi determinada pelo método simplificado de Colby (1957), que segundo CARVALHO (2008) é vantajoso por ser simples e utiliza poucos dados, tornando econômico e fácil, utilizando os dados de descarga líquida e concentração de sólidos em suspensão. A Descarga Sólida Total é o valor necessário na grande maioria dos estudos sedimentológicos (CARVALHO, 2008). Através do cálculo de DST, usa se basicamente 3 ábacos e dados das características do leito, sendo elas: descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção e CSS.

Os valores de descarga sólida total foram calculados pelas seguintes expressões:

$$Q_{st} = Q_{sm} + Q_{nm}$$

Sendo:

$$Q_{sm} = 0,0864 \cdot Q \cdot C's$$

$$Q_{nm} = q'_{nm} \cdot K \cdot L$$

Nas quais:

Q_{st} = descarga sólida total (t/dia);

Q_{sm} = descarga sólida medida (t. d⁻¹);

Q_{nm} = descarga sólida não medida (t.d⁻¹);

Q = descarga líquida ou vazão (m³/s);

$C's$ = concentração medida (ppm);

L = largura do rio (m);

K = fator de correção.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia da UHE Caçu é constituída litologicamente pelas formações Serra Geral que se integra no Grupo São Bento, Vale do Rio do Peixe e Marília que são integrantes do Grupo Bauru (SIEG, 2006). A Formação Serra Geral consiste de derrames de basaltos, sustentando relevo plano, ocorrendo em faixas lineares no leito do Rio Claro que é o rio principal. A Formação Vale do Rio do Peixe abrange a maior

parte da bacia, é constituída por estratos de arenitos finos a muito finos, às vezes médios, em geral mal selecionados, com estratificação plano paralela e cruzados, e a Formação Marília abrange uma pequena área localizada na borda da bacia, sendo constituída por arenitos vermelhos, finos a grossos, mal selecionados, e poucas estratificação cruzadas (FERNANDES, 2004).

Geomorfologicamente a bacia é constituída de relevo tabular com dissecação média, com a maior abrangência de cotas entre 650 a 750 m e uma pequena área com cotas entre 800 e 1000 m (SIEG, 2006).

Os tipos de solos presente na bacia são os Latossolos, Neossolos Litólicos e Argissolos. De acordo com a EMBRAPA (2009) os Latossolos são altamente intemperizados, profundos, poroso, de textura homogênea ao longo do perfil, com drenagens variando de bem, forte a acentuadamente drenado, ocorrem em relevos planos e suavemente-ondulados, o que possui propriedades físicas favoráveis a utilização agrícola.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, pouco evoluídos, com horizonte A, assentado diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C pouco espesso, associados a muitos afloramentos de rocha. Os Argissolos são constituídos de material mineral, com profundidade variável desde forte a imperfeitamente drenado, sua textura varia de arenosa e argilosa no horizonte A e, de média a muito argilosa, no horizonte B.

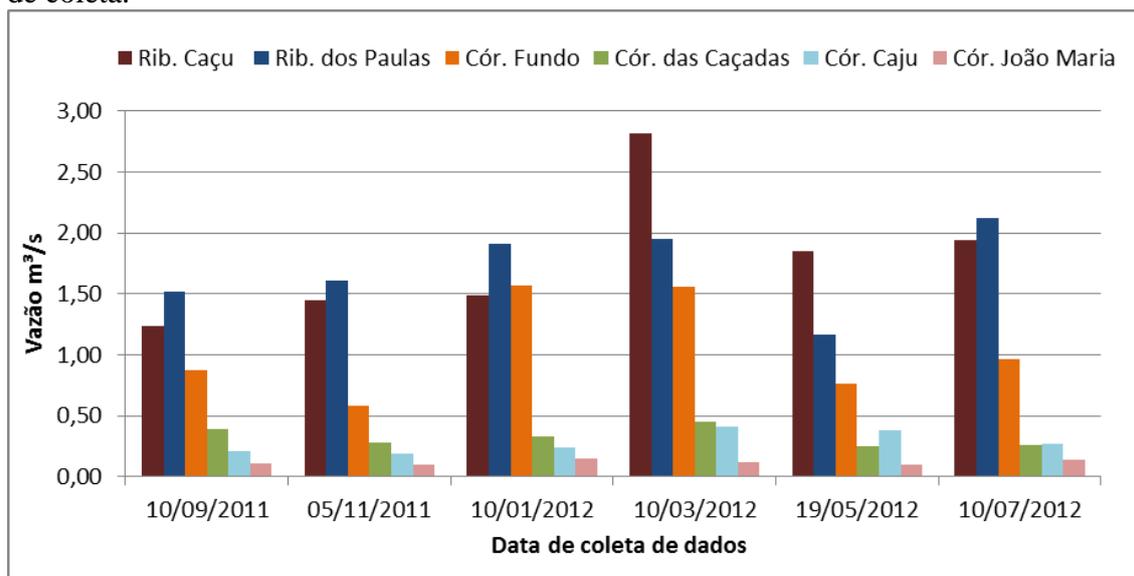
As classes encontradas no mapa de uso da terra, de acordo com Paula *et al.* (2012) são mata/cerrado, pastagem, silvicultura, solo descoberto e água. Dentre as classes existentes a pastagem prevalece com 74,93%, sendo que o superpastoreio é a atividade predominante, a mata/cerrado apresenta com 21,27% localizado ao redor dos canais de drenagens e partes isoladas, o volume da água da bacia é devido a construção da UHE Caçu, ocupando 2,96%, enquanto que as classes de cultura e solo descoberto apresentam menos de 1%.

Na região sudoeste de Goiás, pela classificação de Köppen, predomina duas estações climáticas bem distintas, sendo apresentado por invernos secos nos meses de abril a setembro, e verões chuvosos nos meses de outubro a março (MARIANO, 2005). A média anual da precipitação é de 1500 mm, variando de 750 mm a 2000 mm no período chuvoso e no período seco a precipitação varia muito podendo chegar a/ou próximo de zero (MARIANO, 2005).

Para a estimativa da quantidade de sólidos carregados para dentro dos afluentes e reservatório buscou-se conhecimentos de escoamento através de medição de vazão.

Os valores de vazões líquidas obtidas nos períodos avaliados são apresentados no gráfico 1. De acordo com os dados obtidos verifica-se que os maiores valores se destacam nas sub bacias do Ribeirão Caçu, Ribeirão dos Paulas e Córrego Fundo, por serem as maiores sub bacias dentro da área de estudo, ou seja, com as maiores densidade de rede de drenagem. Os menores valores de vazão, foram verificadas nas menores sub bacias da área de estudo, sendo elas: Caçada, Caju e João Maria.

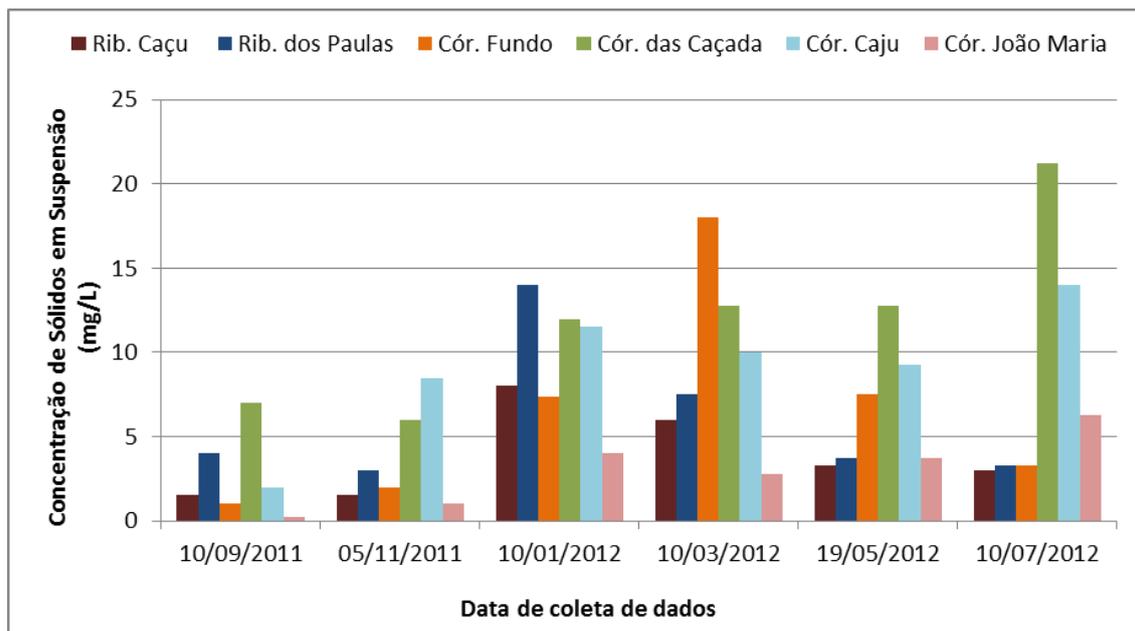
Gráfico 1: Vazão dos seis afluentes do reservatório da UHE Caçu em seis meses de coleta.



Os dados de vazão variaram de acordo com o período de seca e chuva na região. Observando-se os valores de medidas de velocidade da água nos córregos individualmente, é possível constatar essa variação em relação o período úmido e seco, exceto no mês de julho em que os afluentes Rib. Caçu, Rib. dos Paulas e Cor. Fundo, se destacaram o que pode ser explicado pela precipitação que houve nesse dia, uma vez que deveriam apresentar índices mais baixos, pois a coleta foi no período da seca, onde ocorre um déficit hídrico.

Os valores de Concentração de Sólidos em Suspensão (CSS) dos seis afluentes da bacia variaram de 0,2 a 21,25 (mg/L), com valores maiores nos meses de janeiro e março em todos os afluentes sendo considerado os meses de chuva na região, já os outros meses os valores foram inferiores a 12,75 mg/L, exceto o mês de julho no Córrego das Caçadas que apresentou o maior valor com 21,25 mg/L, o que se explica pela chuva neste dia de coleta (Gráfico 2).

Gráfico 2: Concentração de Sólidos em Suspensão (mg/L) dos seis afluentes do reservatório da UHE Caçu em seis meses de coleta.



Observando individualmente os valores de CSS de cada afluente, em cada mês de análise é possível perceber a variação de CSS proporcionalmente aos meses de chuva na região, exceto o mês de julho que se destacou nos Córregos Caçadas, Caju e João Maria.

Pode ser explicado a CSS no mês de julho nas menores sub bacias, pela precipitação no dia da coleta e pelo tamanho da área sendo inferior as demais, em que a classe predominante do uso da terra da bacia é a pastagem com 74,93%, sendo que de acordo com Braga (2012) “A alteração do uso da terra proporciona a degradação e compactação do solo, acentuando o escoamento superficial, e como consequência leva a intensificação dos processos erosivos, especialmente, em áreas vulneráveis”. A erosão do solo consiste nos processos de desprendimentos e arraste de partículas de solo, resultado da erosão da bacia pela ação da água e do vento (CARVALHO, 2008).

Os córregos das Caçadas e Caju foram os que apresentaram maiores valores de CSS, uma vez que a concentração de sólido em suspensão está diretamente ligada à constituição do solo e uso da terra.

Os elevados valores da CSS no córrego das Caçadas pode ser associado possivelmente devido ao uso da terra, com predomínio de pastagem com criação de gado, o que provoca maior degradação da área devido ao uso intensivo do solo, e os materiais transportados são predominantemente oriundos da Formação Vale do Rio do Peixe. No período de chuva da região verificou o surgimento de um curso d’água temporário (Figura 2) a montante do ponto de coleta de dados, o que pode contribuir para o aumento dos valores da CSS.

Figura 2: Curso d'água temporário a montante do ponto de coleta de dados.



Fonte: PAULA, M. R. (2012)

O córrego do Caju está sob a influência do Argissolo Vermelho-Amarelo, desde a sua nascente até o ponto de coleta de dados. Esse tipo de solo é suscetível a erosão conforme a intensidade de chuva, pois é um solo arenoso, além de ter uma declividade média no ponto de coleta, o que ocorre somente no mesmo e no córrego Fundo, enquanto os outros pontos estão sob uma declividade fraca.

O córrego do Caju está entre as três menores sub bacias com predomínio de áreas de pastagens e com plantação de silvicultura próxima a nascente. A montante do ponto de coleta de dados é um local onde o gado bebe água diretamente no córrego, propiciando o processo de erosão, facilitando o transporte de sólidos em seu leito (Figura 3).

Figura 3: Presença de gado a montante do ponto de coleta do córrego do Caju.



Fonte: Braga, C.C. (2012)

No córrego João Maria (Figura 4) verificou-se os menores valores de CSS devido aos seguintes fatores: menor velocidade de escoamento do fluxo d'água e o ponto de coleta dos dados se localizam próximo da nascente (figura 5) que está preservada e o solo predominante nessa área é o Latossolo Vermelho.

Figura 4: Córrego do João Maria

Figura 5: Nascente do córrego do João Maria



Fonte: Barcelos, A.A. (2012)



Fonte: Braga, C.C. (2012)

Apesar do intenso uso da bacia, os valores de CSS podem ser considerados baixos, tendo em vista que os valores foram inferiores a 50 mg/l quando comparados com os estudos realizados por Lima *et al.* (2004) para a bacia do Araguaia – Tocantins,

consideradas muito baixas em ambientes lóticos, sendo que o maior valor da CSS entre os afluentes analisados foram de 21,25 mg/L.

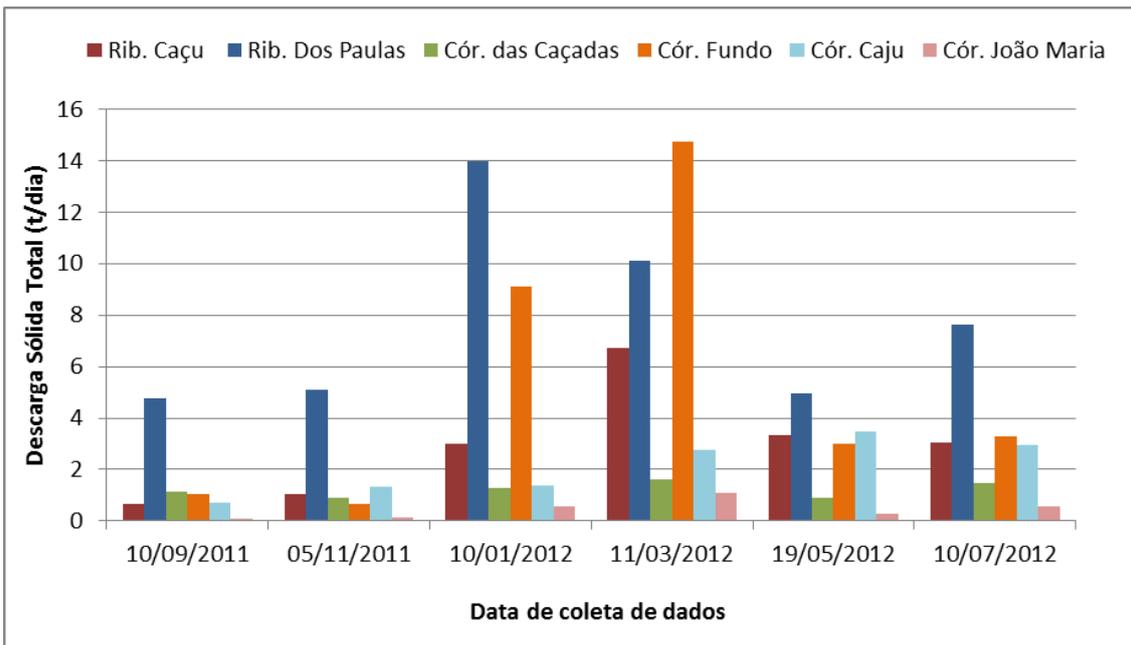
Apesar da Formação Vale do Rio do Peixe e a categoria pastagem apresentarem maior abrangência na área da bacia, as contribuições de CSS foram muito baixas, o que pode ser explicado que a maior parte da bacia está associada a relevos tabulares, com declividade predominantemente fraca e Latossolo Vermelho com maior abrangência, dificultando assim o transporte de sólidos para dentro do leito.

Braga (2012) realizou um estudo analisando a distribuição espacial e temporal de sólidos em suspensão nos afluentes e reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros- GO, em que diz respeito ao intenso uso da terra, o tipo de relevo que abrange a bacia hidrográfica que são as planícies, e o Latossolo como solo predominante, na qual o autor destaca que devido a essas características ocorre uma dificuldade de lixiviação do mesmo e o transporte de sólidos em suspensão pela ação da chuva, o que explica os baixos valores de CSS.

A Descarga sólida total é a quantidade de sedimentos transportados que passa em uma seção transversal de um curso d'água num determinado tempo, que inclui a descarga em suspensão medida, descarga não-medida e descarga do leito (CARVALHO, 2008).

De acordo com os dados avaliados (Gráfico 3) verificou-se que os valores de DST em todos os afluentes variou entre 0,1 a 14,76 toneladas por dia. Considerando os períodos de chuva na região, verifica-se que a maior representatividade de contribuições de DST ocorreu nos meses de janeiro e março.

Gráfico 3: Descarga Sólida Total (t/dia) dos seis afluentes do reservatório da UHE Caçu em seis meses de coleta.



O Ribeirão dos Paulas e o Córrego Fundo foram os afluentes que apresentaram os maiores valores de DST, cujos valores podem ser explicados por possuírem as duas maiores seções transversais, maiores vazões com as maiores velocidades dentre os córregos analisados, e que estão entre as três maiores sub bacias da área de estudo. Além dessas características, se localizam na margem esquerda da bacia da UHE Caçu, próxima uma da outra, e a classe predominante do uso da terra é a pastagem, o que propicia a elevados valores.

No ponto de coleta de dados do Ribeirão dos Paulas não há presença de mata ciliar nas suas margens (figura 6), e no córrego Fundo há presença de mata ciliar somente na margem esquerda (figura 7), o que pode contribuir com os valores de DST.

Figura 6: Ribeirão dos Paulas

Figura: Córrego Fundo



Fonte: CARVALHO.L.F.M.

Fonte: CARVALHO.L.F.M.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo verificou-se que os valores de Concentração de Sólidos em Suspensão, Vazão e Descarga Sólida Total, variaram proporcionalmente com o período de chuva na região, porém não se verificou uma relação entre vazão e CSS, mas uma relação entre vazão e DST.

As maiores vazões foram verificadas nas maiores sub-bacias e os menores valores nas menores sub-bacias da área de estudo. Em relação a Concentração de Sólidos em Suspensão ocorreu uma variação entre 0,2 a 21,25 (mg/L) entre os seis afluentes da bacia nos períodos seco e úmido. As maiores contribuições de CSS se destacou nos córregos Caçada e Caju.

O Ribeirão dos Paulas e o córrego Fundo foram os que apresentaram os maiores valores de Descarga Sólida Total. Os valores de DST do Ribeirão dos Paulas variaram de 4,77 a 13,96 toneladas por dia e o córrego Fundo teve uma variação de 0,65 a 14,76 toneladas por dia, enquanto os outros afluentes apresentaram uma variação de 0,1 a 6,73 toneladas por dia o que se deve as características naturais da bacia e ao uso e ocupação do solo.

Agradecimentos:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro através do processo 564525/2010-3.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. Ed. Washington: APHA, 1998, 1085 p.

BICALHO, C. C. **Estudo do transporte de sedimentos em suspensão na bacia do Rio Descoberto**. 2006, 146f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.

BRAGA, C. C. **Distribuição espacial e temporal de sólidos em suspensão nos afluentes e reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros- GO.** 2012, 88f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí.

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.** 2006. 211f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CABRAL, J. B.P.C; BECEGATO.V.A. Erosividade das chuvas e sua distribuição espacial na carta topográfica de Uberlândia-MG. In: **Revista de Estudos Ambientais.** V7. 12p. 2005.

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

CARVALHO, N. O; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **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 15 out. 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos,** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. Disponível em:
<http://www.solos.ufmt.br/docs/esp/SIBCs_2009.pdf >. Acesso em 5 out. 2011.

FERNANDES, L. A. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. In: **Boletim Paranaense de Geociências,** n. 55. 53-66p. 2004.

GUIMARÃES, J. A. Avaliação da influência do transporte de sedimentos na vida útil das usinas hidrelétricas. 2009. 93 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação do curso Engenharia Civil) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo. 2009.

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.

MARIANO, Z.F.; **A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de goiás.** 2005. 253f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista Campus de Rio Claro, Rio Claro – SP.

NOVELIS. Inc. **RIA/RIMA UHEs Caçu/Barra dos Coqueiros.** 231p. 2006.

PALHARES, J. C. P.; RAMOS, C.; KLEIN, B. J.; LIMA, J. M. M.; MULLER, S.; CESTONARO, T. **Medição da vazão em rios pelo método do flutuador.** Manual Técnico 455. Concórdia SC: EMBRAPA, 2007.

PAULA, M. R.; CABRAL, J. B. P.; MARTINS, A. P. Uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na caracterização do uso da terra da bacia hidrográfica da UHE Caçu– GO. In **REVISTA GEONORTE,** Manaus, V.4, N.4, p.1482 – 1490, 2012. Disponível em:

http://www.google.com.br/search?q=Uso+de+t%C3%A9cnicas+de+Sensoriamento+Remoto+e+Geoprocessamento+na+caracteriza%C3%A7%C3%A3o+do+uso+da+terra+da+bacia+hidrol%C3%A1fica+da+UHE+Ca%C3%A7u%E2%80%93GO.&rls=com.microsoft:pt-br:IE-SearchBox&ie=UTF-8&oe=UTF-8&sourceid=ie7&rlz=1I7MOOI_pt-BRBR450&redir_esc=&ei=nwkhUPvQOonM9QSNr4D4BQ acesso em 15 de jun. 2012.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1995. p 65.

SANTOS, I. *et al.* **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 372p. 2001.

SIEG. **Sistema Estadual de Estatísticas Informações Geografias de Goiás**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 5 ago. 2011.

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