

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO EM DIFERENTES ESCALAS ESPACIAIS

Haline Depiné¹, Adilson Pinheiro², Leandro Mazzuco de Aguida³, Vander Kaufmann⁴ & Marcos Rivaíl da Silva²

RESUMO – As escalas espaciais influenciam a magnitude dos processos hidrológicos. Neste trabalho visa-se avaliar o efeito da mudança de escala espacial na produção e transporte de sedimentos em suspensão em bacias agrícolas. Foram analisadas as escalas variando de 1m² (lisímetro) a 29,89 km² (3 seções fluviométricas) na bacia experimental e representativa do Ribeirão Concórdia, localizada no município de Lontras, SC. Foram coletadas amostras durante 17 eventos chuvosos no período de janeiro de 2008 a março de 2009. No lisímetro são amostradas as águas escoadas superficialmente ao longo do evento pluvioso. Nas seções fluviométricas foram instalados amostradores de nível ascendente e descendente. O lisímetro representa a produção de sedimentos em áreas agrícolas. As cargas de sedimentos em suspensão nas três estações fluviométricas foram diferentes, não refletindo uma evolução espacial proporcional a área de drenagem. A seção fluviométrica intermediária apresentou os maiores valores médios de concentração enquanto que a seção de montante, os valores foram os mais baixos. Nota-se que as heterogeneidades espaciais influenciam fortemente as concentrações de sedimentos em suspensão encontrados no escoamento fluvial.

ABSTRACT – The spatial scales influence the magnitude of the hydrological processes. This research aims to evaluate the effect of changing spatial scale in the production and transport of suspended sediments in watershed. Scale were analyzed ranging from 1 m² (lysimeter) to 29,89 km² (3 fluviometrics stations) in experimental and representative Ribeirão Concórdia basin, located in the municipality of Lontras, SC. Samples were collected during 17 rain events, in the period from January 2008 to march 2009. In the lysimeter are sampled the water superficially disposed during the pluvios event. In the fluviometrics stations were installed samplers of upward level and downward level. The lysimeter represents the sediment productions in agricultural areas. Loads of suspended sediments at the three fluviometrics stations were different, not reflecting a spatial evolution proportional to drainage area. The intermediate fluviometric station expressed the higher medium values of concentration, while in the upstream section, the values were the lowest. It is observed that spatials heterogeneities influence the suspended sediment's concentrations found in fluvial flow.

Palavras-chave: Concentração de sedimentos, mudanças de escala.

¹ Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau.

² Professor da Universidade Regional de Blumenau, Rua São Paulo, 3250, 89030-000, Blumenau, SC, email: pinheiro@furb.br, rivaíl@furb.br.

³ Estudante de química, bolsista do PIBIC/FURB.

⁴ Biólogo e químico, mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau.

1 - INTRODUÇÃO

Os processos hidrológicos, componentes do ciclo de água, ocorrem entre a precipitação e o sistema de drenagem fluvial, envolvendo principalmente o solo. Ao longo do trajeto da água, diversas reações ocorrem entre as fases líquida, gasosa e sólida, esta última constituída por minerais e orgânicos. As reações influenciam a composição química da fase líquida. Outros compartimentos, em particular a vegetação e os organismos, intervêm no ciclo da água e na produção de sedimentos.

As interações no sistema hidrológico podem ser estudadas em diferentes escalas espaciais e temporais. A integração das diversas escalas é um problema científico que tem sido abordado em bacias hidrográficas (Blöschl e Sivapalan, 1995, Blöschl, 2001, Ocampo *et al.*, 2006, Wagener *et al.* 2007). Eles devem considerar simultaneamente as dimensões características dos processos elementares, a escala prática das observações e as coletas de dados e a escala do problema a ser resolvido (Grimaldi, 2004).

Em cada escala, as medidas e os métodos variam de acordo com os processos considerados. Ao nível da estrutura do meio poroso estuda-se a água ligada e as reações de transformações e de imobilização dos elementos químicos, ao nível do perfil do solo, as pesquisas são direcionadas ao movimento local da água e de solutos, ao nível da bacia hidrográfica, o interesse é dirigido aos escoamentos superficial, sub-superficiais e subterrâneos que alimentam os cursos de água. Estes escoamentos relacionam-se com os processos sedimentológicos gerados nas vertentes da bacia e no sistema de drenagem fluvial.

A escala da bacia hidrográfica permite limitar a variabilidade e heterogeneidade do meio que são estudados nas escalas inferiores. Seu caráter integrador é por um lado o seu principal interesse e de outro lado seu principal limite. Esta abordagem privilegia os processos dominantes agindo sobre a quantidade e/ou qualidade da água no exutório. Os estudos nas pequenas bacias hidrográficas são muito utilizados em diversos problemas ambientais. Em uma bacia, os processos e os fatores determinantes da composição química da água do rio são múltiplos (Martin, 2003).

Segundo Willians (1989) as concentrações de sedimentos e as vazões podem ser influenciadas pela intensidade das precipitações e por sua distribuição, pelo escoamento superficial, pelas distâncias percorridas, pelo armazenamento dos sedimentos disponíveis e pela capacidade de sedimentação. Vários os fatores influenciam a relação entre a concentração de sedimentos em suspensão e a vazão, podendo-se destacar: a) a intensidade da chuva; b) a variação temporal e diferentes tipos de uso da terra, que podem beneficiar ou dificultar a ocorrência dos processos erosivos; c) a declividade da bacia hidrográfica; e d) as condições de umidade e descarga que influenciam na quantidade de sedimento a ser fornecida por erosão das vertentes e do canal (Reid *et al.*, 1997).

Neste trabalho objetiva-se estudar o efeito da mudança de escala espacial na produção e transporte de sedimentos em bacias agrícolas. A área de estudo é a bacia experimental e representativa do Ribeirão Concórdia, SC, que pertencente a rede de pesquisa de bacias experimentais do bioma da Mata Atlântica, financiado pelo MCT- FINEP/CT-Hidro-CNPq.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a Bacia Experimental do Ribeirão Concórdia, localizada no município de Lontras, conforme figura 1. O ribeirão Concórdia é afluente do rio Lontras e este por sua vez é afluente do Rio Itajaí-Açu. A bacia está inserida entre as bacias que fazem parte da Rede MATASUL e, entre as sete micro-bacias monitoradas pelo Projeto de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEM/MICROBACIAS), desenvolvido pela Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural de Santa Catarina.

A Bacia do Ribeirão Concórdia possui uma área de drenagem de 30,74 km². A região climática onde está inserida a micro-bacia, de acordo com a classificação de Thornthwaite é definida como sendo clima Mesotérmico Úmido do tipo B3 B'3 ra', sem estação seca definida e com precipitações anuais entre 1600 a 1800 mm. De acordo com Köppen, o clima é do tipo Cfa. A vegetação original da área pertence à Floresta Ombrófila Densa. Atualmente, os principais usos na bacia são mata nativa (47,61%), pastagem (20,35%) e milho (9,29%).

A bacia é monitorada em quatro seções. Uma seção, a qual denomina-se Ponto 4 está equipada com um lisímetro de 1 m³, que permite monitorar e avaliar o escoamento superficial e escoamento sub-superficial profundo. Nas outras três seções fluviométricas, denominadas Ponto 1, 2 e 3, foram instalados sensores de nível e amostradores de nível ascendente (ANA) e amostrador de nível descendente (AND) construído e implantado conforme foi descrito por Umezawa (1979).

Os amostradores ANA (Amostrador de nível ascendente) e AND (amostrador de nível descendente) possibilitam a coleta da amostra na profundidade, ou seja, todo o perfil da lâmina de água durante a passagem de uma onda de cheia. O ANA é composto por um conjunto de garrafas, onde em cada uma delas são acoplados dois tubos, um para admissão da amostra e outro para saída do ar. O tubo de admissão é em forma de sifão para impedir a recirculação de água no interior da garrafa enquanto a mesma estiver submersa. A coleta de água em cada cota inicia no instante em que o nível de água chega ao bocal de entrada, até o momento em que atinge o ponto mais alto do seu sifão. O AND parte do mesmo princípio, porém possui um sistema de roldanas com alavanca, que mantém o bico de entrada fechado durante a elevação do nível de água. A partir do momento que o nível começa a baixar, o contrapeso força a abertura do bico de entrada, permitindo o enchimento da garrafa.

O ponto 1, situado na latitude 27° 10' 45,7" S e longitude 49° 31' 17,1" W, a uma altitude de 346 m, localiza-se próximo ao exutório da bacia e o solo é Gleissolo háplico Ta alumínico típico. A seção fluviométrica possui sensor de nível, funcionando pelo registro de pressão da coluna de água, com registrador automático, com coleta de dados a cada 5 cm, os quais são armazenados em um datalogger. Neste ponto estão instaladas 16 garrafas, sendo 8 garrafas no ANA e 8 no AND. O ANA inicia na cota 2,05 m, que corresponde a uma vazão de 0,29 m³/s e termina na cota 3,52 m, que corresponde a uma vazão de 6,05 m³/s. o AND inicia na cota 3,72 m e termina na cota 2,32 m, que correspondem as vazões 8,15 m³/s e 0,59 m³/s, respectivamente. Os amostradores estão instalados afastados da estrada, sendo que no lado direito do leito do rio existe uma residência e do outro lado uma pequena área de pastagem, acima desta área de pastagem existem lagoas para criação de peixes. A montante dos amostradores a área é ocupada por um extenso reflorestamento.

O ponto 2 situa-se a latitude de 27° 10' 28,3" S e longitude de 49° 28' 28,3" W, com altitude de 349 m. A seção fluviométrica é equipada com um sensor de nível de bóia, com registro automático, a intervalos de 5 minutos, armazenados em datalogger. Neste ponto está instalado um amostrador de nível ascendente com sete garrafas para coleta e água e sedimento. O primeiro frasco coletor está instalado a uma cota de 0,25 m, que corresponde a uma vazão de 0,11 m³/s e o último frasco na cota 1,09 m com vazão de 5,17 m³/s. O solo encontrado neste ponto é o Cambissolo háplico alumínico típico. Mas na área de contribuição deste ponto também encontram-se Argissolo vermelho-amarelo alítico típico. O terreno nesta região apresenta certa declividade. Do lado direito existe uma estrada rural e do lado esquerdo encontra-se uma residência e instalações rurais, não existindo mata ciliar preservada em nenhuma das laterais. A montante deste ponto de coleta há uma área não muito extensa com uma pequena faixa de mata ciliar.

A seção fluviométrica do ponto 3 é constituída por um vertedor misto, equipado com um sensor de nível de bóia, com funcionamento idêntico ao da seção anterior. Nesta seção foram instaladas 7 garrafas de coleta no amostrador de nível ascendente, a cada 15 cm de profundidade, em média, iniciando na cota 0,21 m, que corresponde a uma vazão de 0,029 m³/s e terminando na cota 0,69 m com vazão de 0,56 m³/s. Neste ponto o lado esquerdo o terreno é bastante íngreme, apenas com vegetação rasteira. Localiza-se na latitude de 27° 09' 58,2" S e longitude 49° 29' 28,2" W, com altitude de 397,5 m. No lado direito, o ribeirão está afastado da estrada e protegido por vegetação fechada. A montante do ponto de coleta o terreno também é protegido pela mesma vegetação. O solo é o Argissolo vermelho-amarelo alítico típico. O relevo à montante é declivoso. No ponto 4, está instalado o lisímetro volumétrico. Foi construído utilizando-se chapas de acrílico com dimensões de 1m X 1m X m. Ele é representativo da produção de sedimentos em área agrícola, e permite a utilização de amostra de solo não deformada de 1m³ de volume. Possui instalação para coleta do escoamento superficial e sub-superficial profundo. Situa-se na latitude 27° 11' 20,5" S e

longitude 49° 29' 40,1" W, com altitude de 365 m. O solo naquele ponto é o Cambissolo háplico Ta distrófico típico. O terreno é utilizado para agricultura há pelo menos quinze anos, sem nenhuma prática evidente de conservação do solo, exceto algumas adubações verdes esporádicas. A principal cultura é o milho, em plantio convencional. No período de abril à julho de 2008 o terreno estava ocupado por uma forrageira de inverno. Após a retirada desta cultura, o solo ficou descoberto até início de setembro do mesmo ano, quando iniciou-se as atividades de preparo do solo (revolvimento) para o plantio de milho. O plantio da cultura se deu no final do mês de outubro de 2008. E permaneceu implantada no local até março de 2009. Todos os manejos e aplicações de agroquímicos ou fertilizantes que foram feitas na lavoura foram repetidas no lisímetro, para se ter ali as mesmas condições de campo.

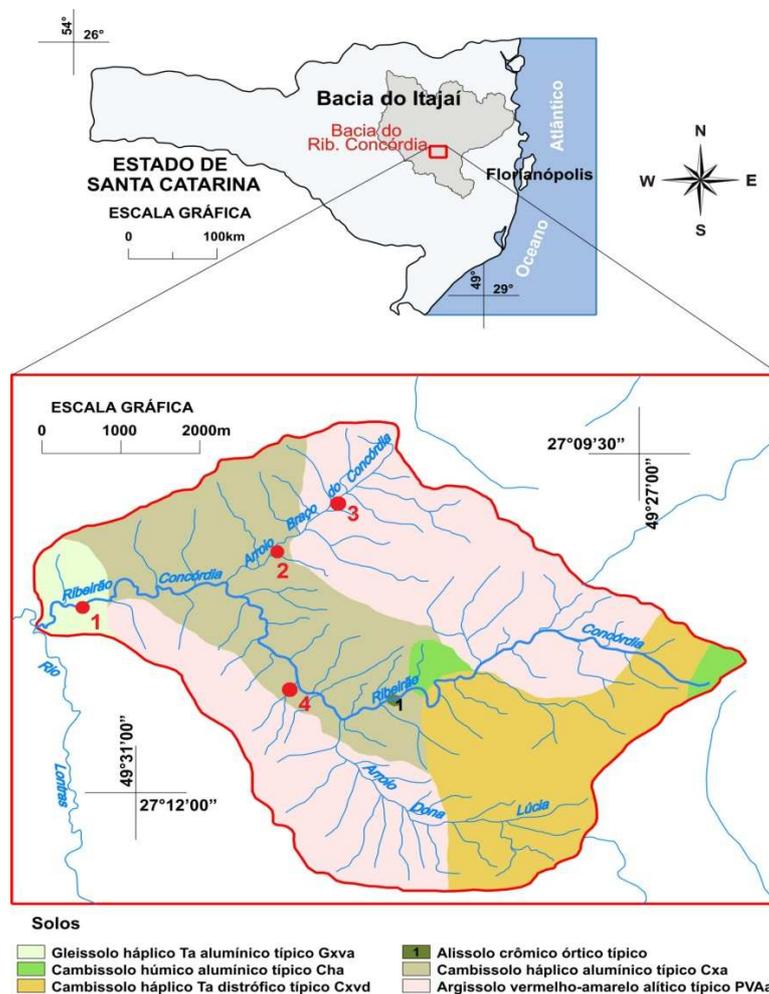


Figura 1 - Mapa da Bacia do Ribeirão Concórdia em Lontras – SC

As áreas de drenagem dos pontos 1, 2 e 3 são 29,89, 5,81 e 2,36 km², respectivamente. As seções fluviométricas de coleta encontram-se como bacias embutidas. Os quatro pontos amostrais permitem uma análise de mudança de escala espacial.

Foram coletadas amostras de água dos Amostradores de Nível Ascendente, Nível Descendente e Lisímetro no período de janeiro de 2008 a março de 2009, em dezessete eventos de cheia.

A concentração dos sedimentos em suspensão foi determinada em laboratório, seguindo as seguintes etapas: (a) As amostras (água + sedimento) são homogeneizadas e depois transferidas para béqueres para melhor manuseio; (b) Secagem das amostras em estufa a 60°C, até completa evaporação da água; (c) Pesagem dos béqueres com sedimento; (d) Limpeza dos béqueres e posterior pesagem dos béqueres vazios; (e) Subtraindo os valores encontrados do béquer com sedimento e depois sem sedimento, obtém-se o peso de sedimento por amostra, em gramas; (f) Dividindo o Peso (g) encontrado pelo volume total de água, obteve-se a concentração de sedimento para cada amostra (g/L).

3 - RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos em cada ponto de amostragem de sedimentos.

3.1 - Ponto 1

No ponto 1 o monitoramento foi feito durante o período de janeiro de 2008 à março de 2009, totalizando 17 eventos chuvosos. Os valores observados de concentração de sedimentos para este ponto apresentaram média de 3,19 g/L, desvio padrão de 2,00 g/L. O valor máximo observado nas médias dos eventos foi 5,889 g/L e o valor mínimo de 0,86 g/L. A Figura 2 mostra o gráfico que relaciona as concentrações médias de sedimentos de todos os eventos monitorados, com a respectiva vazão. A concentração de sedimentos no início da cheia é elevada, apresentando um pico, anterior ao pico de vazão e em seqüência um decréscimo na concentração, ainda fase de ascensão do hidrograma. Esta alta concentração no início das ondas de cheia provavelmente está relacionada à intensidade da chuva, carga de sedimento disponível para transporte e a contribuições externas, conforme citado por Willians (1989). Neste ponto observam-se altos valores de concentração de sedimentos encontrados nas primeiras cotas do ANA, que apresentado na figura 2. Isto pode ter ocorrido devido aos frascos de coleta do ANA estarem posicionados em cotas muito baixa, sofrendo facilmente interferências de contribuições externas, que não eventos chuvosos. Motivo pelo qual, desconsideraram-se as coletas provenientes do frasco da última cota do AND. Um forte indício desta interferência externa está no fato de existirem lagoas de criação de peixes a montante do ponto de coleta, e uma lagoa no terreno ao lado, que é periodicamente aberta, e toda água é lançada no ponto onde estão instalados os amostradores.

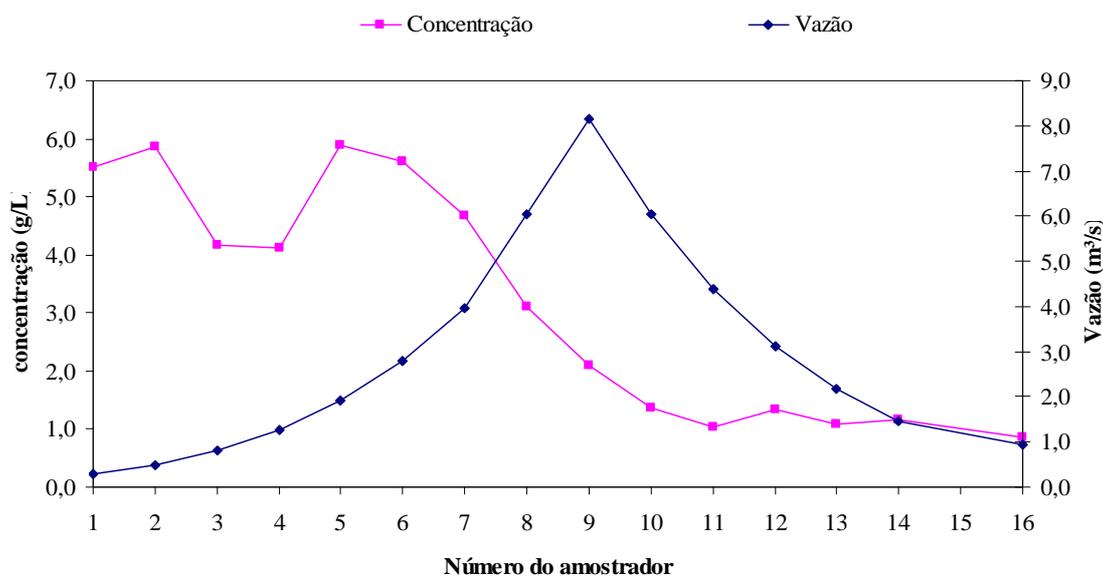


Figura 2 - Vazão e concentração média por nível de amostrador de sedimentos, em todos os eventos registrados na seção 1, no período de janeiro de 2008 a março de 2009. Os amostradores de sedimentos de 1 a 8 são de nível ascendente e o de 9 a 15 são de nível descendente.

3.2 - Ponto 2

No ponto 2 o monitoramento foi feito durante o período de outubro de 2008 à março de 2009, totalizando 9 eventos de chuvas intensas. Os valores observados de concentração de sedimentos para este ponto apresentaram média de 4,72 g/L, desvio padrão de 4,38 g/L. O valor máximo observado nas médias dos eventos encontrado foi 20,14 g/L e o valor mínimo encontrado 0,44 g/L. A Figura 3 mostra as evoluções das concentrações médias de sedimentos de todos os eventos monitorados, com a respectiva vazão (m³/s). Neste ponto, ocorreram mudanças na posição do hidrossedimentador por duas vezes. Portanto, o gráfico da figura 3 está representando três diferentes conjuntos de cotas.

Pode-se visualizar melhor a relação da concentração de sedimentos em suspensão com a vazão quando se analisa os eventos em cada um dos conjuntos de cotas separadamente. As figuras 4, 5 e 6 mostram a correlação dos sedimentos com a vazão nos diferentes conjuntos de níveis que o hidrossedimentador foi instalado.

Neste conjunto de cotas, os números dos amostradores correspondem aos níveis de 0,31; 0,44; 0,57; 0,70; 0,83; 0,96 e 1,09 m respectivamente (figura 4).

Os números de amostradores correspondem aos níveis de 0,38; 0,51; 0,64; 0,77; 0,90 e 1,03 m respectivamente (figura 5). Neste conjunto de cotas foi desconsiderado o primeiro nível (0,25 m), por estar mascarando os dados, devido à cota ser muito baixa e sofrer contribuições externas.

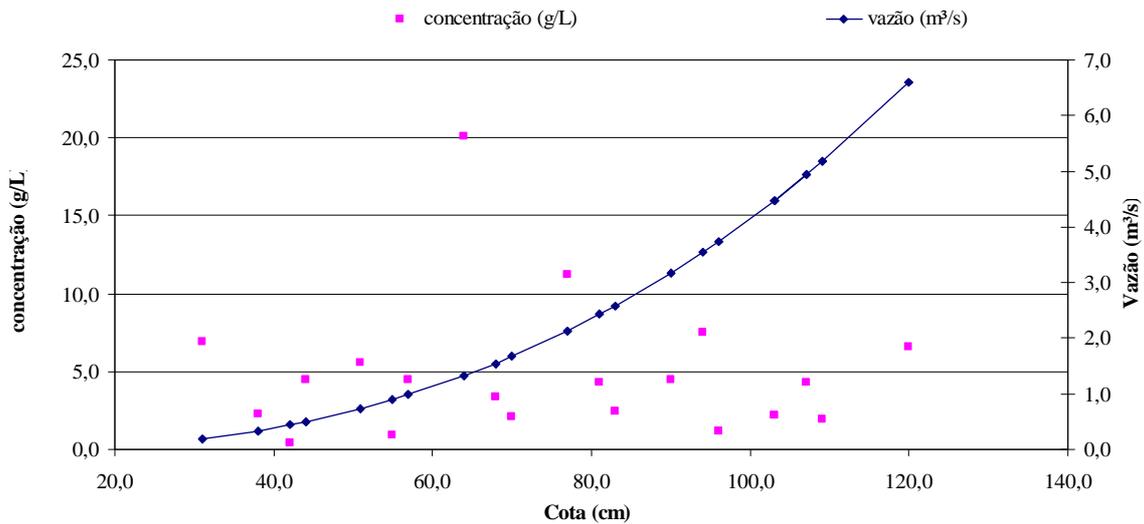


Figura 3 - Concentração média e vazão por níveis de amostrador em todos os eventos registrados na seção 2.

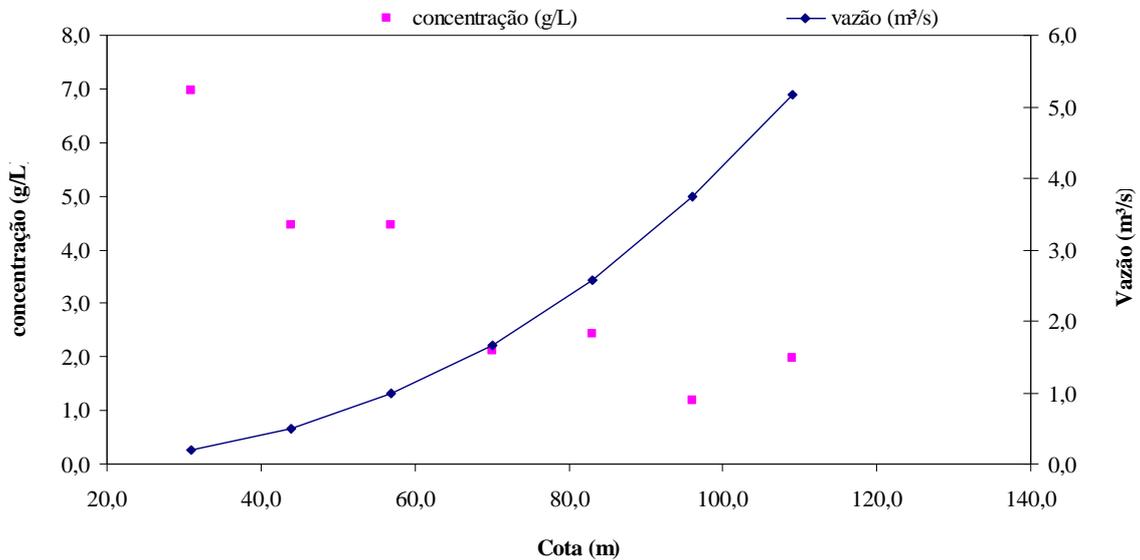


Figura 4 - Concentração média de sedimentos e vazão, na seção 2, por nível de água, nos eventos dos dias 04/10, 25/10, 02/11 e 12/11/2008.

Os números de amostradores correspondem aos níveis 0,42; 0,55; 0,68; 0,81; 0,94; 1,07 e 1,20 m, respectivamente (figura 6).

Nota-se que nos três conjuntos de cotas, a concentração de sedimentos no início da onda de cheia é elevada, apresentando um pico, anterior ao pico de vazão e em seqüência um decréscimo na concentração, mesmo com a vazão em elevação. Esta elevação na concentração de sedimentos no início da onda de cheia provavelmente pode estar relacionada à carga de lavagem da estrada, que se situa ao lado do ponto de coleta do ribeirão.

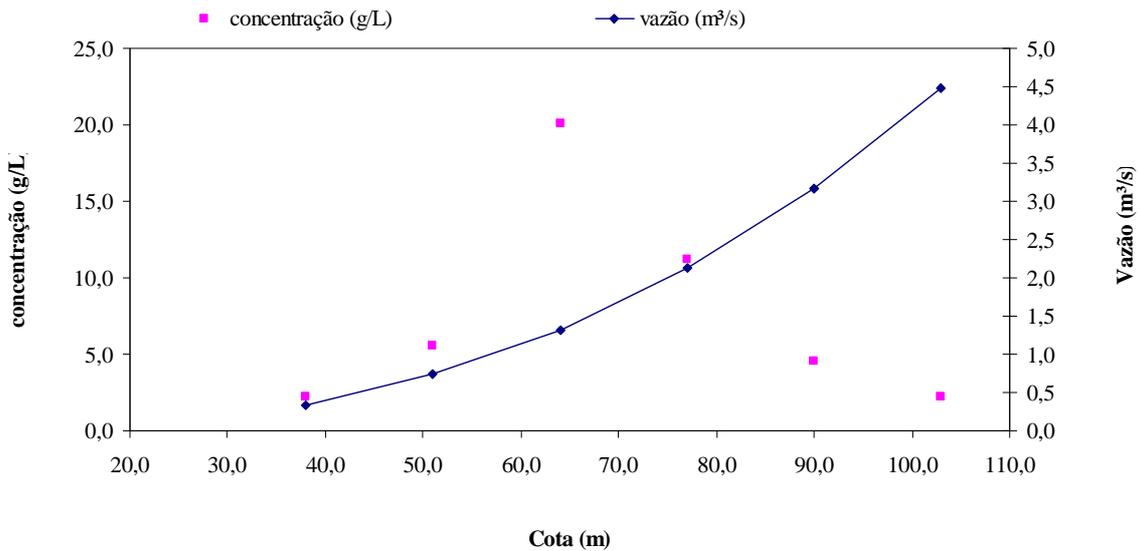


Figura 5 - Concentração média de sedimentos e vazão na seção 2, por nível de água, nos eventos dos dias 16/10, 23/10 e 23/11/2008 .

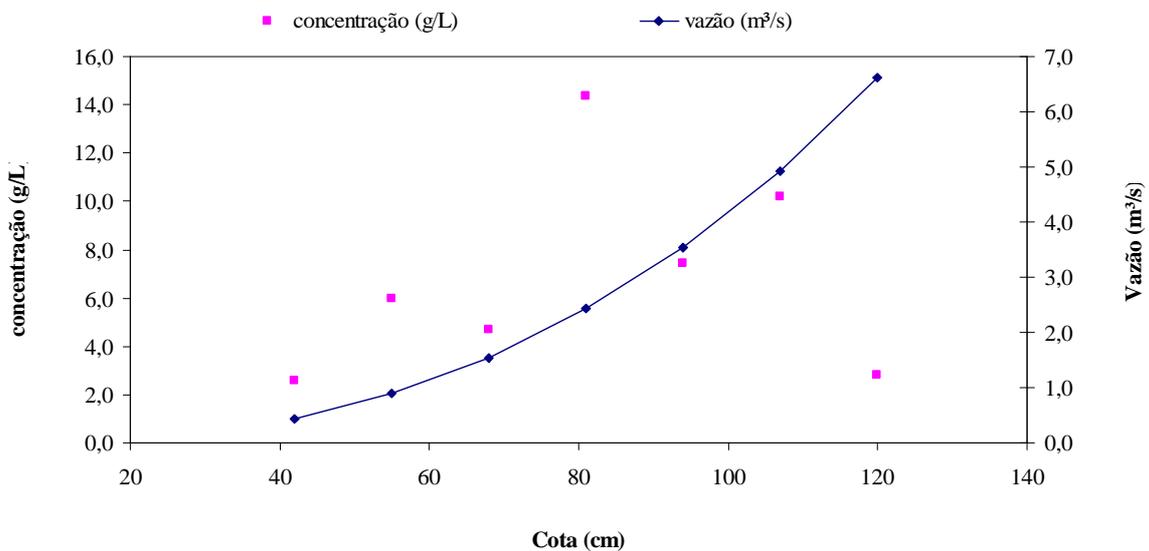


Figura 6 - Concentração média de sedimentos e vazão na seção 2, por nível de água, nos eventos dos dias 23/02 e 09/03/2009.

3.3 - Ponto 3

No ponto 3 o monitoramento foi feito durante o período de setembro de 2008 à março de 2009, totalizando 10 eventos pluviosos. Os valores observados de concentração de sedimentos para este ponto apresentaram média de 1,75 g/L, desvio padrão de 0,59 g/L. O valor máximo observado nas médias dos eventos foi 2,53 g/L e o valor mínimo de 1,11 g/L. A Figura 7 mostra a evolução das concentrações médias de sedimentos de todos os eventos monitorados, com a respectiva vazão.

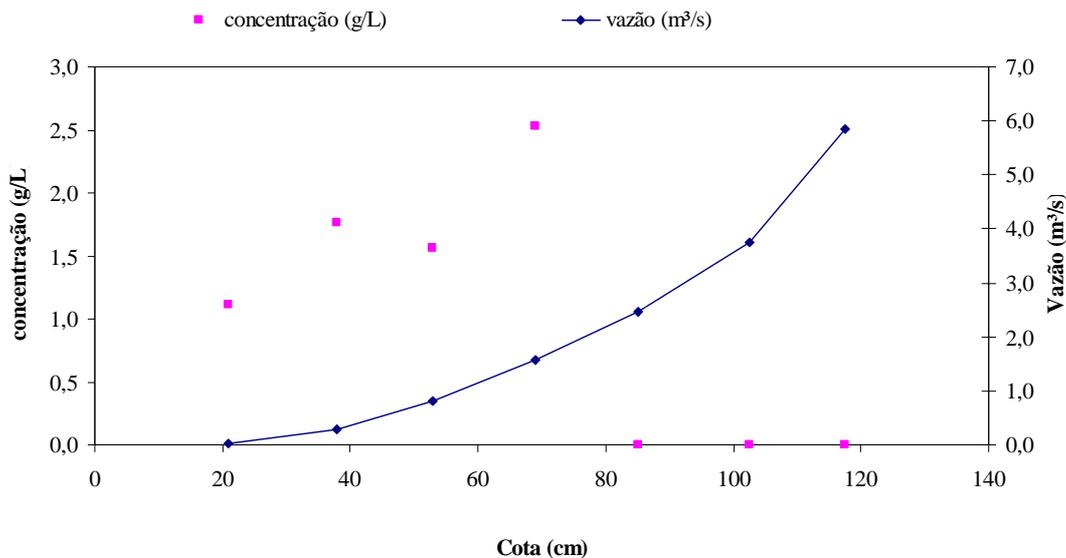


Figura 7 - Concentração média e vazão, na seção 3, por níveis de água, em todos os eventos registrados

Como observado nos pontos 1 e 2, a concentração máxima ocorre na fase de ascensão do hidrograma. Neste ponto em nenhum evento a coleta foi completa em todos os níveis. Nos três últimos níveis não ocorreram coletas. Os números de amostradores correspondem às cotas 0,21; 0,38; 0,53; 0,69; 0,85; 1,02 e 1,17 m respectivamente.

Pode-se notar que a correlação entre vazão e concentração de sedimentos não foi satisfatória em nenhum dos pontos amostrados. Segundo Paiva *et al.* (2000), existe uma relação biunívoca entre cota e descarga se o regime de escoamento for uniforme, ou seja, a declividade da linha de energia for igual à declividade de fundo do canal. Isso ocorre apenas quando a estação atende todos os requisitos técnicos recomendados por norma. Mas em pequenas bacias hidrográficas, como é o caso desta em estudo, a situação se modifica, pois as ações antrópicas têm efeitos imediatos nos rios, que nem sempre são expressos nas observações ou registros feitos nas estações fluviométricas.

3.4 - Ponto 4 (Lisímetro)

No lisímetro, as coletas de amostras de água são realizadas no final do evento de chuvas intensas. Ele expressa uma concentração média do evento hidrológico completo. Na figura 8 são apresentadas as concentrações determinadas nas amostras coletadas no período de abril de 2008 a fevereiro de 2009.

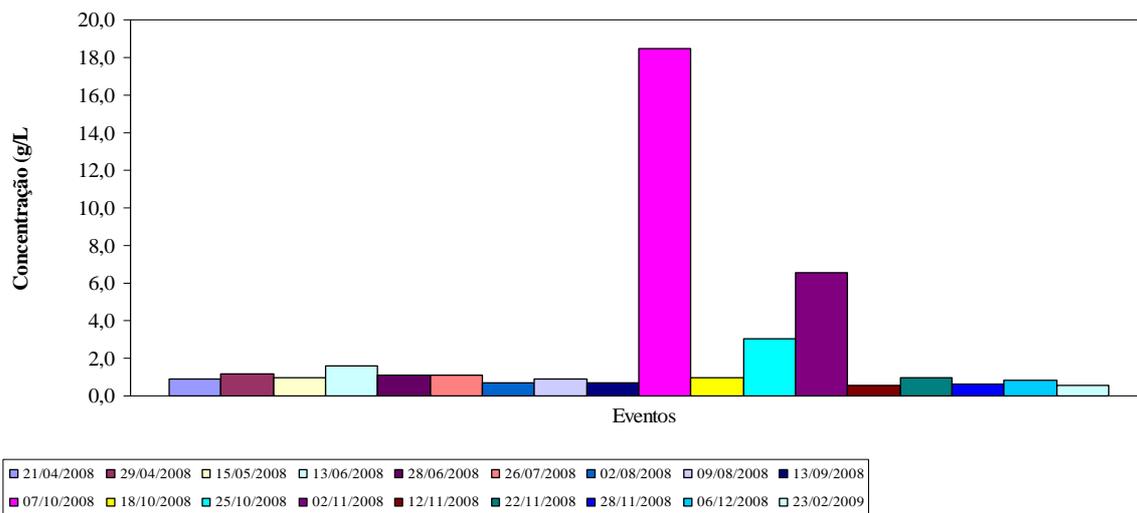


Figura 8 – Concentração de sedimentos média no escoamento superficial do lisímetro, por evento chuvoso.

Pode-se notar que ao longo do período monitorado, a quantidade de sedimentos transportados por escoamento superficial se mantém estável. Variando apenas em três eventos que coincidem com a época de preparo do terreno para o plantio (07/10/2008), onde é feito um revolvimento do solo, facilitando o desprendimento de partículas, e época de semeadura e germinação do milho. Estas práticas causam um revolvimento maior no solo quando se trata de agricultura convencional, podendo justificar estes aumentos na concentração de sedimentos encontrados na bacia.

A figura 9 apresenta a relação entre as concentrações médias obtidas com as coletas no ponto 2 e as concentrações obtidas no lisímetro, nos dias 07/10, 18/10, 25/10, 02/11, 12/11, 22/11, 28/11/2008 e 23/02/2009.

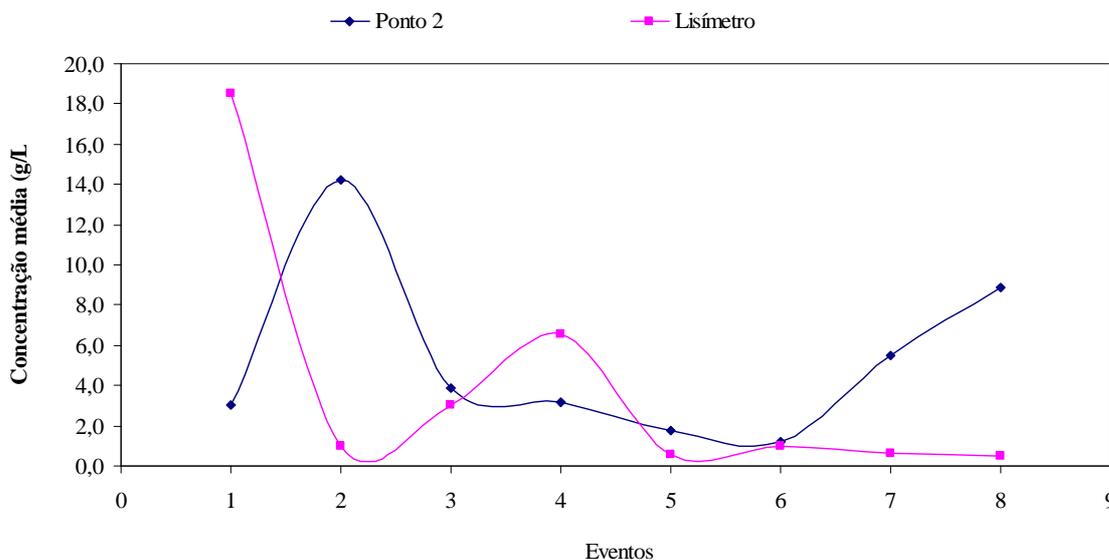


Figura 9 – Concentração média de sedimentos na seção 2 e no lisímetro, nos mesmos eventos.

Nota-se que as maiores concentrações de sedimentos são encontradas no ponto 2, que localiza-se ao lado de uma estrada, e possui vários pontos de contribuição de materiais provenientes da mesma a montante, exceto quando ocorre movimentação do solo para plantio na área agrícola. Isto significa que a contribuição das áreas de estradas e vias de acesso, nas bacias hidrográficas agrícolas pode apresentar uma contribuição significativa de sedimentos ao sistema de drenagem.

A Tabela 1 apresenta as concentrações médias de sedimento em suspensão encontradas nos quatro pontos de coletas, nos diversos eventos de chuva ao longo do monitoramento.

Tabela 1 – Concentrações médias por eventos nos quatro pontos monitorados na micro-bacia Ribeirão Concórdia.

Concentrações médias por eventos				
Evento	CME 1	CME 2	CME 3	CM Lis
	(g/L)	(g/L)	(g/L)	(g/L)
30/01/2008	0,604			
02/03/2008	0,517			
21/04/2008	0,924			0,870
02/05/2008	4,698			0,970
26/06/2008	0,336			1,100
12/09/2008	2,261		0,484	0,700
21/09/2008	0,153			
05/10/2008	3,699	3,028	1,397	18,500
18/10/2008	3,970	14,249	4,379	0,970
23/10/2008	0,641	3,866	1,115	
25/10/2008	1,088	3,143	0,342	3,010
02/11/2008	3,256	1,781		6,550
12/11/2008	0,402	1,211	0,249	0,560
23/11/2008	1,774	5,474	0,185	0,960
16/01/2009	5,235		3,235	

Observa-se que na maioria dos eventos, as concentrações de sedimentos (CME) mais elevadas são obtidas no ponto 2. A tabela 1 e a figura 9 demonstram fortes indicativos de que nesta bacia a maior contribuição de sedimentos é proveniente de estradas e não da agricultura, como a maioria dos trabalhos demonstram.

4 - DISCUSSÃO

A análise de mudança de escala espacial tornou-se muito difícil, pois os valores médios encontrados foram bastante diferentes. A correlação da concentração de sedimentos entre pontos de diferentes escalas não ter sido satisfatória. Segundo Mendiondo e Tucci (1997), as condições iniciais atuantes na micro-escala se filtram e seus efeitos se superpõem para dar uma resposta

hidrológica na meso-escala. Elas têm menos efeito à medida que cresce a intensidade e a uniformidade espacial das chuvas. Quando se trata de micro-escalas é preciso contar com o máximo de fatores que influem no processo hidrológico para obter uma boa estimativa de informação. Para Collischonn (2001) à medida que se aumentam as escalas espaciais da bacia, ocorre uma regionalização de parâmetros (porcentagem de areia e silte no solo, porosidade, temperatura média, etc). Assim, para se obter bons resultados, é necessário que se estime alguns parâmetros em escala local e se associe a medições feitas em escala global, para se contornar possíveis erros.

Na rede de drenagem, o ponto 3 situado na sub-bacia de montante apresentou os menores valores de concentrações. O ponto 2, localizado um pouco a jusante, apresentou a concentração média mais elevada. Nestes dois pontos de coleta, dois aspectos devem ser ressaltados. No ponto 3, a medição da vazão é realizada com um vertedor misto. O amostrador está colocado próximo da parede do vertedor. Isto pode ter provocado uma alteração significativa da velocidade média do escoamento, fazendo com que uma parcela expressiva dos sedimentos transportados seja depositada a montante do amostrador. Entre os sedimentos depositados encontram-se aqueles transportados por arraste e em suspensão. Desta forma, a concentração de sedimentos medida nestas amostras de água são mais baixas.

Por outro lado, o ponto 2 é fortemente influenciado pela existência da estrada que aporta uma quantidade expressiva de sedimentos imediatamente a montante do amostrador. Uma análise mais detalhada precisa ser desenvolvida com relação à contribuição das estradas nas concentrações dos sedimentos em suspensão.

Comparando-se as concentrações médias nos pontos de coletas da rede de drenagem e aquelas medidas no lisímetro, nota-se que a contribuição específica das áreas agrícolas é relativamente baixa. Ressalta-se que neste caso, não existe o efeito da deposição dos sedimentos transportados pelo escoamento superficial, devido ao comprimento da rampa ser pequeno.

4 - CONCLUSÕES

Neste estudo foi possível observar características importantes do transporte de sedimentos na bacia experimental e representativa do Ribeirão Concórdia. Os resultados apresentados são indicativos de que a maior contribuição na produção, transporte e posterior deposição de sedimentos no rio, pode ser proveniente das estradas rurais. Esta fonte de sedimentos pode gerar dificuldades na análise de mudanças de escalas espaciais em bacias hidrográficas.

Foi constatado que as concentrações médias de sedimentos no lisímetro, representativo de áreas agrícolas, é menor do que as concentrações determinadas nas seções fluviométricas. Além disto, as concentrações variaram de uma seção fluviométrica para outra, onde condições locais, nas

proximidades do ponto de amostragem, influenciaram nos resultados obtidos. No entanto, as variações não evidenciam uma tendência espacial, que pudessem explicitar um processo de mudança de escala.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos MCT/FINEP/CT-Hidro-CNPq, edital 04/2005 Bacias Representativas, convenio 3490/05, pelo financiamento de pesquisa, a FAPESC pela bolsa do primeiro autor e ao PIBIC/FURB pela bolsa do terceiro autor.

BIBLIOGRAFIA

BLÖSCHL, G.; SIVAPALAN, M. (1995). “*Scale issues in hydrological modelling: A review*”. Hydrological Processes, v.9, n. 3-4 , p.251–290, 1995.

BLÖSCHL, G. (2001). “*Scaling in hydrology*”. Hydrological Processes, v.15, n.4, p.709-711, 2001.

COLLISCHONN, W. (2001) “*Simulação Hidrológica de Grandes Bacias*”. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: www.galileu.iph.ufrgs.br; Acessado em: 20/05/2009.

GRIMALDI, C. (2004). “*Hydrochimie de petits bassins versants: Apports à la connaissance du fonctionnement géochimique du sol et de la qualité de l’eau des cours d’eau*”. Memoire HDR. UMR INRA-Agrocampus Sol Agronomie Spatialisation, Rennes, 2004, 80 p.

MARTIN, C. (2003). “*Mécanismes hydrologiques et hydrochimiques impliqués dans les variations saisonnières des teneurs en nitrate dans les bassins versants agricoles. Approche expérimentale et modélisation*”. Tese de doutorado. L’Université de Rennes 1, 2003. 267 p.

MENDIONDO, E. M.; TUCCI, C. E. M. (1997). “*Escalas Hidrológicas III: Hipótese Integradora de Processos na Bacia Vertente*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v, 02, n.02, pp. 21-44.

OCAMPO, C. J., SIVAPALAN, M.; OLDHAM, C. E. (2006). "*Field exploration of coupled hydrological and biogeochemical catchment responses and a unifying perceptual mode*". Advances in Water Resources. v. 29, p.161–180, 2006.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D.; PARANHOS, R. M.; EMMER, R. (2000). "*Curvas Chave de Vazões e de Sedimentos de Pequenas Bacias Hidrográficas. O Que Representam?*" In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Caracterização quali-quantitativa da produção de sedimentos, Santa Maria, 2000.

REID, I.; BARTHURST, J. C.; CARLING, P. A.; WALLING, D. E.; WEBB, B. (1997). "*Sediment Erosion, Transport and Deposition*". In: Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management. New York: John Wiley & Sons, 1997. pp. 95-135.

UMEZAWA, P. K. (1979). "*Previsão de deplúvio (Washload) em rios de áreas elevadas*". Dissertação (Mestrado em Hidrologia Aplicada) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979. 232p.

WAGENER T.; SIVAPALAN M.; TROCH P.; WOODS R. (2007). "*Catchment Classification and Hydrologic Similarity*". Geography Compass. v.1, n.4, p.901–931, 2007.

WILLIAMS, G. P. (1989). "*Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers*". Journal of Hydrology, v. 111, pp. 89-106, 1989.