

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IBICUI – RS¹

João Batista Dias de Paiva², Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva³, Robin Thomas Clarke⁴ e Luis Antônio Richter⁵

Resumo - Este trabalho apresenta uma caracterização sedimentológica da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, com base nas características de solo e precipitação da região e estimativa a produção de sedimentos na bacia hidrográfica da Rio Ibicuí, localizada entre as latitudes de 28° 30'S e 31°S e longitudes de 53° 30' e 57°W , com base nos dados existentes de concentração de sedimentos em 7 estações da rede de estações fluviométricas operadas pela ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica. Os resultados permitem concluir que a produção de sedimentos na bacia do rio Ibicuí, quando comparada com padrões considerados normais pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Governo dos Países da Centro América, de 1977 (PNUD, 1977), não representa limitação à utilização dos seus recursos hídricos.

Abstract – Using regional soil and precipitation characteristics, this paper gives an estimate of sediment production from the Rio Ibicuí catchment, lying between latitudes 28° 30'S and 31°S and longitudes de 53° 30' and 57°W. The estimate is based on sediment concentration data collected at five sites in the network of flow-gauging stations operated by ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica. The results show that sediment production in the Ibicuí basin does not suggest the need to set limits to the use of its water resources, according to standards considered normal by the UNDP and Central American Governments (UNDP, 1977).

Palavras Chaves: Sedimentos em Rios, Produção de Sedimentos, Rio Ibicuí

¹ Trabalho realizado para o CRH- RS através do Convênio UFSM- FATEC - STE

² Prof. Titular, Depto. de Hidráulica e Saneamento, CT, Universidade Federal de Santa Maria - RS. (Email: <paiva@safira.ct.ufsm.br>, 97105-900 Santa Maria, RS, telefone: (055)220-8483, fax:(055)226-2166.

³ Prof^o Adjunto, Depto. de Hidráulica e Saneamento, CT, Universidade Federal de Santa Maria - RS. Email: <eloiza@safira.ct.ufsm.br>, 97105-900 Santa Maria, RS, telefone: (055)220-8483, fax:(055)226-2166.

⁴ Prof. Visitante, Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Email: <clarke@ifl.if.ufrgs.br>

⁵ Prof. Assistente da Universidade de Passo Fundo. Email: <richter@fagro.upf.tche.br>

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A bacia do Rio Ibicuí, principal afluente da margem esquerda do rio Uruguai em território brasileiro, localiza-se entre as latitudes de 28°30'S e 31°S e longitudes de 53°30' e 57°W, abrangendo uma área total de 47740 km², no Estado do Rio Grande do Sul.

Seus principais formadores são os rios Jaguarí, Ibicuí-Mirim, Ibirapuitã e Santa Maria. O curso principal do Rio Ibicuí tem nascente no Município de Júlio de Castilhos e desenvolve-se no sentido Leste – Oeste.

Para o Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul, para fins de planejamento e gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Ibicuí é excluída a bacia do rio Santa Maria. Incluindo todas as contribuições diretas ao rio Uruguai desde a Sanga da Divisa no Município de São Borja até a Bacia do Arroio Touro Passo (inclusive), no Município de Uruguai, perfazendo uma área total de 37000 Km². Neste artigo, foram incluídas as estações de Rosário do Sul, no Rio Santa Maria, e de Cacequi, no Rio Cacequi, que são as duas últimas estações antes da confluência do Rio Santa Maria com o Rio Ibicuí.

Os estudos sedimentológicos na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí foram realizados com o objetivo de avaliar a produção de sedimentos, visando identificar possíveis áreas críticas e o seu efeito sobre os recursos hídricos.

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA

A figura 1, apresenta a caracterização dos solos da bacia do rio Ibicuí, feita com base no Levantamento Exploratório de Solos do Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), e no Levantamento de Reconhecimento de Solos do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 1983). A tabela 1 apresenta a área que ocupam em km² e em percentagem sobre a área total da bacia.

A região superior da bacia, onde se encontram as nascentes dos rios Ibicuí Mirim, Jaguarí e Toropí, é caracterizada pela presença de latossolos, representados pelas unidades de mapeamento Santo Ângelo, Cruz Alta e Passo Fundo.

A unidade de mapeamento Santo Ângelo caracteriza-se pelos solos de textura argilosa desenvolvidos a partir de rochas eruptivas básicas. São solos profundos, podendo atingir mais de 4 metros de profundidade. O relevo na região é ondulado, com declives variando de 3 a 10%. A vegetação original é composta por campos antrópicos, que ocupam cerca de 80% da área. As limitações ao uso agrícola são a baixa fertilidade natural, a moderada suscetibilidade à erosão e uma ligeira tendência ao déficit hídrico.

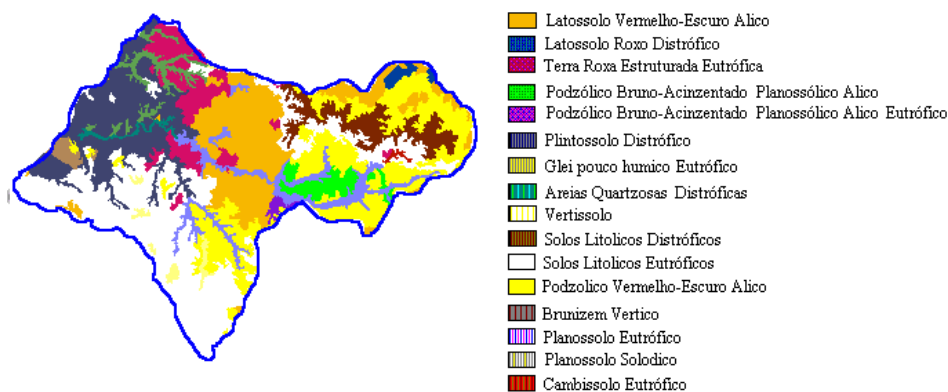


Figura 1 . Mapa de solos da bacia do rio Ibicuí

Tabela 1. Unidades de mapeamento de solo e suas áreas na bacia do rio Ibicuí

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Latossolo vermelho escuro alíco	5833,1875	15,76
Latossolo roxo distrófico	261,4375	0,71
Terra roxa estruturada eutrófica	2356,25	6,37
Podzólico bruno-acinzentado planossólico alíco	927,75	2,51
Podzólico bruno-acinzentado planossólico eutrófico	168,0625	0,45
Plintossolo distrófico	3284,625	8,88
Gleí pouco húmico eutrófico	909,3125	2,46
Areias quartzosas distróficas	262,9375	0,71
Vertissolo	399,500	1,08
Litólico distrófico	1981,75	5,35
Litólico eutrófico	9613,1875	25,98
Podzólico vermelho-escuro alíco	6662,6875	18,00
Brunizem vértico	1869,9375	5,05
Planossolo eutrófico	2074,50	5,61
Planossolo solódico	319,500	0,86
Cambissolo eutrófico	80,25	0,22
Total	37004,874	100

Os solos da unidade de mapeamento Cruz Alta são profundos, atingindo mais de 2,5 metros, bem drenados, de coloração vermelha escura e textura média. O relevo é ondulado, com declividade média entre 8 e 10%. A vegetação natural é composta por campos de *Paspalum notatum*, tendo como principal invasora *Aristida pallens*. São solos pobres em nutrientes naturais, moderados a fortemente suscetíveis a erosão, podendo ocorrer vossorocas. A capacidade de retenção de água é pequena, ocorrendo déficit hídrico praticamente todos os anos. Este tipo de solo ocorre ainda na porção central da bacia, nos municípios de São Francisco de Assis e Alegrete, onde se agravam os problemas de erosão e déficit hídrico.

Na borda da serra, ocorrem os solos da unidade de mapeamento Guassupí. São solos pouco desenvolvidos, rasos, bem drenados, com coloração bruna avermelhada escura. O relevo é ondulado, com declividades em torno de 10%, podendo ocorrer relevo fortemente ondulado na borda do planalto e junto aos cursos d'água. A vegetação nativa é campo de gramíneas. São totalmente utilizados como pastagens nativas. A fertilidade natural é muito baixa, a erosão é forte e o déficit hídrico severo.

Na encosta inferior do planalto verifica-se a ocorrência de solos da associação Ciríaco-Charrua. Os solos da unidade de mapeamento Ciríaco são medianamente profundos (80-120 cm), de coloração bruno avermelhada escura e textura argilosa. O relevo é fortemente ondulado a montanhoso, com grandes elevações e vales em V, o que torna os solos muito suscetíveis à erosão. A cobertura vegetal original era mata subtropical alta, sendo a vegetação secundária composta por vassourais povoados por compostas, pteridófitas e gramíneas espitosas. A unidade de mapeamento Charrua é constituída por solos rasos (2-40 cm), de coloração bruno avermelhada escura, textura média. O relevo é montanhoso, com declividades de 15 a 40%, formando vales profundos em V, o que os torna extremamente suscetíveis à erosão. A vegetação original é mata subtropical alta, sendo a vegetação secundária arbustiva, formada por compostas.

Ao pé da serra, encontram-se áreas caracterizadas pela unidade de mapeamento São Pedro. São solos profundos, avermelhados, textura média, friáveis e bem drenados. O relevo é ondulado, com declives entre 8 e 10%. A vegetação nativa é campo grosso. São solos muito pobres em nutrientes, bastante suscetíveis à erosão, possuindo baixa capacidade de retenção de água, o que os torna limitados ao cultivo. São basicamente utilizados com pastagens naturais, encontrando-se raras lavouras. Os reflorestamentos, principalmente com eucalipto, são mais freqüentes. Na região de Jaguarí, este tipo de solo está associado ao afloramento de rochas.

No vale dos rios de planície, encontram-se grandes áreas de solo da unidade de mapeamento Santa Maria. São solos medianamente profundos (100 cm). A textura é média, tendo-se originado de siltitos e de arenitos de deposição lacustre. O relevo é suavemente ondulado a ondulado, com declividades de 6% em média, sendo porém suscetíveis à erosão, devido à sua textura quase arenosa. A fertilidade natural geralmente é baixa. A vegetação natural é constituída por pastagens. Os solos são geralmente

utilizados com pastagens, havendo lavouras de soja, milho e reflorestamento com eucalipto em alguns locais.

Consociados aos solos Santa Maria, ocorrem manchas de solo Vacacaí, nas várzeas ao longo dos rios. São solos mal drenados, cinzentos, de textura média, derivados de sedimentos aluvionais recentes. O relevo é plano. Sendo a vegetação original formada por campos, muito modificados pelo cultivo do arroz. São solos pobres em nutrientes e ácidos, sendo a erosão praticamente nula em função do relevo.

No terço médio da bacia predominam os solos da unidade de mapeamento Cruz Alta, já descritos, ocupando grande parte do interior dos municípios de São Francisco de Assis, Manoel Viana e Alegrete. Neste local, estes solos estão associados a graves problemas de erosão eólica e hídrica. Mais ao oeste, em direção à fronteira e principalmente ao município de São Borja, verifica-se a ocorrência de importantes áreas de terra roxa estruturada eutrófica, da unidade de mapeamento São Borja. São solos profundos, bem drenados, friáveis, vermelhos, de textura argilosa, derivados de rochas basálticas. O relevo é suavemente ondulado, com declives entre 4 e 8%. A vegetação característica é o campo misto. São solos pobres em nutrientes, principalmente fósforo, moderadamente suscetíveis à erosão, apresentando déficit hídrico moderado.

Os solos da unidade de mapeamento Escobar, são pouco desenvolvidos e classificados como Vertisolos. São pouco profundos, mal drenados, pretos, argilosos, muito plásticos e pegajosos, tendo-se desenvolvido a partir de basaltos. O relevo é plano a suavemente ondulado, com declives de até 5%. A vegetação predominante é constituída por campos finos. São solos férteis, com baixos teores apenas de fósforo, porém a tendência à erosão é moderada a forte. Tem boa capacidade de retenção de água, o que não assegura a não ocorrência de déficit hídrico durante o verão.

As várzeas do rio Ibirapuitã são caracterizadas pela unidade de mapeamento Uruguaiana. São solos medianamente profundos (1 m), de coloração acinzentada escura, argilosos, imperfeitamente drenados, muito plásticos e pegajosos, originários de sedimentos de basaltos. O relevo é plano e suavemente ondulado, com declives em torno de 3%. A vegetação nativa é composta por campos finos. São solos de fertilidade regular, apresentando deficiência de fósforo e potássio. A topografia não favorece a erosão, tem boa capacidade de retenção de água e são imperfeitamente drenados. São utilizados com pastagens e lavouras de arroz próximas ao rio.

No trecho final da bacia do Ibicuí, o solo predominante é o plíntico. São solos medianamente profundos, bruno amarelados, imperfeitamente drenados, formados a partir de sedimentos de basalto. O relevo é plano a suavemente ondulado, com declividades inferiores a 5%. A vegetação original é constituída por campos finos. A fertilidade natural é média e a tendência à erosão moderada devido ao relevo. Seu maior uso são as pastagens.

As áreas de banhados existentes próximas aos cursos d'água da parte inferior da bacia caracterizam-se pela presença da unidade de mapeamento Banhado. Predominam nesta

unidade solos escuros, gleizados, argilosos, que geralmente permanecem com água na superfície durante uma parte do ano. O relevo é geralmente plano, e a vegetação dominante de gramíneas. A fertilidade natural é baixa, e a erodibilidade nula. São mal drenados, o que não impede o surgimento de déficit hídrico no verão. Estes banhados foram drenados em grandes extensões e utilizados para o plantio de arroz, o qual apresenta elevadas produtividades neste tipo de solo. Tal prática, no entanto, interferiu fortemente no equilíbrio ecológico e no balanço hídrico local.

Finalmente, no vale do rio Ibicuí, encontram-se a unidade de mapeamento Ibicuí. Esta unidade de mapeamento é constituída por solos muito arenosos, de coloração bruno amarela, formados a partir de deposições aluvionais recentes. O relevo é plano, com declividade inferior a 2%. A vegetação nativa é composta por campos, ocorrendo na margem do rio matas ribeirinhas de aspecto arbustivo. São solos muito pobres em nutrientes, sendo pouco suscetíveis à erosão devido à topografia. Apresentam déficit hídrico acentuado, sendo solos bem drenados. São utilizados para o plantio de arroz em alguns locais, aliando no entanto o risco de inundações às baixas produtividades apresentadas.

EROSÃO POTENCIAL

A erosão potencial dos solos de uma bacia hidrográfica, é função do relevo da bacia hidrográfica, da erosividade da chuva e da erodibilidade do solo, além do uso e cobertura vegetal do solo.

Erosividade da Chuva

O fator erosividade da chuva (R) é um índice número que representa o potencial da chuva e enxurrada para provocar erosão em uma área sem proteção.

A perda de solo provocada por chuvas numa área cultivada é diretamente proporcional ao produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos. Esse produto é denominado índice de erosão (EI_{30}). A média dos valores anuais de EI_{30} de um longo período de tempo (mais de vinte anos) é o valor do fator de erosividade da chuva (R).

O valor de R pode ser calculado de dados de pluviômetros, segundo modelo proposto por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), citados por Rufino (1986), que foi adotado neste trabalho:

$$EI_{\text{mensal}} = 89,823 \cdot \left(r^2 / P \right)^{0,759} \quad (1)$$

onde:

EI= média mensal do índice de erosão em Mj.mm/h.ha

r = precipitação média mensal em milímetros

P= precipitação média anual em milímetros.

A tabela 2 apresenta a erosividade da chuva para as estações pluviométricas da bacia do rio Ibicuí, cujas localizações e áreas de influência são apresentadas na figura 2. Os resultados mostram que a erosividade da chuva na bacia do rio Ibicuí, varia de moderada a forte.

Tabela 2. – Erosividade da chuva nas estações pluviométricas da bacia do rio Ibicuí.

Estação pluviométrica			Latitude			Longitude			EI
Código	Nome	Município	grau	min	seg	grau	mi n	seg	Mj.mm/ h.ha
2854013	São Bernardo	Tupancireta	28	54	19.0	54	3	54.0	661.54
2855005	F.S.Cecília Butui	São Borja	28	59	42.0	55	40	49.0	596.42
2856006	Passo São Borja	São Borja	28	37	30.4	56	2	13.5	559.42
2856007	Cunha	Itaqui	28	57		56	19		534.87
2953030	Tupancireta	Tupancireta	29	5	9.0	53	49	21.0	574.34
2953034	Santa Maria	Santa Maria	29	41	25.0	53	48	42.0	537.18
2954001	Cacequi	Cacequi	29	52		54	49		521.87
2954004	Ernesto Alves	Santiago	29	21	43.5	54	44	7.3	592.63
2954005	Furnas do Segredo	Jaguari	29	21	32.0	54	30	4.0	600.14
2954007	Jaguari	Jaguari	29	29		54	41		594.18
2954019	Quevedos	J. de Castilhos	29	21	7.0	54	4	5.0	591.66
2954020	Santiago	Santiago	29	11	12.0	54	51	24.0	584.17
2954030	Florida	Santiago	29	15	15.0	54	35	53.0	628.92
2954031	Esquina dos Lima	Santiago	29	4		54	30		625.38
2954032	Ponte Toropi II	S. Vicente de Sul	29	39	13.0	54	25	48.0	541.81
2955002	Cachoeira S. Cecília	Itaqui	29	12	19.0	55	28	54.0	529.33
2955006	Ponte do Miracatu	M. Viana	29	27	58.0	55	17	46.0	573.50
2955007	Unistalda	Santiago	29	2	52.0	55	9	13.0	634.84
2955008	Manoel Viana	S.Francisco Assis	29	35	42.0	55	28	52.0	570.40
2955013	Alegrete-Eletrosul	Alegrete	29	46	57.0	55	46	15.0	543.42

2956005	Itaqui	Itaqui	29	10	7.3	56	32	52.0	519.47
2956006	Mariano Pinto	Alegrete	29	18	33.4	56	3	13.3	580.60
2956007	Plano Alto	Uruguaiana	29	46	10.3	56	30	59.5	584.63
2956008	João Arregui	Uruguaiana	29	28	45.0	56	41	2.0	519.26
2956009	Faz. Três Capões	Alegrete	29	36	3.2	56	6	8.9	500.77
2957005	UruguaianaDNER	Uruguaiana	29	45	23.0	57	5	12.0	361.01
3055001	S. Livramento 83953	S. Livramento	30	53	18.0	55	31	56.0	502.31
3055003	Fazenda Encerra	S. Livramento	30	43		55	45		521.81
3055004	Saica	Cacequi	30	1	39.0	55	5	26.0	538.17
3055005	Santa Rita	S. Livramento	30	31	39.0	55	7	59.0	532.45
3055007	São Carlos	Rosário do Sul	30	12	12.0	55	29	25.0	536.25
3056004	Fazenda Junco	Uruguaiana	30	1		56	49		479.59
3056006	Harmonia	Alegrete	30	4	17.0	56	9	55.0	522.24
3056007	Caty	S. Livramento	30	31	33.0	56	12	32.0	517.99

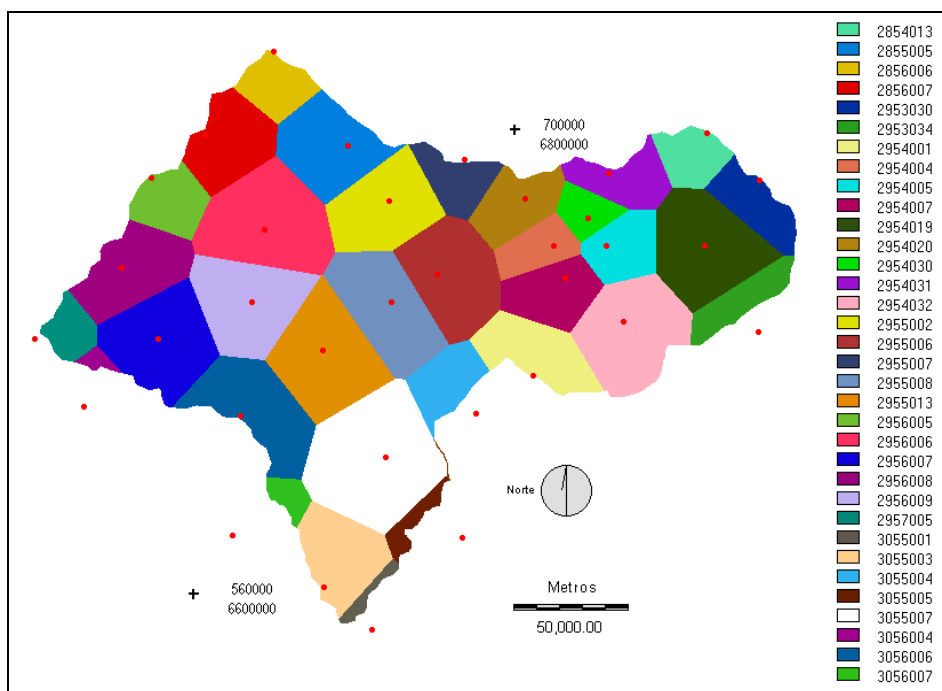


Figura 2. Áreas de influência das estações pluviométricas da bacia do rio Ibicuí (CRH (1998))

Erodibilidade do Solo

Os valores da erodibilidade dos solos, das diferentes unidades que compõem os solos da bacia do rio Ibicuí, foi calculada pela equação de Wischmeier e Smith(1978):

$$K = [(2.1 M^{1.14} \cdot 10^{-4} \cdot (12 - ka) + 3,25 \cdot (kb - 2) + 2,5 \cdot (kc - 3)] \cdot 0,01313 \quad (2)$$

onde:

K - fator de erodibilidade do solo, em t/Mj . h/cm;

M = (% silte + % areia muito fina)* (100 - % argila);

ka = % matéria orgânica

kb = coeficiente adimensional relativo a estrutura do solo.

kc = classe de permeabilidade.

A tabela 3 apresenta a erodibilidade dos solos encontrados na bacia do rio Ibicuí. Os resultados mostram que os solos da bacia do Ibicuí, possuem erodibilidade variando de fraca (FR) à elevada (EL) em função do tipo de solo.

Tabela 3 – Erodibilidade dos solos da bacia do rio Ibicuí.

SOLO	AG	AF	S	AR	MOR	EST	PERM	K	Class.
	%	%	%	%	%			t/Mj.h/cm	
Latossolo roxo distrófico	7	6	25	62	1.1	FR	BX	0.05	FR
Latossolo vermelho-escuro álico	34	36	9	21	1	FR	MD	0.26	MD
Podzólico Bruno-acinzentado planossólico álico	43	30	12	15	2	FR	MD	0.23	MD
Podzólico vermelho-escuro álico	15	10	40	35	3	FR-MO	BX	0.23	MD
Terra roxa estruturada eutrófica	4	6	41	49	1.92	FR	BX	0.15	MD
Planossolo eutrófico	21	43	26	10	0.74	FR	MD	0.58	EL
Brunizém Vértico	13	12	50	25	3	MO	BX	0.38	EL
Podzólico bruno-acinzentado planossólico eutrófico	24	32	30	14	3	FR	MD	0.36	EL
Plintossolo distrófico	18	41	23	10	3.25	FR-MO	MD	0.41	EL
Litólico eutrófico	14	14	62	11	2.35	FR	BX	0.57	EL
Litólico distrófico	12	7	58	23	3	MO	BX	0.41	EL
Vertissolo	3	2	43	52	3.2	MO	BX	0.15	MD
Glei pouco húmico eutrófico	4	3	52	41	2.5	FR	BX	0.22	MD
Areia quartzosa distrófica					1	SE	RP	-----	
Legenda: AG: Areia grossa AF: areia fina S: Silte AR: argila MOR: matéria orgânica EST: estrutura do solo PER: permeabilidade do solo K: erodibilidade do solo Class: classificação FR : Fraca FR-MO : fraca a moderada MO: Moderada SE: sem estrutura BX: baixa MD: média RP: rápida EL: elevada									

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IBICUÍ

A estimativa da produção de sedimentos na Bacia Hidrográfica da Rio Ibicuí foi feita com base nos dados existentes de concentração de sedimentos em 7 estações da rede de estações fluviométricas operada pela ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica apresentadas na Tabela 4 e na figura 3.

Com base nos dados de concentração de sedimentos disponíveis, de medições esparsas, foi estimada a descarga total de sedimentos, correspondente a cada concentração, pelo método de Colby (1957) e foram elaboradas as curvas - chave de sedimentos, para cada estação.

Definidas as curvas-chave de sedimentos para cada estação, foi calculada a descarga sólida correspondente às vazões líquidas com períodos de retorno 2, 3,10, 20 e 50 anos.

A produção anual de sedimentos de cada bacia foi calculada pela integração da curva de permanência de sedimentos, considerando-se as produções com períodos de retorno 2, 3,10, 20 e 50 anos.

Tabela 4. Estações sedimentométricas utilizadas.

Estação Sedimentométrica			Latitude		Longitude		Área
Código	Nome	Curso água	Grau	Min	Grau	Min	(Km2)
76120000	Ponte Toropi	Rio Toropi	29	39	54	25	3310
76310000	Rosário do Sul	Rio Santa Maria	30	15	54	55	12077
76380000	Cacequí	Rio Cacequí	29	55	54	49	1826
76440000	Jaguari	Rio Jaguari	29	29	54	41	2296
76560000	Manoel Viana	Rio Ibicuí	29	35	55	28	29321
76750000	Alegrete	Rio Ibirapuitã	29	46	55	47	5801
76800000	PassoMariano Pinto	Rio Ibicuí	29	19	56	03	42498

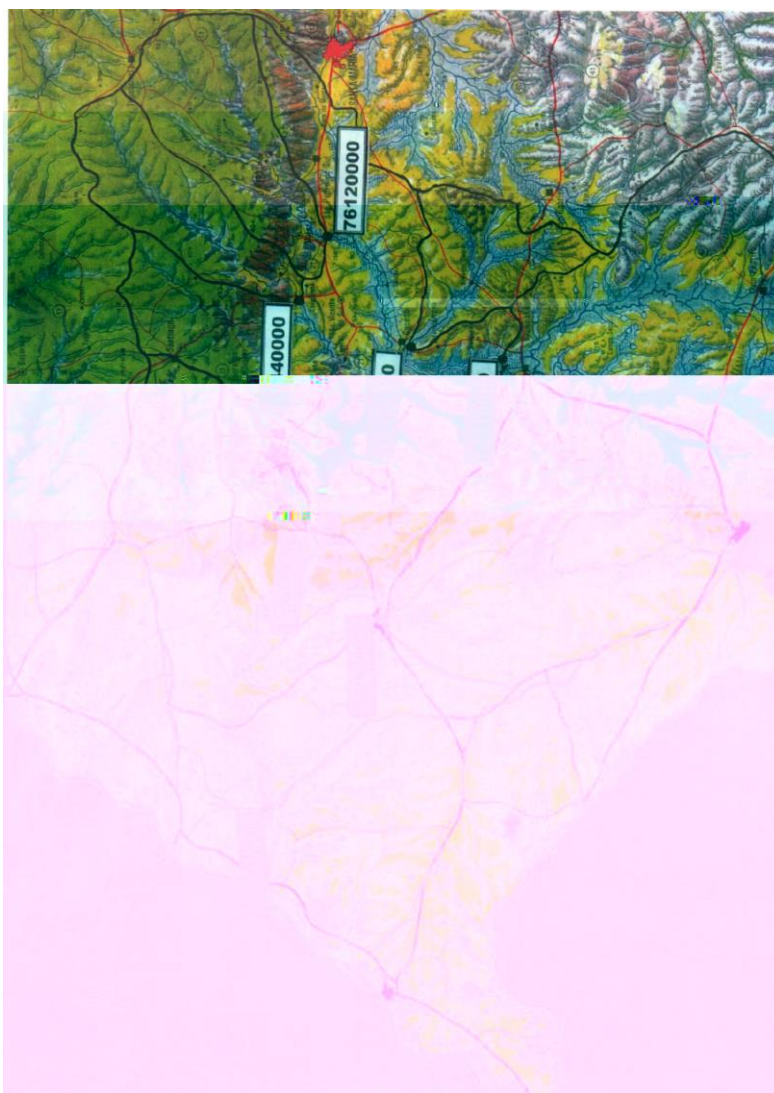


Figura 5 . Localização das estações sedimentométricas utilizadas

Curvas chave de sedimentos

Para a elaboração das curvas chave de sedimentos foram utilizados dados medidos de concentração de sedimentos em suspensão .

A descarga total de sedimentos, correspondente a cada concentração, foi calculada pelo método de Colby (1957), utilizando o TSR1.0 (Software para o Cálculo do Transporte de Sedimentos em Rios), elaborado por Paiva e Lago (1996).

As curvas - chave de sedimentos, foram obtidas ajustando-se os dados de descarga sólida em função dos dados de descarga líquida. O modelo adotado foi:

$$Q_{st} = a.Q_l^{n1} + b.Q_l^{n2} + c \quad (3)$$

Onde:

Q_{st} = descarga sólida total, em ton/dia (toneladas por dia)

Q_l = descarga líquida (m^3/s)

a,b,c,n1 e n2 parâmetros a determinar.

Os resultados obtidos para as equações das curvas chave são apresentados na tabela 5

Tabela 5. Parâmetros das equações das curvas chave

Estação Sedimentométrica		Parâmetros da equação 3					
Código	Nome	a	b	n1	n2	c	R ²
76120000	Ponte Toropi	0,18	-1,4028	2	1	0	0,97
76310000	Rosário do Sul	0,0132	-1,4262	2	1	224,2	0,90
76380000	Cacequí	6,6399	1,1021	0	1	0	0,83
76440000	Jaguari	0,027	-0,2211	2	1	0	0,94
76560000	Manoel Viana	1,231	0	1,2648	0	0	0,86
76750000	Alegrete	-0,0054	-9,3831	2	1	0	0,94
76800000	PassoMariano Pinto	0,0025	4,7827	2	1	0	0,7522

Produção anual de sedimentos

A tabela 6 apresenta as vazões, líquidas e sólidas, com períodos de retorno 2, 3,10, 20 e 50 anos, a produção anual de sedimentos das bacias de drenagem dos postos sedimentométricos utilizados e a produção anual de sedimentos, em cada bacia, calculada pela integração da curva de permanência de sedimentos.

Tabela 6 - Dados de permanência das vazões líquidas e sólidas e produção anual de sedimentos nos postos sedimentométricos da bacia do rio Ibicuí.

Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst
	anos		m ³ /s	ton/dia	ton	mg/l
76120000	50	0,02	409,21	29567,7959	215845	836,3
76120000	20	0,05	279,21	13641,0279	248949	565,5
76120000	10	0,10	182,67	5750,19586	209882	364,3
76120000	3	0,33	62,2395	610,015653	74218,6	113,4
76120000	2	0,50	30,82	127,767392	23317,5	48,0
Produção anual de sedimentos					772212	ton/ano
Área da bacia					3384,81	km ²
Produção Específica					228,140	ton/ano/km ²
Produção Específica					0,086	mm/ano
Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst
	anos		m ³ /s	ton/dia	ton	mg/l
76440000	50	0,02	359,51	3569,13259	26054,7	114,9
76440000	20	0,05	208,88	1224,19555	22341,6	67,8
76440000	10	0,10	128,51	474,300853	17312	42,7
76440000	3	0,33	44,4669	63,2143428	7691,08	16,5
76440000	2	0,50	25,31	22,8896047	4177,35	10,5
Produção anual de sedimentos					77576,6	ton/ano
Área da bacia					2376	km ²
Produção Específica					32,650	ton/ano/km ²
Produção Específica					0,012	mm/ano
Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst
	anos		m ³ /s	ton/dia	ton	mg/l

76560000	50	0,02	2368,71	22836,1477	166704	111,6
76560000	20	0,05	1818,42	16345,6209	298308	104,0
76560000	10	0,10	1409,53	11843,7547	432297	97,3
76560000	3	0,33	652,886	4474,52348	544400	79,3
76560000	2	0,50	396,56	2381,66845	434654	69,5
Produção anual de sedimentos					1876363	ton/ano
Área da bacia					29501	km2
Produção Específica					63,603	ton/ano/km2
Produção Específica					0,024	mm/ano

Tabela 6 - Dados de permanência das vazões líquidas e sólidas e produção anual de sedimentos nos postos sedimentométricos da bacia do rio Ibicuí. Continuação ...

Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst
	anos		m ³ /s	ton/dia	ton	mg/l
76750000	50	0,02	784	4037,208	29471,6	59,6
76750000	20	0,05	537,38	3482,89305	63562,8	75,0
76750000	10	0,10	356,5	2658,777	97045,4	86,3
76750000	3	0,33	107,327	944,860267	114958	101,9
76750000	2	0,50	37,02	339,961768	62043	106,3
Produção anual de sedimentos					367081	ton/ano
Área da bacia					5801,38	km ²
Produção Específica					63,275	ton/ano/ km ²
Produção Específica					0,024	mm/ano
Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst
	anos		m ³ /s	ton/dia	ton	mg/l
76800000	50	0,02	3383,15	44794,8513	327002	153,2
76800000	20	0,05	2657,7	30369,405	554242	132,3
76800000	10	0,10	1999,24	19554,1666	713727	113,2
76800000	3	0,33	889,281	6230,21966	758010	81,1
76800000	2	0,50	494,91	2979,34583	543731	69,7
Produção anual de sedimentos					2896712	ton/ano
Área da bacia					42580	km ²
Produção Específica					68,030	ton/ano/ km ²
Produção Específica					0,026	mm/ano
Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst

	anos		m3/s	ton/dia	ton	mg/l
7631000	50	0,02	1149,42	19344,0477	141212	194,8
7631000	20	0,05	837,11	10697,9964	195238	147,9
7631000	10	0,10	552,79	5065,99253	184909	106,1
7631000	3	0,33	219,049	1177,81998	143301	62,2
7631000	2	0,50	114	562,4152	102641	57,1
Produção anual de sedimentos					767301	ton/ano
Área da bacia					12077	km2
Produção Específica					63,534	ton/ano/ km2
Produção Específica					0,024	mm/ano

Tabela 6 - Dados de permanência das vazões líquidas e sólidas e produção anual de sedimentos nos postos sedimentométricos da bacia do rio Ibicuí. Continuação ...

Posto	Tr	Freq	Ql	Qst	Qst anual	Cst
	anos		m ³ /s	ton/dia	ton	mg/l
7638000	50	0,02	195,9	2229,52677	16275,5	131,7
7638000	20	0,05	123,15	1336,68572	24394,5	125,6
7638000	10	0,10	77,3	800,06295	29202,3	119,8
7638000	3	0,33	25,5212	235,888602	28699,8	107,0
7638000	2	0,50	12,96	111,779847	20399,8	99,8
Produção anual de sedimentos					118972	ton/ano
Área da bacia					1826	km ²
Produção Específica					65,154	ton/ano/km ²
Produção Específica					0,025	mm/ano
<p>Legenda:</p> <p>Tr - período de retorno</p> <p>Freq – frequência de ocorrência</p> <p>Ql – descarga líquida</p> <p>Qst – descarga sólida total</p> <p>Qst anual – descarga anual de sedimentos correspondente ao período de retorno considerado</p> <p>Cst -concentração de sedimentos correspondente à descarga sólida total considerada.</p>						

EFEITO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO IBICUÍ, SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.

Os resultados mostram que a produção de sedimento na bacia do rio Ibicuí, resumida na tabela 7, é, em média, baixa, variando de 0,012 mm/ano à 0,086 mm/ano com média de 0,026 mm/ano, quando se considera as áreas de contribuição às estações de medição. Quando se consideram os interfluxos entre estações fluviométricas a produção específica varia de 0,005 à 0,086 mm/ano.

As concentrações totais calculadas, variaram de 10,5 ppm a 836,3 ppm, com média de 136,3. O valor máximo calculado, 836 ppm, foi encontrado na bacia do rio Toropí, correspondendo à cheia de 50 anos de período de retorno, ou seja, com permanência de 2% do tempo. A concentração total média calculada para aquela bacia foi de 142,6 ppm.

Com o objetivo de avaliar o significado da produção de sedimentos da bacia do rio Ibicuí, com padrões considerados normais, apresenta-se a seguir a figura 4, na qual apresenta-se a produção de sedimentos nas sete estações da bacia do rio Ibicuí e os valores considerados normais de produção de sedimentos em bacias de mesma área, segundo a Publicação 140 do PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Governo dos Países da Centro América, de 1977, à partir de resultados de pesquisas em 200 bacias hidrográficas americanas. Observa-se da figura 4, que nenhuma das estações da bacia do rio Ibicuí, apresenta produção de sedimentos superior ao valor considerado normal.

Tabela 7 – Resumo da produção anual de sedimentos nas bacias de drenagem dos postos sedimentométricos utilizados.

Ordem	Posto	Área	PAS	PAES	VNPS	PAES	AINC	PASIN C	PEASIN C	PEASIN C
		km ²	ton/ano	ton/ km ² /ano	ton/ km ² /ano	mm/ano	km ²	ton/ano	ton/ Km ² /ano	mm/ano
1	76310000	12077.0	767301	63.534	354	0.024	12077.0	767301	63.534	0.024
2	76380000	1826.0	118972	65.154	587	0.025	1826.0	118972	65.154	0.025
3	76120000	3384.8	772212	228.140	503	0.086	3384.8	772212	228.140	0.086
4	76440000	2376.0	77577	32.650	555	0.012	2376.0	77577	32.650	0.012
5	76560000	29501.0	1876363	63.603	276	0.024	9837.2	140302	14.262	0.005
6	76750000	5801.4	367081	63.275	433	0.024	5801.4	367081	63.275	0.024
7	76800000	42580.0	2896712	68.030	250	0.026	7277.6	653268	89.764	0.034

Legenda:

Área : área da bacia contribuinte

AINC : área incremental

PAS : produção anual de sedimentos

PAES: produção anual específica de sedimentos

VNPS : valor normal de produção de sedimento para bacias com área igual a especificada

PASINC; produção anual de sedimentos na área incremental

PEASINC: produção anual específica de sedimentos na área incremental

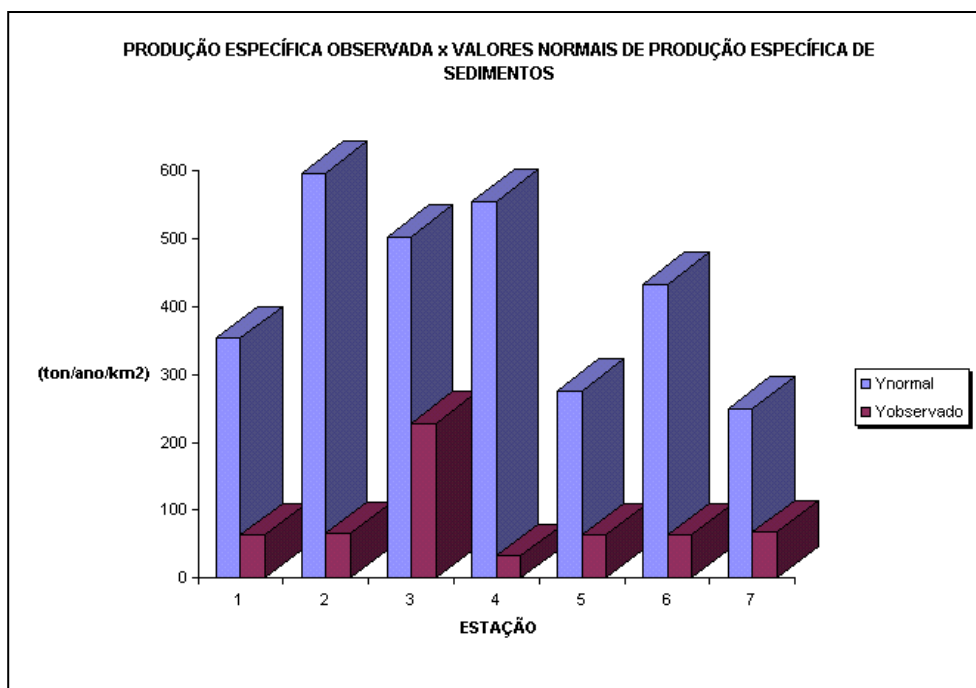


Figura 4 . Comparação da produção de sedimentos da bacia do rio Ibicuí, com valores considerados normais pelas Nações Unidas. (PNUD (1977)).

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que a erosividade da chuva na bacia do rio Ibicuí, varia de moderada a forte e que os solos da bacia possuem erodibilidade variando de fraca (FR) à elevada (EL) em função do tipo de solo.

Os resultados permitem concluir, que a produção de sedimentos na bacia do rio Ibicuí, não representa nenhuma limitação à utilização dos seus recursos hídricos.

BIBLIOGRAFIA

- COLBY, B.R. 1957. Relationship of unmeasured sediment discharge to mean velocity. Transactions, Amer. Geophys. Union. Vol . 38, n. 5, oct, pp.708-719.
- CRH – RS. 1998. Avaliação Quali-Quantitativa das Disponibilidades e Demandas de Água na Bacia do Rio Ibicuí – Relatório de Cenário Atual. Porto Alegre. Ago.1998.
- PAIVA, J.B.D. ; LAGO, N. 1996. TSR - 1.0 . Software para o cálculo do transporte de sedimentos em rios. II Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Rio de Janeiro. Pp127-135