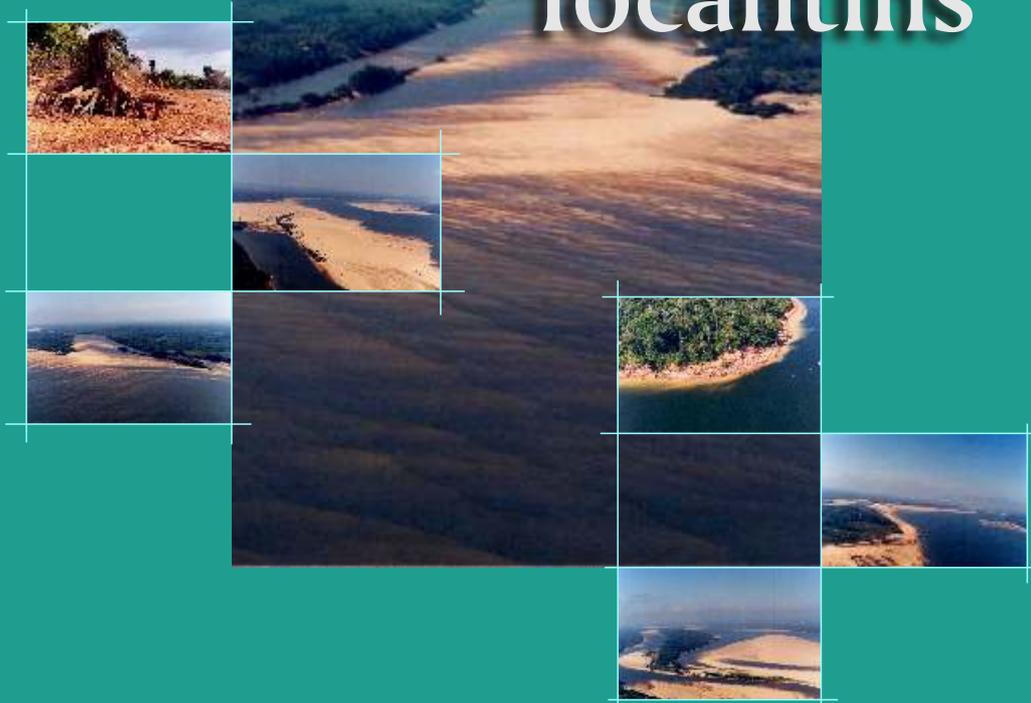


Diagnóstico do fluxo  
de sedimentos  
em suspensão na Bacia

# Araguaia Tocantins



Diagnóstico do fluxo  
de sedimentos  
em suspensão na Bacia

Araguaia



Tocantins

**República Federativa do Brasil**

Luiz Inácio Lula da Silva  
*Presidente*

**Ministério da Agricultura, Pecuária e  
Abastecimento**

Roberto Rodrigues  
*Ministro*

**Ministério de Minas e Energia**

Dilma Vana Rousseff  
*Ministra*

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

**Conselho de Administração**

José Amauri Dimárzio  
*Presidente*

Clayton Campanhola  
*Vice-Presidente*

Alexandre Kalil Pires  
Dietrich Gerhard Quast  
Sérgio Fausto  
Urbano Campos Ribeiral  
*Membros*

**Diretoria-Executiva da Embrapa**

Clayton Campanhola  
*Diretor-Presidente*

Gustavo Kauark Chianca  
Herbert Cavalcante de Lima  
Mariza Marilena T. Luz Barbosa  
*Diretores-Executivos*

**Embrapa Cerrados**

Roberto Teixeira Alves  
*Chefe-Geral*

**Agência Nacional de Energia Elétrica**

**Diretoria colegiada**

José Mário Miranda Abdo  
*Diretor-Geral*

Eduardo Henrique Ellery Filho  
Isaac Pinto Averbuch  
Jaconias de Aguiar  
Paulo Jerônimo Bandeira de Mello Pedrosa  
*Diretores*

**Ministério do Meio Ambiente**

Maria Osmarina Marina da Silva Vaz de Lima  
*Ministra*

**Agência Nacional de Águas**

**Diretoria colegiada**

Jerson Kelman  
*Diretor-Presidente*

Benedito Braga  
Ivo Brasil  
Dilma Seli Pena Pereira  
Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas  
*Diretores*

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**  
**Embrapa Cerrados**  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL**  
**Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas - SIH**  
Ministério de Minas e Energia

**Agência Nacional de Águas - ANA**  
**Superintendência de Informações Hidrológicas - SIH**  
Ministério do Meio Ambiente

Diagnóstico do fluxo  
de sedimentos  
em suspensão na Bacia

Araguaia  
Tocantins

Planaltina-DF  
*Embrapa Cerrados*

Brasília-DF  
*ANEEL / ANA*

2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73301-970 – Planaltina-DF  
Telefone (61) 388-9898 – Fax (61) 388-9879  
www.cpac.embrapa.br

**Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL**

SGAN 603 módulo J  
CEP 70830-030 – Brasília DF  
Telefone (61) 426-5854 – Fax (61) 426-5882  
www.aneel.gov.br

**Agência Nacional de Águas - ANA**

SPO - Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos B e L  
CEP: 72610-200 – Brasília DF  
Telefone: (61) 445-5400 – Fax (61) 445-5427  
www.ana.gov.br

**Supervisão editorial**

Nilda Maria da Cunha Sette

**Revisão de texto**

Maria Helena Gonçalves Teixeira

**Normalização bibliográfica**

Shirley da Luz Soares

**Projeto gráfico e editoração eletrônica**

Wellington Cavalcanti

**Capa**

Chaile Cherne Soares Evangelista

**Fotos da capa**

Newton de Oliveira Carvalho

**Tratamento das Ilustrações**

Wellington Cavalcanti

**1ª edição**

1ª impressão (2004)  
1000 exemplares

**Direitos reservados**

A reprodução de partes do texto é autorizada desde que mencionada a fonte.

**CIP. Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Cerrados.**

---

D536 Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na  
Bacia Araguaia-Tocantins / Jorge Enoch Furquim  
Werneck Lima ... [et al.] – Planaltina, DF : Embrapa  
Cerrados, Brasília, DF : ANEEL : ANA, 2004.  
1 CD-ROM : il; 4 3/4 pol.

ISBN 85-7075-028-5

1. Bacia hidrográfica – Rio Araguaia-Tocantins – Brasil.
2. Bacia hidrográfica – Sedimento. I. Lima, Jorge Enoch Furquim Werneck.

---

333.73- CDD 21

## Autores

---

### **Jorge Enoch Furquim Werneck Lima**

Pesquisador em Hidrologia, MSc., Embrapa Cerrados  
BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza Caixa Postal 08223  
CEP 73.301-970 Planaltina-DF  
jorge@cpac.embapa.br

### **Paulo Marcos Coutinho dos Santos**

Consultor PNUD/ANEEL, Geólogo  
SGAN Q. 603, Módulo J  
CEP 70.830-030 Brasília-DF  
coutinho@aneel.gov.br

### **Newton de Oliveira Carvalho**

Consultor em Recursos Hídricos e Sedimentologia, Dr. Honoris Causa  
Rua Conde de Baependi, 112 Ap. 904 - Flamengo  
CEP 22.231-140 Rio de Janeiro-RJ  
newtonoc@openlink.com.br

### **Euzébio Medrado da Silva**

Pesquisador em Irrigação e Drenagem, Ph.D., Embrapa Cerrados  
BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza Caixa Postal 08223  
CEP 73.301-970 Planaltina-DF  
euzébio@cpac.embapa.br



## Apresentação

---

O conhecimento do comportamento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas exercidas pelo homem. No caso do setor elétrico, por exemplo, a vida útil das usinas hidrelétricas é determinada com base na retenção e na distribuição dos sedimentos em seus reservatórios. Quando as partículas mais grossas (areias) atingem a tomada d'água, a operação e a manutenção das turbinas acabam, algumas vezes, por inviabilizar esses empreendimentos. Para a navegação, a deposição de sedimentos nos canais, a formação de deltas e o movimento de bancos de areia no fundo dos rios são os maiores problemas. Todas as atividades que dependem de bombeamento de água sofrem prejuízos quando da presença de sedimentos na fonte de captação, seja por entupimento ou por desgaste desses sistemas. Além disso, os sedimentos têm ampla influência sobre a qualidade dos recursos hídricos, o que pode gerar impactos diretos à saúde humana.

Todo o curso d'água possui um comportamento hidrossedimentológico próprio, isto é, os processos de produção e de deposição de sedimentos ao longo de uma bacia hidrográfica são fenômenos naturais.



Entretanto, a inserção do homem e a execução de suas atividades econômicas podem causar alterações no fluxo de sólidos de uma bacia. O grande problema que passa muitas vezes despercebido, é que, geralmente, os impactos gerados pelo homem acabam se refletindo na perda de viabilidade econômica de seus próprios empreendimentos, indicando um grave impasse de falta de informação.

Apesar dos diversos problemas que podem ser ocasionados pela presença excessiva de sedimentos nos cursos d'água, seu fluxo é fundamental para a manutenção dos ambientes naturais. Eles transportam nutrientes importantes para a manutenção da flora e da fauna aquática e das margens, constituem e mantêm praias em rios, além do equilíbrio dos fluxos sólido e líquido entre os continentes e as zonas costeiras.

Ciente de que o conhecimento do comportamento hidrossedimentológico de uma dada região ou bacia constitui importante ferramenta de suporte à tomada de decisão para os mais variados setores, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrados, em parceria com a Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel e a Agência Nacional de Águas – ANA, decidiu divulgar este estudo, o *Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins*, como forma de difundir informações que venham servir como base de ações, decisões e soluções para o desenvolvimento e bem-estar da sociedade brasileira.

Hélvio Neves Guerra  
Superintendente SIH/Aneel

Valdemar Santos Guimarães  
Superintendente SIH/ANA

Roberto Teixeira Alves  
Chefe-Geral Embrapa Cerrados

## Sumário

---

Introdução .....	10
Caracterização da bacia .....	12
Levantamento de dados e métodos de análise .....	17
Caracterização das estações e análise dos parâmetros levantados .....	25
1. Estação AHE São Félix (cod. 21050020, Rio Tocantins) .....	25
2. Estação São Salvador (cod. 21080000, Rio Tocantins) .....	25
3. Estação Ponte do Paranã (cod. 21600000, Rio Paranã) .....	26
4. Estação Rio da Palma (cod. 21850000, Rio da Palma) .....	27
5. Estação Paranã (PCD) (cod. 21900000, Rio Paranã) .....	27
6. Estação Peixe (cod. 22050001, Rio Tocantins) .....	30
7. Estação Porto Nacional (PCD) (cod. 22350000, Rio Tocantins) .....	33
8. Estação Barra do Matança (cod. 22400000, Rio Tocantins) .....	34
9. Estação Miracema do Tocantins (cod. 22500000, Rio Tocantins) .....	35
10. Estação Porto Real (cod. 22900000, Rio do Sono) .....	38
11. Estação Tupiratins (cod. 23100000, Rio Tocantins) .....	41
12. Estação Carolina (PCD) (cod. 23300000, Rio Tocantins) .....	44
13. Estação Tocantinópolis (cod. 23600000, Rio Tocantins) .....	47

14. Estação Cachoeira Grande (cod. 24100000, Rio Araguaia) .....	50
15. Estação Barra do Peixe (cod. 24180000, Rio Araguaia) .....	53
16. Estação Barra do Garças - Aragarças (cod. 24700000, Rio Araguaia) .....	54
17. Estação Peres (cod. 24800000, Rio Caiapó) .....	54
18. Estação Araguaiana (cod. 24850000, Rio Araguaia) .....	54
19. Estação Aruanã - PCD (cod. 25200000, Rio Araguaia) .....	58
20. Estação Luís Alves (cod. 25950000, Rio Araguaia) .....	61
21. Estação Xavantina (cod. 26100000, Rio das Mortes ou Manso) .....	64
22. Estação Trecho Médio - PCD (cod. 26200000, Rio das Mortes ou Manso) .....	67
23. Estação São Félix do Araguaia (cod. 26350000, Rio Araguaia) .....	70
24. Estação Conceição do Araguaia - PCD (cod. 27500000, Rio Araguaia) ..	73
25. Estação Xambioá - PCD (cod. 28300000, Rio Araguaia) .....	76
26. Estação Marabá - PCD (cod. 29050000, Rio Tocantins) .....	79
27. Estação Fazenda Rio Branco (cod. 29080000, Rio Parauapebas) .....	82
28. Estação Fazenda Alegria (cod. 29100000, Rio Itacaiúnas) .....	82
29. Estação Itupiranga (cod. 29200000, Rio Tocantins) .....	86
30. Estação Tucuruí (cod. 29700000, Rio Tocantins) .....	89
Considerações finais .....	111
Referências Bibliográficas .....	114

## Introdução

---

O estudo hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica, além de ser importante ferramenta de apoio a estudos ambientais, é fundamental para a análise de viabilidade de diversas atividades econômicas. A construção de uma barragem e a formação de seu reservatório, por exemplo, implicam modificações nas condições naturais do curso d'água. As barragens geram uma redução na velocidade da corrente e, conseqüentemente, na capacidade de transporte de sedimentos pelo rio, favorecendo sua deposição nos reservatórios que, aos poucos, vão perdendo sua capacidade de armazenar água. Portanto, seja o reservatório para fins de geração de energia, de irrigação, de abastecimento ou de outros usos, o conhecimento da vida útil desse empreendimento dependerá diretamente do fluxo de sedimentos no curso d'água.

Independente da existência de um barramento, o conhecimento do comportamento hidrossedimentológico de um rio pode contribuir, por exemplo, para a manutenção e operação de hidrovias. Com o conhecimento prévio das zonas de deposição e produção de sedimentos, os trabalhos relativos a essa atividade podem ser agilizados e viabilizados.

Os sedimentos presentes no curso d'água são partículas sólidas originadas da erosão dos solos e das rochas da bacia contribuinte ou do próprio leito do rio. Além dos minerais que compõem os sedimentos, eles ainda são catalisadores, carreadores e agentes fixadores de outros agentes químicos e de matéria orgânica.

Os sedimentos são responsáveis pela manutenção de praias de rios, pela manutenção do equilíbrio dos fluxos sólido e líquido entre os continentes e oceanos, constituem fator fundamental para a dinâmica dos cursos d'água, transportam nutrientes que servem de alimento para peixes ou para eutrofização de reservatórios. Assim, apesar dos prejuízos econômicos, os sedimentos configuram importante componente do meio ambiente. Então, dependendo da interferência ou da modificação do fluxo de sólidos de um rio, os impactos ambientais podem ser irreversíveis.

A produção e a deposição de sedimentos em uma bacia hidrográfica dependem fundamentalmente de suas características naturais: chuvas, tipos de solo, topografia, densidade de drenagem, cobertura vegetal e área de drenagem; e de influências antrópicas como: o uso e a ocupação dos solos, o uso da água, as alterações no curso d'água e outras.

Diante da relevância e da falta de informações disponíveis sobre o tema, este estudo teve por objetivo avaliar e divulgar dados referentes ao comportamento hidrossedimentológico da Bacia dos Rios Araguaia e Tocantins, por meio da análise do fluxo de sedimentos em suspensão nas estações fluviométricas da rede hidrométrica nacional, sob gestão da Agência Nacional de Águas – ANA. Buscando fornecer uma visão sistêmica do fluxo de sólidos em suspensão nos Rios Araguaia e Tocantins e nos seus principais afluentes que contam com dados hidrossedimentométricos disponíveis e passíveis de análise, este trabalho abrangeu toda a área da bacia.

## Caracterização da bacia

---

A Bacia Hidrográfica Araguaia-Tocantins tem suas cabeceiras nos Estados de Mato Grosso e Goiás e no Distrito Federal, drena a água de todo o Estado de Tocantins e de parte do Maranhão e do Pará onde se encontra a sua foz no Oceano Atlântico. Com área de drenagem de, aproximadamente, 757.000 km<sup>2</sup> ([ANEEL, 1999](#)), corresponde a cerca de 9% do território brasileiro, sendo a maior bacia hidrográfica inteiramente brasileira.

O Rio Tocantins tem origem nos Rios Paranã e Pirineus, em altitudes médias de 1100 m. Esse rio percorre uma extensão de 2400 km, tendo como principais afluentes pela margem direita os Rios Manoel Alves, do Sono e Manoel Alves da Natividade e, pela margem esquerda, os Rios Araguaia, Santa Teresa e Itacaiúnas ([ANA, 2002](#)).

O Rio Araguaia, principal afluente do Tocantins, nasce a cerca de 850 m de altitude, na Serra do Caiapó e, depois de percorrer 720 km, divide-se em dois braços, o Araguaia e o Javaés, formando a maior ilha fluvial do mundo, a Ilha do Bananal, com extensão de 375 km. Sua área de

drenagem é de 373.000 km<sup>2</sup>, sua extensão de 2115 km e seus principais afluentes são, pela margem direita, os Rios Caiapó, Vermelho, Muricizal, Lontra e Crixás; e, pela margem esquerda, os Rios das Garças e das Mortes (ANA, 2002).

A quantidade de chuva na bacia é maior em sua porção norte, mais próxima a sua foz, diminuindo ao sul, na região de suas nascentes, com uma variação de sua média anual de 1580 a 2300 mm. A distribuição das precipitações obedece a um regime sazonal, com dois períodos bem definidos, um relativamente mais seco, de abril a setembro, e outro chuvoso, de outubro a março (ANA, 2002).

Segundo dados da Agência Nacional de Águas – ANA (2002), a precipitação média na Bacia Araguaia-Tocantins é da ordem de 1600 mm/ano, a vazão é de 11.800 m<sup>3</sup>/s (ANEEL, 1999), fornecendo uma vazão específica média de 15,6 L/s.km<sup>2</sup>, uma evapotranspiração real média de 1200 mm/ano e um coeficiente médio de escoamento superficial de aproximadamente 0,30.

A Bacia do Araguaia-Tocantins tem grande potencial agrícola, turístico, hidrelétrico e de navegabilidade.

Quanto ao aproveitamento hidrelétrico, destacam-se as usinas de Tucuruí, no baixo Tocantins, com capacidade instalada de 4001 MW, estando prevista ampliação para 8250 MW, uma área inundada de 2400 km<sup>2</sup> e um reservatório com acumulação total de 34.080 hm<sup>3</sup> e a de Serra da Mesa, com 1293 MW, 1.784 km<sup>2</sup> e 54.400 hm<sup>3</sup>, podendo regularizar cerca de 796 m<sup>3</sup>/s. Os principais aproveitamentos hidrelétricos em operação na bacia são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Principais aproveitamentos hidrelétricos em operação na Bacia Araguaia-Tocantins.

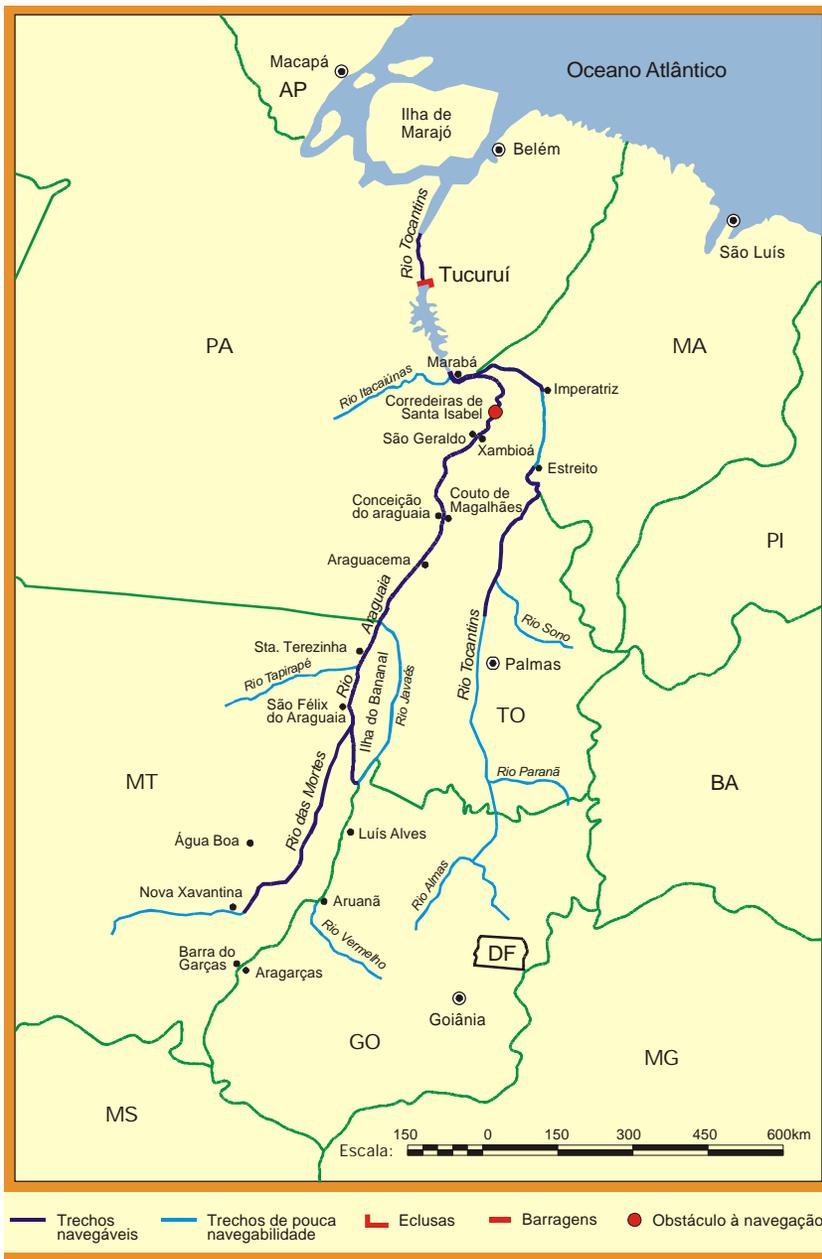
Nome da usina	Potência (MW)	Rio	UF
Serra da Mesa	1293	Tocantins	GO
Cana Brava	156	Tocantins	GO
Luís Eduardo Magalhães	722	Tocantins	GO
Tucuruí	4001	Tocantins	PA
<b>Total</b>	<b>6172</b>		

Fonte: [ANEEL, 2002](#).

A Bacia Araguaia-Tocantins representa, atualmente, cerca de 10% da capacidade instalada de geração hidrelétrica no Brasil que é de aproximadamente 64.000 MW ([ANEEL, 2002](#)).

A movimentação de cargas nas hidrovias do Tocantins e do Araguaia é incipiente, uma vez que as condições de navegabilidade são favoráveis apenas nos períodos de cheia, e as obras necessárias para a extensão desses períodos e a viabilização da instalação definitiva da hidrovia encontram-se, hoje, na dependência do licenciamento ambiental ([Brasil, 2002](#)).

A implementação da navegação comercial na Bacia Araguaia-Tocantins depende de intervenções como dragagens, derrocamentos, sinalizações e balizamentos que possibilitem a utilização do rio, em regime permanente, como via navegável para o escoamento da produção agrícola proveniente das safras de grãos das Regiões Norte e Centro-Oeste do País ([AHITAR, 2002](#)).



**Figura 1.** Mapa de navegabilidade da Bacia Araguaia-Tocantins.

Fonte: Brasil, 2002.

A Bacia Araguaia-Tocantins apresenta grande potencialidade para a agricultura e a pecuária. Hoje, destacam-se os cultivos de arroz, milho e soja. Segundo dados da safra 2001/2002, apenas no Estado do Tocantins, foram plantados 135.285 ha de arroz em casca, 64.360 ha de milho e 104.780 ha de soja, com produção de 320.047, 119.817 e 206.316 toneladas, respectivamente (Gasparoto, 2002).

A agricultura irrigada vem se desenvolvendo na bacia e, como pode-se observar na Tabela 2, em 1997, já ocupava área de aproximadamente 90.000 ha.

**Tabela 2.** Projetos de irrigação na Bacia Araguaia-Tocantins.

Projeto	Estado	Manancial	Área total (ha)	Área irrigada (ha)	Principais culturas
Rio Formoso	TO	Rio Formoso	33.000	28.000	Arroz/soja
Lagoa da Confusão	TO	Rios Urubu, Formoso e Javaés	22.000	22.000	Arroz
Pedro Afonso	TO	Rio do Sono	40.000	20.000	Soja
Luís Alves	GO	Rio Araguaia	15.000	2.200	Milho/soja
Diversos	-	Rio Araguaia	-	5.883	Diversos
Diversos	-	Rio Tocantins	-	11.240	Diversos
<b>Total</b>				<b>89.323</b>	

Fonte: ONA S.A. Engenharia, 1997.

A Bacia Araguaia-Tocantins também é detentora de grande potencial para o aproveitamento turístico, principalmente, para os admiradores da prática da pesca esportiva e de passeios ecológicos. A Ilha do Bananal, maior ilha fluvial do mundo e o Jalapão (Figura 2) são exemplos de ecossistemas que podem ser amplamente explorados para o desenvolvimento turístico dessa bacia.



Foto: Frederick Borges, 2002.

**Figura 2.** Região do Jalapão – TO.

## Levantamento de dados e métodos de análise

Para a realização deste estudo, foram utilizados os dados hidrométricos e hidrossedimentométricos do banco de dados Hidro ([Hidroweb, 2002](#)) o qual dispõe de dados provenientes da rede hidrométrica nacional, sob gestão da Agência Nacional de Águas – ANA.

**Tabela 3.** Levantamento de estações e dados hidrossedimentométricos da Bacia Araguaia-Tocantins (bacia 2).

Código	Estação	Rio	Intervalo de dados (ano)	(Nº dados/intervalo) total
21050020	AHE São Félix	Tocantins	00-01	03
21080000	São Salvador	Tocantins	00-01	03
21600000	Ponte Paranã	Paraná	00-01	04
21850000	Rio da Palma	Rio da Palma	00-01	03

continua...



Foto: Frederick Borges, 2002.

**Figura 2.** Região do Jalapão – TO.

## Levantamento de dados e métodos de análise

Para a realização deste estudo, foram utilizados os dados hidrométricos e hidrossedimentométricos do banco de dados Hidro ([Hidroweb, 2002](#)) o qual dispõe de dados provenientes da rede hidrométrica nacional, sob gestão da Agência Nacional de Águas – ANA.

**Tabela 3.** Levantamento de estações e dados hidrossedimentométricos da Bacia Araguaia-Tocantins (bacia 2).

Código	Estação	Rio	Intervalo de dados (ano)	(Nº dados/intervalo) total
21050020	AHE São Félix	Tocantins	00-01	03
21080000	São Salvador	Tocantins	00-01	03
21600000	Ponte Paranã	Paraná	00-01	04
21850000	Rio da Palma	Rio da Palma	00-01	03

continua...

Tabela 3. Continuação.

Código	Estação	Rio	Intervalo de dados (ano)	(Nº dados/intervalo) total
21900000	Paraná (PCD)	Paraná	00-01	03
22050001	Peixe	Tocantins	78-79 ; 00-01	(03 ; 04) 07
22350000	Porto Nacional (PCD)	Tocantins	78-79	03
22400000	Barra do Matanca	Tocantins	85-89	19
22500000	Miracema do Tocantins	Tocantins	85-86 ; 88-89	(08 ; 03) 11
22900000	Porto Real	Rio do Sono	00-02	06
23100000	Tupiratins	Tocantins	86-89	18
23300000	Carolina (PCD)	Tocantins	00-02	06
23600000	Tocantinópolis	Tocantins	77-79	09
24100000	Cachoeira Grande	Araguaia	77-79 ; 81-88 ; 92-94	(14 ; 23 ; 04) 41
24180000	Barra do Peixe	Araguaia	78-79	04
24700000	Aragarças – Barra do Garças	Araguaia	00-01	03
24800000	Peres	Caiapó	97	01
24850000	Araguaiana	Araguaia	78 ; 82 ; 92-94 ; 96-98	(01 ; 04 ; 05 ; 06) 16
25200000	Aruanã (PCD)	Araguaia	92 ; 00-01	(01 ; 03) 04
25950000	Luís Alves	Araguaia	00-02	07
26100000	Xavantina	Morte ou Manso	81-82 ; 94 ; 96-98	(07 ; 01 ; 08) 16
26200000	Trecho Médio (PCD)	Morte ou Manso	00-01	05
26350000	São Félix do Araguaia	Araguaia	00-01	05
27500000	Conceição do Araguaia (PCD)	Araguaia	77-79 ; 92 ; 00-01	(11 ; 01 ; 03) 15
28300000	Xambioá (PCD)	Araguaia	78-79 ; 00-01	(03 ; 04) 07

continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Código	Estação	Rio	Intervalo de dados (ano)	(Nº dados/intervalo) total
29050000	Marabá (PCD)	Tocantins	77-78 ; 81-94 ; 97-98 ; 00-01	(03; 46; 07; 04) 60
29080000	Fazenda Rio Branco	Parauapebas	94-95	03
29100000	Fazenda Alegria	Itacaiúnas	78-88 ; 90-97 ; 99-01	(41 ; 15 ; 10) 66
29200000	Itupiranga	Tocantins	81-97	52
29700000	Tucuruí	Tocantins	98-01	(03 ; 11) 14

PCD – plataforma de coleta de dados. Transmite os dados hidrométricos coletados via satélite, em “tempo real”.

Pode-se observar que muitas estações, relacionadas na [Tabela 3](#), dispõem de poucos dados, mesmo assim, devido à escassez de estações nessa bacia, todos esses dados foram analisados neste trabalho. Portanto, principalmente nesses casos, as informações obtidas deverão ser utilizadas com ressalvas em face da quantidade e da qualidade dos dados que as geraram.

**Tabela 4.** Visualização dos anos em que se coletaram dados em cada estação da rede sedimentométrica (Bacia do Tocantins).

Código	Estação	Rio	Anos de observação																								
			1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
21050020	AHE São Félix	Tocantins																									
21080000	São Salvador	Tocantins																									
21600000	Ponte Paranã	Paraná																									
21850000	Rio da Palma	Rio as Palma																									
21900000	Paraná (PCD)	Paraná																									
22050001	Peixe	Tocantins																									
22350000	Porto Nacional (PCD)	Tocantins																									
22400000	Barra do Matança	Tocantins																									
22500000	Miracema do Tocantins	Tocantins																									
22900000	Porto Real	Rio do Sono																									
23100000	Tupiratins	Tocantins																									
23300000	Carolina (PCD)	Tocantins																									
23600000	Tocantinópolis	Tocantins																									
24100000	Cachoeira Grande	Araguaia																									
24180000	Barra do Peixe	Araguaia																									
24700000	Aragarças – Barra do Garças	Araguaia																									
24800000	Peres	Caiapó																									
24850000	Araguaiana	Araguaia																									
25200000	Aruaná (PCD)	Araguaia																									
25950000	Luis Alves	Araguaia																									
26100000	Xavantina	Morte ou Manso																									
26200000	Trecho Médio (PCD)	Morte ou Manso																									
26350000	São Félix do Araguaia	Araguaia																									
27500000	Conceição do Araguaia (PCD)	Araguaia																									
28300000	Xambioá (PCD)	Araguaia																									
29050000	Marabá (PCD)	Tocantins																									
29080000	Fazenda Rio Branco	Parauapebas																									
29100000	Fazenda Alegria	Itacaiunas																									
29200000	Itupiranga	Tocantins																									
29700000	Tucuruí	Tocantins																									



Figura 3. Mapa de localização das estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins.

Com base nos dados de vazão e concentração de sedimentos em suspensão, disponíveis no banco de dados da ANA (HIDRO 1.0), resultantes de medições realizadas no decorrer de vários anos (Tabela 3), foram obtidos os valores de descarga sólida em suspensão com o uso da seguinte equação:

$$Q_{ss} = 0,0864 * Q * C_{ss}$$

onde:

$Q_{ss}$  = descarga sólida ou fluxo de sedimentos em suspensão (t/dia);

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

$C_{ss}$  = concentração de sedimentos em suspensão (mg/L).

Uma vez determinados os valores de descarga sólida em suspensão de cada medição, foram traçadas as curvas-chave de sedimentos de cada estação, segundo metodologia apresentada por Carvalho (1994) e Carvalho et al. (2000). Essas curvas-chave foram empregadas para transformar as séries de vazões médias mensais de cada estação em fluxo de sedimentos em suspensão, tendo, geralmente, a seguinte forma:

$$Q_{ss} = a.Q^b$$

onde:

$a$  e  $b$  = constantes.

O valor do coeficiente "b", para estações que abrangem grandes áreas de contribuição, a exemplo das bacias estudadas neste trabalho, geralmente, está entre 1 e 3. Quanto maior ele for, mais rápida será a resposta do fluxo de sedimentos em suspensão em relação às variações de vazão. Caso esse parâmetro não esteja bem dimensionado, erros significativos podem ocorrer nos fluxos de sedimentos estimados, principalmente nas maiores vazões.

Algumas das estações avaliadas não apresentaram boa correlação entre as descargas líquida e sólida, seja por reduzido número de medições, efeito de maré, efeito de remanso, por estar a jusante de um

reservatório, ou, ainda, por alguma outra característica. Nos casos em que a correlação apresentou valores baixos (menores que 0,6), a descarga sólida em suspensão média mensal foi estimada com base na média dos dados medidos. Por esse procedimento, a descarga sólida média do mês de janeiro, por exemplo, foi igual à média de todos os valores de descarga sólida medidos nesse mês. Como são feitas apenas quatro medições por ano em cada estação hidrométrica, o erro resultante desse método pode ser muito grande devido à disparidade entre anos secos e chuvosos. Portanto, depois da realização de todas as médias mensais, em função dos dados médios de vazão da estação e dos dados de descarga sólida das estações a jusante e a montante dela, os dados de descarga sólida do posto em análise foram ajustados.

Houve casos em que nenhum dos métodos descritos resultou em informações razoáveis, sendo descartadas essas estações.

Depois da análise individualizada do fluxo médio de sólidos em suspensão de cada estação, efetuou-se o balanço da descarga sólida entre postos consecutivos para identificação de áreas com potencial para produção ou deposição de sedimentos. Para tal análise conjunta dos dados, o período de estudo foi homogeneizado. Feita a análise preliminar dos dados médios anuais, identificou-se o período de 1981 a 1998 como o mais propício para a comparação entre as estações dessa bacia.

Com base nos métodos supracitados e nos dados existentes no Hidro, buscou-se, neste trabalho, a melhor interpretação possível para o conhecimento e a compreensão do comportamento do fluxo de partículas sólidas em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins. Entretanto, é importante que seja registrado, principalmente para aqueles que nunca trabalharam com dados hidrossedimentométricos, que os resultados encontrados em estudos dessa natureza dependem, muitas vezes, do conhecimento e da sensibilidade de quem o realiza, estando sempre sujeitos a críticas.

**Tabela 5.** Principais abreviaturas utilizadas no trabalho.

Símbolo	Significado
Q <sub>ss</sub>	Descarga sólida em suspensão
MLT	Média de longo termo
C <sub>ss</sub>	Concentração de sólidos em suspensão
Q	Descarga líquida (vazão)

**Tabela 6.** Parâmetros utilizados para a análise dos valores do fluxo sólido em suspensão específico (Q<sub>ss esp.</sub>).

Classificação	Q <sub>ss esp.</sub> (t/km <sup>2</sup> .ano)
baixa	< 70
moderada	70 a 175
alta	175 a 300
muito alta	> 300

Fonte: adaptado de Carvalho et.al., 2000.

**Tabela 7.** Parâmetros utilizados para a análise dos valores de concentração de sedimentos em suspensão (C<sub>ss</sub>).

Classificação	C <sub>ss</sub> (mg/L)
muito baixa	< 50
baixa	50 a 100
moderada	100 a 150
alta	150 a 300
muito alta	> 300

No item “Resultados e Discussões” deste trabalho, inicialmente, serão apresentados os resultados das análises individuais de cada estação e, em seguida, os dados serão avaliados no contexto da bacia hidrográfica.

## Caracterização das estações e análise dos parâmetros levantados

### 1. Estação AHE São Félix (cod. 21050020, Rio Tocantins)

Nessa estação, dispõe-se de apenas três medições hidrossedimentométricas que não apresentaram boa correlação entre seus valores de vazão e de concentração de sedimentos em suspensão, não sendo possível sua análise.

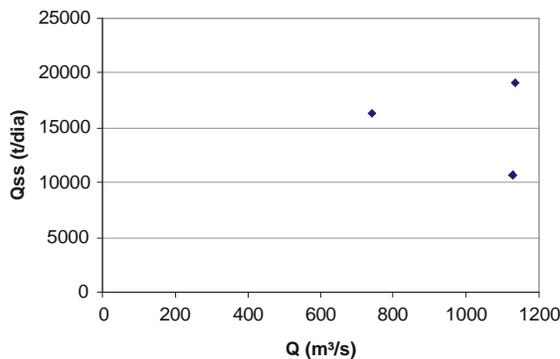


Figura 4. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação AHE São Félix.

### 2. Estação São Salvador (cod. 21080000, Rio Tocantins)

Nessa estação, dispõe-se de apenas três medições hidrossedimentométricas que apresentaram boa correlação entre seus valores de vazão e de concentração de sedimentos em suspensão. Entretanto, como o número de dados é pequeno e o coeficiente de 3,6789 é muito alto, optou-se pela não-realização dessa análise.

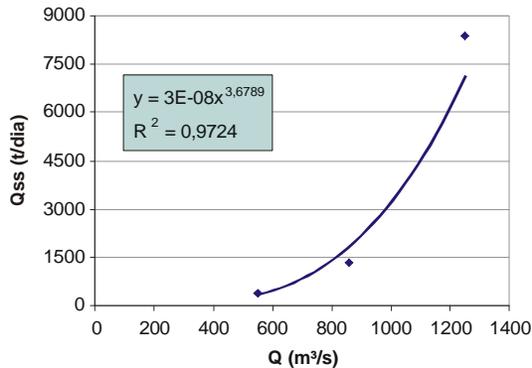


Figura 5. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação São Salvador.

### 3. Estação Ponte do Paranã (cod. 21600000, Rio Paranã)

Nessa estação, dispõe-se de apenas quatro medições hidrossedimentométricas, duas no ano 2000 e duas em 2001. A correlação entre seus valores de vazão e de concentração de sedimentos em suspensão foi razoável, porém, em função dos poucos dados, optou-se por não analisá-la por completo. As quatro medições foram feitas em diferentes épocas do ano (agosto, dezembro, janeiro e abril) com a vazão variando de 100 a 200 m³/s, e a concentração de sedimentos em suspensão, de 17 a 45 mg/L, o que, pelo menos, fornece uma ordem de grandeza do fluxo de sedimentos nessa estação, dentro da faixa de vazões medidas.

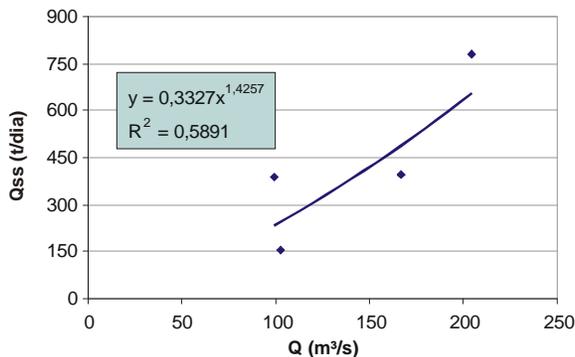


Figura 6. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Ponte Paranã.

#### 4. Estação Rio da Palma (cod. 21850000, Rio da Palma)

Nessa estação, dispõe-se de apenas três medições hidrossedimentométricas. A correlação entre seus dados de vazão e de concentração de sedimentos em suspensão apresentou coeficiente muito alto (6,8117) e, por isso, optou-se pela não-realização dessa análise. Nas três medições feitas (agosto, novembro e fevereiro), a vazão variou de 130 a 200 m<sup>3</sup>/s, e a concentração de sedimentos em suspensão, de 25 a 315 mg/L. Como a variação da concentração foi muito grande, e os dados são poucos, fica impossível qualquer afirmativa ou sinalização segura sobre o comportamento sedimentológico dessa estação.

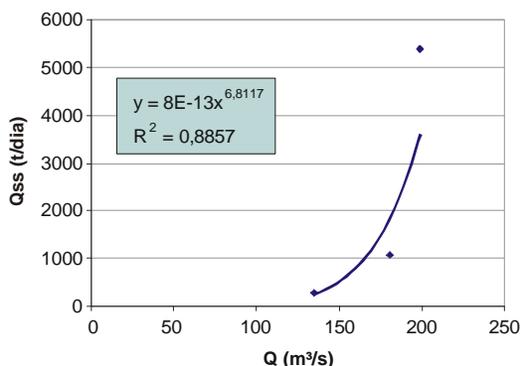


Figura 7. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Rio da Palma.

#### 5. Estação Paranã (PCD) (cod. 21900000, Rio Paranã)

Apesar de terem sido feitas apenas três medições hidrossedimentométricas nessa estação, pode-se observar que na equação resultante da curva-chave de sedimentos, os coeficientes foram coerentes. Por isso, optou-se pela confecção da análise completa dessa estação, apesar do número pequeno de medições.

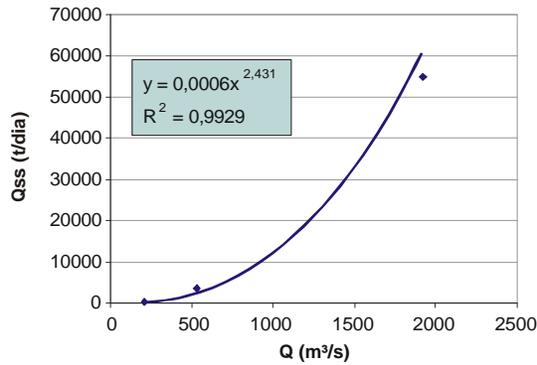


Figura 8. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Paranã (PCD).

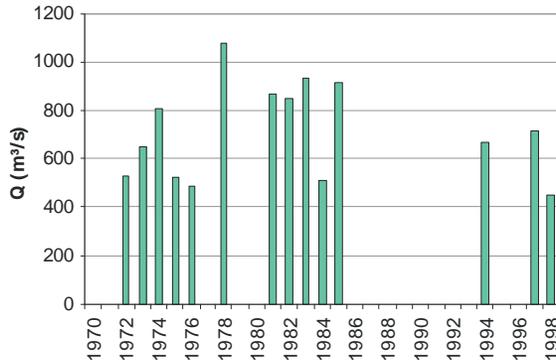


Figura 9. Vazões médias anuais da estação Paranã (PCD).

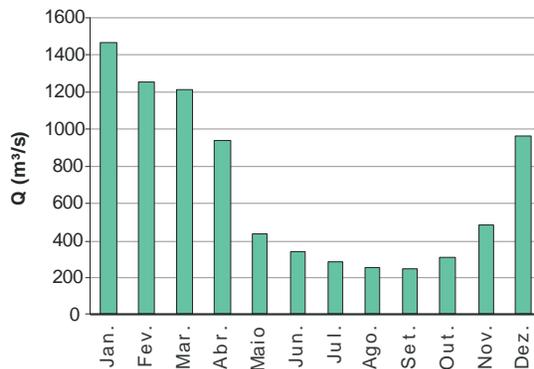
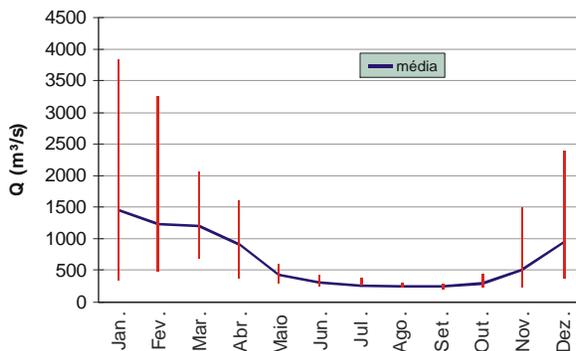
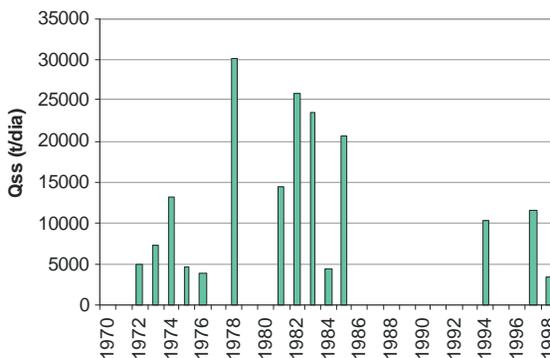


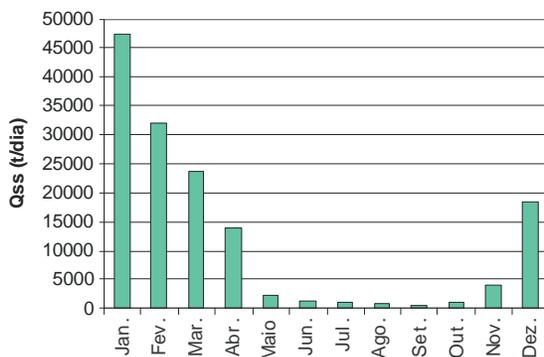
Figura 10. Vazões médias mensais da estação Paranã (PCD).



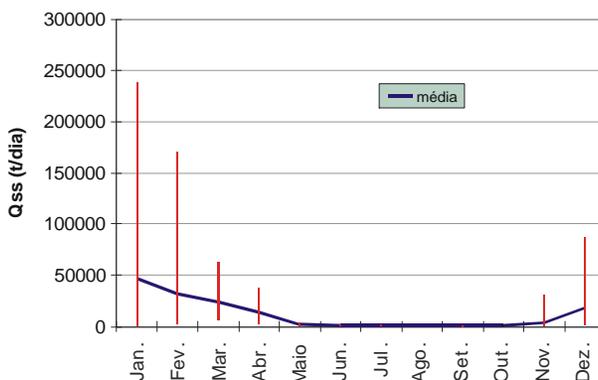
**Figura 11.** Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Paranã (PCD).



**Figura 12.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Paranã (PCD).



**Figura 13.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Paranã (PCD).



**Figura 14.** Descargas de sedimentos em suspensão máximas, médias e mínimas mensais da estação Paranã (PCD).

**Tabela 8.** Resumo de resultados da estação Paranã (PCD).

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	692	683
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	12.623	12.234
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	4.607.395	4.465.410
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	58.013	58.013
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	11,9	11,8
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	79	77
C <sub>ss</sub> (mg/L)	211	207

## 6. Estação Peixe (cod. 22050001, Rio Tocantins)

Com sete medições hidrossedimentométricas, apenas cinco foram aproveitadas na confecção da curva-chave de sedimentos em suspensão apresentada na [Figura 15](#). Na equação, observam-se coeficientes coerentes e, por isso, foi possível a análise completa dessa estação, apesar do número pequeno de medições.

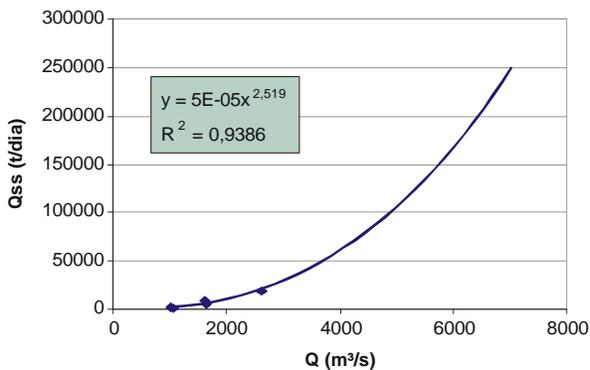


Figura 15. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Peixe.

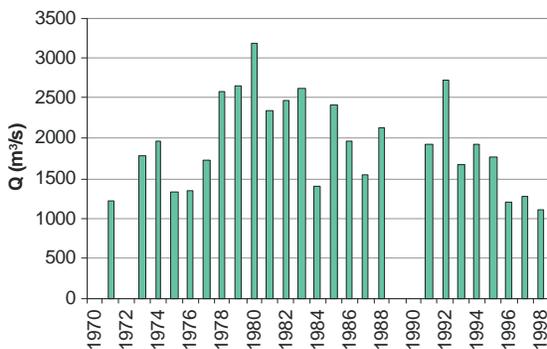


Figura 16. Vazões médias anuais da estação Peixe.

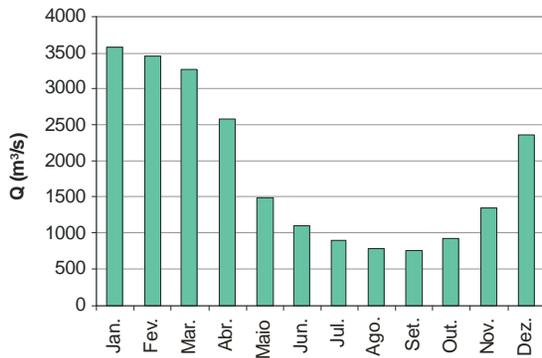


Figura 17. Vazões médias mensais da estação Peixe.

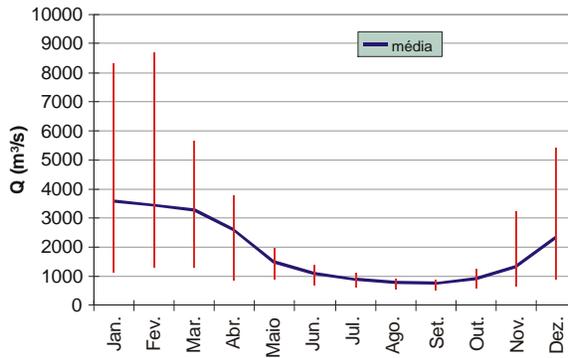


Figura 18. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Peixe.

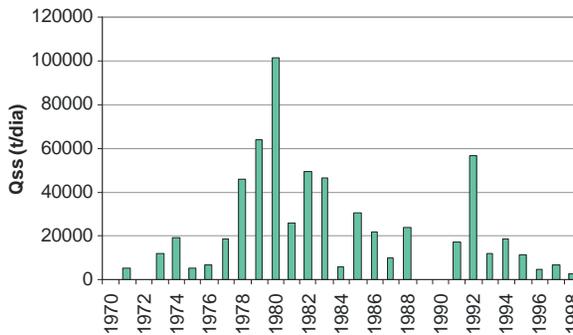


Figura 19. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Peixe.

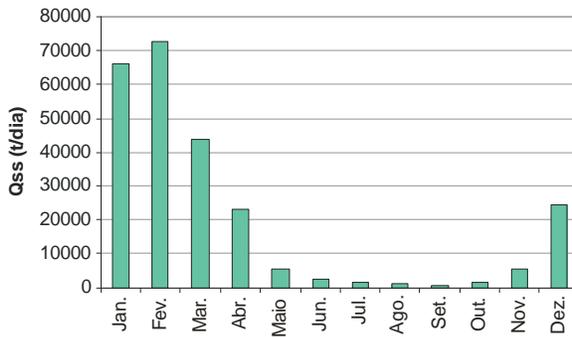
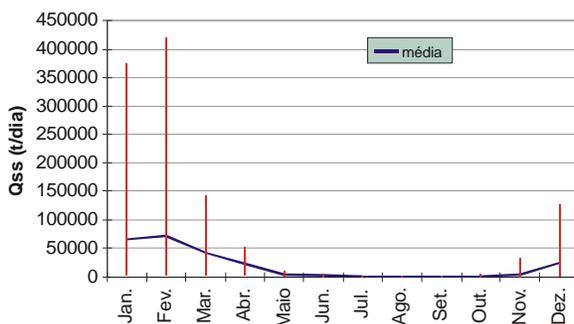


Figura 20. Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Peixe.



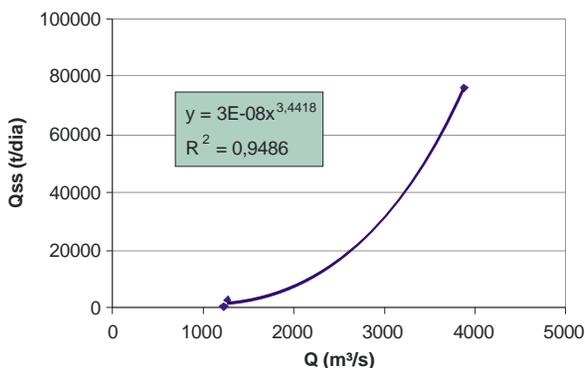
**Figura 21.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Peixe.

**Tabela 9.** Resumo de resultados da estação Peixe.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	1.900	1.880
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	23.749	20.681
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	8.668.385	7.548.565
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	130.052	130.052
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	14,6	14,5
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	67	58
C <sub>ss</sub> (mg/L)	145	127

## 7. Estação Porto Nacional (PCD) (cod. 22350000, Rio Tocantins)

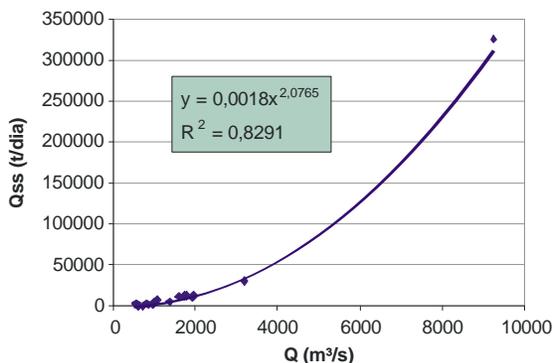
Nessa estação, dispõe-se de apenas de três medições hidrossedimentométricas, realizadas nos anos de 1978 e 1979. O coeficiente obtido da correlação entre os dados de vazão e do fluxo de sedimentos em suspensão foi muito elevado (3,4418) e, por isso, optou-se pela não-realização da análise dessa estação.



**Figura 22.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Porto Nacional (PCD).

## 8. Estação Barra do Matança (cod. 22400000, Rio Tocantins)

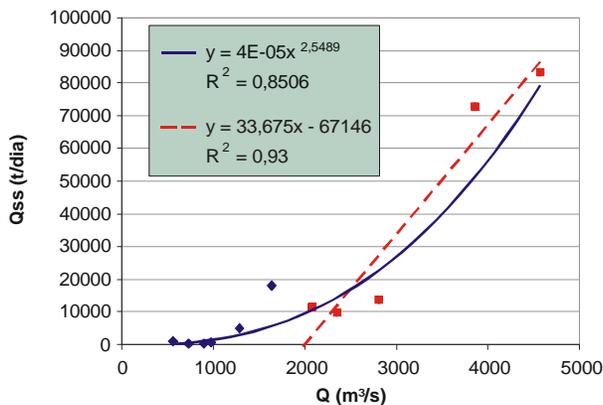
Nessa estação, dispõe-se de 19 medições hidrossedimentométricas, realizadas nos anos de 1985 a 1989. O coeficiente obtido da correlação entre os dados de vazão e do fluxo de sedimentos em suspensão foi razoável (2,0765), entretanto, cabe salientar o pequeno número de medições de cheias entre os dados existentes. A análise dessa estação não foi realizada devido à não-existência de sua série de vazões no banco de dados Hidro.



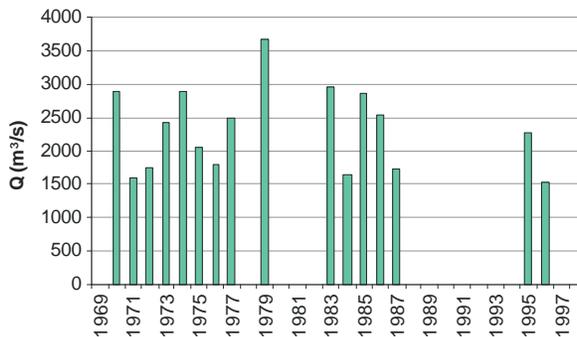
**Figura 23.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Barra do Matança.

## 9. Estação Miracema do Tocantins (cod. 22500000, Rio Tocantins)

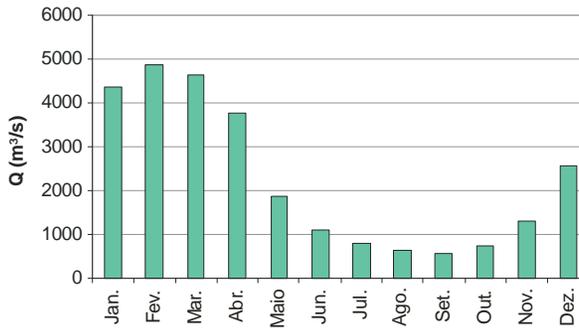
Com 11 medições hidrossedimentométricas, foram geradas duas equações para representar a correlação entre os dados de vazão e fluxo de sedimentos em suspensão dessa estação: uma, na forma potencial, quando a vazão for menor que 4000 m<sup>3</sup>/s; e outra linear, quando a vazão for superior a 4000 m<sup>3</sup>/s (Figura 24). A equação potencial apresentou coeficientes coerentes e, por isso, foi possível a análise completa dessa estação.



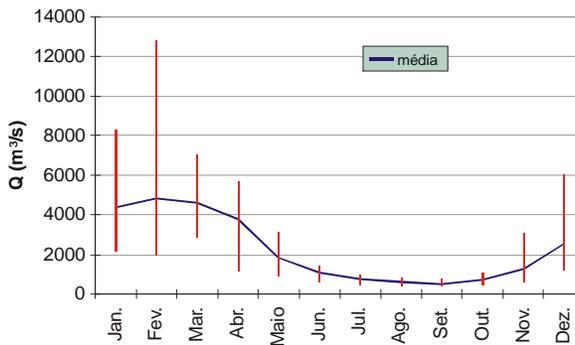
**Figura 24.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Miracema do Tocantins.



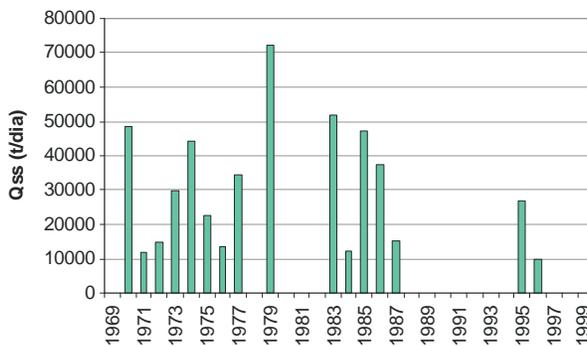
**Figura 25.** Vazões médias anuais da estação Miracema do Tocantins.



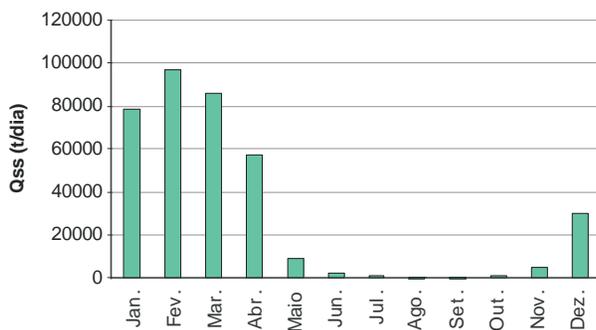
**Figura 26.** Vazões médias mensais da estação Miracema do Tocantins.



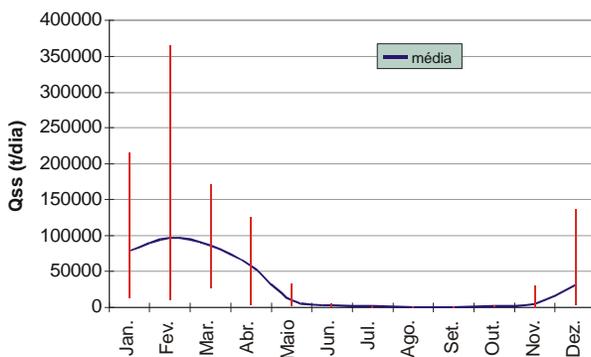
**Figura 27.** Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Miracema do Tocantins.



**Figura 28.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Miracema do Tocantins.



**Figura 29.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Miracema do Tocantins.



**Figura 30.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Miracema do Tocantins.

**Tabela 10.** Resumo de resultados da estação Miracema do Tocantins.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	2.386	2.258
Qss (t/dia)	33.677	30.695
Qss (t/ano)	12.292.105	11.203.675
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	186.834	186.834
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	12,8	12,1
Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	66	60
Css (mg/L)	163	157

## 10. Estação Porto Real (cod. 22900000, Rio do Sono)

Contam, no banco de dados Hidro, apenas seis medições hidrosedimentométricas dessa estação e foram necessárias duas equações para representar o comportamento do seu fluxo de sedimentos em suspensão em função da vazão: uma, na forma potencial, quando a vazão for menor que 1100 m<sup>3</sup>/s; e outra linear, quando a vazão for superior a 1100 m<sup>3</sup>/s (Figura 31). A equação potencial apresentou coeficiente alto (3,2627), entretanto, optou-se pela confecção da análise dessa estação, com a ressalva de que mais dados seriam necessários para aumentar a confiabilidade dos resultados encontrados.

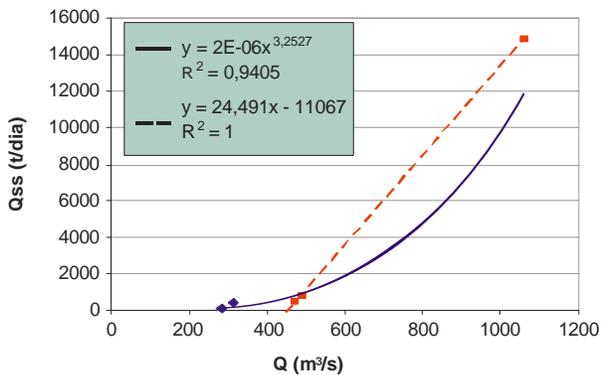


Figura 31. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Porto Real.

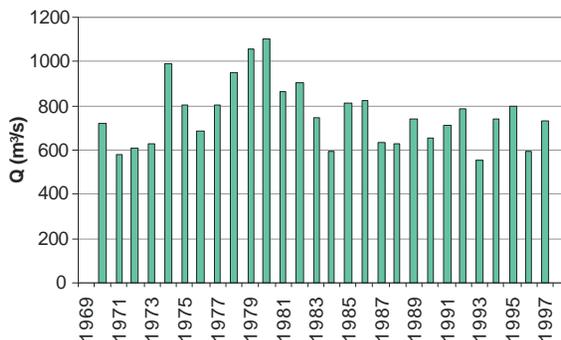


Figura 32. Vazões médias anuais da estação Porto Real.

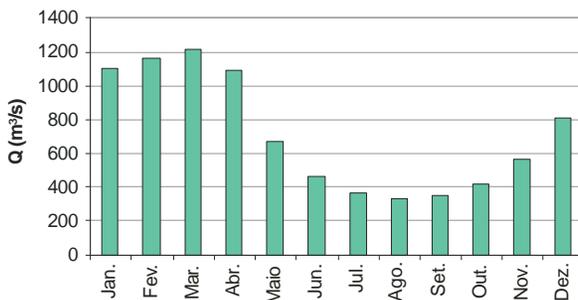


Figura 33. Vazões médias mensais da estação Porto Real.

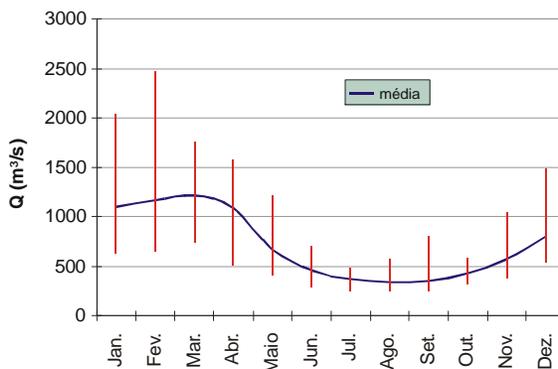


Figura 34. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Porto Real.

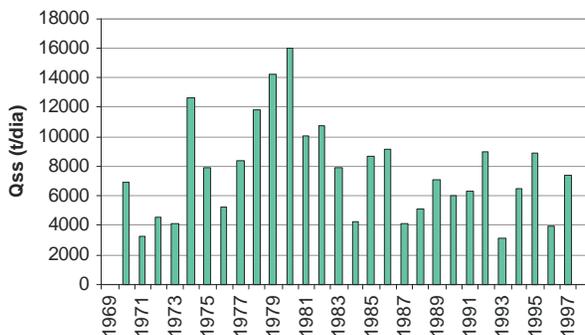
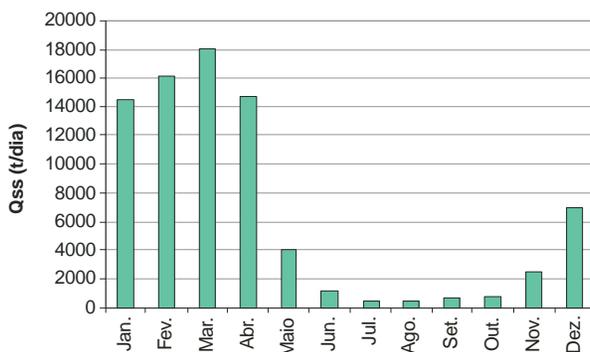
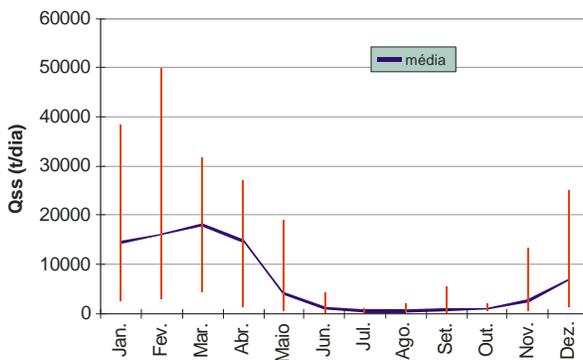


Figura 35. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Porto Real.



**Figura 36.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Porto Real.



**Figura 37.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Porto Real.

**Tabela 11.** Resumo de resultados da estação Porto Real.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	752	713
Qss (t/dia)	7.445	6.697
Qss (t/ano)	2.717.425	2.444.405
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	44.910	44.910
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	16,7	15,9
Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	61	54
Css (mg/L)	115	109

## 11. Estação Tupiratins (cod. 23100000, Rio Tocantins)

Na estação Tupiratins, foram realizadas 18 medições hidrossedimentométricas. O coeficiente da curva-chave de sedimentos em suspensão apresentou coeficiente baixo (1,865), entretanto, como o número de dados é suficiente e o comportamento dos pontos do gráfico relativamente estáveis, optou-se pela confecção da análise dessa estação.

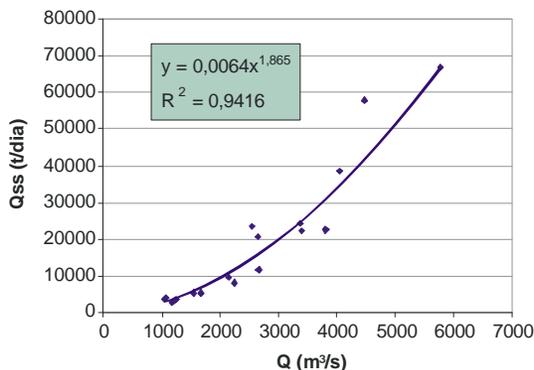


Figura 38. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Tupiratins.

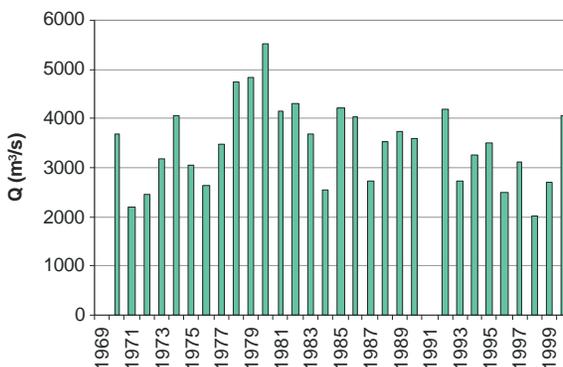


Figura 39. Vazões médias anuais da estação Tupiratins.

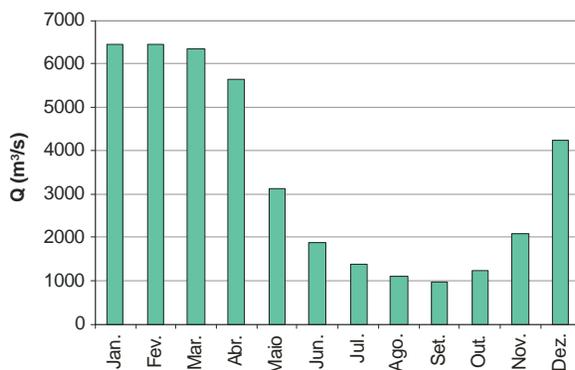


Figura 40. Vazões médias mensais da estação Tupiratins.

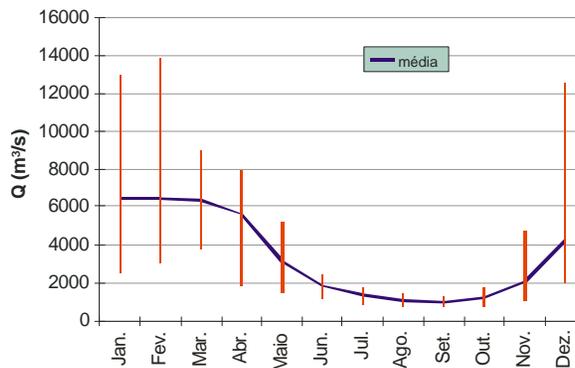


Figura 41. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Tupiratins.

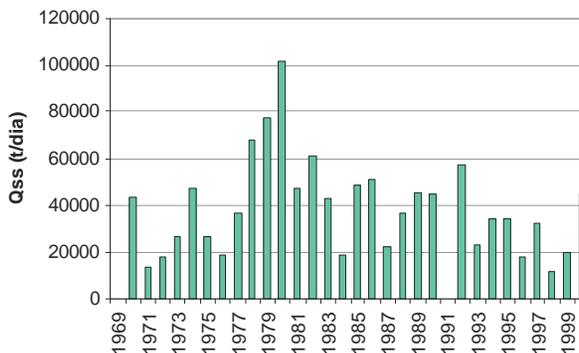
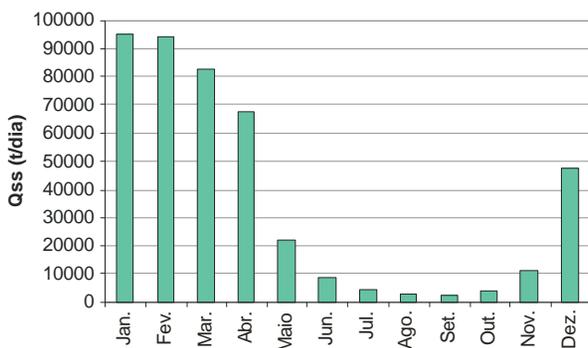
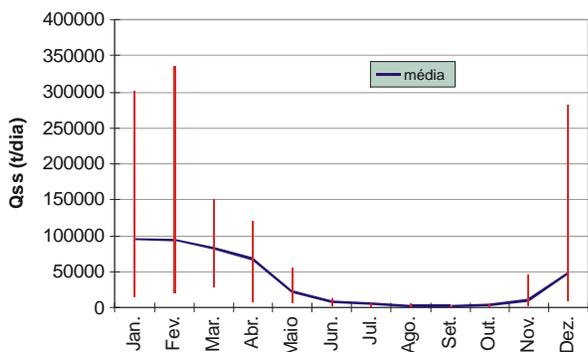


Figura 42. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Tupiratins.



**Figura 43.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Tupiratins.



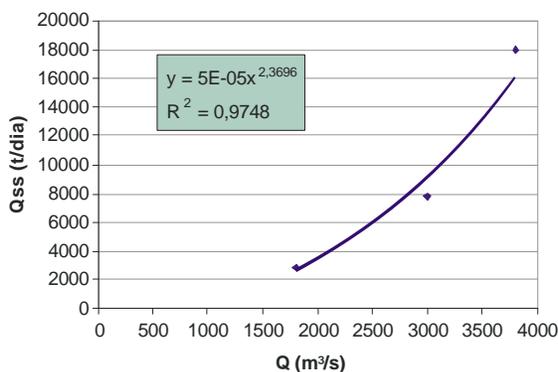
**Figura 44.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Tupiratins.

**Tabela 12.** Resumo de resultados da estação Tupiratins.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	3.480	3.401
Qss (t/dia)	38.887	36.793
Qss (t/ano)	14.193.755	13.429.445
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	243.841	243.841
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	14,3	13,9
Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	58	55
Css (mg/L)	129	125

## 12. Estação Carolina (PCD) (cod. 23300000, Rio Tocantins)

Na estação Carolina (PCD), registraram-se apenas seis medições hidrossedimentométricas. Dispondo de poucos dados para análise, ainda são apresentados, no banco de dados, dois valores de concentração de sedimentos totalmente duvidosos, em torno de 400 mg/L, com vazões próximas a 3000 m<sup>3</sup>/s, medidos em dezembro de 2001 e março de 2002. Os outros quatro dados apresentaram, com vazões próximas a 2000 m<sup>3</sup>/s, concentrações de sedimentos em suspensão de aproximadamente 20 mg/L, estando, assim, mais coerentes com os dados das estações Tupiratins e Tocantinópolis, a montante e a jusante dessa, respectivamente. Se fossem utilizados todos os dados brutos, o coeficiente da equação potencial que descreve a curva-chave de sedimentos em suspensão seria maior que seis, o que superestimaria os resultados. Depois dos cortes e ajustes nos dados, optou-se por trabalhar com a correlação mostrada na Figura 45, pois foi a que resultou em melhores estimativas hidrossedimentométricas em relação às estações Tupiratins e Tocantinópolis. Sendo assim, a análise dessa estação foi executada, mesmo sabendo-se das limitações dos resultados obtidos em função da quantidade e da qualidade dos dados disponíveis.



**Figura 45.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Carolina (PCD).

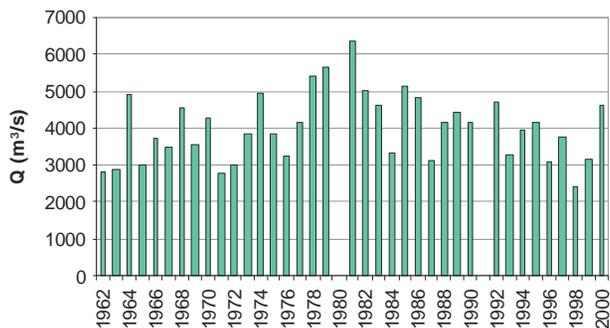


Figura 46. Vazões médias anuais da estação Carolina (PCD).

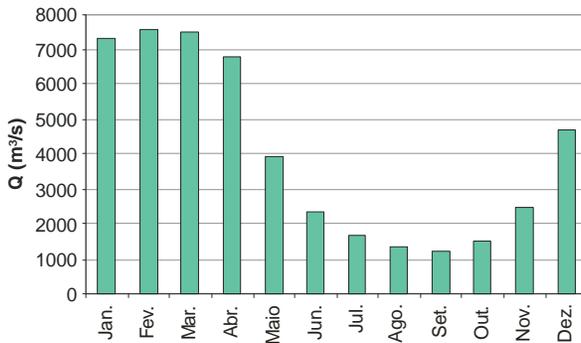


Figura 47. Vazões médias mensais da estação Carolina (PCD).

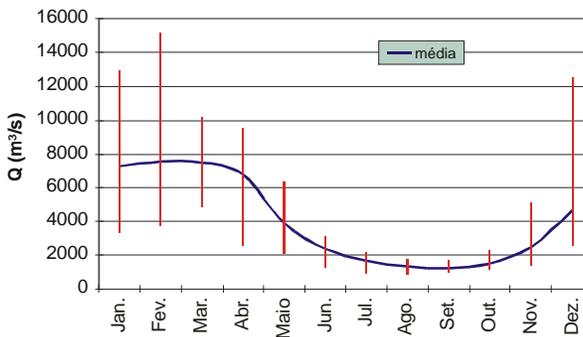
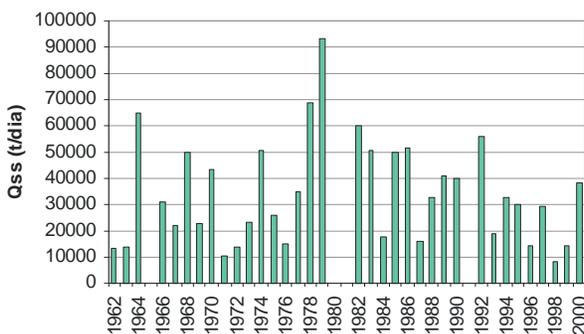
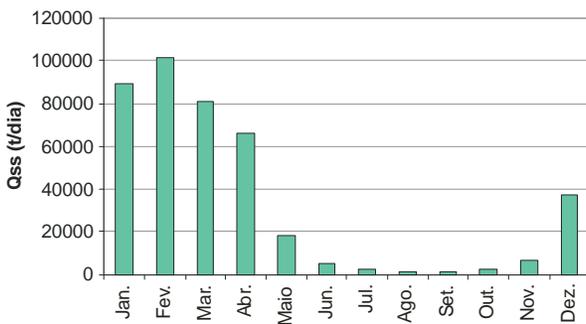


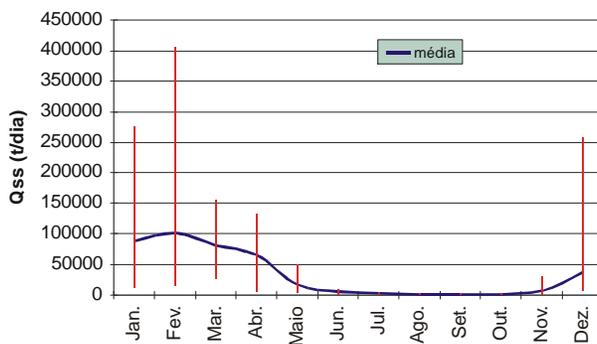
Figura 48. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Carolina (PCD).



**Figura 49.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Carolina (PCD).



**Figura 50.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Carolina (PCD).



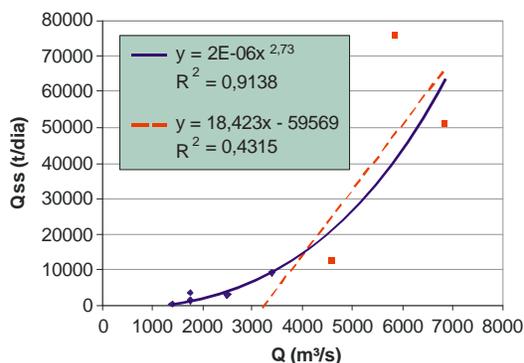
**Figura 51.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Carolina (PCD).

**Tabela 13.** Resumo de resultados da estação Carolina (PCD).

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m³/s)	3.988	4.029
Qss (t/dia)	34.205	34.289
Qss (t/ano)	12.484.825	12.515.485
Área de drenagem (km²)	276.520	276.520
Q esp. (L/s.km²)	14,4	14,6
Qss esp. (t/km².ano)	45	45
Css (mg/L)	99	98

### 13. Estação Tocantinópolis (cod. 23600000, Rio Tocantins)

Na estação Tocantinópolis, foram realizadas nove medições hidrossedimentométricas. O coeficiente da curva-chave de sedimentos em suspensão apresentou coeficiente razoável (2,73), entretanto, para vazões superiores a 7000 m³/s, foi necessária a definição de outra correlação, pois a descarga sólida em suspensão estava sendo superestimada. No banco de dados, essa estação não tem registros de vazão depois de 1981.

**Figura 52.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Tocantinópolis.

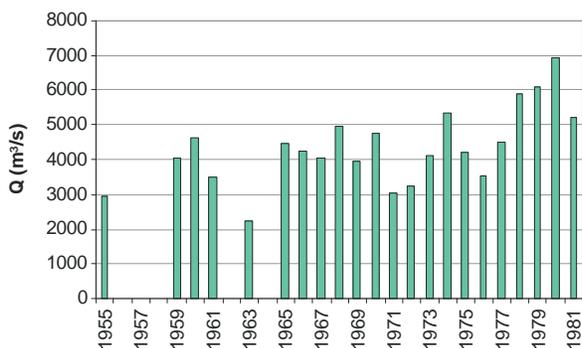


Figura 53. Vazões médias anuais da estação Tocantinópolis.

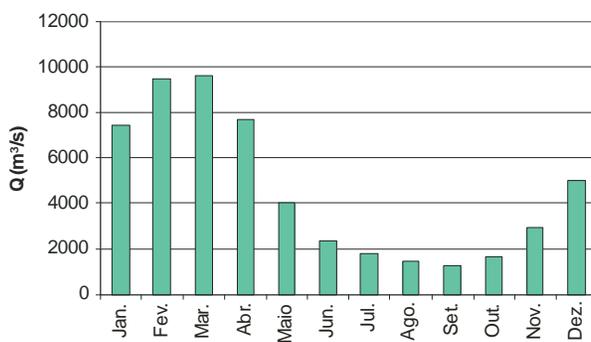


Figura 54. Vazões médias mensais da estação Tocantinópolis.

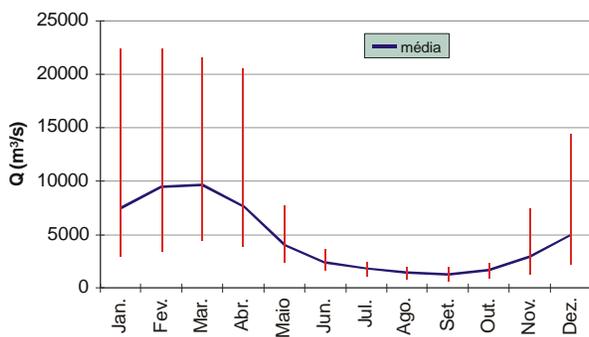
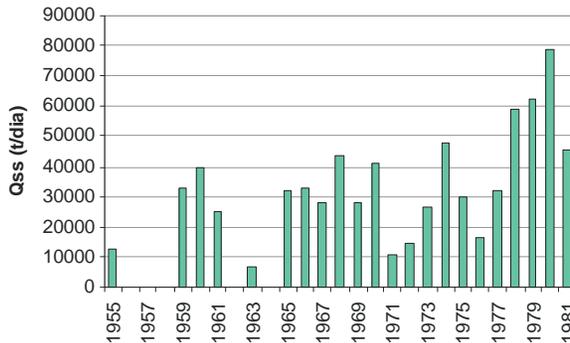
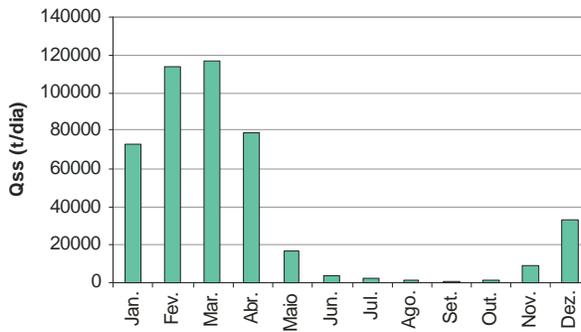


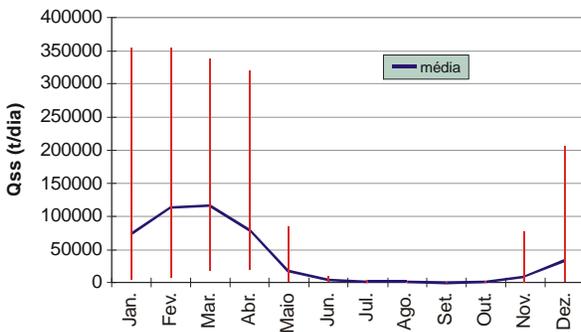
Figura 55. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Tocantinópolis.



**Figura 56.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Tocantinópolis.



**Figura 57.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Tocantinópolis.



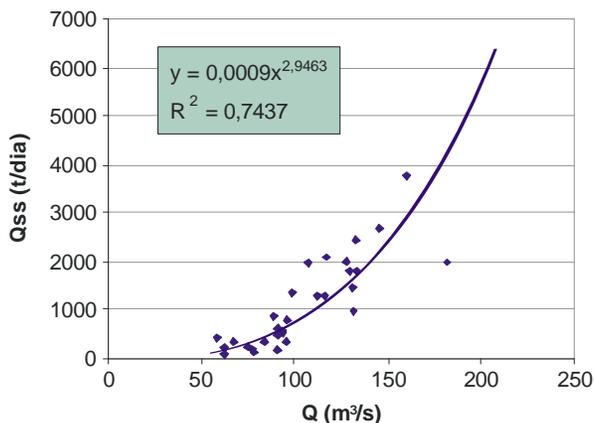
**Figura 58.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Tocantinópolis.

**Tabela 14.** Resumo de resultados da estação Tocantinópolis.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	4.553	-
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	37.425	-
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	13.660.125	-
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	290.570	-
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	15,7	-
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	47	-
C <sub>ss</sub> (mg/L)	95	-

#### 14. Estação Cachoeira Grande (cod. 24100000, Rio Araguaia)

Na estação Cachoeira Grande, registram-se 41 medições hidrosedimentométricas no banco de dados, o que facilitou e deu consistência à sua análise, como pode ser observado na Figura 59.

**Figura 59.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Cachoeira Grande.

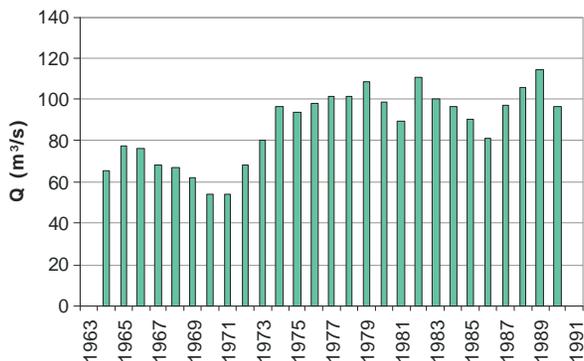


Figura 60. Vazões médias anuais da estação Cachoeira Grande.

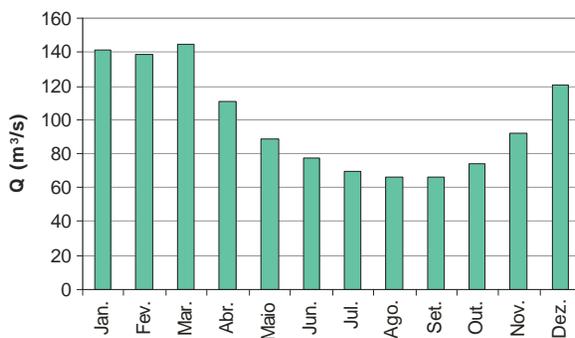


Figura 61. Vazões médias mensais da estação Cachoeira Grande.

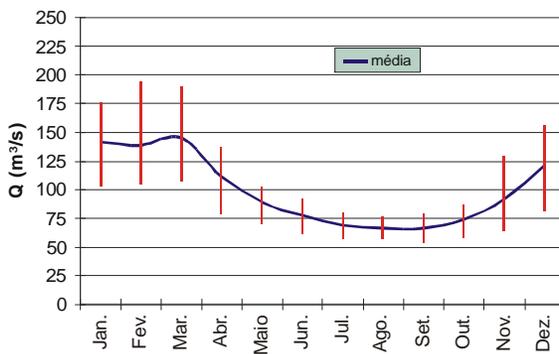
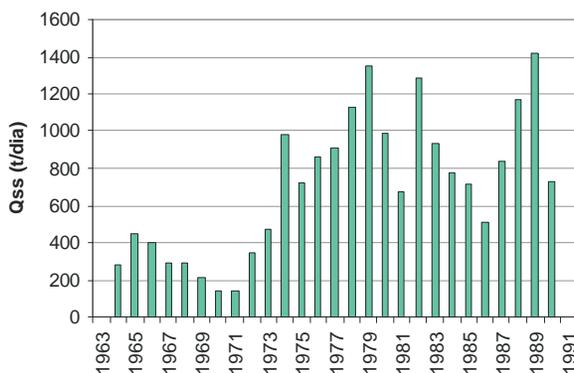
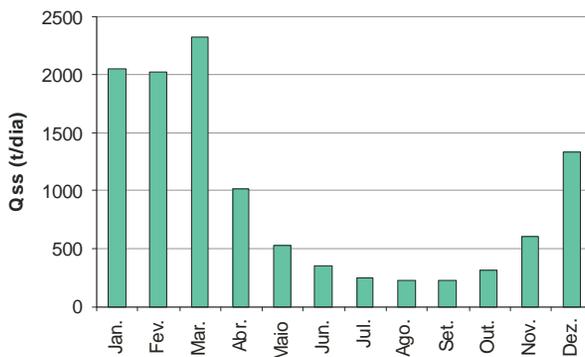


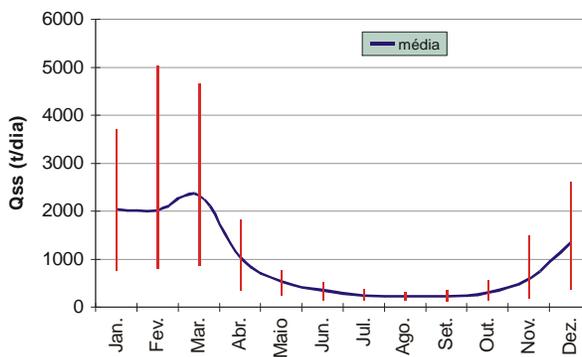
Figura 62. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Cachoeira Grande.



**Figura 63.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Cachoeira Grande.



**Figura 64.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Cachoeira Grande.



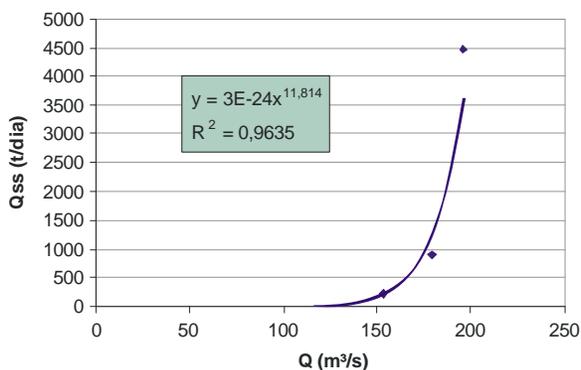
**Figura 65.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Cachoeira Grande.

**Tabela 15.** Resumo de resultados da estação Cachoeira Grande.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	88	99
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	719	934
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	262.435	340.910
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	4.504	4.504
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	19,5	22,0
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	58	76
C <sub>ss</sub> (mg/L)	95	109

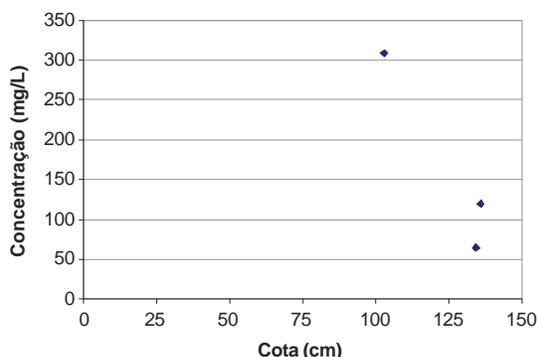
## 15. Estação Barra do Peixe (cod. 24180000, Rio Araguaia)

Nessa estação, há apenas quatro medições hidrossedimentométricas realizadas em 1978 e 1979. Sendo o número de dados pequeno e o coeficiente da curva-chave de sedimentos, igual a 11,814, muito alto. Conclui-se que os dados existentes não são confiáveis para análise.

**Figura 66.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Barra do Peixe.

## 16. Estação Barra do Garças - Aragarças (cod. 24700000, Rio Araguaia)

Nessa estação, dispõe-se de apenas três medições hidrossedimentométricas, de 2000 e 2001, sem os dados de vazão. Além disso, como se observa na Figura 67, ao reduzir a cota, ao contrário do esperado, a concentração de sedimentos em suspensão aumentou.



**Figura 67.** Curva cota-concentração de sedimentos em suspensão da estação Barra do Garças–Aragarças.

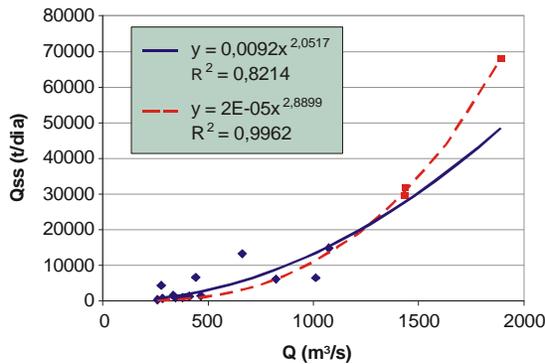
## 17. Estação Peres (cod. 24800000, Rio Caiapó)

Nessa estação, houve apenas uma medição hidrossedimentométrica, em novembro de 1997, e a concentração foi de 73 mg/L, com uma cota de 230 cm. Não foi inserida, no banco de dados, a vazão.

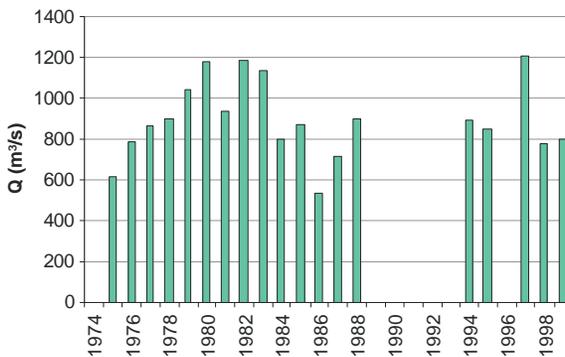
## 18. Estação Araguaiana (cod. 24850000, Rio Araguaia)

Na estação Araguaiana, foram registradas 16 medições hidrossedimentométricas no banco de dados, o que permitiu boa determinação da

correlação entre as vazões e os fluxos de sedimentos em suspensão. Assim, foram geradas duas curvas-chave de sedimentos, uma para vazões menores que 1500 m<sup>3</sup>/s e outra para vazões maiores. Com boas correlações e bons coeficientes, foram feitas as análises dessa estação.



**Figura 68.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Araguaiana.



**Figura 69.** Vazões médias anuais da estação Araguaiana.

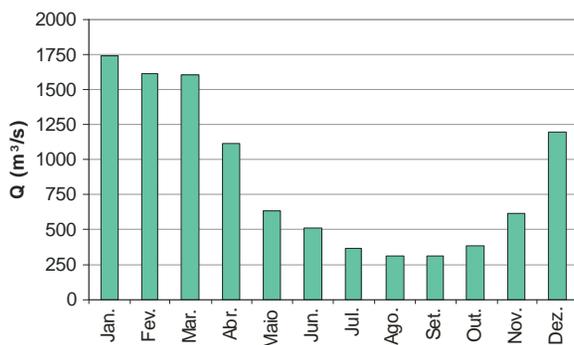


Figura 70. Vazões médias mensais da estação Araguaiana.

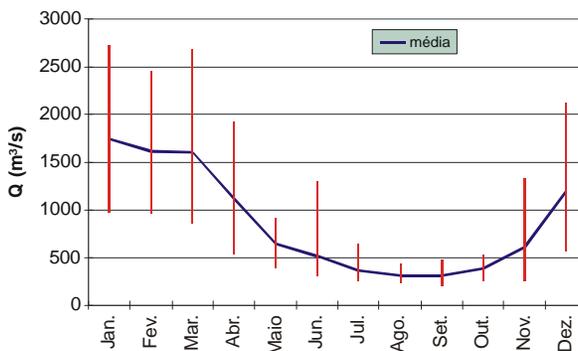


Figura 71. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Araguaiana.

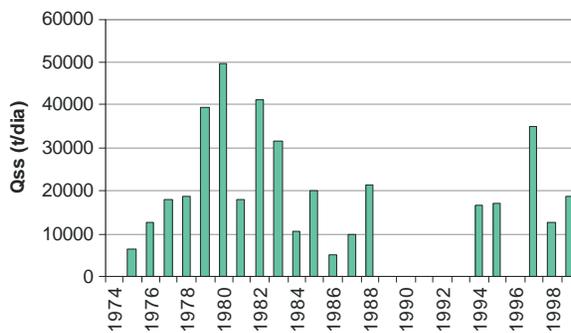
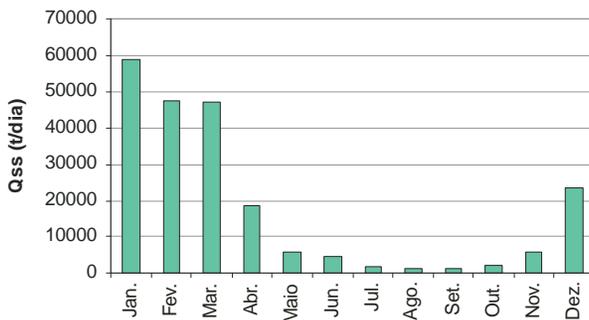
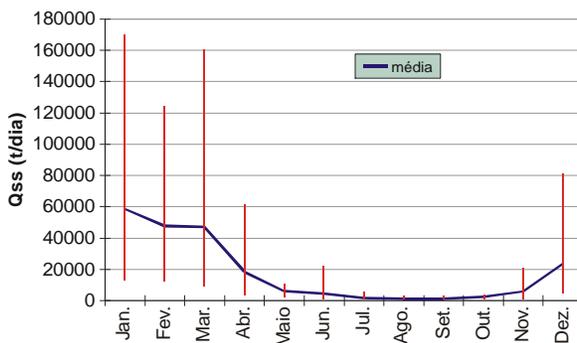


Figura 72. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Araguaiana.



**Figura 73.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Araguaiana.



**Figura 74.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Araguaiana.

**Tabela 16.** Resumo de resultados da estação Araguaiana.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	871	867
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	19.724	18.092
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	7.199.260	6.603.580
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	50.930	50.930
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	17,1	17,0
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	141	130
C <sub>ss</sub> (mg/L)	262	241

## 19. Estação Aruanã - PCD (cod. 25200000, Rio Araguaia)

Na estação Aruanã – PCD, registraram-se apenas quatro dados hidrossedimentométricos, o que dificultou sua análise. Além de os dados serem poucos, havia inconsistências na correlação entre as vazões medidas e as respectivas concentrações de sedimentos em suspensão. Portanto, esses dados foram ajustados para a obtenção da curva apresentada na Figura 75, utilizada na análise dessa estação.

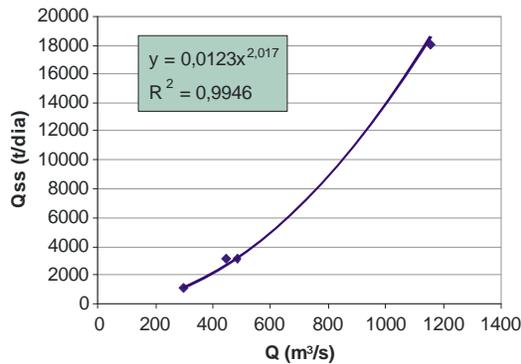


Figura 75. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Aruanã - PCD.

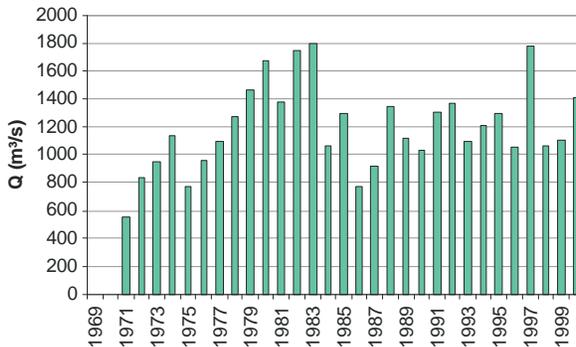


Figura 76. Vazões médias anuais da estação Aruanã - PCD.

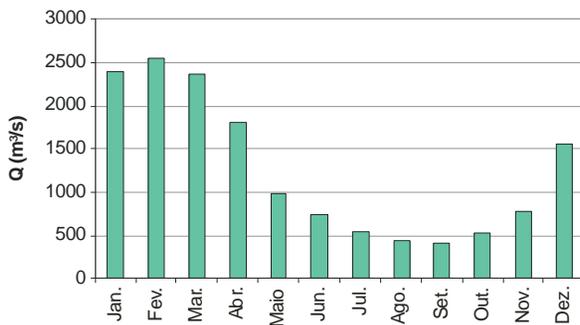


Figura 77. Vazões médias mensais da estação Aruanã - PCD.

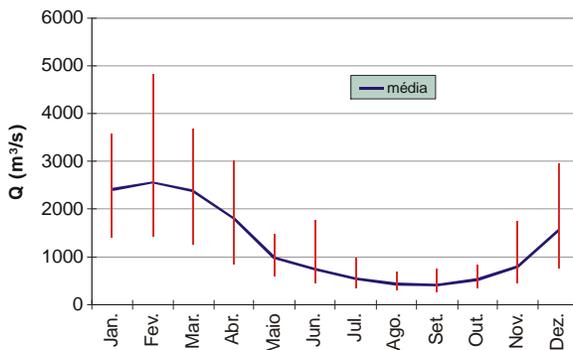


Figura 78. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Aruanã - PCD.

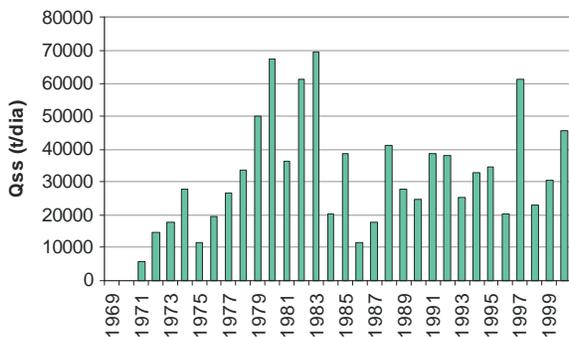
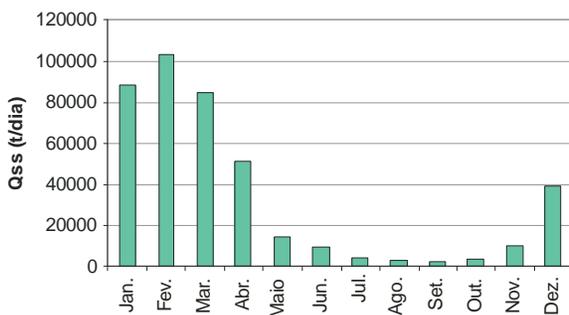
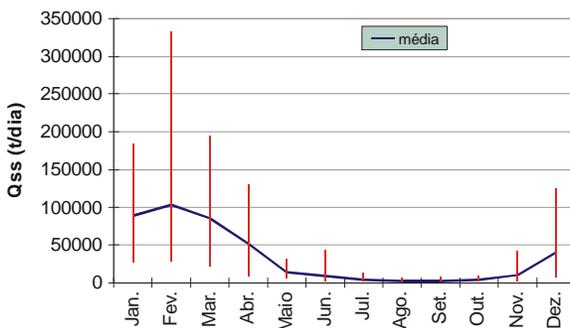


Figura 79. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Aruanã - PCD.



**Figura 80.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Aruanã - PCD.



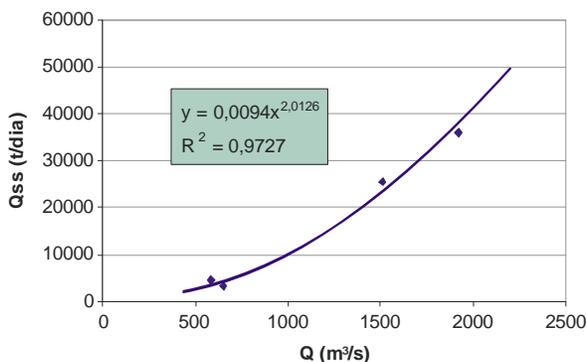
**Figura 81.** Descargas de sedimentos em suspensão máximas, médias e mínimas mensais da estação Aruanã - PCD.

**Tabela 17.** Resumo de resultados da estação Aruanã - PCD.

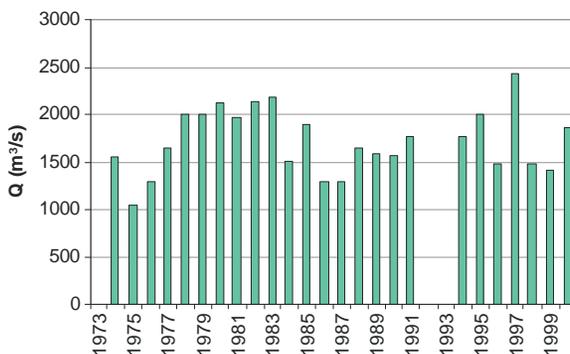
Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	1.185	1.258
Qss (t/dia)	31.875	34.555
Qss (t/ano)	11.634.375	12.612.575
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	76.964	76.964
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	15,4	16,3
Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	151	164
Css (mg/L)	311	318

## 20. Estação Luís Alves (cod. 25950000, Rio Araguaia)

Na estação Luís Alves, dispõe-se de sete dados hidrossedimentométricos no banco de dados. Feita a análise, os dados foram reduzidos a quatro (Figura 82).



**Figura 82.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Luís Alves.



**Figura 83.** Vazões médias anuais da estação Luís Alves.

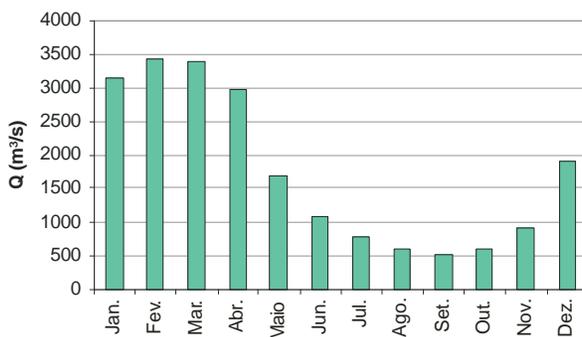


Figura 84. Vazões médias mensais da estação Luís Alves.

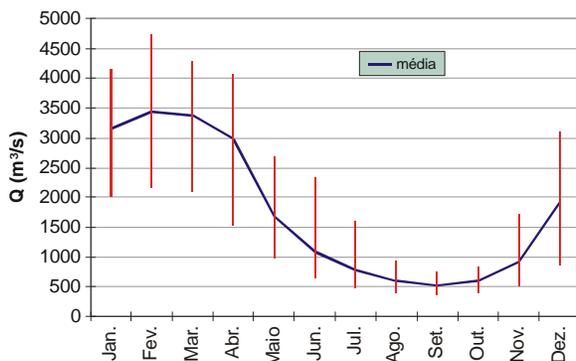


Figura 85. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Luís Alves.

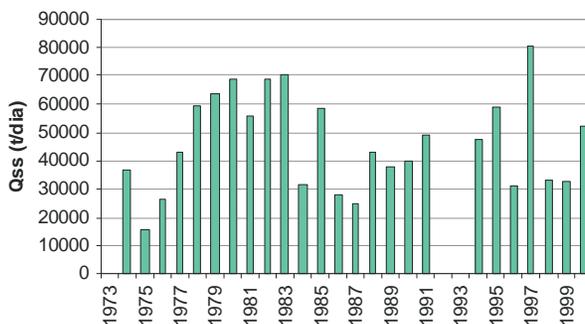
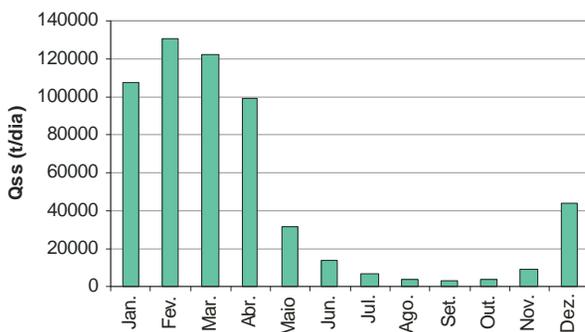
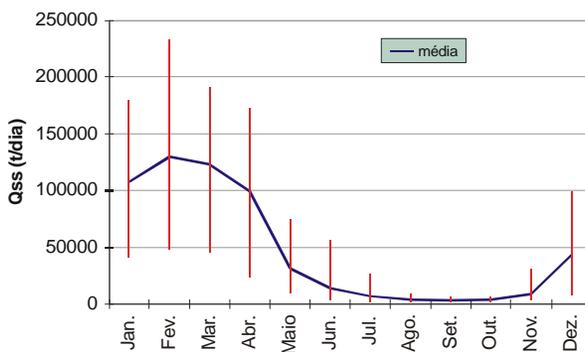


Figura 86. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Luís Alves.



**Figura 87.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Luís Alves.



**Figura 88.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Luís Alves.

**Tabela 18.** Resumo de resultados da estação Luís Alves.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	1.720	1.750
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	46.791	47.958
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	17.078.715	17.504.670
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	117.580	117.580
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	14,6	14,9
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	145	149
C <sub>ss</sub> (mg/L)	315	317

## 21. Estação Xavantina (cod. 26100000, Rio das Mortes ou Manso)

Na estação Xavantina, identificaram-se 16 dados hidrossedimentométricos no banco de dados. Todos esses dados foram utilizados na confecção da curva-chave, entretanto, como se pode observar na Figura 89, o resultado de uma das medições foi discrepante em relação às demais. Como os coeficientes da equação gerados foram razoáveis, essa estação foi analisada com base na equação constante dessa figura.

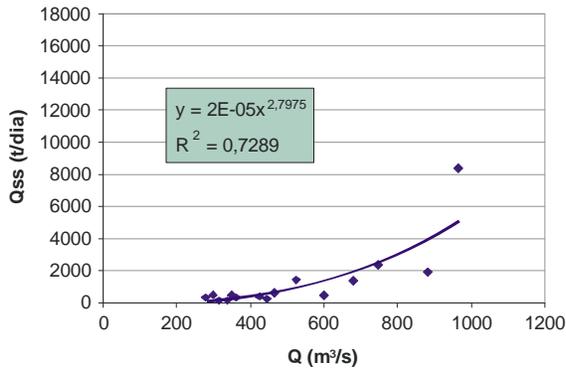


Figura 89. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Xavantina.

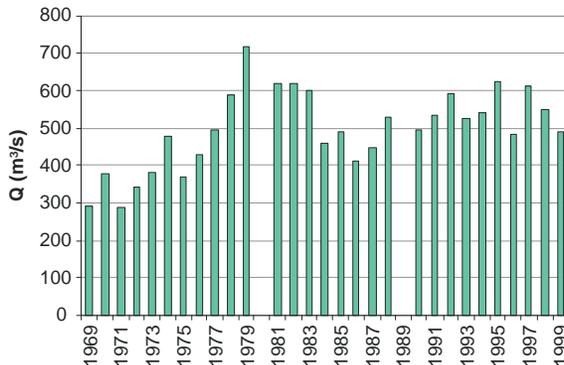


Figura 90. Vazões médias anuais da estação Xavantina.

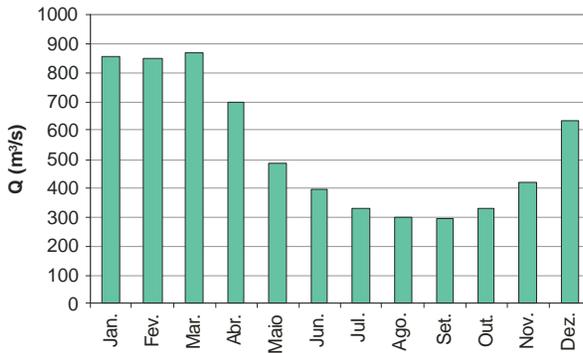


Figura 91. Vazões médias mensais da estação Xavantina.

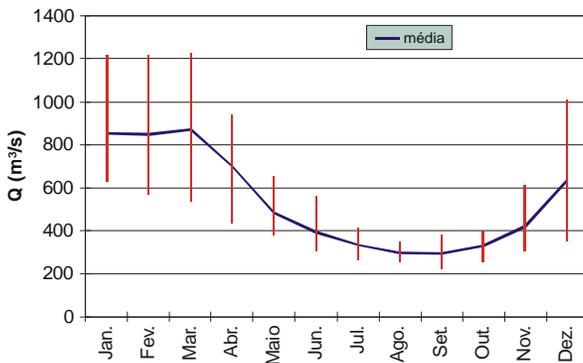


Figura 92. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Xavantina.

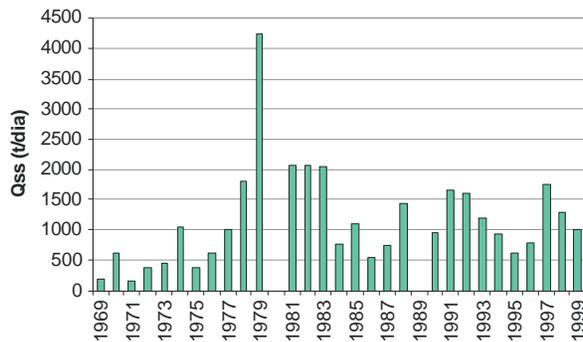
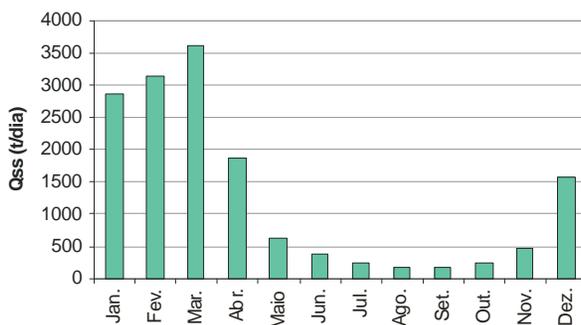
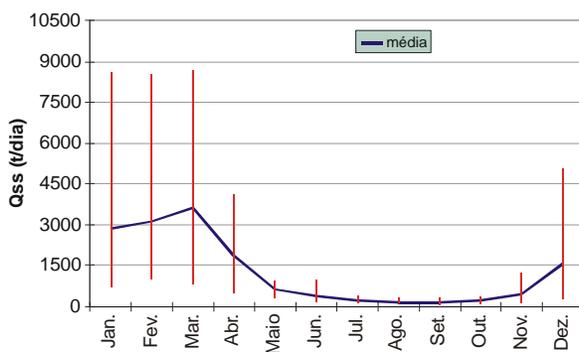


Figura 93. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Xavantina.



**Figura 94.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Xavantina.



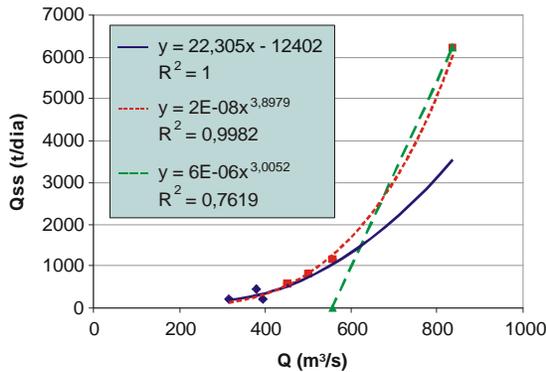
**Figura 95.** Descargas de sedimentos em suspensão máximas, médias e mínimas mensais da estação Xavantina.

**Tabela 19.** Resumo de resultados da estação Xavantina.

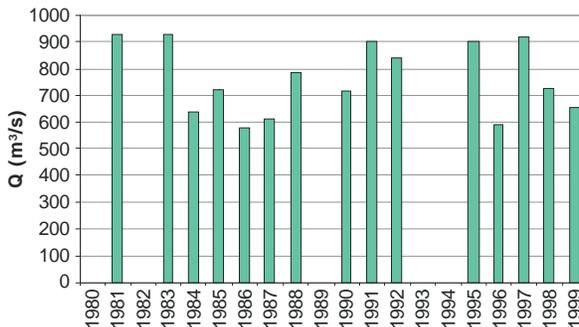
Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	502	538
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	1.215	1.279
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	443.475	466.835
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	24.950	24.950
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	20,1	21,6
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	18	19
C <sub>ss</sub> (mg/L)	28	28

## 22. Estação Trecho Médio - PCD (cod. 26200000, Rio das Mortes ou Manso)

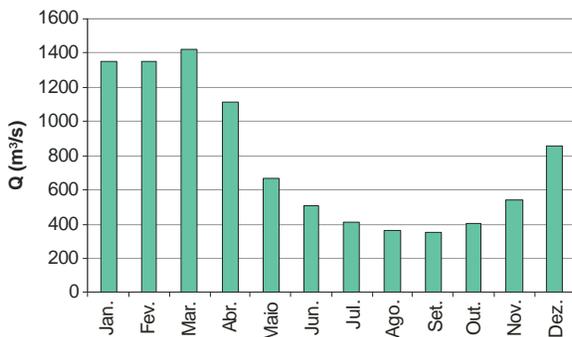
Na estação Trecho Médio - PCD, registraram-se cinco dados hidrossedimentométricos. Por meio desses, foram necessárias três equações para correlacionar os dados de vazão aos de fluxo de sedimentos em suspensão medidos. Pode-se observar que os coeficientes das equações são altos, por isso, foi necessário utilizar, para vazões superiores a 1000 m<sup>3</sup>/s, uma equação linear.



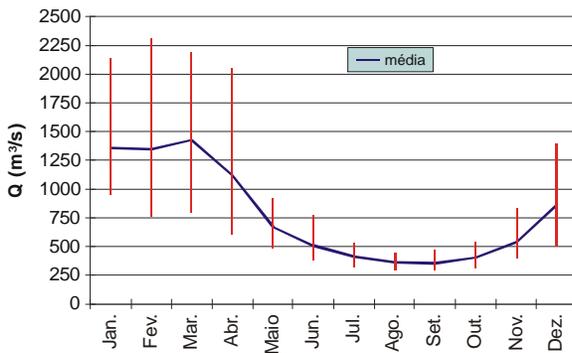
**Figura 96.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Trecho Médio - PCD.



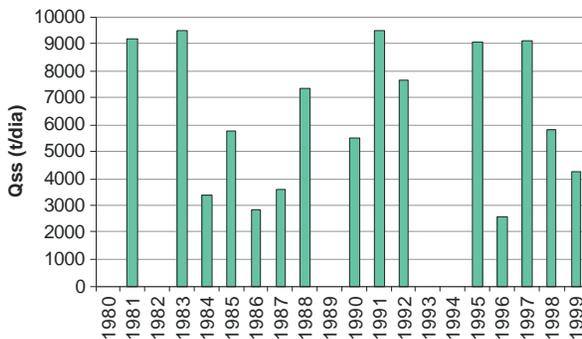
**Figura 97.** Vazões médias anuais da estação Trecho Médio - PCD.



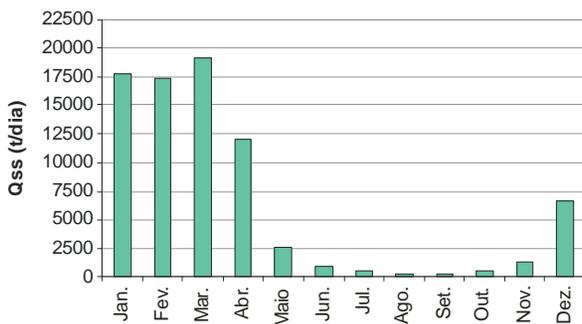
**Figura 98.** Vazões médias mensais da estação Trecho Médio - PCD.



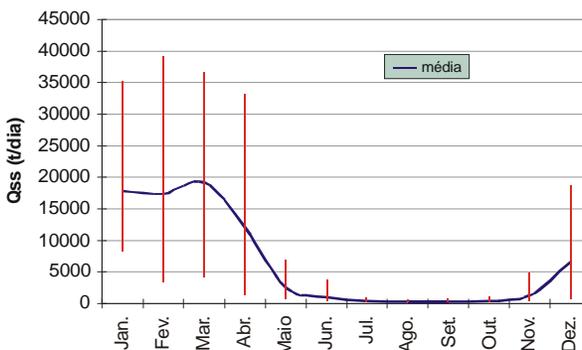
**Figura 99.** Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Trecho Médio - PCD.



**Figura 100.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Trecho Médio - PCD.



**Figura 101.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Trecho Médio - PCD.



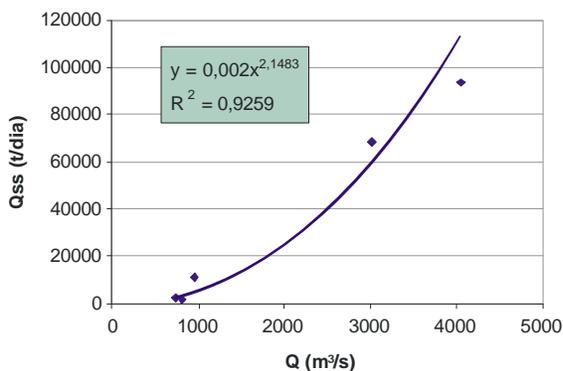
**Figura 102.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Trecho Médio - PCD.

**Tabela 20.** Resumo de resultados da estação Trecho Médio - PCD.

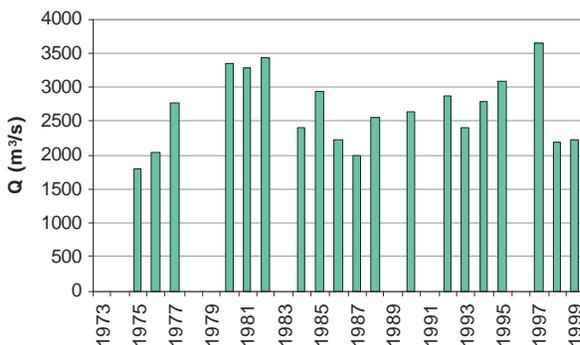
Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	780	786
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	6.605	6.723
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	2.410.825	2.453.895
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	44.320	44.320
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	17,6	17,7
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	54	55
C <sub>ss</sub> (mg/L)	98	99

## 23. Estação São Félix do Araguaia (cod. 26350000, Rio Araguaia)

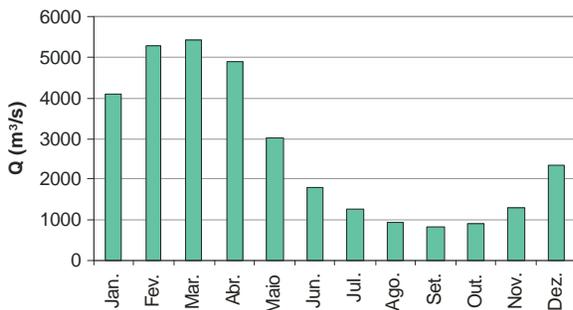
Na estação São Félix do Araguaia, identificaram-se cinco dados hidrossedimentométricos que geraram uma boa curva de correlação entre os dados de vazão e os de fluxo de sedimentos em suspensão medidos, o que possibilitou a análise dessa estação, apesar do pequeno número de dados.



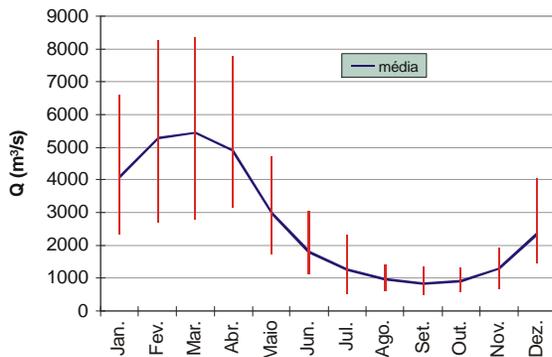
**Figura 103.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação São Félix do Araguaia.



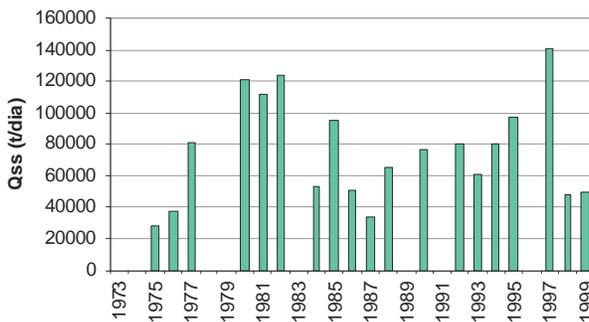
**Figura 104.** Vazões médias anuais da estação São Félix do Araguaia.



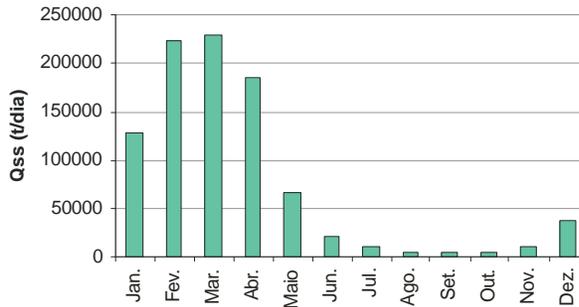
**Figura 105.** Vazões médias mensais da estação São Félix do Araguaia.



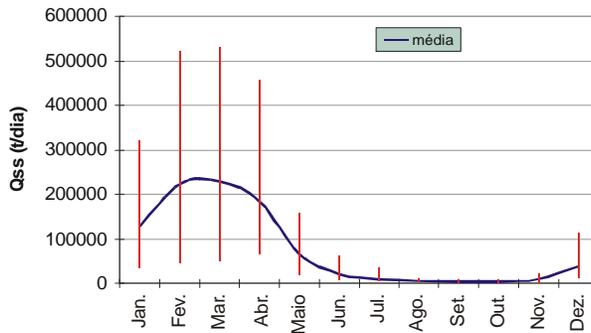
**Figura 106.** Vazões máxima, média e mínima mensais da estação São Félix do Araguaia.



**Figura 107.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação São Félix do Araguaia.



**Figura 108.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação São Félix do Araguaia.



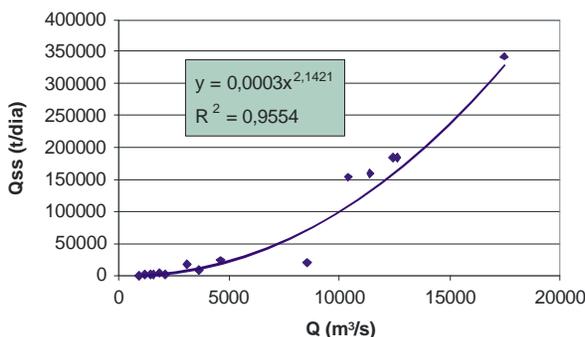
**Figura 109.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação São Félix do Araguaia.

**Tabela 21.** Resumo de resultados da estação São Félix do Araguaia.

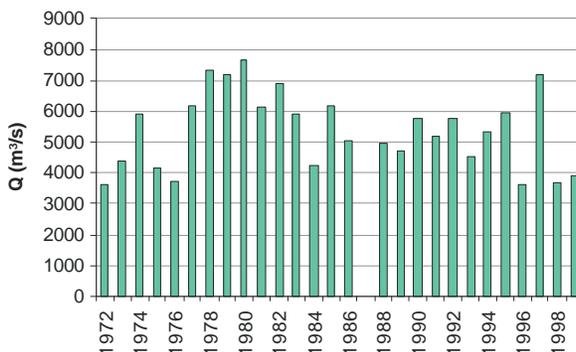
Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	2.678	2.700
Qss (t/dia)	77.096	76.152
Qss (t/ano)	28.140.040	27.795.480
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	193.923	193.923
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	13,8	13,9
Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	145	143
Css (mg/L)	333	326

## 24. Estação Conceição do Araguaia - PCD (cod. 27500000, Rio Araguaia)

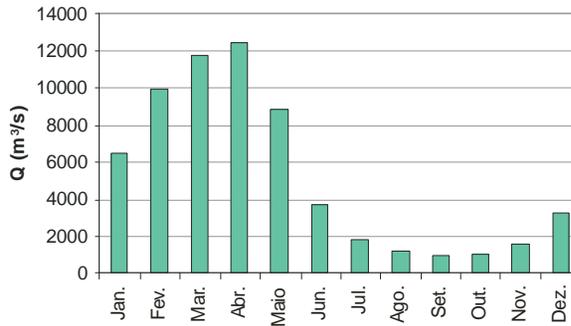
Na estação Conceição do Araguaia - PCD, registraram-se 15 dados hidrossedimentométricos, gerando uma boa curva-chave de sedimentos, conforme mostrado na Figura 110. Isso possibilitou a análise dessa estação.



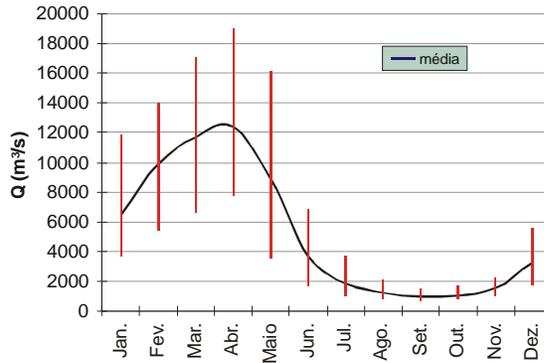
**Figura 110.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Conceição do Araguaia - PCD.



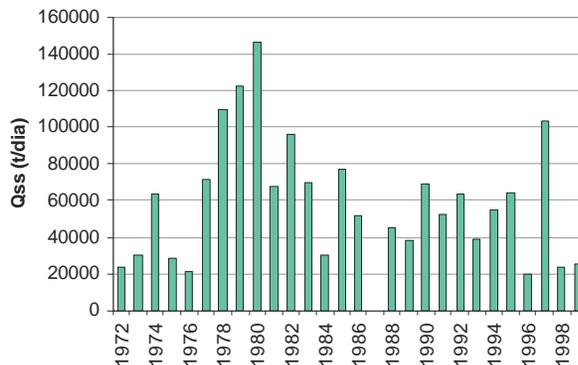
**Figura 111.** Vazões médias anuais da estação Conceição do Araguaia - PCD.



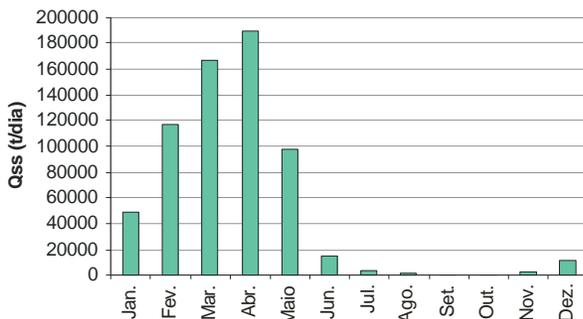
**Figura 112.** Vazões médias mensais da estação Conceição do Araguaia - PCD.



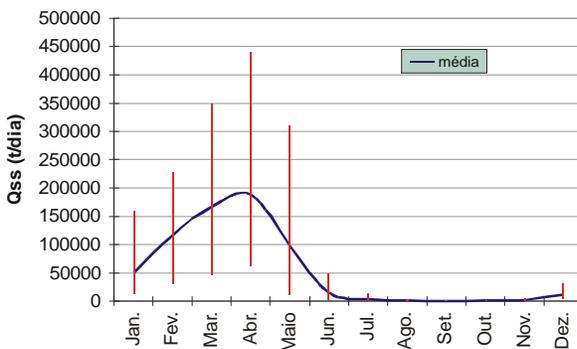
**Figura 113.** Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Conceição do Araguaia - PCD.



**Figura 114.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Conceição do Araguaia - PCD.



**Figura 115.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Conceição do Araguaia - PCD.



**Figura 116.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Conceição do Araguaia - PCD.

**Tabela 22.** Resumo de resultados da estação Conceição do Araguaia - PCD.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	5.306	5.254
Qss (t/dia)	58.120	54.708
Qss (t/ano)	21.213.800	19.968.420
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	320.290	320.290
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	16,6	16,4
Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	66	62
Css (mg/L)	127	121

## 25. Estação Xambioá - PCD (cod. 28300000, Rio Araguaia)

Na estação Xambioá - PCD, registraram-se sete dados hidrosedimentométricos, gerando uma curva-chave de sedimentos razoável (Figura 117). Apesar de existir apenas uma medição em período de cheia, no coeficiente da equação, o valor foi compatível com aqueles encontrados nas estações a montante e a jusante, o que permitiu a análise dessa estação.

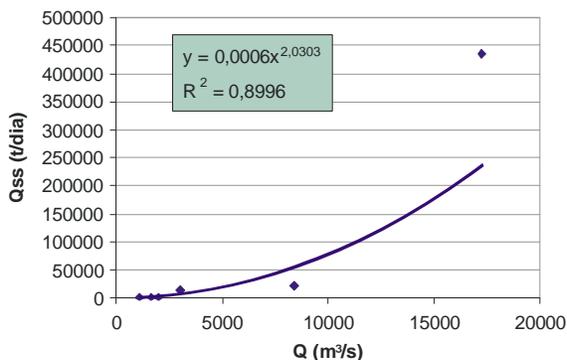


Figura 117. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Xambioá - PCD.

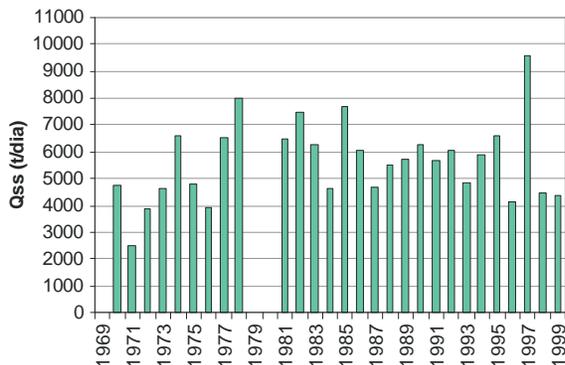


Figura 118. Vazões médias anuais da estação Xambioá - PCD.

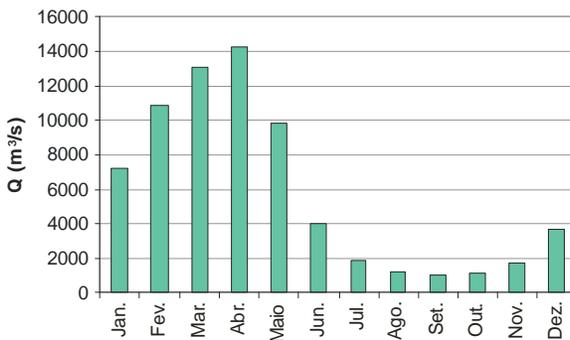


Figura 119. Vazões médias mensais da estação Xambioá - PCD.

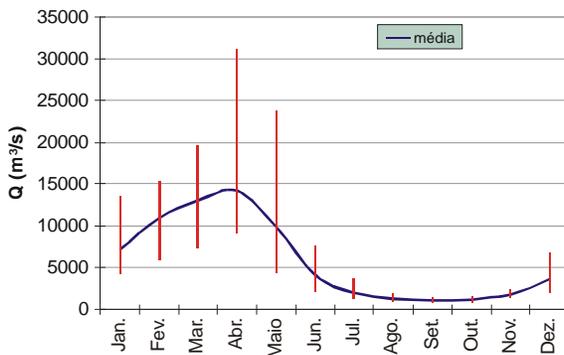


Figura 120. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Xambioá - PCD.

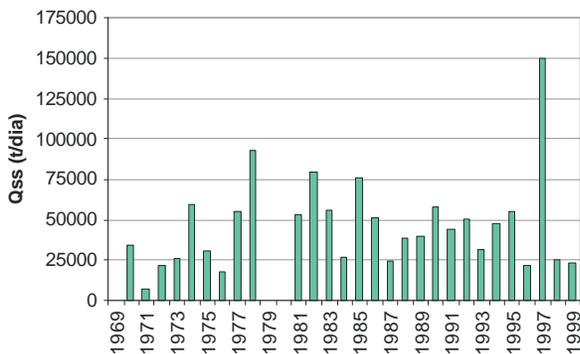
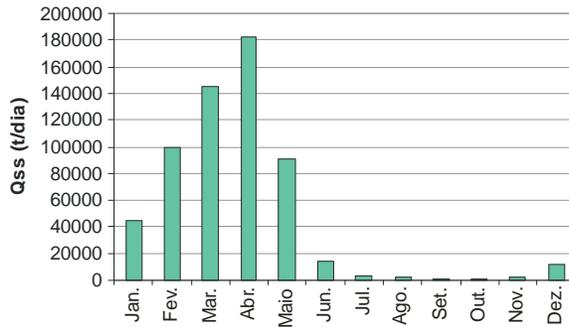
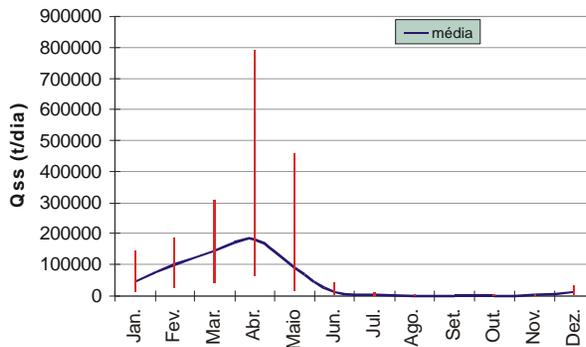


Figura 121. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Xambioá - PCD.



**Figura 122.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Xambioá - PCD.



**Figura 123.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Xambioá - PCD.

**Tabela 23.** Resumo de resultados da estação Xambioá - PCD.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	5.585	5.852
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	45.986	49.951
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	16.784.890	18.232.115
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	364.500	364.500
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	15,3	16,1
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	46	50
C <sub>ss</sub> (mg/L)	95	99

## 26. Estação Marabá - PCD (cod. 29050000, Rio Tocantins)

Na estação Marabá - PCD, registraram-se 60 dados hidrossedimentométricos, gerando duas curvas-chave de sedimentos em suspensão, uma para o período até 1987 e a outra, depois desse período (Figura 124). Pode-se observar que o coeficiente da equação válido até 1987 (1,5493) é menor do que o determinado para o período mais recente (1,8107), indicando que, principalmente para as maiores vazões, atualmente, o fluxo de sedimentos tem uma resposta mais rápida às variações de vazão, o que também foi detectado por [Carvalho et al. \(2002\)](#) na análise dessa estação.

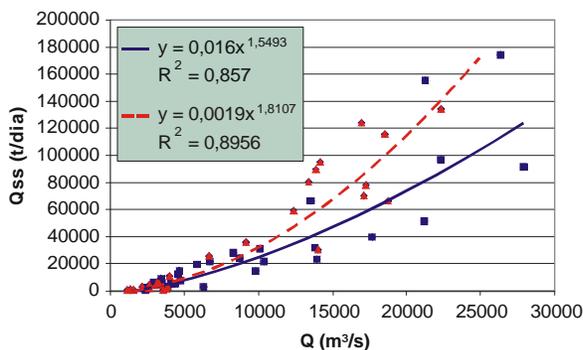


Figura 124. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Marabá - PCD.

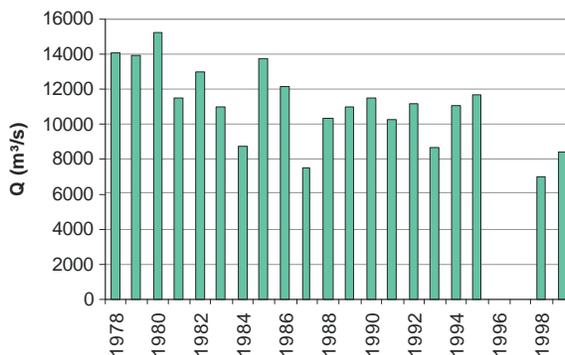


Figura 125. Vazões médias anuais da estação Marabá - PCD.

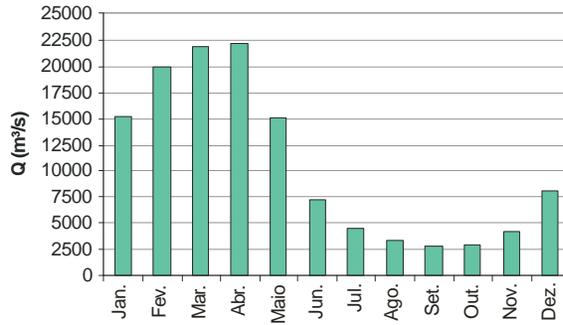


Figura 126. Vazões médias mensais da estação Marabá - PCD.

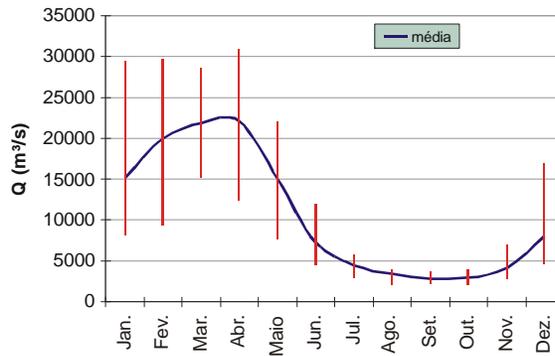


Figura 127. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Marabá - PCD.

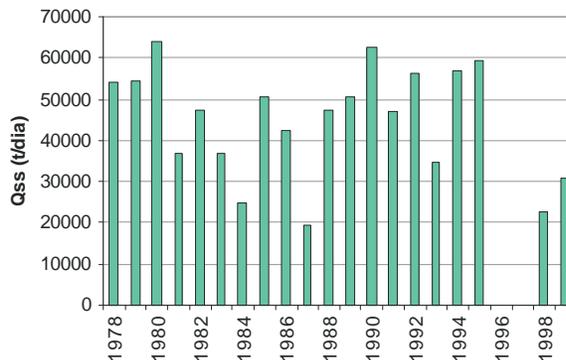
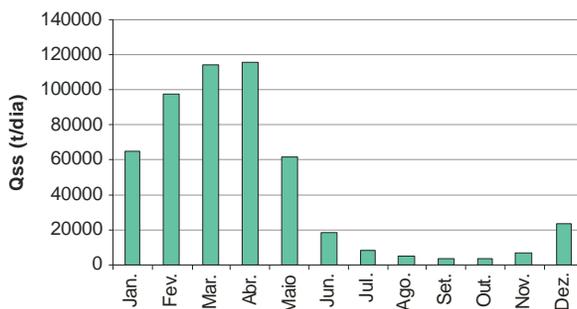
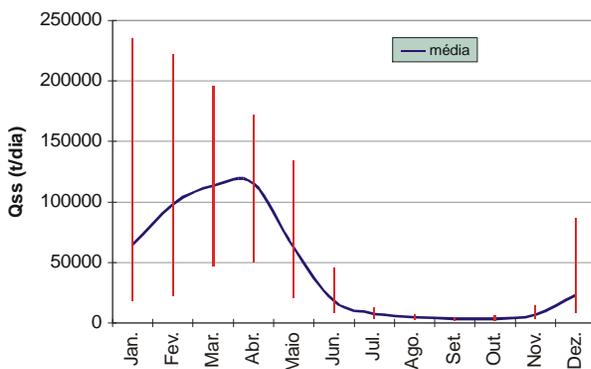


Figura 128. Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Marabá - PCD.



**Figura 129.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Marabá - PCD.



**Figura 130.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Marabá - PCD.

**Tabela 24.** Resumo de resultados da estação Marabá - PCD.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	11.077	10.618
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	45.034	43.564
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	16.437.410	15.900.860
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	690.920	690.920
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	16,0	15,4
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	23	23
C <sub>ss</sub> (mg/L)	49	47

## 27. Estação Fazenda Rio Branco (cod. 29080000, Rio Parauapebas)

Na estação Fazenda Rio Branco, apresentaram-se apenas três dados hidrossedimentométricos (Figura 131), que não permitiram o traçado da curva-chave de sedimentos. Portanto, não foi possível a análise dessa estação.

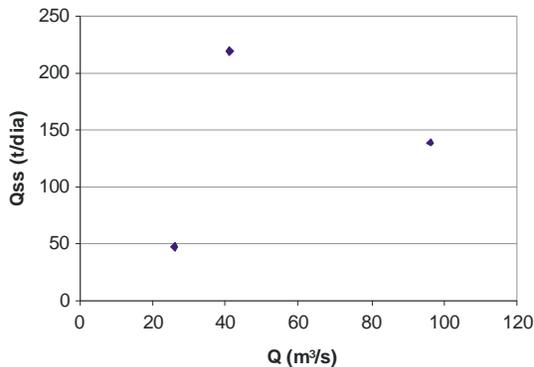


Figura 131. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Fazenda Rio Branco.

## 28. Estação Fazenda Alegria (cod. 29100000, Rio Itacaiúnas)

Na estação Fazenda Alegria, identificaram-se 66 dados hidrossedimentométricos, entretanto, não foi possível traçar uma curva-chave de sedimentos confiável para a análise (Figura 132). Pode-se observar que o coeficiente da equação é muito baixo (0,9271). Como nessa estação existe grande quantidade de dados, foi possível a utilização das médias dos dados medidos, em cada mês, para aferição dos resultados gerados por meio da equação da curva-chave de sedimentos. Essa comparação está apresentada na Figura 138.

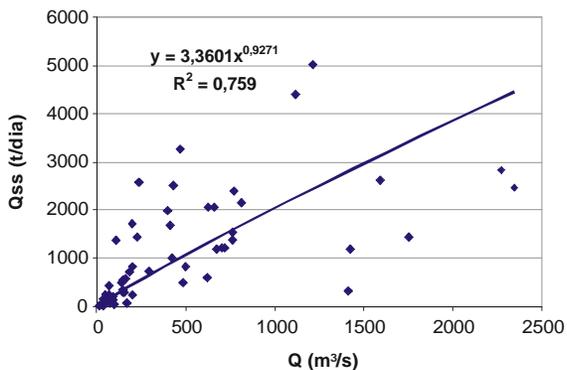


Figura 132. Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Fazenda Alegria.

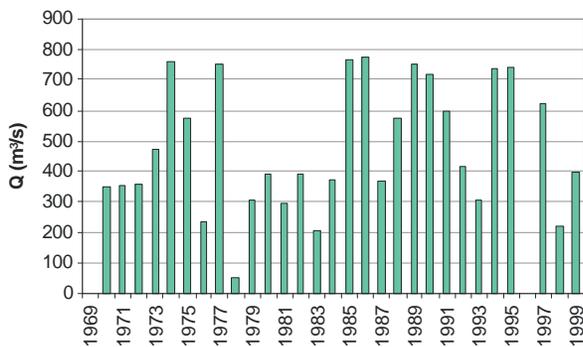


Figura 133. Vazões médias anuais da estação Fazenda Alegria.

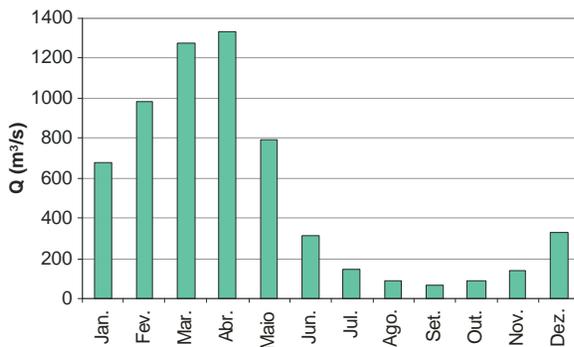
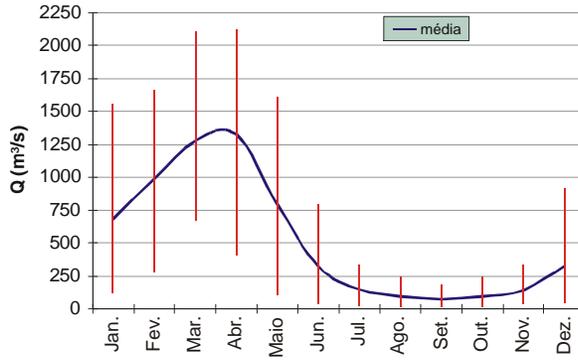
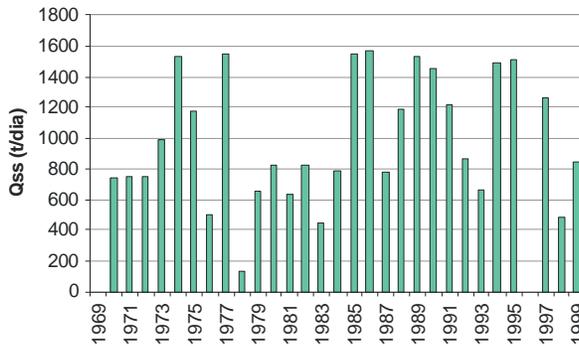


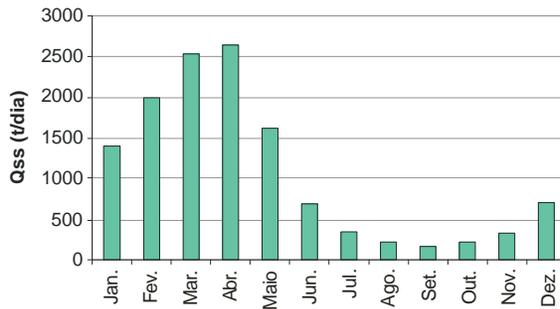
Figura 134. Vazões médias mensais da estação Fazenda Alegria.



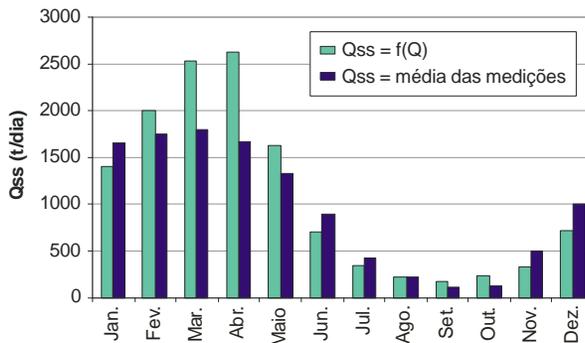
**Figura 135.** Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Fazenda Alegria.



**Figura 136.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Fazenda Alegria.

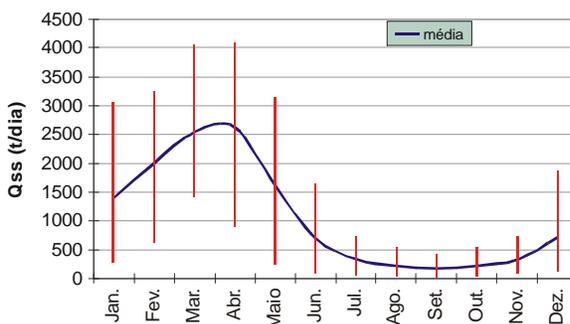


**Figura 137.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Fazenda Alegria.



**Figura 138.** Comparação entre as descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Fazenda Alegria, obtidas da equação da curva-chave de sedimentos em suspensão e pela média das medições de cada mês.

Na Figura 138, pode-se observar que o comportamento do fluxo de sedimentos em suspensão médio mensal, obtido de dois métodos de análise, pouco variou. Isso é um indicativo de que a curva-chave de sedimentos em suspensão, em termos médios, gerou valores próximos aos medidos, validando sua utilização neste estudo.



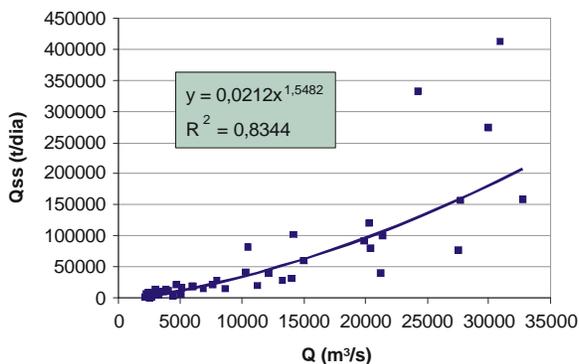
**Figura 139.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Fazenda Alegria.

**Tabela 25.** Resumo de resultados da estação Fazenda Alegria.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	480	522
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	991	1.072
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	361.715	391.280
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	37.600	37.600
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	12,8	13,9
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	10	10
C <sub>ss</sub> (mg/L)	24	24

## 29. Estação Itupiranga (cod. 29200000, Rio Tocantins)

Na estação Itupiranga, obtiveram-se 52 dados hidrossedimentométricos, gerando uma boa curva-chave de sedimentos (Figura 140). O coeficiente da equação que representa a curva-chave de sedimentos em suspensão é baixo (1,5482), porém, foi gerado de grande número de medições, o que corrobora para sua utilização e para a análise dessa estação. Depois da construção da barragem de Tucuruí, essa estação teve sua operação interrompida por estar dentro da área de influência do reservatório.

**Figura 140.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Itupiranga.

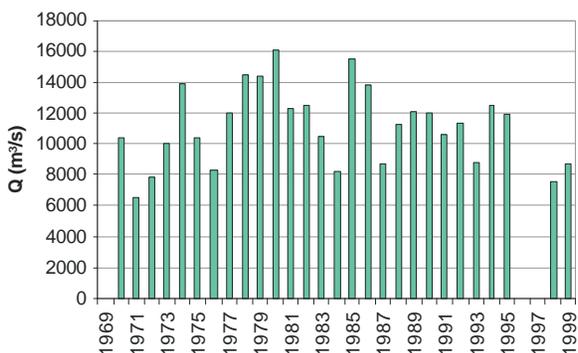


Figura 141. Vazões médias anuais da estação Itupiranga.

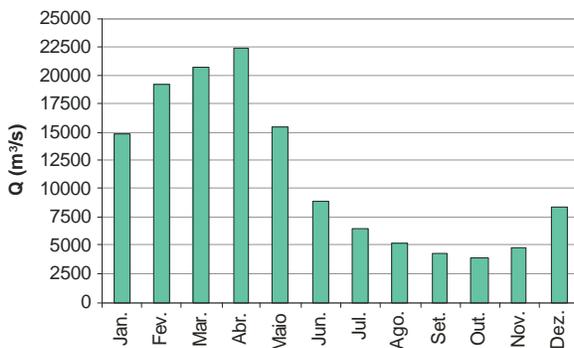


Figura 142. Vazões médias mensais da estação Itupiranga.

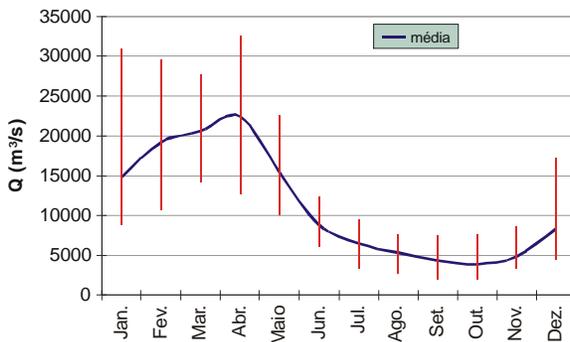
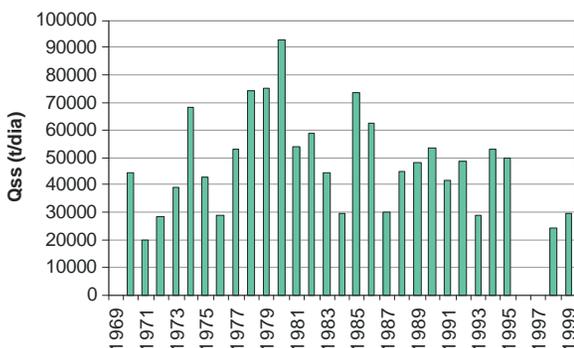
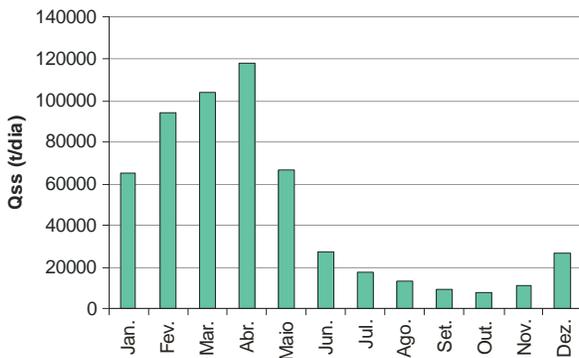


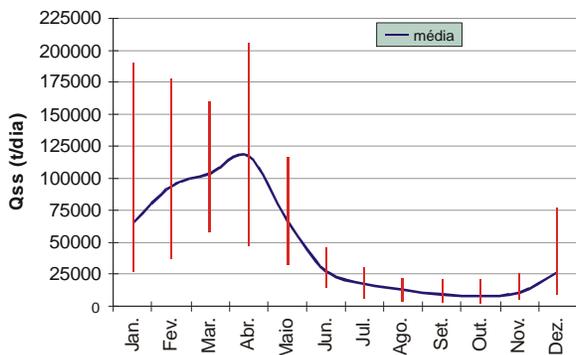
Figura 143. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Itupiranga.



**Figura 144.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Itupiranga.



**Figura 145.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Itupiranga.



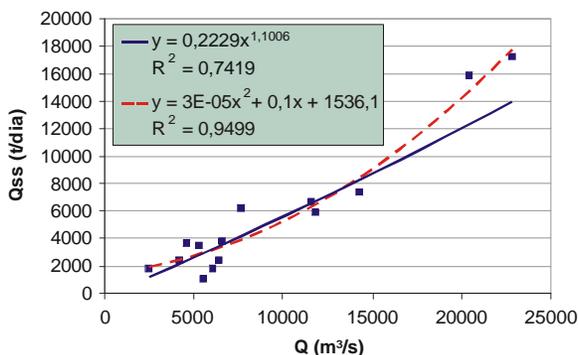
**Figura 146.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Itupiranga.

**Tabela 26.** Resumo de resultados da estação Itupiranga.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m³/s)	11.144	11.216
Qss (t/dia)	47.973	46.737
Qss (t/ano)	17.510.145	17.059.005
Área de drenagem (km²)	727.900	727.900
Q esp. (L/s.km²)	15,3	15,4
Qss esp. (t/km².ano)	24	23
Css (mg/L)	50	48

### 30. Estação Tucuruí (cod. 29700000, Rio Tocantins)

Na estação Tucuruí, registraram-se 14 dados hidrossedimentométricos. Foram geradas duas curvas-chave de sedimentos em suspensão para os dados existentes (Figura 147). Como, para as vazões mais baixas, o comportamento das curvas é muito similar e, para as vazões mais altas, a equação de segundo grau representou melhor os valores medidos, foi ela a utilizada na análise dessa estação.

**Figura 147.** Curva-chave de sedimentos em suspensão da estação Tucuruí.

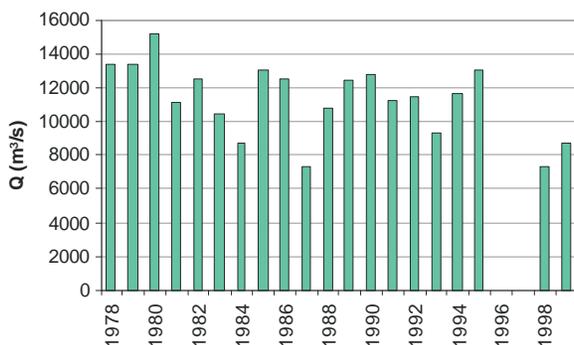


Figura 148. Vazões médias anuais da estação Tucuruí.

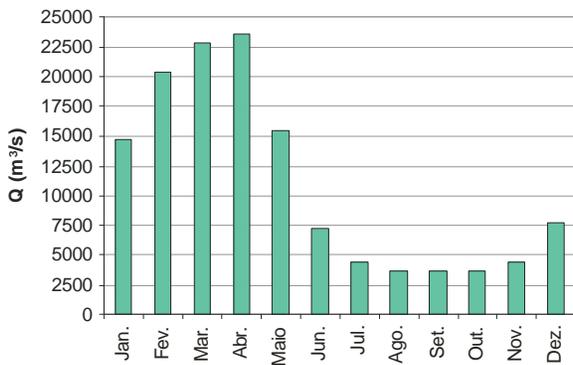


Figura 149. Vazões médias mensais da estação Tucuruí.

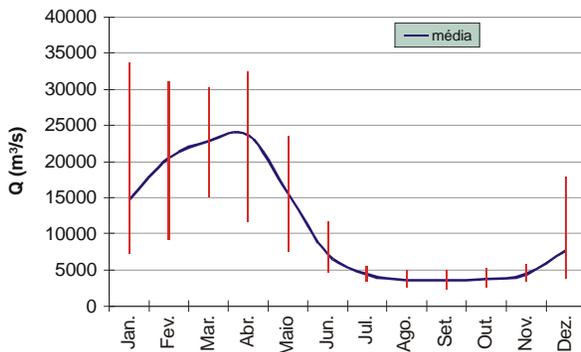
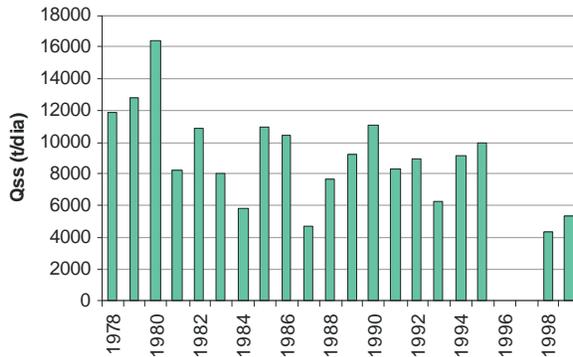
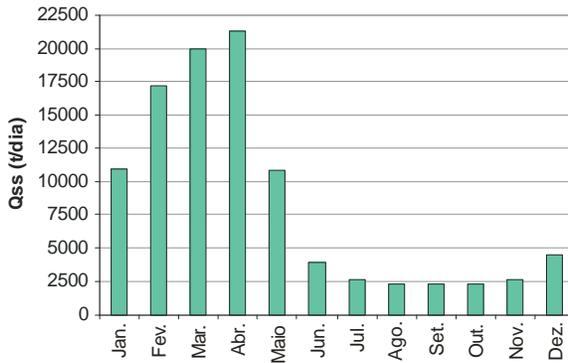


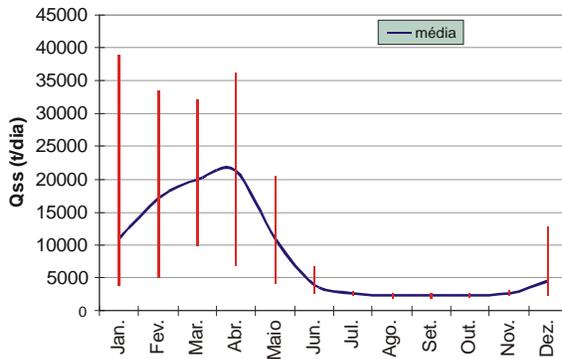
Figura 150. Vazões máxima, média e mínima mensais da estação Tucuruí.



**Figura 151.** Descargas de sedimentos em suspensão médias anuais da estação Tucuruí.



**Figura 152.** Descargas de sedimentos em suspensão médias mensais da estação Tucuruí.



**Figura 153.** Descargas de sedimentos em suspensão máxima, média e mínima mensais da estação Tucuruí.

**Tabela 27.** Resumo de resultados da estação Tucuruí.

Parâmetro	MLT	1981 - 1998
Q (m <sup>3</sup> /s)	11.312	10.981
Q <sub>ss</sub> (t/dia)	9.040	8.388
Q <sub>ss</sub> (t/ano)	3.299.600	3.061.620
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	742.300	742.300
Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	15,2	14,8
Q <sub>ss</sub> esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	4	4
C <sub>ss</sub> (mg/L)	9	9

A seguir, apresentam-se os dados em tabela resumo e dispostos em figuras esquemáticas que visam facilitar a busca pela compreensão do comportamento hidrológico e hidrossedimentológico da bacia.

**Tabela 28.** Resumo dos resultados hidrológicos e hidrossedimentológicos médios, obtidos da análise dos dados das estações da Bacia Araguaia-Tocantins no período entre 1981 e 1998.

Código	Estação	Rio	A.Dren. (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	Qss (t/dia)	Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	Css (mg/L)
21050020	AHE São Félix	Tocantins		-	-	-	-	-
21080000	São Salvador	Tocantins		-	-	-	-	-
21600000	Ponte Paranã	Paraná		-	-	-	-	-
21850000	Rio da Palma	Rio da Palma		-	-	-	-	-
21900000	Paraná (PCD)	Paraná	58.013	683	11,8	12.234	77	207
22050001	Peixe	Tocantins	130.052	1.880	14,5	20.681	58	127
22350000	Porto Nacional (PCD)	Tocantins		-	-	-	-	-
22400000	Barra do Matança	Tocantins		-	-	-	-	-
22500000	Miracema do Tocantins	Tocantins	186.834	2.258	12,1	30.695	60	157
22900000	Porto Real	Rio do Sono	44.910	713	15,9	6.697	54	109
23100000	Tupiratins	Tocantins	243.841	3.401	13,9	36.793	55	125
23300000	Carolina (PCD)	Tocantins	276.520	4.029	14,6	34.289	45	98
23600000	Tocantinópolis*	Tocantins	290.570	4.553	15,7	37.425	47	95
24100000	Cachoeira Grande	Araguaia	4.504	99	22,0	934	76	109
24180000	Barra do Peixe	Araguaia	-	-	-	-	-	-
24700000	Aragarças–Barra do Garças	Araguaia	-	-	-	-	-	-
24800000	Peres	Caiapó	-	-	-	-	-	-

continua...

**Tabela 28.** Continuação.

Código	Estação	Rio	A.Dren. (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q esp. (L/s.km <sup>2</sup> )	Qss (t/dia)	Qss esp. (t/km <sup>2</sup> .ano)	Css (mg/L)
24850000	Araguaiana	Araguaia	50.930	867	17,0	18.092	130	241
25200000	Aruanã (PCD)	Araguaia	76.964	1.258	16,3	34.555	164	318
25950000	Luís Alves	Araguaia	117.580	1.750	14,9	47.958	149	317
26100000	Xavantina	Morte ou Manso	24.950	538	21,6	1.279	19	28
26200000	Trecho Médio (PCD)	Morte ou Manso	44.320	786	17,7	6.723	55	99
26350000	São Felix do Araguaia	Araguaia	193.923	2.700	13,9	76.152	143	326
27500000	Conceição do Araguaia (PCD)	Araguaia	320.290	5.254	16,4	54.708	62	121
28300000	Xambioá (PCD)	Araguaia	364.500	5.852	16,1	49.951	50	99
29050000	Marabá (PCD)	Tocantins	690.920	10.618	15,4	43.564	23	47
29080000	Fazenda Rio Branco	Parauapebas	-	-	-	-	-	-
29100000	Fazenda Alegria	Itacaiúnas	37.600	522	13,9	522	10	24
29200000	Itupiranga	Tocantins	727.900	11.216	15,4	46.737	23	48
29700000	Tucuruí	Tocantins	742.300	10.981	14,8	8.388	4	9

\* Por falta de dados de 1981 a 1998, foram inseridos os valores médios de longo período (mlt).

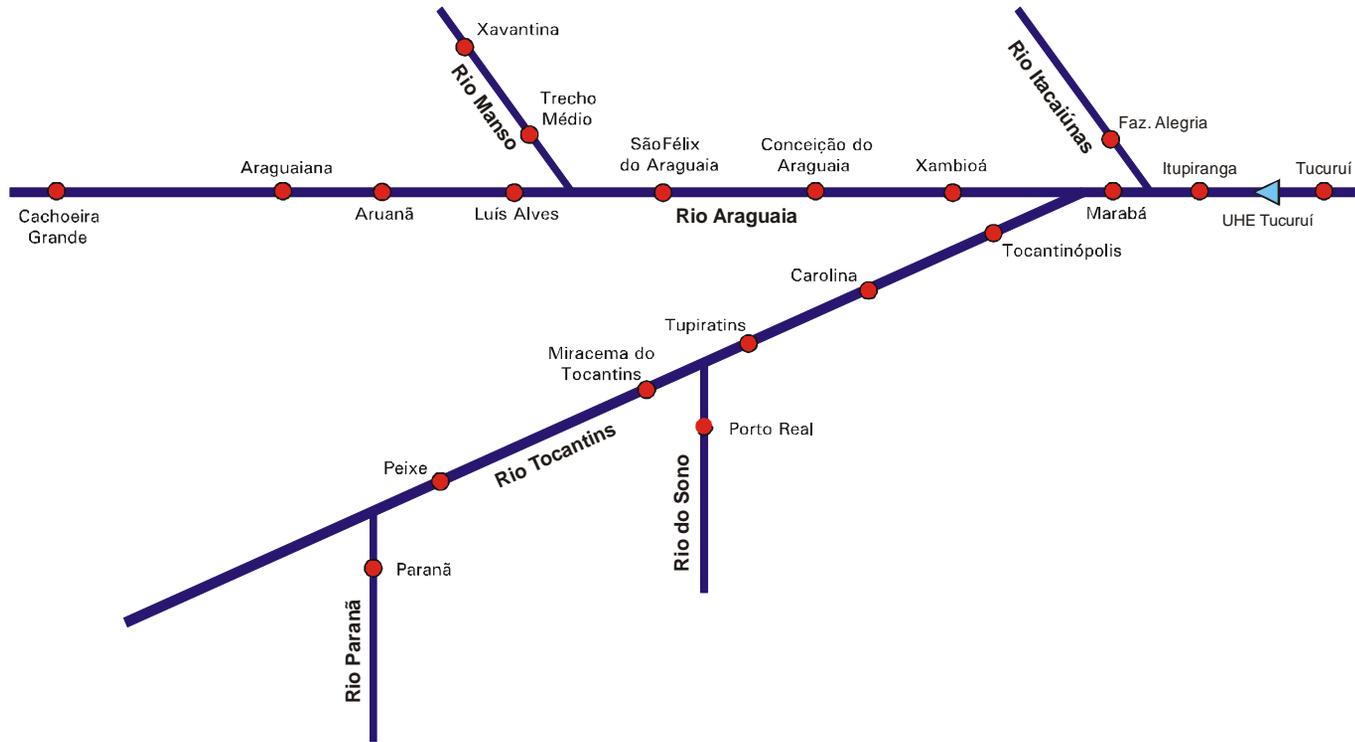
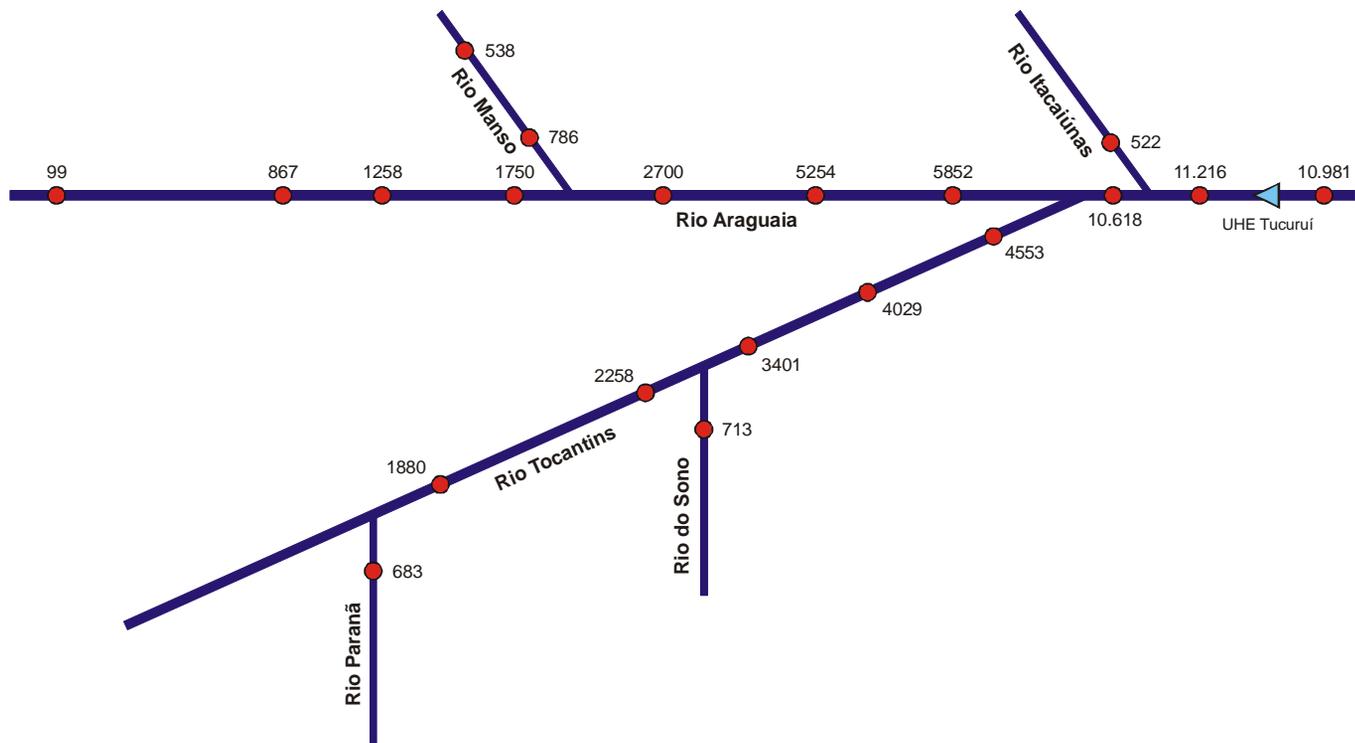
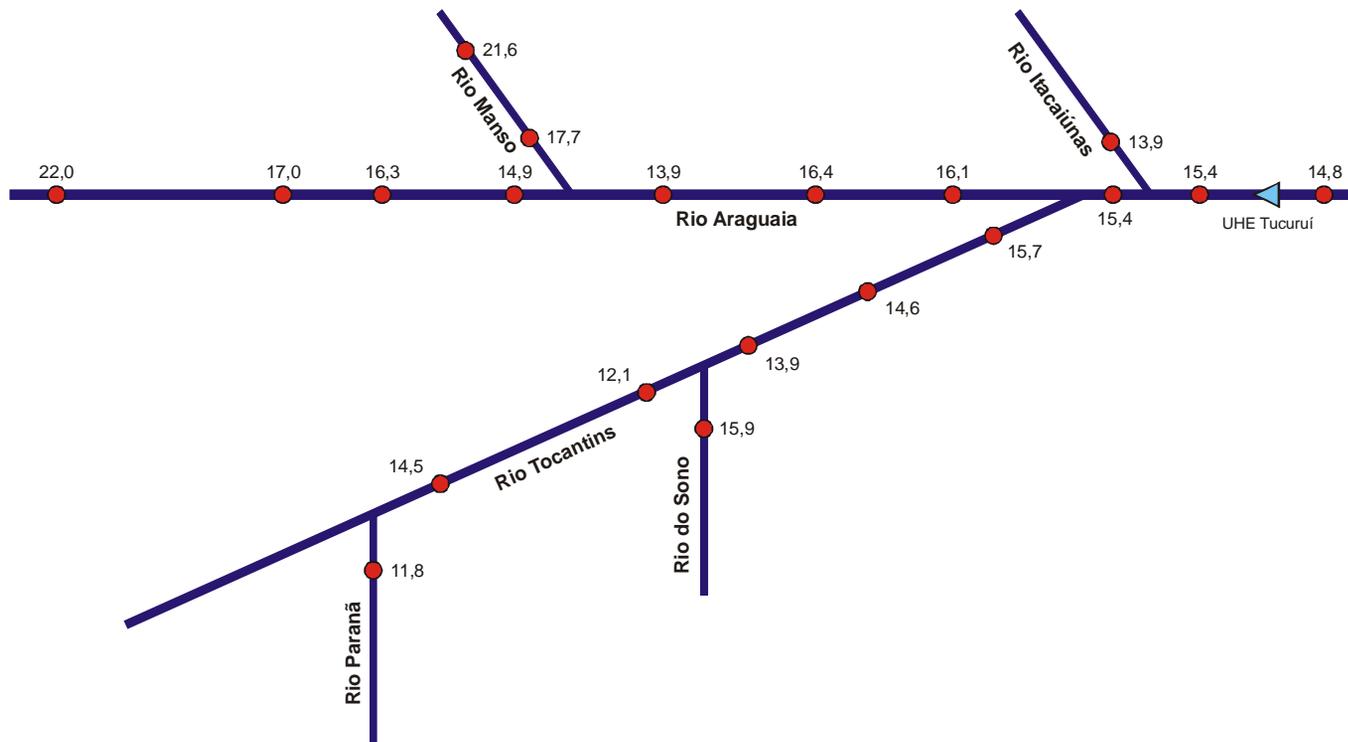


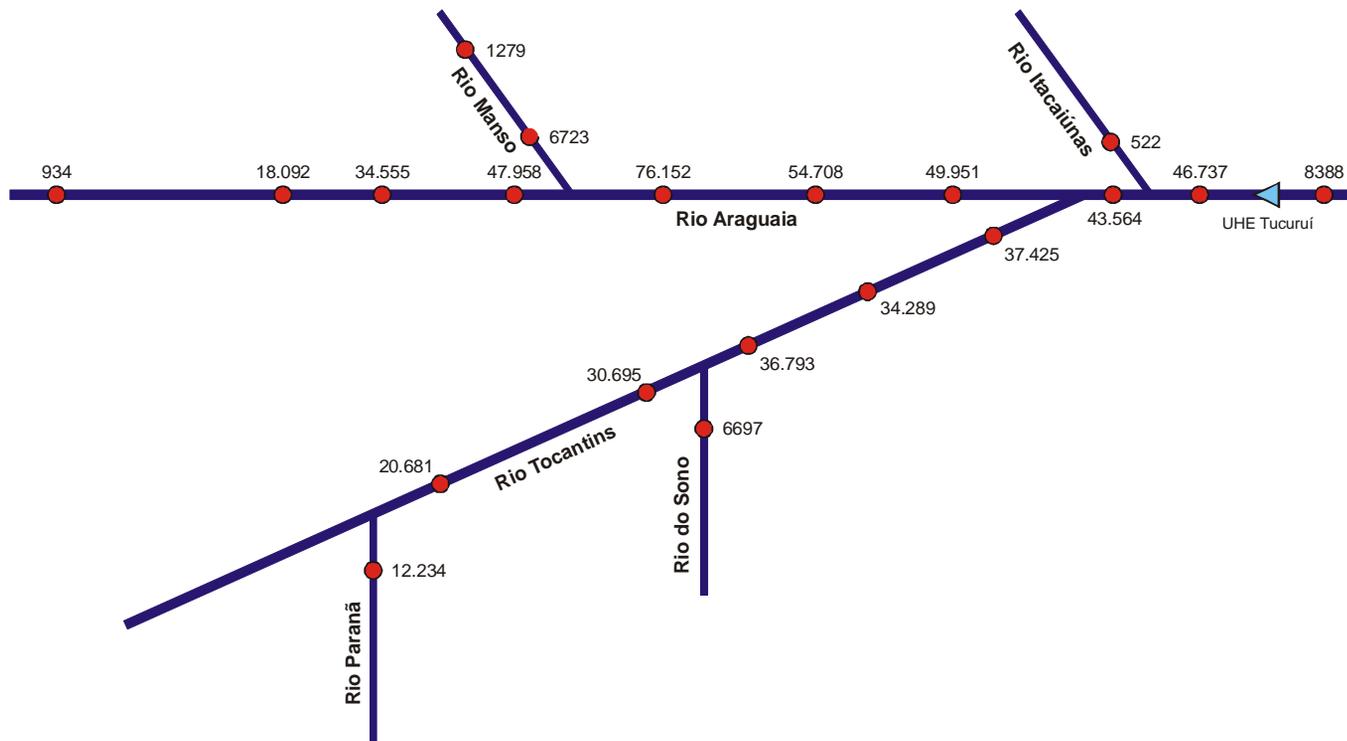
Figura 154. Visualização esquemática das principais estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins.



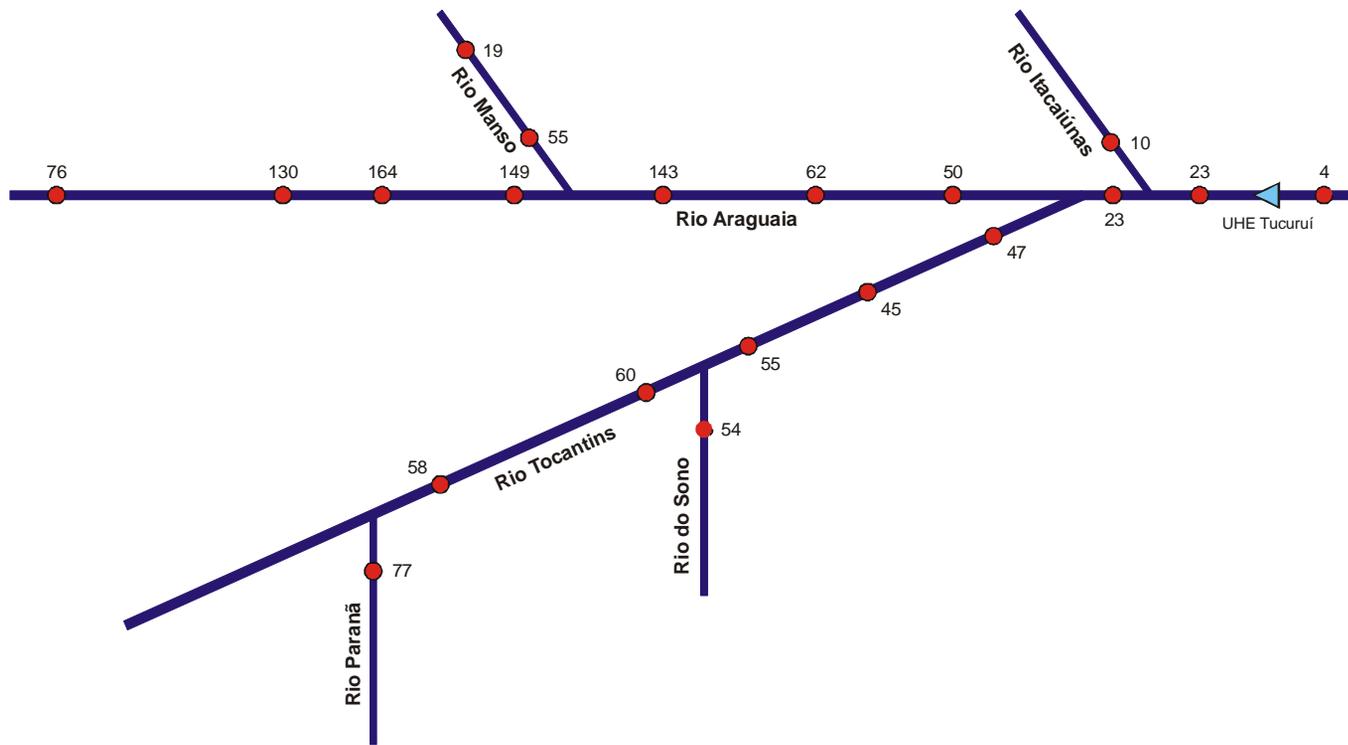
**Figura 155.** Visualização esquemática das vazões médias (m<sup>3</sup>/s) das principais estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins no período de 1981 a 1998.



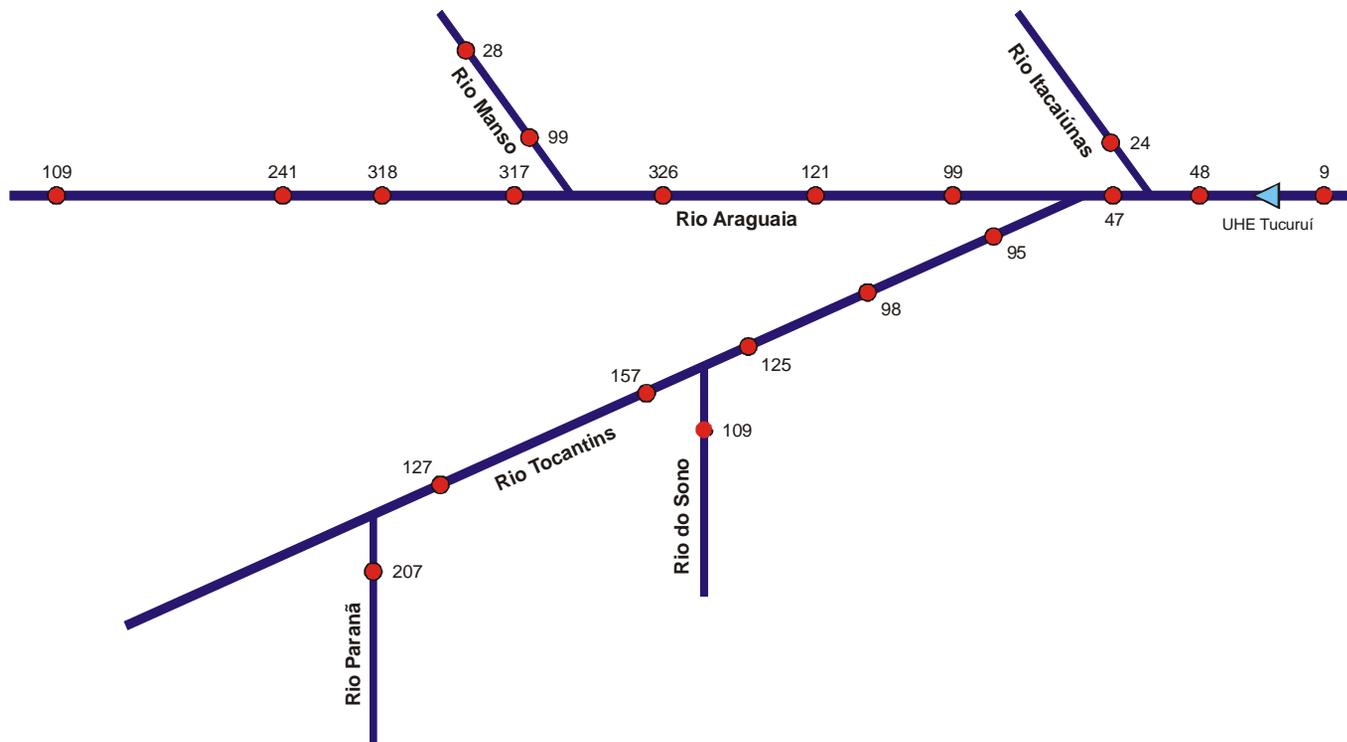
**Figura 156.** Visualização esquemática das vazões específicas médias (L/s.km<sup>2</sup>) das principais estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins no período de 1981 a 1998.



**Figura 157.** Visualização esquemática das descargas sólidas em suspensão médias (t/dia) das principais estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins no período de 1981 a 1998.



**Figura 158.** Visualização esquemática das descargas sólidas em suspensão específicas médias ( $t/km^2 \cdot ano$ ) das principais estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins no período de 1981 a 1998.



**Figura 159.** Visualização esquemática das concentrações de sedimentos em suspensão médias (mg/L) das principais estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins no período de 1981 a 1998.

Na [Figura 154](#), foram indicadas, esquematicamente, as estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins que puderam ser analisadas, por completo, segundo os dados disponíveis no banco de dados da rede nacional de monitoramento hidrométrico, o Hidro, atualmente sob gerência da Agência Nacional de Águas – ANA. Das 30 estações hidrossedimentométricas dessa bacia com registros no Hidro, como se pode observar na [Tabela 28](#), em 10 delas, não foi possível a obtenção de resultados. Para facilitar a visualização e a análise integrada dos dados gerados, apenas as 20 estações que tiveram seu estudo completo foram inseridas nas [Figuras 154, 155, 156, 157, 158 e 159](#).

Na [Figura 155](#), em que se apresentam os dados de vazão média de cada estação, no período entre 1981 e 1998, o esperado é que conforme a área de drenagem aumente, ao longo da bacia, a vazão média também registre um acréscimo de seu valor. Essa relação foi válida para quase todos os trechos dos rios dessa bacia. O único trecho que apresentou uma redução da vazão com o aumento da área de drenagem foi o compreendido entre as estações Itupiranga e Tucuruí. Analisando-se as séries históricas de dados de vazão dessas duas estações, observa-se que ambas tiveram uma falha nos registros, porém, durante o mesmo período, o que possibilitou a comparação entre elas. Como a barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí fica, justamente, nesse trecho do rio, é possível supor que a redução da vazão média detectada neste estudo seja decorrência desse empreendimento.

Quanto às vazões específicas médias apresentadas na [Figura 156](#), em termos globais da bacia, esses valores oscilaram em torno de 15 L/s.km<sup>2</sup>. Merecem destaque a estação Paranã, com o menor resultado, 11,8 L/s.km<sup>2</sup>, e as estações Cachoeira Grande e Xavantina que apresentaram valores de 22,0 L/s.km<sup>2</sup> e 21,6 L/s.km<sup>2</sup>, respectivamente, os maiores da bacia.

Na [Figura 157](#), apresentam-se os valores médios de descarga sólida em suspensão de cada estação ao longo da bacia. Conforme explicitado anteriormente, o aumento do fluxo de sedimentos, de montante para

jusante, indica que a produção de sedimentos, nesse trecho, é superior ao volume depositado. O inverso também pode acontecer. A manutenção de um mesmo fluxo de sedimentos, em dois pontos consecutivos, indica que toda a produção de sedimentos, na área da bacia, entre eles, ficou ali depositada, entretanto, como a produção, em sua maior parte, vem da erosão dos solos e a deposição ocorre, em parte, nos cursos d'água, essas áreas também são classificadas como zonas com potencial para a deposição de sedimentos. Assim podem ser indicadas zonas de produção ou de deposição de sedimentos ao longo do curso d'água.

Analisando a [Figura 157](#), pode-se concluir que, no Rio Tocantins, das nascentes até a estação Tupiratins, há produção de sedimentos. Depois, (a jusante) da estação Tupiratins até a confluência com o Rio Araguaia, tomando por base os valores médios anuais encontrados, há indicativos de ocorrência de deposição de sedimentos.

Quanto aos valores encontrados ao longo do Rio Araguaia, a montante da estação São Félix do Araguaia os indicativos são sempre de produção de sedimentos e, a jusante dela, de deposição. A localização da Ilha do Bananal provavelmente tem forte correlação com esse comportamento hidrossedimentológico do Rio Araguaia.

A região de confluência dos Rios Araguaia e Tocantins é, evidentemente, uma zona de deposição de sedimentos, prova disso é que a soma dos fluxos de sedimentos em suspensão das estações Xambioá e Tocantinópolis é de aproximadamente 85.000 t/dia, entretanto, o fluxo depois da confluência dos dois rios, na estação Marabá, é de 44.000 t/dia, indicando uma deposição, nessa região, de cerca de 40.000 t/dia, em média.

Entre as estações Itupiranga e Tucuruí, conforme esperado, há muita deposição de sedimentos devido, principalmente, à barragem de Tucuruí. O fluxo médio de sedimentos em suspensão a montante do reservatório de Tucuruí que era de aproximadamente 46.000 t/dia, passou para 8.000 t/dia a jusante dele, indicando uma deposição de cerca de 38.000 t/dia, apenas de sedimentos em suspensão.

Observando a Figura 160, verifica-se a imagem de bancos de areia, indicando deposição de sedimentos em trecho do Rio Tocantins, na região de remanso do reservatório de Tucuruí, mostrando a formação de um delta entre as estações Marabá e Itupiranga.



Foto: Newton de O. Carvalho, 29.08.2000

**Figura 160.** Trecho do Rio Tocantins onde se observa a formação de um delta no reservatório de Tucuruí entre as estações Marabá e Itupiranga.

Analisando-se os resultados apresentados na [Figura 158](#), no Rio Tocantins, a descarga sólida em suspensão específica, até a confluência com o Rio Araguaia, pouco variou, mantendo-se classificada como “baixa”, segundo especificações da [Tabela 6](#). A única estação analisada nessa bacia que apresentou classificação de “moderada” quanto a esse item, não considerando, por enquanto, a Bacia do Rio Araguaia, foi a estação Paranã, no Rio Paranã, que fica na região mais a montante da bacia. Depois da confluência com o Rio Araguaia, há, ainda, uma redução significativa nesses valores até a foz, corroborando a análise dos dados constantes na [Figura 157](#), apresentada anteriormente.

Quanto aos valores de descarga sólida em suspensão específica ao longo da Bacia do Rio Araguaia, até a estação São Félix do Araguaia, os resultados foram “moderados”, entretanto, em alguns casos como o da estação Aruanã, por pouco não atingiram uma classificação “alta”,

chegando a 164 t/km<sup>2</sup>.ano. A jusante da estação São Félix do Araguaia esses valores são reduzidos, alcançando a classificação de “baixos” até a sua foz.

Os dados contidos na [Figura 159](#) vêm fortalecer as análises efetuadas, apresentando os valores médios das concentrações de sedimentos em suspensão ao longo da Bacia Araguaia-Tocantins. Comparando-se os resultados obtidos no Rio Araguaia e no Tocantins, pode-se notar que no Araguaia existem trechos com concentração “muito alta” de sedimentos em suspensão, acima de 300 mg/L ([Tabela 7](#)), o que não foi detectado pelos valores médios do Rio Tocantins. Até sua confluência com o Rio Araguaia, a concentração média de sedimentos em suspensão na Bacia do Tocantins tem uma variação muito pequena, entre 100 e 200 mg/L, com classificação de “moderada” a ligeiramente “alta”. Depois da confluência com o Rio Araguaia, como era de se esperar devido aos dados anteriores, as concentrações passam a “baixas”, chegando a sua foz com a água praticamente livre de sedimentos, certamente, por causa da influência da barragem de Tucuruí que retém boa parte dos sedimentos afluentes ao seu reservatório. Na Bacia do Rio Araguaia, as concentrações nos pontos mais a montante apresentaram-se como “moderadas”, com aumento considerável detectado no trecho entre as estações Araguaiana e São Félix do Araguaia. Posteriormente, até a confluência com o Rio Tocantins, os valores diminuem, indicando a deposição ou a diluição das concentrações de sedimentos em suspensão no curso d’água.

A seguir, como forma de detalhar um pouco mais o estudo e validar as conclusões supracitadas, obtidas de dados médios anuais do período de 1981 a 1998, foram apresentados e analisados os dados mensais de cada estação, também de forma sistêmica, em toda a bacia.

Cabe ressaltar que as incertezas nos resultados numéricos de estudos de fenômenos naturais aumentam à medida que são reduzidas as escalas temporais de análise. Ou seja, ao se trabalhar com médias anuais, há uma diluição dos erros e incertezas dos resultados, em relação a estudos com médias mensais.

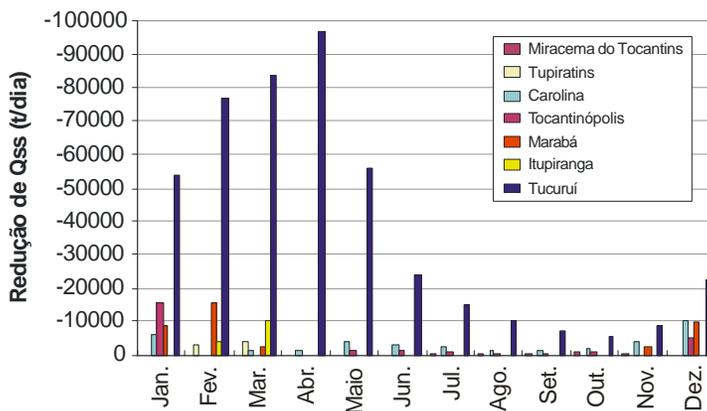
**Tabela 29.** Descargas sólidas em suspensão médias mensais nas estações ao longo do Rio Tocantins (t/dia).

	Peixe	Miracema do Tocantins	Tupiratins	Carolina	Tocantinópolis	Marabá	Itupiranga	Tucuruí
	22050001	22500000	23100000	23300000	23600000	29050000	29200000	29700000
Jan.	66.354	78.195	94.908	88.979*	73.397*	64.680*	64.995	10.944*
Fev.	72.720	96.823	93.842*	101.591	113.706	98.022*	93.900*	17.160*
Mar.	43.479	86.095	82.392*	80.998*	116.633	114.194*	103.735*	19.985*
Abr.	22.997	57.387	67.364	65.980*	78.612	115.854	117.753	21.182*
Mai	5.235	9.548	21.999	17.848*	16.811*	61.898	66.481	10.847*
Jun.	2.503	2.386*	8.356	5.176*	3.677*	18.206	27.823	3.910*
Jul.	1.485	996*	4.609	2.348*	1.653*	7.888	17.627	2.580*
Ago.	1.020	576*	3.015	1.354*	912*	4.905	12.970	2.308*
Set.	912	393*	2.474	1.075*	661*	3.507	9.594	2.313*
Out.	1.641	871*	3.829	1.920*	1.320*	3.725	8.145	2.343*
Nov.	5.315	4.969*	10.916	6.726*	8.985	6.792*	11.101	2.587*
Dez.	24.515	30.103	47.811	37.470*	32.729*	23.091*	26.725	4.495*
<b>Média</b>	<b>20.681</b>	<b>30.695</b>	<b>36.793</b>	<b>34.289*</b>	<b>37.425</b>	<b>43.564**</b>	<b>46.737</b>	<b>8.388*</b>

\* Indicativo de deposição de sedimentos em suspensão a montante da estação.

\*\* O caso de Marabá será detalhado posteriormente por se tratar da estação logo a jusante da confluência dos Rios Araguaia com o Tocantins.

Para melhor visualização das zonas potenciais de deposição de sedimentos detectadas na análise da [Tabela 29](#), são apresentados, na [Figura 161](#), os valores de redução do fluxo mensal a montante de cada trecho entre estações.



**Figura 161.** Redução do fluxo mensal de sedimentos em suspensão no trecho a montante de cada estação hidrossedimentométrica analisada ao longo do Rio Tocantins.

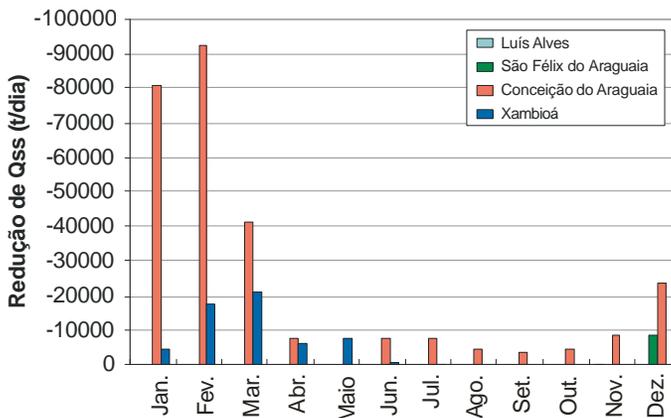
A primeira informação que pode ser observada na [Figura 161](#) é que a ordem de grandeza dos depósitos de sedimentos entre as estações Itupiranga e Tucuruí é muito superior à dos demais. Conforme dito antes, isso se deve à presença da barragem de Tucuruí ao longo desse trecho. Cabe lembrar que o caso da estação Marabá será analisado posteriormente, com a inserção do fluxo de sedimentos provenientes do Rio Araguaia.

Quanto ao detalhamento da análise apresentado na [Tabela 29](#) e na [Figura 161](#), pode-se observar que mesmo não sendo detectada, em termos anuais, a deposição de sedimentos entre algumas estações, há indicativos de que isso pode ocorrer em determinados meses do ano. O inverso também ocorre, como se nota nos dados da estação Carolina, por exemplo, onde os dados anuais indicam deposição no trecho a montante desta, porém, no mês de fevereiro, há produção de sedimentos. As médias anuais representam um balanço geral do que ocorre em uma escala mais longa de tempo.

**Tabela 30.** Descargas sólidas em suspensão médias mensais nas estações ao longo do Rio Araguaia (t/dia).

	Cachoeira Grande	Araguaiana	Aruanã	Luís Alves	São Félix do Araguaia	Conceição do Araguaia	Xambioá
	24100000	24850000	25200000	25950000	26350000	27500000	28300000
Jan.	2.049	58.524	76.513	107.618	129.958	49.351*	44.860*
Fev.	2.025	47.709	98.082	130.326	209.448	117.252*	99.913*
Mar.	2.326	47.192	85.758	122.758	208.086	167.190*	146.213*
Abr.	1.025	18.489	45.050	99.057	196.720	188.802*	182.809*
Mai	518	5.623	12.590	31.667	74.103	98.258	90.648*
Jun.	349	4.228	7.176	13.769	23.020	15.332*	14.578*
Jul.	244	1.793	3.648	6.815	11.203	3.441*	3.189*
Ago.	215	1.199	2.238	3.736	5.785	1.295*	1.254*
Set.	218	1.246	2.275	2.792	4.635	797*	845
Out.	309	2.093	3.314	3.770	5.325	951*	1.015
Nov.	602	5.520	9.636	9.285*	10.472	2.234*	2.455
Dez.	1.332	23.483	36.216	43.902	35.074*	11.596*	11.639
Média	934	18.092	31.875	47.958	76.152	54.708*	49.951*

\* Indicativo de deposição de sedimentos em suspensão a montante da estação.



**Figura 162.** Redução do fluxo mensal de sedimentos em suspensão no trecho a montante de cada estação hidrossedimentométrica analisada, ao longo do Rio Araguaia.

Analisando a Tabela 30 e a Figura 162, pode-se observar o potencial de ocorrência de deposição de sedimentos nos trechos do Rio Araguaia entre as estações São Félix do Araguaia e Conceição do Araguaia e, com menor intensidade, entre as estações Conceição do Araguaia e Xambioá, como já havia sido detectado na análise dos dados médios anuais.

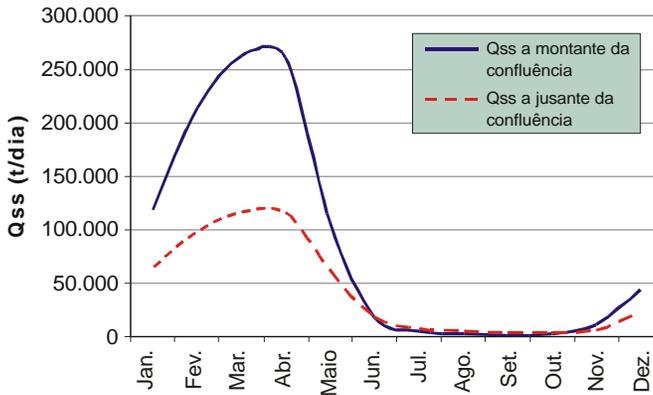
Na Tabela 31, encontra-se os dados necessários para a análise hidrossedimentológica da região onde ocorre a confluência dos Rios Araguaia e Tocantins. Para tal, foram utilizadas as informações geradas nas estações imediatamente a montante da confluência, a Tocantinópolis, no Rio Tocantins e a Xambioá, no Araguaia e, a primeira estação a jusante desse trecho, a Marabá, no Rio Tocantins.

**Tabela 31.** Descargas sólidas em suspensão médias mensais nas estações a montante e a jusante da confluência dos Rios Araguaia e Tocantins.

	<b>Tocantinópolis</b> 23600000	<b>Xambioá</b> 28300000	<b>SOMA</b>	<b>Marabá</b> 29050000
<b>Jan.</b>	73.397*	44.860*	118.257	64.680*
<b>Fev.</b>	113.706	99.913*	213.619	98.022*
<b>Mar.</b>	116.633	146.213*	262.846	114.194*
<b>Abr.</b>	78.612	182.809*	261.421	115.854*
<b>Mai</b>	16.811*	90.648*	107.459	61.898*
<b>Jun.</b>	3.677*	14.578*	18.255	18.206*
<b>Jul.</b>	1.653*	3.189*	4.842	7.888
<b>Ago.</b>	912*	1.254*	2.166	4.905
<b>Set.</b>	661*	845	1.506	3.507
<b>Out.</b>	1.320*	1.015	2.335	3.725
<b>Nov.</b>	8.985	2.455	11.440	6.792*
<b>Dez.</b>	32.729*	11.639	44.368	23.091*
<b>Média</b>	<b>37.425</b>	<b>49.951*</b>	<b>87.376</b>	<b>43.564*</b>

\* Indicativo de deposição de sedimentos em suspensão a montante da estação.

Observando a [Figura 163](#), verifica-se que há outra forma de apresentação gráfica dos resultados contidos na Tabela 31, na qual o intervalo entre as curvas indica a quantidade de fluxo de sedimentos incrementado ou reduzido entre as regiões a montante e a jusante, no trecho de rio analisado. Portanto, quando a curva representativa dos dados a montante está acima da curva a jusante, existem indícios de deposição. Quando ocorre o inverso, indica produção de sedimentos no trecho.



**Figura 163.** Representação gráfica dos dados médios mensais de fluxo de sedimentos em suspensão a montante e a jusante da zona de confluência dos Rios Araguaia e Tocantins.

Portanto, os resultados apresentados na [Tabela 31](#) e na [Figura 163](#) confirmam a informação de que a região próxima à confluência dos Rios Araguaia e Tocantins é de intensa deposição de sedimentos, conforme detectado anteriormente.

## Considerações finais

---

Diante dos resultados obtidos e de acordo com o objetivo proposto neste estudo, pode-se concluir que no Rio Araguaia, existem regiões mais críticas do ponto de vista hidrossedimentológico, com concentrações de sedimentos em suspensão acima de 300 mg/L, o que pode configurar uma limitação para atividades que dependam de represamento ou bombeamento dessa água. Já no Rio Tocantins, até a zona de confluência com o Araguaia, os resultados foram moderados, com pouca variabilidade de seus valores. Entretanto, a região próxima ao encontro dos Rios Araguaia e Tocantins é considerada como uma importante zona de deposição de sedimentos. Depois da junção dos dois rios, seguindo pelo Tocantins até a barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, a deposição de sedimentos é intensificada, o que é facilmente visualizado nos resultados apresentados.

É importante ressaltar que, muitas vezes, a quantidade e a qualidade dos dados utilizados neste trabalho foram aquém da ideal, impossibilitando a análise de algumas estações e gerando aumento das incertezas e da subjetividade em outras, que, mesmo assim, foram inseridas no estudo, com o único intuito de, a partir do banco de dados existente, gerar o máximo de informações que possam ser úteis aos

diferentes setores interessados, incluindo os responsáveis pelo levantamento desses dados.

Merece destaque o fato de que grande parte das estações que apresentou insuficiência de quantidade e qualidade de dados encontra-se em operação, indicando que, em breve, haverá maior base para a elaboração de estudos como este na Bacia Araguaia-Tocantins.

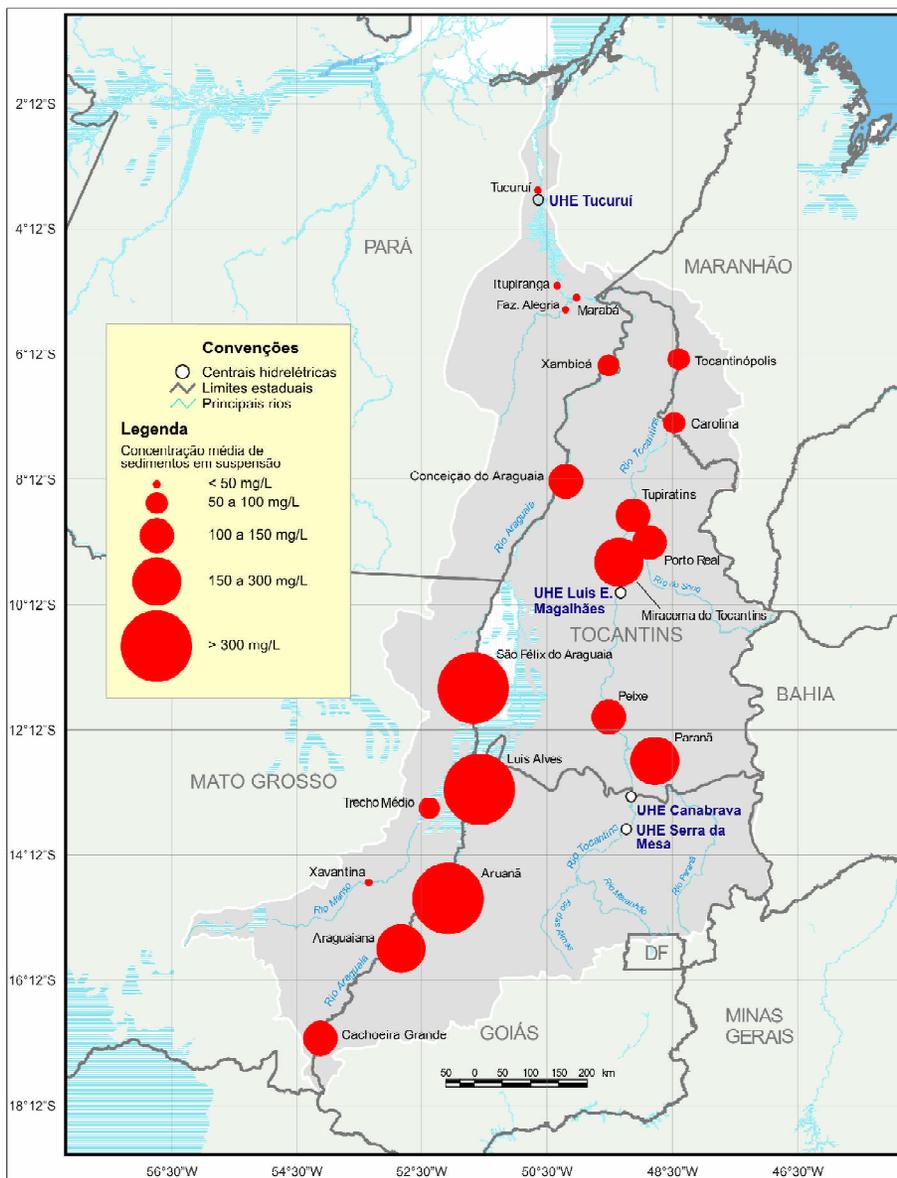
Apesar de existirem outros barramentos de tamanho expressivo na bacia, além do referente ao reservatório de Tucuruí, como eles são recentes, com os dados atuais disponíveis, não foi possível detectar seus impactos no fluxo de sedimentos em suspensão, porém, certamente eles existem.

Mesmo com as limitações e com os problemas detectados durante a realização deste trabalho, os resultados obtidos apresentam coerência, fornecendo uma visão sistêmica do comportamento hidrossedimentológico dos rios que compõem a Bacia Araguaia-Tocantins, o que pode servir de base para o desenvolvimento de outros estudos nessa região.

Os dados utilizados neste trabalho são de livre acesso e estão disponíveis na Superintendência de Informações Hidrológicas – SIH da Agência Nacional de Águas – ANA, o que confere transparência e viabiliza a comprovação dos resultados desse estudo a quem interessar.

Cabe também externar que este trabalho é parte do projeto de elaboração do diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão no Brasil que se encontra em desenvolvimento.

Com o intuito de facilitar a visualização espacial e a utilização dos resultados publicados, neste estudo, na [Figura 164](#), apresenta-se um mapa georreferenciado com as concentrações médias de sedimentos em suspensão nas estações hidrossedimentométricas da Bacia Araguaia-Tocantins analisadas.



**Figura 164.** Mapa de visualização da análise individualizada da concentração média de sedimentos em suspensão em cada estação hidrossedimentométrica da Bacia Araguaia-Tocantins.

## Referências Bibliográficas

---

AHITAR. **Hidrovia Tocantins-Araguaia**. Disponível em < [http://www.ahitar.com.br/rima/descrição\\_empreendimento.php](http://www.ahitar.com.br/rima/descrição_empreendimento.php) > . Acesso em: 16 set. 2002.

ANA. **Bacia do Tocantins**. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/Bacias/Tocantins/caracgeral/osrecursos/> > . Acesso em: 18 set. 2002.

ANEEL. **Informações hidrológicas brasileiras**. Brasília, 1999. Não paginado.

ANEEL. **Banco de informações de geração – BIG**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/bancodeinformaçõesdegeração/Capacidadedegeraçãodo brasil.htm>. Acesso em: 03 nov. 2002.

BORGES, F. **Foto da região do Jalapão**. Disponível em < <http://www.tocantins.com.br/turismo/42.asp> > . Acesso em: 25 set. 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Relatório estatístico hidroviário**. Disponível em < <http://www.transportes.gov.br/STA/DHI/ESTATISTICA/ConsideraçõesBTA.htm> > . Acesso em: 19 set. 2002.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM/Eletróbrás, 1994, 372 p.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA, N.P.; SANTOS, P.M.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: Aneel, 2000, 132 p.

CARVALHO, N.O.; COIMBRA, A.R.S.R.; PAYOLLA, B.L.; CASTRO, T.L.C.; MENDES, A.B. Causas e efeitos do aumento da produção de sedimentos na bacia

hidrográfica do Tocantins-Araguaia. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE, 2., Campo Grande, Anais... Campo Grande: ABRH. 2002. 1 CD-ROM.

GASPAROTO, E. Tocantins, o Estado adolescente com agricultura em crescimento. **O Sulco**, Porto Alegre, ano 107, n. 14, p. 14-15, 2002.

HIDROWEB. **Dados hidrológicos**. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br> > . Acesso em: 10 set. 2002.

ONA S.A. Engenharia. **Projetos de irrigação na Bacia Araguaia-Tocantins**. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/Bacias/Tocantins/caracgeral/osrecursos/> > . Acesso em: 18 set. 2002.