

Tema 'Qualidade de água e hidrossedimentologia'

Executores

Ibraim Fantin- UFMT
Rafael Mingoti –Embrapa Gestão Territorial
Peter Zeilhofer -UFMT
Wilkinson Lázaro -UNEMAT
Valdeci Antônio – UFMT
Josias Oliveira – Embrapa Pantanal
Marcia D de Oliveira –Embrapa Pantanal
Marcel Medina
Patricia D'Angol
Rachel Nishimoto
Aluna do Rafael

Colaboradores

Stephen K Hamilton –MSU, USA
Daniela M Figueiredo - UFMT
Debora F Calheiros- Embrapa/UFMT
Eliana Freire - UFMT
Rubia Fantin -UFMT
Cristóvão F Scapulatempo -UFPR

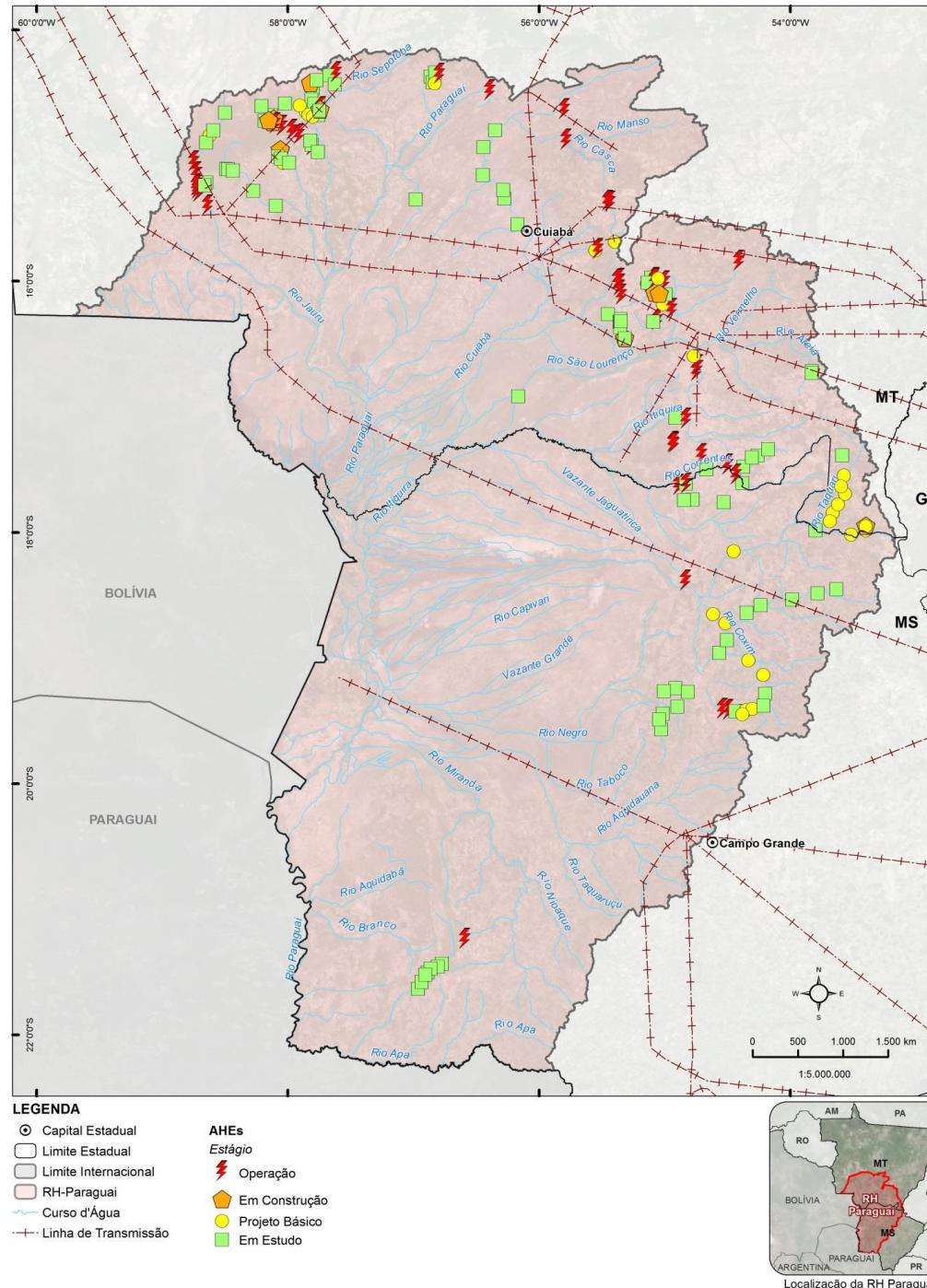
Apoio

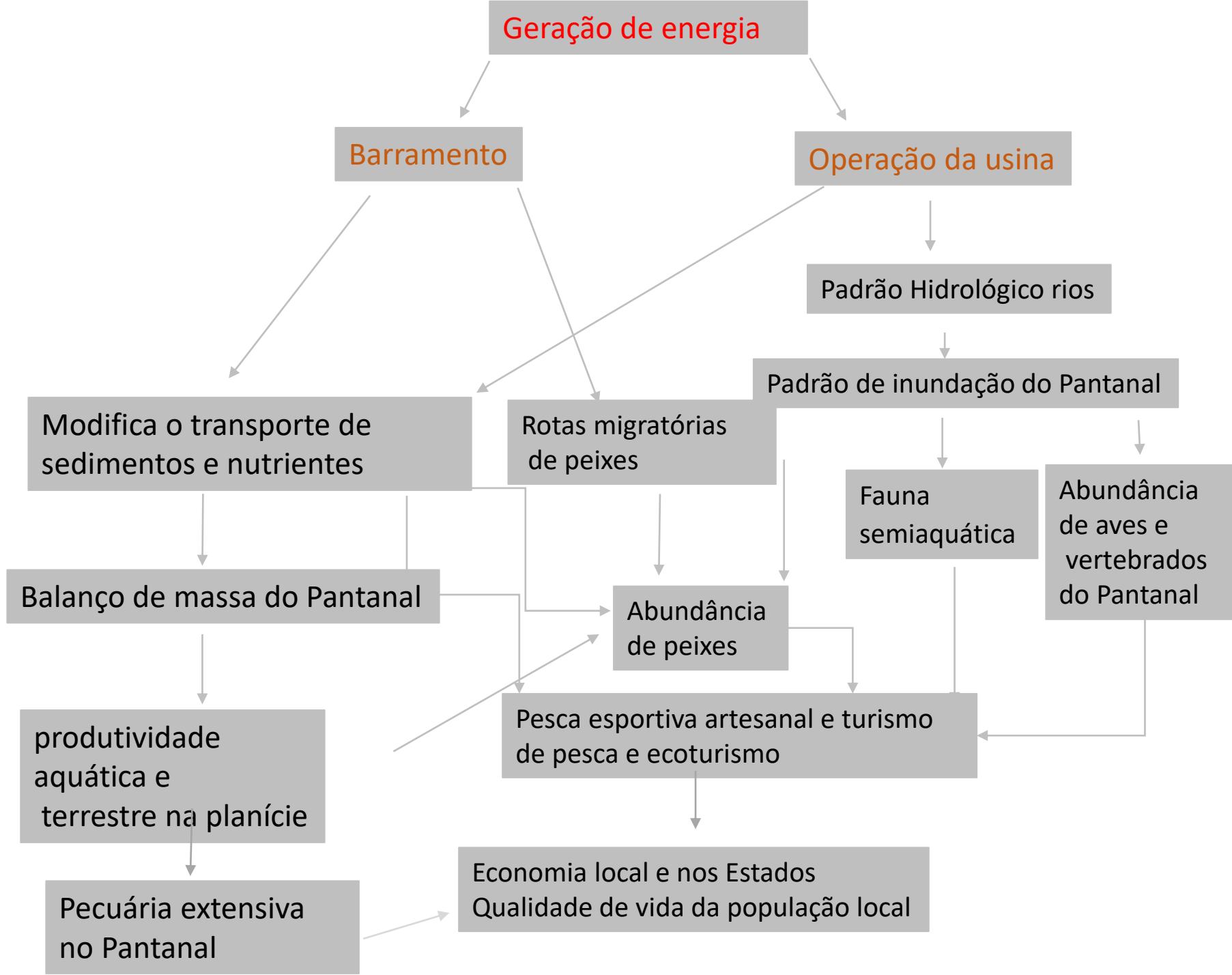
Agência Nacional de Águas
Fundação Eliseu Alves

Avaliação dos efeitos dos barramentos sobre a qualidade da água e a hidrossedimentologia

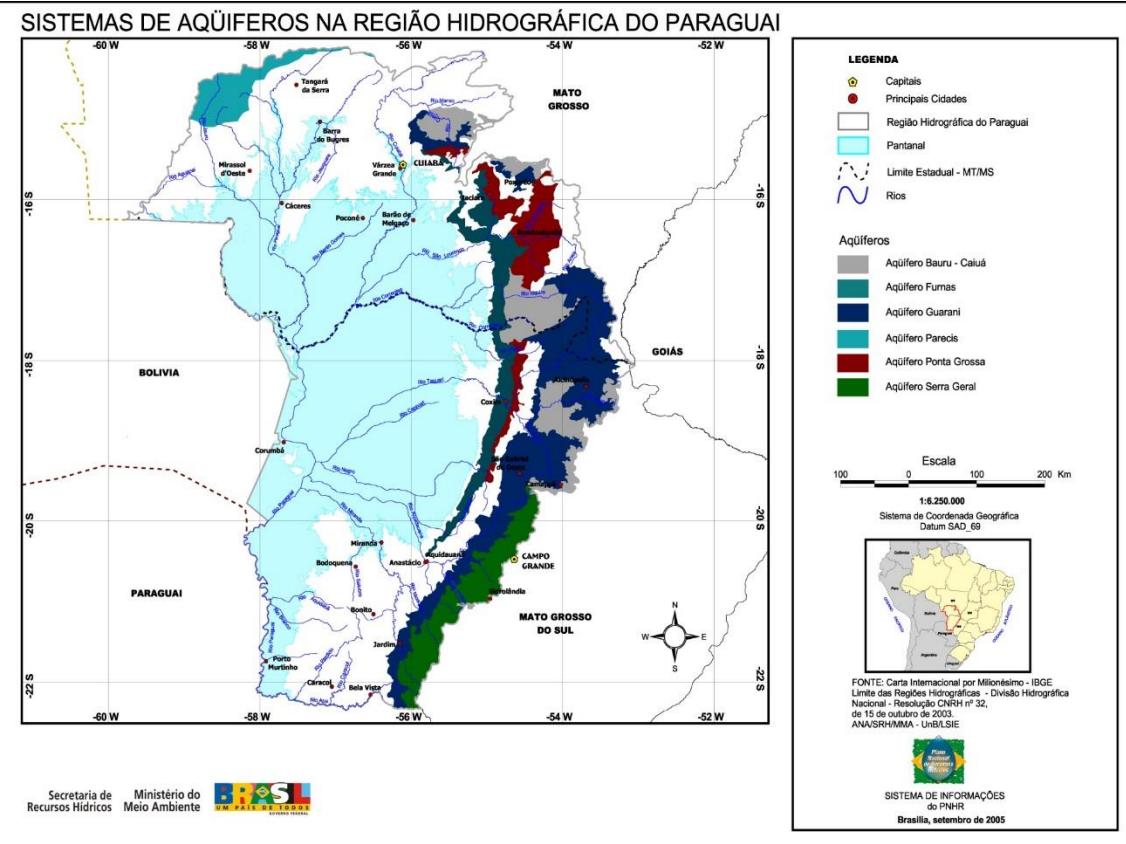
Objetivo:

Avaliar o efeito dos empreendimentos em operação e produzir cenários de alteração no transporte de sedimentos e nutrientes considerando a implantação de todos os reservatórios, em escala de rio e/ou bacia.

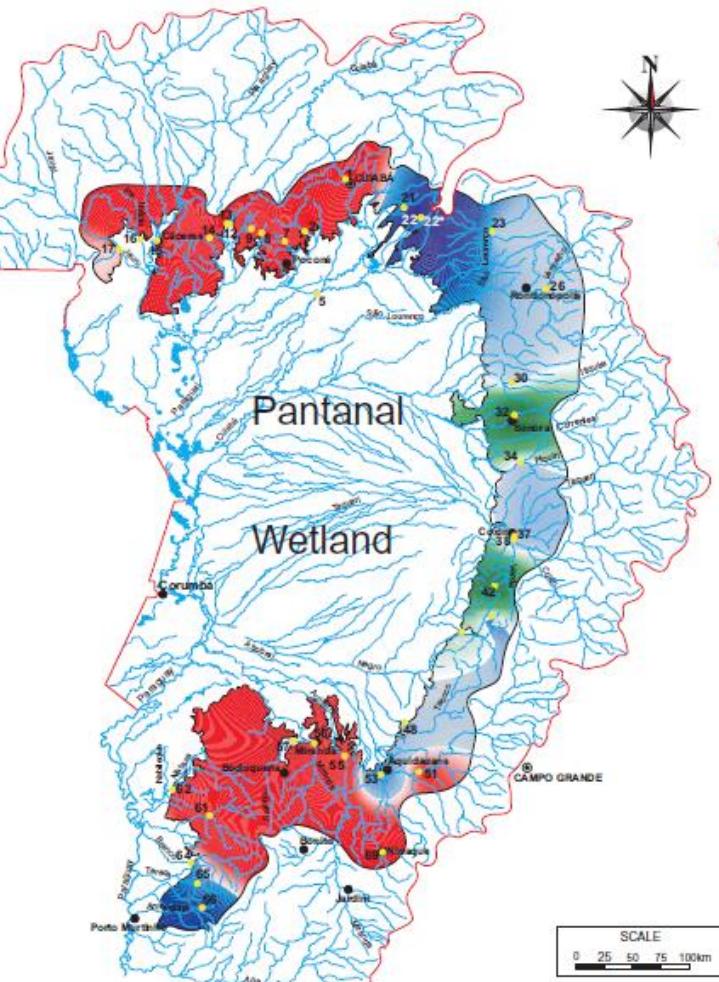




Caracterização das águas e transporte de substâncias (cátions e ânions)



Spatialization of End-Members - Dry season (a)



Spatialization of End-Members - Wet season (b)

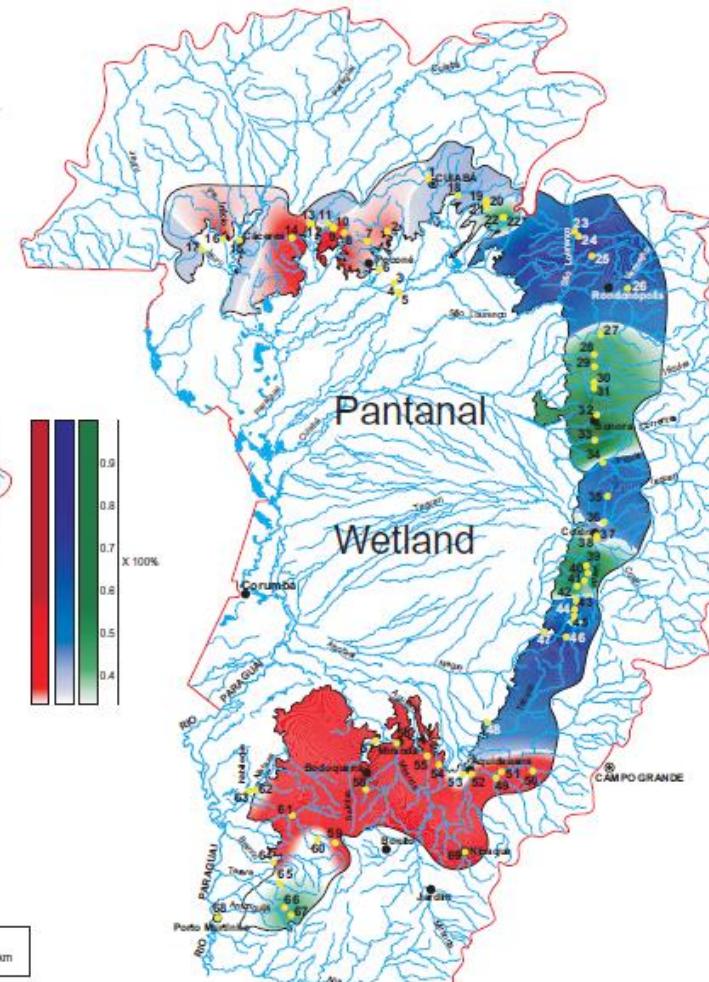
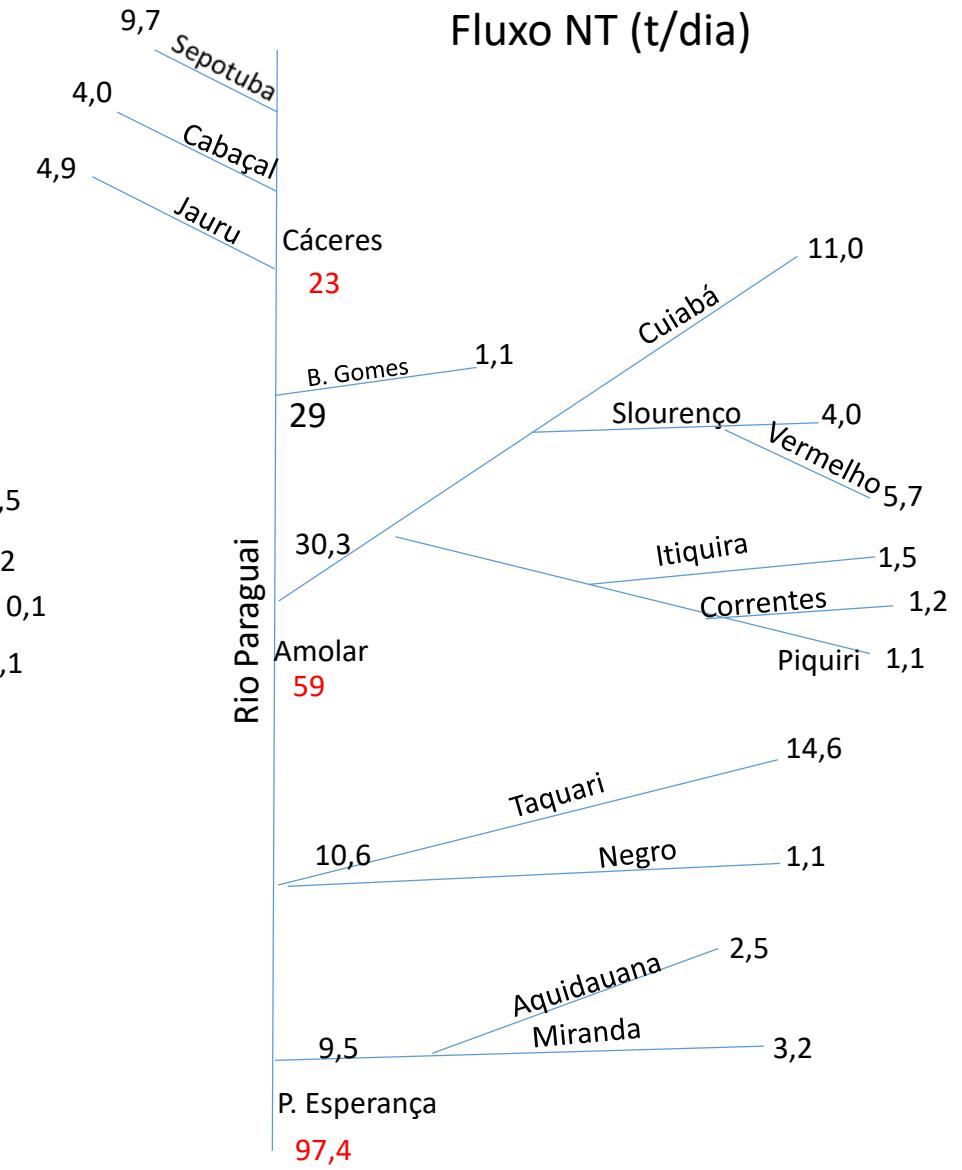
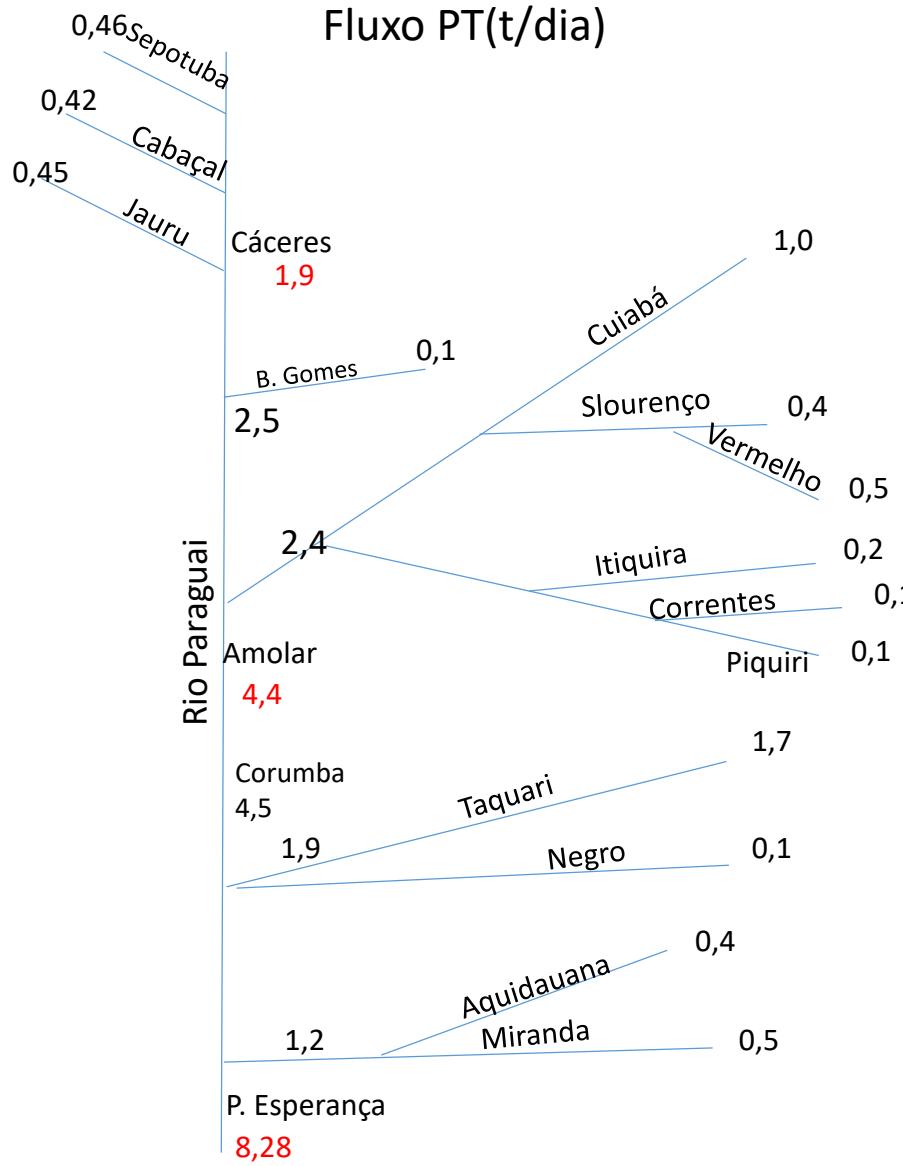
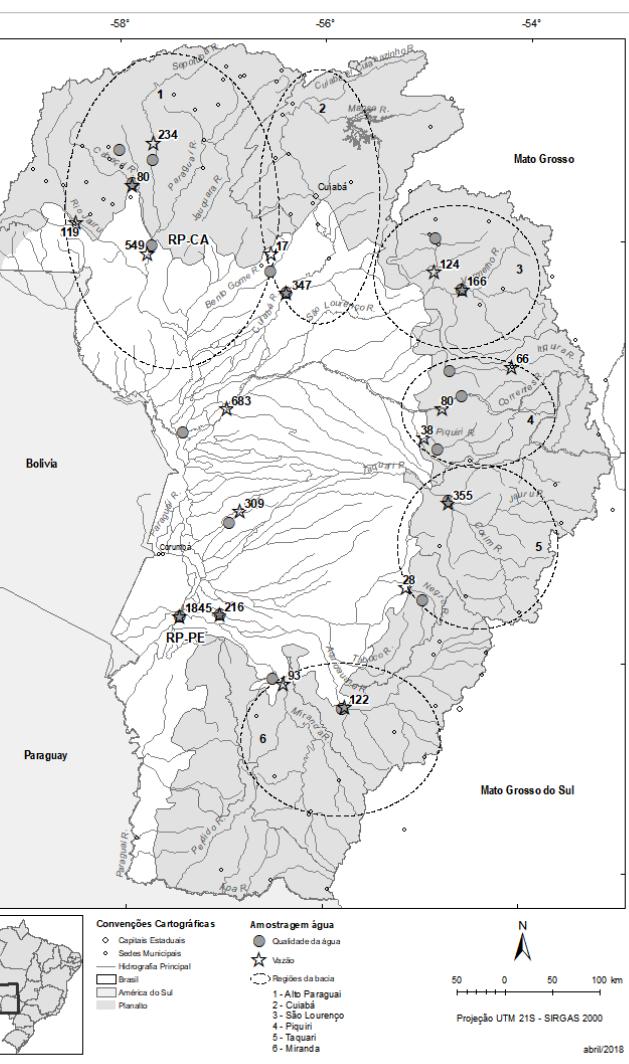
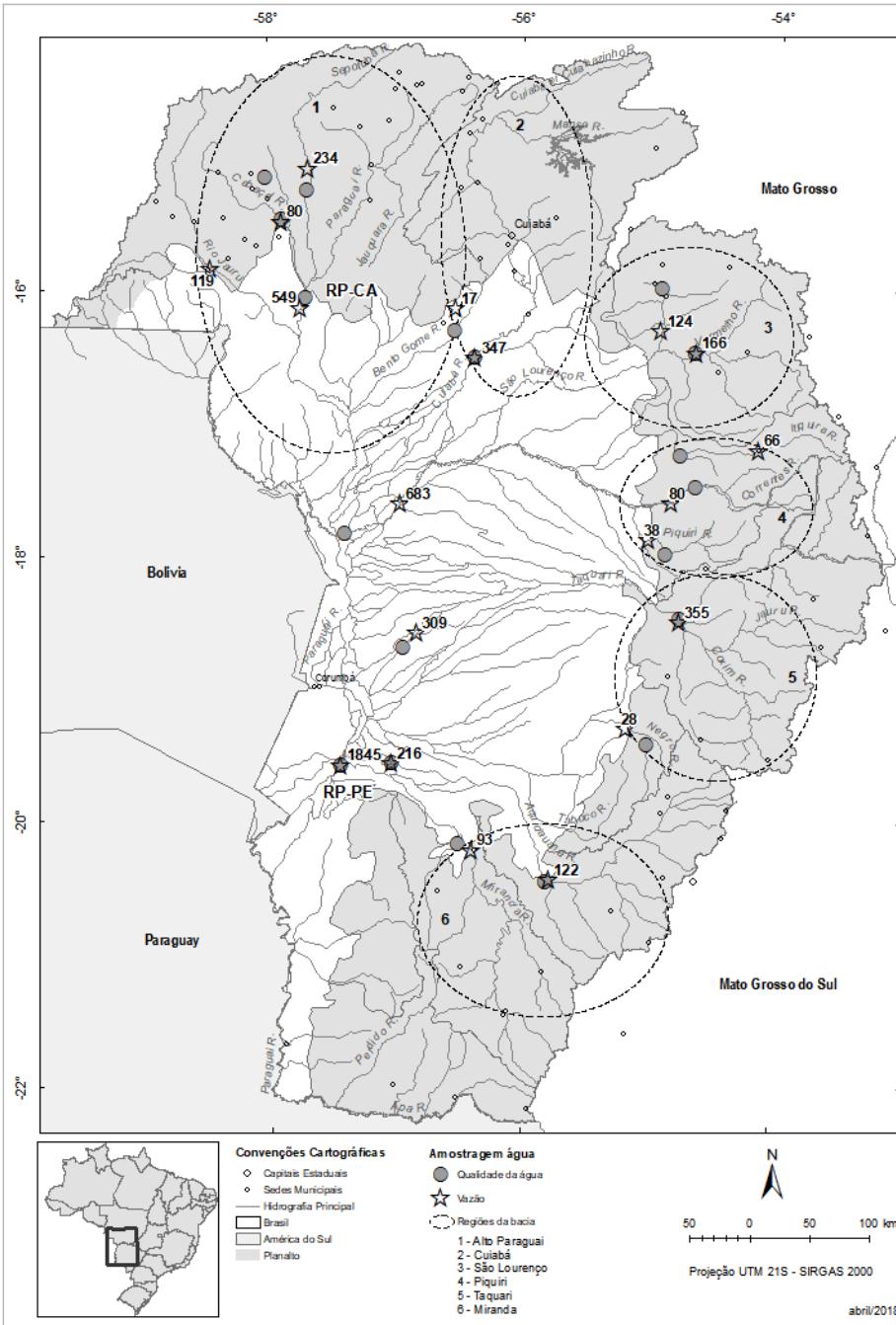


Fig. 9. Chemistry of river water at the border of the Pantanal wetland during DS 2008 (a) and WS 2010 (b), deducted from EMMA procedure (green: end-member 1, blue: end-member 2, red: end-member 3; contributions above 35 % are drawn).

Transporte de nutrientes nos rios da bacia do rio Paraguai



Transporte de substâncias dos rios para o Pantanal, 2000-2008

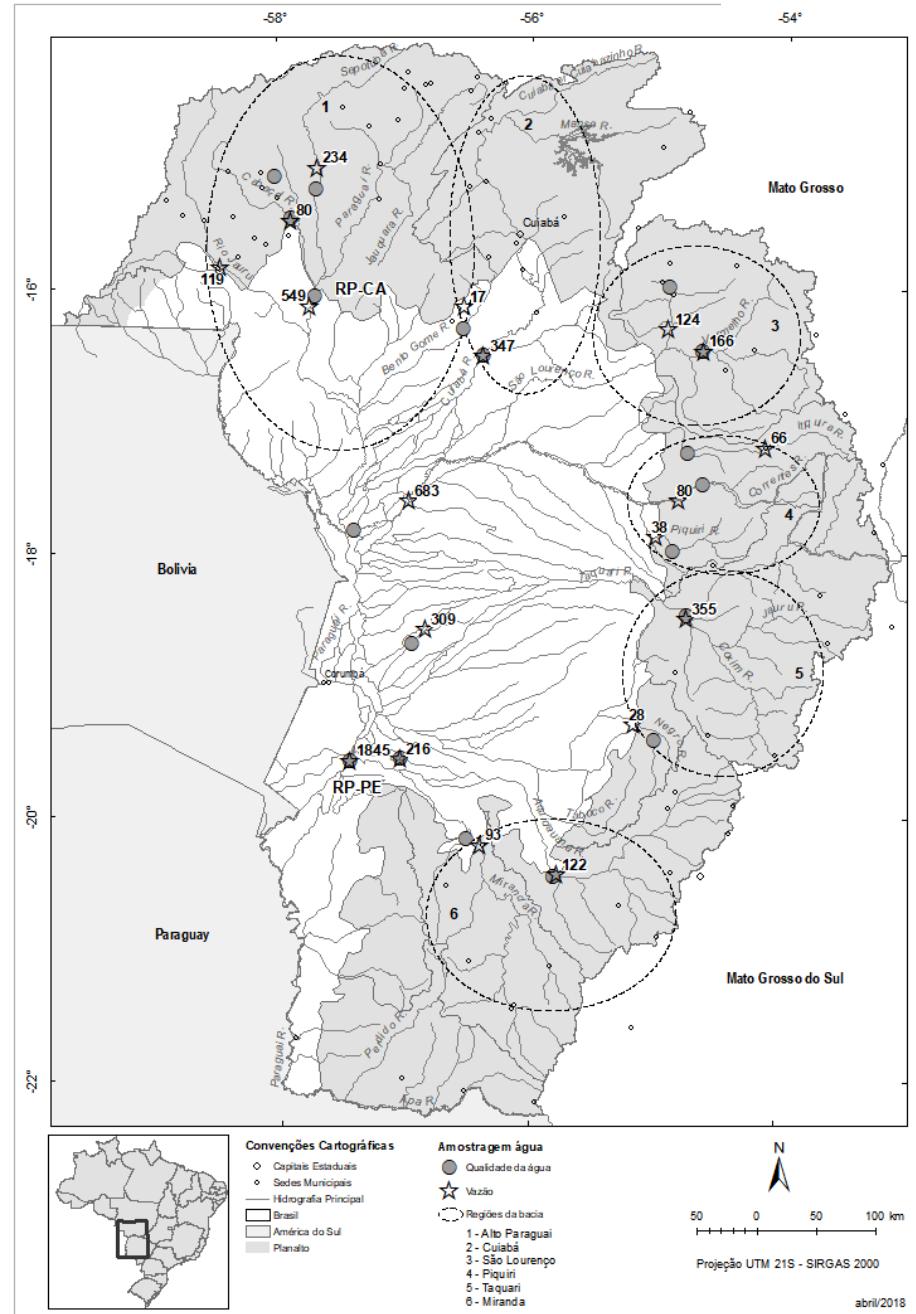


Regiões	Local	Q m ³ /s	SD	Si	COP	COD	NT	NDT	PT	PD	SS	Fe T
Alto Paraguai*	SEP	233,46	365,19	82,00	17,65	89,62	9,71	1,29	0,46	0,11	395,00	11,20
	CAB	79,86	504,42	49,30	7,83	36,25	4,41	0,82	0,42	0,15	502,00	11,30
	RP-CA	548,82	1.543,90	208,28	107,60	187,99	23,00	3,54	1,86	0,47	1.424,70	51,65
	JAU	119,24	654,00	58,80	11,23	63,72	4,48	0,77	0,45	0,16	202,00	8,40
	BGO	17,29	89,96	9,30	0,42	16,10	1,05	0,05	0,10	0,04	11,00	1,70
	%	32,59	33,68	35,26	23,83	31,33	36,93	26,93	31,02	32,94	10,93	21,39
Cuiabá	CUI	346,66	1.299,56	76,50	25,28	192,44	11,01	2,05	1,00	0,30	654,00	20,60
	%	16,48	19,30	9,76	5,05	22,51	14,25	12,66	12,87	14,75	4,36	7,14
São Lourenço	SLO	123,87	180,56	31,60	36,58	44,14	3,98	1,12	0,40	0,10	965,00	23,70
	VER	165,46	343,21	55,20	61,17	50,68	5,74	1,89	0,50	0,15	1.969,00	48,00
	%	13,76	7,78	11,07	19,54	11,09	12,58	18,59	11,58	12,29	19,58	24,84
Piquiri	ITI	65,57	85,01	26,89	10,53	28,47	1,51	0,18	0,15	0,03	372,58	6,14
	COR	80,32	47,95	7,53	7,77	16,96	1,22	0,31	0,10	0,02	75,49	1,66
	PIQ	38,30	71,91	16,75	12,01	26,03	1,85	0,33	0,15	0,02	196,33	8,18
	%	8,76	3,04	6,53	6,06	8,36	5,93	5,06	5,15	3,67	4,30	5,53
Taquari	TAQ	354,52	565,43	182,43	181,21	128,88	14,69	3,85	1,79	0,32	7.485,05	78,13
	NEG	27,62	45,80	8,99	4,37	14,20	1,17	0,28	0,10	0,02	186,51	2,99
	%	18,17	9,08	24,42	37,09	16,74	20,53	25,51	24,33	16,71	51,20	28,10
Miranda	AQU	122,37	539,81	59,35	29,92	55,10	4,36	1,15	0,71	0,27	1.066,45	22,95
	MIR	93,21	1.266,28	42,30	12,25	30,04	3,20	0,67	0,46	0,13	374,85	14,60
	%	10,25	26,82	12,97	8,43	9,96	9,78	11,24	15,04	19,65	9,62	13,01
Σ entradas planalto		2.103,30	6.447,10	784,24	500,30	854,70	77,27	16,18	7,76	2,03	14.983,83	288,69
Rio Paraguai		1.876,00	8.003,23	800,81	252,89	1.274,16	98,90	14,59	8,11	3,24	3.306,99	270,70

Fonte: Oliveira et al., no prelo

Balanço de massa anual na bacia do rio Paraguai

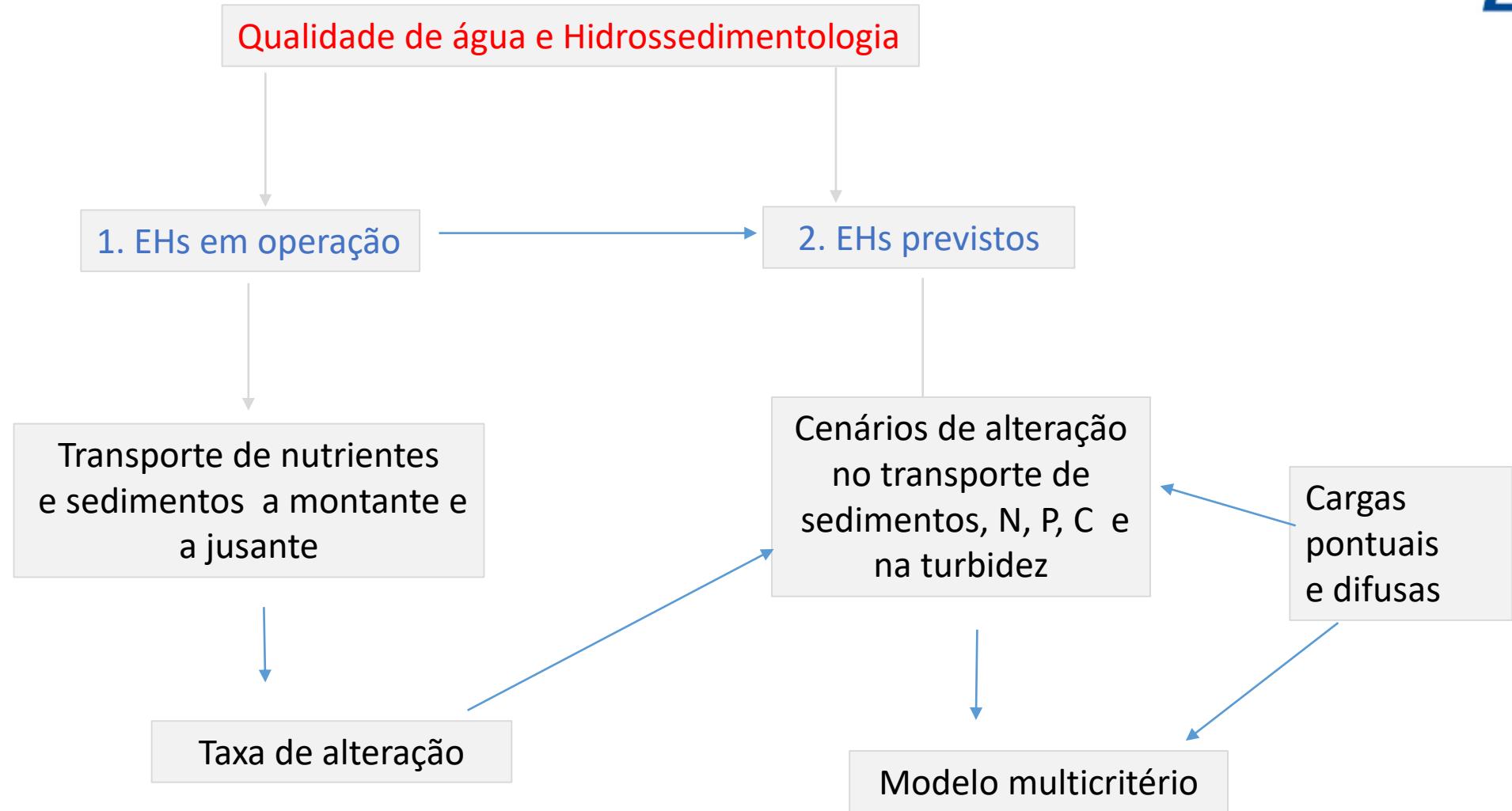
Concentração				Carga (t/ano)		P:O	
Variáveis	unidade	Entrada Tributários	Precipitação	Saída RP-PE	Entrada+ precipitação	Saída RP-PE	
Ca ²⁺	µe/L	273,7	9,5	279,4	324.244	330.752	1,0
Mg ²⁺	µe/L	152,0	1,8	204,8	111.818	146.741	0,8
Na ⁺	µe/L	75,4	26,9	81,3	130.195	110.646	1,2
K ⁺	µe/L	46,6	3,2	58,9	112.012	134.904	0,8
HCO ₃ ⁻	µe/L	418,3		488,9	1.416.709	1.762.056	0,8
Cl ⁻	µe/L	25,9	8,2	20,3	61.598	43.785	1,4
SD	µe/L	992,0	54,6	1121,0	2.127.939	2.921.179	0,7
Si	µM	85,4	4,2	102,6	294.112	292.296	1,0
COP	mg/L	2,4		1,5	182.621	92.305	2,0
COD	mg/L	4,6		7,4	311.980	465.069	0,7
NT	µM	30,2		43,6	28.203	36.099	0,8
NDT	µM	7,1		6,4	5.905	5.325	1,1
PT	µM	1,4		1,6	2.832	2.960	1,0
PD	µM	0,4		0,6	739	1.183	0,6
SS	mg/L	85,5		19,8	5.468.732	1.207.051	4,5
Fe T	mg/L	1,3		1,7	100.499	98.812	1,0
pH		6,6		6,7			
COND.	µS/cm	51,2		59,5			
Q	m ³ /ano*10 ⁶			66.328,11	59.161,50		



Fonte: Oliveira et al., no prelo

Etapas para avaliar a alteração no transporte de substâncias para o pantanal:

- Estimar as cargas difusas por sub-bacias e por bacia de drenagem dos empreendimentos
- Estimar o transporte de sedimentos e nutrientes a montante e a jusante de empreendimentos hidrelétricos em operação, e nos rios com empreendimentos previstos
- Estimar as taxas de alteração no transporte de sedimentos e nutrientes nos trechos de rios com barramentos
- Produzir os cenários de alteração no aporte de sedimentos e nutrientes para o Pantanal, através de modelos de previsão, considerando as taxas de alteração e as características dos empreendimentos previstos
- Definir os indicadores para uso no modelo multicritério



Os barramentos alteram o aporte de sedimentos e nutrientes e o balanço de massa do Pantanal?

Exemplos de barramentos estudados



PCH Rio Jauru

Embrapa



Foto: Zilca Campos



PCH São Lourenço

1- Base de dados secundários e dados coletados

3- Taxas de alteração - análise estatística comparando dados a montante e a jusante dos barramentos

-Para $P(M) < P(J)$

$$TX = + \left(1 - \left(\frac{P_{(M)}}{P_{(J)}} \right) \right) \times 100$$

- Para $P(M) > P(J)$

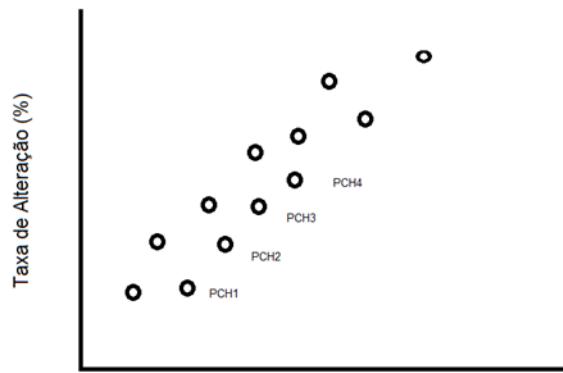
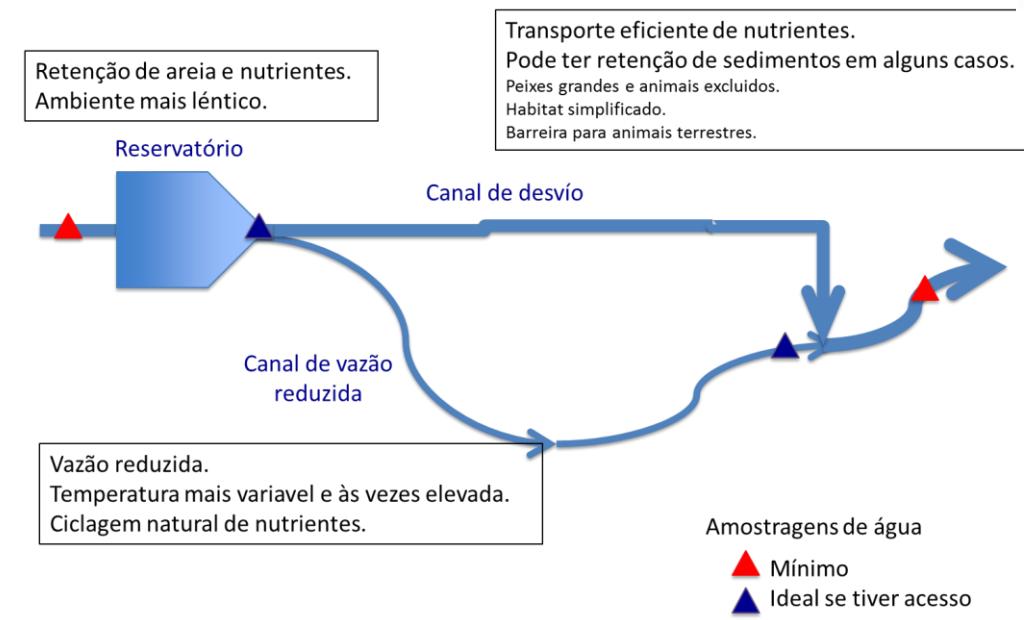
$$TX = - \left(1 - \left(\frac{P_{(J)}}{P_{(M)}} \right) \right) \times 100$$

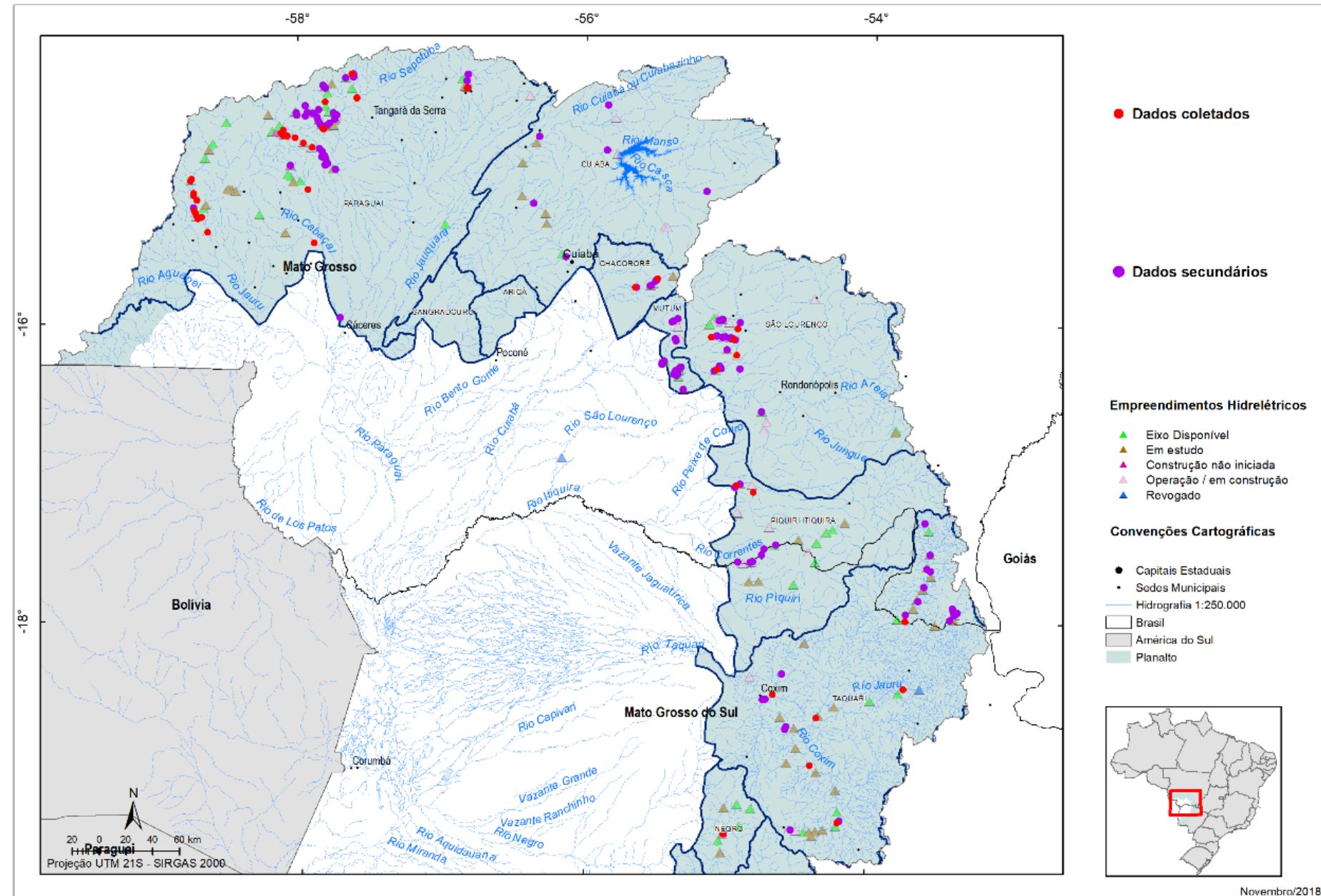
4 –Cenários de alteração devido aos barramentos: avaliação da relação entre a taxa de alteração e as características hidráulicas do empreendimento (volume, vazão, altura da barragem, tempo de residência, posição da tomada d'água, outros)

5- Indicadores para o modelo multicritério para qualidade da água, sedimentologia e cargas difusas

Qualidade da água: alteração no transporte de N, P e C e alteração na turbidez

Sedimentologia: alteração no transporte de sedimento

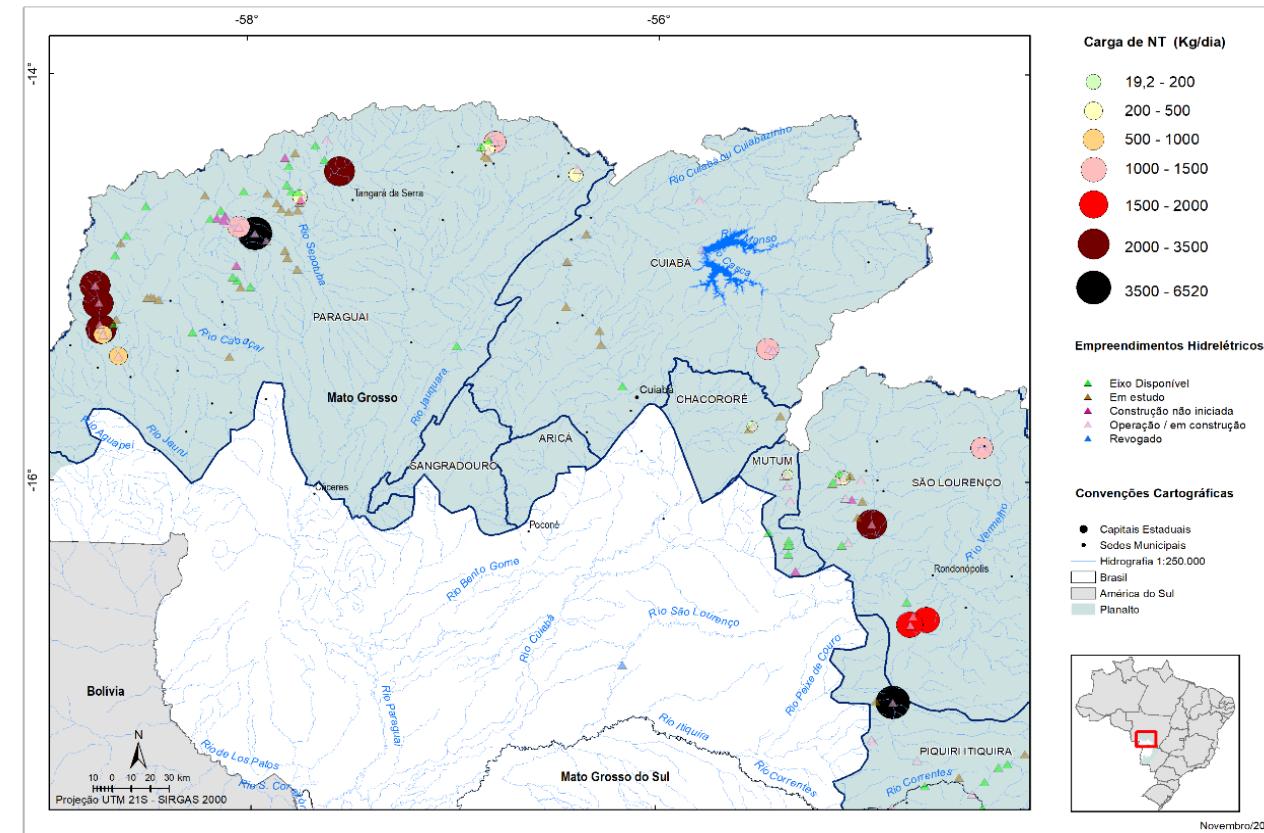
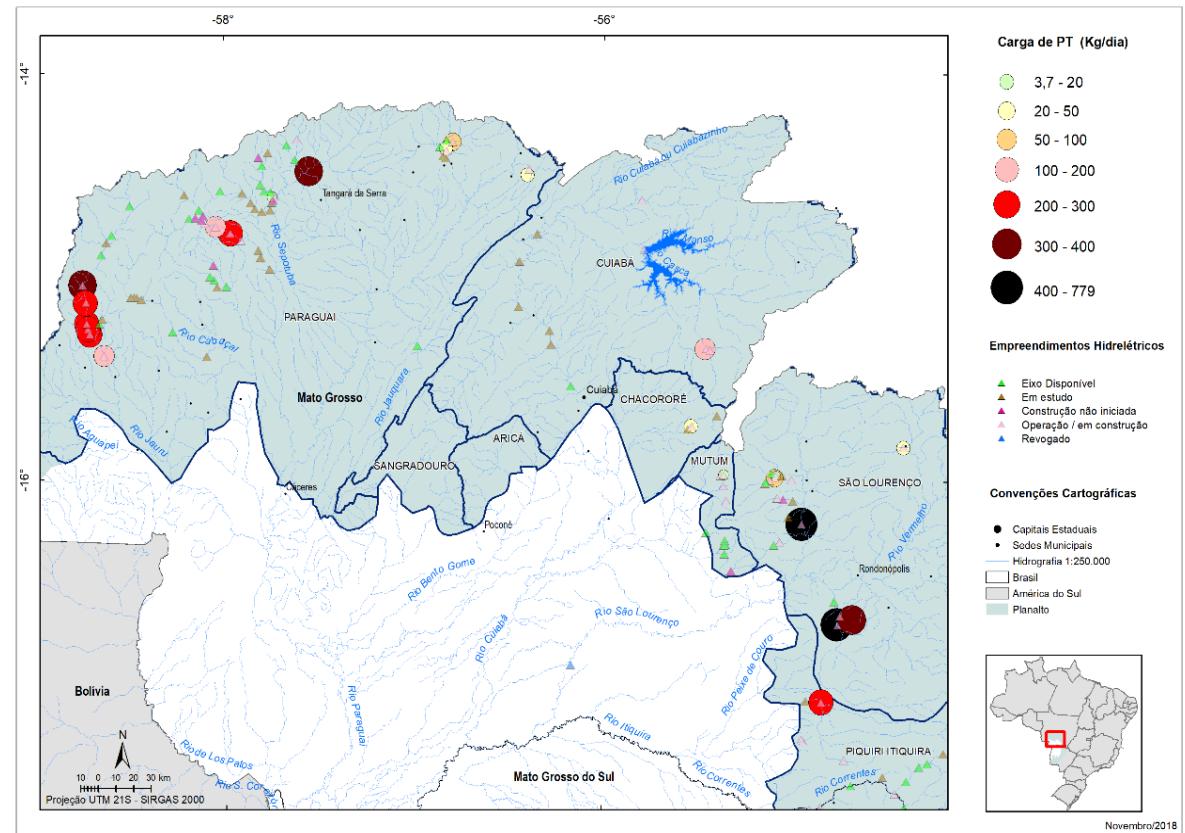




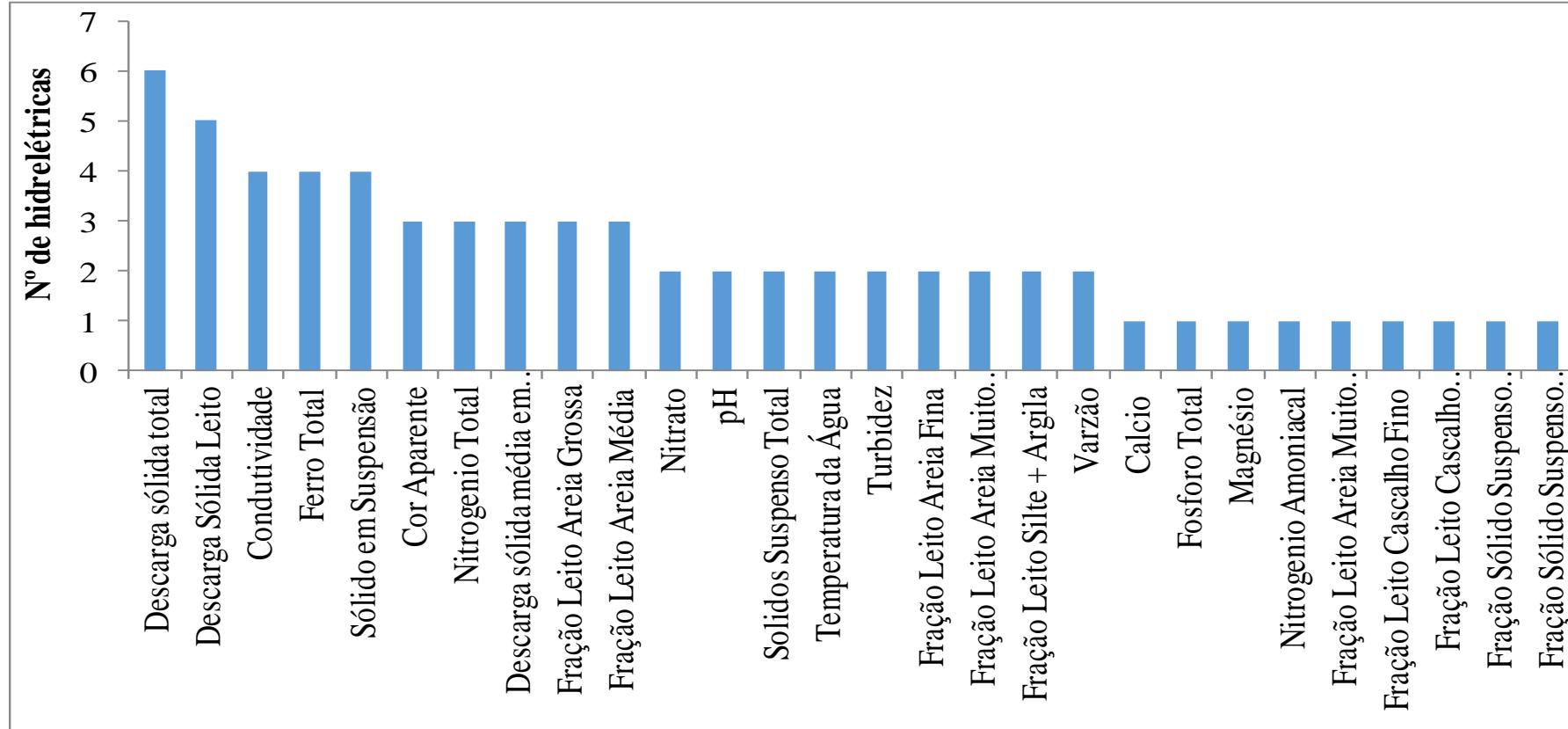
- Base de dados secundários (33 EHs em operação, dados de rios sem empreendimentos)
- Análise preliminar, concentração e fluxos
- Taxas de alteração, comparação entre montante e jusante para dados secundários

	A	B	C	D	E	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
	ponto_bacia	ponto_curso_dagua	ponto_EH	ponto_latitude	ponto_longitude	ponto_altitude	ponto_Fase_EH_original	ponto_Fase_EH	id_original	ponto_descricao_original	obs_ponto_marcia	CODIGO	descrição_ponto_final	ponto_tipo_ambiente	ponto_amosta	ponto_material	
1																	
175	Seputuba	Correjo Maracana	PCH Maracana	-14,3306111	-56,6156111		operação		Reservatório Jusante do empreendimento Montante do Correjo	não tem mais informações Jusante do empreendimento, distante		SEPMAROPRE01	Reservatório	reservatorio	água	Programa Ambiente Monitoramento	
176	Seputuba	Correjo Maracana	PCH Maracana	-14,3556147	-56,6171191		operação			5,5km da casa de força?		SEPMAROPJU01	rio Maracanã, jusante da casa de força	rio	água e sedimento	Programa Ambiente Monitoramento	
177	Seputuba	Correjo Maracanazinho	PCH Maracana	-14,3298889	-56,6268611		operação		Maracanazinho Correjo	não tem mais informações coordenada fora do lugar coordenada errada, muito		SEPMAZRIO02	Córrego Maracanazinho montante	rio	água e sedimento	Programa Ambiente Monitoramento	
178	Seputuba	Correjo Maracanazinho	PCH Maracana	-14,3318889	-56,6166389		operação		Macaranazinho	não tem mais informações acima do corr		SEPMAZRIO03	Córrego Maracanazinho Remanso rio do Sapo, a ~2500m a montante do futuro reservatorio	rio	água	Programa Ambiente Monitoramento	
179	Seputuba	Rio do Sapo	PCH rio do sapo	-14,5951111	-56,7549167		Instalação	pré-operação	P-01_montante	Ponto a montante do reservatório-fase de Ponto sobre a superficie do reservatório-fase de Ponto a jusante do	untei os 3 pontos na area do reservatorio	SEPSAPRIO01	rio do Sapo, area do reservatorio	rio/reservatorio	Água e sedimentos	Projeto: Horama e Consultorias A	
180	Seputuba	Rio do Sapo	PCH rio do sapo	-14,6098056	-56,7443333		Instalação	pré-operação	P2_superficie			SEPSAPRIO02	rio do Sapo, area do reservatorio	rio/reservatorio	Água	Projeto: Horama e Consultorias A	
181	Seputuba	Rio do Sapo	PCH rio do sapo	-14,6124722	-56,7455556		Instalação	pré-operação	P-02_jusante	reservatório-fase de Ponto a jusante do		SEPSAPRIO03	rio do Sapo, jusante reservatorio	rio	Água e sedimentos	Projeto: Horama e Consultorias A	
182	Seputuba	Rio do Sapo	PCH rio do sapo	-14,5935833	-56,7735833		operação	operação	P1_montante	Ponto a montante do reservatório-fase de Ponto sobre a superficie do reservatório-fase de Ponto a jusante do		SEPSAPOP001	rio do Sapo, a proximadamente 8000m a montante do reservatorio	rio	Água e sedimentos	Projeto: Horama e Consultorias A	
183	Seputuba	Rio do Sapo	PCH rio do sapo	-14,6112880	-56,7449270		operação	operação	P2_superficie	Ponto a jusante do	mesmo local da Jus_2, mas deixei com outro codigo	SEPSAPOP01	rio do Sapo, reservatorio_vertedouro	Reservatório	Água	Projeto: Horama e Consultorias A	
184	Seputuba	Rio do Sapo	PCH rio do sapo	-14,6124722	-56,7455556		operação	operação	P3_jusante	reservatório-fase de Montante, 2600 m do barramento (coordenadas 14,4965707148 e -)		SEPSAPOPJU01	rio do Sapo, jusante reservatorio 2600m a montante do barramento da PCH Alto Paraguai	rio	Água e sedimentos	Projeto: Horama e Consultorias A	
185	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai		-14,4964840	-56,3872000		operação				PARPAROPM001	300m a montante do barramento da PCH Alto Paraguai	rio	sedimento	Processo 1468/9 de monitoramento	
186	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai	-14,4797090	-56,3904400		operação			Montante, 300m acima da barragem/ Am01, Montante		PARPAROPM002	300m a montante do barramento da PCH Alto Paraguai	rio	água e sedimento	Processo 1468/9 de monitoramento	
187	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai	-14,4797090	-56,3904400		operação			Am01, Montante casa de força		PARPAROPM003	a montante da casa de força	rio	água	Processo 1468/9 de monitoramento	
188	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai	-14,4779030	-56,3918910		operação			Jusante, 10 m no canal de fuga e Am02, jusante casa de Usina, Estação Fluviométrica código 66005100 a jusante?		PARPAROPJU01	10 mts a jusante do canal de fuga	rio	água	Processo 1468/9 de monitoramento	
189	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai	-14,4784790	-56,3921670		operação					PARPAROPJU02	Estação Fluviométrica código 66005100, jusante?	rio	Sedimento	Processo 1468/9 de monitoramento	
190	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai		sem coordendas			operação		reservatorio		PARPAROPRE01	Reservatório (sem referencia de local)	reservatorio		Processo 1468/9 de monitoramento	
191	Alto Paraguai	Rio Paraguai	PCH Alto Paraguai	-14,4797317	-56,3927476		operação			Jusante, 60 m jusante (coordenadas pág 105)		PARPAROPJU03		rio	sedimento		
192	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3159220	-56,7275022		Licença Prévia	pre-operação	Montante PCH, montante II			PARSANRIO01	Rio Santana, montante da área da Usina Diamante, Faz Camargo Correa	rio	Água e sedimento	Processo 229/19	
193	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3446719	-56,7978083		Licença Prévia	pre-operação	Jusante da PCH Diamante			PARSANRIO02	Rio Santana, jusante da área da Usina Diamante, jusante da foz do rio S.	rio	Água e sedimento	Processo 229/19	
194	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3360620	-56,8222400		Pré-Enchimento	pre-operação	Jusante foz São Francisquinha			PARSANRIO03	Rio Santana, jusante da foz do São Francisquinha	rio	Água e sedimento	Processo 229/19	
195	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3155000	-56,7270000		1º Campanha	operação	1-Fazenda Camargo Rio Santana/P02			PARSANOPM001	Rio Santana, montante da PCH, Faz Camargo	rio	Água	Processo 229/19	
196	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3279525	-56,7500635		4º Campanha	operação	P03 - Ponte Branca - Rio Santana/DIA-LM-03, montante I			PARSANOPM002	Rio Santana, montante da PCH, Ponte Branca	rio	Água e sedimento	Processo 229/19	
197	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3446775	-56,7947638		2º Campanha	operação	P01 - Reservatório - Rio Santana + Arrossensal., P01, P02, Iago			PARSANOPRE01	Reservatorio usina Diamante	reservatorio	água e sedimento	Processo 229/19	
198	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3446775	-56,7947638		8º Campanha	operação	DIA-LM-01			PARSANOPRE02	Reservatorio usina Diamante, margem direita	reservatorio	Água	Processo 229/19	
199	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3493886	-56,7958277		9º Campanha	operação	DIA-LM-02			PARSANOPRE03	Reservatorio usina Diamante, margem esquerda	reservatorio	Água	Processo 229/19	
200	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3446719	-56,7978083		3º Campanha	operação	Jusante da PCH Diamante, P01, DIA-LM-04			PARSANOPJU01	Rio Santana, jusante da usina Diamante	rio	Água e sedimento	Processo 229/19	
201	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Diamante antiga Camargo	-14,3360620	-56,8222400		7º Campanha	operação	Foz do Ribeirão São Francisquinho			PARSANOPJU02	Rio Santana, jusante da foz do São Francisquinho	rio	Água	Processo 229/19	
202	Alto Paraguai	Correjo Arrossensal	sem PCH	-14,3652444	-56,7202884		6º Campanha	operação	Córrego Arrossensal/DIA-LM-05			PARARSRIO01	Córrego Arrossensal	rio	Água e sedimento	Processo 229/19	
203	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Santana	-14,3780609	-56,8296419			pre-operação	P1	Rio Santana eixo do barramento			PARSAN2RIO02	Rio Santana, ~1,4km a montante do eixo da futura Frio	água e Sedimento	Relatório de me	
204	Alto Paraguai	Rio Santana	PCH Santana	-14,4261722	-56,8250031			pre-operação	P2	Rio Santana no canal de fuga			PARSAN2RIO03	Rio Santana, ~5km a jusante do eixo da futura Frio	Sedimento	Relatório de me	

Análise dados secundários: transporte de fósforo e nitrogênio total-NT (kg/dia) em rios da bacia do rio Paraguai, a partir dos dados obtidos nos relatórios dos empreendimentos hidrelétricos.

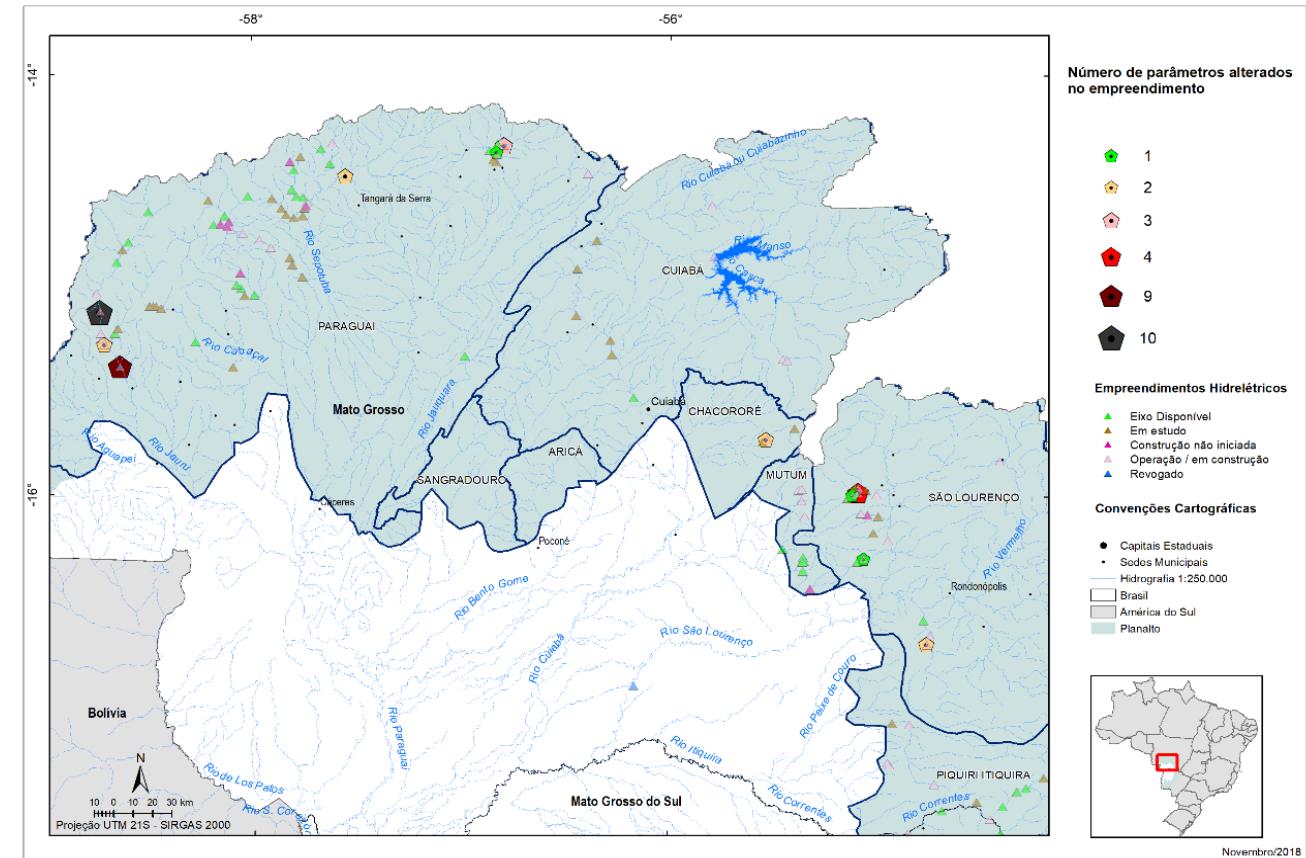
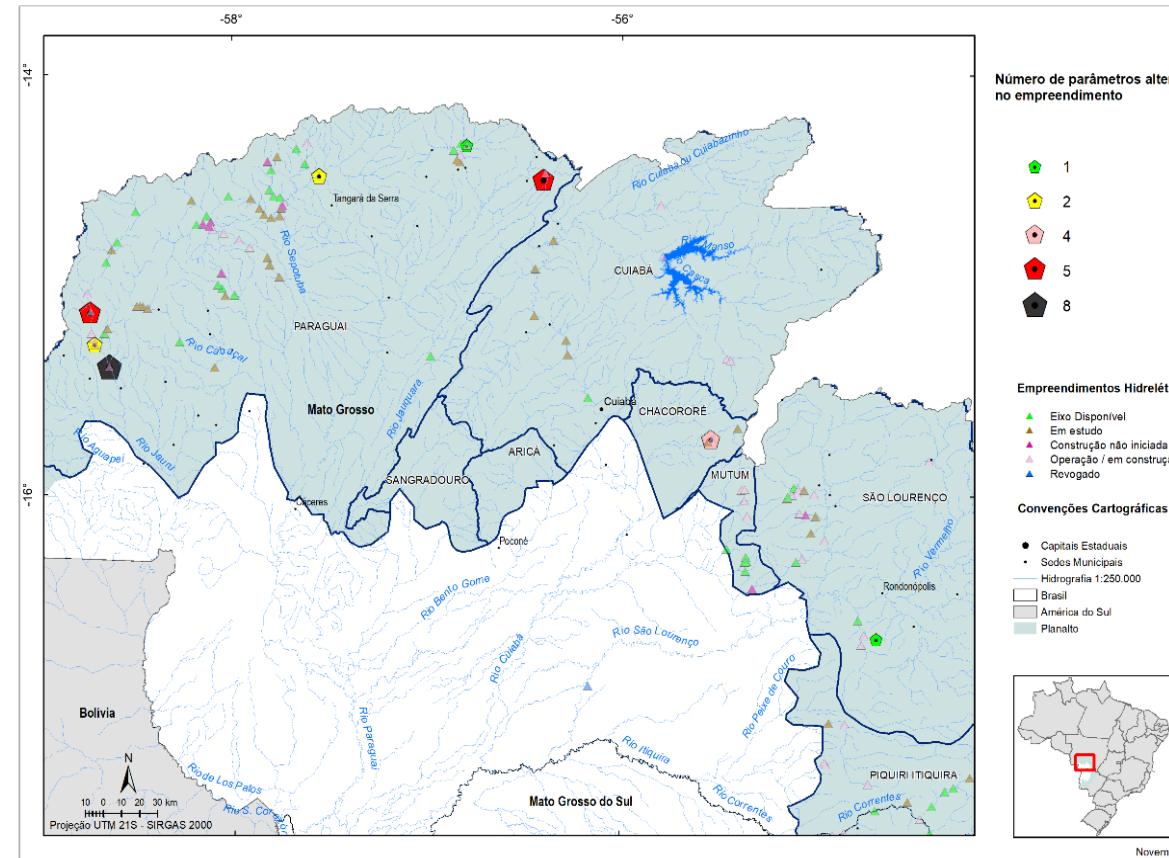


E entre os parâmetros analisados, 28 foram significativamente alterados em pelo menos em um empreendimento, destes 13 eram de qualidade de água e 15 de hidrossedimentologia

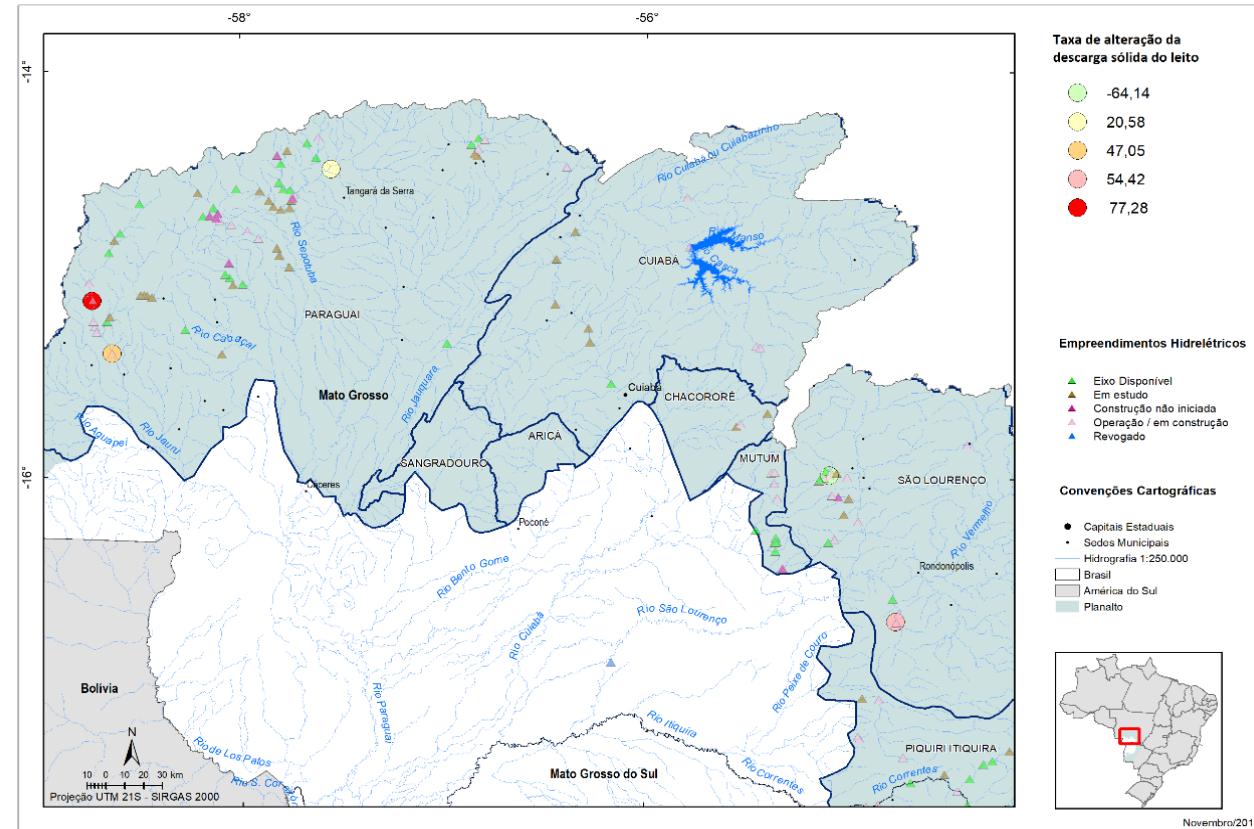
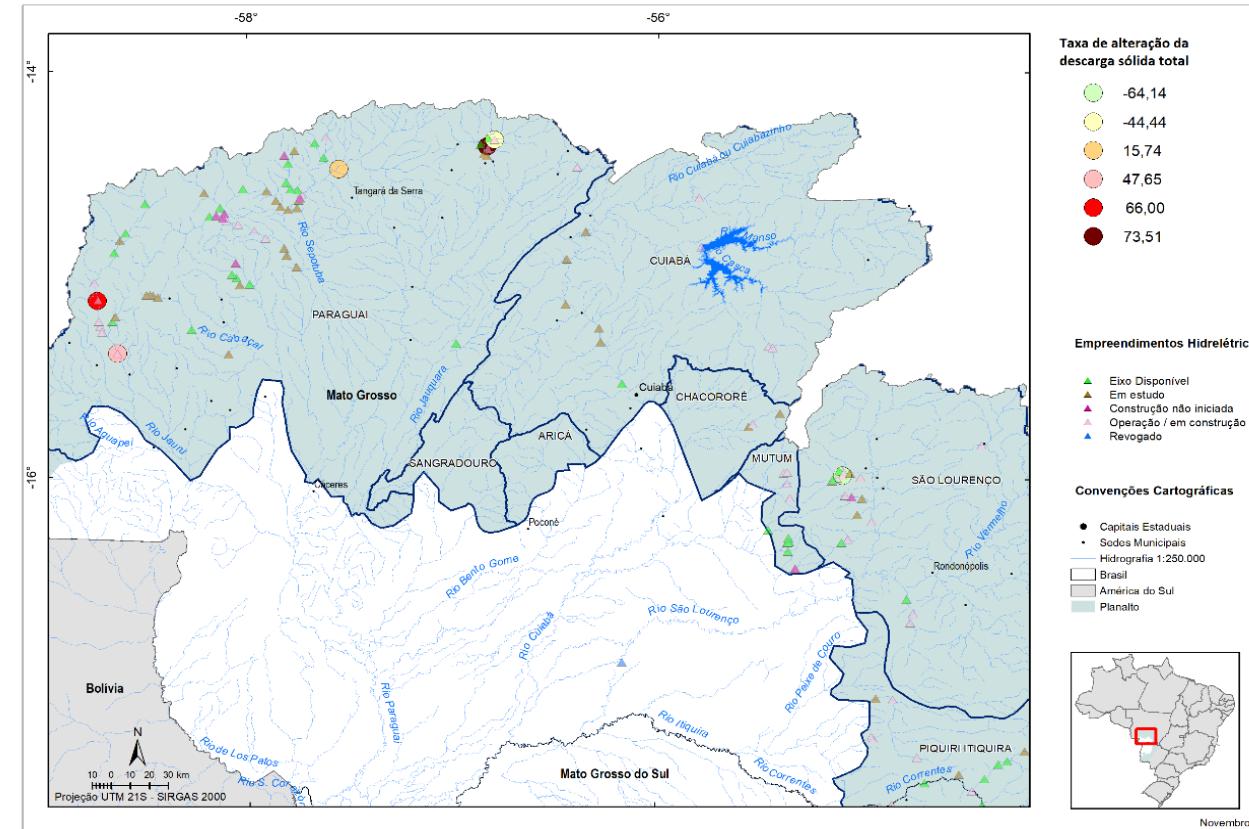


Número de empreendimentos hidrelétricos que apresentaram parâmetros significativamente alterados, segundo teste pareado não paramétrico de Wilcoxon.

Análise dados secundários: número de parâmetros significativamente alterados na hidrossedimentologia, por empreendimento hidrelétrico, segundo teste pareado não paramétrico de Wilcoxon



Análise dados secundários: taxa de alteração da descarga sólida total e descarga sólida do leito em empreendimentos hidrelétricos em operação na bacia do rio Paraguai.



Estimativa de cargas difusas – modelagem SWAT