

# 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

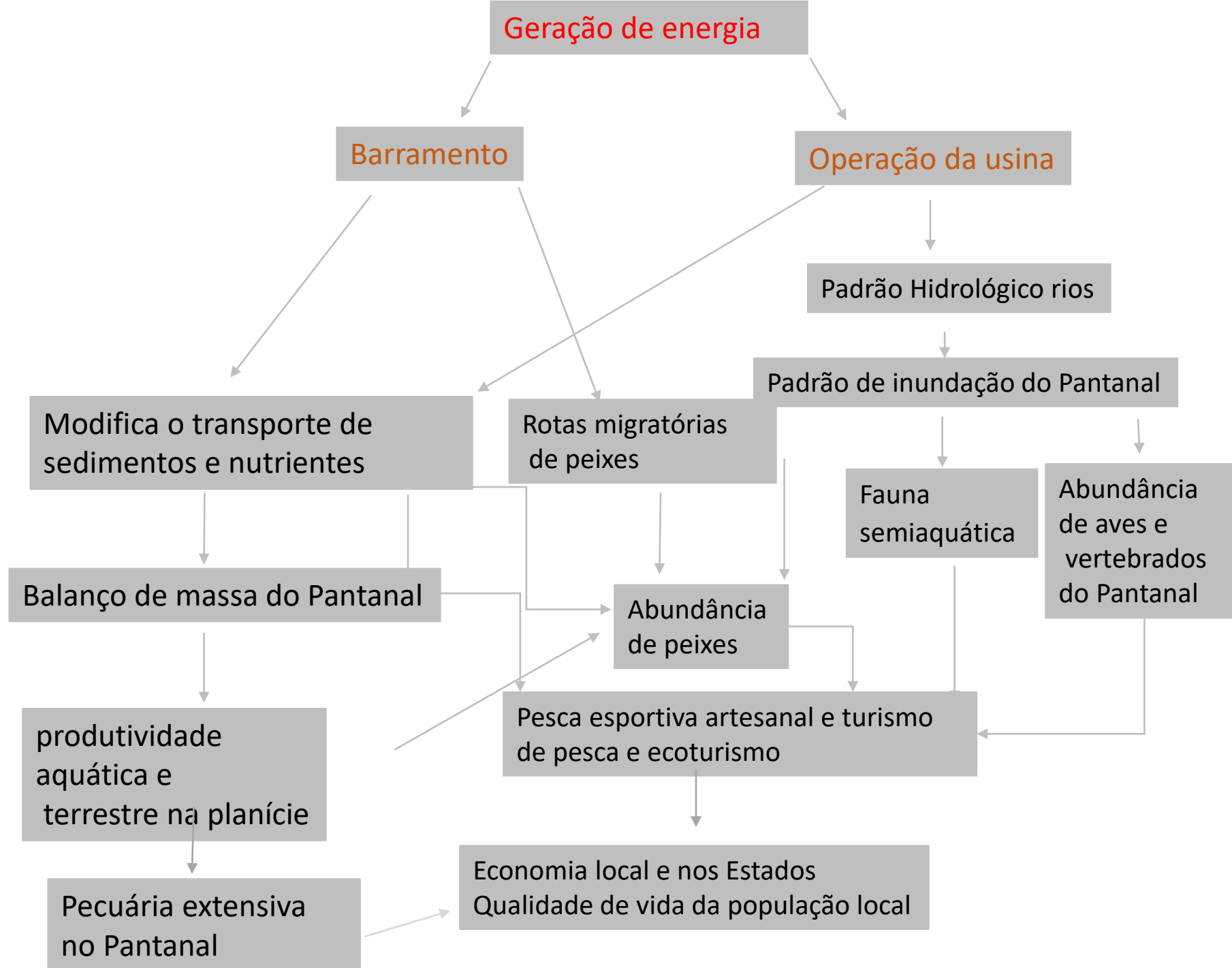
## Apoio

Agência Nacional de Águas  
Fundação Eliseu Alves



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.

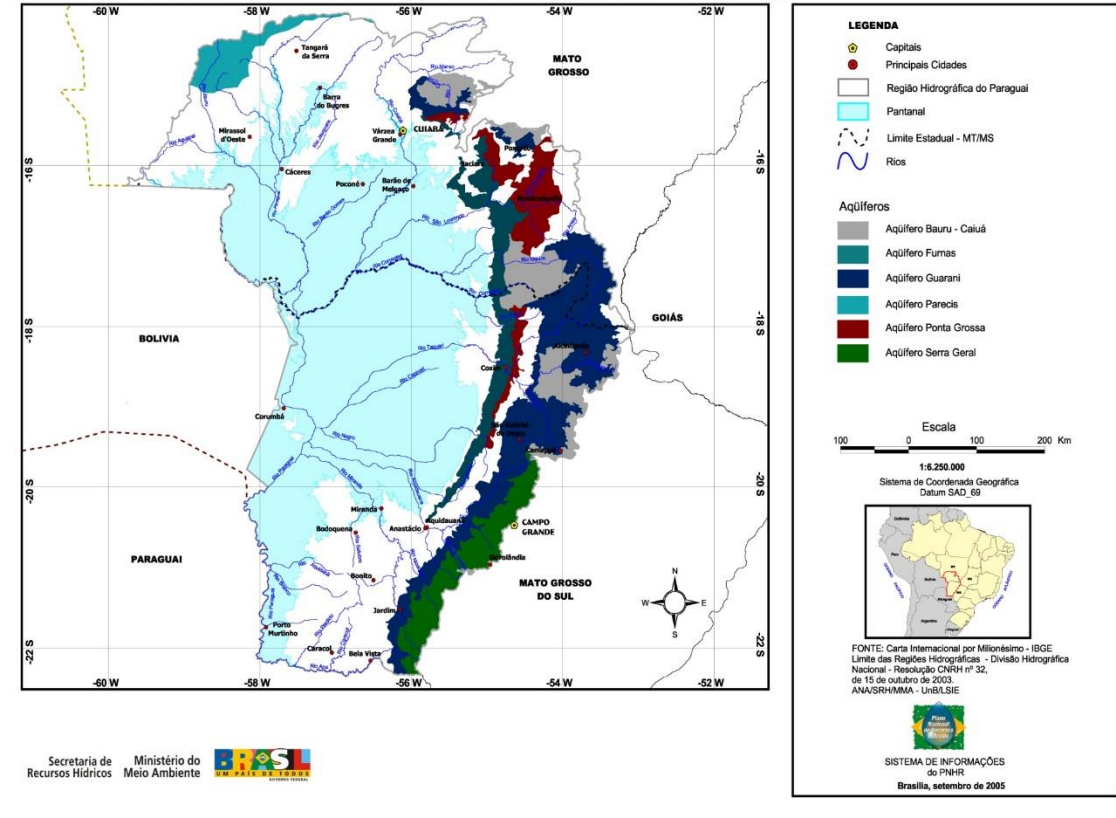






# Caracterização das águas e transporte de substâncias (cátions e ânions)

## SISTEMAS DE AQUIFEROS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARAGUAI



Spatialization of End-Members - Dry season (a)

Spatialization of End-Members - Wet season (b)

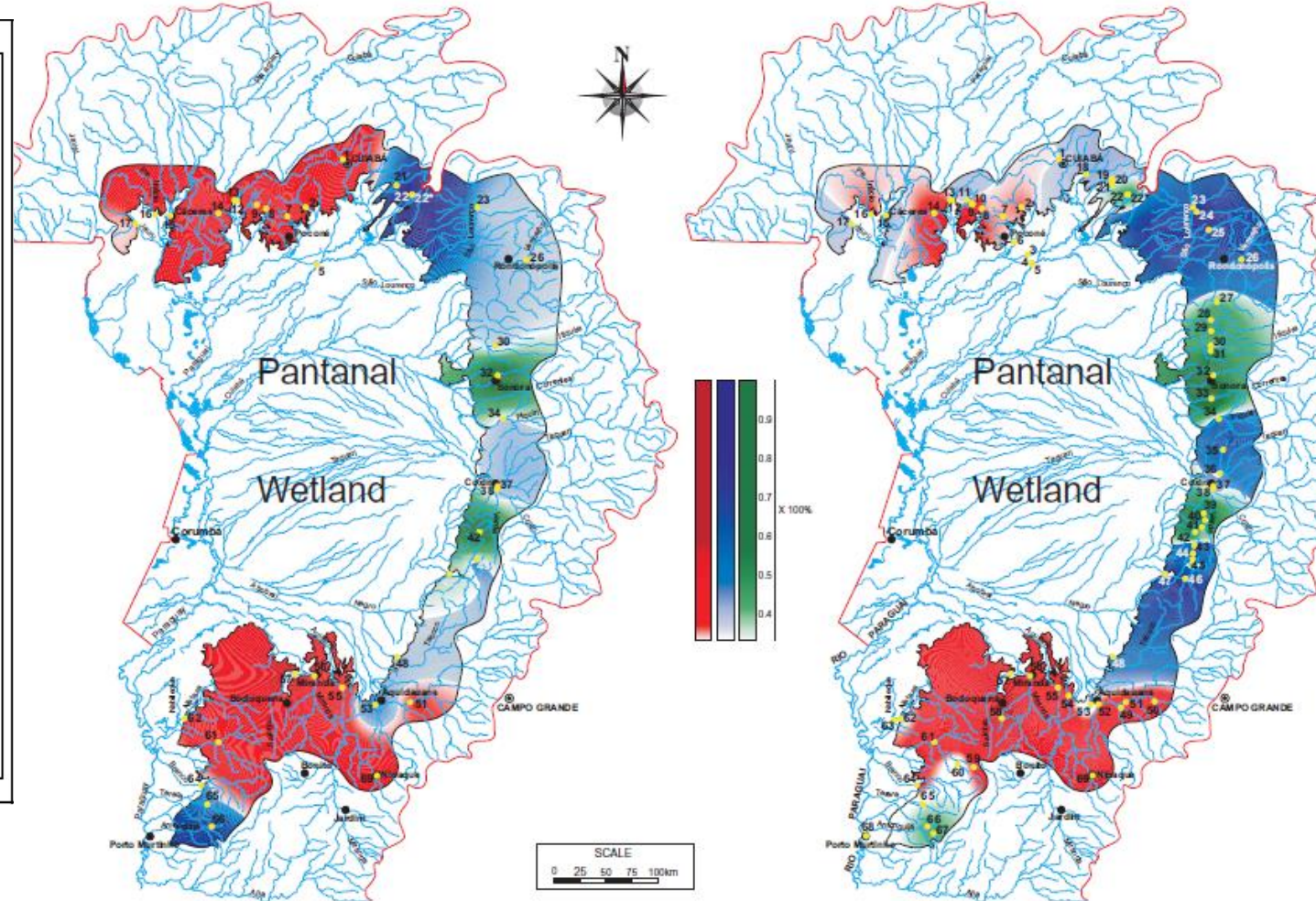
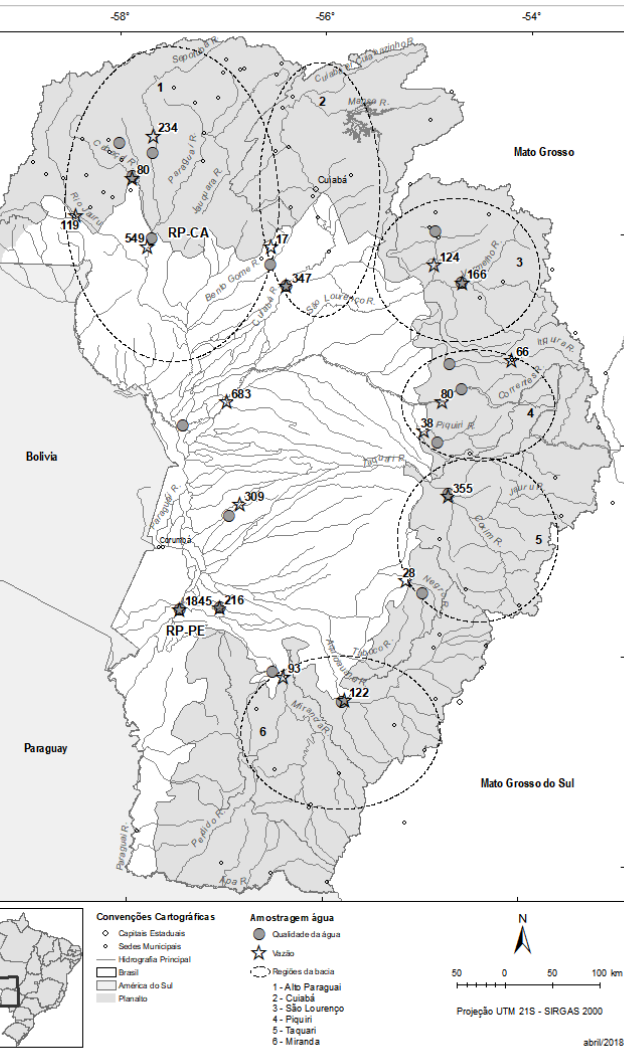
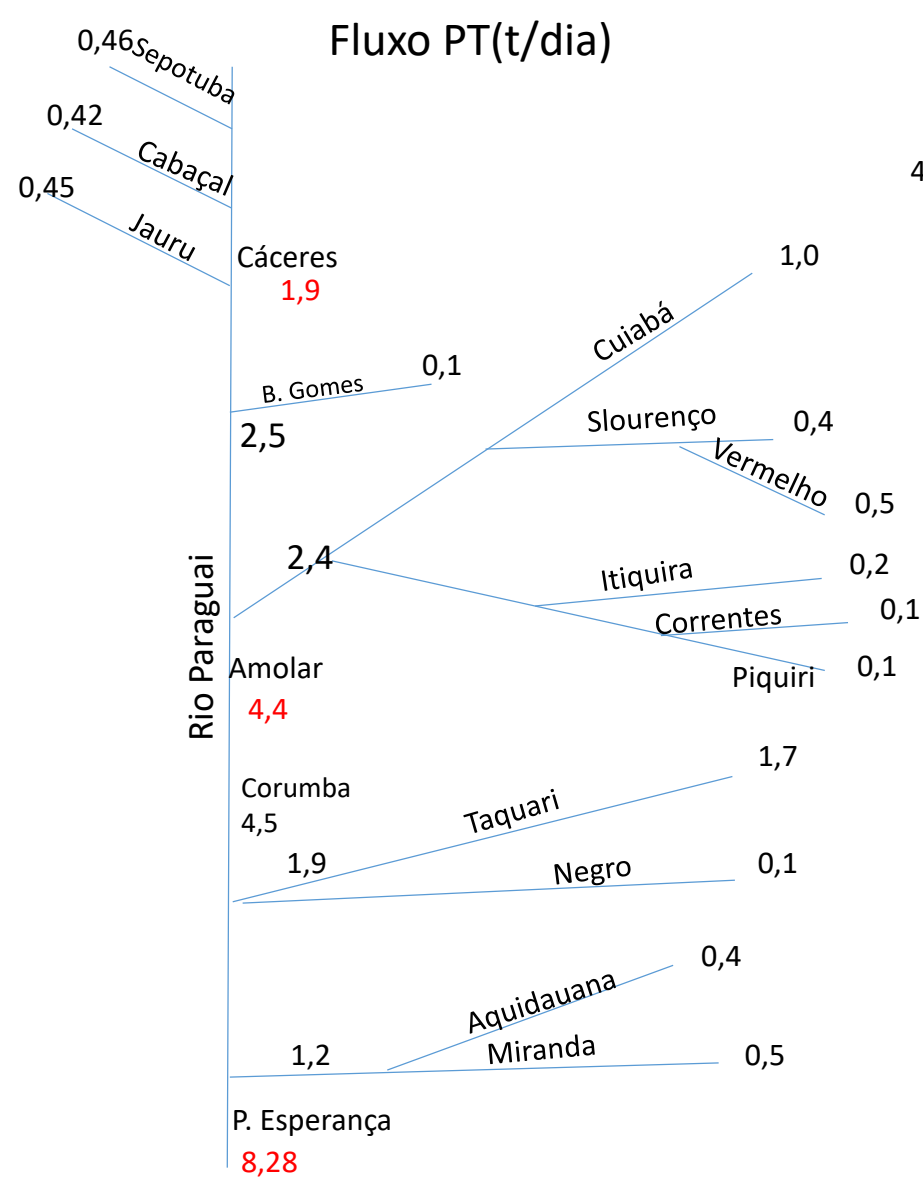


Fig. 9. Chemistry of river water at the border of the Pantanal wetland during DS 2008 (a) and WS 2010 (b), deducted from PM EMMA procedure (green: end-member 1, blue: end-member 2, red: end-member 3; contributions above 35 % are drawn).

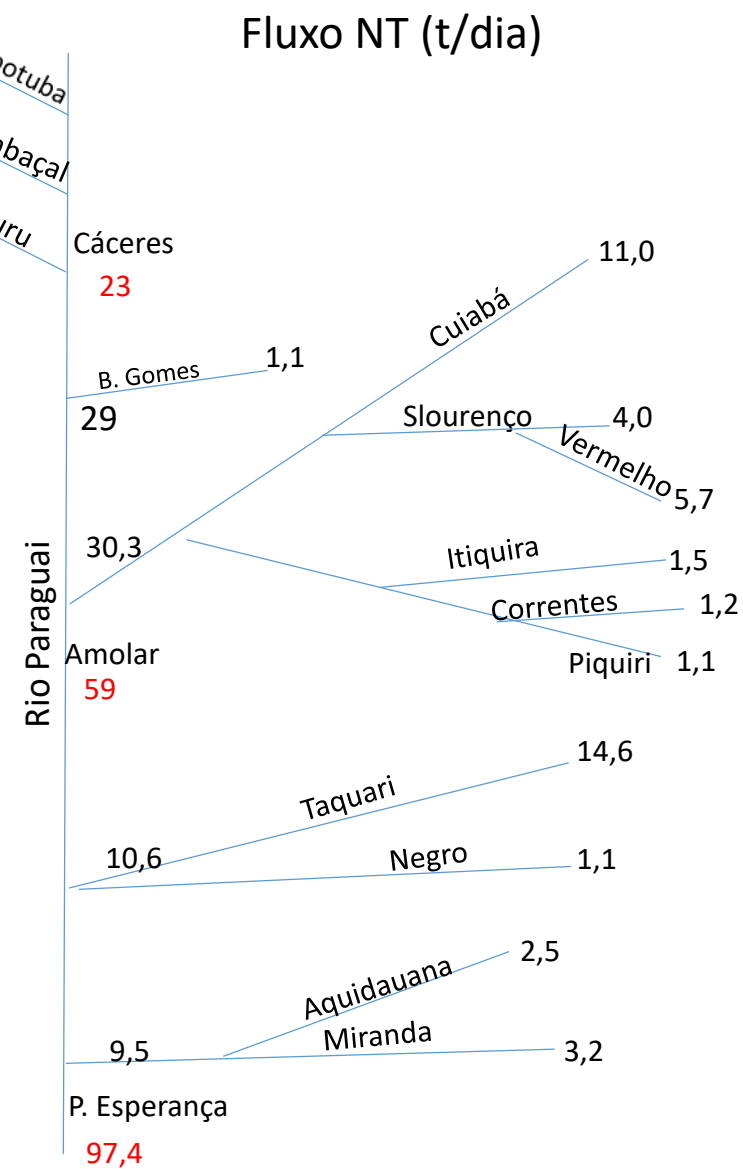
# Transporte de nutrientes nos rios da bacia do rio Paraguai



## Fluxo PT(t/dia)

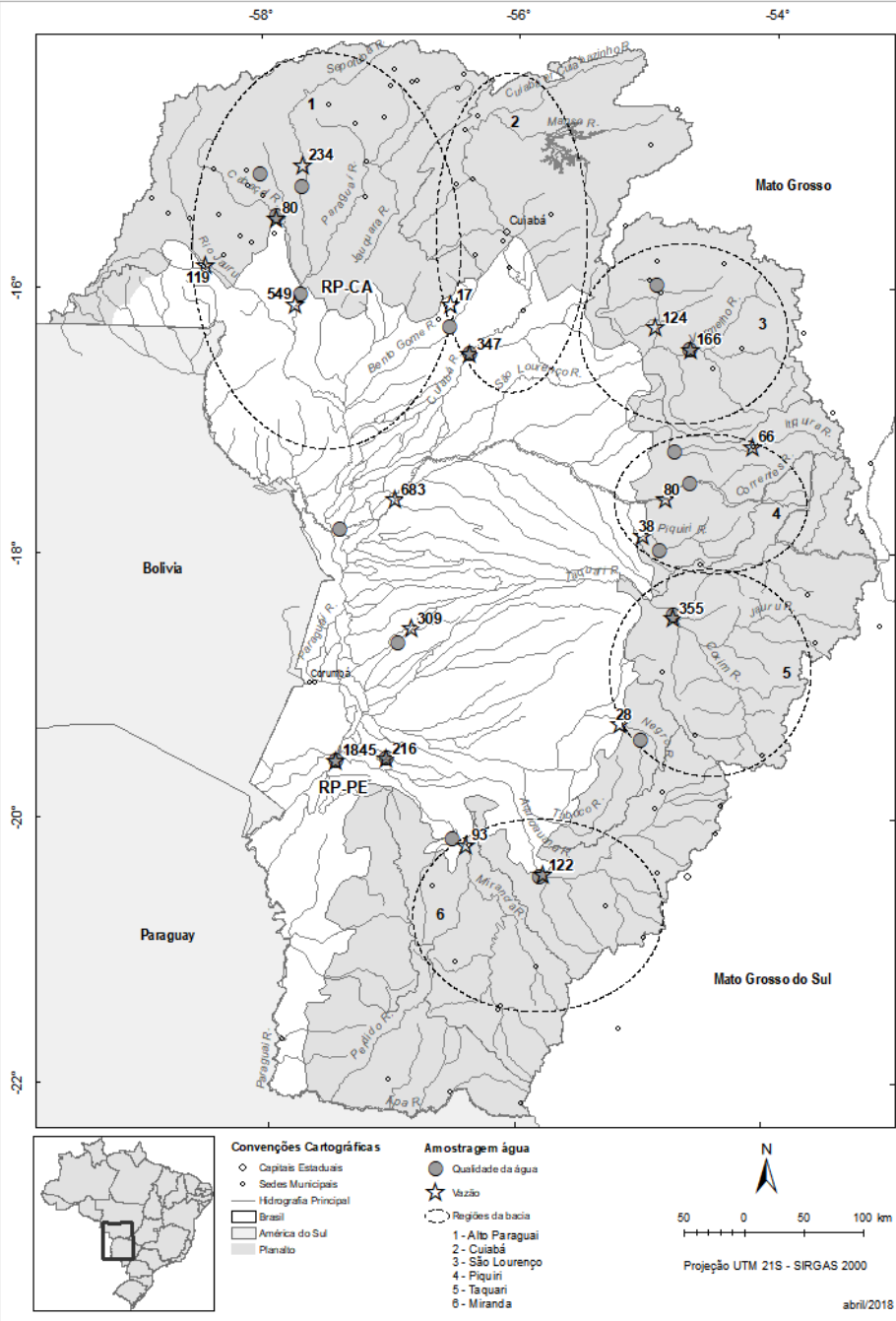


## Fluxo NT (t/dia)





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



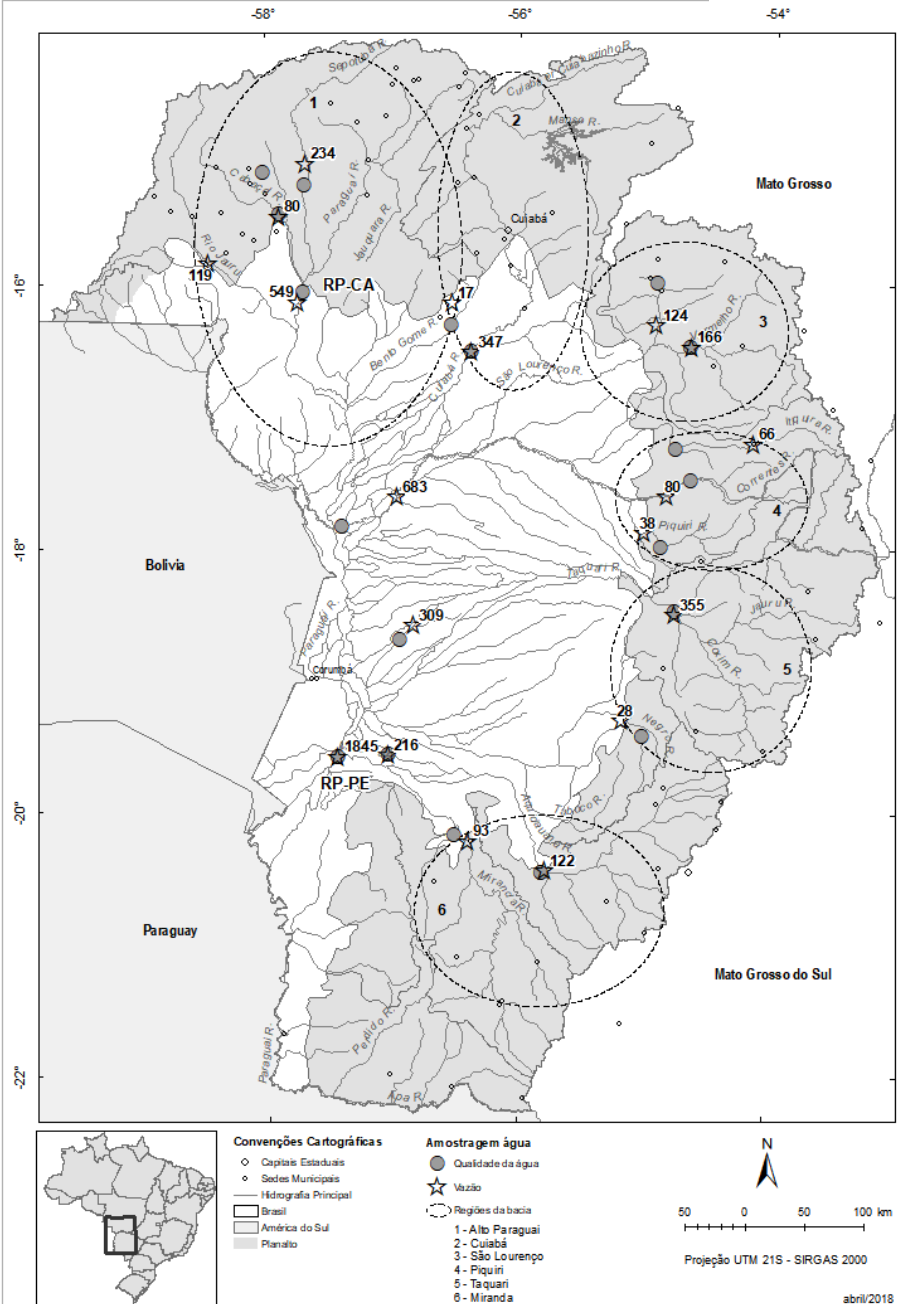
| Regiões             | Local | Q        | SD       | Si     | COP    | COD      | NT    | NDT   | PT    | PD    | SS        | Fe T   |
|---------------------|-------|----------|----------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------|
|                     |       | m3/s     |          |        |        |          | t/dia |       |       |       |           |        |
| 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        |       |          |          |        |        |          |       |       |       |       |           |        |
| RP-PE               |       | 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 <sup>2+</sup>              | µe/L        | 273,7               | 9,5          | 279,4       | 324.244               | 330.752     | 1,0 |
| Mg <sup>2+</sup>              | µe/L        | 152,0               | 1,8          | 204,8       | 111.818               | 146.741     | 0,8 |
| Na <sup>+</sup>               | µe/L        | 75,4                | 26,9         | 81,3        | 130.195               | 110.646     | 1,2 |
| K <sup>+</sup>                | µe/L        | 46,6                | 3,2          | 58,9        | 112.012               | 134.904     | 0,8 |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | µe/L        | 418,3               |              | 488,9       | 1.416.709             | 1.762.056   | 0,8 |
| Cl <sup>-</sup>               | 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                             | m3/ano*10^6 |                     |              |             | 66.328,11             | 59.161,50   |     |

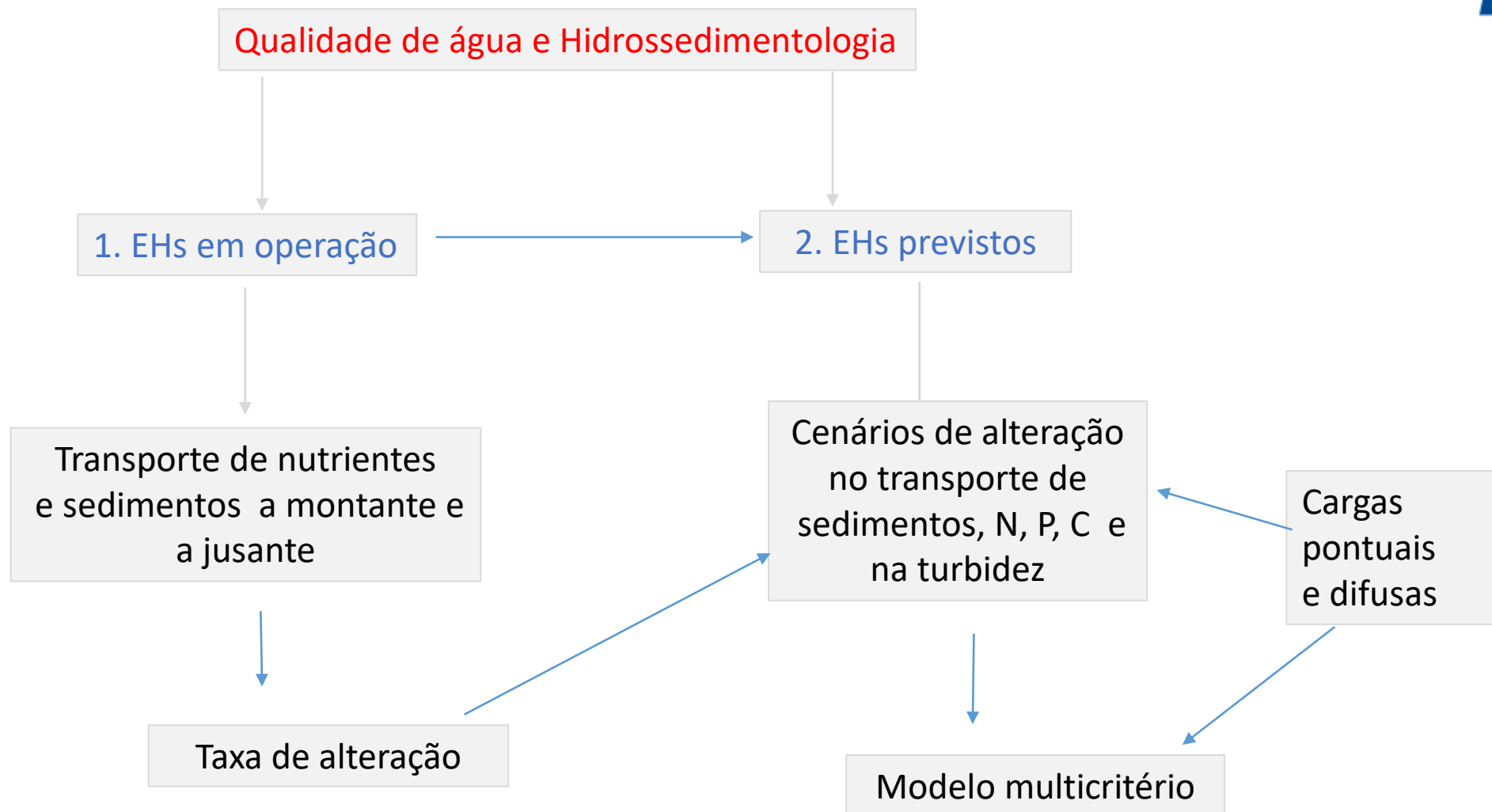


Fonte: Oliveira et al., no prelo

## Etapas para avaliar a alteração no transporte de substancias 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







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  $P(M) > P(J)$

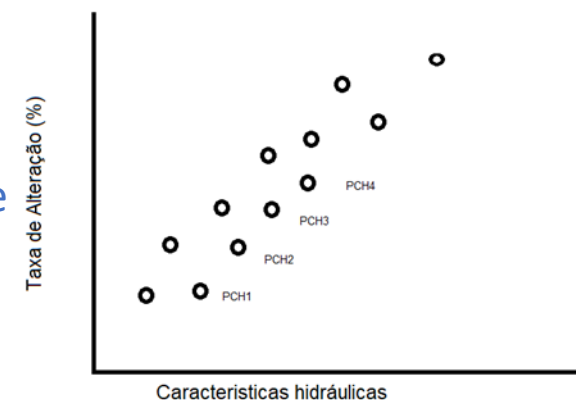
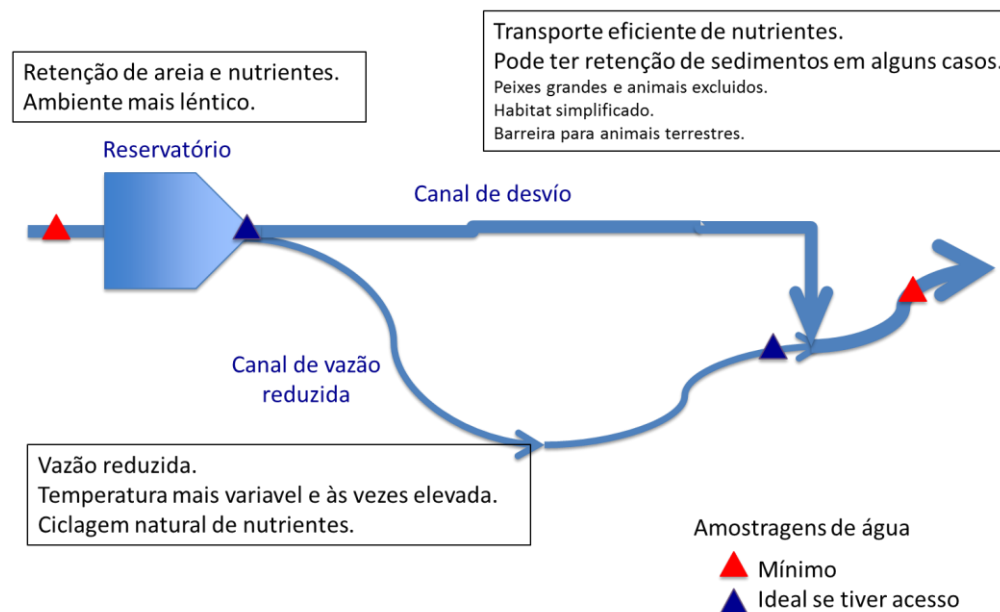
$$TX = - \left( 1 - \left( \frac{P_{(J)}}{P_{(M)}} \right) \right) \times 100$$

### 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







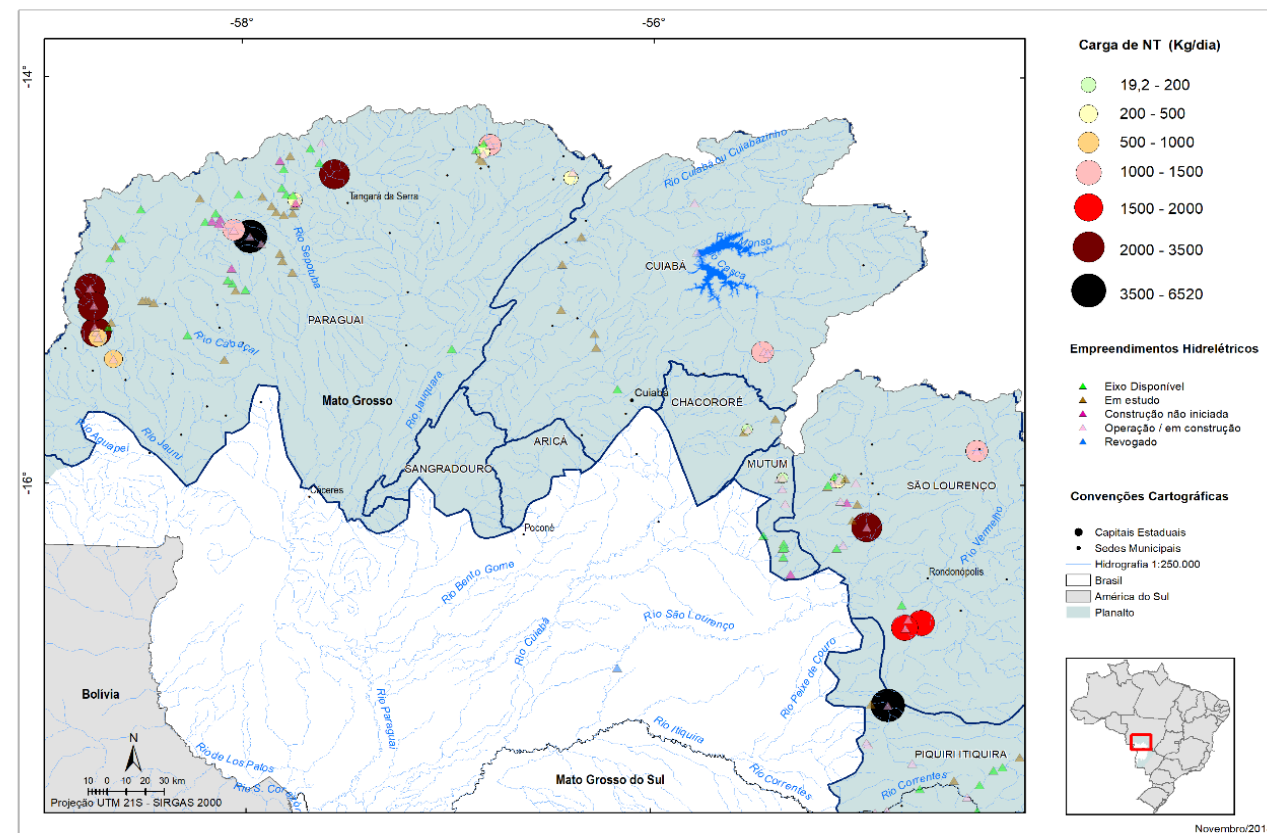
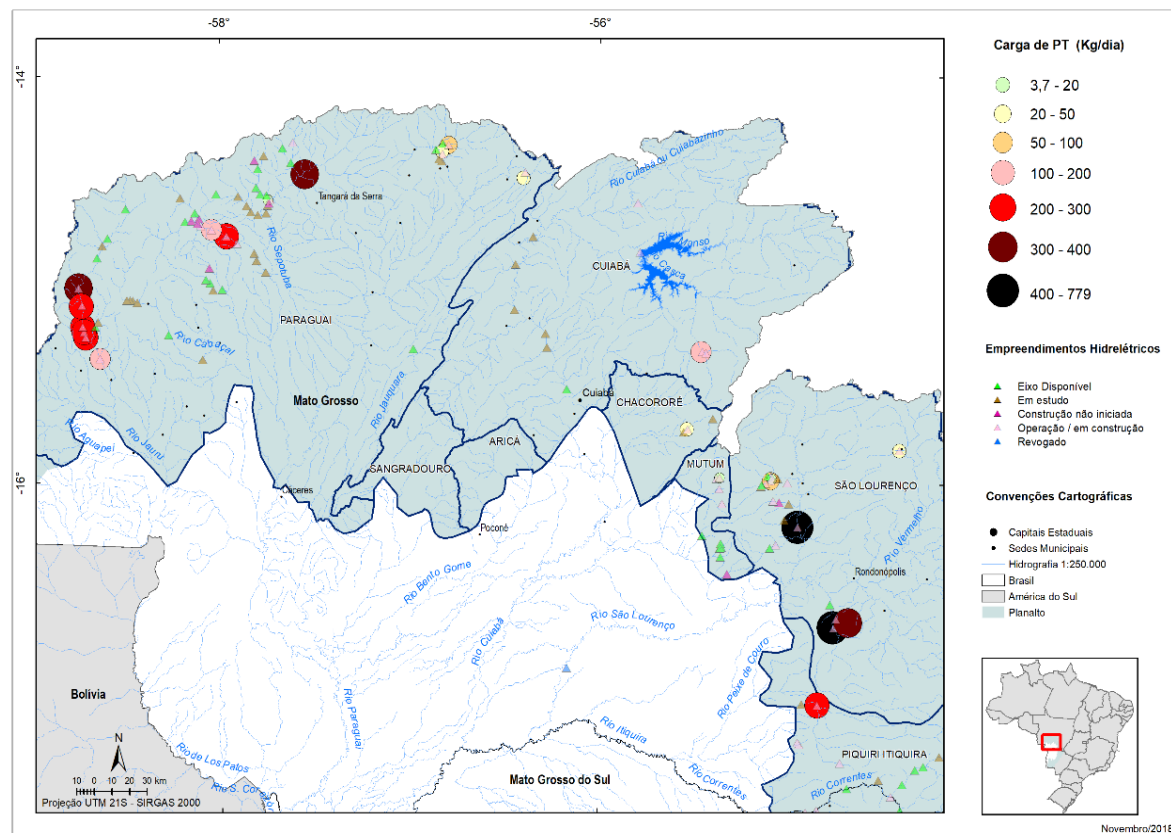
# Resultados parciais



- 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

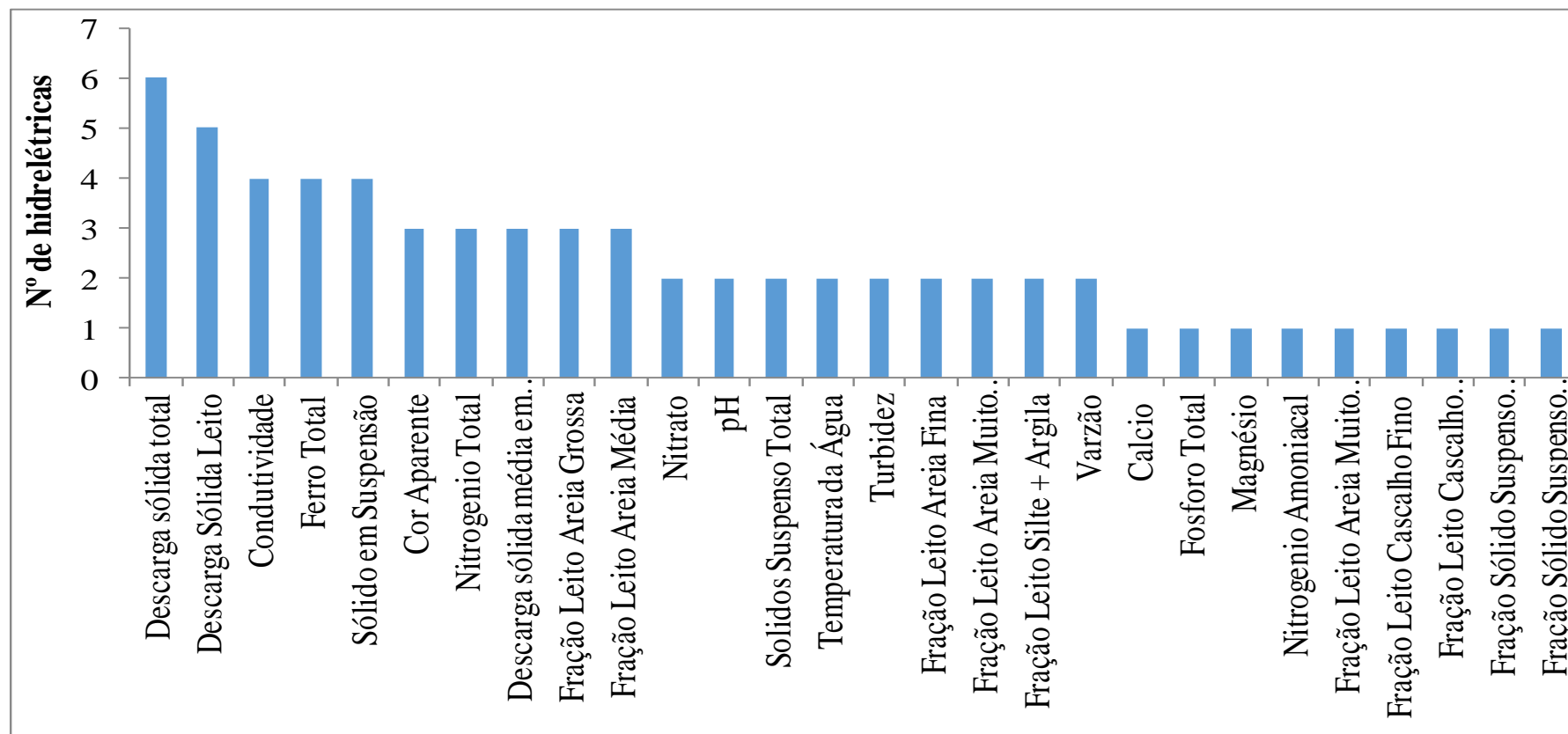
|     | A             | B                     | C                           | D               | E               | H              | I                      | J             | K  | L  | M   | N            | O   | P                   | Q                 | R                                |
|-----|---------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------------|---------------|--|--|---|--------------|---|---------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1   | 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       | descricao_ponto_final   | ponto_tipo_ambiente | ponto_amostra     | ponto_material                   |
| 175 | Sepotuba      | Corrego Maracana      | PCH Maracana                | -14,3306111     | -57,6156111     |                | operação               |               | Reservatório Jusante do empreendimento                         | não tem mais informações   |   | SEPMAROPRE01 | Reservatório  | reservatorio        | água              | Programa Ambiente                |
| 176 | Sepotuba      | Corrego Maracana      | PCH Maracana                | -14,3556147     | -57,6171191     |                | operação               |               | Montante do Corrego Maracanazinho                              | empresendimento, distante  | 5,5km da casa de força?   | SEPMAROPJU01 | rio Maracanã, a jusante da casa de força                            | rio                 | água e sedimento  | Monitoramento Programa Ambiente  |
| 177 | Sepotuba      | Corrego Maracanazinho | PCH Maracana                | -14,3298889     | -57,6268611     |                | operação               |               | Corrego Maracanazinho  | não tem mais informações   | coordenada fora do lugar, coordenada errada, muito acima do corr                              | SEPMARZIO02  | Córrego Maracanazinho montante                                      | rio                 | água e sedimento  | Monitoramento Programa Ambiente  |
| 178 | Sepotuba      | Corrego Maracanazinho | PCH Maracana                | -14,3318889     | -57,6166389     |                | operação               |               | Macaranazinho  | não tem mais informações   |   | SEPMARZIO03  | Córrego Maracanazinho Remanso                                       | rio                 | água              | Monitoramento Programa Ambiente  |
| 179 | Sepotuba      | Rio do Sapo           | PCH rio do sapo             | -14,5951111     | -57,7549167     |                | Instalação             | pré-operação  | P-01_montante  | reservatório-fase de ponto a montante do reservatório  | juntei os 3 pontos na area do rservatorio   | SEPSAPRIO01  | rio do Sapo, a ~2500m a montante o futuro reservatorio              | rio                 | Água e sedimentos | Projeto: Horama e Consultorias A |
| 180 | Sepotuba      | Rio do Sapo           | PCH rio do sapo             | -14,6098056     | -57,7443333     |                | Instalação             | pré-operação  | P2_superficie  | Ponto a jusante do reservatório - fase de ponto a jusante do reservatório                    |   | SEPSAPRIO02  | rio do Sapo, area do reservatorio                                   | rio/reservatorio    | Água              | Projeto: Horama e Consultorias A |
| 181 | Sepotuba      | Rio do Sapo           | PCH rio do sapo             | -14,6124722     | -57,7455556     |                | Instalação             | pré-operação  | P-02_jusante   | reservatório - fase de ponto a montante do reservatório                                      |   | SEPSAPRIO03  | rio do Sapo, jusante resrvatorio                                    | rio                 | Água e sedimentos | Projeto: Horama e Consultorias A |
| 182 | Sepotuba      | Rio do Sapo           | PCH rio do sapo             | -14,5935833     | -57,7735833     |                | operação               | operação      | P1_montante  | reservatório-fase de ponto sobre a superficie do reservatório                                |   | SEPSAPOPMO01 | rio do Sapo, a aproximadamente 8000m a montante do reservatorio     | rio                 | Água e sedimentos | Projeto: Horama e Consultorias A |
| 183 | Sepotuba      | Rio do Sapo           | PCH rio do sapo             | -14,6112880     | -57,7449270     |                | operação               | operação      | P2_superficie  | reservatório - fase de ponto a jusante do reservatório                                       |   | SEPSAPOPRE01 | rio do Sapo, reservatorio_vertedouro                                | Reservatório        | Água              | Projeto: Horama e Consultorias A |
| 184 | Sepotuba      | Rio do Sapo           | PCH rio do sapo             | -14,6124722     | -57,7455556     |                | operação               | operação      | P3_jusante   | reservatório - fase de ponto a jusante do reservatório                                       | mesmo local da Jus_2, mas deixei com outro codigo   | SEPSAPOPU01  | rio do Sapo, jusante reservatorio                                   | rio                 | Água e sedimentos | Projeto: Horama e Consultorias A |
| 185 | Alto Paraguai | Rio Paraguai          | PCH Alto Paraguai           | -14,4964840     | -56,3872000     |                |                        | operação      |  | Montante, 2600 m do barramento (coordenadas Montante, 300m acima da barragem/ Am01, Montante | coordenada estava fora: -14,4965707148 e -  | PARPAROPMO01 | 2600m a montante do barramento da PCH Alto Paraguai                 | rio                 | sedimento         | Processo 1468/5 de monitoramer   |
| 186 | Alto Paraguai | Rio Paraguai          | PCH Alto Paraguai           | -14,4797090     | -56,3904400     |                |                        | operação      |  | Montante, 300m acima da barragem/ Am01, Montante   |   | PARPAROPMO02 | 300m a montante do barramento da PCH Alto Paraguai                  | rio                 | água e sedimento  | Processo 1468/5 de monitoramer   |
| 187 | Alto Paraguai | Rio Paraguai          | PCH Alto Paraguai           | -14,4797090     | -56,3904400     |                |                        | operação      |  | Montante casa de força   | não tem coordenada, considerar a est. 300m a não sei onde é o canal de fuga                   | PARPAROPMO03 | a montante da casa de força   | rio                 | água              | Processo 1468/5 de monitoramer   |
| 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 Fluiométrica           | fuga... não tem coordenada, não achei esta estação no hidroweb, jusante?                      | PARPAROPJU01 | 10 mts a jusante do canal de fuga                                   | rio                 | água              | Processo 1468/5 de monitoramer   |
| 189 | Alto Paraguai | Rio Paraguai          | PCH Alto Paraguai           | -14,4784790     | -56,3921670     |                |                        | operação      |  | Usina, Estação Fluiométrica código 66005100 a jusante  |   | PARPAROPJU02 | Estação Fluiométrica código 66005100, jusante?                      | rio                 | Sedimento         | Processo 1468/5 de monitoramer   |
| 190 | Alto Paraguai | Rio Paraguai          | PCH Alto Paraguai           | sem coordenadas |                 |                |                        | operação      |  | reservatorio   |   | PARPAROPRE01 | Reservatório (sem referencia de local)                              | reservatorio        |                   | Processo 1468/5 de monitoramer   |
| 191 | Alto Paraguai | Rio Paraguai          | PCH Alto Paraguai           | -14,4797317     | -56,3927476     |                |                        | operação      |  | Jusante, 60 m jusante (coordenadas pág 105)  | desconsiderar, localização cai no canal de desvio de pontos iguais (cores), somente a fase de | PARPAROPJU03 | Reservatório (sem referencia de local)                              | 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 area da Usina Diamante, Faz Camargo Correa | rio                 | Água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 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 area da Usina Diamante                      | rio                 | Água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 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 rio S. Francisquinha                 | rio                 | Água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 195 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3155000     | -56,7270000     |                | 1ª Campanha            | operação      | 1- Fazenda Camargo Rio Santana/P02                             |  |   | PARSANOPMO01 | Rio Santana, montante da PCH, Faz Camargo                           | rio                 | Água              | Processo 229/15                  |
| 196 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3279525     | -56,7500635     |                | 4ª Campanha            | operação      | P03 - Ponte Branca - Rio Santana/DIA-LM-03, montante I         |  |   | PARSANOPMO02 | Rio Santana, montante da PCH, Ponte Branca                          | rio                 | Água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 197 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3446775     | -56,7947638     |                | 2ª Campanha            | operação      | P01 - Reservatório - Rio Santana + Arrossensal, P01, P02, lago |  |   | PARSANOPRE01 | Reservatorio usina Diamante   | reservatorio        | água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 198 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3446775     | -56,7947638     |                | 8ª Campanha            | operação      | DIA-LM-01  |  |   | PARSANOPRE02 | Reservatorio usina Diamante, margem direita                         | reservatorio        | Água              | Processo 229/15                  |
| 199 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3493886     | -56,7958277     |                | 9ª Campanha            | operação      | DIA-LM-02  |  |   | PARSANOPRE03 | Reservatorio usina Diamante, margem esquerda                        | reservatorio        | Água              | Processo 229/15                  |
| 200 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3446719     | -56,7978083     |                | 3ª Campanha            | operação      | Jusante da PCH Diamante, P01, DIA-LM-04                        |  |   | PARSANOPJU01 | Rio Santana, jusante da usina Diamante                              | rio                 | Água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 201 | Alto Paraguai | Rio Santana           | PCH Diamante antiga Camargo | -14,3360620     | -56,8222400     |                | 7ª Campanha            | operação      | Foz do Ribeirão São Francisquinha                              |  |   | PARSANOPJU02 | Rio Santana, jusante da foz do rio S. Francisquinha                 | rio                 | Água              | Processo 229/15                  |
| 202 | Alto Paraguai | Corrego Arrossensal   | sem PCH                     | -14,3652444     | -56,7202884     |                | 6ª Campanha            | operação      | Córrego Arrossensal/DIA-LM-05                                  |  |   | PARARSRIO01  | Córrego Arrossensal   | rio                 | Água e sedimento  | Processo 229/15                  |
| 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 F                  | rio                 | 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 F                     | rio                 | 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.



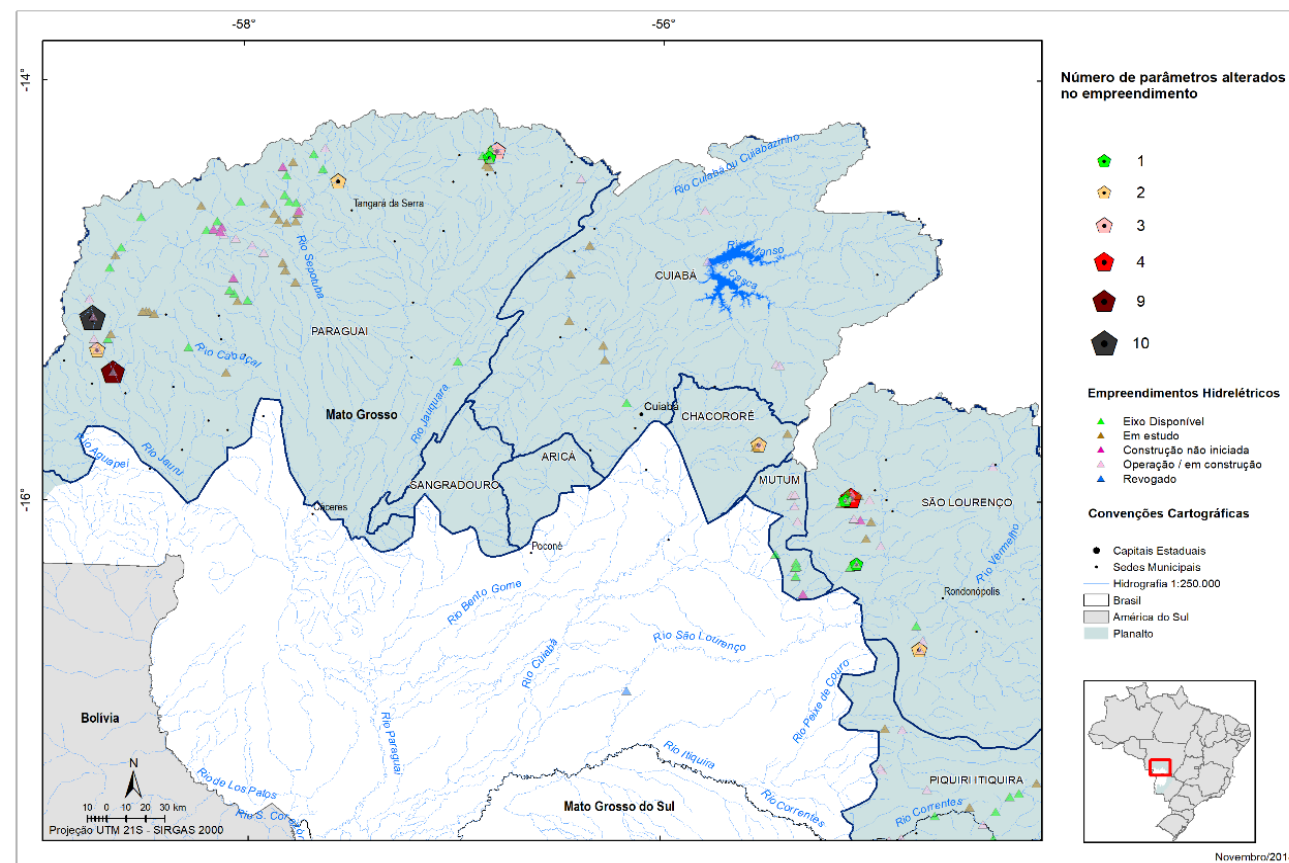
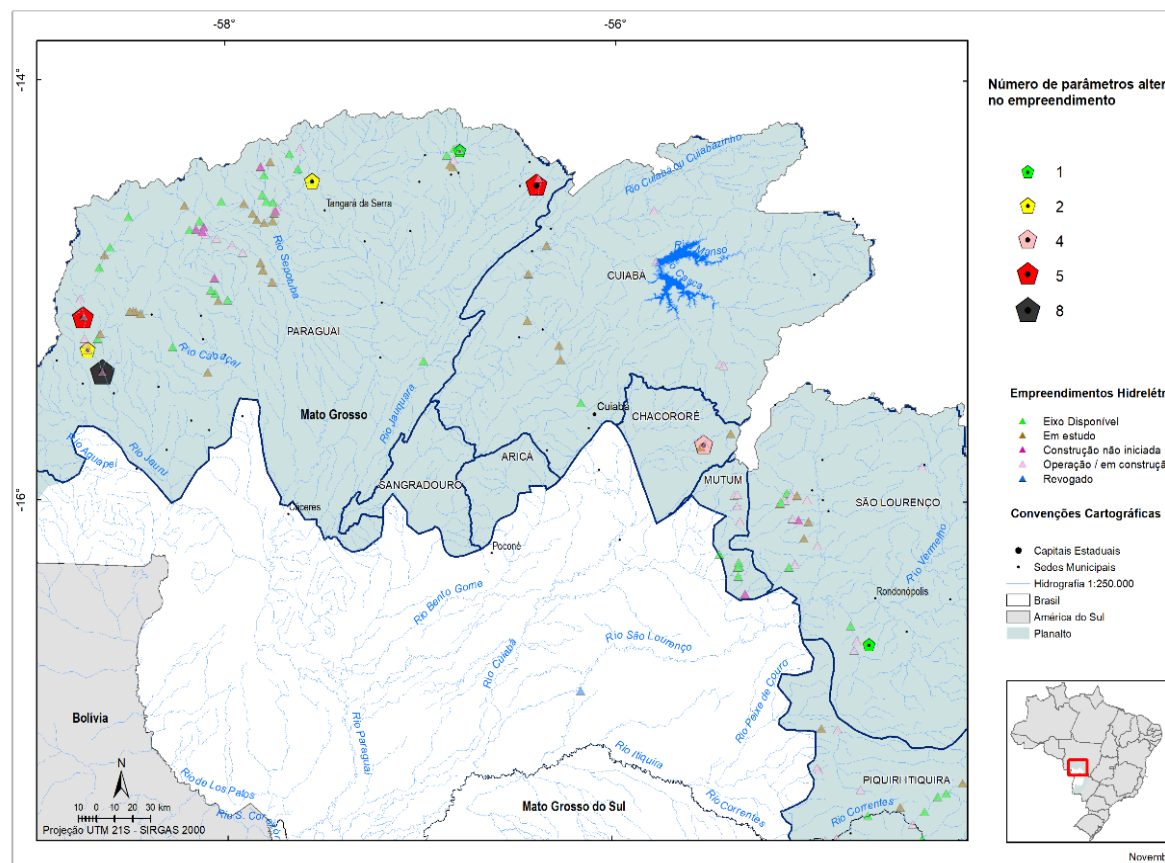


E entre os parâmetros analisados, 28 foram significativamente alterados em pelo menos em um empreendimento, destes 13 eram de qualidade de água e 15 de hidrossedimentologia



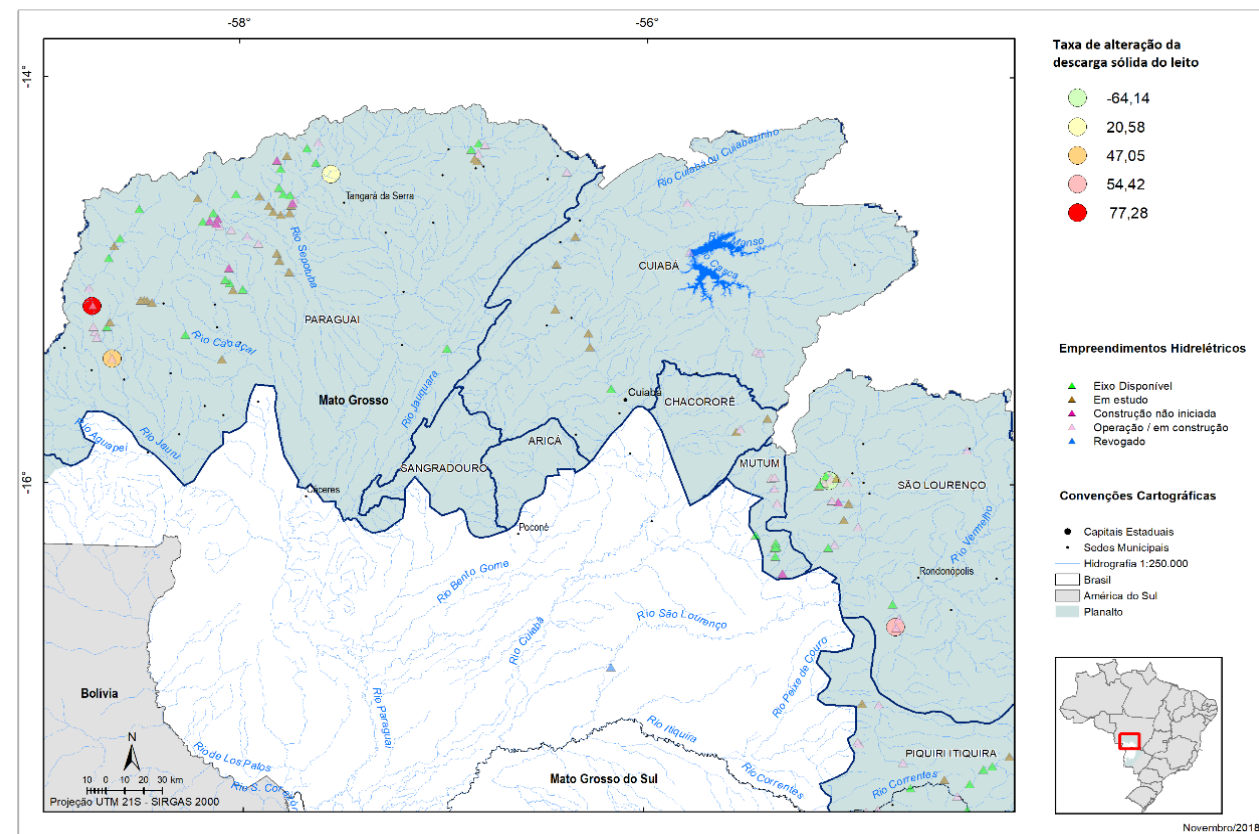
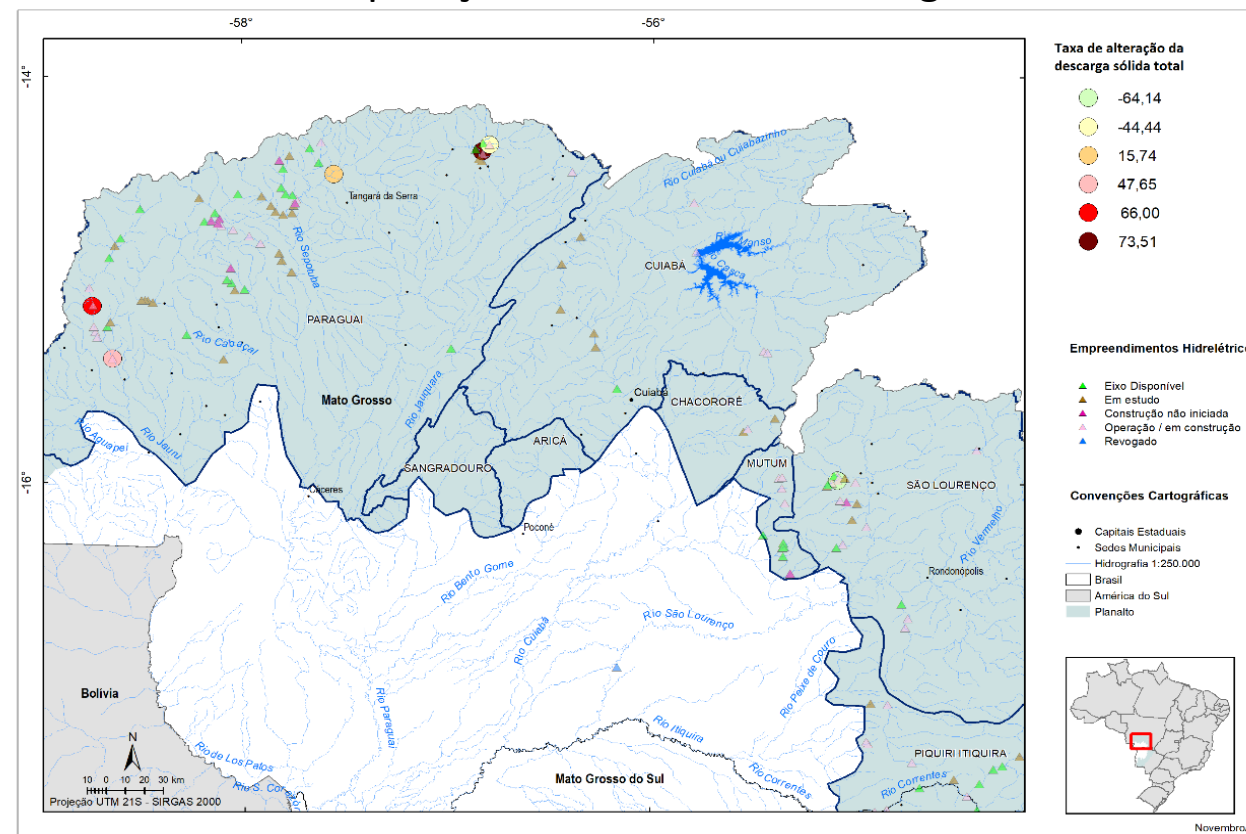
Número de empreendimentos hidrelétricos que apresentaram parâmetros significativamente alterados, segundo teste pareado não paramétrico de Wilcoxon.

# 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