

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

LEILA NALIS PAIVA DA SILVA ANDRADE

**EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA UHE COLÍDER NA DINÂMICA FLUVIAL
E NA QUALIDADE DA ÁGUA DO CURSO MÉDIO DO RIO TELES PIRES
(MATO GROSSO)**

São Carlos
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

LEILA NALIS PAIVA DA SILVA ANDRADE

**EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA UHE COLÍDER NA DINÂMICA FLUVIAL
E NA QUALIDADE DA ÁGUA DO CURSO MÉDIO DO RIO TELES PIRES
(MATO GROSSO)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Marcela Bianchessi da Cunha Santino

Coorientação: Prof^a. Dr^a. Celia Alves de Souza

São Carlos
2019

LEILA NALIS PAIVA DA SILVA ANDRADE

**EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA UHE COLÍDER NA DINÂMICA FLUVIAL
E NA QUALIDADE DA ÁGUA DO CURSO MÉDIO DO RIO TELES PIRES
(MATO GROSSO)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, para obtenção do título de Doutora em Ciências. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 10 de dezembro de 2019.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marcela Bianchessi da Cunha Santino
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Celia Alves de Souza



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado do candidato Leila Nalis Paiva da Silva Andrade, realizada em 10/12/2019:

Profa. Dra. Marcela Bianchessi da Cunha Santino
UFSCar

Profa. Dra. Angela Terumi Fushita
UFABC

Prof. Dr. Sérgio Henrique Vannucchi Leme de Mattos
UFSCar

Prof. Dr. Alfredo Zener Dominguez Gonzalez
UNEMAT

Prof. Dr. Hugo Henrique Lanzi Saulino
EESC/USP

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus pelo o dom da vida e por ter me permitido desenvolver e concluir esse trabalho.

Ao meu pai Rafael Pereira da Silva (in memoriam). Este momento não é fácil para mim, escrevo essas linhas com os olhos lacrimejando. Te Amo! Para sempre vou te amar!

A minha mãe Dalva Candido Paiva nem preciso dizer o quanto eu a amo! Obrigada minha rainha por tudo que proporcionou em minha vida. Te amo!

Ao meu filho que tanto amo, Luiz Eduardo Paiva da Silva Andrade, que nessa caminhada entendeu os momentos que eu não estava presente. Minha razão de viver! Presente que Deus me concedeu para seguir nessa caminhada, sem a presença do meu pai lindo!

Ao meu esposo Fabio Junior do Espírito Santo Andrade pelo amor, companheirismo, amizade, apoiando-me em todos os momentos, cuidando do nosso presentinho de Deus quando eu precisava estar em São Carlos. Te amo!

*Aos meus irmãos e sobrinhos que sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me!
Amo vocês!*

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus primeiramente pelo dom da vida! Guiando-me sempre nos passos do nosso senhor!

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade de cursar o doutorado em Ciências.

Agradeço a Universidade do Estado de Mato Grosso pelo apoio financeiro, com o afastamento para qualificação e toda logística concedida para realização dos campos.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso pelo financiamento do projeto de pesquisa pelo Edital Universal 005/2015, processo nº 224752/2015.

Agradeço a minha orientadora Dr^a Marcela Bianchessi da Cunha Santino pelo carinho, por acreditar em mim e nunca desistir da orientação, a qual tenho uma admiração imensurável. Nesse momento, levo a sua amizade por toda a minha vida. Obrigada!

Agradeço a minha coorientadora Dr^a Celia Alves de Souza pelo carinho, amizade e por sempre acreditar em mim. Obrigada!

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais na pessoa do Doutor Irineu pelos ensinamentos.

Agradeço a Diretoria de Unidade Regionalizada do Campus de Colíder pelo apoio logístico para realização dos campos na pessoa do servidor Ilson Henrique Moreira Nicastro.

Agradeço os Diretores Político Pedagógico e Financeiro do Campus de Colíder os professores Tales e Ralf pelo apoio logístico para realizações dos campos.

Agradeço aos meus colegas do curso de Geografia do Campus de Colíder pelo apoio nas horas que eu precisei trocar de aula para realização das disciplinas. Obrigada!

Agradeço aos novos amigos do Laboratório de Bioensaios e Modelagem Matemática da Universidade Federal de São Carlos.

Agradeço ao casal Costinha e Irene por permitir que eu realizasse as pesquisas em sua propriedade.

Agradeço ao professor Marcos dos Santos pela contribuição em campo. Muito obrigada!

Agradeço ao senhor Raimundo Inácio Carvalho pela contribuição no campo e apresentar-me o rio Teles Pires.

Agradeço a todos os servidores da Unemat do Campus de Colíder, em especial as senhoras da limpeza, senhor Geraldo e os vigilantes, que sempre me ajudaram na realização do campo.

Agradeço ao motorista Leandro de Souza Schuenck da Universidade do Estado de Mato Grosso por levar-nos sempre em segurança e pela imensa ajuda no campo. Desce e sobe barco! Espera intermináveis para a realização do campo. Muito Obrigada!

Agradeço em especial ao meu esposo, que foi fundamental no campo, só Deus sabe as inúmeras vezes que lançou a draga e a poita no rio Teles Pires. Obrigada amor!

Agradeço as minhas bolsistas de iniciação científica Andressa Damas Machado, Bruna da Cruz Andrade, Claudete Silveira Damas Machado e Luana Rodrigues de Carvalho pelo carinho, amizade e principalmente por realizarem as análises das minhas coletas em campo. Milhões de amostras, muito obrigada meninas! Amizade que levarei para sempre.

Agradeço aos meus ex orientandos do campus de Colíder pelo carinho e compreensão quando precisei ausentar-me em alguns momentos da orientação.

Ao meu amigo Gustavo que esteve presente em todo esse processo, ouvindo as minhas lamúrias e desespero. Obrigada meu amigo!

Agradeço ao professor Mestre Rinaldo Marques Padilha que foi muito importante para o desenvolvimento desse trabalho com seus conhecimentos para confecção dos mapas. E pela ajuda no primeiro campo. Muito Obrigada!

Agradeço ao acadêmico Sidimar Laigner pela imensa contribuição no primeiro campo. Com os seus ensinamentos como desatolar um carro (rsrs) na instrumentalização dos pinos. Muito obrigada!

Agradeço ao professor Dr. Juberto Babilonia de Sousa pelas contribuições sobre a questão do solo.

Agradeço ao professor Me. Cristiano Miranda pela ajuda nas questões matemáticas. Obrigada!

Agradeço ao professor Me Renan de Almeida pela grande ajuda no último campo.

Agradeço o doutorando Fabio Leandro da Silva pela contribuição nas análises estatísticas, foi primordial! Muito obrigada!

Agradeço ao professor Ernandes pela disponibilidade e paciência em ensinar-me estatística.

Agradeço a Beatriz Ferraz Bülher pelo companheirismo, principalmente quando cursamos as mesmas disciplinas. Quantas vezes eu chorei no seu ouvido (risos). Obrigada por me atender nos momentos das dúvidas sobre a estatística e o capítulo da qualidade da água. Muito obrigada!

Agradeço a minha sogra Valéria e cunhada Vanderleia pelo apoio e palavras de incentivo. Agradeço as minhas tias, mesmo distante se preocupando com todas essas minhas viagens. Amo vocês!

Agradeço aos meus irmãos, em especial Sandra e Keila por estarem mais próximas, presenciaram todas as minhas angústias e sempre me aconselhando, não me deixando desanimar.

Agradeço as minhas amigas de Colíder Andreia, Marcia e Fabiana, principalmente você Andreia que me ouviu em todos os momentos de angústia.

Agradeço a minha amiga Hellen por participar no processo final dessa pesquisa. Me incentivando a todo momento!

Agradeço a Maria de Oliveira e Adrieli pelas boas risadas, nesse momento de angústia.

Agradeço a todos que diretamente contribuiu para a realização dessa pesquisa.

RESUMO GERAL

ANDRADE, LEILA NALIS PAIVA DA SILVA. Efeitos da implantação da UHE Colíder na dinâmica fluvial e na qualidade da água do curso médio do rio Teles Pires (Mato Grosso). 2019. 262 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos, São Carlos, 2019.

Esse estudo teve por objetivo discutir o processo de ocupação e uso da terra, como também avaliar a dinâmica fluvial e a qualidade da água no médio curso do rio Teles Pires. A hipótese que permeou esse estudo considerou que a construção e instalação de um barramento no rio, associado ao desmatamento, alterou a dinâmica fluvial no trecho em estudo, além de influenciar a qualidade da água. Foram realizadas cinco campanhas amostrais, sendo: 2016/2, 2017/2 e 2018/2 (julho/estiagem) 2017/1 e 2018/1 (janeiro/chuvoso) para coleta de sedimentos, solos e água, instrumentalização e monitoramento das margens. Realizou-se análises da composição granulométrica do solo e sedimentos pelo método de peneiramento, evaporação e pipetagem, bem como testes estatístico pelo Kruskal-Wallis e Análise dos Componentes Principais (PCA) das variáveis limnológicas, hidrodinâmicas e erosão marginal. Em gabinete calculou a vazão, o Índice de Qualidade da Água – IQA, a perda do solo e a magnitude da erosão. Foram confeccionados mapas (localização, cobertura e uso da terra), croquis (seção transversal, longitudinal e erosão das margens). Os resultados do primeiro capítulo discutiram a caracterização ambiental e a morfometria da bacia hidrográfica e do trecho em estudo. O rio Teles Pires foi classificado como canal de 8ª ordem, meadrante e com trechos retilíneos. O segundo capítulo apresentou o processo de ocupação e uso da terra nos últimos 30 anos como a urbanização, as atividades agropecuárias e a instalação da Usina Hidrelétrica de Colíder nos três municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte. No próximo capítulo quantificaram-se as variáveis hidrodinâmicas e a erosão das margens antes e depois da instalação da usina. Os resultados indicam que houveram alterações significativas na calha do rio; passando de um ambiente lótico para lântico. As margens erodiram lentamente, passando a incidir o processo de corrosão. No entanto, pode-se constatar que a erosão aumentou 12% em 2018 se comparada ao ano de 2017. O quarto capítulo quantificou a quantidade de sedimentos transportados no rio Teles Pires. Foram registrados no fundo do canal areia, silte e argila e grãos maiores como blocos, seixos e grânulos. Nesse capítulo, abordou ainda as formas de depósito dos sedimentos hidrotransportados, como as ilhas e barras no canal fluvial. O capítulo final apresenta os resultados das variáveis limnológicas e a qualidade da água. Os estudos demonstraram que a ponderação indica valores ótimo em 2018/2, se comparado ao início do monitoramento, o valor do IQA está diminuindo. Pode-se verificar que várias Áreas de Preservação Permanente foram desmatadas para instalação e funcionamento da UHE Colíder. Esses empreendimentos hidrelétricos trazem benefícios com a geração de energia, mas com o passar do tempo, provocam malefícios, visto que em certos momentos, serão irreversíveis os danos causados no ambiente. Neste sentido, os estudos em redes fluviais são extremamente relevantes para monitorar toda a hidrossedimentologia e a qualidade da água, especialmente quando a mudança torna-se nociva a biota.

Palavras-chave: Caracterização Ambiental. Feições Morfológicas. UHE Colíder. Processo de Ocupação. Erosão Marginal. Transporte de Sedimentos. Variáveis Limnológicas.

ABSTRACT GERAL

ANDRADE, LEILA NALIS PAIVA DA SILVA. Effects of the installation of colider hpp on river dynamics and water quality of the middle course of Teles Pires river (Mato Grosso). 2019. 262 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos, São Carlos, 2019.

This study aimed to discuss the process of land occupation and land use, as well as evaluating river dynamics and water quality in the middle course of the Teles Pires river. This study is predicated on the hypothesis that the construction and installation of a dam on the river, which is associated with deforestation, altered the fluvial dynamics of the stretch under study, as well as affecting water quality. Five sampling campaigns were carried out—2016/2, 2017/2 and 2018/2 (July/drought) 2017/1 and 2018/1 (January/rainy)—for collection of sediment, soil and water, instrumentalization, and monitoring of the river banks. We conducted analyses of the granulometric composition of soil and sediments, using the sieving, evaporation and pipette method. We also used Kruskal-Wallis and principal component analysis (PCA) to statistically test limnological variables, hydrodynamics and bank erosion. In laboratory, we calculated water flow, the water quality index (WQI), soil loss, and the magnitude of erosion. Maps (location, land cover and land use) and sketches (cross-section, longitudinal, and erosion of the banks) were created. The results of the first chapter covered the environmental characterization and morphometry of the watershed and river stretch under study. The Teles Pires river was classified as an 8th-order channel, meandering and with rectilinear stretches. The second chapter presented the processes of land occupation and land use in the last 30 years, such as urbanization, agricultural activities and the installation of the Colíder Hydroelectric Power Plant (HPP), in the municipalities of Itaúba, Colíder and Nova Canaã do Norte. In the next chapter, we quantified the hydrodynamic variables and bank erosion before and after the installation of the power plant. The results indicate that there were significant alterations in the river channel, which changed from a lotic to a lentic environment. The banks eroded slowly, becoming subject to the process of corrosion. However, we found that erosion increased by 12% in 2018 compared to 2017. In the fourth chapter, we quantified the input of sediment transport in the Teles Pires river. Sand, silt, clay, and larger grains such as blocks, pebbles and granules were observed on the bottom of the channel. In this chapter, we also addressed the forms of hydrotransported sediment deposits in the river channel, such as islands and bars. The final chapter presents the results of limnological variables and the water quality. Studies have shown that weighting indicates optimal values in 2018/2, compared to the beginning of monitoring, the WQI value is decreasing. We can confirm that several Permanent Preservation Areas have been deforested for the installation and operation of the Colíder HPP. These hydropower projects bring benefits with the generation of electricity, but they cause harm over time, and at a certain point the damage to the environment will be irreversible. Therefore, studies that monitor the hydrosedimentology and water quality of river networks are extremely relevant, especially when changes become harmful to biota.

Keywords: Environmental Characterization. Morphological Features. Colíder HPP. Occupation Process. Bank Erosion. Sediment Transport. Limnological variables.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1. Integridade do sistema fluvial do rio Teles Pires.....	26
Figura 2. Localização da área de estudo no médio curso do rio Teles Pires.....	27
Figura 3. Perfil esquemático dos procedimentos metodológicos utilizados no médio curso do rio Teles Pires.....	28
Figura 4. Distribuição dos períodos realizados no campo no médio curso do rio Teles Pires.....	29
Figura 5. Formação geológica no médio curso do rio Teles Pires.....	38
Figura 6. Tipos de formas do relevo no médio curso do rio Teles Pires.....	42
Figura 7. Processo estrutural e dinâmica do relevo da bacia hidrográfica rio Teles Pires.....	45
Figura 8. Hipsometria no médio curso do rio Teles Pires.....	47
Figura 9. Classificação dos solos no médio curso do rio Teles Pires.....	48
Figura 10. Perfil esquemático do relevo/vegetação do médio curso do rio Teles Pires de acordo com o levantamento do Projeto Radambrasil (1980)	52
Figura 11. Formações vegetais no médio curso do rio Teles Pires.....	53
Figura 12. Dados anuais de 1984 a 2014 (média, mínima e máxima) da precipitação da estação meteorológica da Gleba Celeste.....	60
Figura 13. Dados anuais de 1995 a 2015 (mínima, média e máxima) da precipitação da estação meteorológica de Matupá.....	63
Figura 14. Rede hidrográfica do rio Teles Pires.....	66
Figura 15. Perfil longitudinal do rio Teles Pires.....	67
Figura 16. Processo erosivo nas vertentes do rio Teles Pires.....	69
Figura 17. Cobertura e uso da terra em 1987 no médio curso do rio Teles Pires.....	85
Figura 18. Cobertura e uso da terra em 1997 no médio curso do rio Teles Pires.....	86
Figura 19. Cobertura e uso da terra em 2007 no médio curso do rio Teles Pires.....	88
Figura 20. Cobertura e uso da terra em 2017 no médio curso do rio Teles Pires.....	92
Figura 21. Taxa de uso da terra no médio curso do rio Teles Pires: comparação entre os anos de 1987 e 2017.....	94
Figura 22. Construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires.....	95
Figura 23. Área antes da construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires.....	96

Figura 24. Área durante a construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires.....	97
Figura 25. Vegetação soterrada as margens do rio Teles Pires para construção da UHE Colíder.....	97
Figura 26. Área depois da construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires.....	98
Figura 27. Cobertura e uso da terra no P1 no médio curso do rio Teles Pires.....	100
Figura 28. Cobertura e uso da terra no P5 no médio curso do rio Teles Pires.....	101
Figura 29. Cobertura e uso da terra no P6 no médio curso do rio Teles Pires.....	102
Figura 30. Cobertura e uso da terra no P7 no médio curso do rio Teles Pires.....	103
Figura 31. Cobertura e uso da terra no P8 no médio curso do rio Teles Pires.....	104
Figura 32. Método tradicional para verificar a velocidade da água.....	112
Figura 33. Representação da técnica de pinos e estacas.....	114
Figura 34. Perfil longitudinal no médio curso do rio Teles Pires.....	118
Figura 35. Perfil longitudinal dos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires.....	119
Figura 36. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2016.....	121
Figura 37. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de janeiro de 2017.....	122
Figura 38. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2017.....	124
Figura 39. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de janeiro de 2018.....	126
Figura 40. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2018.....	127
Figura 41. Demonstrativo da vazão nos anos monitorados no rio Teles Pires.....	128
Figura 42. Representação do perfil transversal no P2 em julho de 2016.....	129
Figura 43. Representação do perfil transversal no P2 em julho de 2018.....	130
Figura 44. Representação da área do reservatório no P2 nos anos 2016 e 2018.....	130
Figura 45. Representação do perfil transversal do P3 em julho de 2016.....	131
Figura 46. Representação do perfil transversal do P3 em julho de 2018.....	131
Figura 47. Representação da área do reservatório no P3 nos anos 2016 e 2018.....	132
Figura 48. Representação do perfil transversal do P4 em julho de 2016.....	132
Figura 49. Representação do perfil transversal do P4 em julho de 2018.....	133
Figura 50. Representação da área do reservatório no P3 nos anos 2016 e 2018.....	133
Figura 51. Esquema representativo do grau de inclinação das margens.....	136

Figura 52. Afloramento rochoso e impacto hidráulico nas margens.....	139
Figura 53. Dendograma dos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires.....	140
Figura 54. Representação da erosão marginal no P1 nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	143
Figura 55. Processo erosivo na margem esquerda P5, julho de 2018.....	143
Figura 56. Representação da erosão marginal no P5 nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	144
Figura 57. Processo de sedimentação da margem. Em que: (A) P5 MD - julho de 2017 e (B) P8.....	145
Figura 58. Representação da erosão marginal no P6 nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	145
Figura 59. Pino submerso no P6 julho de 2018.....	146
Figura 60. Representação da erosão marginal no P7 nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	147
Figura 61. Representação da erosão marginal no P8 nos anos de 2016, 2017 e 2018.....	148
Figura 62. Magnitude de erosão testadas com as variáveis tipo de margem, inclinação do barranco e classe textural.....	151
Figura 63. Correlação das variáveis respostas do processo erosivo nas margens do rio Teles Pires.....	152
Figura 64. Média da magnitude da erosão acumulada testada com a inclinação do barranco.....	153
Figura 65. Análise dos componentes principais no processo de erosão marginal....	153
Figura 66. Coleta dos sedimentos em suspensão pelo método tradicional.....	160
Figura 67. Coleta de sedimentos de fundo. (A) Lançamento da draga; (B) contato com o fundo e sedimentos e (C) Coleta de sedimentos.....	161
Figura 68. Histograma para determinação do tipo e forma dos seixos transportados no rio Teles.....	163
Figura 69. Afloramento rochoso no canal.....	165
Figura 70. Blocos, Seixos e grânulos no fundo do canal do rio Teles Pires.....	169
Figura 71. Conglomerado no fundo do canal no P7 a jusante da UHE Colíder no rio Teles Pires.....	173
Figura 72. Materiais grossos transportados no fundo do canal.....	174
Figura 73. Presença de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Colíder.....	177
Figura 74. Decomposição da vegetação das ilhas fluviais não retiradas no processo do enchimento do reservatório da UHE Colíder.....	180
Figura 75. Decomposição da matéria orgânica e sedimentos finos depositados.....	181

Figura 76. Lago da UHE Colíder no período de julho 2018.....	184
Figura 77. Rocha sedimentar coletada no fundo do canal. Em que (A) Rocha Fragmentada com ataque dos organismos; (B) Grãos de Quartzo.....	185
Figura 78. Bloco no P2 ponto com vestígios do intemperismo químico no médio curso do rio Teles Pires.....	186
Figura 79. Registros de seixos quartzito da Formação Araguaia.....	187
Figura 80. Diferentes formas e tamanhos dos grãos e conchas encontradas no fundo do canal no P7 a jusante da UHE Colíder no rio Teles Pires.....	188
Figura 81. Influência e quantidade da composição granulométrica nos ambientes fluviais.....	190
Figura 82. Bloco coletado no P8 no médio curso do rio Teles Pires.....	191
Figura 83. Blocos no fundo do canal na margem esquerda no P8 no médio curso do rio Teles Pires.....	192
Figura 84. Pinos de erosão na ilha 19 no médio curso do rio Teles Pires.....	201
Figura 85. Ilhas fluviais em 2016 localizadas no reservatório da UHE Colíder.....	202
Figura 86. Ilhas submersas no médio curso do rio Teles Pires.....	203
Figura 87. Ilha a jusante da UHE Colíder, próximo ao P5 no médio curso do rio Teles Pires.....	204
Figura 88. Barra central no reservatório da UHE Colíder.....	207
Figura 89. Barra submersa localizada no reservatório da UHE Colíder.....	208
Figura 90. Localização da área de estudo no médio curso do rio Teles Pires.....	213
Figura 91. Distribuição do OD nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	218
Figura 92. Distribuição do pH nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	219
Figura 93. Distribuição do ST nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	221
Figura 94. Distribuição do turbidez nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	222
Figura 95. Distribuição do DBO nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	223
Figura 96. Distribuição do NT nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	224
Figura 97. Presença de macrófitas no reservatório da UHE Colíder no médio curso do rio Teles.....	225
Figura 98. Distribuição do PT nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	226
Figura 99. Distribuição do temperatura nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	228

Figura 100. Mortandade de peixes na área do reservatório da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires.....	229
Figura 101. Distribuição do cofirmes fecais nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	230
Figura 102. Distribuição do CE nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires.....	231
Figura 103. Correlação das variáveis limnológicas no médio curso do rio Teles Pires.....	233
Figura 104. Análise dos componentes principais das variáveis limnológicas.....	234

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Séries históricas dos dados de precipitação da estação meteorológica da Gleba Celeste-MT.....	58
Tabela 2. Séries históricas dos dados de precipitação mensal e média anual da estação meteorológica de Matupá-MT.....	61
Tabela 3. Dados da precipitação da estação meteorológica de Matupá-MT (2016 a 2108) dos anos monitorados.....	63
Tabela 4. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Teles Pires.....	65
Tabela 5. Dados morfométricos da bacia hidrográfica do rio Teles Pires.....	68
Tabela 6. Valores da densidade de drenagem.....	69
Tabela 7. Distribuição dos tipos de uso da terra no médio curso do rio Teles Pires.....	84
Tabela 8. Distribuição da quantidade de terras em hectares nas lavouras permanente e temporária nos anos 2007 e 2017 nos municípios Itaúba, Colíder Nova Canaã do Norte no médio curso do rio Teles Pires.....	89
Tabela 9. Distribuição das atividades agrícolas desenvolvidas nos anos 2007 e 2017 nos municípios Itaúba, Colíder Nova Canaã do Norte no médio curso do rio Teles Pires.....	89
Tabela 10. Criação de animais nos municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no médio curso do rio Teles Pires.....	93
Tabela 11. Cobertura e uso da terra nos pontos monitorados.....	99
Tabela 12. Pontos monitorados no corredor fluvial do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte.....	111
Tabela 13. Padrão de altura para as margens do rio Teles Pires.....	113
Tabela 14. Representação da escala numérica utilizada na confecção dos croquis da erosão marginal.....	117
Tabela 15. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2016.....	120
Tabela 16. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro do ano de 2017.....	122
Tabela 17. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2017.....	123
Tabela 18. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro do ano de 2018.....	125
Tabela 19. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2018.....	126
Tabela 20. Composição granulométrica das margens a montante e jusante da UHE Colíder nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte.....	135

Tabela 21. Dados de erosão nas margens, obtidos por meio de estacas e pinos no corredor fluvial do rio Teles Pires.....	141
Tabela 22. Taxa Erosiva entre os anos de 2016, 2017 a 2018 no trecho do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte.....	149
Tabela 23. Taxa de solo erodido entre os anos de 2016, 2017 a 2018 no trecho do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte.....	149
Tabela 24. Classificação dos sedimentos maiores transportados no fundo do canal.....	162
Tabela 25. Determinação do tipo e forma dos seixos conforme histograma.....	163
Tabela 26. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de estiagem no período de estiagem/julho de 2016.....	166
Tabela 27. Concentração dos sedimentos em suspensão em toneladas/dia.....	168
Tabela 28. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de cheia no período de cheia/janeiro de 2017.....	170
Tabela 29. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de estiagem no período de estiagem/julho de 2017.....	175
Tabela 30. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de cheia/janeiro de 2018.....	178
Tabela 31. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de estiagem/julho de 2018.....	183
Tabela 32. Transporte da partícula de acordo com a velocidade e diâmetro.....	187
Tabela 33. Ilhas Fluviais no rio Teles Pires médio curso do rio Teles Pires.....	195
Tabela 34. Composição da margem da ilha 19 no médio curso do rio Teles Pires	200
Tabela 35. Monitoramento da erosão marginal na ilha fluvial no médio curso do rio Teles Pires.....	201
Tabela 36. Magnitude da erosão acumulada e volume do solo erodido da ilha 19 no médio curso do rio Teles Pires.....	202
Tabela 37. Depósito do canal no médio curso do rio Teles Pires.....	205
Tabela 38. Composição granulométrica da barra central no reservatório da UHE Colíder em 2016.....	207
Tabela 39. Pontos monitorados no corredor fluvial do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte.....	214
Tabela 40. Métodos analíticos e respectivos equipamentos utilizados na análise das variáveis limnológicas.....	214
Tabela 41. Indicativo dos pesos avaliados das variáveis utilizados no IQA.....	215
Tabela 42. Classificação da qualidade da água.....	216

Tabela 43. Valores de oxigênio dissolvido nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	217
Tabela 44. Valores de pH nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	219
Tabela 45. Valores de sólidos totais nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	220
Tabela 46. Valores de turbidez nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	222
Tabela 47. Valores de demanda bioquímica de oxigênio (período de 2016 a 2018).....	223
Tabela 48. Valores de nitrogênio total nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	224
Tabela 49. Valores de fósforo total nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	226
Tabela 50. Valores de temperatura nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	228
Tabela 51. Valores de coliformes fecais nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	229
Tabela 52. Valores de carbono orgânico nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	232
Tabela 53. Valores de carbono inorgânico nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018).....	232
Tabela 54. Valores do IQA no período de construção, enchimento e funcionamento da UHE de Colíder no período de julho de 2016 a 2018.....	234

LISTA DE SIGLAS

ANA- Agência Nacional de Águas

CASEMAT - Companhia de Armazéns e Silos de Mato Grosso

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQA – Índice de Qualidade da Água

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente

SEPLAN – Secretaria de Planejamento

UHE – Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

	Pág.
INTRODUÇÃO GERAL	23
CAPÍTULO I	
ELEMENTOS GEOAMBIENTAIS, FISIOGRAFIA E MORFOMETRIA DO RIO TELES PIRES	
1. INTRODUÇÃO	31
1.1 METODOLOGIA	33
1.1.1 Levantamento bibliográfico e diagnóstico geoambiental.....	33
1.1.2 Confeção dos mapas.....	34
1.1.3 Morfometria.....	34
1.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
1.2.1 Geologia.....	36
1.2.1.1 Complexo Xingu.....	36
1.2.1.2 Coberturas sedimentares Proterozóicas.....	40
1.2.1.3 Depósitos Aluvionares.....	40
1.2.2 Relevo.....	41
1.2.2.1 Planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso.....	42
1.2.2.2 Planalto dos Parecis.....	43
1.2.2.3 Depressão Norte Mato-grossense.....	45
1.2.2.4 Hipsometria.....	46
1.2.3 Solos.....	47
1.2.3.1 Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.....	49
1.2.3.2 Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico.....	49
1.2.3.3 Neossolo Quartzarênico Distrófico.....	50
1.2.3.4 Latossolo Concrecionário Distrófico.....	50
1.2.4 Cobertura Vegetal original.....	51
1.2.5 Clima.....	54
1.2.5.1 Fatores que influenciam na dinâmica climática.....	54
1.2.5.2 Sistema de correntes perturbadas do sul a SW.....	56
1.2.5.3 Classificações do clima da área estudada.....	56
1.2.5.4 Distribuição de chuvas no médio curso do rio Teles Pires.....	57
1.2.6 Sistema fluvial.....	64

1.2.6.1 Hidrografia.....	64
1.2.6.2 Morfometria.....	67
1.3 CONSIDERAÇÕES.....	70

CAPÍTULO II

PROCESSO DE OCUPAÇÃO E AS AÇÕES ANTROPOGÊNICAS NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES

2. INTRODUÇÃO.....	71
2.1 METODOLOGIA.....	74
2.1.1 Mapa do uso dos pontos monitorados.....	75
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	75
2.2.1 Processo de ocupação do Estado de Mato Grosso e os municípios inseridos no trecho em estudo.....	75
2.2.1.1 Itaúba.....	80
2.2.1.2 Colíder.....	81
2.2.1.3 Nova Canaã do Norte.....	82
2.2.2 Cobertura da terra e os tipos de uso no médio curso do rio Teles Pires nos últimos 30 anos.....	83
2.2.3 Empreendimentos hidroelétricos no médio curso do rio Teles Pires.....	94
2.2.4 Uso da terra nos pontos monitorados.....	99
2.3 CONSIDERAÇÕES.....	106

CAPÍTULO III

VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS E EROÇÃO DAS MARGENS NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES

3. INTRODUÇÃO.....	107
3.1 METODOLOGIA.....	110
3.1.1 Trabalho de campo.....	110
3.1.1.2 Monitoramento das variáveis hidrodinâmicas (morfometria física do canal).....	112
3.1.1.3 Monitoramento da erosão marginal.....	113
3.1.1.3.1 Instrumentalização das margens.....	113
3.1.1.3.2 Altura da margem.....	113
3.1.1.3.3 Pinos de erosão.....	113
3.1.1.3.4 Estacas.....	114
3.1.2 Trabalho de gabinete.....	115

3.1.2.1 Cálculo de vazão.....	115
3.1.2.2 Quantificação da erosão marginal.....	116
3.1.2.3 Quantificação do solo erodido.....	116
3.1.3 Confecção dos croquis.....	116
3.1.3.1 Perfis transversais.....	116
3.1.3.2 Perfis de erosão das margens.....	117
3.1.4 Análise de Granulometria.....	117
3.1.5 Análise Estatística.....	117
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	118
3.2.1 Corredor fluvial no médio curso do rio Teles Pires.....	118
3.2.2 Hidrodinâmica no médio curso do rio Teles Pires.....	119
3.2.3 Mudanças na calha com a instalação da UHE Colíder.....	129
3.2.4 Erosão marginal no médio curso do rio Teles Pires.....	134
3.3 CONSIDERAÇÕES.....	154

CAPÍTULO IV

APORTE E DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES

4. INTRODUÇÃO.....	156
4.1 METODOLOGIA.....	160
4.1.1 Procedimento metodológicos.....	160
4.1.1.1 Trabalho de Campo.....	160
4.1.1.1.1 Coleta de material (sedimentos de fundo e suspensão).....	160
4.1.1.1.2 Monitoramento das feições morfológicas.....	161
4.1.1.2 Trabalho em Gabinete.....	161
4.1.1.2.1 Cálculo da descarga sólida em suspensão.....	161
4.1.1.2.2 Análise das partículas (bloco, seixos e grânulos).....	162
4.1.1.2.3 Quantificação das feições morfológicas no médio curso do rio Teles Pires.....	163
4.1.1.3 Análise em Laboratório da Granulometria.....	163
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	164
4.2.1 Transporte de sedimentos no fundo e em suspensão.....	164
4.2.2 Feições morfológicas no médio curso do rio Teles Pires.....	194
4.2.2.1 Ilhas fluviais.....	195
4.2.2.2 Barras.....	205

4.3 CONSIDERAÇÕES.....	209
-------------------------------	------------

CAPÍTULO V

ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA PERSPECTIVA DA ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL COM A INSTALAÇÃO DA UHE DE COLÍDER, NO RIO TELES PIRES

5. INTRODUÇÃO.....	210
5.1 METODOLOGIA.....	212
5.1.1 Localização dos pontos monitorados.....	212
5.1.2 Coleta de água, análise em laboratório e cálculo do IQA.....	214
5.1.3 Análise estatística.....	216
5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	216
5.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD).....	217
5.2.2 pH.....	218
5.2.3 Sólidos Totais.....	220
5.2.4 Turbidez.....	221
5.2.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	222
5.2.6 Nitrogênio Total.....	223
5.2.7 Fósforo Total.....	225
5.2.8 Temperatura.....	227
5.2.9 Coliformes Fecais.....	229
5.2.10 Condutividade Elétrica.....	230
5.2.11 Carbono Orgânico.....	231
5.2.12 Carbono Inorgânico.....	232
5.2.13 Índice de Qualidade da Água (IQA).....	234
5.3 CONSIDERAÇÕES.....	235
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	237
EPÍLOGO.....	240
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	241

INTRODUÇÃO GERAL

Os estudos sobre os sistemas fluviais são de suma importância, uma vez que o entendimento dos fatores hidrodinâmicos e sedimentológicos em conjunto com as variáveis ambientais são fundamentais para compreender os principais condicionantes para o equilíbrio dinâmico (ROCHA, 2009).

As pesquisas sobre rede de drenagem devem ser discutidas de maneira sistêmica, pois as interações condicionam a interconexão dos sistemas ambientais e as condições de cada fator que está inserido na rede hídrica (SANTANA, 2003). Analisar o perfil topográfico, com os agentes físicos atuantes, colabora para entender como ocorrem os processos erosivos. Os estudos voltados para os sistemas fluviais requerem discussões integradas para um bom funcionamento. Mudanças de origem natural ou antrópica comprometem ao longo do espaço-temporal a dinâmica dos processos hidrológicos (PINTO, 2017; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Bettes (2008) e Zanandrea et al. (2017) afirmam que os estudos da hidrossedimentologia procuram compreender a interação entre os processos hidrodinâmicos e os sedimentológicos, como a desintegração, transporte, deposição e sedimentação no sistema fluvial em distintas escalas espaço/temporal.

No sistema fluvial, a bacia hidrográfica corresponde a área de entrada onde ocorre a captação de água e o transporte dos materiais intemperizados. Os canais transportam energia pelo escoamento das águas, bem como hidrotransportam sedimentos ao longo do perfil longitudinal (SOUZA FILHO, 1993). Assim, a rede de drenagem está exposta a transformações ambientais devido às atividades de exploração em múltiplas escalas espaciais e temporais (BUFFINGTON, 2012).

Desta forma, pode-se afirmar que os fatores funcionais e dados históricos, contribuem no entendimento do funcionamento do sistema fluvial, pois esses estudos auxiliam em previsões de mudanças físicas, os quais colaboram com prevenção de catástrofes e gerenciamento dos recursos hídricos (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

Historicamente, a humanidade tem se estabelecido próximos aos corpos d'água, contudo, a ocupação ambiciosa e desenfreada as margens dos referidos corpos estão ocasionando danos ao ecossistema terrestre e aquático e conseqüentemente o uso múltiplo da terra está provocando várias mudanças de ordem física e biológica em bacias hidrográficas. Entretanto, existem unidades de análises que são sistemas ecológicos

intricados e interdependentes, com interações naturais e interferências antropogênicas na sua delimitação.

O uso imediatista correlacionados com a expansão capitalista contribuíram com vários danos ao meio ambiente, principalmente nos biomas brasileiros, em destaque, Pantanal, Cerrado e Amazônico no estado de Mato Grosso. As atividades agropecuárias e a mineração foram as que mais comprometeram os cursos d'água com o processo da colonização do estado, acarretando graves problemas ecológicos (PICOLI, 2006).

O estudo da hidrossedimentologia é importante, uma vez que o transporte dos sedimentos é responsável pela complexidade e manutenção dos habitats. A quantidade da carga hidrotransportada contribui com a geometria do canal (DRAFT, 2009).

A forma do canal do rio, em conjunto com os elementos geoambientais, determina a erosão, transporte e deposição de detritos não consolidados pela dinâmica do próprio rio. A compreensão dos modelos sistêmicos associados com a perturbação humana subsidiam respostas sobre o funcionamento da rede hidrográfica (UBEID, 2016).

Campagnoli (2012) ressalta a importância de monitorar e quantificar os processos hidrossedimentológicos nos reservatórios, pois funcionam como depósitos de sedimentos erodidos no sistema fluvial. As mudanças ocorridas no trecho ou qualquer área estudada pode comprometer todo o autoajuste da dinâmica fluvial de uma bacia hidrográfica. Exemplos: assoreamento, perdas de terras cultiváveis, problemas na quantidade e qualidade da água em áreas urbanas e rurais e dentre outros problemas de ordem ambiental e ordenamento territorial.

Zarf et al. (2019) ressaltam os benefícios ocasionados com a construção de usinas hidrelétricas com a geração de energia, no entanto, advertem os vários malefícios com a instalação desse empreendimento, principalmente na biodiversidade. Efeitos sérios e de longo prazo são perceptíveis nas áreas afetadas como: (i) impactos sociais (ii) conflitos transfronteiriços em relação ao uso e disponibilidade da água, (iii) mudanças na hidrossedimentologia e (iv) alterações no índice de qualidade da água e invasão de espécies.

Ressalta-se, ainda, que os estudos sedimentológicos em reservatórios deve considerar e correlacionar as informações da estrutura geológica, solos e relevo regional. As pesquisas de deposição de sedimentos em ambientes lênticos devem ser quantificados e embasados em amostragens locais, com auxílio principalmente de equipamentos adequados e associados aos valores hidrodinâmicos (CAMPAGNOLI e DINIZ, 2012).

Autores como Vannote et al. (1980) também discutiram a importância do monitoramento dos sistemas fluviais com a construção de barragens, pois consideram um rio como um sistema contínuo que possuem relações funcionais e estruturais, que permitiu desenvolvimento e funcionamento das comunidades ao longo do perfil longitudinal.

Nesse sentido, Ward e Stanford (1983) consideram a construção de uma barragem como um local de descontinuidade para o contínuo do rio. Esse fator ocasiona mudanças de ordem física e biológica, sobretudo no ecossistema fluvial a jusante da barragem.

Em campo e gabinete foi analisada a integridade do sistema fluvial, com base na adaptação do modelo de Karr e Chu (2000). Os fatores considerados não estão estagnados, são dinâmicos e formam um conjunto múltiplo de influências. Foram analisados, nessa pesquisa, os fatores como morfologia do canal, características da margem: tipos de margem (íngreme e rampeada), altura, grau de inclinação, área de proteção vegetal e composição do solo; caudais: vazão, períodos sazonais (cheia e estiagem), hidrossedimentologia, uso do solo e erosão das margens; qualidade da água e interações bióticas (Figura 1). Os fatores combinados (hidro + sedimentos + clima + relevo + solo = processos) e (processos + ação antrópica = respostas).

A atuação desses fatores, tanto de forma individual como conjunta, forma unidades indissociáveis e interdependentes que permitem compreender o funcionamento natural e os processos atuantes de bacias hidrográficas. Como afirma Rosgen (2001), os estudos voltados para o sistema fluvial contribuem em levantamentos que possibilitam e direcionam práticas para mitigar ou diminuir as taxas de erosão das margens, reduzindo a carga sedimentar, protegendo assim os habitats aquáticos e terrestres do planeta Terra.

No fator hidrodinâmico na integridade foi monitorado em cada ponto da seção transversal, a largura, a velocidade e a profundidade para cálculo do débito. Nas condições hidrogeomorfológicas pode-se verificar que a morfologia do canal resultou em alterações ao longo do perfil longitudinal e nas seções transversais.

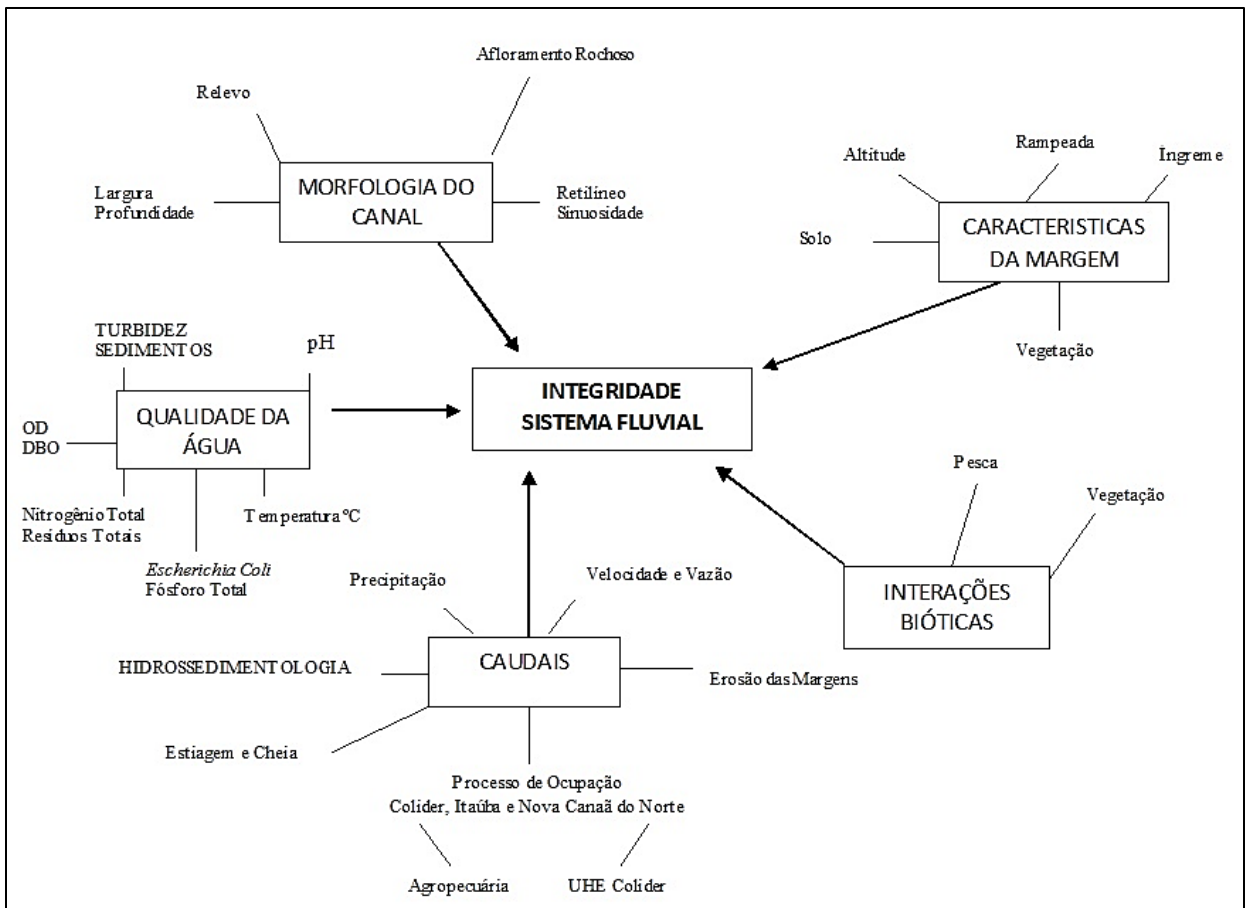


Figura 1. Integridade do sistema fluvial do rio Teles Pires
Fonte: Adaptado do trabalho de Karr e Chu (2000)

Monitorar o regime hidrológico de um corpo d'água é um aspecto importante de uma avaliação de quantidade e qualidade da água, bem como os fatores que contribuem para o desenvolvimento dos organismos nos ambientes aquáticos (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996).

A área de estudo, compreende o médio curso do rio Teles Pires e localiza-se nas coordenadas geográficas 10° 50' 00" a 11° 10' 00" latitude sul e 55° 20' 00" a 55° 50' 00" longitude oeste, com extensão de 124 km, distribuídos 94 km e 30 km a montante e jusante da UHE Colíder, respectivamente. Territorialmente, perpassa os municípios de Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte (Figura 2). Nesse trecho, foram monitorados no período de 2 (dois) anos em 8 (oito) pontos. Os pontos foram divididos igualmente: 1 a 4 a montante e 5 a 8 a jusante da UHE Colíder.

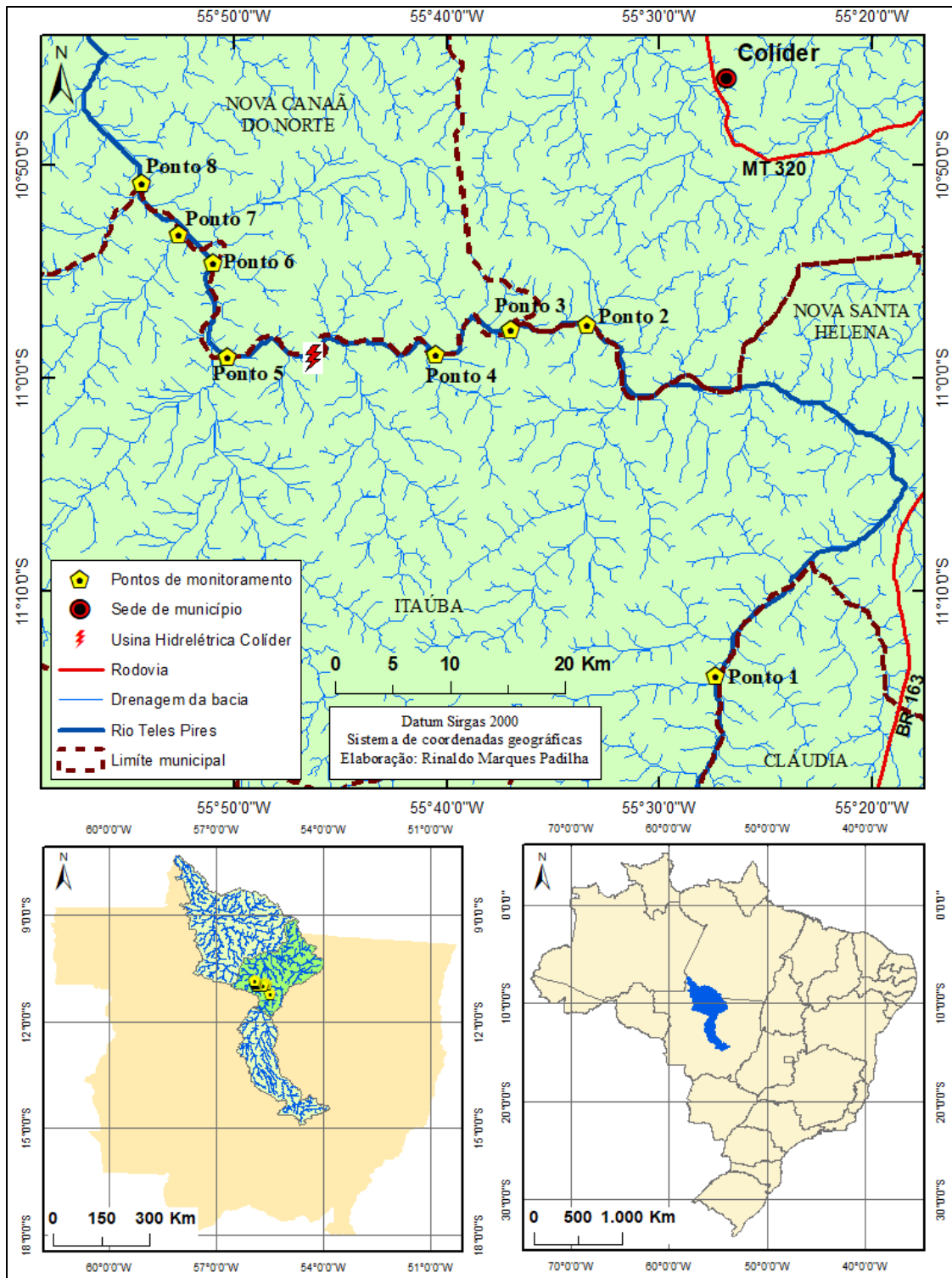


Figura 2. Localização da área de estudo no médio curso do rio Teles Pires

Foram empregados para realização dessa pesquisa o trabalho de gabinete, campo e laboratório (Figura 3).

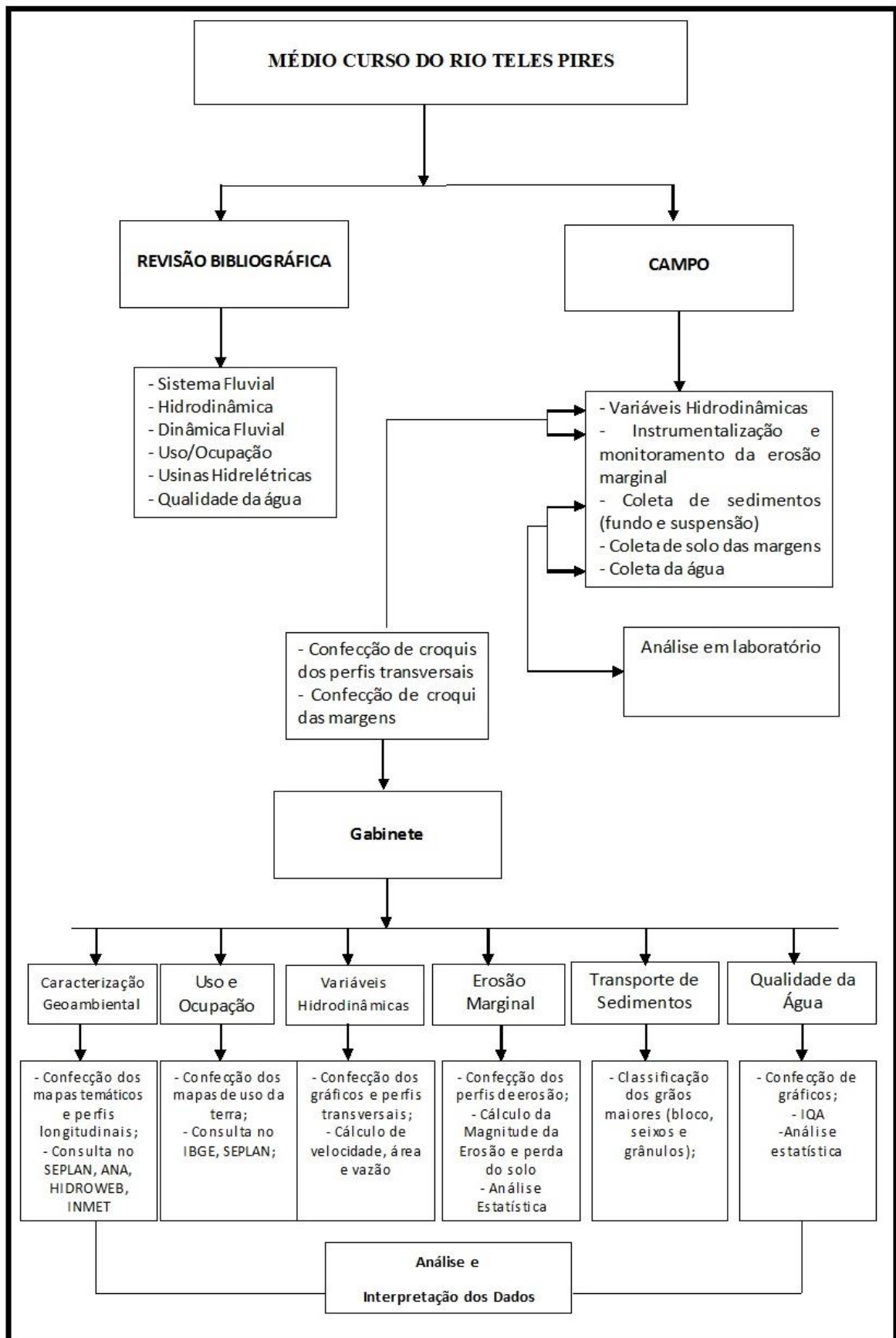


Figura 3. Perfil esquemático dos procedimentos metodológicos utilizados no médio curso do rio Teles Pires (2016, 2017 e 2018)

A pesquisa de campo foi realizada em cinco etapas (Figura 4). A primeira etapa foi realizada para o reconhecimento geral da área, definição dos segmentos, quantificação das variáveis hidrodinâmicas, instrumentalização, coleta de sedimentos, solo e água. De acordo com Bettes (2008) o reconhecimento do local é importante, pois permite ao pesquisador conhecer o ambiente de estudo e os fatores condicionantes que interferem no sistema fluvial. A segunda e as demais etapas foram para quantificar a batimetria, coletar água e sedimentos (fundo e suspensão), e monitoramento das margens.



Figura 4. Distribuição dos períodos realizados no campo no médio curso do rio Teles Pires

Assim, o estudo foi dividido em introdução geral, objetivos, área de estudo, estrutura sequencial e objetivos específicos. Todas as etapas da referida pesquisa discorrem em 5 (cinco) capítulos sequenciais.

O primeiro capítulo teve como objetivo caracterizar os fatores geoambientais e os parâmetros morfométricos e fisiográficos do médio curso do rio Teles Pires. O segundo identificou os dos tipos de ocupação e uso da terra ao longo dos últimos 30 anos que contribuíram com mudanças no entorno do rio em estudo.

O terceiro capítulo teve como objetivo quantificar as variáveis hidrodinâmicas, a erosão marginal e averiguar os efeitos hidrológicos e geomorfológicos decorrente da instalação da Usina Hidrelétrica de Colíder nos municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte. No quarto capítulo, o objetivo do estudo foi verificar a quantidade de sedimentos transportados no sistema fluvial, a montante e a jusante da UHE Colíder, bem como identificar as feições morfológicas e as alterações que ocorreram com a implantação e funcionamento da usina.

O quinto e último capítulos tiveram o objetivo de avaliar a qualidade da água, a montante e jusante da Usina Hidrelétrica de Colíder no médio curso do rio Teles Pires,

para verificar se houve alteração nos valores do índice de qualidade da água IQA com a instalação e funcionamento do empreendimento hidrelétrico.

O trabalho em pauta conclui-se com as considerações finais sobre o estudo realizado e as referências bibliográficas utilizadas para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Desta forma, a hipótese que permeou esse estudo considerou que a construção e instalação de um barramento no rio, associado ao desmatamento acelera e altera a dinâmica fluvial no médio curso do rio Teles Pires, Mato Grosso, bem como influencia na qualidade da água.

CAPÍTULO I

ELEMENTOS GEOAMBIENTAIS, FISIOGRAFIA E MORFOMETRIA DO RIO TELES PIRES

RESUMO: A pesquisa teve como objetivo caracterizar os fatores geoambientais, bem como apresentar os parâmetros morfométricos e fisiográficos do médio curso do rio Teles Pires. Os procedimentos pautaram-se em trabalho de gabinete com levantamento bibliográfico, confecção de mapas, gráficos e perfis, bem como cálculos da morfometria. A bacia hidrográfica do rio Teles Pires possui área de 141.691,399 km² e ocupa os estados de Mato Grosso e Pará. Fisiograficamente classificada como canal de 8ª ordem, possui drenagem exorreica e apresenta ao longo do perfil longitudinal o canal meandrante e retilíneo. A litologia no médio curso da bacia compreende o Complexo do Xingu, as Formações Dardanelos e Utiriti, os Grupos Benficiente e Iriri e as Suítes Intrusivas Juruena e Teles Pires, estrutura rochosa que contribuem com a formação dos solos Latossolos, Argissolos, Neossolos e Plintossolo com maior ocorrência o Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico. O relevo é caracterizado pelos Planaltos Residuais do Norte Mato-Grossense e Parecis, Chapada do Cachimbo, Serra dos Caiabis, Depressão do Norte Mato-Grossense e Áreas de Acumulação Inundáveis. A morfologia estrutural e escultural do relevo influencia a rede de drenagem, principalmente na profundidade, pois a declividade colabora com o aparecimento de cachoeiras e corredeiras no rio Teles Pires. A vegetação distribui-se em florestas, savanas e áreas secundárias, enquanto o clima é classificado como Equatorial Úmido. Assim, o estudo dos elementos geoambientais é extremamente importante para compreender o funcionamento das bacias hidrográficas de maneira integrada e, qualquer perturbação pode ocasionar o desequilíbrio do sistema fluvial, que em muitos casos, as mudanças são irreversíveis.

Palavras Chave: Fatores ambientais; Hidrografia; rio Teles Pires.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas em redes de drenagens são extremamente importantes, uma vez que a crescente demanda da água tem aumentado nos últimos anos. Para entender o processo dinâmico de uma unidade de análise, aqui reportada a um trecho no médio curso da bacia hidrográfica rio Teles Pires, nos municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte, necessitou discutir os fatores que condicionam o funcionamento natural do sistema fluvial.

Os elementos geoambientais (relevo, solo, vegetação, hidrografia e clima) são importantes para o funcionamento das bacias hidrográficas, pois a integridade dos fatores, condicionam o equilíbrio do sistema fluvial. Christofolletti (1981) ressalta que a dinâmica dos canais fluviais apresentam atributos que se tornam responsáveis pela sua funcionalidade.

As variáveis físicas como o clima, fonte de energia, solo, vegetação, relevo e estrutura litológica são fundamentais para entender o processo e mudanças em uma unidade de análise, especificamente o canal fluvial no médio curso do rio Teles Pires. Contudo, as ações antropogênicas também corroboram com alteração do meio físico.

Os fatores morfológicos e os agentes integrantes (água, solo e rocha) moldam os canais fluviais. A morfoestrutura contribui com o modelado terrestre, sendo a água grande responsável em modificar e esculpturar a paisagem (LORANDI e CANÇADO, 2002; ALLAN e CASTILLO, 2007); enquanto, a composição granulométrica do solo é responsável pela estabilidade dos agregados (LORANDI e CANÇADO, 2002).

A litologia também desempenha um papel importante na dinâmica dos rios, o aparecimento do substrato rochoso influencia, por exemplo, no tipo de fluxo encachoeirado ou com corredeiras. Diferentes estruturas basais passaram por mudanças, devido ao intemperismo, influenciando na classificação espacial e nos processos de erosão, transporte e deposição (LORANDI e CANÇADO, 2002). A estrutura geológica, também, é responsável pelos tipos de solos influenciando nas formas de relevo (BOTELHO e SILVA, 2014).

O fator clima é responsável pela dinâmica externa da superfície terrestre, é um fator decisivo para o ciclo hidrológico e erosivo, no desenvolvimento, reprodução e distribuição dos organismos (SUGUIO, 2003).

Ressalta-se que os desmatamentos ocasionados em áreas urbanas e rurais são incisivos nas variações das condições climáticas, uma vez que a vegetação auxilia no controle da temperatura e umidade, bem como melhora a ventilação (GARCEZ e ALVAREZ, 1988; MEYBECK et al., 1996; LORANDI e CANÇADO, 2002; MONTGOMERY e BOLTON, 2003; ALLAN e CASTILLO, 2007).

Pode-se afirmar que a urbanização influencia diretamente o clima, e as alterações climáticas refletem sobre a qualidade de vida da população. As mudanças ocorridas no ambiente comprometem o clima local e regional, principalmente nas bacias hidrográficas. Essas ações, no início, são imperceptíveis e com o tempo tornam-se, perceptíveis, modificando compassivamente os atributos climáticos antecedentes. Todavia, compete ressaltar que as consequências em macro escala serão percebidas ao logo prazo com os problemas de ordem ambiental eminente, como: enchentes, ilhas de calor, poluição hídrica e dentre outras (LORANDI e CANÇADO, 2002).

A vegetação é outro fator importante para controlar os processos erosivos. Os efeitos benéficos estão voltados aos efeitos espaciais da cobertura vegetal na energia cinética da chuva, o seu papel na formação do húmus. A inexistência da cobertura vegetal, afeta a estabilidade e o teor de agregados no solo (LORANDI e CANÇADO, 2002).

A vegetação na superfície da vertente estabiliza o solo com suas raízes e reduz a quantidade de sedimentos nos cursos d'água (HOOKE, 1979; ALLAN e CASTILLO, 2007; BRITO et al., 2009).

Teoricamente, quanto maior a área vegetal, menor será o escoamento superficial, e também será menor o efeito respingo das gotas de chuva, o que diminui o impacto da precipitação atmosférica sobre o solo, logo haverá redução da remoção dos sedimentos e maior infiltração (GARCEZ e ALVAREZ, 1988; MEYBECK et al., 1996; LORANDI e CANÇADO, 2002). O escoamento superficial aumentará expressivamente o volume de água e sedimentos nos canais fluviais no período chuvoso (BOTELHO e SILVA, 2014).

A cobertura vegetal em termos, é um fator sensível, pois sofre com as alterações naturais e especialmente com as ações antropogênicas (SOUZA e ALMEIDA, 2015). Nesse entendimento, os autores relacionam a importância da cobertura vegetal, pois as modificações recorrentes influenciam diretamente o escoamento superficial, considerada como uma variável modificante ao longo do tempo. A retirada da cobertura vegetal é uma das principais implicações antropogênicas no sistema fluvial, pois essa prática desequilibra a estrutura física, o funcionamento ecológico e altera a quantidade e qualidade da água (AZEVEDO et al., 2016).

Assim, o primeiro capítulo teve como objetivo caracterizar os fatores geoambientais, bem como apresentar os parâmetros morfométricos e fisiográficos do médio curso do rio Teles Pires.

1.1 METODOLOGIA

1.1.1 Levantamento bibliográfico e diagnóstico geoambiental

A pesquisa bibliográfica ocorreu a partir de análise de relatórios, livros, teses, dissertações e artigos científicos (LAKATOS e MARCONI, 2007).

Também foram realizados levantamentos de dados dos mapeamentos produzidos por órgãos e projetos públicos como: Programa de Integração Nacional – RADAMBRASIL (1980), Secretaria de Planejamento e Gestão - SEPLAN/MT (em vários anos), Secretaria de Meio Ambiente - SEMA/MT, Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária – EMBRAPA, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Agência Nacional de Águas – ANA, e portal HidroWEB, ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Essas consultas são referentes aos elementos ambientais que compõem a paisagem (i.e. estrutura geológica, relevo, vegetação, solo, clima e hidrografia).

Os dados da precipitação foram consultados e compilados do site Instituto Nacional de Meteorologia - INMET da estação meteorológica de Matupá e Gleba Celeste. Em que: a temperatura máxima é medida às 00 UTC do dia; a temperatura mínima, às 12 UTC do dia e a chuva representa o acumulado das últimas 24h, sendo medida às 12 UTC (INMET, 2017).

1.1.2 Confeção dos mapas

Para a confecção dos mapas de drenagem da bacia utilizou-se como material básico a Carta Geomorfométrica - Modelo MDE do banco de dados Geomorfométricos-Topodata, com processamento de dados altimétricos SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) escala de 1:250.000, disponível no site do INPE.

Para a delimitação da bacia também foi utilizado o software ArcGis 10.1 Student, onde foram definidos todos os cursos de água e sua hierarquia. Pequenas correções foram feitas utilizando imagens de alta resolução do Google Earth (2015).

Os mapas da caracterização dos elementos ambientais (geologia, relevo, solo e vegetação) foram realizados por meio da compilação das informações disponibilizadas do livro Atlas de Mato Grosso da Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso - SEPLAN (2011). Esses mapas foram georreferenciados e a partir deles foram vetorizados as informações da área de estudos utilizando software ArcGis 10.1

1.1.3 Morfometria

Na cálculos do gradiente altimétrico foi utilizada a Equação 1 proposta por Machado e Torres (2012):

$$G = (h_{\max} - h_{\min})/C \text{ (Equação 1),}$$

Onde:

G = Gradiente altimétrico

h_{\max} = Maior elevação do canal

h_{\min} = Menor elevação do canal

C = Comprimento do canal ou trecho considerado

Para amplitude altimétrica (H) foi utilizada a Equação 2 proposta primeiramente por Schumm (1956 apud CHRISTOFOLETTI, 1980):

$$(H) = AM - Am \text{ (Equação 2),}$$

Onde:

H = Amplitude altimétrica

AM = Maior altitude da bacia

Am = Menor altitude da bacia

A largura média da bacia (L_m), foi obtida utilizando a Equação 3 proposta por Villela e Mattos (1975):

$$(L_m) = A/C \text{ (Equação 3),}$$

Onde:

A = Área da bacia

C = Maior comprimento da bacia (seguindo o canal principal)

A densidade de drenagem foi inicialmente discutida por Horton (1945) e modificada pela proposta de Christofolletti (1980), utilizando a Equação 4:

$$(D_d) = L_t/A \text{ (Equação 4),}$$

Onde:

D_d = Densidade de drenagem (km/km^2)

L_t = Comprimento total de todos os canais (km)

A = Área da bacia (km^2)

Para identificar a densidade de rios da bacia hidrográfica, foi utilizada a Equação 5 definida por Horton (1945).

$$(D_r) = N/A \text{ (Equação 5),}$$

Onde:

D_r = Densidade de rios

N = Número total de canais

A = Área da bacia considerada

A forma da bacia foi determinada adotando-se a Equação 6 de Miller (1953, apud CHRISTOFOLETTI, 1980), que leva em consideração o Índice de Circularidade.

$$(Ic) = A/Ac \text{ (Equação 6),}$$

Onde:

Ic = Índice de circularidade

A = Área da bacia considerada

Ac = Área do círculo de perímetro igual à da bacia considerada

Para o índice de rugosidade foi utilizada a Equação 7 proposta inicialmente por Melton (1957) e modificada por Christofolletti (1980):

$$Ir = H \times Dd \text{ (Equação 7),}$$

Onde:

Ir = Índice de rugosidade

H = Amplitude altimétrica

Dd = Densidade de drenagem

1.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A relação dos fatores geoambientais é importante para compreender a interdependência dos fatores naturais (geologia, relevo, vegetação, clima, solo e hidrografia) e seu papel na formação e morfologia do canal. A ação integrada correlacionada com o tipo de uso é determinante para diagnosticar uma unidade de análise.

1.2.1 Geologia

De acordo com o relatório do Projeto RADAMBRASIL (1980), no médio curso da bacia hidrográfica do rio Teles Pires, correspondente ao trecho estudado, pode-se identificar duas grandes unidades basais: o Complexo Xingu e as Coberturas sedimentares Proterozóicas. Elas estão recobertas pelas coberturas detritos-lateríticas ferroginosas e os depósitos aluvionares mais jovens.

1.2.1.1 Complexo Xingu

O complexo do Xingu é a unidade mais antiga na litoestratigrafia. O complexo é uma unidade polimetamórfica, correspondente as rochas (falhadas ou dobradas) bastante

transformadas e não deformadas, na área de estudo. Podem-se registrar várias camadas litoestratigráficas que possibilitam sua separação em formações. Suas rochas são as mais distribuídas na área estudada. Constituindo-se por rochas intensamente metamorizadas, predominando as de composição graníticas: adamelítica (quartzo-monzonítica) como granitoides, migmatitos e gnaisses fortemente cataclasados e milonitizados, além de quartzo dioritos e xistos. Essas rochas estão orientadas em feições lineares de direção ONO-ESE, formando parte do Alto Estrutural Jurueña-Teles Pires (BRASIL, 1980) (Figura 5).

A principal faixa de registros dos polimetamorfitos do Complexo do Xingu está localizada nas direções ONO-ESE, que percorre até o leste do médio curso do Teles Pires e avança até o rio Arinos (BRASIL, 1980).

Na área de estudo, o Complexo Xingu está representado pelas rochas do Grupo Uatumã as quais resultaram do magmatismo plutono-vulcânico ocorrido no Paleoproterozóico, derivando a formação de corpos intrusivos (suítes) que penetram as rochas vulcânicas. O Complexo Xingu foi subdividido por Silva et al. (1974, apud BRASIL, 1980) em três unidades, das quais afloram, na área da bacia hidrográfica analisada:

(a) Grupo Iriri conforme CPRM (2004) possui 1.781 a 1.786 Ma de datação. É composto por rochas vulcânicas ácidas a intermediárias (como riolitos, riolacitos, tufo e grauvacas, que resultaram de derrames félsicos) e depósitos piroclásticos, em associação com rochas sedimentares (arenitos, folhelhos, argilitos, conglomerados polimícticos e siltitos). Esta formação recobre o Complexo Xingu sendo penetra aos Granitos Teles Pires. Tanto em Lacerda Filho et al. (2004) como no relatório do JGP (2009) essas rochas vulcânicas estão inclusas no Grupo Colíder.

As rochas graníticas foram registradas no leito do rio Teles Pires desde a nascente até a confluência com o rio Apiacás, o que contribuiu com o aparecimento de cachoeiras e corredeiras. Nessa perspectiva, todo o trecho em estudo no médio curso do rio do Teles Pires apresenta essa formação rochosa no seu canal e com formação de corredeiras (BRASIL, 1980).

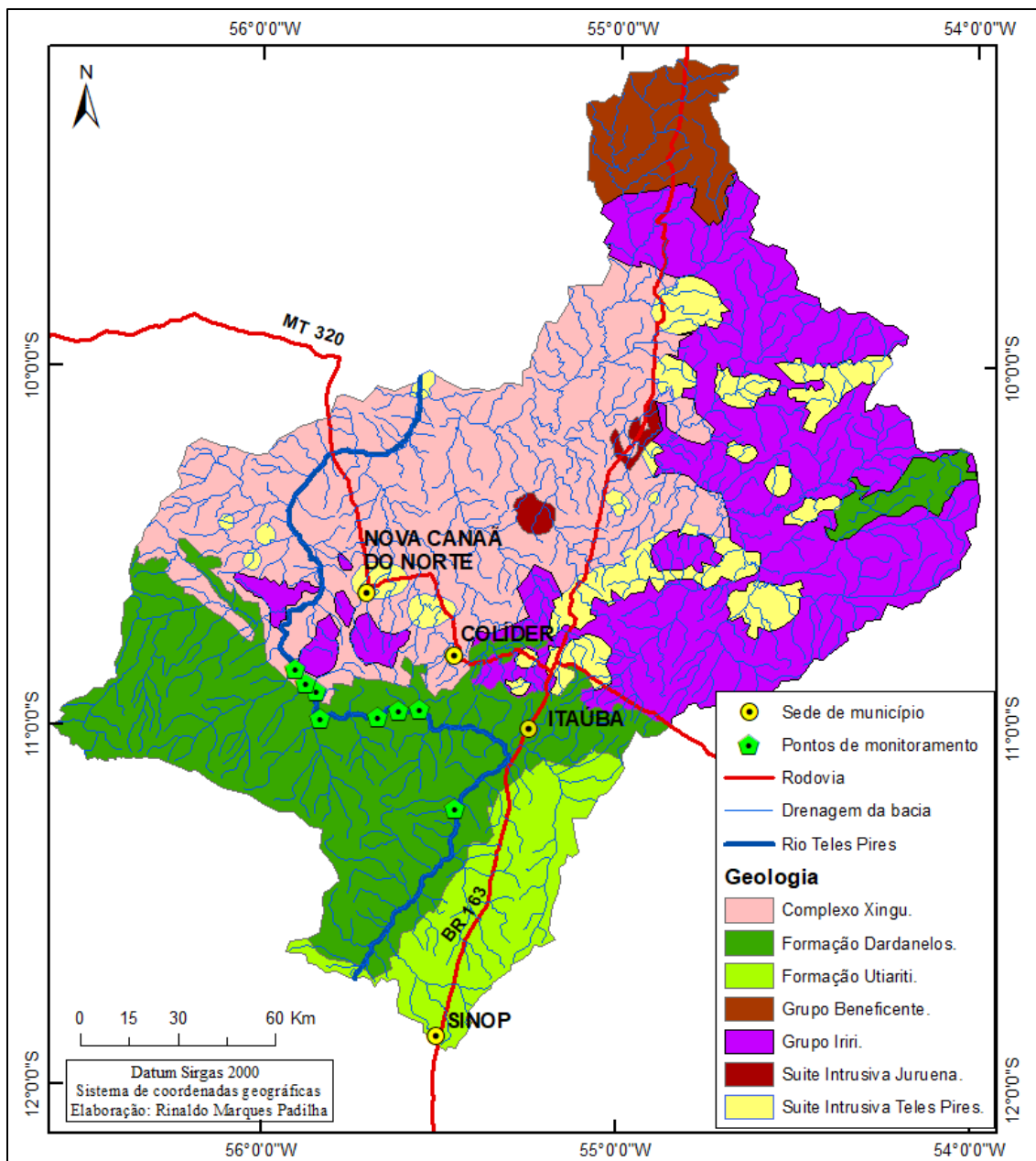


Figura 5. Formação geológica no médio curso do rio Teles Pires

Fonte: Adaptado Camargo (2011)

(b) Granitos Teles Pires (Suíte Intrusiva Teles Pires ou Suíte vulcano-plutônica Teles Pires): com estes termos se agrupam corpos intrusivos subvulcânicos circulares com intensa atividade erosiva, associados ao vulcanismo ácido Iriri, que penetram às rochas vulcânicas do Grupo Colíder. Grande ocorrência no Alto e Médio curso do rio Teles Pires. Trata-se de uma ampla diversidade de granitoides de coloração róseo-avermelhado a vermelho-tijolo, com granulação média a grossa na forma de corpos subcirculares a elipsoidais (batólitos e stocks), como muitas vezes associados a rochas vulcânicas, que ocorrem no norte do estado de Mato Grosso, entre as bacias paleozoicas

do Parecis (a sul) e Alto Tapajós (ao norte). De acordo com CPRM (2004), a sua idade é de 1757 Ma. Destaca-se ainda a grande ocorrência no município de Colíder de blocos e matacões de granito (BRASIL, 1980).

No relatório do JGP (2009), os Granitos Teles Pires são associados ao Domínio Roosevelt-Juruena, um sistema de arcos magmáticos e bacias sedimentares associadas. Cabe destacar que os granitos Teles Pires da região de Nova Santa Helena se apresentam como granitos a sienogranitos com textura equigranular média a grossa e conteúdo de biotita inferior a 5% (PRADO et al., 2013).

Paralelamente, pelo fato das suas rochas graníticas apresentarem menor alteração daquelas típicas dos Granitos Teles Pires, na área tem sido distinguida a chamada Suíte Nova Canaã que resultou de um magmatismo alcalino, potássico, estando composta por monzogranitos e sienogranitos rosados, médios a muito grossos, de natureza alcalina, com diques de diabásio (cinza-escuros a esverdeados com bordas foliadas) e diorito cinza-claros (FRASCA e BORGES, 2005).

Na área de estudo as coberturas sedimentares estão representadas pelas formações Dardanelos (dominante) e Araguaia do grupo Caiabis:

(a) Formação Dardanelos localiza-se ao sul dos demais conjuntos geológicos que compõem o Cráton Amazônico, esta formação foi originalmente descrita por Almeida e Nogueira (1959). Aflora em um chapadão limitado por escarpas de erosão ou de falha, conhecido como Serra do Dardanelos, de cotas entre 200 e 500 m. De acordo Issler (1974; 1977 apud BRASIL, 1980) a Formação Dardanelos registra encadeamento de coberturas sedimentares Mesocenozóicas.

Segundo Frasca e Borges (2005), o topo da formação está composto por arenitos vermelhos (argilosos e arcossianos) de cor cinza, médios a grossos, com grãos de quartzo subangulosos a subarredondados e intercalações de conglomerado, sem evidências de metamorfismo regional (BRASIL, 1980). Porém, com sills de basalto pertencentes à Formação Arinos. A sua origem é transgressivo-regressiva, com planos paralelos e estratificação cruzada (isto último indica a influência de ondas de tempestade na sua gênese). Almeida (1974 apud BRASIL, 1980) pondera que a Formação Dardanelos é um conjunto de rochas vulcanossedimentar, pertencente ao Grupo Uatumã na época vulcânica.

De acordo com o Projeto Radambrasil (1980) a formação ainda é composta de conglomerados, que registra a ocorrência de siltitos e argilitos. Essas intercalações situam-se no interflúvio do rio Juruena e Teles Pires, sendo depositados no Graben do

Caibis (BRASIL, 1980). A base litológica clástica que sustentam a Formação Dardanelos são a chapada Dardanelos e a serra Caiabis.

(b) Formação Araguaia aflora apenas na periferia da cidade de Itaúba e está constituída por sedimentos arenosos com intercalações de siltitos argilosos, formando conglomerados basais grosseiros (com seixos angulosos e subarredondados de arenito, ortoquartzito e, em menor proporção, de granoitoides) seguidos por siltes e areias siltosas mal estratificadas e de cores variadas. Esta formação foi depositada sobre as rochas efusivas das formações Iriri e Dardanelos. No relatório do projeto RADAMBRASIL a idade desta formação é atribuída ao Terciário Superior (BRASIL, 1980).

1.2.1.2 Coberturas Detritos-lateríticas Ferroginosas

Frequentemente presente nos topos dos interflúvios da bacia do rio Teles Pires, as Coberturas Detritos-lateríticas Ferroginosas resultam de alteração intempérica de quase todas as unidades geológicas e são constituídas por concreções ferruginosas, níveis de cascalhos e horizontes mosqueados (CPRM, 2004). As referidas coberturas acontecem preferencialmente sobre as rochas da Formação Dardanelos (onde sustentam os platôs das porções mais elevadas da Chapada homônima, bem como da Serra dos Caiabis) e na porção centro-leste, sobre as rochas do Grupo Roosevelt (BRASIL, 1980; CPRM, 2004).

A sua origem é associada a um ambiente com alternância de climas úmido e semiárido, onde os arenitos originais passam a ser ferruginosos, avermelhados a amarelados, por vezes arroxeados, de aspecto nodular, excepcionalmente vesicular, que dão lugar ao horizonte mosqueado areno-argiloso com grãos de quartzo soldados por cimento ferruginoso, contendo concreções limoníticas e/ou hematíticas e pisolíticas (BRASIL, 1980; CPRM, 2004).

1.2.1.3 Depósitos Aluvionares

Os depósitos de aluviões estão constituídos por sedimentos arenosos, síltico-argilosos e conglomeráticos, de terraços atuais e antigos (cotas topográficas mais elevadas do que a das aluviões recentes) das planícies de inundação de rios e córregos, especialmente do rio Teles Pires, onde formam amplas planícies com terraços em alguns trechos (BRASIL, 1980).

1.2.2 Relevo

Alguns fatores foram determinantes na morfologia da bacia hidrográfica do rio Teles Pires. Durante milhões de anos de evolução do relevo na região, a relação da diferencial da tectônica estrutural e das condições climáticas originaram as características morfoestruturais e morfoesculturais. No trecho estudado, apresenta-se compartimento topográfico com estruturas e litologias diferenciadas que determinam as unidades geomorfológicas derivadas de processos de pediplanação ocorridas no Pós-Cretáceo, entre o Plioceno, início e final do Pleistoceno, quando foram retrabalhadas (pela fase erosiva de pediplanação neopleistocénica) as superfícies anteriormente aplainadas (BRASIL, 1980).

Em decorrência das formas do relevo os rios do norte do estado nascem em área de planalto e percorrem depressões apresentando corredeiras e cachoeiras (MENDES, 2015). com base na compartimentação e classificação do relevo geradas no Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1980), bem como as informações contidas no Programa de Desenvolvimento Agroambiental do Estado do Mato Grosso – PRODEAGRO (SEPLAN, 2001), pode-se caracterizar o relevo da área, a partir das seguintes unidades: Planaltos Residuais do Norte Mato-grossense, Planalto dos Parecis, Chapada do Cachimbo, Serra dos Caiabis, Depressão do Norte Mato-grossense, Áreas de Acumulação Inundáveis (Figura 6).

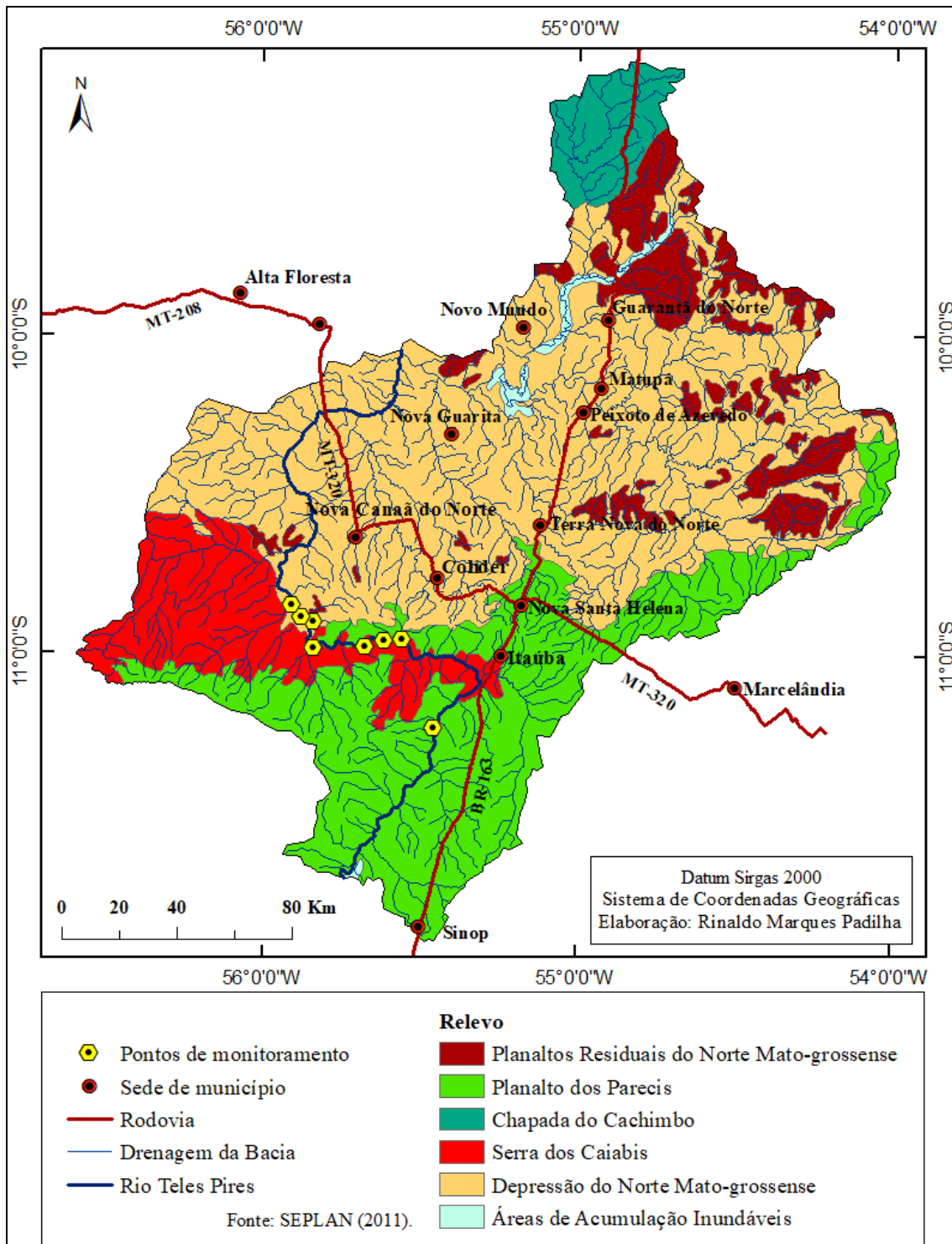


Figura 6. Tipos de formas do relevo no médio curso do rio Teles Pires
Fonte: Adaptado de Camargo (2011)

1.2.2.1 Planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso

Essa unidade corresponde ao que Boaventura (1974, apud BRASIL, 1980) e alguns autores posteriores chamaram de Serras e Chapadas do Cachimbo (hoje inclui, também, a Chapada de Dardanelos e a Serra dos Caiabis). A área caracteriza-se por vários blocos

residuais de arenitos e demais rochas magmáticas da era Pré-Cambiana, resultante do processo erosivo (MENDES, 2015).

O principal representante dessa unidade é a Chapada de Dardanelos (um planalto sedimentar com camadas sub-horizontais constituídas, na área de estudo, por arenitos ortoquartzíticos e arcoseos da formação Dardanelos, com superfícies tabulares alongadas) (BRASIL, 1980).

Tanto nos topos desses relevos como nas suas vertentes (quando de pouca declividade) aparecem matacões em blocos isolados ou em grupos, enquanto no sopé ocorrem depósitos de pedimento, principalmente arenosos. Ambos os depósitos foram formados em ambientes erosivos relacionados a climas com duas estações e período seco prolongado, ou seja, semiárido (BRASIL, 1980).

1.2.2.2 Planalto dos Parecis

Planalto contínuo e relativamente homogêneo, formado sobre coberturas sedimentares de plataforma (derrames vulcânicos do Cretáceo, com recobrimento descontinuado de detritos finos do Terciário), onde predominam as formas tabulares dissecadas resultantes de diversos ciclos erosivos. A altitude e a intensidade da dissecação aumentam de leste para oeste desde 350 a 400 m (BRASIL, 1980).

A Depressão Norte Mato-grossense em contato com o Planalto dos Parecis estabelece uma reentrância na borda do planalto, justamente no médio curso do rio Teles Pires, no trecho estudado, alterando a direção do fluxo de sudoeste-nordeste para leste-oeste. A região é composta de arenitos da Formação Dardanelos e rochas vulcânicas da Formação Iriri, com distribuição da vegetação de contato Savana/Floresta (BRASIL, 1980; CAMARGO, 2011).

As margens do rio Teles Pires para oeste, o planalto é constituído por rochas permocarboníferas do arenito da Fazenda Casa Branca. A direção norte-leste, apresenta uma diferenciação litológica. A formação permocarbonífera recobre parcialmente os sedimentos pré-cambrianos da Formação Dardanelos, uma vez que sobressai partes das rochas vulcânicas da Formação Iriri na borda norte, imergindo nas composições dos cascalhos, areias, siltes e argilas terciárias da Formação Araguaia (BRASIL, 1980).

Vale ressaltar que o Planalto dos Parecis no trecho estudado, obedece a uma morfoescultura da pediplanada pós-terciária, provavelmente no sentido reverso, onde a

drenagem do rio Juruena e Teles Pires desempenhou um importante função no recuo das cabeceiras e no transporte dos sedimentos erodidos (BRASIL, 1980).

Essa mudança no grau de dissecação fez com que no relatório do projeto RADAMBRASIL fossem identificadas duas secções no relevo (separadas pelo rio Teles Pires):

(a) Secção Teles Pires-Xingu: na área estudada, está representada no município de Itaúba e parte de Nova Santa Helena. Seu relevo se caracteriza pela presença de formas tabulares dissecadas muito amplas e suaves (formadas em sedimentos da formação Araguaia e em menor proporção vulcânicas da formação Iriri), provocando uma grande extensão dos interflúvios entre rios cujos vales são geralmente de fundo plano como o do rio Renato.

Esta parte do planalto apresenta a borda norte muito recortada pela erosão, deixando isolados fragmentos do planalto na forma de relevos tabulares com bordas erosivas, os quais receberam o nome de Serra Formosa.

(b) Teles-Pires-Aripuanã: com homogeneidade topográfica e dissecação tabular, porém com maior grau de dissecação, na forma de superfícies erosivas isoladas com topo convexo ou aguçado formadas sobre sedimentos areníticos da formação Dardanelos e rochas vulcânicas da formação Iriri (BRASIL, 1980).

De acordo com Bias et al. (2006) o rio Teles Pires pode ser distinguindo por 3 (três) domínios. O primeiro compreende a nascente e o alto curso do rio Teles Pires, neste trecho o rio exerce alta energia devido o processo erosivo e naturalmente a dissecação do relevo (vales em formas de V). O segundo domínio o Alto Estrutural Juruena-Teles Pires abrange o médio curso do rio. Esse foi soerguido por eventos tectônicos, enquanto os outros dois domínios foram rebaixados. Possui altitude média de 250 m, com relevo suave ondulado. E o terceiro domínio representa o baixo curso do rio Teles Pires e a formação do rio Tapajós (Teles Pires + Juruena = Tapajós). A altitude é inferior a 200 m, área de deposição e sedimentação formando a planície amazônica (Figura 7).

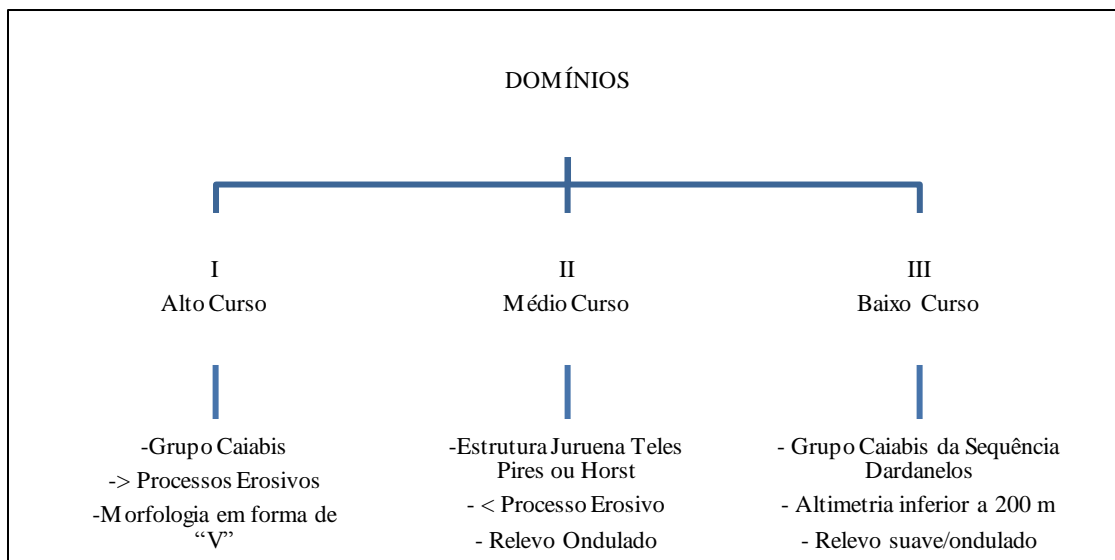


Figura 7. Processo estrutural e dinâmica do relevo da bacia hidrográfica rio Tele Pires
 Fonte: adaptado de Bias et al. (2006)

1.2.2.3 Depressão Norte Mato-grossense

Superfície rebaixada e aplainada de grande extensão que compõe o piso regional do relevo, separando o Planalto dos Parecis da Serra dos Caiabis e da Chapada de Dardanelos (no setor meridional), e estes dois últimos do Planalto de Apiacás - Sucurundi e da Serra e Chapada de Cachimbo (no setentrional) (BRASIL, 1980).

Nessa depressão, cuja abertura ocorreu por processos erosivos, a drenagem é pouco aprofundada e o grau da dissecação é muito variado (dependendo da litologia), apresentam-se, desde formas dissecadas com topos tabulares conservados, delimitadas por escarpas erosivas ou de falha, até morros e serras residuais dissecadas de topo convexo, que formam parte da unidade Planaltos Residuais do Norte do Mato Grosso (BRASIL, 1980).

Os processos erosivos atuaram tanto sobre os granitos e gnaisses pré-cambrianos do Complexo Xingu como sobre as rochas vulcânicas da Formação Iriri, favorecendo a pediplanação em condições de alternância de climas úmido e semiárido como evidenciado pelos numerosos morros alongados com blocos *in situ* ou rolados, matacões e depósitos de sopé. Os blocos são fragmentos rochosos arredondados, associados a grãos grossos de quartzo e feldspato desagregados que formam uma cobertura típica nas áreas de ocorrência desta unidade (BRASIL, 1980).

Por isso o predomínio de altitudes entre 200 e 350 m, mesmo que localmente existem muitos pontos com cotas entre 400 e 500 m, ocorrem tanto nas serras e colinas

de topo aplainado que compõem os Planaltos Residuais do Norte do Mato Grosso (esculpidos em rochas das coberturas sedimentares proterozóicas representadas pela Dardanelos) como em morros isolados de topos convexos (formados nos granitoides Teles Pires e em rochas subvulcânicas do Grupo Colíder) (BRASIL, 1980).

Nas encostas destes morros aparecem numerosas matacões de variados tamanhos, comprovados em campo, geralmente graníticos. Paralelamente, nas pequenas planícies fluviais dos tributários do rio Teles Pires, bem como na planície principal deste rio, as altitudes são inferiores a 200 m (a declividade diminui na direção da confluência do Teles Pires com o Juruena).

No trecho em estudo no médio curso do rio Teles Pires, na margem direita para leste, a superfície é rebaixada com blocos mais protuberante da serra do Cachimbo e frontalmente recortada da serra Formosa (Planalto dos Parecis) resultando em morfologia residual.

1.2.2.4 Hipsometria

O médio curso do rio Teles Pires apresenta variação hipsométrica entre 680 a 200 m de altitude (Figura 8).

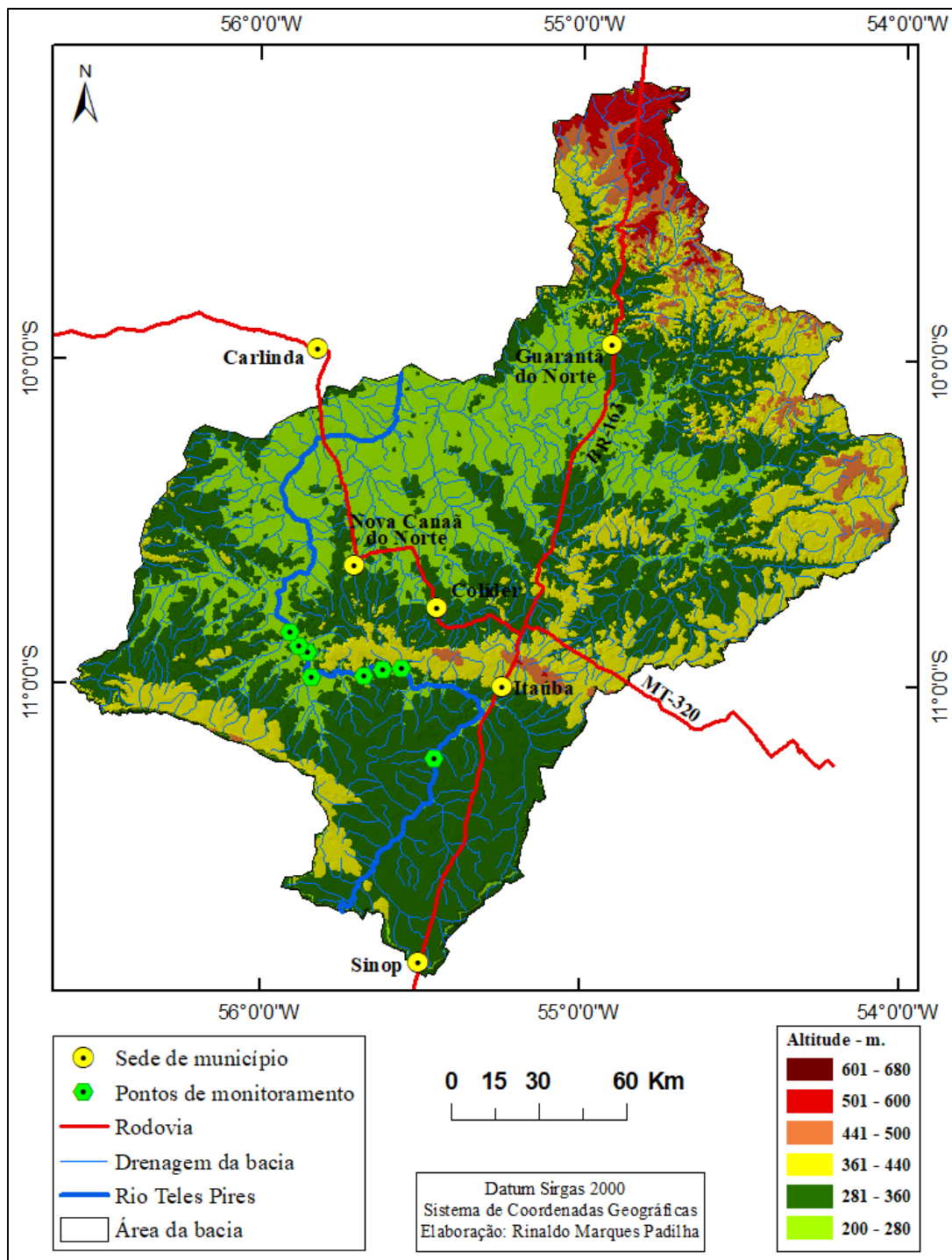


Figura 8. Hipsometria no médio curso do rio Teles Pires

1.2.3 Solos

O solo depende dos ciclos da natureza para sua formação e desempenha papel importante na regulação do ciclo hidrológico (MELLO, 2013). No trecho estudado da bacia hidrográfica do rio Teles Pires podem-se identificar, com base na reclassificação da

EMBRAPA (2013), diferentes classes de solos, distribuídos sobre as diferentes unidades de relevo anteriormente caracterizadas.

Na Depressão Norte Mato-grossense predominam os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Figura 9). Esta classe de solo aparece, também, na superfície dos relevos residuais dissecados com topos de forma convexa formados sobre granitoides (em cujos topos se apresentam com tonalidade avermelhada, ricos em concreções ferruginosas, enquanto nas vertentes e o sopé, a tonalidade é amarelada e a textura mais arenosa, resultante da sua formação sobre coluviões e aluviões) (BRASIL, 1980).

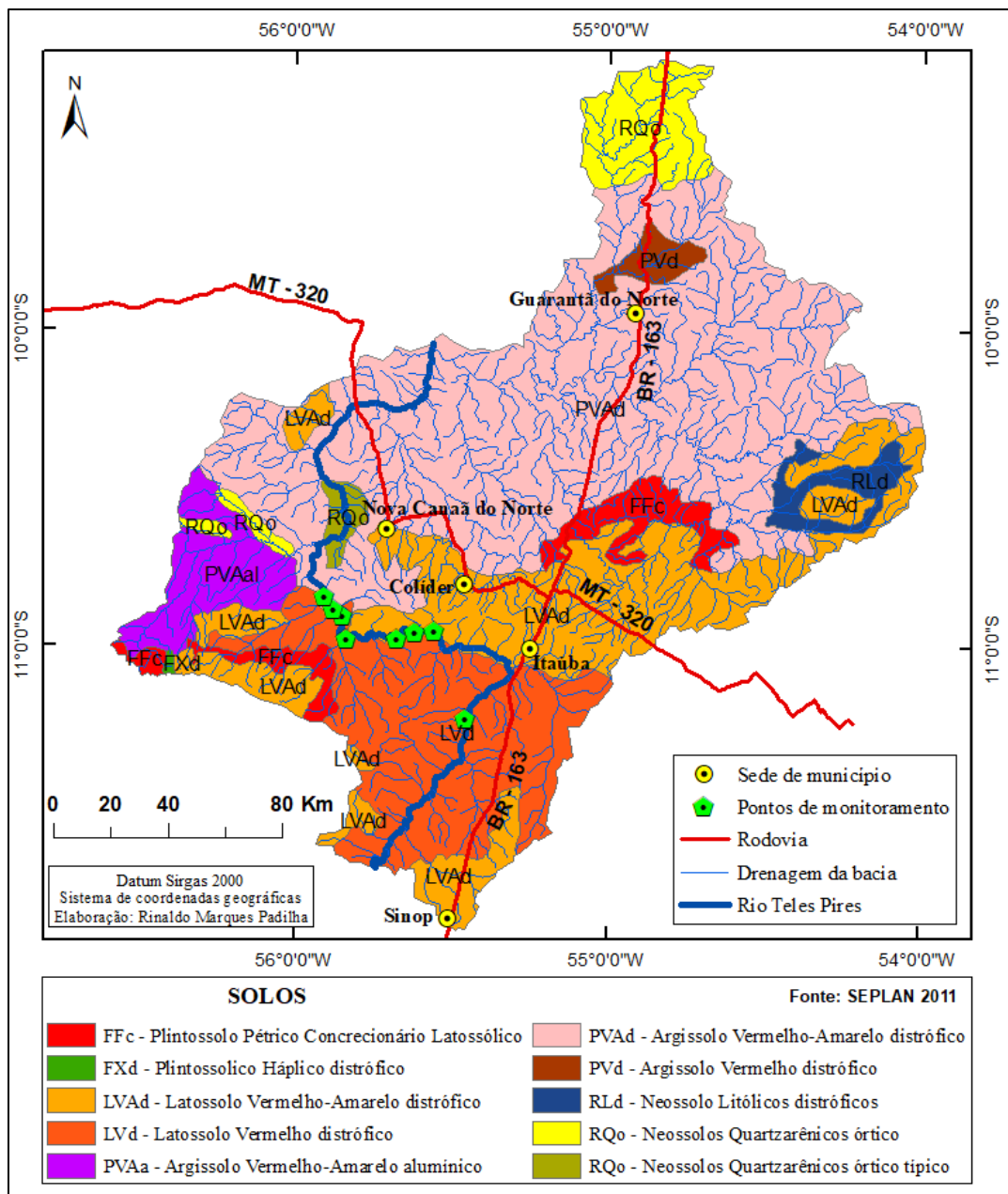


Figura 9. Classificação dos solos no médio curso do rio Teles Pires
Fonte: Adaptado de Camargo (2011)

Na superfície dissecada da Chapada dos Dardanelos predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, seguido do Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Porém, localmente aparecem manchas de Latossolo Concrecionário Distrófico. E em processo de formação o solo Neossolo Litólico Eutrófico.

Na parte do Planalto dos Parecis correspondente aos municípios de Itaúba e Nova Santa Helena são encontrados Latossolos Vermelho-Amarelos Distrófico. Enquanto no setor do planalto localizado a oeste do rio Teles Pires também aparece o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, bem como o Latossolo Concrecionário Distrófico, com pequena distribuição. Neste setor, a parte ocupada pela borda setentrional do planalto apresenta Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Na área de estudo da mesma forma aparecem, localmente, manchas de Neossolo Quartzarênico Distrófico, nas planícies aluviais, Latossolo Concrecionário Distrófico.

1.2.3.1 Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

São solos intemperizados (MELLO, 2013). Formado sobre rochas ígneas intrusivas e efusivas (material de origem), não hidromórficos, constituídos por material mineral, com horizontes A, B e C. Distribuídos em textura que oscila entre arenosa e argilosa (no horizonte A) e mediana a muito argilosa (no horizonte B, o qual se encontra logo após do horizonte superficial, exceto o hístico) (EMBRAPA, 2013). Isto explica que, quando molhados, se apresentam plásticos, nos dois horizontes A e B.

No solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico a profundidade é muito variável, apresentando cores avermelhadas ou amareladas (mais raramente, brunadas ou acinzentadas). O referido solo mostra um pH variável (desde fortemente ácido a moderadamente ácido), enquanto a drenagem também é variável (desde forte a imperfeita). Este solo aparece em áreas de relevo diverso: desde plano até fortemente ondulado, sendo as rochas ígneas intrusivas e efusivas seu material de origem.

1.2.3.2 Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico

Solos originados a partir de variados tipos de rochas e sedimentos, sob condições climáticas caracterizadas pela existência de uma estação de seca prolongada. Aparecem geralmente em relevo plano a suavemente ondulado, sobre antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos (EMBRAPA, 2013).

Constituídos por material mineral, são solos não hidromórficos, profundos, geralmente bem drenados e porosos, de estrutura granular. Seu horizonte B, latossólico e de espessura contínua, surge imediatamente abaixo do horizonte A. Nos primeiros 2,0 a 3,0 m possui estrutura de bloco maciço, muito poroso. O elevado intemperismo explica que sejam solos muito ácidos com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos (EMBRAPA, 2013).

1.2.3.3 Neossolo Quartzarênico Distrófico

O Neossolo são solos novos pouco desenvolvido pedogeneticamente, e estão em via de formação (BORTOLUZZI e PETRY, 2008; MELLO, 2013). De acordo com Embrapa (2013), esta classe de solos compreende aqueles constituídos por material mineral (ou por material orgânico) onde não aparecem alterações expressivas do material de origem, fato que pode ser explicado pelas próprias características do material (composição mineralógica resistente ao intemperismo) ou pela influência de outros fatores pedogenéticos que tem interferido negativamente na evolução (como o clima, o relevo, ou o tempo de evolução). Esses solos são caracterizados pela textura arenosa em todos os seus horizontes, sendo que 95% das areia (grossa e fina) provenientes do quartzo. Padilha (2017) destaca sua presença no médio curso do rio Corgão (município de Nova Canaã do Norte).

Segundo o autor supracitado, o Neossolo Quartzarênico Distrófico pode apresentar diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo horizonte O, com menos de 20 cm de espessura quando sobrejacente à rocha, ou horizonte A húmico ou proeminente, com mais de 50 cm quando sobrejacente à camada R, C ou Cr. Alguns solos podem ainda apresentar horizonte B, mas com insuficiência de requisitos (espessura muito pequena, por exemplo) para caracterizar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2013).

1.2.3.4 Latossolo Concrecionário Distrófico

São solos com evolução bastante avançada (BORTOLUZZI e PETRY, 2008; MELLO, 2013). Solos minerais fortemente ácidos, formados pelas depressões do terreno (áreas de várzeas ou planas a suave onduladas) onde existe restrição à percolação da água (excesso temporário de umidade com alagamento ou encharcamento periódico), o que explica que sejam imperfeitamente ou mal drenados e que apresentem horizonte plúntico (EMBRAPA, 2013).

Apresentam muitas vezes horizonte B textural que aparece sobre o horizonte plântico, ou coincidente com ele (ou com o horizonte concrecionário). Segundo Embrapa (2013), nestes solos predominam as cores pálidas com ou sem mosqueados alaranjados a vermelhos, ou coloração variegada, acima do horizonte diagnóstico (plântico, concrecionário ou litoplântico).

Cabe destacar que aqueles Plintossolos com horizonte concrecionário ocupam posições mais elevadas em relação aos de horizonte plântico e apresentam melhor drenagem, pois são oriundos da significativa plintização e caracterizam-se pela presença de ferro formando as concreções ferruginosas, as plintitas (EMBRAPA, 2013; MELLO, 2013).

1.2.4 Cobertura vegetal original

O levantamento da vegetação no médio curso do rio Teles Pires foi realizada no projeto Radambrasil e atlas do SEPLAN. De acordo com Brasil (1980), as formações de vegetação natural predominantes na área da Depressão Norte Mato-grossense correspondente ao trecho estudado são:

(a) Floresta Ombrófila Aberta Submontana com cipó: distribuída especialmente nos municípios de Colíder e Nova Canaã (incluindo a Chapada dos Dardanelos), apresenta uma grande riqueza de espécies, com elevada densidade de indivíduos arbóreos por hectare (dominando as plantas fanerófitas ombrófilas e as lianas lenhosas).

Dentre as espécies arbóreas destacam-se: Peroba (*Aspidosperma* sp.), Mogno (*Swietenia macrophylla*), Carapanaúba (*Aspidosperma carapanauba*); Breu-manga (*Tetragastris altissima*), Cumaru (*Coumarouma odorata*), Envira-preta (*Xilopia poeppigiana*), Cedro-branco (*Cedrela* sp.), Marupá (*Simaruba amara*), Mututi (*Pterocarpus* sp.), Quarubatinga (*Vochysia guianensis*), Quinarana (*Geissospermum sericeum*), Angelim-pedra (*Dinizia excelsa*), Canela (*Ocotea spixiana*), e Uxirana (*Saccoglothis guianensis*) (LOUREIRO et al., 1980).

Nas lianas se destacam espécies como Cipó-cruz (*Chicocca brachiata*), Cipó-de-sangue (*Machaerium guinata*), Cipó-de-leite (*Allamanda catartica*), Rabo-de-camelão (*Buettneria* sp.) e Cipó-de-fogo (*Cissus erosa*).

(b) Floresta Ombrófila Densa Submontana dossel emergente é distribuída ao sul do município de Colíder e na parte oeste dos municípios de Itaúba e Nova Santa Helena, nas bordas da Chapada dos Dardanelos e o Planalto do Parecis, na Serra Formosa, bem como

nas planícies aluviais. No relatório do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1980) a floresta é diferenciada em duas formações: Aluvial (com cipós, musáceas, epífitas, orquideáceas e pteridófitas muito frequentes) e Submontana.

Esta última está constituída por grande número de espécies de árvores de 20-30 m de altura com troncos retos, que representam os estratos dominantes e codominantes (LOUREIRO et al., 1980) e favorecem o desenvolvimento de espécies ombrófilas (grande variedade de arbustos das famílias Marantáceas, Piperáceas, Musáceas e Violáceas). O estrato arbustivo também é rico em espécies, se apresentando com uma constituição de indivíduos jovens e baixos (Figura 10).

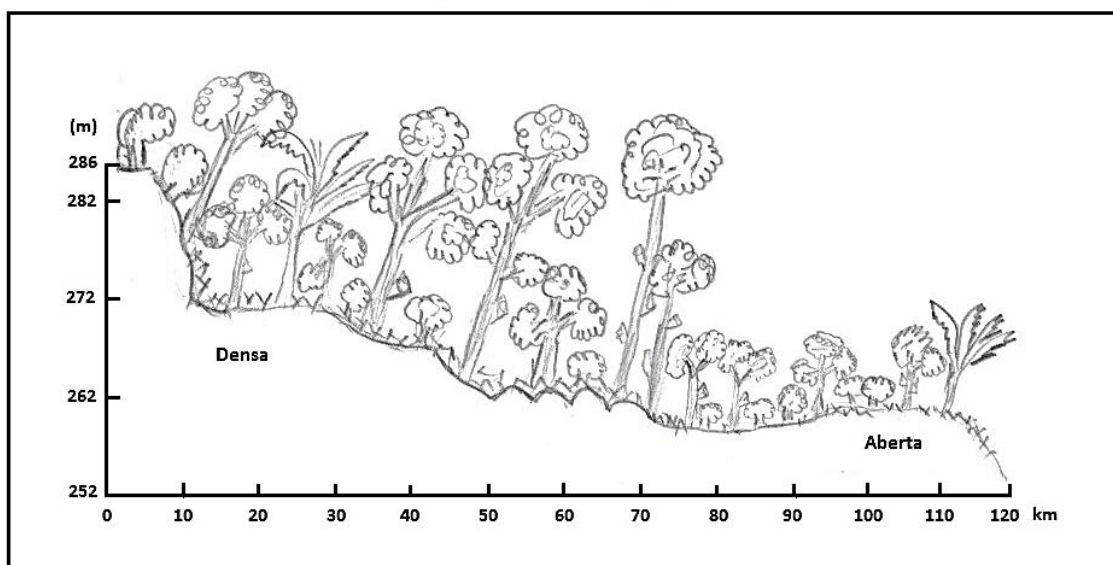


Figura 10. Perfil esquemático do relevo/vegetação do médio curso do rio Teles Pires de acordo com o levantamento do Projeto Radambrasil (1980).

(c) Formações de Savana é distribuída na parte da área estudada correspondente ao Planalto dos Parecis, onde apresenta duas fisionomias: Savana Arbórea Densa com árvores de mais de 5 m de altura e uma densidade arbórea elevada, são comuns espécies como Umiri (*Humiria* sp.); Muricis (*Byrsonima* sp.); pau-marfim (*Agonandra* sp.); Bacuri (*Platonia* sp.), sendo que não aparece o estrato arbustivo, enquanto o estrato herbáceo é ralo (com espécies de *Selaginella*, líquens do gênero *Cladonia*, e plantas lenhosas rasteiras (BRASIL, 1980); Savana Arbórea Aberta caracterizada pela presença de pequenas árvores (tortuosas e esparsas) de 2 a 5 m de altura, intercaladas por plantas arbustivas baixas, e plantas lenhosas rasteiras (BRASIL, 1980).

De acordo com o Atlas do SEPLAN organizado por Camargo (2011) o médio curso predomina as vegetações: Floresta Estacional, Floresta Estacional/Savana, Floresta

Ombrófila/Floresta Estacional, Floresta Associada ao Planalto dos Parecis/Savana, Formações Secundárias, Savana Arborizada ou Cerrada, Savana Florestada ou Cerradão e Uso Antrópico (Figura 11).

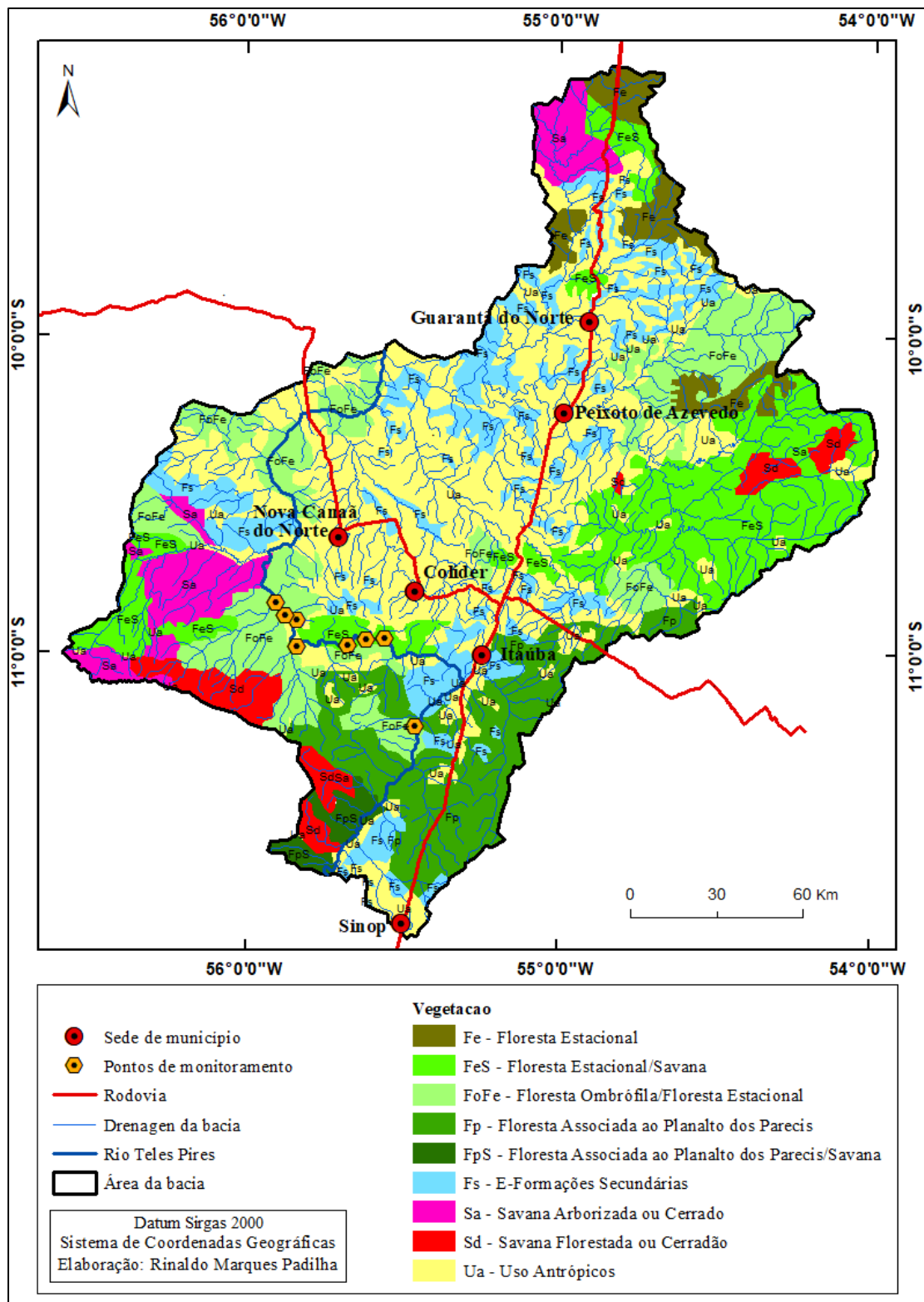


Figura 11. Formações vegetais no médio curso do rio Teles Pires
Fonte: Adaptado Camargo (2011)

No trecho em estudo pode-se observar que em todos os pontos predomina a Floresta Ombrófila/Floresta Estacional. Essa vegetação caracteriza-se por apresentar tipologia de contato, que correspondem, formações de transição ecológica, onde as espécies se alternam em padrão de mosaico, permanecendo, contudo, sua identidade. Essas formações florestais se alternam, em função do substrato. A Floresta Ombrófila prevalece em solos profundos e úmidos, enquanto a Floresta Estacional distribui-se nas partes mais elevadas do relevo. Fisionomicamente apresenta propriedades das duas formações com porte elevado de 20 a 35 m de altura. Registra ainda com tipologia de contato no primeiro ponto a Floresta associada ao Planalto Parecis/Savana. A transição das espécies ocorre especialmente com a Savana Florestada. Esse tipo de vegetação corresponde a floresta mais aberta, com altura de 15 a 20 m. Nessas áreas registra maiores índices de desmatamento. Assim, apresenta na área Formações Secundárias devido ao intenso uso destinada a retirada de madeira (CAMARGO, 2011).

Entre os pontos 2 a 5 apresenta a Floresta Estacional/Savana, que também é correspondente a tipologia de contato. Expressa-se como uma floresta mais aberta que a estacional e com menos quantidade de epífitas e lianas (CAMARGO, 2011).

No trecho do médio curso do rio Teles Pires, tem sido intensamente desmatado devido o processo de uso e ocupação da terra iniciado na década de 1970. Um dos fatores que impulsionaram foram os incentivos do governo federal e das colonizadoras privadas que alavancaram e estimulavam o desmatamento para exploração madeireira, plantio de culturas, atualmente com a plantação em larga escala e uso para usinas hidrelétricas. Assim, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram retiradas e na atualidade apenas se encontram manchas esparsas da vegetação original tanto em áreas de pastagens e cultivos (onde apresentam diferente grau de degradação) como nas áreas de mais difícil acesso (escarpas de planaltos e margens de rios e córregos).

1.2.5 Clima

1.2.5.1 Fatores que influenciam na dinâmica climática

Os principais fatores que influenciam na dinâmica climática do norte do Estado do Mato Grosso (caracterizada pela variabilidade espacial e temporal das precipitações atmosféricas) são a baixa latitude, a continentalidade e a atuação dos sistemas de circulação atmosférica regional de macro escala (LABOURIAU, 1998; MAITELLI, 2005).

Assim, os sistemas de circulação atmosférica que participam da dinâmica climática da região são: sistema de correntes perturbadas de W a NW; inclui as correntes associadas às zonas de convergência Intertropical (ZCIT) e do Atlântico Sul (ZCAS) (NIMER, 1989).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) a região recebe durante o ano toda a influência da massa de ar quente e úmida chamada de Massa Equatorial continental (MEC), dominante na Zona de Convergência Intertropical-ZCIT ou zona de convergência dos ventos alísios do nordeste e sudeste, que transportam umidade desde o oceano Atlântico tropical. Na ZCIT ocorrem intensos processos convectivos associados ao aquecimento do ar na Amazônia, gerando uma faixa de baixa pressão em superfície, o cavado equatorial (ALVES, 2009).

O cavado equatorial coincide com as áreas de máxima Temperatura da Superfície do Mar-TSM, sobre as quais ocorre a máxima cobertura de nuvens convectivas (MELO et al., 2009). Isto explica que a ZCIT seja o principal sistema gerador de precipitações na região equatorial e áreas continentais adjacentes

A ZCIT migra sazonalmente, com deslocamento padrão para o norte do equador geográfico (no inverno e primavera) e para o sul (no verão e outono), abrangendo uma extensa faixa latitudinal, entre 14° Norte e 2 – 6° Sul. Assim, quando deslocada para o sul do equador geográfico, a ZCIT atinge sua máxima penetração no hemisfério sul (por causa da maior radiação solar neste hemisfério), a grande nebulosidade associada à MEC provoca fortes precipitações no norte do Estado de Mato Grosso.

Cabe destacar que as anomalias da TSM em relação ao equador no Atlântico tropical (mais quentes ou mais frias em um hemisfério ou outro) interferem no posicionamento da ZCIT, a qual situa-se, normalmente, sobre as áreas de águas mais quentes. Portanto, a variabilidade interanual da ZCIT se manifesta da seguinte forma: quando se desloca ao sul da sua posição típica durante o verão e outono do hemisfério sul, ocorre um ano mais chuvoso que o normal e vice-versa. Assim, a qualidade da estação chuvosa depende do tempo de permanência dela em sua posição mais ao sul, ou seja, de quando começa sua migração para o norte (UVO, 1989).

De acordo com Carvalho et al. (2004) a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS predomina no Centro Oeste durante a estação chuvosa, sendo um sistema meteorológico típico do verão sul americano, gerado pela convergência de fluxos de umidade na baixa troposfera, e caracterizado por uma faixa de nebulosidade e chuvas com

direção noroeste-sudeste, estendida sobre o centro-sul da Amazônia, o Centro Oeste e o Sudeste do Brasil, chegando em algumas ocasiões até o Atlântico subtropical. O transporte de umidade desde o oceano Atlântico para a Amazônia (onde a umidade é reciclada pela floresta tropical) favorece a formação da ZCAS.

No seu ciclo sazonal anual, a estação chuvosa começa na segunda quinzena de outubro, com pico entre dezembro e fevereiro e enfraquecimento da atividade convectiva entre março e abril. Porém, a alta variabilidade intrasazonal da atividade convectiva na ZCAS pode provocar eventos extremos na região, seja de chuvas intensas ou de secas prolongadas, como colocado por Carvalho et al. (2004).

Segundo Carvalho et al. (2004), a intensificação da atividade convectiva associada à ZCAS sobre o continente pode aumentar até em 95% o valor de precipitação diária na região Centro Oeste. O contrário ocorre quando há um enfraquecimento ou desaparecimento da mesma.

Sobre a variabilidade no comportamento da ZCAS a escala interanual, durante o evento El Niño, Carvalho et al. (2004) destacaram que, durante as fases quentes (anomalias positivas da temperatura) a ZCAS persiste sobre o oceano por mais tempo e com maior intensidade (em oposição ao que acontece durante fases neutras ou frias), aparentemente motivado, segundo estes autores, pelo deslocamento para o oeste do Atlântico sul do jato subtropical de altos níveis.

1.2.5.2 Sistema de correntes perturbadas do sul a SW

Segundo a OMM (1992, apud ESCOBAR, 2009) as correntes de jato constituem intensos fluxos de vento em forma de duto ou cano, presentes na alta troposfera, com comprimento de milhares de Km, largura de centenas de Km e espessura de vários Km.

Durante o inverno, na área estudada influencia, levemente, o Jato Polar: o deslocamento para o norte da Frente Polar provoca chuvas frontais fracas e uma pequena diminuição das temperaturas no sul da Amazônia devido ao aquecimento por advecção da massa de ar fria durante a sua movimentação sobre superfícies quentes (NIMER, 1989; MAITELLI, 2005).

1.2.5.3 Classificações do clima da área estudada

Mesmo que os territórios municipais estudados se localizem na grande área de transição entre os tipos climáticos Aw (Tropical estacionalmente úmido ou de savana), e

Am (Tropical de monção ou Tropical chuvoso equatorial), podem-se inserir nos principais sistemas de classificação climática utilizados no Brasil, como explicado a seguir:

Na classificação de Koppen-Geiger as unidades climáticas são definidas a partir da consideração dos valores médios anuais e mensais da precipitação e da temperatura do ar, e sua sazonalidade. De acordo com esta classificação, o clima da região é o Equatorial úmido (Af), com temperaturas médias superiores a 18°C em todos os meses e precipitação anual abundante, maior que a evapotranspiração.

Entretanto, uma análise detalhada dos registros pluviométricos leva a considerar o tipo climático da região como Tropical de monção (Am), o qual também apresenta temperaturas elevadas o ano todo, porém, possui um regime sazonal das precipitações, cujo número de meses secos é menor do que no clima Tropical de savana.

Para Tarifa (2011) esse seria o clima Equatorial Continental Úmido com estação seca bem definida da Depressão Sul-Amazônica, o que coincide com a classificação dos climas do mundo de H. Flohn de 1950 para quem este clima é, também, equatorial, com ação de ventos de oeste e constantemente úmida (NASCIMENTO et al., 2016). O volume anual de precipitações neste clima, concentradas no extenso período chuvoso, oscila entre 2.000 e 2.300 mm anuais, de acordo com Camargo (2011).

Ab'Saber (1973) considera esta região como a do domínio morfoclimático das Terras Baixas Florestadas Equatoriais, enquanto na classificação climática de E. Nimer, este seria o Clima quente semiúmido com duração do período seco de 4-5 meses (NASCIMENTO et al., 2016). Assim, a região caracteriza de outubro a março o período chuvoso e do mês de abril a setembro a estiagem, sendo distribuído 6 meses para cada estação.

1.2.5.4 Distribuição de Chuvas no médio curso do rio Teles Pires

Nas séries históricas, os dados da precipitação da estação meteorológica da Gleba Celeste correspondem até o ano de 2014, pois a estação foi desativada. O levantamento dos dados iniciou-se em 1984. Nos últimos 30 anos foram registrados os dados da pluviosidade entre 0 a 642,50 mm ao mês e 25,09 a 224,55 mm (média anual). Chuvas que contribuíram para infiltração, abastecimento do lençol freático e corpos d'água. Deve-se ressaltar que não foram registrados dados nos anos de 1995, 1996 e 1997 (Tabela 1).

Tabela 1. Séries históricas dos dados de precipitação da estação meteorológica da Gleba Celeste-MT

Ano	Precipitação (mm)												Média Anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1984	---	---	---	---	---	---	0	32,9	56,3	256,2	291,2	218,3	142,83
1985	504,3	202	430,6	256,8	48	0	0,1	0	146,5	243,9	201,9	289,1	193,6
1986	323,4	493,1	432,4	135,4	59,9	0	7,3	65,6	52,2	118,2	194,7	274,4	177,46
1987	285,3	386,9	236,4	120	38,6	0	0	1,5	0	102,9	357	359,5	157,3
1988	269,3	446,6	203,3	123,6	0,5	0,2	0	0	0	165	391,4	429,6	169,1
1989	328	326,5	435,8	101,5	52	25	11,2	41,6	81,6	182,2	85,3	642,5	192,7
1990	329,2	409,4	169,8	140,2	70,1	0,3	1,6	---	---	9,2	1,9	55,4	118,71
1991	---	3,4	24,1	31,2	---	0	---	---	0	0	50	16,7	15,6
1992	95,9	90,5	46,8	25,5	0	---	---	---	---	34,6	36,9	170,3	62,5
1993	4,7	12,3	0,1	44,8	---	---	---	---	---	5,1	22,3	89,2	25,5
1994	102,8	59,3	21,6	44,9	0	---	---	---	---	19,8	10,3	106,7	45,6
1998	110	273,2	281,8	83,9	3	0	0,3	47	15,3	231,7	531,5	161	144,89
1999	387,1	317,7	281,9	42,9	16,7	0	0	0	122,7	182,7	286,6	481,5	176,65
2000	246,6	473,6	336	107,4	4,2	0	7,7	3	80,2	133,8	186,4	317,8	158,05
2001	294,2	193	280,4	65,3	6,5	27,2	0	0,5	51,2	109,8	146,4	304,7	123,26
2002	258,1	232,3	190,6	52	6,4	0	2,2	0	23,7	151,6	164,4	271,5	112,73
2003	365,9	261,1	271	128,2	21,4	0	0	4,4	65	271,7	323,7	310,8	168,60
2004	318,9	458	256,4	122,1	10	0,4	35,6	0,2	18,9	160,5	160,2	422,8	163,66
2005	338,6	168,9	493,9	121,9	7,9	0	23	7	85,6	120,3	212,5	226,9	150,54
2006	330,5	319,2	355,3	280,8	3,7	0	0	0	110,1	278,8	107,7	481,4	188,95
2007	224	618	215,4	31,4	14,5	0	41,3	0	15,7	134,2	394,1	250,9	161,62
2008	557,7	324,3	264,2	105,7	3,1	0	0	0	51,5	224,3	304,1	294,4	177,44
2009	235,2	306,2	234,7	67,2	28,2	7	0	35	76,3	98,1	308,4	200,8	133,09
2010	259,8	296,8	282,4	27,9	14,1	3	0	0	0,5	129,7	136,6	270,8	118,46
2011	405,7	474,5	298,1	91,5	0,2	29,9	0	0	109,6	242,2	251,2	252,4	179,60
2012	426,1	262,8	134,9	167,5	21,3	24,1	0	0	82,1	131,9	201,7	157,2	134,13
2013	334	420,8	284,8	213,8	58,6	1,5	0	0	21,2	117,6	317,8	403,9	181,6
2014	212,6	322,7	243,6	119,3	---	---	---	---	---	---	---	---	224,55

Fonte: BDME/INMET; (---) não registrado

Pode-se verificar que no período de 1984 a 1994 houve a variação pluviométrica na região. Nos anos 1984 (julho), 1985 (junho e agosto), 1986 (junho), 1987 (junho, julho e setembro), 1988 (julho, agosto e setembro), 1991 (junho, setembro e outubro), 1992 e 1994 (maio) não registrou chuvas nesse período, o que coincide com a época de estiagem. Porém, deve-se ressaltar, que em 1991 não foi registrado no mês de outubro chuvas nas adjacências do rio, visto que no referido mês inicia-se o período chuvoso (Tabela 1).

Nos anos de 1984 (outubro e novembro), 1985 (janeiro e março), 1986 (fevereiro e março), 1987 e 1990 (janeiro e fevereiro), 1988 (fevereiro e dezembro), 1989 (março e dezembro), 1991 (março e novembro), 1992 (janeiro e dezembro), 1993 (abril e

dezembro) e 1994 (janeiro e dezembro) foram os meses com os maiores índices pluviométricos nesses 10 anos. Destaca-se que no mês de abril em 1993 registrou um volume de 44,8 mm, período que inicia-se a estiagem na região. Salienta-se ainda que nos meses chuvosos, exceto dezembro, comparado com os outros anos, a pluviosidade registrada foi baixa (Tabela 1).

Nos últimos 10 anos o maior volume de chuva ocorreu em 2003 (202,32 mm) e 2014 (224,55 mm). Deve-se ressaltar que os anos de 1991 até 1994 diminuiu o índice pluviométrico se comparado com os anos anteriores. Os resultados mais preocupantes registrados ocorreu no ano de 1991, pois em 8 (oito) meses a média correspondeu a 25,08 mm. Nessa época foram intensificados o processo de colonização norte mato-grossense. Várias árvores foram extraídas para o setor madeireiro, abertura de pastos e cultivos (PICOLI, 2006). Nesse contexto, Lean e Warrilow (1989 apud ALLAN e CASTILLO, 2007) ressaltam que o uso da terra pode ter influência diretamente na precipitação (Tabela 1). Afirmar-se ainda que esses dados correspondem a ocupação intensiva na região, alavancada pela expansão da pecuária e introdução da monocultura de soja no norte do estado entre os anos de 1988 a 1991 (BECKER, 2004). Montgomery e Bolton (2003) afirmam que as taxas de precipitação e infiltração no solo são altamente variáveis no espaço e no tempo. Assim, alterar o uso da terra pode alterar o regime hidrológico. Os dados pluviométricos da estação meteorológica da Gleba Celeste em todos os anos verificou-se chuva, porém houve variações.

Foram verificados nos anos de 1998 a 2008 que os maiores índices de chuvas foram registrados nos meses de outubro a março. No ano de 1998 (março e novembro), 1999 (fevereiro e dezembro), 2000 (fevereiro e março), 2001, 2002 e 2004 (janeiro e dezembro), 2003 (janeiro e novembro), 2005 e 2006 (março e dezembro), 2007 (novembro e dezembro), 2008 (janeiro e fevereiro) (Tabela 1). Mendes (2015), ainda, reforça que os meses: janeiro, fevereiro e março registram as máximas pluviométricas na região norte mato-grossense.

Entre os anos 2009 a 2014 foram analisados os dados dos últimos 5 (cinco) anos da estação meteorológica Gleba Celeste, não sendo registrados informações pluviométricas depois dessa data, pois a estação foi desativada. No último ano os números foram disponibilizados até o mês de abril. Nesse período os resultados apresentaram 0 a 474,5 mm de precipitação mensal e a variação de 118,46 a 224,55 mm de chuvas anuais.

No mês de abril, foram registrados altos índices pluviométricos por tratar-se de período de estiagem, principalmente os anos de 1985 (256,8 mm), 2006 (280,8 mm) e (231,8 mm). E avaliando os meses da temporada chuvosa, os dados foram favoráveis, com o aumento pluviométrico. De acordo com Souza (2004) os estudos relativos a precipitação são importante para analisar e compreender sobre o comportamento hidrológico na rede hidrográfica. A autora ressalta que o regime de chuvas como fator constituinte de uma bacia hidrográfica, e destaca que determinados atributos comprometem o sistema fluvial, tais como: (i) volume, (ii) duração (iii) intensidade e (iv) período.

Diante dos dados disponibilizados pela estação meteorológica da Gleba Celeste nos últimos 30 anos, pode-se analisar a distribuição pluviométrica na região. Os resultados mostraram que o menor índice de chuva ocorreu em 1991 e 1993. Nesse período a maioria das cidades do norte do Estado estavam em expansão e modernização nas áreas agropastoris. Com a urbanização e atividades na agropecuária muitas áreas foram desmatadas, fator que pode ter contribuindo com a diminuição das chuvas. Enquanto a máxima foi registrada em dezembro de 1989 (Figura 12).

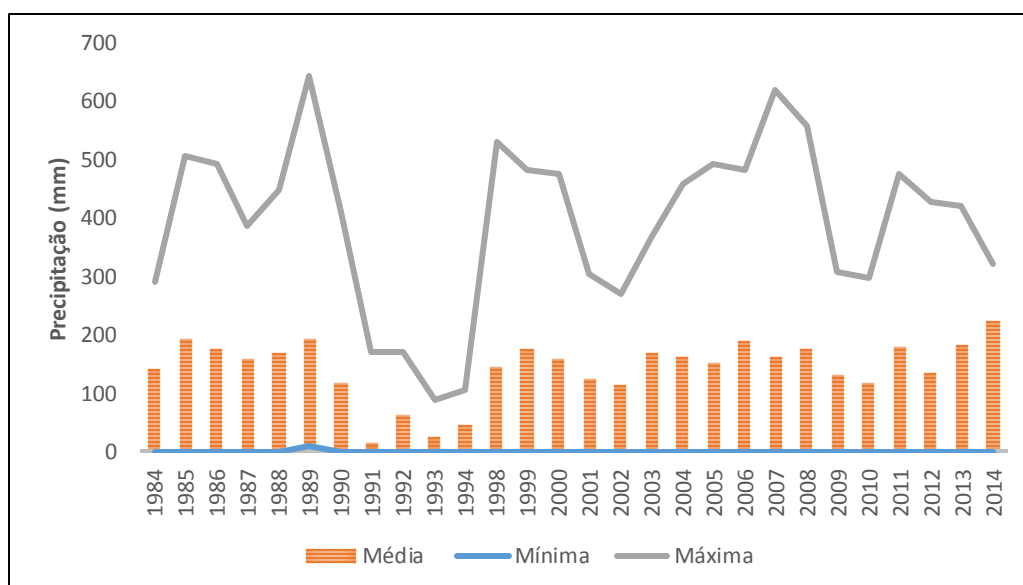


Figura 12. Dados anuais de 1984 a 2014 (média, mínima e máxima) da precipitação da estação meteorológica da Gleba Celeste

Os dados extraídos do site do BDME/INMET da Estação Meteorológica de Matupá registraram a precipitação na região norte mato-grossense nos últimos 23 anos. Ressalta-se que as análises foram divididas para melhor explicação entre os anos de 1995 a 2005, 2006 a 2015 e os anos referentes ao período da pesquisa. Pode-se averiguar que

a estação não apresentou números referentes aos anos de 1996 e 1997, os mesmos anos não registrados na Gleba Celeste.

Entre os anos de 1995 a 2005 registrou 0 a 539,1 mm ao mês e 46,22 a 184,15 mm média anual. Em 1995 (maio, junho e julho), 1998 (julho e agosto), 1999 (junho, agosto e setembro), 2000 (maio e julho), 2001 e 2004 (junho e julho), 2002 (junho e agosto), 2003 e 2005 (junho, julho e agosto), meses estes relativos ao período de estiagem (Tabela 2). No entanto, destaca-se que no ano de 1995 no início da estiagem registrou 233 mm de chuvas na região, anteriormente seguido de baixa pluviosidade se comparado aos outros anos e no último mês da seca, setembro com 146,6 mm. Este período é marcado pela transição do natural para urbano, e início das produções intensivas. Várias áreas foram desmatadas e destinadas a cidades, indústrias e atividades agropastoris. A região norte mato-grossense começou o processo de ocupação em 1970 e sendo intensificado nos últimos anos, especialmente as cidades planejadas para o desenvolvimento e crescimento, tanto nos setores primários e terciários, como Sinop, Sorriso e Lucas de Rio Verde. As alterações que ocorrem na superfície terrestre provocam mudanças nas condições do ciclo hidrológico, bem como nas variações térmicas (AMBIOTECH, 2010).

Tabela 2. Séries históricas dos dados de precipitação mensal e média anual da estação meteorológica de Matupá-MT

Ano	Precipitação (mm)												Média Anual
	Meses												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1995	12,6	33,9	19,3	233	0	0	0	27,3	146,6	76	139	84	64,30
1998	172	350	74	45	4	---	0	1	21	144	35	101	86,09
1999	79	---	---	27,4	3	0	5,2	0	1	135	---	73	46,22
2000	289	146	391	220	0	27,2	0	68	92	255	133	345	163,85
2001	366	159	433	65	67	0	0	20,1	176	54	257	233	152,50
2002	285	279	197	62	10	0	27	3	108,3	185,6	184,8	255,6	133,10
2003	538,7	304,8	359,1	157,7	89,1	0,1	0	0	87,9	278,3	82,5	160,2	171,53
2004	402,4	395	217,9	195	69,3	0	1,1	32,4	44,2	206,4	227,4	411,6	183,52
2005	300,7	334	539,1	186,2	32,4	0	0	0	34,9	189,6	196,7	396,3	184,15
2006	333,5	377,3	439,3	374,1	23,5	0	0	1,1	89,7	167,6	214,3	323,6	195,33
2007	293,6	573,8	210,7	75,2	11,6	0	23,3	0	42,3	243,3	214,8	387,8	173,03
2008	308,3	380,4	440,5	144,2	18,7	3	0	0	91,7	159,2	400,2	306,8	187,75
2009	237,4	192,9	243,7	242,6	104,1	41,4	0,7	33,3	107,9	173,4	263,8	437	173,18
2010	492,5	315,7	308	133,8	7,4	6,9	0	0	72,2	165,2	270,5	497,1	189,10
2011	346,8	353,4	242,5	106,2	27,2	0,8	0	0	69,1	258,5	302,6	340,1	170,6
2012	587,5	388,7	257,7	106,2	40,8	5,1	0	0	84,6	236,6	351,4	223,8	190,2
2013	430	292,7	471,7	305,1	21,6	0	0	0	99	200,9	448,8	249	209,9
2014	349,5	248,1	359,2	93,8	57	0	2,6	6	73,1	135,1	216,7	326,2	155,60
2015	236,2	264	268,3	227,2	72,5	0	3,7	0,4	49	94,50	156,9	237,3	134,16

Fonte: BDME/INMET; (---) não registrado

A estação chuvosa corresponde aos meses em 1995 (novembro), 1998 e 2002 (janeiro e fevereiro), 1999 (janeiro e outubro), 2000 e 2005 (março e dezembro), 2001 e 2003 (janeiro e março) e 2004 (janeiro e dezembro). Em 2005 registrou-se a maior ocorrência de chuvas 184,15 mm. Comparando com os dados da estação meteorológica da Gleba Celeste, os índices de Matupá indicam que nos anos de 1995, 1998 e 1999 a chuva foi mais escassa (Tabela 2). Os dados podem estar relacionados a colonização em 1980 disposto pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, Cooperativa Tricola Erechim - COTREL/RS e a atividade garimpeira, intensificada anos anteriores no município de Peixoto de Azevedo, que contribuiu com a retirada da vegetação (SOUZA, 2011).

Os meses que registraram menor índice pluviométrico foram: 2006, 2008, 2011, 2013 e 2015 nos meses (junho, julho e agosto), 2007 e 2010, (junho e agosto), 2009 (julho), 2012 e 2014 (junho e julho). Os dados estão em conformidade com o período de estiagem, no entanto, no ano e 2009 a pluviosidade foi superior se comparada com outros meses nessa ocasião de seca. Assim, Calasans et al. (2002) Pomerol et al. (2013) ressaltam que a precipitação com maior volume ocorre na região equatorial e diminui com o aumento da latitude em direção aos polos de acordo com as observações geográficas.

E os meses do período chuvoso correspondem em 2006 e 2015 (fevereiro e março), 2007 (fevereiro e dezembro), 2008 (novembro e março), 2009 (novembro e dezembro), 2010 (janeiro e dezembro), 2011 e 2012 (janeiro e fevereiro), 2013 (março e novembro), 2014 (janeiro e março) (Tabela 2). Os dados precedem a estação. Cabe salientar que a precipitação média do mês de março é bastante considerada por tratar-se do último mês de cheia. O período também indica um valor bastante expressivo para o mês de abril, contrariamente inicia-se a estiagem. Os índices pluviométricos variaram de 0 a 587,5 mm mensal e 134,16 a 209,9 mm anual (Figura 13). De acordo com Carvalho et al. (2004) a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS predomina no Centro Oeste durante a estação chuvosa, sendo um sistema meteorológico típico do verão sul americano, gerado pela convergência de fluxos de umidade na baixa troposfera, e caracterizado por uma faixa de nebulosidade e chuvas com direção noroeste-sudeste, estendida sobre o centro-sul da Amazônia.

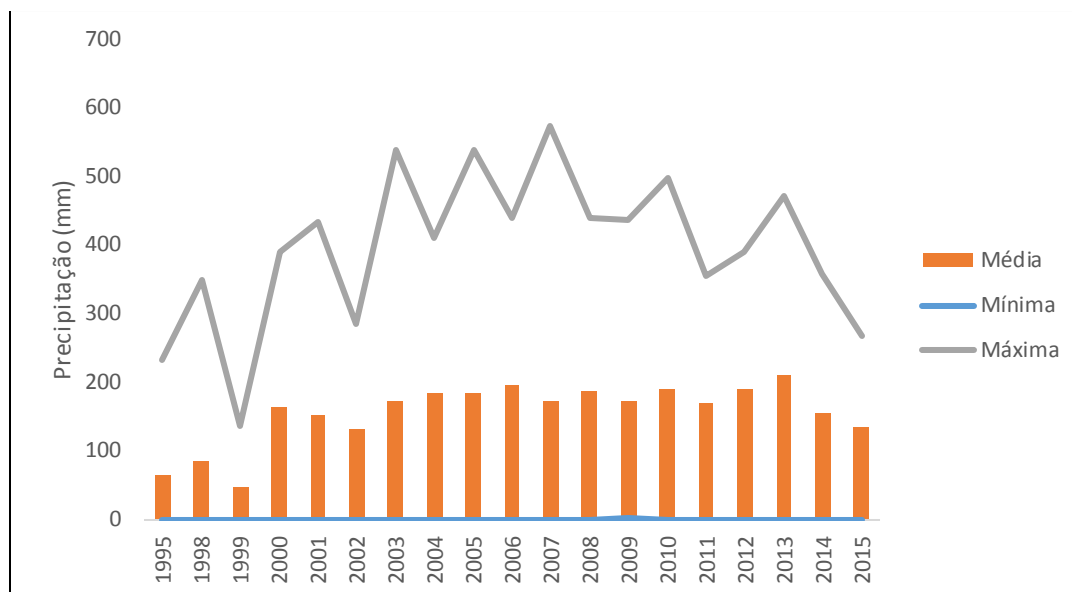


Figura 13. Dados anuais de 1995 a 2015 (mínima, média e máxima) da precipitação da estação meteorológica de Matupá

Os anos correspondente a pesquisa 2016 a 2018 pode-se verificar que a precipitação variou entre 0 a 468,9 mm mensal e 167,48 a 183,07 mm anual, ressaltando que o ano de 2018 foram analisados os meses de janeiro a julho (Tabela 3).

Tabela 3. Dados da precipitação da estação meteorológica de Matupá-MT (2016 a 2108) dos anos monitorados

Ano	Mês	Precipitação Mensal (mm)	Média Anual	Temperatura Máxima Média (°C)	Média Anual	Umidade Relativa (%)	Média Anual
2016	01	418,2	169,13	30,68	33,72	88,15	73,04
2016	02	120,8		34,12		76,77	
2016	03	331,8		32,6		83,58	
2016	04	112,5		33,68		76,01	
2016	05	6,8		34,59		70,11	
2016	06	10,5		34,09		64,84	
2016	07	0		36,02		50,95	
2016	08	1,1		36,61		53,25	
2016	09	173		34,81		70,46	
2016	10	123,6		33,67		76,34	
2016	11	261,5		32,57		80,87	
2016	12	468,9		31,31		85,22	
2017	01	283,7	167,48	31,82	33,38	84,95	73,89
2017	02	341,6		30,52		87,70	
2017	03	194,3		32,18		85,18	
2017	04	236,2		32,09		85,46	
2017	05	11,3		33,75		75,5	
2017	06	0,2		33,35		64,12	
2017	07	0		34,19		54,08	
2017	08	0		37,3		51,13	
2017	09	29,8		37		53,63	
2017	10	145,8		34,98		72,12	
2017	11	405,6		32,52		84,32	
2017	12	361,3		30,88		88,55	
2018	01	346,8		31,53		88,49	

2018	02	392,1	183,01	30,10	32,40	90,91	79,66
2018	03	307,4		31,88		87,23	
2018	04	202,4		31,83		86,17	
2018	05	31,2		32,70		80,69	
2018	06	1,2		33,75		67,40	
2018	07	0		35,03		56,76	

Fonte: BDME/INMET

Em 2016 (julho e agosto), 2017 (junho, julho e agosto) e 2018 (junho e julho) foram os meses que registraram menor percentual de chuvas na região. As maiores taxas pluviométricas foram nos meses em 2016 (janeiro e março), 2017 (novembro e dezembro) e 2018 (janeiro e fevereiro).

Calasans et al. (2002) reforçam que nos estudos sobre clima e vazão há a importância de considerar a precipitação e a evapotranspiração, pois são condições externas impostas ao sistema, condicionadas nas análises da disponibilidade hídrica em uma região.

Analisando os dados a temperatura máxima do ar, a média variou entre 32,40 a 33,72°C (Tabela 3). Um dos fatores que explica a alta temperatura é a latitude que variou no trecho estudado entre 10° a 11° sul, próximo a faixa equatorial e a baixa altitude. Em relação a umidade relativa oscilou entre 73,04 a 79,66%, esse número correlaciona temperatura e umidade, ou seja, quanto > temperatura maior vapor d'água retido.

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2013) nas estações meteorológicas são esperados aproximadamente 1800 e 1900 mm (Gleba Celeste) entre 2000 e 2100 mm (Matupá) anuais de precipitação. Mendes (2015) reforça ainda que os valores mais elevados são registrados no extremo norte do estado, variando entre 2.450 mm e 2.650 mm no corredor entre os rios Juruena e Teles Pires. Analisando os dados, as duas estações apresentaram os índices pluviométricos esperados. No contexto geral, em 1991 foi o ano que registrou o mais baixo índice pluviométrico 125,4 mm, enquanto em 2013 a chuva foi mais abundante com 2.518,8 mm anual.

1.2.6 Sistema Fluvial

1.2.6.1 Hidrografia

A rede fluvial mato-grossense apresenta drenagem exorreica com regime de recarga pluvial, sendo a maioria dos rios perenes em virtude da predominância do clima tropical (MENDES, 2015). A bacia hidrográfica do rio Teles Pires ou São Manoel possui

área de 141.691,399 km² e localiza-se no centro-norte do Estado de Mato Grosso. Territorialmente perpassa dois estados: Mato Grosso (MT) e Pará (PA).

No Estado do Mato Grosso a rede hidrográfica decorre em 26 municípios e 3 no estado do Pará. A bacia possui aproximadamente 56.589 canais de escoamento, sendo que 44.213 afluentes são de 1^a ordem, 9.830 de 2^a ordem, 1.983 de terceira, 448 de quarta ordem, 90 de quinta, 19 tributários de 6^a ordem, 5 canais de 7^a ordem, conforme definição de Sthraler (1952) (Tabela 4).

Tabela 4. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Teles Pires

Hierarquia Fluvial	
Ordem	Quant. de Canais
1 ^a	44.213
2 ^a	9.830
3 ^a	1.983
4 ^a	448
5 ^a	90
6 ^a	19
7 ^a	5
8 ^a	1
Total	56.589

Fonte: Baseado na carta geomorfométrica Topodata – Modelo MDE disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

O rio Teles Pires é classificado como um canal de 8^a ordem. Teoricamente, o menor canal é considerado de primeira ordem e a união de dois resulta em um rio de segunda e da união de dois deriva o de terceira ordem e assim sucessivamente. De acordo com a literatura os rios de 4^a a 6^a ordem são classificados médios e partir da 7^a ordem são considerados rios de grande porte, sendo o caso do rio em estudo. Os rios que têm maior ordem tem a disposição de serem melhores drenados (STRAHLER, 1952; MACHADO e TORRES, 2012; ALLAN e CASTILLO, 2017) (Figura 14).

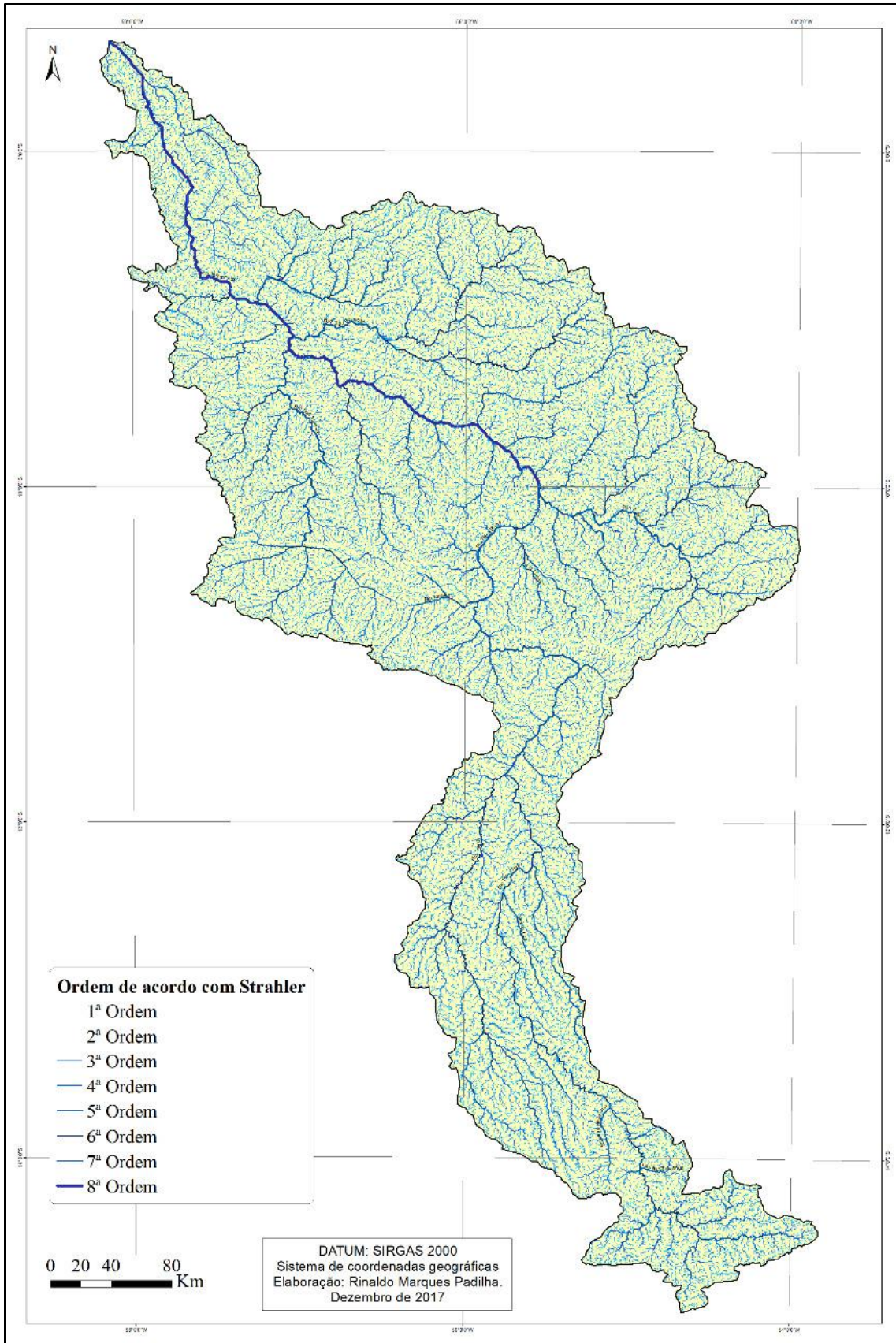


Figura 14. Rede hidrográfica do rio Teles Pires

O rio Teles Pires nasce nas Serras Azul e do Finca Faca na borda sul do Planalto dos Parecis no município de Paranatinga com altitude de 744 m e percorre 1.453,609 km, até unir-se com o rio Juruena na altitude de 99 m para juntos formarem o rio Tapajós (EPE, 2010; CAMARGO, 2011; ANA, 2018; GOOGLE EARTH, 2019) (Figura 15).

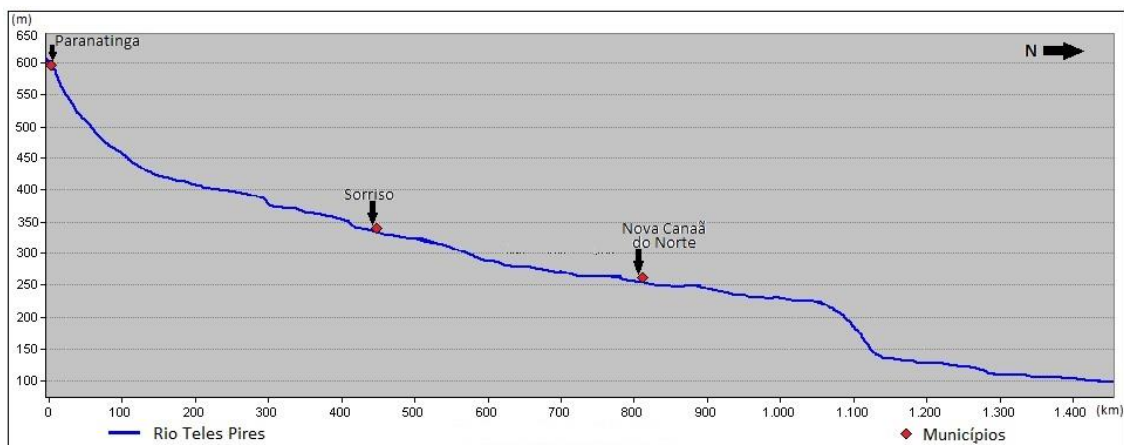


Figura 15. Perfil longitudinal do rio Teles Pires

Morfologicamente existem mudanças ao longo do perfil longitudinal do rio Teles Pires. No alto curso corre sobre o Planalto dos Parecis na direção sudoeste-nordeste. No entanto, a medida que deixa de percorrer o planalto no médio curso, o canal muda a direção de leste-oeste percorrendo área deprimida nas bordas do planalto, caracterizado pelo aparecimento de corredeiras e presença de terraços fluviais. A medida que se distancia do planalto, o rio direciona de sul para o norte, com desvios em curvaturas para o oeste/leste, próximos da serra Apiacás. Nesse ponto, registra-se depósitos em planícies fluviais, à medida que distanciam-se retomam as corredeiras. No baixo sudoeste-noroeste, o curso registra planícies expressivas, conquanto descontínuas (BRASIL, 1980).

No alto curso do rio Teles Pires destacam-se: o rio Verde, córrego Grotão, rio Paranatinga, rio Celeste e rio Roquete. No médio os rios: Peixoto de Azevedo, Paranaíta, Parado, Tapaiuna, Cristalino, Quatro Pontes ou Carmino, Nhandu e rio Santa Helena. E no baixo curso os rios: Apiacás, São Benedito, Cururu-Açu, Ximari, Santa Rosa e os igarapés Preto e Anipiri (EPE, 2010; CAMARGO, 2011; ANA, 2018).

1.2.6.2 Morfometria

Os dados morfométricos da bacia hidrográfica do rio Teles Pires indicam que a largura média da bacia é de 153,646 km², com gradiente de 0,35 cm/km. A densidade de drenagem (Dd) corresponde a 0,735 km/km², densidade de rios (Dr) de 0,399 e amplitude

altimétrica de 771 m (Tabela 5). A análise morfométrica compreende vários parâmetros que permitem melhor caracterizar o ambiente de uma bacia, desde os eventos de tendências naturais como a incompatibilidade de algumas ações antrópicas devido a utilização e ocupação da terra. O uso desta análise nas pesquisas em bacias hidrográficas são importantes para elucidar as interações que ocorrem entre os elementos ambientais e a paisagem (MACHADO e TORRES, 2012).

Tabela 5. Dados morfométricos da bacia hidrográfica do rio Teles Pires

Morfometria	
Dados	Resultados
Área da bacia	141.691,399 km ²
Maior comprimento da bacia	922.188 km ²
Largura média da bacia	153,646 km ²
Comprimento do eixo	915,363 km
Comprimento total do rio (extensão)	1.453,609 km
Índice de sinuosidade	1,588
Forma da bacia (índice de circularidade)	0,160
Maior altitude da bacia	870 m
Menor altitude	99 m
Amplitude altimétrica	771 m
Altitude da nascente do rio	614 m
Densidade de drenagem	0,735 km/km ²
Densidade de rios (considerando apenas os rio de 1 ^a ordem)	0,312
Densidade de rios (considerando todos os canais)	0,399
Gradiente do rio	0,35 cm/km
Índice de rugosidade	566,685

De acordo com o comprimento do canal e a distância do eixo do vale, o índice de sinuosidade do rio Teles Pires é 1,58 o que indica que o canal é meândrico. No entanto, vale ressaltar que em alguns trechos conforme a tectônica, apresenta o canal retilíneo.

A forma da bacia (índice de circularidade) 0,160 indica que a unidade de análise é mais estreita e alongada, conforme disposto nos mapas da rede de drenagem. Esta forma aponta que há a uma funcionalidade na distribuição da drenagem, diminuindo o risco de enchentes, enquanto o nível fluviométrico é mais prolongado (MACHADO e TORRES,

2012). Batista et al. (2017) relatam que nos estudos realizados sobre o índice de circularidade (IC) no Ribeirão Santo Antônio em Goiás apresentam 0,48, isto significa que esse resultado favorece o escoamento superficial, por caracterizar uma bacia alongada, pois corresponde qualquer valor abaixo de 0,50. Enquanto as pesquisas de Ribeiro e Pereira (2013) mostraram que a bacia hidrográfica Vargens de Caldas possui IC de 0,61, este valor indica que a forma é circular com maior risco de enchentes.

Considerando os valores proposto por Beltrame (1994), a Dd da bacia hidrográfica do rio Teles Pires corresponde a mediana, significa que em boa parte da bacia, principalmente onde as florestas ainda permanecem preservadas há a maior infiltração. No entanto, em algumas partes a vegetação foi retirada comprometendo a densidade de drenagem (Tabela 6).

Tabela 6. Valores da densidade de drenagem

Valores da Dd (km/km ²)	Qualificação da Dd
< 0,50	Baixa
De 0,50 a 2,00	Mediana
De 2,01 a 3,50	Alta
> 3,50	Muito alta

Fonte: Beltrame (1994)

Pode-se verificar que a densidade de drenagem é um parâmetro importante para retratar o relevo, pois quanto mais desenvolvida, maior será a capacidade erosiva (STIPP et al., 2010; MACHADO e TORRES, 2012). Deste modo, no rio Teles Pires o conjunto de fatores a composição do solo, o tipo de ocupação e uso da terra (vegetação retirada para o reservatório da UHE Colíder) influencia na erosão das vertentes, associados ainda com a precipitação (Figura 16).



Figura 16. Processo erosivo nas vertentes do rio Teles Pires

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade (2017)

O índice de rugosidade (Ir) da bacia hidrográfica do rio Teles Pires é de 566,685, valor considerado alto se comparado com outras bacias. O valor indica a variação no relevo (planalto, depressão e serras), presença de cachoeiras e corredeiras ao longo do perfil longitudinal e alta degradação no alto, médio e baixo curso, devido ao uso da terra agropecuária, urbanização e usinas hidrelétricas. Trajano et al. (2012) avaliando o Ir no alto e médio Mamanguape foi pouco representativo com 2,72.

1.3 CONSIDERAÇÕES

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires canal de 8ª ordem abrange os estados do Mato Grosso e Pará. Fisiograficamente canal é considerado meandrante com trechos retilíneos.

A estrutura geológica, relevo e declividade contribuem com a profundidade do rio, bem como influencia no aparecimento de corredeiras e cachoeiras ao longo do perfil longitudinal. O clima Equatorial Úmido contribuem com a distribuição bem definidas de chuvas na região. Em relação ao solo apresenta-se desde os mais jovens a maduro devido a influência do relevo e das condições climáticas. A vegetação original corresponde a áreas de florestas e savana.

Os fatores naturais (geologia, relevo, solo, vegetação, hidrografia e clima) estão contribuindo com o funcionamento natural do rio e os estudos de forma integrada condicionam melhor entendimento da dinâmica fluvial.

A instalação e funcionamento da UHE de Colíder contribuíram com mudanças significativas nos fatores geoambientais, principalmente com a retirada da vegetação para construção do reservatório, bem como alterou a calha do rio e a hidrossedimentologia.

CAPÍTULO II

PROCESSO DE OCUPAÇÃO E AS AÇÕES ANTROPOGÊNICAS NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES

RESUMO: Este estudo teve como objetivo identificar os tipos de usos e ocupação da terra nos últimos 30 anos no médio curso do rio Teles Pires. Os procedimentos metodológicos utilizados foram: trabalho de gabinete com confecção dos mapas temáticos de uso, levantamento das atividades econômicas e campo para verificar os tipos de uso da terra que são desenvolvidos. Os resultados mostram que nos últimos 30 anos, a área de estudo passou por mudanças significativas com a supressão da vegetação original para atividades voltadas na agropecuária e urbanização das cidades inseridas nessa unidade de análise. Os três municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte inseridos no corredor fluvial em estudo desenvolvem práticas que comprometem o Sistema Hídrico. Com a construção do reservatório, várias Áreas de Preservação Permanente foram desmatadas. Verificou-se que a UHE contribuiu com mudanças de ordem ambiental prejudicando o funcionamento da rede hídrica e do ecossistema.

2. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires abrange vários municípios no Estado de Mato Grosso e recebe afluentes do Pará para compor sua rede hídrica. Nos últimos 30 anos algumas atividades humanas como urbanização, criação de animais e atualmente em larga escala, a monocultura, contribuíram com mudanças significativas no sistema fluvial.

A discussão sobre os recursos hídricos é amplamente relacionado no âmbito socioeconômico e político devido a sua disponibilidade e distribuição (MEYBECK et al., 1996). Desta forma, o estudo sobre os recursos hídricos é imprescindível. Analisar os tipos de uso/ocupação ocorrentes na bacia hidrográfica contribui no melhor gerenciamento das águas continentais (MIGUEL et al., 2014). As atividades socioeconômicas realizadas pelo homem ocasionam alterações morfológicas e nos processos dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999; BETTES, 2008; TUNDISI e TUNDISI, 2008; BATISTA et al., 2017).

Os sistemas fluviais no mundo e no Brasil estão passando por alterações no funcionamento natural devido as atividades humanas (PETTS, 1979; FRIEDRICH et al., 1996; WOOD e ARMITAGE, 1997; ALLAN e CASTILLO, 2007; BETTES, 2008; FLORSHEIM et al., 2008; BOTELHO, 2011; TRIVELLATO, 2013; CUNHA, 2015; KELMAN et al., 2015; KHEIRALLA e SIDDEG, 2015; VIANA e MORAES, 2016; CARVALHO e HORA, 2018; MIRANDA et al., 2018). Condicionados aos tipos de usos

da terra alguns problemas estão relacionados devido as atividades antrópicas como: desmatamento das APPs, erosão do solo, assoreamento dos rios, enchentes, perda da qualidade da água e da pesca, o aumento do risco de extinção em ambientes aquáticos e terrestre anexo a fauna e flora (WALLING, 1999; PIRES et al., 2002).

De acordo com Christofolletti (1999), Bandeira (2005), Carr e Neary (2008), Brito et al. (2009), Souza e Almeida (2015), Campos et al. (2016) e Stevaux e Latrubesse (2017) as atividades humanas que comprometem o ecossistema incluem a urbanização, as atividades agrícolas (irrigação, drenagem, preparo e aplicações de fertilizantes químicos) desmatamentos para construções ou pastagens. Essas ações antropogênicas causam mudanças expressivas na evapotranspiração, regime hídrico: variabilidade nos períodos de cheias e secas, alterações na quantidade e qualidade das águas em escala local e regional.

A expansão da utilização da água do rio no perímetro urbano e agrícola resulta em mudanças físicas do mesmo. O uso aumenta o abastecimento de água e conseqüentemente a carga de sedimentos, nutrientes e contaminantes. Em decorrência dessas implicações imediatas incluem a mudanças nas funções biológicas como: (i) destruição de habitats e (ii) desaparecimento de organismos e outros (ALLAN e CASTILLO, 2007). Mendes (2018), ainda, reforça que o aporte dos sedimentos nos leitos fluviais aumenta devido ao uso do solo.

Almeida Filho (2008) destaca que a ação antropogênica contribui com mudanças severas que geram conseqüências em certas ocasiões irreversíveis ao ambiente, especialmente por empregar técnicas inadequadas, que proporcionam danos e são responsáveis pelo desequilíbrio do meio físico. Os rios são importantes fontes de energia. Eles fornecem água para irrigação, dessedentação de animais, usos domésticos e industriais, servem também como fonte de energia hidrelétrica, recreação e lazer (ALLAN e CASTILLO, 2007).

O homem ocupou-se de meio físico para várias finalidades, associando o custo-benefício. Desenvolvendo técnicas que contribuem para melhores condições de vida, criando e inovando para adaptação e atendimento a sua necessidade.

Dentre as formas de inovação, a energia elétrica é um fator imprescindível a sobrevivência humana (SOUZA, 2012). Thornton et al. (1996) ressaltam que os reservatórios são aqueles corpos d'água formados ou modificados pela ação antrópica

para diversos fins como abastecimento de água residencial, industrial, geração de energia elétrica, irrigação agrícola e outros usos diretos e indiretos.

Souza (2012) ressalta que precisou de vários anos e o avanço da tecnologia para que a geração, transmissão e uso da energia elétrica chegasse em diversos lugares do planeta. Distintas regiões que não possuíam eletricidade, e que nos dias atuais, muitos detém dessa disponibilidade para diversos fins, que perpassa ao uso doméstico, industrial e aos bens de serviço (público ou privado) que dependem do uso da eletricidade.

As pesquisas em geração de energia necessitam de estudos voltados para o monitoramento de reservatórios que contemplem um diagnóstico e um prognóstico de toda área afetada, das bacias hidrográficas, como o rio principal e seus afluentes. Identificar as formas de uso e ocupação da terra em bacias advém da necessidade de acompanhar o processo desenvolvido em áreas ambientais (CAMPAGNOLI, 2012).

A construções de barragens com a formação de reservatórios são projetadas para diversos fins, como: para controlar inundações, capturar sedimentos, produzir energia elétrica, irrigar terras aráveis e satisfazer as necessidades das empresas municipais e industriais, recreação, navegação e controle de poluição (MA et al., 2012; MENDES, 2018, MIRANDA et al, 2018). De acordo com Bandeira (2005) Carr e Neay (2008) a construção de barragens para formação do reservatório e funcionamento das usinas hidrelétricas tem resultado em mudanças e implicações no padrão e características do sistema fluvial. Essas interferências implicam em transformações no regime hidrossedimentológico e compromete o sistema ecológico.

Uma das consequências dos processos da deposição acelerada é o assoreamento que ocorre em ambientes fluviais como: córregos, rios, lagos e outros. O aparecimento de bancos de areia constitui no desequilíbrio fluvial entre a descarga e capacidade transporte da rede de drenagem (CAMPAGNOLI e DINIZ, 2012).

Em ambientes fluviais, o assoreamento pode ocorrer devido ao aumento da produção sedimentar da bacia hidrográfica. O fato ocorre pela ação dos processos erosivos em função da suscetibilidade do solo ou do tipo de uso/ocupação inerente, tais como: (i) expansão urbana desordenada, (ii) atividades agrícolas e (iii) desmatamentos das áreas de preservação. Nesse processo, a composição argilosa transportam-se com mais facilidade para o interior dos lagos e eles atingem primeiro a superfície d'água nos reservatórios (CAMPAGNOLI e DINIZ, 2012).

Para entender os estudos sedimentológicos, é preciso discutir a relação interdependentes dos processos e dos fatores geoambientais das áreas de erosão que geram os sedimentos transportados no sentido montante para jusante. No decorrer do transporte surgem novos sedimentos devido as próprias margens dos canais, vertentes, bem como a recepção de sedimentos dos afluentes ao longo do perfil longitudinal.

Este capítulo teve como objetivo identificar os tipos de ocupação e uso da terra nos últimos 30 anos que contribuíram com mudanças no entorno do médio curso do rio Teles Pires.

2.1 METODOLOGIA

Foram realizados inventários sobre a ocupação de Mato Grosso em livros, artigos, jornais e sobre as atividades econômicas dos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte na documentação disponibilizada pelo IBGE.

Para confecção dos mapas temáticos de cobertura e uso da terra (Quadros 1), foram utilizadas como base as imagens multiespectrais da série Landsat 5 e 8 obtidas no Banco de Imagens da DGI/INPE (anos: 1987, 1997, 2007 e 2017). Utilizando as bandas 3, 4 e 5 para Imagem Landsat-5. E bandas 4, 5 e 6 para Imagem Landsat-8.

Quadro 1. Dados referentes ao mapa de cobertura vegetal e uso da terra no médio curso do rio Teles Pires no ano de 1987

Ano	Órbita	Ponto	Data Passagem	Hora	Satélite
1987	226	066	23/06	13	LANDSAT 5
1987	226	067	23/06	13	LANDSAT 5
1987	226	068	23/06	13	LANDSAT 5
1987	227	066	14/06	13	LANDSAT 5
1987	227	067	30/06	13	LANDSAT 5
1987	227	068	14/06	13	LANDSAT 5
1997	226	066	02/06	13	LANDSAT 5
1997	226	067	02/06	13	LANDSAT 5
1997	226	068	02/06	13	LANDSAT 5
1997	227	066	25/06	13	LANDSAT 5
1997	227	067	25/06	13	LANDSAT 5
2007	226	066	30/06	13	LANDSAT 5
2007	226	067	30/06	13	LANDSAT 5
2007	226	068	14/06	13	LANDSAT 5
2007	227	066	07/07	13	LANDSAT 5
2007	227	067	07/07	13	LANDSAT 5
2007	227	068	07/07	13	LANDSAT 5
2017	226	066	11/07	13	LANDSAT 8
2017	226	067	11/07	13	LANDSAT 8
2017	226	068	11/07	13	LANDSAT 8
2017	227	0,66	02/07	13	LANDSAT 8
2017	227	0,67	02/07	13	LANDSAT 8
2017	227	0,68	02/07	13	LANDSAT 8

2.1.1 Mapa do uso dos pontos monitorados

Em campo registrou os tipos de uso da terra desenvolvidos no entorno rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder. Posteriormente em gabinete ocorreu a vetorização dos pontos monitorados utilizando o software Google Earth Pro, ressaltando o curso do rio, a áreas de vegetação preservada, antropizada e planície inundável.

Os dados vetoriais foram exportados para o layout ArcMap do software ArcGis, onde foram transformados em vetores no formato shapefiles (shp). Após a definição dos limites de APPs, de acordo com o Código Florestal Lei Federal nº 12.651, de 28 de maio de 2012, foi aplicado o comando buffer nos layers para a demarcação das áreas de APPs, nos trechos estudados correspondem a 200 m a partir da margem do rio.

Esse comando gerou polígonos paralelos ao redor das linhas e polígonos do curso do rio Teles Pires, com a distância específica de acordo com a legislação.

Os vetores produzidos por meio das imagens do Google Earth Pro foram sobrepostos e comparados com as imagens Landsat-8 OLI (2018) com resolução espacial de 30 m com data de passagem em 02/05/2018, bandas 6 5, 4, além da banda 8 com resolução espacial de 15 m.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.2.1 Processo de ocupação do Estado de Mato Grosso e os municípios inseridos no trecho em estudo

No século XVI, o território da Amazônia começou a ser ocupado. Em 1616, os portugueses se instalaram na região, expulsando os ingleses e holandeses que foram os primeiros colonizadores a ocuparem o lugar. A conquista pela terra ocorreu de maneira tumultuada, pois muitos desconfiavam das novas terras (PICOLI, 2006).

O primeiro grande interesse dos colonos pela região Amazônica estava relacionada principalmente pelo número de drogas comercializadas. No entanto, foi a mineração de ouro na metade do século XVIII que conduziu a ocupação da região de maneira mais proeminente. As descobertas auríferas iniciaram pelo Estado de Minas Gerais (último decênio do século 17), Cuiabá (1719) e posteriormente Goiás (1725), acendendo um novo ciclo migratório de europeus no país (PICOLI, 2006).

Em 1937, o presidente da república Getúlio Vargas com as várias crises no país organizou a chamada “Marcha para o Oeste”, com intuito de colonizar o interior do Brasil no início da II Guerra Mundial. Essa estratégia deslocou um grande número de pessoas

para a região em busca de terra e trabalho nos setores extrativista e agropecuário, sendo que essa ocupação foi ocorrendo gradativamente e, aos poucos os espaços vazios foram sendo ocupados (PICOLI, 2006).

Em 1964, no período da ditadura militar, os espaços considerados vazios na Amazônia brasileira estavam sendo ocupados por pessoas de várias classes sociais. Nessa época, a estratégia da política de colonização do Estado de Mato Grosso era atender os interesses da burguesia do país na Amazônia. Assim, a união entre o capital e o Estado, propulsionou o processo de expansão das terras ao comando das imobiliárias. Contudo, o desenvolvimento capitalista beneficiou e dominou os grandes centros econômicos nacionais e internacionais, mesmo que houvesse a opressão da classe trabalhadora mediante a ditadura militar (PICOLI, 2006).

Neste contexto, pode-se afirmar que a distribuição de terras devolutas adotadas no processo de colonização concentrou-se principalmente aos detentores do poder econômico, depreciando o proletariado. Essa transição foi possível devido o Estado disponibilizar e facilitar os mecanismos financeiros a burguesia, efetivando a concentração de terras. Nessa ocasião foram disponibilizadas grandes áreas, onde grupos elitizados foram amparados com incentivos fiscais do Estado (PICOLI, 2006). Houve divergências no processo de ocupação, uma vez que as classes menos favorecidas, os povos indígenas, posseiros e ribeirinhos sofreram atos de violência (OLIVEIRA, 2016). O processo da ocupação da Amazônia brasileira (e mato-grossense) caracteriza-se pelo fato ocorrer de maneira intensa, envolvendo várias disputas, negociações pelas questões: (i) agrária, (ii) fundiária e (iii) ambiental (SOUZA, 2011).

Nesse período, ocorreu o processo de colonização espontânea, acontecendo paralelamente a colonização do Estado e das iniciativas privadas, motivada pelas massas marginalizadas do país. Um dos principais ensejos dessa mobilidade migratória era a busca de terra e trabalho. Sonho acometido em mudança de vida (PICOLI, 2006; SOUZA, 2011).

Algumas áreas consideradas inóspitas foram sendo ocupadas e desenvolvidas devido aos incentivos e auxílio de programas como POLAMAZÔNIA (Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia) (BRASIL, 1980).

Com a implantação do Programa de Integração Nacional (PIN) o governo brasileiro iniciou o assentamento das famílias camponesas na Amazônia. Esse programa recomendava fixar na região a parte excedente da população do Nordeste, aproveitando

as terras devolutas da união (PEREIRA, 1997). Em 1970, com os incentivos fiscais a migração ocorreu não somente com a população do nordeste, como previsto pelo governo, muitas famílias do sul também foram colonizadoras da região norte mato-grossense. Nesse ano foram criados três Projetos Integrados de Colonização (PIC) em áreas cortadas pelas rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém (PEREIRA, 1997; BECKER, 2005; SOUZA, 2011). Souza ainda ressalta que a intervenção inicia-se pela ação do governo federal em benefício dos interesses privados.

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) também contribuiu com a colonização. No decorrer do processo foram aparecendo dificuldades nos projetos da Transamazônica que impulsionou o desinteresse pela colonização modelo. No entanto, a prática adotada na agricultura pelo sul do país juntamente com a disponibilidade de terras em partes da Amazônia Legal colaborou com o crescente fluxo migratório para áreas de fronteiras. Esse fator fez que o governo fosse obrigado a permanecer com o projeto de colonização (PEREIRA, 1997).

De acordo com os relatórios do INCRA, o estado de Rondônia em 1986 totalizava a maior concentração dos projetos de colonização (80%) e assentamentos rápido (88,1%) na área cedida pela união. E Mato Grosso correspondia (14,8%) e (11,4%) da área total da colonização e projetos de assentamento rápido, respectivamente. Sendo que os outros estados da região não tiveram participação expressiva (PEREIRA, 1997).

O território do Estado de Mato Grosso foi sendo aos poucos ocupada. Com o incentivo do governo federal e de algumas iniciativas privadas, podem-se iniciar o povoamento na região mato-grossense. Os pesquisadores durante o Projeto Radambrasil (1982) descreveram a área como pouco povoada e com maior contingente populacional na parte sul. Deve-se ressaltar que nessa época dois núcleos administrativos funcionavam como sede no município de Aripuanã. O processo de ocupação foi estrategicamente planejado, uma vez que essas cidades tornariam áreas de fornecimento de infraestrutura para grupos nacionais e internacionais, principalmente no ramo industrial (PICOLI, 2006).

No processo de ocupação, os centros urbanos que mais se destacavam pelo seu desenvolvimento fundavam centros populacionais. Esse progresso era oriundo de colonizações agropecuárias. Os centros recebiam incentivos governamentais para desenvolver projetos com a agricultura e criação de animais, sendo estes, desenvolvidos

pelas empresas de colonização particular. Neste caso, os centros que se destacam são as vilas de Sinop, as margens da BR 163 e de Alta Floresta (BRASIL, 1980).

O estado de Mato Grosso limita-se ao norte com os Estados do Amazonas e Pará, ao sul com Mato Grosso do Sul, a leste com o Estado de Goiás a oeste com o território Federal de Rondônia e a sudoeste com a Bolívia, ambos estados tinha como especificidades o vazio demográfico (BRASIL, 1980).

Em 1980, a região norte apresentava diversas áreas com exploração agrícola, aliadas com as colonizadoras particulares e estatais, o que influenciou na economia e a expansão da fronteira agrícola. Vale ressaltar que os dentre as áreas de maior ocupação agrícola foram: Juara e Novo Horizonte (distrito de Porto dos Gaúchos), Alta Floresta (distrito de Aripuanã) situado na parte central e Colíder e Sinop (distrito de Chapada dos Guimarães). Deve-se destacar que as localidades dos distritos sedes não contavam com a participação no setor agrícola. Enquanto no município de Porto dos Gaúchos e no distrito de Colíder os produtos eram armazenados com a atuação da CASEMAT (Companhia de Armazéns e Silos de Mato Grosso) (BRASIL, 1980).

Nesse processo de povoamento muitas famílias mudaram-se do sul do país a procura de trabalho e compra de terras em Mato Grosso. Esse incentivo era oriundo das colonizadoras, que aos poucos foram formando novas cidades com auxílio dos incentivos fiscais fornecidos pelo estado. Dentre as grandes colonizadoras destacam-se Sinop (Sociedade Imobiliária do Noroeste do Paraná), INDECO (Integração, Desenvolvimento e Colonização) e Colíder (Colonizadora Líder) que fundaram as cidades de Sinop, Alta Floresta, Paranaíta, Colíder, Porto dos Gaúchos, Juara, Novo Paraná e outras (BRASIL, 1980).

Muitas vilas eram localizadas na beira do rio, no entanto, o transporte fluvial não era a melhor opção, pois os rios apresentam fluxo turbulento como cachoeiras e apenas pequenos trechos entre corredeiras navegáveis. Em período de cheias, a navegação era realizada por pequenas e médias embarcações em localidades próximas umas das outras. Assim, a comunicação entre as vilas e o centro urbano de Cuiabá era realizado pela malha aérea e rodoviária. O que facilitou na época foi a abertura de estradas como via de acesso, principalmente pela BR 163 e pelas estradas estaduais MT (170, 208, 220, 319 e 342) (BRASIL, 1980). Com o desenvolvimento dos centros e vilas foram construídas estradas, no entanto, existem duas problemáticas: progresso e desmatamento. Desta forma, estradas como Cuiabá-Santarém culminou em perdas de grandes áreas de mata no centro da

floresta. Visto que, a proposta da construção inicial da estrada era as bordas e não no meio da floresta (BECKER, 2005, 2009).

No sistema rodoviário, a ligação pela BR 163 (Cuiabá/Santarém) proporcionou a aberturas de estradas estaduais e municipais permitindo o acesso entre outras localidades, contribuindo para formação de pequenos núcleos populacionais como: Alta Floresta, Porto dos Gaúchos, Sinop, Novo Paraná, Paranaíta, Colíder e dentre outros e contribuiu para o escoamento da produção agrícola para os grandes centros consumistas (BRASIL, 1980; PICOLI, 2006).

Na década de 80, como relata os pesquisadores do Projeto Radambrasil o desmatamento era crescente devido as práticas agrícolas. Nessa época as colonizadoras orientavam os proprietários das terras a preservarem as matas de acordo com as normas do IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) (BRASIL, 1980).

Neste contexto, Picoli (2006) ressalta que a Amazônia está sendo destruída. O referido autor faz analogia sobre a retirada das árvores para o setor madeireiro, e que as mesmas, não são substituídas por outras espécies, e sim por entradas de monoculturas, o que contribui com a degradação ambiental.

Outro fator importante a ser destacado no processo de colonização foi a mineração como força motriz, também considerada como fonte de esperança aos marginalizados e destituídos de terras, a busca pelo ouro. A área de mineração também era utilizada como ponto de estratégia para que as pessoas desfavorecidas desistissem na busca pela terra, caracterizando abandono, e, assim grandes latifúndios foram se instalando (PICOLI, 2006).

O processo de colonização organizado pelas empresas privadas ocorreu com incentivo governamental, onde os proprietários compravam as terras por um valor irrisório. Esses incentivos era com a finalidade de preencher os espaços considerados desocupados, no entanto, eram povoados por índios, posseiros e garimpeiros. Na desapropriação das áreas esses grupos foram abandonados. Este processo de expropriação contribui para que grande parte da região fossem administradas por pessoas nacionais e internacionais (PICOLI, 2006).

A posse da terra ocorreu de três maneiras: a primeira, a compra foi realizada diretamente com o proprietário da área; a segunda a aquisição pelo intermédio do governo federal e estadual, estas compras eram facilitadas por funcionários do departamento de

terras, pois detinham da extensão territoriais, consideradas áreas de interesse de grandes proprietários. E por fim, a ocupação por grileiros (PICOLI, 2006).

Picoli ainda ressalta que as empresas não compravam as terras diretamente do estado. Usavam terceiros na transação imobiliária, assim conseguiam burlar as leis de compra e venda. Nesses acordos, grande concentração de terras passaram para mão dos latifundiários. Souza (2011) ressalta que os custos mais elevados no valor da terra corresponderam a: (i) Gleba Celeste (Sinop) e a (ii) INDECO (Alta Floresta).

Dentre essas negociações e estratégias, em 1972 a Colonizadora Sinop S.A. fundou o município com o mesmo nome da empresa que detinha a concentração de terras para especulação imobiliária, o empreendimento era comandado pelo comendador Enio Pepino. Outro projeto de colonização em 1973 dirigido pelo Sr. Ariosto da Riva com a mesma visão do comendador na administração da Colonizadora Indeco era ocupação dos municípios de Alta Floresta, Apiacás e Paranaita. Essas terras abrangia áreas indígenas dos índios Apiacás e Xavantes na região de Alta Floresta. Salienta-se que ambos projetos das colonizadoras na região norte mato-grossense surgiram a partir da perspectiva de ocupação militar. Os projetos das duas colonizadoras foram propulsoras e responsáveis para o expansão da região e motivadoras para novos projetos como a Gleba Celeste na colonização do estado, sobretudo na rodovia Cuiabá-Santarém (PICOLI, 2006).

De acordo com o projeto Radambrasil após o desmembramento do Estado de Mato Grosso do sul, todo o Estado de Mato Grosso passou a pertencer à Amazônia Legal. Em 1970 o Plano de Integração da Amazônia estimulou a colonização da região e contou com o apoio financeiros da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia/SUDAM e Superintendência do Desenvolvimento do Centro Oeste/SUDECO, Banco do Brasil, Pró Terra para desenvolver programas de desenvolvimento e fortalecimento do estado e da região centro oeste (BRASIL, 1980; OLIVEIRA, 1984; MENDES, 2015).

Dentre os municípios inseridos no médio curso da bacia hidrográfica do rio Teles Pires têm: Novo Mundo, Guarantã do Norte, Matupá, Nova Guarita, Peixoto de Azevedo, Terra Nova do Norte, Sinop, Nova Santa Helena, Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte. Os três últimos estão no trecho do corredor fluvial e são abordados nesta pesquisa.

2.2.1.1 Itaúba

O município de Itaúba possui área de 4.529,581 km² e localiza-se a 599 km da capital Cuiabá. Nos dias atuais a população estimada é de 3.802 pessoas (IBGE, 2019).

No período da colonização foram vendidos pelo estado dois títulos de terras a Benedito de Andrade, que atualmente situa-se a cidade de Itaúba, esses títulos foram nomeados de “Selvagem” e “Trindade”, primeira terminologia local (FERREIRA e SILVA, 2008).

Benedito de Andrade revendeu as propriedades para outras pessoas, no entanto, os novos compradores não tinham interesse de se estabelecer na região, o único motivo pela compra era especulação imobiliária posterior. Nesta direção, os Senhores Ildo e Ivo adquiriram as terras dos últimos donos em meados de 1973, com a finalidade de explorar as madeiras e assim beneficia-las para abrir pastagens. Os irmãos pertenciam a Ouro Verde, município de Abelardo Luz em Santa Catarina. Como não haviam pessoas qualificadas na região Ildo e Ivo resolveram buscar trabalhadores no sul do país. Assim, iniciou o processo de colonização de Itaúba (FERREIRA e SILVA, 2008).

Outro colonizador da região foi Erci Vicente dos Santos. O mesmo iniciou a retirada da primeira árvore na localidade. Estabelecidos no local, os irmãos Bedin fundaram a empresa madeireira IMAREL que fazia referência ao rio que corta a região do rio Renato. Posteriormente, o nome foi alterado, para Bedin Indústria de Madeiras Ltda, desenvolvendo assim um forte grupo econômico (FERREIRA e SILVA, 2008).

Itaúba foi criada pela Lei nº. 5.005, de maio de 1986. O nome Itaúba é um substantivo feminino de origem Tupi que significa: planta, árvore designada como dura, pedra ou ferro, classificação essa dada Karl Friedrich Philipp Von Martius (1869), um naturalista alemão. A escolha do nome advém das descrições das árvores: (i) folhas espessas, (ii) pequenas flores e frutos e (iii) considerada a rainha das madeiras de construção. Assim, os pioneiros queriam sugerir que o povo daquela denominada região, tinha uma postura decidida, firme e dura na luta, assim como a Itaúba nas matas (FERREIRA e SILVA, 2008).

2.2.1.2 Colíder

A colonização do município de Colíder ocorreu com a assistência do senhor Raimundo Costa Filho, que tinha experiência no ramo no setor imobiliário no estado do Paraná. Iniciou o povoamento junto a Luiz Marques da Silva com a instalação de moradia e o cultivo de várias culturas, e.g., milho, arroz, algodão, mamona, bananas, hortaliças e apostando na plantação café. A expectativa na plantação do café proporcionou um rendimento econômico por dois anos. Impulsionada em razão da produção do café e pelo

a influência do primeiro colonizador, a região ficou conhecida como gleba Cafezal (FERREIRA e SILVA, 2008).

No ano de 1973, quase toda a gleba Cafezal estava sendo ocupada por muitas famílias. Várias construções foram levantadas como: armazém, dormitório e outras necessidades para aquela ocasião. As pessoas começaram a construir suas casas da mesma estrutura do estado do Paraná, com intuito de transformar o estado de Mato Grosso de acordo com o seu local de origem (FERREIRA e SILVA, 2008).

O nome da cidade é a associação da colonizadora responsável pelo programa de colonização, como Colonizadora Líder (Coli+Lider). Colíder possui área de 3.103,958 km² e foi criada pela Lei n^o.3.746, de 18 de julho de 1976 A lei estadual 4.158, de dezembro de 1979 no Artigo n^o 1 (i) fica criado o município de Colíder com sede na localidade do mesmo nome, desmembrado do município de Chapada dos Guimaraes (FERREIRA e SILVA, 2008; MENDES, 2015; IBGE, 2018). Nos dias atuais a população estimada do município é 33.438 habitantes (IBGE, 2019).

2.2.1.3 Nova Canaã do Norte

O município de Nova Canaã do Norte possui uma extensão territorial de 5.966,196 km² (IBGE, 2018), bem como uma população estimada em 12.787 habitantes (IBGE, 2019). O município foi criado através da Lei n^o 4.997, de 13 de maio de 1986, desmembrando-o dos municípios de Colíder e Diamantino (FERREIRA e SILVA, 2008). Os autores salientam o que contribuiu para que Nova Canaã se elevasse ao patamar de município foi o aumento do contingente populacional, que ocorreu principalmente com a descoberta do ouro, atraindo pessoas de outras regiões.

O processo de colonização aconteceu como nos demais municípios citados, assim como outros do norte do estado. O povoamento iniciou pelo incentivo do estado e principalmente das empresas colonizadoras que buscavam estimular a ocupação populacional nos locais distantes e ainda não povoados (FERREIRA e SILVA, 2008).

Por conseguinte, os mesmos autores ressaltam que o município surgiu através dos incentivos proporcionados pela Imobiliária e Colonizadora Líder, criada pelo Sr. Raimundo Costa Filho, que também foi o fundador da cidade de Colíder. No entanto, o processo de colonização no município de Nova Canaã do Norte não sucedeu como o esperado. Visto que, o INCRA interveio no processo, promoveu incentivos para que as

famílias permanecessem na região e criassem o PAC/Canaã – Projeto de Assentamento Canaã (FERREIRA e SILVA, 2008; MENDES, 2015).

2.2.2 Cobertura da terra e os tipos de uso no médio curso do rio Teles Pires nos últimos 30 anos

O uso na bacia hidrográfica do rio Teles Pires inicia-se na área de nascente localizada a 744 m de altitude no município de Paranaíta, próximo a MT 338. A nascente é classificada como perene (fluxo permanente), sua formação é difusa com vários pontos de afloramento (CALHEIROS, 2004).

A nascente do rio Teles Pires, nos últimos anos vem sofrendo desmatamentos constantes no entorno, registrou-se vasta área com solo exposto, sem nenhum tipo de vegetação. Próximo a nascente foram identificadas espécies arbóreas e arbustivas, obedecendo a Lei das Áreas de Preservação Permanente. No entanto, observou que existem grandes espaços vazios (clareiras) e estradas vicinais entre a cobertura vegetal.

Ao longo do perfil longitudinal do rio Teles Pires pode-se averiguar que o uso intensivo da terra principalmente para agropecuária tem contribuindo com vasta área de degradação com a retirada da vegetação, especialmente dos biomas Cerrado e Amazônico.

A BR 163 Cuiabá-Santarém foi construída estrategicamente para atender o processo de ocupação da Amazônia Legal. Tendo em vista o aumento do plantio e escoamento da soja, pois dependendo do período, alguns trechos do corredor fluvial a navegação não é possível, devido as cachoeiras e corredeiras.

Considerando a colonização do norte do estado, algumas cidades Sinop, Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum foram planejadas com infraestrutura que atende à necessidade dos habitantes. Essas cidades nos dias atuais são responsáveis pela exportação, principalmente da soja para outros países.

O médio curso do rio Teles Pires corresponde a área de 37.269,813 km² de extensão localizado no norte do estado na direção leste-oeste. Territorialmente o rio Teles Pires no médio curso perpassa 11 municípios no estado de Mato Grosso. Sendo que 7 (sete) cidades localizam-se as margens da BR 163, duas na MT 320 e dois municípios que tem acesso pelas estradas vicinais. Fisiograficamente apresenta um canal meandrante com trechos retilíneos com várias conjuntos de ilhas fluviais e barras (centrais e laterais) caracterizado por relevo suave ondulado.

O processo de ocupação iniciou-se pela margem direita. Muitas árvores foram retiradas para construção de casas, comércios, indústrias, criação de animais e cultivo de culturas. Com a crescente urbanização e a expansão agropecuária permitiu que as áreas fossem desmatadas para o uso imediato, iniciando as mudanças ecossistêmicas.

Em 1987, a região do médio curso do rio Teles Pires estava distribuída com maior percentagem de cobertura vegetal 85,69% (Tabela 7). Era o início do processo de colonização incentivada pelo governo federal. Analisando o mapa observou-se que a região mais desmatada para práticas agropecuária concentrava-se mais na região norte e oeste (Figura 17). Nesse período a cultura e criação de animais era em pequena escala, se comparado ao dias atuais. Como as cidades ainda não estavam estabelecidas, e sim em núcleos e vilas, a área urbanizada era de 0,08%.

Tabela 7. Distribuição dos tipos de uso da terra no médio curso do rio Teles Pires

Área	1987		1997		2007		2017	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Vegetação	31.937,756	85,69	23.840,459	63,97	18.114,725	48,60	16.767,409	44,98
Agropecuária	5.161,225	13,84	13.230,458	35,49	18.941,875	50,82	20.185,489	54,16
Rios e lagos	140,865	0,37	152,238	0,40	146816	0,39	208,641	0,55
Área urbana	29,967	0,08	46,655	0,12	63,600	0,17	108,272	0,29

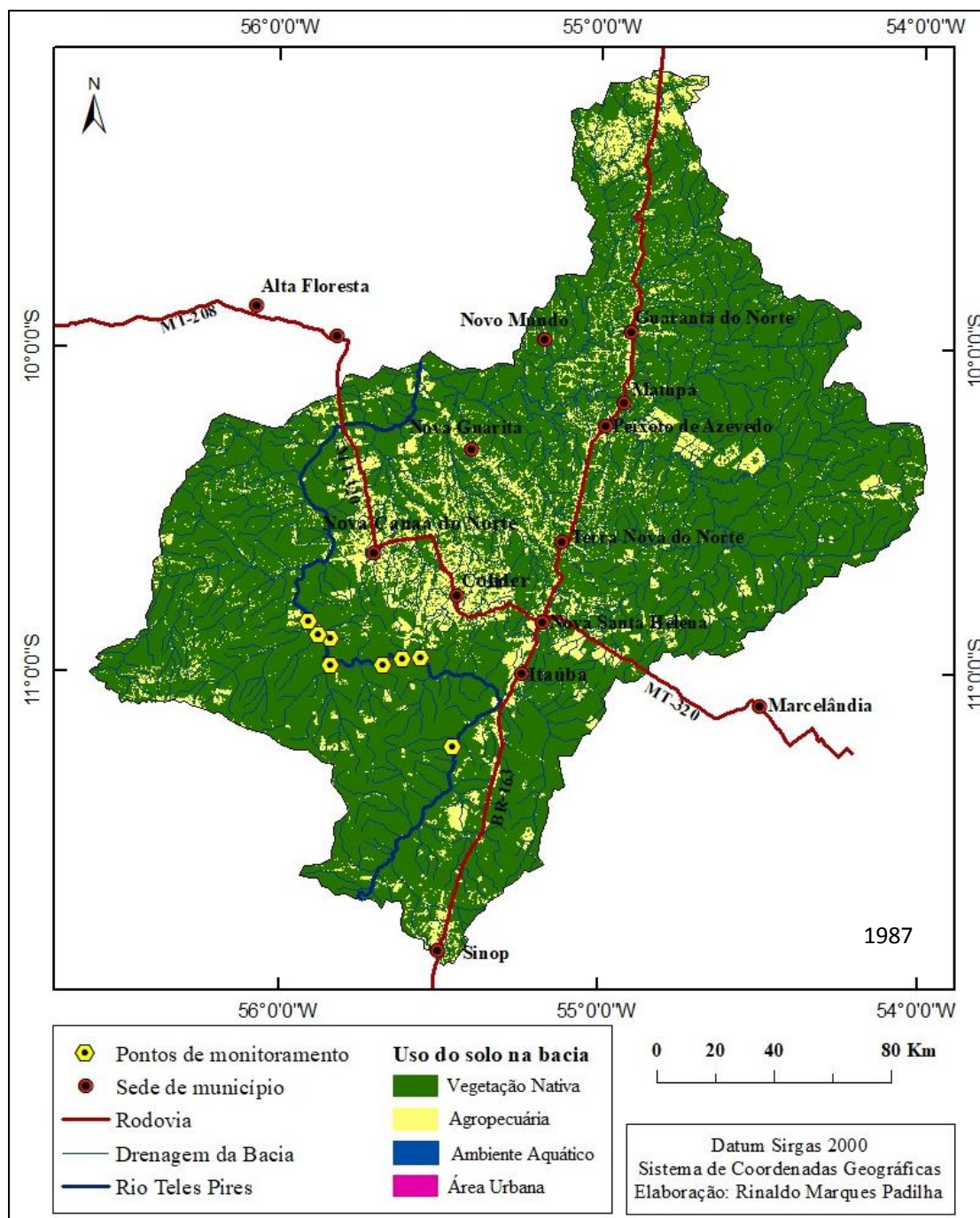


Figura 17. Cobertura e uso da terra em 1987 no médio curso do rio Teles Pires

Em 1997, após consolidada a colonização no médio curso do rio Teles Pires, a área de vegetação diminuiu 22,42%. Esse aumento das áreas desmatadas foram destinadas principalmente para as atividades agropecuárias, que correspondeu a 35,49% (Tabela 7). Observa-se que o desmatamento ocorreu no sentido leste oeste no médio curso, com concentração na porção oeste (Figura 18). Nesses período, a maioria dos municípios se

emanciparam e buscavam desenvolver atividades econômicas para o crescimento da região.

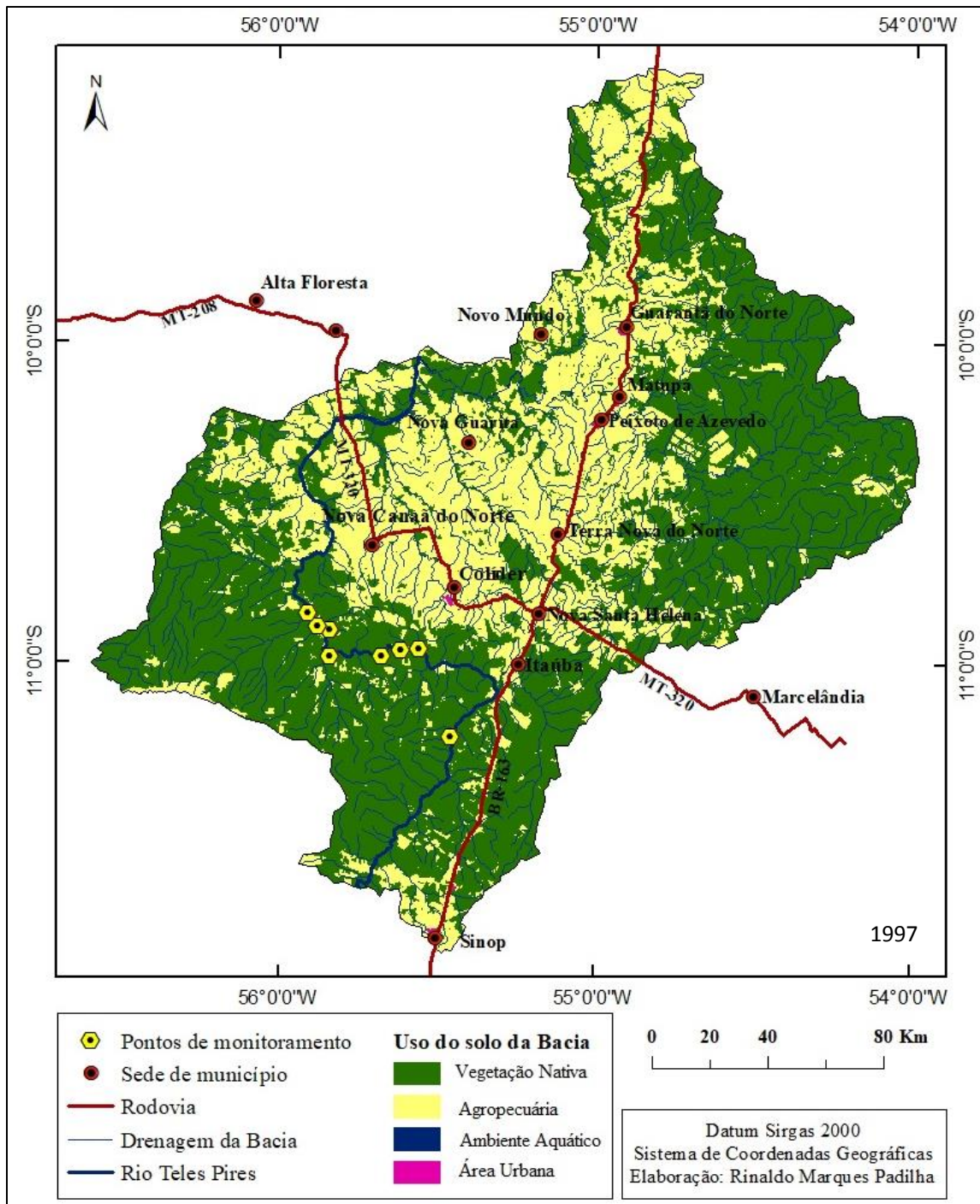


Figura 18. Cobertura e uso da terra em 1997 no médio curso do rio Teles Pires

A derrubada das árvores nativas era principalmente para interesses econômicos que inicialmente destinava-se ao setor madeireiro, no entanto, haviam negócios mais lucrativos com a criação de animais e cultura em larga escala do que simplesmente o

empreendimento madeireiro. Em 1997, com o desenvolvimento da cidade de Sinop aumentou o desmatamento, principalmente para agropecuária (Figura 18).

Afirma-se, que um dos fatores principais para o desmatamento na região era a retirada da vegetação para estabelecer assentamentos, vilas e centros. Esse processo de retirada da madeira é rebatido por várias pessoas, pois é grande o desperdício, posto que a madeira é queimada exclusivamente para adentrar com as técnicas agrícolas, principalmente as de grande escala, não tendo assim o aproveitamento total da matéria prima, e que por consequência, acontece a grande devastação da Amazônia. O projeto de desenvolvimento da região Amazônica pode-se observar duas etapas distintas: (i) o setor madeireiro, o qual faz o corte das árvores com intuito de aproveitar a madeira e (ii) onde empresários ocupam a terra desmatada para práticas agropecuárias (PICOLI, 2005; 2006).

A produção capitalista no setor madeireiro foi incentivado pelo Estado a partir da ditadura de 1964. Um dos principais motivos que levaram o desenvolvimento do setor madeireiro foi o abastecimento das fábricas internas e externas. Nesse sentido, houve a desigualdade entre donos de madeira com a classe operária, pois o contrato era negociado por terceiros, eximindo assim os proprietários de qualquer responsabilidade com o trabalhador. Assim, os grupos econômicos enriqueciam em detrimento do proletariado (PICOLI, 2006).

Nesse período as margens da BR 163 Cuiabá-Santarém encontrava-se bem desmatada, principalmente o trecho entre Nova Santa Helena a Guarantã do Norte. Analisa-se que algumas nascentes dos afluentes do rio Teles Pires próximas a BR estão passando por mudanças de ordem física, ambiental e biológica. A quais comprometem a dinamicidade desse sistema fluvial.

Em 2007 notou-se uma diminuição consideravelmente da vegetação no médio curso do rio Teles Pires, 15,37% se comparada nos últimos 10 anos (Tabela 7). Os resultados mostram que as atividades agropecuárias cresceu 290%. A área urbana cresceu cerca de 261%, equivalente a 63,600 km².

Deve-se ressaltar que houve um aumento da área desmatada próximo as nascentes do município de Peixoto de Azevedo, visto que a mineração está sendo desenvolvida há alguns anos no município, no rio Peixoto, no entanto, a prática estava mais localizada na área urbanizada e atualmente o garimpo se espalhou por toda região, o que contribui para a perda da vegetação. Destaca-se ainda, que inicia-se na parte sul nas margens direita e esquerda do rio Teles Pires a ocupação mais intensiva da área (Figura 19).

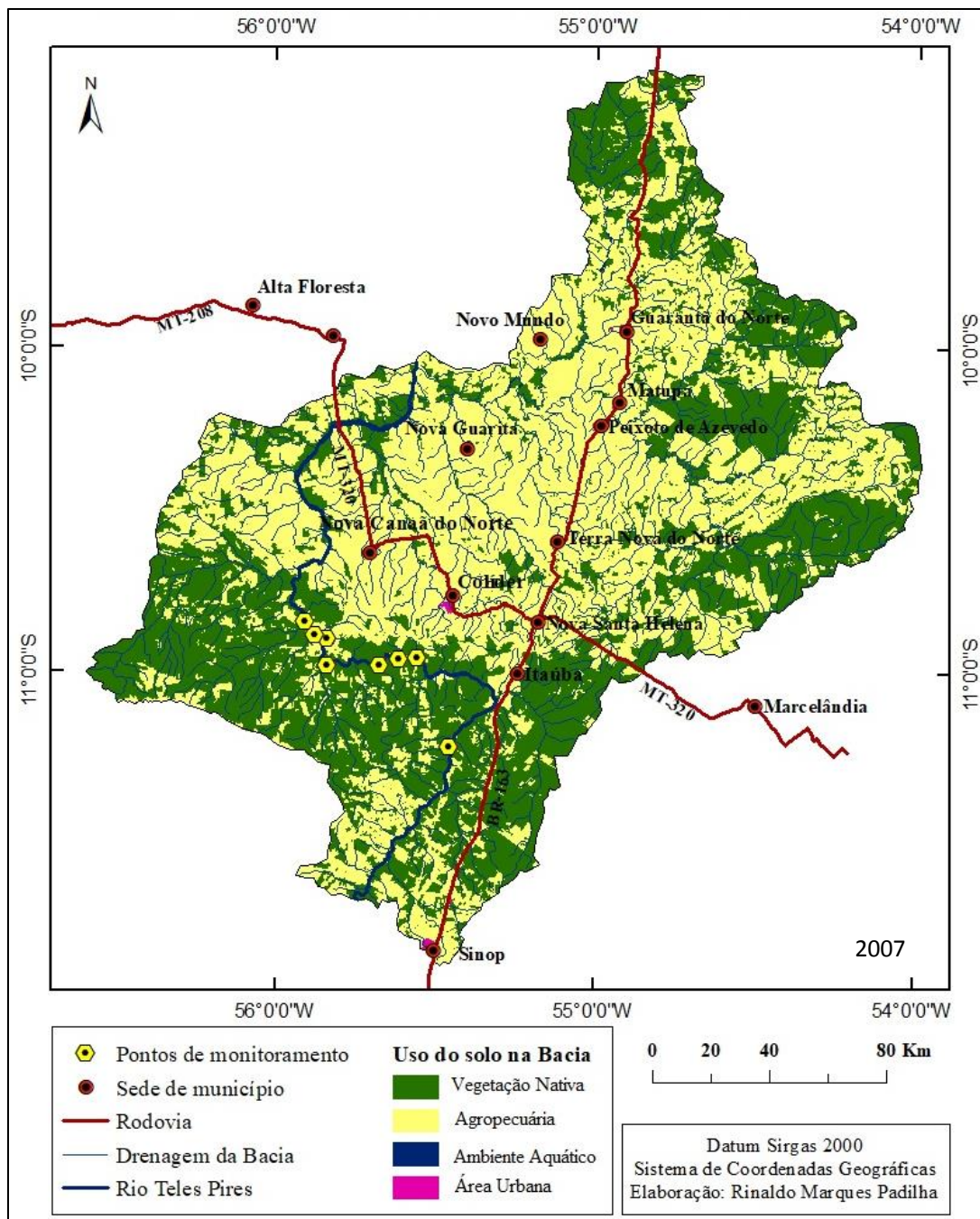


Figura 19. Cobertura e uso da terra em 2007 no médio curso do rio Teles Pires

Os dados do IBGE (anos 2007 e 2017) demonstram que a região investiu mais em lavouras temporárias ao invés de permanente (Tabela 8). Devido a dinâmica atual, utilizou-se os dados mais recentes para verificar quais atividades econômicas são mais desenvolvidas nos três municípios em estudo.

Tabela 8. Distribuição da quantidade de terras em hectares nas lavouras permanente e temporária nos anos 2007 e 2017 nos municípios Itaúba, Colíder Nova Canaã do Norte no médio curso do rio Teles Pires

Municípios	Lavoura Permanente (ha)		Lavoura Temporária (ha)	
	2007	2017	2007	2017
Itaúba	1.921	156,20	22.027	53.339,36
Colíder	659	225,57	11.973	12.281,77
Nova Canaã do Norte	246	73,19	8.696	35.968,31

A utilização da terra nessas lavouras permanentes foi distribuída na produção de algumas culturas, no entanto, o café e coco da baía nos três municípios foram produzidos nos anos de 2007. Em 2017 houve a diminuição dos produtos em Nova Canaã do Norte e não se cultivou no município de Colíder (Tabela 9).

Tabela 9. Distribuição das atividades agrícolas desenvolvidas nos anos 2007 e 2017 nos municípios Itaúba, Colíder Nova Canaã do Norte no médio curso do rio Teles Pires

PRODUTOS	ITAÚBA				
	Lavoura Permanente				
	2007		2017		
	Área Plantada (ha)	Quantidade Produzida	Área Plantada (ha)	Quantidade Produzida	
Café	15	733 kg	5	800 kg	
Coco da Baía	120	8.500 f	10	8.000 f	
PRODUTOS	Lavoura Temporária				
	Mandioca	55	18.000 kg	100	18.000 kg
	Milho	1.900	3.221 kg	20.000	5.100 kg
	Soja	16.800	3.360 kg	48.000	3.300 kg
	Arroz	2.580	4.200 kg	1.500	3.600 kg
	Cana de açúcar	18	20.00 kg	15	20.000 kg
	Feijão	30	533 kg	450	1.080 kg
	Melancia	---	---	10	18.000 kg
	Abacaxi	---	---	6	12.000 f
	Melão	---	---	10	17.000 kg
	PRODUTOS	COLÍDER			
		Lavoura Permanente			
Banana		15	7.200 kg	25	12.480
Café		60	783	---	---
Coco da Baía	220	8.000 f	---	---	

Guaraná	10	600	---	---
Laranja	---	---	25	8.000 kg
Limão	---	---	25	8.000 kg
Maracujá	---	---	3	30.000 kg
	Lavoura Temporária			
Abacaxi	6	20.000 f	25	20.000 f
Cana-de-açúcar	20	15.000 kg	---	---
Mandioca	15	12.000 kg	100	15.000 kg
Milho	520	2.919 kg	6.840	5.600 kg
Arroz com casca	880	3.500 kg	1.863	2.785 kg
Tomate	6	6.000 kg	5	20.000 kg
Soja	200	3.120 kg	10.919	3.300 kg
Feijão	---	---	50	1.000 kg
Melancia	---	---	40	20.000 kg
Melão	---	---	15	7.000 kg
	NOVA CANAÃ DO NORTE			
PRODUTOS	Lavoura Permanente			
Banana	26	6.000 kg	23	6.000 kg
Café	80	750 kg	12	15.000 kg
Coco da Baía	30	6.500 f	---	---
Guaraná	30	600 kg	---	---
Palmito			3	1.333 kg
	Lavoura Temporária			
Cana-de-açúcar	30	15.000 kg	---	---
Abacaxi	6	20.000 f	8	20.000 f
Arroz com casca	2.500	3.300 kg	4.000	3.000 kg
Batata doce	3	6.000 kg	---	---
Mamona	180	1.000 kg	---	---
Feijão	30	600	100	1.500 kg
Mandioca	180	15.000 kg	10	10.000 kg
Melancia	15	25.000 kg	10	20.000 kg
Milho	3.000	2.880 kg	11.733	5.418 kg
Soja	3.200	3.000 kg	30.466	3.300 kg
Tomate	2	6.000 kg	---	---

Fonte: IGBE (2007, 2017).

As lavouras temporárias foram as que mais se desenvolveram na região. Constatou-se que a área e a produção aumentaram de acordo com a cultura cultivada. Nesta direção, a plantação de abacaxi, mesmo não registrada em 2007 no município de Colíder, a colheita foi considerável para os três municípios no ano de 2017. Em relação a outros tipos de cultivos, nos últimos 10 (dez) anos houve um crescimento relevante da área destinada a lavoura a soja (Tabela 9).

Analisando a atividade econômica na produção agrícola do município de Itaúba verificou-se que as lavouras de mandioca e cana-de-açúcar foram as que mais produziram nos anos pesquisados. Algumas culturas, feijão, melancia, abacaxi e melão só foram registradas no ano de 2017, com 18.000 kg de melancia produzida (Tabela 9).

No município de Colíder a lavoura permanente em 2017 apresentou plantação não registrada em 2007 e inversamente as que foram produzidas nesse período não foram registradas posteriormente, exceto a produção da banana, registrada nos dois anos. A produção de banana com 7.200 kg e maracujá 30.000 kg nos anos 2007 e 2017, respectivamente, um rendimento significativo a região. Na lavoura temporária foram produzidas diversas culturas, em destaque, a produção do tomate que permaneceu nos dois anos com o aumento significativo em 2017 (Tabela 9).

No município de Nova Canaã do Norte em 2007 as plantações de banana, café, coco da baía, guaraná e palmito foram registradas na lavoura permanente. Enquanto que nas produções temporárias, o cultivo do abacaxi, mandioca e melancia tiveram registros significativos para economia local (Tabela 9).

Mesmo apresentando condições no clima, relevo, solo, topografia propícia para mecanização e disponibilidades de terra favoráveis para o plantio da cana-de-açúcar na região (MENDES, 2015); o cultivo não foi destaque nos municípios envolvidos.

As produções desenvolvidas contribuíram com a economia dos municípios. Se comparadas a outros municípios do estado de Mato Grosso como grande produtores de soja, Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte são classificados como produtores da agricultura familiar, pois são responsáveis pelo plantação que necessitam de grande mão de obra e requer menor condição de processamento até chegar ao consumidor final, principalmente as frutas e hortaliças (MENDES, 2015). No caso dos 3 (três) municípios destaca-se o cultivo da mandioca, feijão e café. Essas produções são responsáveis por abastecer os municípes em feiras locais, supermercados e cidades da região.

Diante do cenário das atividades econômicas observa-se em 2017 a vegetação corresponde a 44,98%, e analisando nos últimos 30 anos perdeu-se 15.170,35 km² com vegetação nativa. Conseqüentemente esses números indicam que as atividades agropecuárias aumentaram em 290% se comparado a 1987. Cabe destacar ainda que expandiu a área urbanizada consideravelmente em 78,305 km² nos anos pesquisados. Analisa-se que a ocupação está distribuída em todo médio curso do rio Teles Pires. Algumas áreas na porção sudoeste ainda não foram ocupadas, devido ser uma região com altitudes mais elevadas como a serra dos Caiabis e chapada Dardanelos (Figura 20).

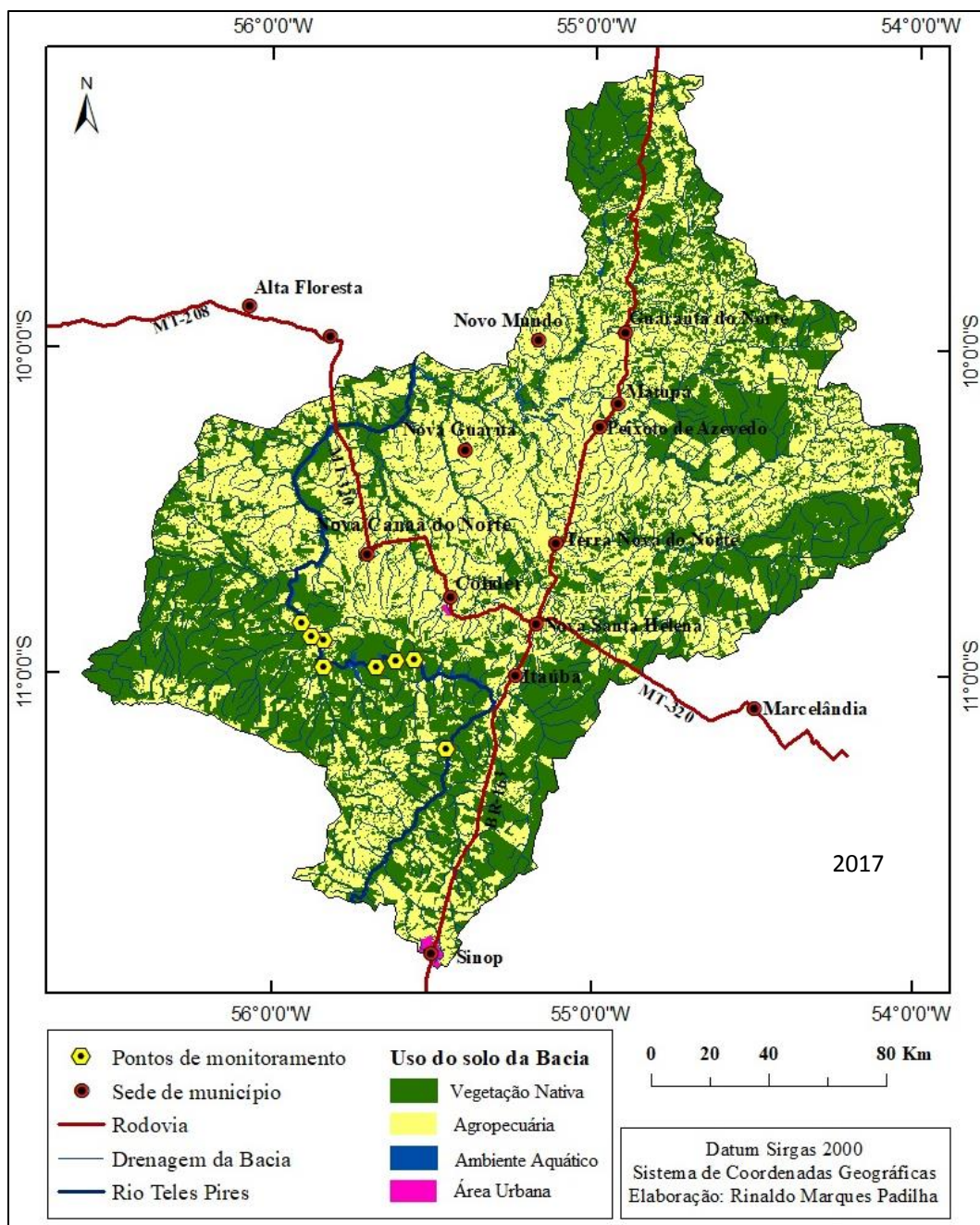


Figura 20. Cobertura e uso da terra em 2017 no médio curso do rio Teles Pires

Quando refere-se atividade econômica, os municípios envolvidos, também desenvolvem a criação de alguns animais: Asininos, galináceos, bovinos, caprinos, equinos e suínos. A pecuária bovina destaca-se nos três municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte nos dois períodos analisados (Tabela 10).

Tabela 10. Criação de animais nos municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no médio curso do rio Teles Pires

CRIAÇÃO	ITAÚBA	
	2007	2017
Asininos	13 (cab)	83 (cab)
Galináceos	49.351 (cab)	11.043 (cab)
Bovinos	124.402 (cab)	101.840 (cab)
Caprinos	199 (cab)	141 (cab)
Equinos	1.340 (cab)	864 (cab)
Suínos	2.204 (cab)	1.057 (cab)
CRIAÇÃO	COLÍDER	
Asininos	51.000 (cab)	41.000 (cab)
Galináceos	68.788 (cab)	69.026 (cab)
Bovinos	320.921 (cab)	289.101 (cab)
Caprinos	489 (cab)	967 (cab)
Equinos	6.272 (cab)	2.684 (cab)
Suínos	7.841 (cab)	6.176 (cab)
CRIAÇÃO	NOVA CANAÃ DO NORTE	
Asininos	16 (cab)	42 (cab)
Galináceos	50.195 (cab)	61.340 (cab)
Bovinos	366.890 (cab)	347.130 (cab)
Caprinos	439 (cab)	778 (cab)
Equinos	2.662 (cab)	4.467 (cab)
Suínos	5.565 (cab)	6.004 (cab)

Fonte: IGBE (2006, 2017).

A crescente criação de bovinos tem se intensificado no Estado de Mato Grosso, bem como no leste do Pará, quase todo território de Rondônia e noroeste do Maranhão (SILVA et al., 2015).

Assim, cabe destacar que nos últimos 30 anos diminuiu a vegetação em 47,50% e aumentou 291,09% as atividades agropecuárias e 261,30% a área urbana. Reduzindo área de mata nativa em 15.170,34 km para as ações antrópicas (Figura 21).

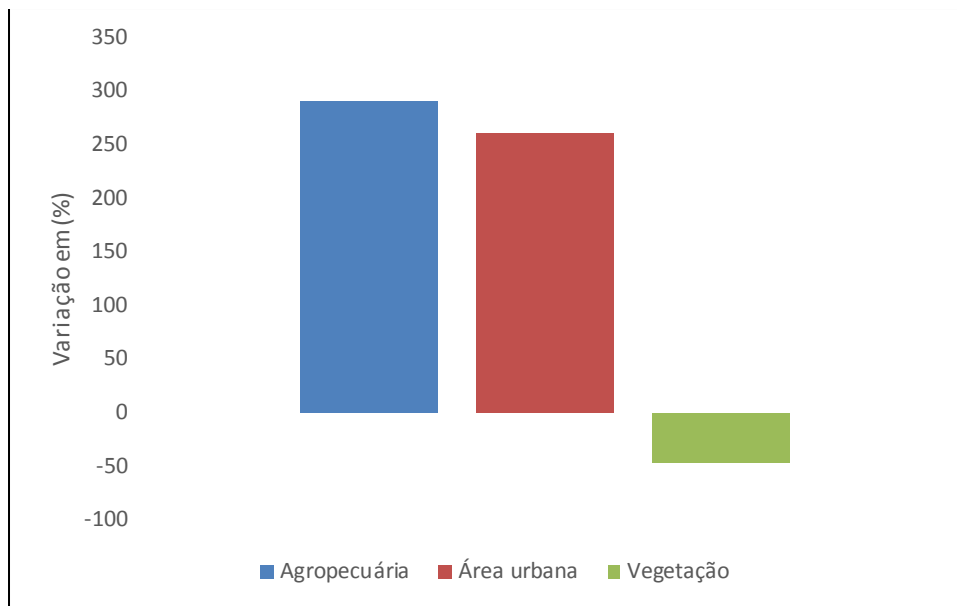


Figura 21. Taxa de uso da terra no médio curso do rio Teles Pires: comparação entre os anos de 1987 e 2017

2.2.3 Empreendimentos hidroelétricos no médio curso do rio Teles Pires

Juntamente com as atividades agropecuárias, a instalação de usinas hidrelétricas estão contribuindo com a mudança na paisagem no médio curso do rio Teles Pires., nesse caso a UHE Colíder. Várias APPs foram retiradas, o curso desviado destinar-se-a ao reservatório do empreendimento hidroelétrico. A área do barramento e remanso possui 94 km (LACTEC et al., 2016) (Figura 22).

Miranda (2011) pontua que os reservatórios são utilizados pelos homens há milhares de anos. Uma das principais vantagens da sua construção estão voltadas para abastecimento, irrigação, navegação e geração de energia. Porém, a sua instalação ocasionam benefícios mais também efeitos negativos de ordem ambiental e social. A construção de hidroelétricas contribui com mudanças da ordem fisiográfica e socioambiental nos sistemas fluviais. O empreendimento dependendo da sua dimensão (área construída e inundada) provoca transformações hidrossedimentológicas a montante e a jusante da usina nos rios principais e seus afluentes (TUNDISI, 2014).

Meybeck et al. (1996) ressaltam que a presença do reservatório pode comprometer a descarga de um rio, como exemplo, o autor cita alguns rios alpinos que são utilizados para geração de energia hidrelétrica como o rio Reno. Zarf et al. (2019) ponderam ainda que a construção de usinas hidrelétricas compromete a funcionalidade do canal fluvial, pois a fragmentação dos rios impede o transporte de nutriente e a migração de espécies a montante e a jusante.



Figura 22. Construção da UHE de Colíder no médio curso do rio Teles Pires

Foto: Fabio Junior do Espírito Santo Andrade (2016)

Pode-se verificar que antes da construção os pontos monitorados registravam APPs com vegetação natural e secundária, inclusive os P2, P3 e P4 destinados ao reservatório da UHE de Colíder. No entanto, observa-se no mapa várias manchas de solo exposto, destinados, principalmente, a pecuária, e especialmente a criação de bovinos e agricultura familiar (Figura 23).

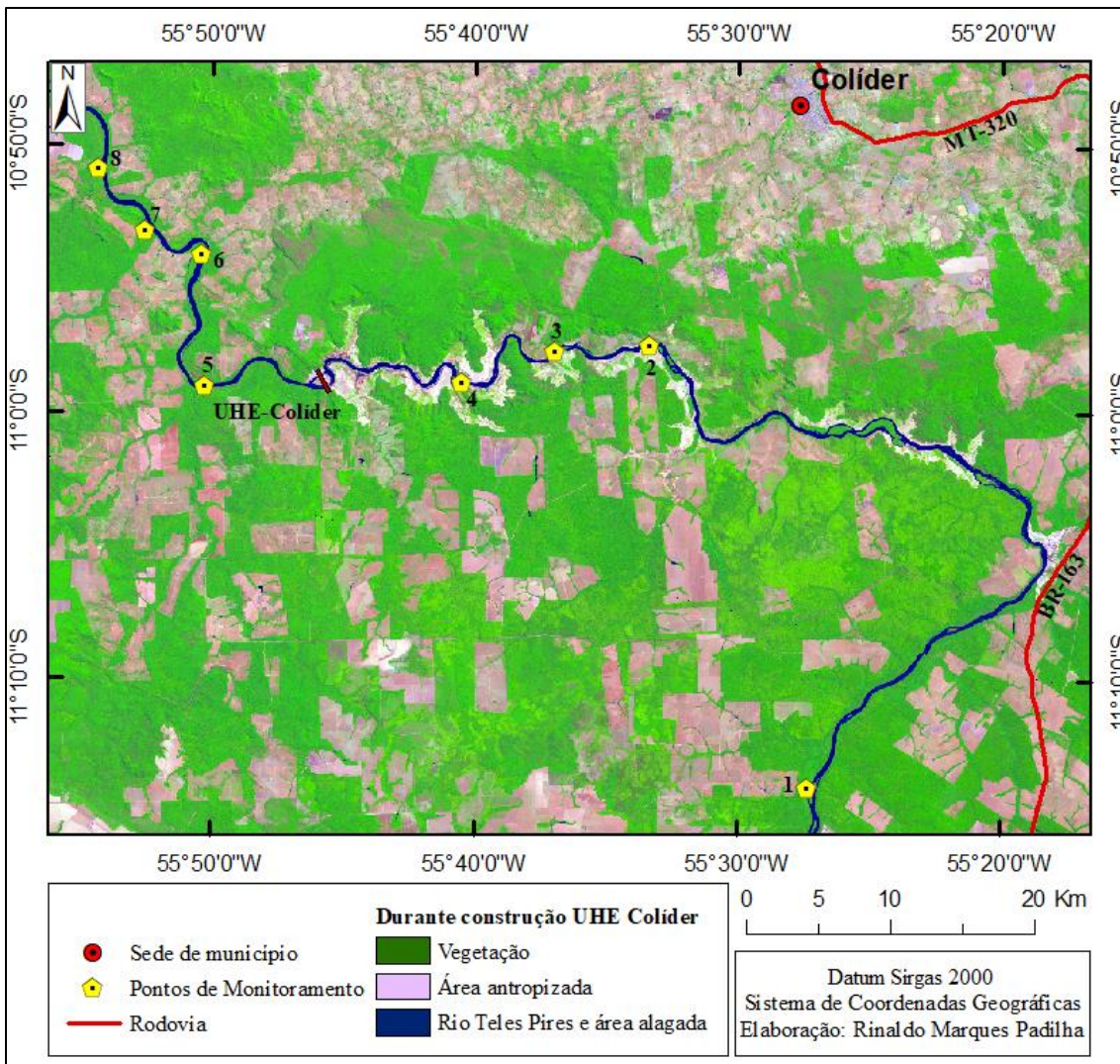


Figura 23. Área antes da construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires

Com a construção da usina, os trabalhos foram iniciados no ano de 2010 com o cadastramento, desapropriação das famílias e retirada da vegetação (COPEL, 2014), várias áreas foram desmatadas no perímetro do lago, bem como áreas próximas do reservatório. Em junho de 2016 a área molhada do rio era de 27,828 km² (Figura 24).

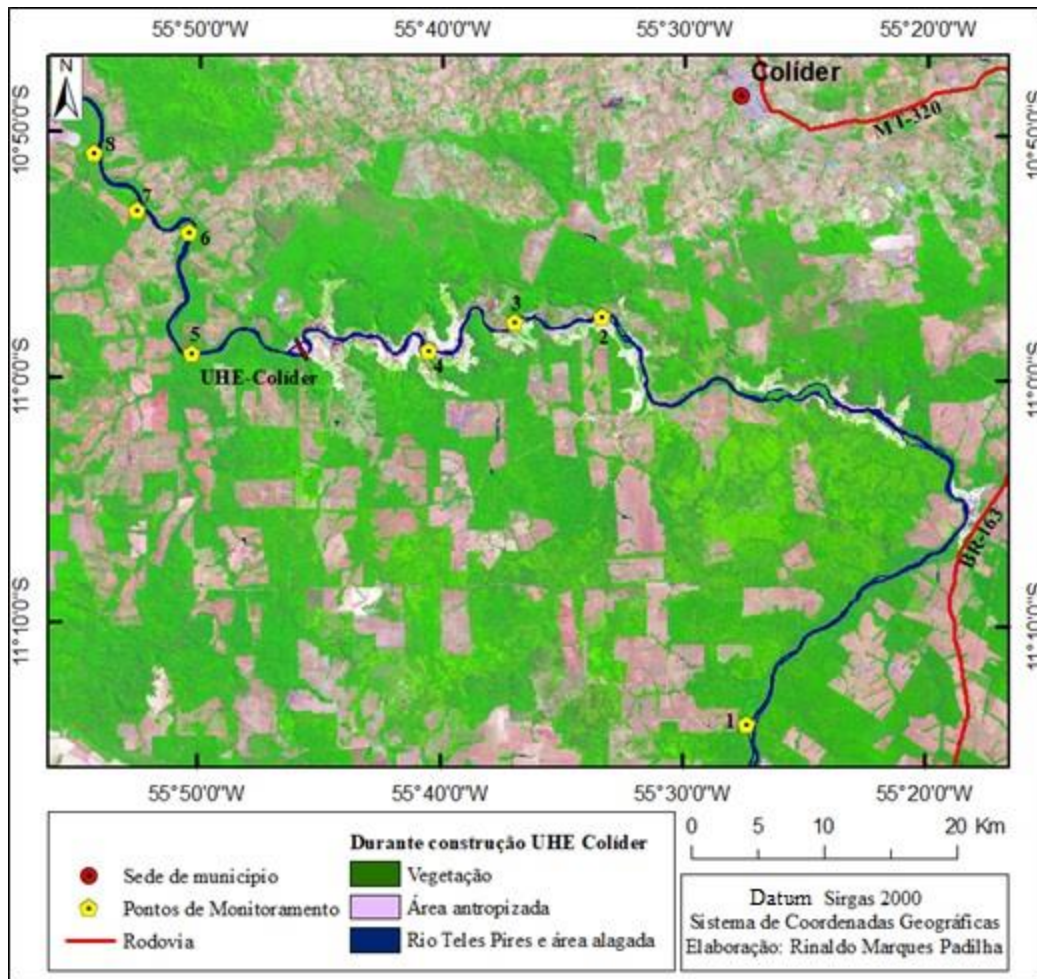


Figura 24. Área durante a construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires

Muitas árvores nativas da floresta e com formações secundárias foram retiradas e enterradas nas margens do rio Teles Pires (Figura 25).



Figura 25. Vegetação soterrada as margens do rio Teles Pires para construção da UHE Colíder
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade (2017)

Em maio de 2018 a área alagada era 152,510 km². Nesse momento, finalizou-se o enchimento do reservatório e a paisagem mudou de um ambiente lótico para lântico, influenciando no ecossistema aquático e terrestre do trecho em estudo (Figura 26). O estudo do impacto ambiental pela JGP (2009) previa que a área destinada para o

reservatório seria de 143,5 km², comparando com os dados atuais, registrou 9,01 km² a mais do que o esperado. Destaca-se que os dados devem ser analisados também conforme o índice pluviométrico da área.

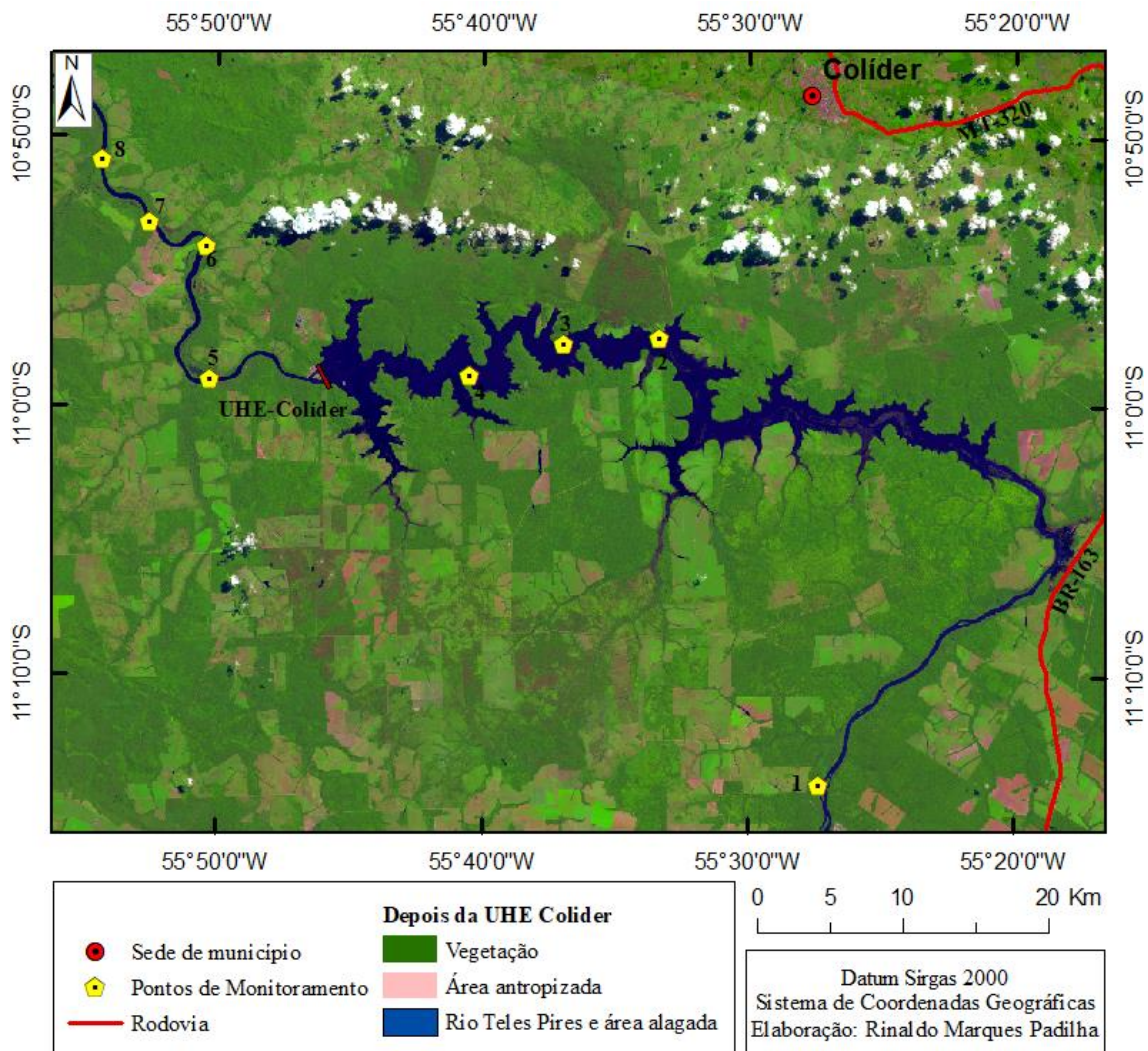


Figura 26. Área depois da construção da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires

Com a construção da UHE Colíder a mudança não ocorreu somente em ordem ambiental, como também social e político. As cidades envolvidas com a construção receberam auxílio, as pessoas residentes as margens do rio Teles Pires foram indenizadas. A cidade de Colíder nesse período recebia várias pessoas que vieram de outras cidades e estados para trabalhar, o que no início contribuiu com o setor de empregos, e com a etapa final da construção, muitos trabalhadores foram dispensados.

2.2.4 Uso da terra nos pontos monitorados

Foram elaborados mapas de uso da terra de acordo com a legislação do novo código florestal Lei Federal nº 12.651, de 28 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Os resultados do uso da terra indicam que nos pontos de monitoramento a área está preservada, em destaque P7 com 100% de preservação. Enquanto no P6 na margem esquerda 47,67% está sendo utilizado para agropecuária (Tabela 11). Ressalta-se que os P2, P3 e P4 estão localizados no reservatório da UHE Colíder conforme exposto anteriormente.

Tabela 11. Cobertura e uso da terra nos pontos monitorados

Ponto	Margem	Tipos de Uso da Terra			
		Área Antropizada (%)	Área Preservada (%)	Planície de Inundação (%)	APP (m)
1	ME	1,6	98,4	0	772,46
5	ME	0	98,81	1,19	4100,38
5	MD	9,43	83,91	6,66	415,88
6	ME	47,67	52,33	0	118,38
6	MD	1,05	98,95	0	1196,77
7	ME	0	100	0	1946,89
7	MD	0	100	0	545,1
8	ME	6,97	86,08	6,95	952,9
8	MD	0	77,42	22,58	1112,13

O P1 é limite entre duas usinas hidrelétricas, possui área de preservação com floresta associada ao planalto dos Parecis/Savanas, formações secundárias com usos antrópicos (BRASIL, 1980; CAMARGO, 2011). A área destina-se a propriedade particular com manchas de 1,6% de antropização e fora desmatada para construção de rancho e estradas próximo ao rio (Figura 27).

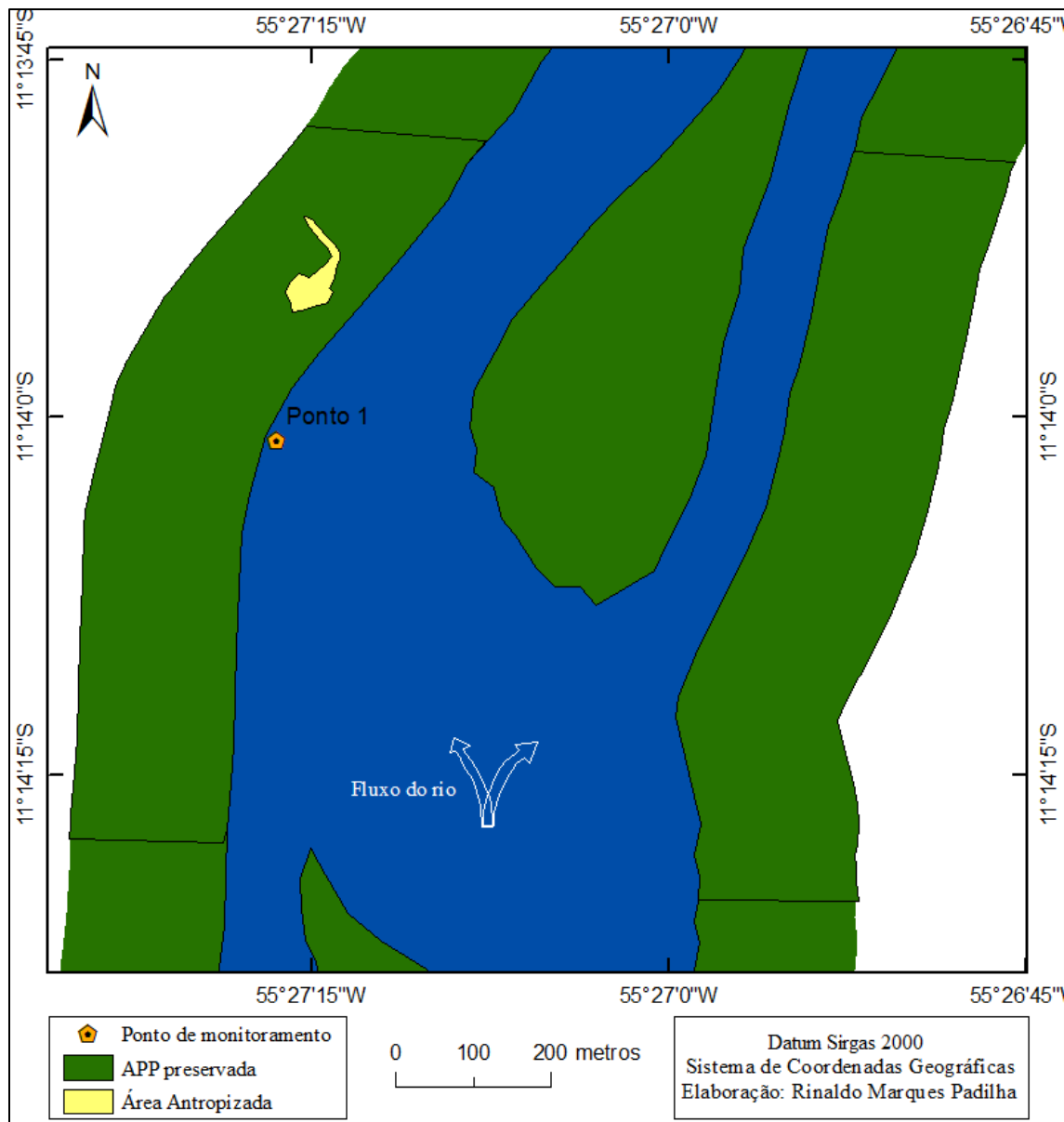


Figura 27. Cobertura e uso da terra no P1 no médio curso do rio Teles Pires

No P5 a vegetação corresponde a floresta Estacional/Savana e Floresta ombrófila/Estacional, com área destinada ao uso antrópico (BRASIL, 1980; CAMARGO; 2011). A margem esquerda apresenta 1,19% de planície de inundação e 98,81% de área preservada, enquanto na outra margem o uso está mais evidente com 9,43% antropizado, a área está sendo utilizada para pesca, construção de estradas e casas, devido a mobilidade entre as pessoas para atividade pesqueira (Figura 28).

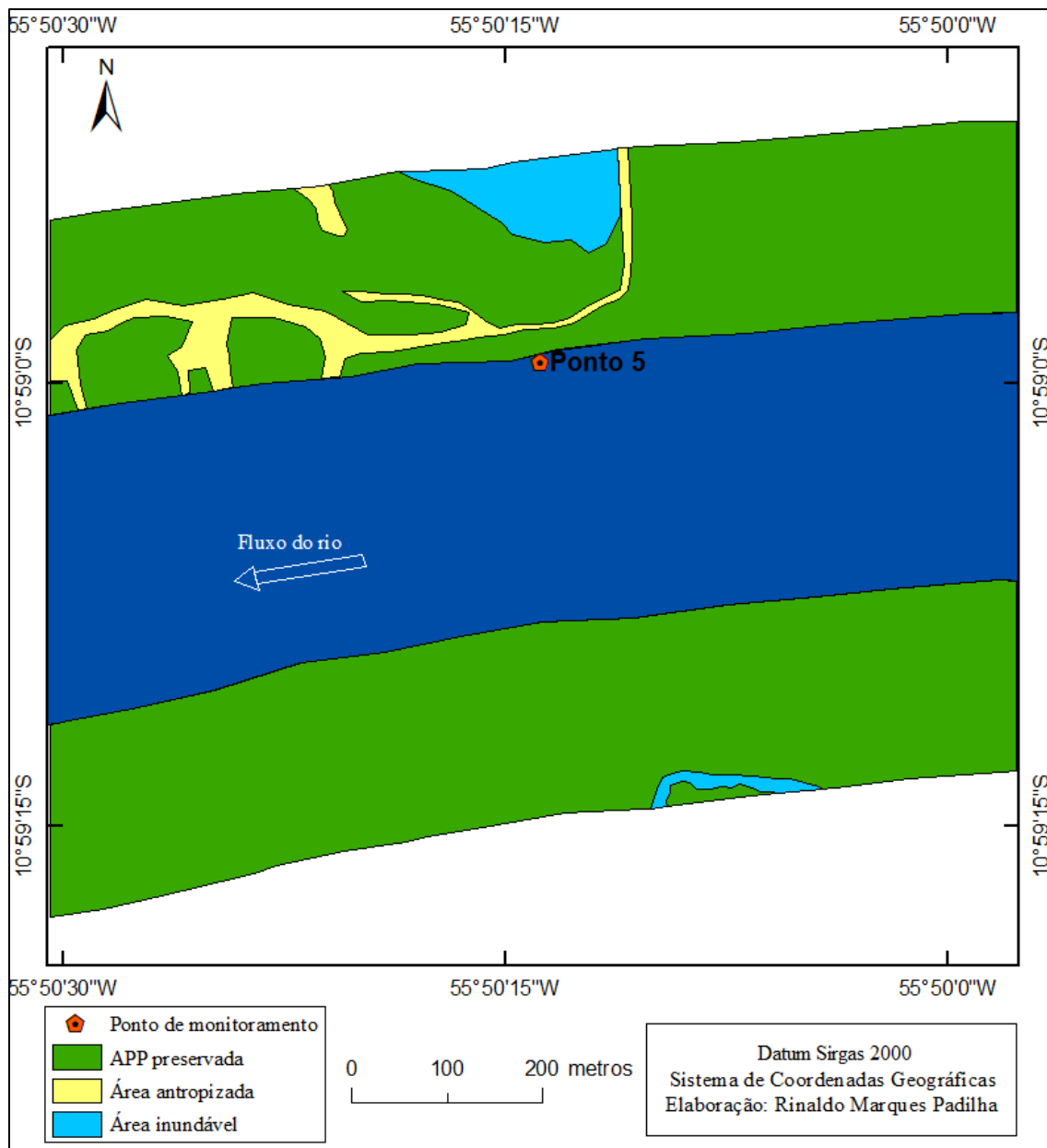


Figura 28. Cobertura e uso da terra no P5 no médio curso do rio Teles Pires

No P6, P7 e P8 a área corresponde a floresta ombrófila/Estacional (BRASIL, 1980; CAMARGO; 2011). No entanto, o P6 registrou uso antrópico nas margens conforme mapeamento realizado. As principais atividades desenvolvidas são: construções de casas para lazer, plantações de subsistência, criação de gado e estradas. Essa área é visitada para atividades pesqueiras (Figura 29).

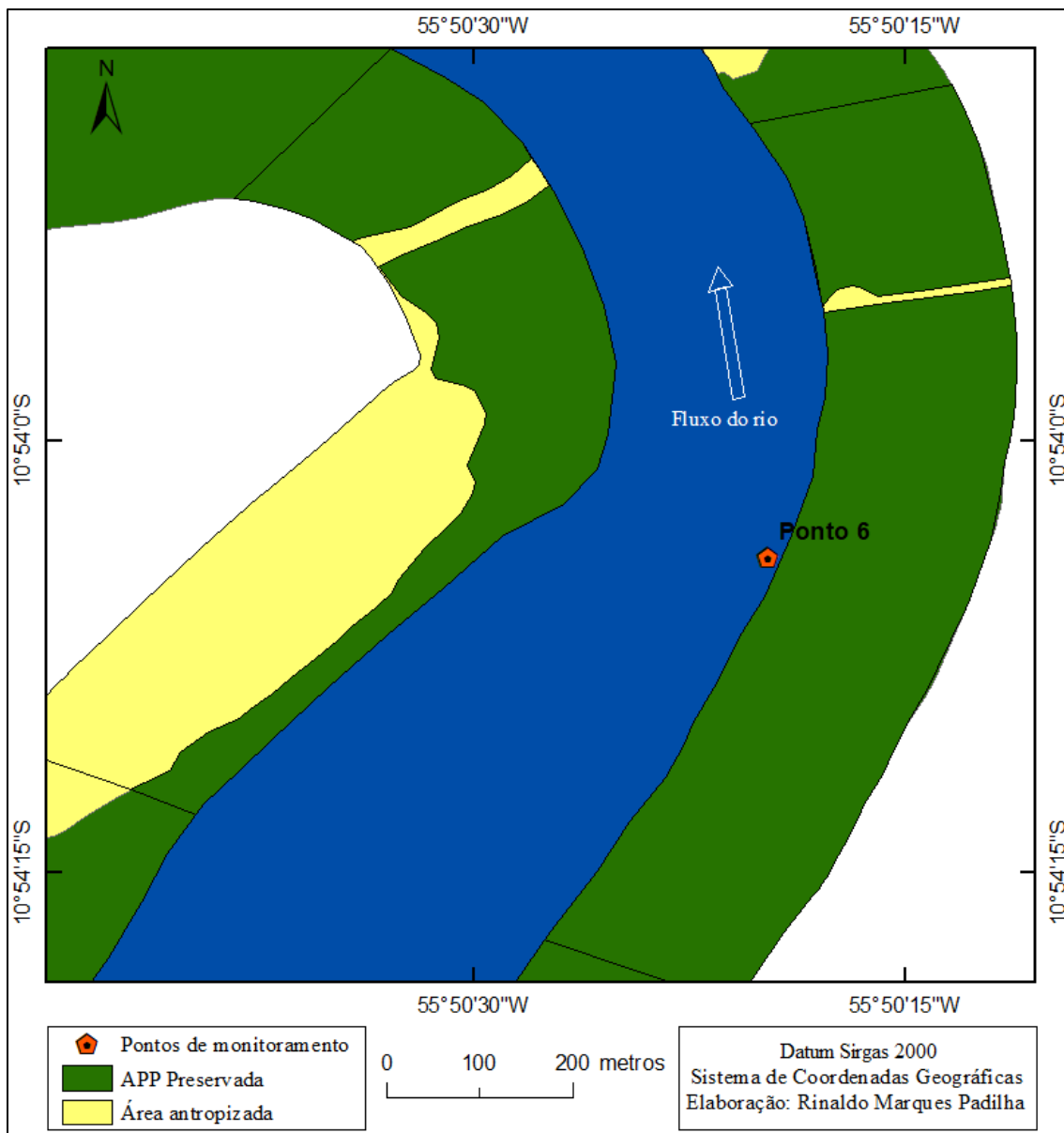


Figura 29. Cobertura e uso da terra no P6 no médio curso do rio Teles Pires

No P7 as duas margens estão preservadas, de acordo com o lei que regulamenta as APPs, conforme a largura do rio que nesse caso registrou mais de 200 m. Quando observado no entorno do rio, existem atividades sendo desenvolvidas, principalmente criação de animais e a agricultura familiar (Figura 30).

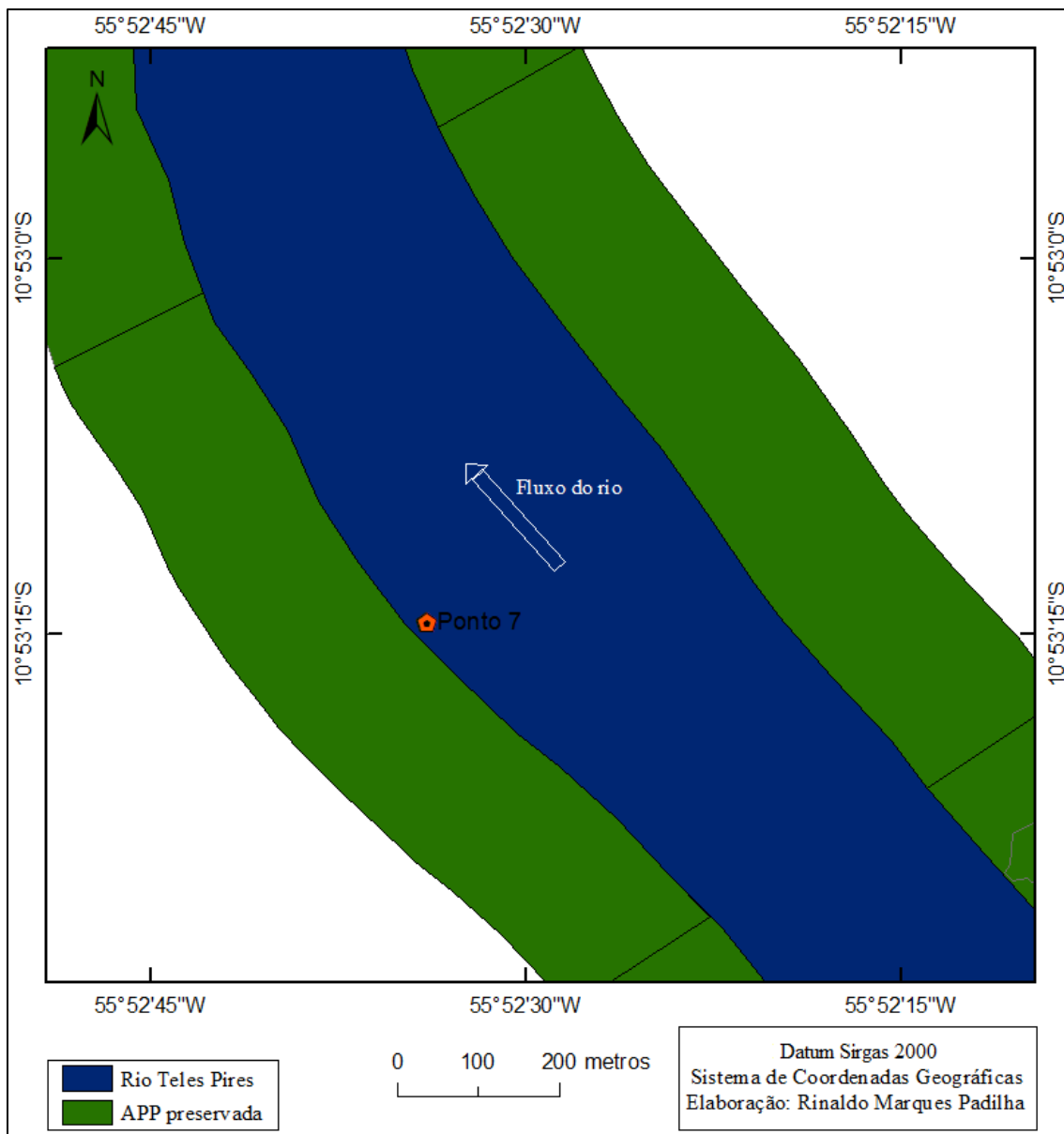


Figura 30. Cobertura e uso da terra no P7 no médio curso do rio Teles Pire

No P8 as duas margens registraram planície de inundação. Na margem esquerda a área antropizada é 6,97%. As árvores foram retiradas para servir de local para acampamento para muitas pessoas (Tabela 11 e Figura 31).

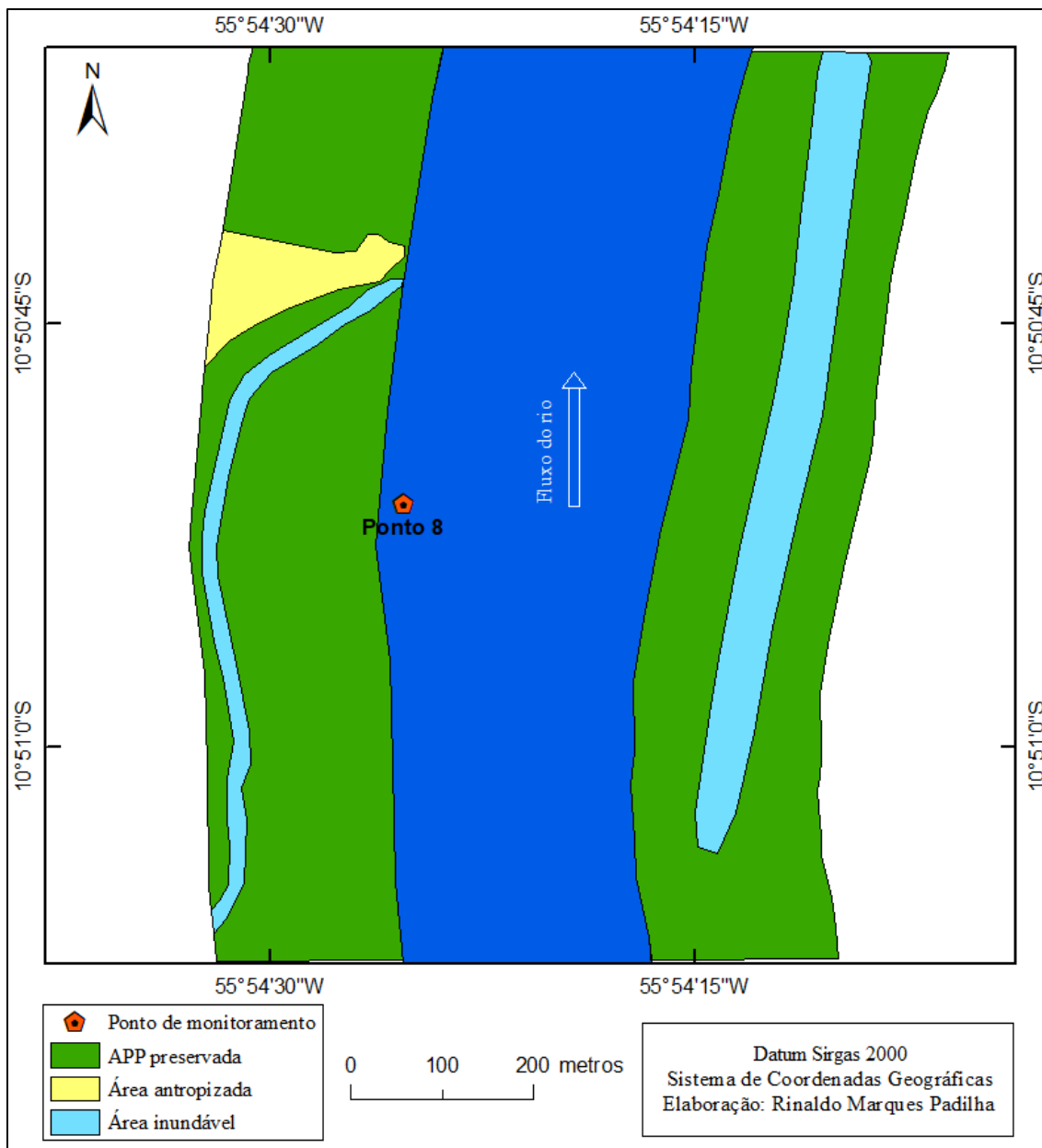


Figura 31. Cobertura e uso da terra no P8 no médio curso do rio Teles Pires

Considerando a legislação exceto o P6 na margem esquerda, os demais estão atendendo a lei recomendada de 200 m de Área de Preservação Permanente (APP), pois as larguras variam entre 200 a 650 m.

Os estudos realizados por Preston e Dikau (2004) em uma sub-bacia hidrográfica na Alemanha demonstram que o uso e ocupação da terra interferem diretamente no aumento e distribuição dos sedimentos, bem como acelera o processo erosivo nas margens dos rios. Assim, Meybeck et al. (1996) complementa que o uso da água a montante só deve ser realizado de tal modo que não afete quantidade ou qualidade da

água, pelos usuários a jusante, pois as águas pluviais são fonte de vida, e os tipos de uso implica em negociações políticas em todos os níveis (federal, nacional e municipal).

Pires et al. (2010) ainda ressalta quais são as consequências com o uso da terra em bacias hidrográficas, sabe-se que o uso intensivo provoca mudanças na paisagem e perda da biodiversidade (Quadro 2).

Quadro 2. Causa-Efeito dos tipos de uso da terra em Bacias Hidrográficas

Tipo de Ameaça	Grau de Ameaça	Amplitude Térmica	Causas Principais
Perda da biodiversidade (ecossistemas, espécies e genes)	Severo (nível genético principalmente) Irreversível no caso de espécie em extinção	-Toda a bacia hidrográfica, incluindo as águas a jusante da mesma. -Significado ecológico global tendo em vista a riqueza de espécies endêmicas nos trópicos, e a falta de conhecimento científico.	-Desmatamento para fins agrícolas/pecuários em áreas de alta biodiversidade. -Pesca predatória -Turismo desordenado. -Metais pesados e outros produtos tóxicos derivados de atividades industriais e minerais, bem como outras substâncias tóxicas de biocidas utilizados na agricultura
Perda de recursos alimentares (pescado)	Severo/iminente. Danos às populações de áreas ribeirinhas que serão afetadas em seu único meio de sobrevivência	-Toda a bacia hidrográfica, incluindo as águas a jusante da mesma. -Significado social e ecológico regional.	-Derivados de biocidas na agricultura. -Comércio ilegal de animais e produtos provenientes. -Crescimento desordenado da malha urbana. -Falta de saneamento básico -Crescimento das áreas de cultivo com cultura tecnificada.
Poluição das águas por matéria orgânica, nutrientes, patógenos e contaminação por produtos tóxicos.	Severo/iminente Levando em consideração a expansão urbana com as atividades antropogênicas (industriais e agrícolas) na bacia hidrográfica.	-Toda a bacia hidrográfica, incluindo as águas a jusante da mesma. -Significado social e ecológico regional.	-Crescimento potencial de regiões específicas dentro da bacia hidrográfica após a implantação de infraestrutura (estradas, sistemas de geração de energia) -Expansão das atividades agrícolas e pecuárias – erosão dos solos na bacia hidrográfica.
Sedimentação prematura de habitats aquáticos e assoreamento de canais fluviais	Severo	-Planícies (áreas alagadas) -Significado social e ecológico local/regional	-Destrução de Áreas de Preservação Permanente -Obras de engenharia que modificam a geomorfologia fluvial.

Fonte: Adaptado de Pires et al. (2002)

No médio curso do rio Teles Pires no trecho em estudo considerando as consequência propostas devido ao uso, pode-se destacar que as principais causas que

estão modificando a paisagem é o desmatamento para práticas agropecuárias e a instalação de usinas hidrelétricas.

As obras de engenharia com a construção da UHE Colíder tiveram consequências severas, que em muitos casos irreversíveis, como a submersão das ilhas fluviais. A mudança na calha e a interferência do processo hidrossedimentológico contribuiu com o desequilíbrio hídrico e ecológico dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

2.3 CONSIDERAÇÕES

A ocupação do norte mato-grossense ocorreu com o incentivo do governo federal e das colonizadores particulares. Porém, muitas pessoas a maioria vindas do sul do país se decepcionaram com as condições de trabalho, pois procuravam melhores condições de vida na região centro oeste do Brasil.

Com a colonização, aos poucos as áreas preservadas foram desmatadas, no início para o setor madeireiro, mas não surtiu o efeito econômico esperado, então a degradação continuou para o desempenho da agropecuária. Nas cidades Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte, destaca-se a criação de bovinos e agricultura familiar.

Outro fator que está contribuindo com mudanças significativas no médio curso do rio Teles Pires é a instalação de usinas hidrelétricas, em especial a UHE Colíder. Averigua-se, que esse empreendimento hidroelétrico colaborou com alterações de ordem social, econômica e ambiental.

CAPÍTULO III

VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS E EROSÃO DAS MARGENS NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES

RESUMO: Esta parte da pesquisa teve como objetivo quantificar as variáveis hidrodinâmicas, a erosão marginal e averiguar os efeitos hidrológicos e geomorfológicos decorrente da instalação da Usina Hidrelétrica de Colíder nos municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte. Foram quantificados em campo no período de dois anos a velocidade do canal com auxílio de flutuadores e cronômetro, utilizou-se ecobatímetro para verificar a profundidade e o programa Google Earth Pró para mensurar a largura, coletaram-se amostras de solo da margem, instrumentalizou e monitorou a erosão marginal; em gabinete confeccionou croquis, calculou a magnitude da erosão; análise em laboratório e testes estatísticos Kruskal-Wallis com as variáveis hidrodinâmicas (largura, velocidade, profundidade e vazão), a composição granulométrica da margem, grau de inclinação e tipo de margem. Verificou-se que houve mudanças significativas no canal durante a construção e com o funcionamento da usina. Foram registrados profundidade de 0,50 a 24 m, bem como velocidade de 1,42 m/s julho de 2016 e nula em janeiro de 2017, conseqüentemente a vazão é zero na área do reservatório. Averiguaram-se que as margens erodiram lentamente, passando a incidir o processo de corrosão. No entanto, constatou-se que a erosão aumentou 12% em 2018 se comparada a 2017. Correlacionando os fatores (velocidade, inclinação, altura do barranco, área de preservação permanente e outros) pela Análise do Componente Principal verificou-se que 63% explicam os resultados, com o agrupamento das variáveis. As margens na região do lago e várias ilhas foram submersas, prejudicando o habitat de muitas espécies. Assim sendo, a instalação da UHE Colíder modificou a calha e diminuiu o débito, e com o tempo as transformações ocorridas com a instalação da UHE Colíder implicará no aumento do processo erosivo, mudanças que em muitos casos, são irreversíveis.

Palavras Chaves: Velocidade do Fluxo; Processos Erosivos; UHE Colíder; Mudança na Paisagem; Bacia Amazônica

3. INTRODUÇÃO

As pesquisas voltadas para as variáveis hidrodinâmicas é essencial para compreender o funcionamento e o comportamento hidrológico de uma rede de drenagem. Conhecer as discussões abarcadas em relação ao débito de um sistema fluvial é importante, pois contribui na prevenção de secas e enchentes, principalmente nas redes urbanas.

A análise do débito é importante para entender o processo dos recursos hídricos, pois a descarga pode ser estudada conforme a sua distribuição temporal, ou seja, diariamente, mensalmente, anualmente e de acordo com o período sazonal (STEVANUX e LATRUBESSE, 2017).

As alterações ocasionadas no sistema hidrológicos devido as atividades humanas direta ou indiretamente estão interferindo no processo do ciclo hidrológico. Um dos exemplos que ocasionam mudanças de ordem fisiográfica são os represamentos dos rios para proteção contra cheias, produção de energia elétrica e outros. Estas práticas acarretam modificação na distribuição espacial ao longo do perfil longitudinal, transversal e temporal dos fluxos fluviais. O desvio dos rios em grande escala, especialmente produção energética causam transformações nos ecossistemas. Essa ação antropogênica interfere no processo de evaporação, infiltração e da biota das áreas fluviais (MEYBECK et al., 1996; CHRISTOFOLETTI, 1999; RIBEIRO FILHO, et al., 2011).

Os rios são sistemas dinâmicos que recebem influências hidroclimática e geomórficas que condicionam o funcionamento de ordem natural. Alterações no regime hídrico desencadeiam mudanças no fluxo e no transporte dos sedimentos e conseqüentemente acarreta problemas de ordem que afetam o ecossistema.

A erosão fluvial é o resultado de novas formas do relevo exercida pelos trabalhos dos rios, vertentes e interflúvios com a remoção do material da margem e fundo pelas as forças atuantes (SUGUIO, 2003). Os fatores que controlam a erosão são o solo e o clima. Esses condicionantes mudam de um local para outro, por conseguinte contribui com mudanças e regimes hídricos diferenciados. Desta forma, o clima altera a descarga fluvial, ou seja, influencia no regime dos rios e os processos da ação erosiva (CHRISTOFOLETTI, 1981; CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; WOOD e ARMITAGE, 1997; LEINZ e AMARAL, 2001; SUGUIO, 2003; RINALDI e DARBY, 2007; LABADESSA, 2014). Nesta perspectiva, Rosgen (2001) afirma que a erosão acelerada de margens de rios é uma das principais causas da poluição de fontes não pontuais associada a fornecimento e aumento dos sedimentos.

De acordo com Pinto (2017), a erosão fluvial versa na remoção ou desintegração das partículas do leito e margens pelo contato hidráulico. A erosão ocorre nos diferentes tipos de solos granulares e compostos (coesos ou não coesos), pois esse processo está relacionado a ruptura do equilíbrio entre as forças resistentes e atuantes como a vegetação, solo, rocha e declividade e qualquer mudanças a montante ou jusante, ocasionam o desequilíbrio na rede hidrográfica. Como componente da erosão fluvial a erosão marginal é caracterizada pela perda das margens, com a ação natural ou acelerada pela ação antrópica. Este processo favorece o aumento da largura do canal e assoreamento dos rios, devido ao aumento da carga sedimentar (CASADO et al., 2002).

A erosão fluvial está associada as transformações ocorridas no ciclo erosivo esquematizadas por Willian Morris Davis no final do século XIX, ou seja, um processo natural caracterizado pelas forças atuantes. Ao analisar o ciclo proposto por Davis, percebe-se que no conceito empregado, o processo é considerado um ciclo normal, independente da ação antropogênica, a erosão ocorre devido os fatores sistêmicos que são interdependentes, com desenvolvimento lento, o que perdura por meses ou até anos que colabora diretamente no equilíbrio do sistema fluvial (SUGUIO, 2003; PINTO, 2017).

A erosão fluvial ocorre de modo contínuo e natural pela ação da água e da rede de drenagem. Esse processo é responsável pela modelagem fluvial e esculturação da paisagem (PENTEADO, 1974; SILVA et al., 2007). Qualquer mudança de ordem antropogênica pode alterar o regime hídrico: erosão e aumento da carga sedimentar (GATTO, 1988; BORTOLUZZI e PETRY, 2008; MINELLA e MERTEN, 2013; CARVALHO e HORA, 2018; MIRANDA et al., 2018).

Labadessa (2014) afirma que os rios são responsáveis pela morfoescultura do relevo com o processo de erosão vertical e lateral. De acordo com Cunha (1995) e Christofolletti (1981), os rios são os principais agentes de erosão. A dinâmica natural, resulta no processo de arrasamento das proeminências desde as partes mais alta (áreas de nascentes), consideradas áreas de degradação até a zona mais baixa (foz) com a agradação dos sedimentos. São três estágios que compreende a erosão fluvial: (i) jovem: intensivo aprofundando a calha, (ii) maduro: abaixamento e alargamento do leito e (iii) senil: relevo suavizado e levemente ondulado (SANTANA, 2003).

Os fatores como o clima, relevo, estrutura basal e o tempo contribui para a sucessão de estágios do ciclo de erosão. Teoricamente a erosão dos rios é conhecida como remontante, ou seja, adianta-se no sentido da cabeceira. Quando o rio perde a competência e não pode mais aplainar uma região, considera-se que atingiu o seu nível de base, ou seja, está estabilizado pela área de desembocadura das águas interiores e exteriores (SANTANA, 2003).

Os processos exógenos são responsáveis pela dinâmica superficial mais dominantes na rede drenagem, como: meteorização química, transporte e deposição. Assim, diferentes litologias podem condicionar distintas formas de climatização sob o mesmo regime climático e alterando a dinâmica fluvial (LORANDI e CANÇADO, 2002).

Riccomini et al. (2009) e Allan e Castillo (2017) ressaltam que os rios são os principais agentes modificadores da paisagem, auxiliando na morfoescultura do relevo e

com os processos fluviais: erosão dos sedimentos, transporte e deposição. Allan e Castillo (2017), ainda complementam que rio tem a competência de transportar materiais em função do gradiente e volume do fluxo.

A erosão das margens é um fenômeno natural que ocorre ao longo do processo fluvial. A interferência humana acarreta mudanças de ordem que compromete as questões ecológicas e socioeconômicas no ambiente fluvial (PAPANICOLAOU et al., 2006). Os problemas podem relacionar-se a turbidez da água, alteração na dinâmica dos sedimentos, perda de terras agricultáveis. As partículas que são desagregadas das margens é um pré-requisito para o entendimento da Hidrossedimentologia (HOOKE, 1979; MEYBECK et al., 1996; LAWLER et al., 1997; RINALDI e DARBY, 2007; KARMAKER e DUTTA, 2010).

Alguns fatores contribuem para a estabilidade das margens como as forças gravitacionais/geotécnicas que envolve a altura e ângulo do barranco, resistência mecânica, presença de vegetação e o material da margem: composição e disposição (GATTO, 1988; RINALDI e DARBY, 2007; PINTO, 2017). Quanto maior a altura e ângulo do barranco, menor a segurança do talude, mais suscetíveis a erosão (PINTO, 2017).

Este capítulo teve como objetivo quantificar as variáveis hidrodinâmicas, a erosão marginal e averiguar os efeitos hidrológicos e geomorfológicos decorrente da instalação da Usina Hidrelétrica de Colíder nos municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte.

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Trabalho de Campo

No período de 2 (dois) anos foram quantificados a batimetria (largura, profundidade e velocidade) para o cálculo da área e vazão. O campo é uma das etapas essencial da pesquisa. O entendimento dos fatores preponderantes no sistema hidrossedimentológico com as combinações, observações e medições em campo contribui para compreender a distribuição espacial ao longo do tempo. A pesquisa de campo foi realizada em cinco etapas no período de estiagem e chuvoso: 2016 (julho) 2017 (janeiro e julho) e 2018 (janeiro e julho) em 8 (oito) pontos no médio curso do rio Teles Pires.

Os pontos foram selecionados levando em consideração proximidades de afluentes, feições morfológicas (ilhas), morfometria das margens, área perimetral do lago e arreda do reservatório da usina (Tabela 12).

Tabela 12. Pontos monitorados no corredor fluvial do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte

Ponto	Coordenadas Geográficas		Descrição
	Latitude Sul	Longitude Oeste	
P1 (Montante)	11°14'0.6"	55°27'17.81"	- Área de divisa de duas usinas hidrelétricas Sinop e Colíder - Localizada em propriedade particular - Próximo a ilha fluvial - Ambiente lótico - Área não alagada pela UHE Colíder - Município de Itaúba
P2 (Montante)	10°57'28.46"	55°33'22.67"	- Próximo a ilha Fluvial - Área do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lótico/lêntico - Área alagada pela UHE Colíder - Município de Itaúba/Colíder
P3 (Montante)	10°57'43.6"	55°36'55.5"	- Próximo a ilha Fluvial - Área do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lótico/lêntico - Área alagada pela UHE Colíder - Município de Itaúba/Colíder
P4 (Montante)	10°58'51.3"	55°40'27.3"	- Próximo a ilha Fluvial - Área mais próxima do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lótico/lêntico - Área alagada pela UHE Colíder - Município de Nova Canaã do Norte/Itaúba
P5 (Jusante)	10° 59' 00.3"	55° 50' 17.4"	- Próximo ao afluente Matrinxã - Área mais próxima do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lótico - Município de Nova Canaã do Norte/Itaúba
P6 (Jusante)	10°54'04.5"	55°50'17.2"	- Próximo ao afluente Corgão - Ambiente lótico - Município de Nova Canaã do Norte/Itaúba
P7 (Jusante)	10° 53' 05.6"	55° 52' 23"	- Próximo ao afluente sem denominação - Ambiente lótico - Município de Nova Canaã do Norte/Itaúba
P8 (Jusante)	10° 50' 51.2"	55° 54' 13.1"	- Próximo ao afluente Cavalão Morto - Ambiente lótico - Município de Nova Canaã do Norte/Itaúba

A primeira etapa foi realizada para o reconhecimento geral da área, definição dos segmentos, quantificação das variáveis hidrodinâmicas (largura, velocidade e profundidade). De acordo com Bettés (2008), o reconhecimento do local é importante, pois permite ao pesquisador conhecer o ambiente de estudo e os fatores condicionantes que interferem no sistema fluvial. A segunda e as demais etapas foram para quantificação das variáveis hidrodinâmicas.

3.1.1.2 Monitoramento das variáveis hidrodinâmicas (morfometria física do canal)

Nos 8 (oito) pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires foram realizadas a batimetria e em cada ponto na seção transversal foram realizadas cinco medições ao longo do perfil, estabelecidas como: Margem Direita (MD), Próximo a Margem Direita (PMD), Margem Esquerda (ME), Próximo a Margem Esquerda (PME) e Centro (C). De acordo com Bettes (2008) devido a hidrodinâmica, é necessário várias medições no perfil transversal para determinar a vazão, quantidade e diâmetros da granulometria.

De acordo com Allan e Castillo (2017) o uso da seção transversal de um canal é para verificar a quantidade do fluxo, a função da interação entre descarga e sedimento, a erodibilidade de seu leito e margem, a presença de bancos de sedimentos, a influência da vegetação nos processos erosivos. A pesquisa transversal mapeia os fatores hidrodinâmicos (profundidade, largura e velocidade) em vários pontos na seção. Chapman e Kimstach (1996) ressaltam, ainda, a importância do monitoramento das variáveis hidrológicas, uma vez que condicionam o entendimento do comportamento e mudanças do sistema fluvial.

Para profundidade utilizou o ecobatímetro (GPSmaps GARMIN 420s); referente à velocidade foram utilizados flutuadores e cronômetro na distância de 10 m, com série de 3 (três) repetições (GARCEZ e ALVAREZ, 1988; CUNHA, 2013; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017) (Figura 32).

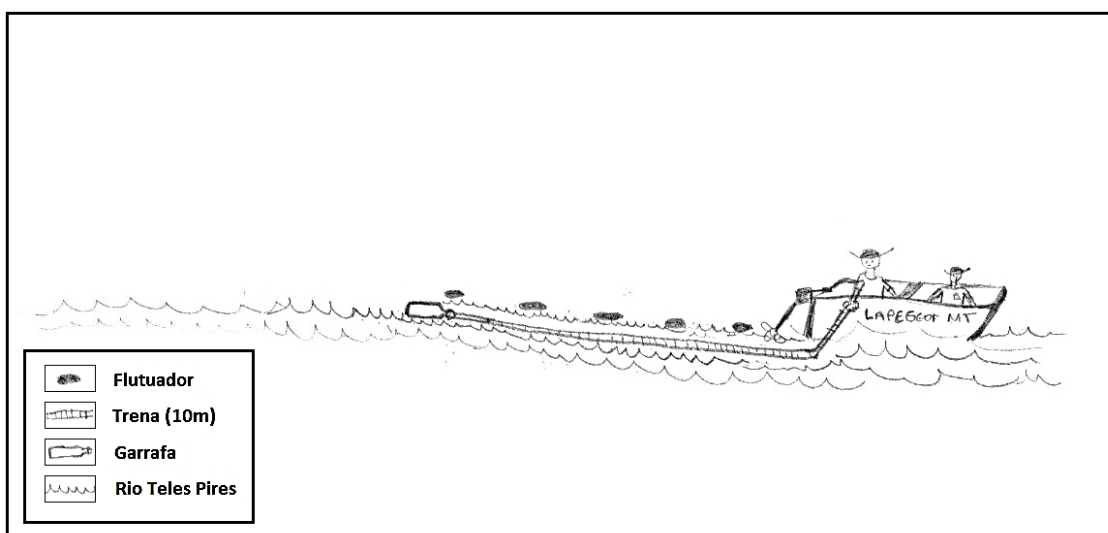


Figura 32. Método tradicional para verificar a velocidade da água

Conforme Carvalho (2008) para se estabelecer uma média da velocidade da correnteza de forma coerente, é necessário realizar medições do fluxo em diferentes seções transversais no canal no período de cheia e estiagem e, em cada seção. Utilizou-se no trabalho a média aritmética, uma vez que não foram mensuradas a velocidade na posição vertical em várias profundidades e sim da superfície. Devido a profundidade e vazão do rio Teles Pires foi possível adotar o método de flutuadores, conforme discutido por Valente e Gomes (2005).

Para mensurar a largura foi utilizada a ferramenta do Google Earth, conforme a imagem do ano (julho 2016, 2017 e 2018 e janeiro de 2017 e 2018) correspondente ao campo e a seção monitorada.

3.1.1.3 Monitoramento da erosão marginal

3.1.1.3.1 Instrumentalização das margens

3.1.1.3.2 Altura da margem

A altura das margens foi mensurada em campo com trena de 20 m. Para definir os padrões relacionados a altura foi utilizada a proposta de Fernandez e Fulfaro (1993) e Souza (2004) com adaptações para o rio Teles Pires, considerando o intervalo de 2 m entre o padrão baixo e médio (Tabela 13).

Tabela 13. Padrão de altura para as margens do rio Teles Pires

Altura (m)	Padrão
0 - 2	Baixa
2 - 4	Média
Acima de 4	Alta

Para a quantificação da erosão marginal ao longo do trecho estudado foram utilizados os métodos de pinos e estacas:

3.1.1.3.3 Pinos de erosão

Vários pesquisadores como Lawler (1978) e empregada por Twidale (1964), Hill (1973), Knighton (1973), Thorne (1978), Hooke (1979), Casado et al. (2002), Souza (2004), Correa e Souza Filho (2009), Silva (2009), Souza e Cunha (2009), Justiniano e Souza (2010), Araujo e Rocha (2012), Dias (2012), Fernandez e Fulfaro (2013), Padilha (2017) utilizaram a técnica de pinos para monitorar a erosão marginal.

Essa técnica versa na inserção perpendicular de pinos de aço (i.e. vergalhão 3/4) que podem medir de 10 a 80 cm de comprimento (GATTO, 1988). Nesse trabalho foram

instrumentalizados 50 pinos de 30 cm para mensurar o valor da erosão por meio da superfície de exposição dos pinos. Primeiramente foi mensurada a altura do barranco e dividido em cinco pontos para inserção dos pinos. Gatto (1988) ainda ressalta que não existe um padrão para inserção dos pinos entre si. A posição utilizada na pesquisa foi a horizontal, posicionados acima do nível da água o qual deixou exposto 10 cm para quantificação posterior da erosão marginal (Figura 33).

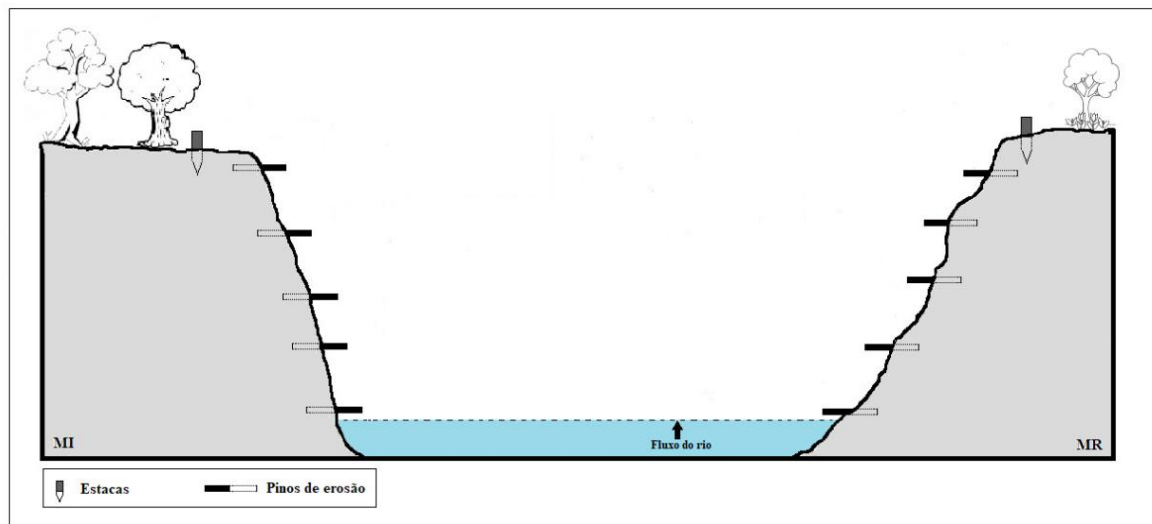


Figura 33. Representação da técnica de pinos e estacas. Em que: MI= Margem Íngreme; MR= Margem Rampeada

A verificação do recuo da margem foi realizada após o período chuvoso (julho de 2017 e 2018), com auxílio de trena 3 m para medir a erosão de cada margem do trecho em estudo.

Os principais critérios para definir as seções que foram monitoradas: tipos de margens, afluentes (500 m a montante ou jusante) e proximidades de sede de fazendas, o que facilitou a posterior localização. Os pontos também foram georreferenciados com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global – GPS (Garmim 72, série 89397513).

3.1.1.3.4 Estacas

Foram instrumentalizadas 1(uma) estaca (em cada margem) totalizando (nove) estacas nos pontos monitorados. A técnica das estacas é utilizada principalmente para garantir o controle de erosão caso ocorra a perda dos pinos pela erosão por desmoronamentos (basculamento ou cisalhamento). Essa técnica constitui na instalação de estacas de madeira na posição vertical a 2 m da margem (Figura 33). Recomenda-se deixar 10 cm exposto para melhor identificação, posicionadas de forma que não sejam

afetadas por prováveis erosões ou retiradas pela ação dos habitantes locais (HUGUES, 1977; HOOKE, 1979; BANDEIRA, 2005; CORREA e SOUZA FILHO, 2009; SILVA, 2009).

No período de estiagem/julho de 2016 foram coletadas amostras de solo das margens dos 4 (quatro) pontos monitorados a jusante e no primeiro ponto a montante da UHE Colíder. Não foram coletados materiais nos pontos a montante 2, 3 e 4 devido a área ser destinada ao lago da usina.

3.1.2 Trabalho de Gabinete

3.1.2.1 Cálculo de Vazão

Para calcular a velocidade do fluxo na superfície da seção transversal utilizou a Equação 8 por Cunha (2013):

$$V = D/T \text{ (Equação 8),}$$

Onde:

V = Velocidade

D = Distância

T = Tempo

Ressalta que utilizou-se da soma e divisão dos 5 (cinco) pontos da seção para obtenção da velocidade média.

Para calcular a área na seção transversal no nível da seção molhada foi adotada a Equação 9 (CUNHA, 1996):

$$A = L \times P \text{ (Equação 9),}$$

Onde:

A = Área da seção

L = Largura do canal

P = Profundidade média

Para obter o cálculo da vazão foi utilizada a Equação 10 (CUNHA, 1996):

$$Q = V \times A \text{ (Equação 10),}$$

Onde:

Q = Vazão

V = Velocidade das águas

A = Área

3.1.2.2 Quantificação da erosão marginal

Para quantificar a magnitude da erosão foi utilizada a seguinte Equação 11 sugerida por Hooke (1979), adaptada por Fernandez (1990; 1995):

$$Em = (L_1 - L_0)/t \text{ (Equação 11),}$$

Onde:

Em = Magnitude da erosão (cm/dia ou cm/mês)

L1 = Comprimento do pino exposto pela erosão

L0 = Comprimento exposto inicialmente, padronizada em 10 cm

t = Tempo transcorrido (dias ou meses) entre cada campanha (coleta)

A erosão média para cada seção monitorada é a somatória dos recuos registrados dividido pelo número total de pinos instalados, enquanto a erosão média anual foi a média aritmética da erosão média obtida ao longo de dois anos de monitoramento (HOOKE, 1979).

Para o potencial erosivo adaptado para esse trabalho, multiplicou o último ano de monitoramento em 24 meses.

3.1.2.3 Quantificação do solo erodido

Para calcular o solo erodido foi utilizada a Equação 12 a partir das discussões de Hooke (1979) modificada para essa pesquisa:

$$V = D_p \times P_e \times l \text{ (Equação 12),}$$

Onde:

V = Volume (m³)

Dp = Distância entre os pinos (m)

Pe = Pinos erodidos (m)

l = Largura (m)

3.1.3 Confecção dos croquis

3.1.3.1 Perfis Transversais

Os perfis transversais, foram representados a partir de croquis. Para tanto, os dados, batimétricos coletados em campo, foram sistematizados com auxílio do software

Paint. Foram consideradas as cinco medições (ME) Margem Esquerda; (PME) Próximo a margem Esquerda; (C) Centro; (PMD) Próximo a Margem Direita e (MD) Margem Direita que serviram de base para a coleta dos dados.

3.1.3.2 Perfis de erosão das margens

Os perfis da erosão marginal do trecho estudado foram confeccionados primeiramente no papel milimetrado com o uso da escala gráfica para identificar a quantidade erodida durante os anos (2016 a 2018) de monitoramento. Foi utilizado (mm) para representar a magnitude da erosão (cm/mês), e (cm) em (m) para largura e altura da margem (Tabela 14). No entanto, em alguns pontos foram necessários considerar (mm) para ambos casos (aumentar ou diminuir), devido a sedimentação para melhor representação. Em relação a largura foram utilizados os dados do último monitoramento. A arte final foi realizada no software Paint.

Tabela 14. Representação da escala numérica utilizada na confecção dos croquis da erosão marginal

Ponto	Margem	Largura do Rio		Altura do barranco		Escala da erosão das margens			
		(cm)	(m)	(cm)	(m)	2017		2018	
						(mm)	(cm/mês)	(mm)	(cm/mês)
1	Esquerda	17	590,83	1	5,20	1	0,008	1	0,132
5	Esquerda	13	283,13	1	4,10	2	0,212	3	0,250
	Direita			0,74	10,70	1	- 0,012	0	0
6	Esquerda	12	213,13	1	4,30	1	- 0,022	1	0,005
	Direita			1	3,20	3	0,313	1	- 0,041
7	Esquerda	15	374,72	1	3,40	1	0,133	1	0,120
	Direita			1	3,60	6	0,592	5	0,474
8	Esquerda	14	304,68	1	4,20	1	0,100	1	0,130
	Direita			0,74	8,48	1	- 0,052	2	0,198

3.1.4 Análise de Granulometria

De acordo com Poizot et al. (2008) para sedimentos finos utiliza-se o método da pipetagem e para as partículas grossas emprega o método de peneiramento. Para quantificar as frações de argila e de silte, foi adotada pipetagem (EMBRAPA, 1997). As análises hidrossedimentológicas foram analisadas no Laboratório de Pesquisa e Ensino em Geomorfologia Fluvial “Antonio Christofolletti” na Universidade do Estado de Mato Grosso no Campus de Colíder.

3.1.5 Análise Estatística

As variáveis inclinação, área, velocidade, profundidade, vazão, foram testadas nos testes Kruskal-Wallis. Ainda nesse sentido, com o intuito de analisar possíveis padrões

entre as variáveis respostas, uma Análise dos Componentes Principais (PCA) foi realizada. A PCA representa um método estatístico multivariado que transforma um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais (HONGYU et al., 2015). Todo o tratamento estatístico dos dados utilizados no presente estudos foram realizados no software R (R Core Time, 2018).

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.2.1 Corredor fluvial no médio curso do rio Teles Pires

No médio curso a morfologia do rio Teles Pires no sentido da montante para jusante é caracterizado por relevo suave ondulado com grande elevação, com presença de corredeiras e diversas ilhas. A medida que avança para a jusante apresenta uma região de vale, com vertentes de baixa declividade compondo a planície de inundação do rio.

O médio curso do rio Teles Pires está entre 310 a 240 m de altitude, com aproximadamente 330 km de extensão, com gradiente de 0,22 cm/km (Figura 34). Nesse trecho o relevo é caracterizado por serras e depressão. E a morfologia do rio apresenta trechos meandrantos e retilíneos, com corredeiras e várias feições morfológicas.

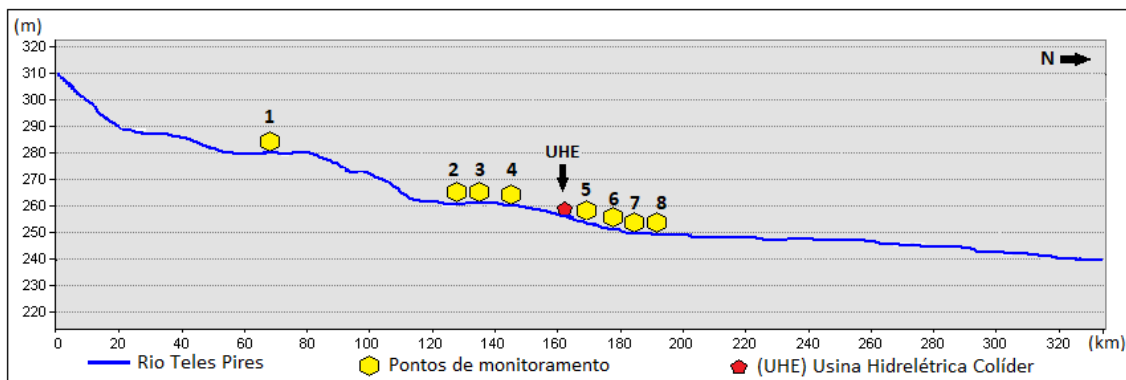


Figura 34. Perfil longitudinal no médio curso do rio Teles Pires

A área de estudo está localizada no médio curso do rio Teles Pires, tem extensão aproximada de 124,8 km entre as altitudes de 286 a 252 m, com gradiente altimétrico de 0,27 cm por km (Figura 35). De acordo com Leinz e Amaral (2001), o gradiente varia de 30 a 40 cm por km nos rios de grande porte. É o caso do rio Amazonas em terras brasileiras, diminui apenas 2 cm por km. Christofolletti (1980) conceitua que o gradiente dos rios é a diferença entre a altura máxima entre o ponto inicial até o fim do comprimento. Machado e Torres (2012) ainda complementam que pode ser desde a nascente a foz, ou de um determinado trecho estudado. Montgomery e Bolton (2003)

ressaltam que o gradiente ao longo do perfil longitudinal de um rio pode mudar drasticamente ao atravessar as rochas resistentes a erosão. E no trecho do corredor fluvial próximo ao P1 e P2 a morfologia do rio apresenta-se em curvatura bem inclinada.

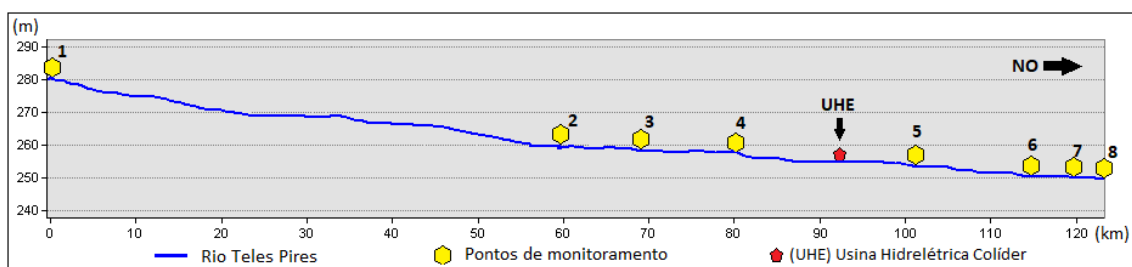


Figura 35. Perfil longitudinal dos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires

Na área de estudo destacam-se a montante da UHE Colíder os ribeirões da Preguiça, Macuco, Tiririca e Novo Horizonte, rio Renato e os córregos da Esperança e do Pedro e dois canais sem denominação. Pode-se verificar *in situ* 4 (quatro) tributários que estavam na área do lago. Sendo que esses foram assoreados, colmatados na confluência com o rio Teles Pires devido a mudança da paisagem com a construção da usina. Pela imagem de satélite no Google Earth Pro registra um canal fluvial que não foi possível averiguar em campo, pois encontra-se em área de risco.

A jusante da UHE Colíder apresenta-se os córregos Danúbia Azul, o rio da Saudade e 3 (três) sem denominação conforme os dados disponibilizados na Carta geomorfométrica - Modelo MDE do bando de dados Geomorfométricos- Topodata. Em campo não registrou um afluente a montante, o fator associa-se com a dinâmica da foz, uma vez que, considerado um canal de 1ª ordem e pelo próprio represamento da usina, contribuiu com mudanças na sua desembocadura. Salienta-se que um dos afluentes sem denominação, regionalmente é conhecido como rio Corgão ou Bonito conforme publicações de Silva et al. (2018), bem como o rio da Saudade é designado como Cavalão Morto (MACHADO et al., 2018).

3.2.2 Hidrodinâmica no médio curso do rio Teles Pires

No período de estiagem no mês de julho de 2016 a profundidade variou de 1,44 e 5,39 m entre os pontos monitorados (Tabela 15). Considerando o talvegue de todas as seções monitoradas foi registrado a menor na margem direita do P1 com 0,50 m na margem esquerda do P4 a maior profundidade de 10,1 m. Este resultado é alarmante por tratar de um rio com diversidade ecológica terrestre e aquática, importante para o norte

do estado, sendo este considerado um dos afluentes da bacia hidrográfica do rio Amazonas.

Tabela 15. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2016

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Estiagem Julho/2016				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	3,44	0,92	583,79	2.008,23	943,86
2 (montante)	1,44	0,56	298,59	429,96	240,77
3 (montante)	3,42	0,81	238,88	816,96	580,04
4 (montante)	5,38	0,32	321,92	1.731,92	554,21
5 (jusante)	3,6	0,71	284,97	1.025,89	728,38
6 (jusante)	3,89	0,57	240,97	934,84	532,85
7 (jusante)	1,92	0,63	382,48	734,36	543,42
8 (jusante)	2,02	0,92	306,59	619,31	569,76

Ao comparar com os dados do Projeto Radambrasil (1980) a profundidade justifica-se principalmente devido a morfologia, pois a área que corresponde o estudo é considerada como área depressiva oriunda dos processos erosivos, contribuindo com a variabilidade e a pouca profundidade do rio Teles Pires. A mudança do gradiente também influencia na profundidade do rio, ou seja, quanto maior a velocidade, o rio torna-se mais raso, conseqüentemente a lâmina d'água corresponderá as irregularidades do leito, constituindo as corredeiras (LEINZ e AMARAL, 2001).

A velocidade média variou na seção transversal de 0,32 m/s próximo a usina e 0,92 m/s no primeiro e oitavo ponto, ambos distantes da UHE Colíder (Figura 36 e Tabela 15). Nas margens, a velocidade mudou de 0 até 1,66 m/s, com gradiente altimétrico de 0,27 cm km. Conforme a caracterização hídrica, o gradiente é heterogêneo devido a presença de corredeiras em alguns pontos. Esse fator pode ser explicado, principalmente, devido a litologia, a presença de variadas rochas no canal e quanto mais resistente o bloco rochoso maior a variabilidade altimétrica. De acordo com Leinz e Amaral (2001), Montgomery e Bolton (2003) com a heterogeneidade do gradiente a velocidade pode variar conforme a inclinação da camada e a diferença litológica provocam uma erosão mais intensa que logo ocorrerá o abaixamento do leito do rio nas rochas menos resistentes. A velocidade do fluxo (turbulento ou laminar) ainda determina os tipos de organismos e habitats (CARR e NEAYR, 2008).

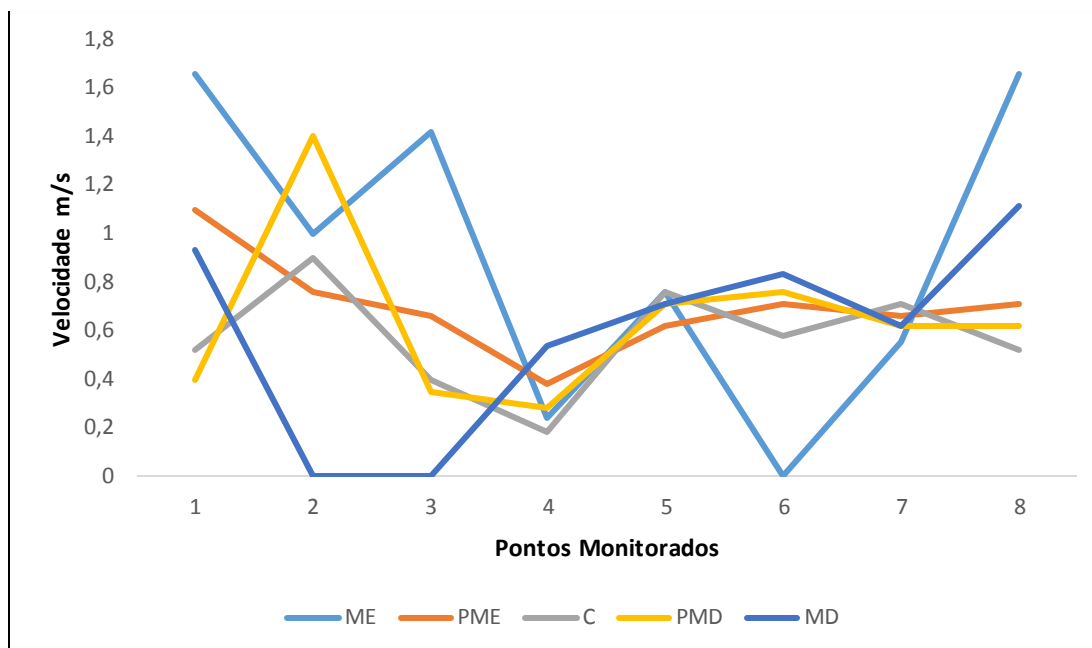


Figura 36. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2016. Em que: ME= Margem Esquerda; PME= Próximo a Margem Esquerda; C= Centro; PMD= Próximo a Margem Direita; MD= Margem direita.

De acordo Leopold e Maddock Júnior (1953), Chapman e Kimstach (1996), Montgomery e Bolton (2003), Silva et al. (2007), Cunha (2013) e Stevaux e Latrubesse (2017), a velocidade do fluxo depende de alguns fatores intrínsecos como um todo, perfil longitudinal: declividade; pontual, perfil transversal: volume, forma, coeficiente de rugosidade do leito e viscosidade da água e a sazonalidade. Qualquer perturbação resultará em mudanças do fluxo. Desse modo, entende-se que a velocidade da água difere no próprio perfil transversal, o que ocorreu com os pontos monitorados, especialmente após as mudanças ocorridas na calha com a construção da usina.

Os resultados da largura mostraram a variação de 238,88 (P3) a 583,79 (P1) m. Sendo registrado a largura mínima e máxima a montante da UHE Colíder. Relativamente o ponto que registrou maior vazão foi P1 com $943,86 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Assim, considera que esse débito está intimamente ligado com o tamanho da área, atribuídos principalmente pela largura da seção.

No período de cheia no mês de janeiro de 2017, pode-se registrar 3,84 e 11,54 m de profundidade média (Tabela 16). Avaliando os dados observou que em alguns pontos (2 a 4) devido ao barramento, diminuiu a velocidade. A velocidade média considerada foi 0,18 m/s (P4) e 0,98 m/s (P8). Enquanto a montante houve a perda, a jusante da UHE a velocidade foi considerada significativa para o movimento do fluxo, especialmente no P8

na margem direita com 1,11 m/s próxima a confluência com o rio Cavalto Morto (Tabela 16 e Figura 37).

Tabela 16. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro do ano de 2017

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Cheia Janeiro/2017				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	3,84	0,81	598,64	2.298,77	1.862,00
2 (montante)	8	0,47	333,56	2.668,48	1.254,18
3 (montante)	11,54	0,38	316,99	3.658,06	1.390,06
4 (montante)	9,62	0,18	349,06	3.357,95	604,43
5 (jusante)	5,08	0,72	298,43	1.516,02	1.091,53
6 (jusante)	5,46	0,71	249,63	1.362,97	967,70
7 (jusante)	3,94	0,71	377,09	1.485,38	1.054,61
8 (jusante)	4,04	0,98	329,36	1.330,61	1.303,99

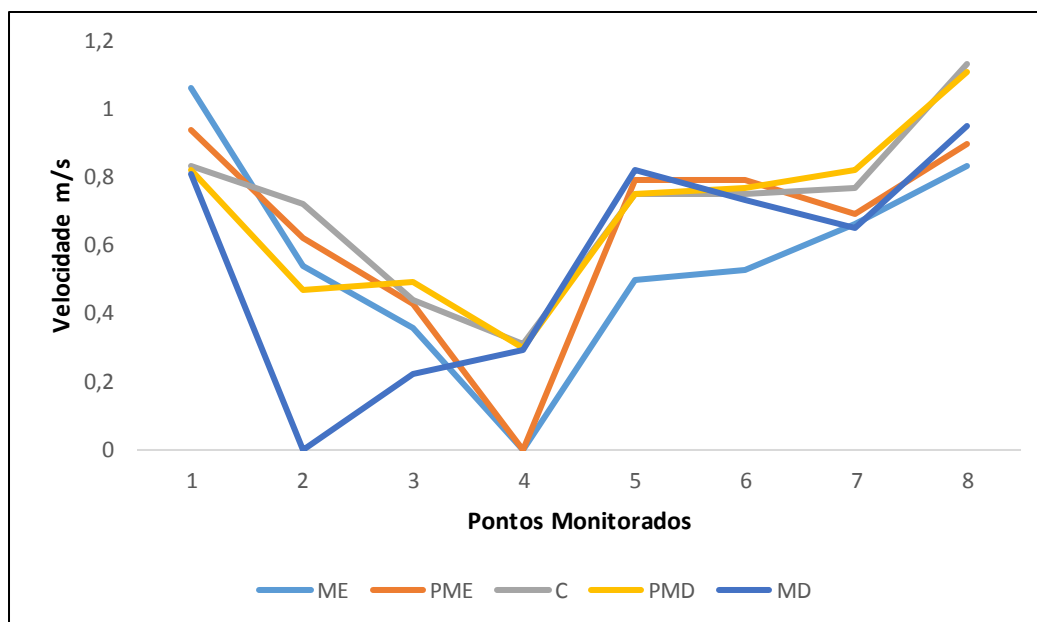


Figura 37. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de janeiro de 2017. Em que: ME= Margem Esquerda; PME= Próximo a Margem Esquerda; C= Centro; PMD= Próximo a Margem Direita; MD= Margem direita.

A configuração do ambiente e a distribuição da velocidade diferem no perfil longitudinal e transversal nas diferentes profundidades (superfície e fundo) e nas margens. Salienta-se que no perfil transversal, a maior velocidade é registrada verticalmente próximo a lâmina d'água e a menor nas paredes laterais e fundo. Outro fator importante a considerar, a velocidade altera a distribuição da carga detrítica e varia de

acordo com a forma e a sinuosidade dos canais (CHISTOFOLETTI, 1999; TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Registrou em janeiro de 2017 a montante da UHE Colíder índices consideráveis de área e vazão. O aumento da área justifica-se principalmente com o aumento da profundidade média da seção, devido a construção e o processo de enchimento do lago. A jusante, os resultados mostraram o aumento do débito, uma vez que o período monitorado corresponde ao de cheia. No entanto, se comparado a janeiro de 2016 a pluviosidade diminuiu 134,5 mm (Tabela 16). O fator associa-se, principalmente, a falta de vegetação devido a retirada para construção da usina. Ramos et al. (2012) afirma que nas pesquisas realizadas com a construção de hidrelétrica, especialmente a usina Luiz Gonzaga no rio São Francisco acarretou mudanças na hidrodinâmica, sedimentologia e ocasionou desmatamento da mata nativa.

No período de estiagem no mês de julho do ano de 2017 registrou mudança considerável no ambiente fluvial. O ecossistema considerado lótico está transformando em lêntico com o enchimento do lago da UHE Colíder. A profundidade registrada no ponto de alagamento variou entre 6,4 a 21,1 m, ponto este que há um ano registrava 0,90 m. De acordo com os dados disponibilizados pela COPEL (2018) o enchimento do reservatório da UHE Colíder foi iniciado com a autorização da SEMA no dia 15 de agosto de 2017 e concluído em 05 de janeiro de 2018 (Tabela 17).

Tabela 17. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2017

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Estiagem Julho/2017				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	2	0,57	577,53	1.155,06	658,38
2 (montante)	13,72	0,35	311,89	4.266,92	1.493,42
3 (montante)	13,82	0,35	245,57	3.393,77	1.187,81
4 (montante)	15,82	0	329,97	5.220,12	---
5 (jusante)	5	0,48	288,35	1.441,75	692,04
6 (jusante)	3,9	0,43	224,88	877,03	377,12
7 (jusante)	2,76	0,55	357,68	987,19	542,95
8 (jusante)	2,04	0,73	302,73	617,56	450,81

Em relação a profundidade, a jusante aumentou se comparada com o mesmo período no ano de 2016. Essa variabilidade integra-se ao P5, sendo este o primeiro pós barragem, aumentando 1,4 m no volume de água. Os resultados associam-se a montante nos pontos 2 a 4 devido o enchimento do lago.

Nesse período de 2017, o P4 não registrou velocidade, consequentemente a vazão é zero, devido o represamento. Logo, os pontos de (2 e 3) e (5 a 8) a velocidade diminuiu, exceto o P1, pois não está localizado na área do lago. A maior velocidade do fluxo foi registrada P8 com média de 0,73 m/s (Figura 38).

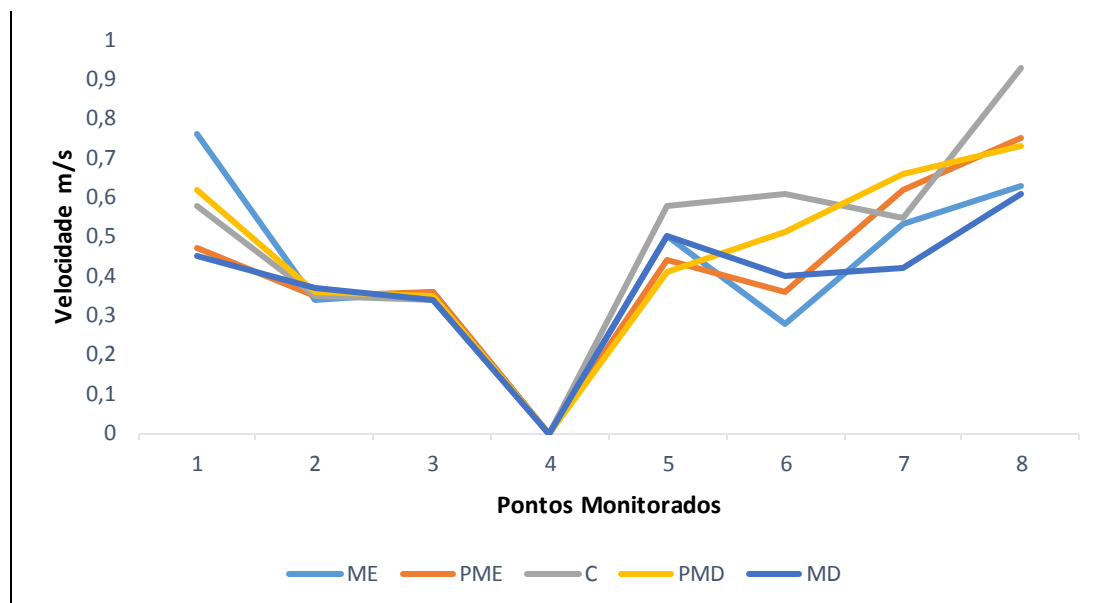


Figura 38. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2017. Em que: ME= Margem Esquerda; PME= Próximo a Margem Esquerda; C= Centro; PMD= Próximo a Margem Direita; MD= Margem direita.

Os dados desse período registram ainda que nos pontos 2 e 3 a montante a vazão está diminuindo, conforme o processo de alagamento. Em julho de 2017 nos pontos a jusante, o débito diminuiu se comparada ao período de estiagem de 2016, o fator está relacionado principalmente a velocidade da água (Tabela 17).

No período de cheia no mês de janeiro do ano de 2018 aumentou a profundidade nos pontos 1 a 3 a montante da UHE Colíder, no entanto, os pontos 2 e 3 não registrou velocidade, consequentemente a vazão foi zero (Tabela 18). Esse fator ocorre devido o represamento do rio, contribuindo com um novo cenário de ambiente de lótico para lântico. Nesse caso, o reservatório da usina ocupa área de 182,8 km², abrangendo os municípios de Cláudia, Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte (COPEL, 2018). De acordo com Williams e Wolman (1984), Pomerol et al. (2013) e Miranda et al. (2018) a construção das barragens interfere diretamente na diminuição da vazão e da carga transportada.

Tabela 18. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro do ano de 2018

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Cheia Janeiro/ 2018				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	4,08	0,72	607,52	2.478,68	1.784,64
2 (montante)	20,24	0	345,18	6.986,44	---
3 (montante)	21,56	0	342,17	7.337,18	---
4 (montante)	23,08	0	372,94	8.607,45	---
5 (jusante)	5,62	0,84	305,92	1.719,27	1.375,41
6 (jusante)	6,8	0,89	256,70	1.745,56	1.466,27
7 (jusante)	4,7	0,85	386,96	1.818,71	1.545,90
8 (jusante)	4,94	0,93	338,89	1.674,11	1.556,92

Como a área tornou-se um ambiente lântico, acarretou mudança na paisagem, bem como no ecossistema aquático e terrestre. Bettes (2008) afirma que diversos organismos exibem preferências por determinadas condições do fluxo de água e alterar a velocidade implica em mudanças no habitats e abundância de espécies, podendo assim ter impacto significativo na ecologia do canal.

Um fator importante que deve ser ressaltado, foi o aumento da vazão em m³/s⁻¹ na área da seção transversal nos pontos a jusante da UHE. Esse processo está relacionado principalmente, a precipitação, profundidade e velocidade da água (CHRISTOFOLETTI, 1981, SOUZA, 2004, CUNHA, 2013, STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Nesse interim, o que mais contribuiu foi o aumento de 63,1 (mm) de chuva na região, o que interferiu na profundidade e velocidade da água. A velocidade em janeiro variou de 0 a 0,93 m/s. Ao analisar os resultados do P1, exceto as áreas alagadas, a velocidade foi menor que janeiro de 2017, um dos motivos que podem estar influenciando a perda da velocidade do fluxo é a construção da usina UHE Sinop a montante aproximadamente 8 km do ponto monitorado (Tabela 18 e Figura 39).

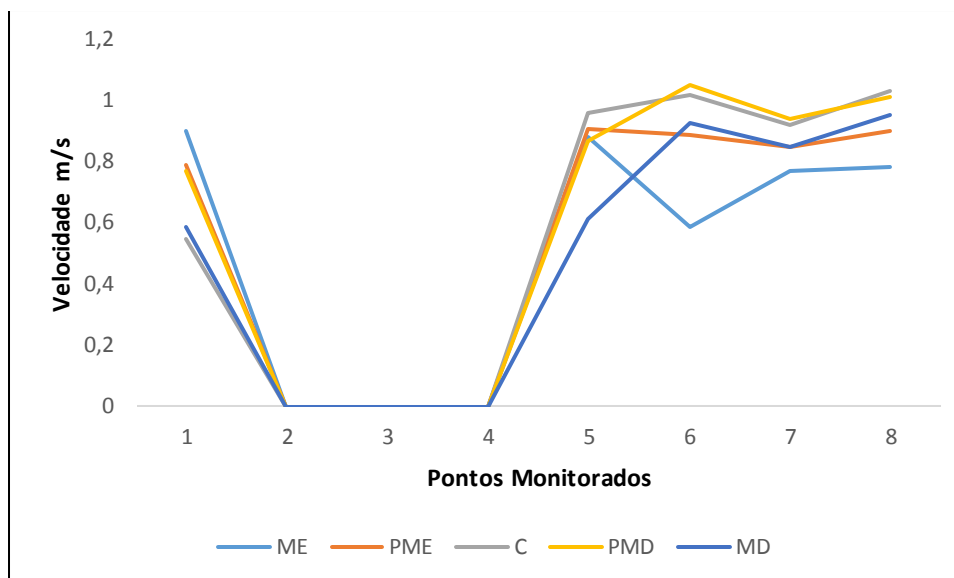


Figura 39. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de janeiro de 2018. Em que: ME= Margem Esquerda; PME= Próximo a Margem Esquerda; C= Centro; PMD= Próximo a Margem Direita; MD= Margem direita.

No monitoramento de julho de 2018, registrou profundidade média que variou entre 22,02 a 1,64 m nos pontos monitorados. Devido à baixa pluviosidade registrada, a jusante da UHE Colíder apresentou índices menores (profundidade e velocidade) em relação ao mesmo período no ano de 2017, momento esse que o processo de enchimento estava iniciando e conseqüentemente diminuindo o volume de água m^3/s , reduzindo o volume do débito. Esses resultados confirmam as afirmações de Leopold e Maddock Júnior (1953) onde a as variáveis hidrodinâmicas: profundidade, largura e velocidade interferem na vazão de um rio (Tabela 19 e Figura 40). Balasubramanian (2010) e Oliveira (2012) ainda reforçam que nos períodos que as chuvas são menos abundantes ocorre o escoamento de base (baixa energia do fluxo e dos processos de deposição).

Tabela 19. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2018

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Estiagem Julho/2018				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	3,3	0,42	590,83	1.949,73	818,88
2 (montante)	19,74	0	321,04	6.337,32	---
3 (montante)	20,86	0	328,52	6.852,92	---
4 (montante)	22,08	0	345,31	7.624,44	---
5 (jusante)	3,54	0,47	283,13	1.002,28	471,07
6 (jusante)	3,84	0,34	213,13	818,41	278,25
7 (jusante)	1,64	0,56	374,72	614,54	344,14
8 (jusante)	2,1	0,68	304,68	639,82	435,07

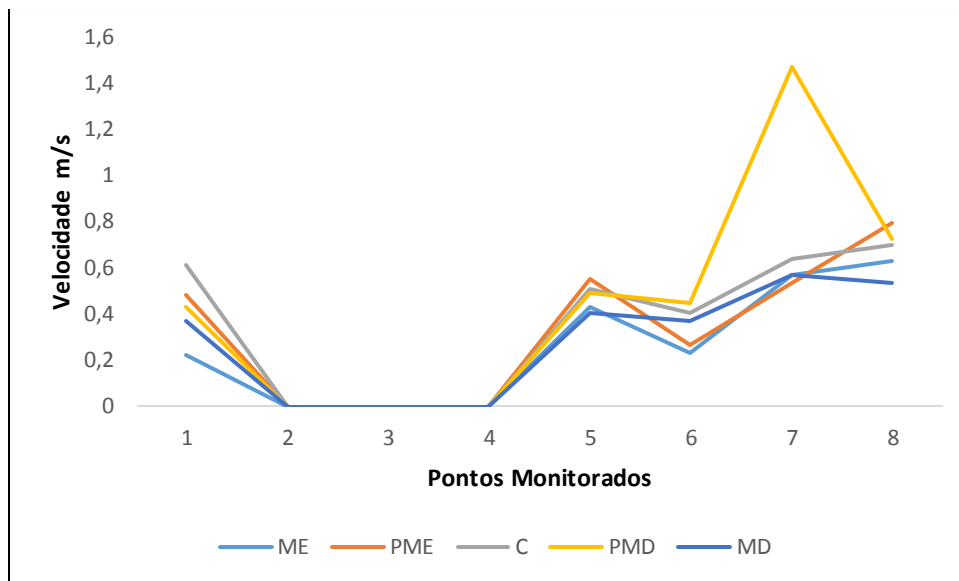


Figura 40. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2018. Em que: ME= Margem Esquerda; PME= Próximo a Margem Esquerda; C= Centro; PMD= Próximo a Margem Direita; MD= Margem direita.

Ao averiguar os resultados monitorados da batimetria (profundidade, velocidade e largura), verificou-se como a estrutura basal, a forma do canal, a geomorfologia e a precipitação contribuem no ambiente fluvial e apresentam a capacidade de transporte do rio Teles Pires no trecho estudado.

Constatou-se ainda, que houve mudanças significativas na estrutura física (seção transversal) com a construção da usina hidrelétrica de Colíder. A montante a profundidade, velocidade e largura transformaram-se a medida em que o ambiente tornou-se lântico. Bucci e Oliveira (2014) e Tundisi (2014) ressaltam que um dos principais problemas relacionados a construção de barragens é a alteração do fluxo do rio, transformando o ecossistema aquático de lótico em lântico e alterando as condições necessárias do funcionamento natural da rede de drenagem e do ecossistema aquático.

A profundidade no início do monitoramento variava em poucos metros. Em alguns pontos, não foi possível navegar. Com a construção da UHE Colíder os dados hidrológicos mostram a redução da velocidade do fluxo e a subida do nível da água.

Em julho de 2016 a profundidade média a montante registrou 1,44 a 5,38 m de profundidade e a jusante variou entre 1,92 a 3,89 m. Em 2017 no mês de julho a montante 5 a 15,82 m e jusante de 2,04 a 5 m de profundidade. No ano de 2018 no mesmo período nos pontos de 1 a 4 a profundidade apresentou 3,3 a 22,02 m e nos pontos de 5 a 8 registrou 1,64 a 3,82 m. Nos pontos a montante a profundidade aumentou devido o

represamento, conseqüentemente a velocidade diminui, até o ponto nulo com o enchimento do lago. Vale evidenciar que o P1 está fora do limite do lago, sendo ponto divisor da UHE Colíder e UHE Sinop.

Como citado, antes do lago, alguns pontos monitorados apresentaram pequenas profundidades. Associando com os fatores geoambientais, o relevo denota que as condições da profundidade estão associadas a área ser depressiva, bem como a pluviosidade local no mês de julho. Nesse período o índice pluviométrico é baixo em relação aos demais meses, o que dificulta para reabastecimento dos lençóis freáticos e canais de escoamento. Nos anos monitorados verificou-se, que nos meses de julho a precipitação foi zero. Analisando as séries históricas no mesmo mês citado, e entre os anos de 1984 a 2015 a maioria dos dados da precipitação não registrou chuva no local. A maior pluviosidade registrada foi em 2007 com 41,3 (mm). Assim, Meybeck e Helmer (1996) pontuam que o fluxo do rio é altamente variável no tempo, em conformidade com a situação climática e o padrão de drenagem.

A jusante da usina a profundidade e o débito foi diminuindo de acordo com o processo de enchimento e estabilização do lago (Figura 41). Verificou-se que, em julho de 2017 a profundidade é maior em relação ao próximo ano e no mesmo período. Esse fator justifica-se, principalmente, com o represamento do lago, uma vez que em 2018 as chuvas foram mais abundantes nos meses de maio e junho com 31,2 e 1,2 mm, respectivamente.

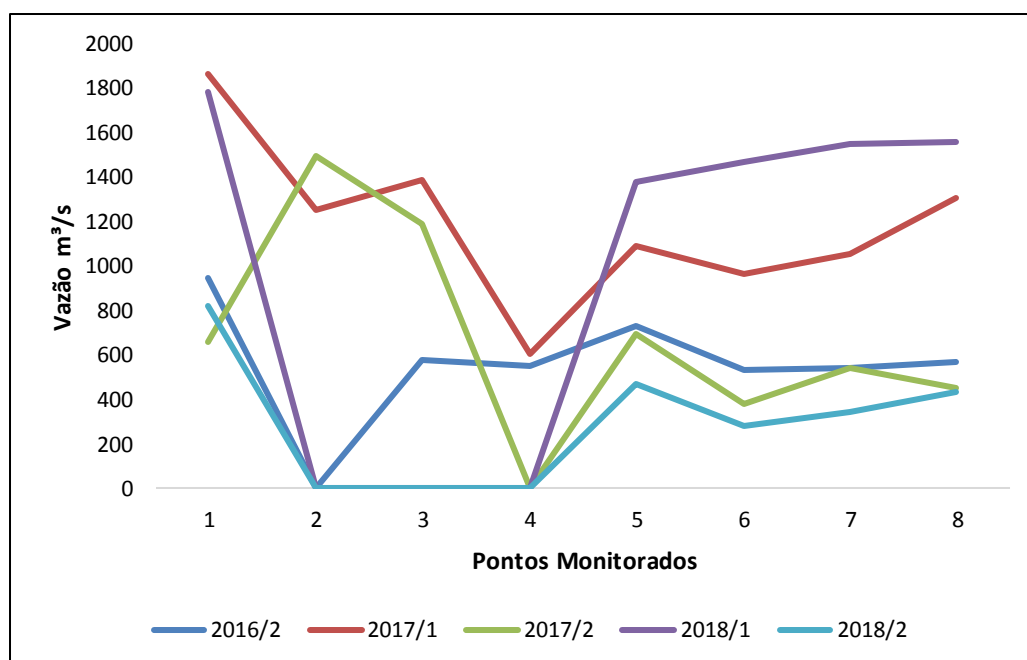


Figura 41. Demonstrativo da vazão nos anos monitorados no rio Teles Pires

A quantidade de água liberada pelas barragens é de acordo com a sua finalidade. Williams e Wolman (1984) ressaltam que em determinadas barragens, a água é liberada apenas algumas vezes por ano. O fluxo liberado em barragens hidrelétricas pode ser descontínuo, o que pode variar durante o dia. Nesse caso, de acordo com a COPEL (2018), na UHE Colíder a vazão diária que passa pelas turbinas é de aproximadamente “600 m³”. No entanto, se por algum imprevisto, precisar interromper a geração de energia, as comportas do vertedouro são abertas para manter o débito do rio (NORTÃO ONLINE, 2019).

A companhia ainda explica que o reservatório da UHE Colíder tem como finalidade direcionar a água do rio Teles Pires para turbinas e não tem a função de acumular volumes de água, reforçando que não há alteração no regime hidrológico (JGP, 2009). No entanto, mudanças a jusante da UHE Colíder foram registradas com o funcionamento da usina.

3.2.3 Mudanças na calha com a instalação da UHE Colíder

No P2 em julho de 2016 apresenta um talvegue em formato de “U” no fundo do canal, com presença de argila, silte e predominância de areia. A profundidade variou entre 0,80 a 2,20 m com largura de 300 m (Figura 42).

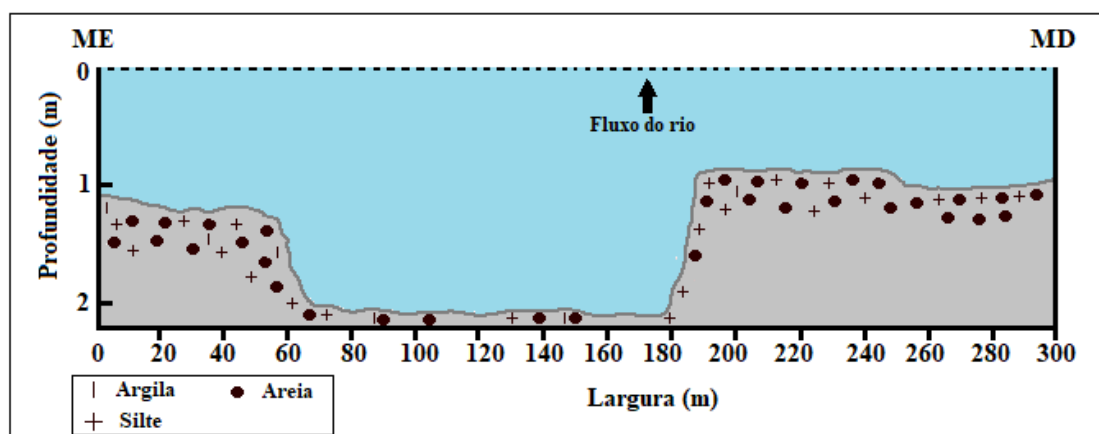


Figura 42. Representação do perfil transversal no P2 em julho de 2016

Em 2018, a morfologia apresentou talvegue mais uniforme. A profundidade mais considerada em relação a 2016 e com presença de blocos > que 2,00 mm. A presença dos blocos podem estar relacionados com a própria dinâmica do canal, movidos pela força de arranque ou transportado das áreas das vertentes, uma vez que o ambiente das margens encontram-se inundado (Figura 43).

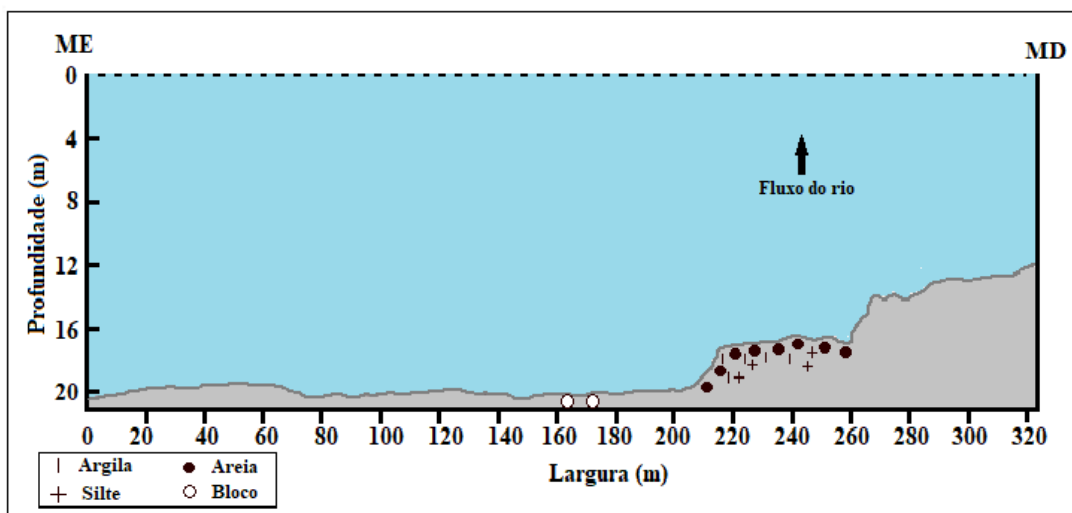


Figura 43. Representação do perfil transversal no P2 em julho de 2018

Nessa mudança de ambiente as margens do rio Teles Pires no P2 foram submersas, aumentando o nível da água em média 18,27 m. A margem direita em 2016 media 5,3 m e a esquerda 15 m, com profundidade média de 1,44 m (Figura 44).

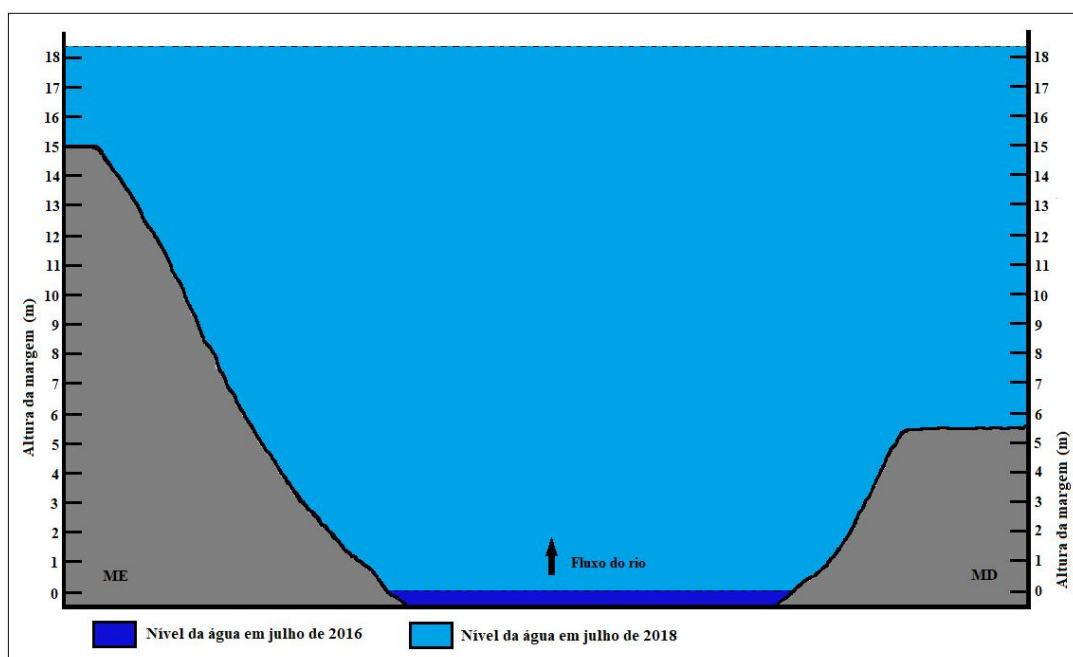


Figura 44. Representação da área do reservatório no P2 nos anos 2016 e 2018

No P3 na área do reservatório o talvegue é entalhado em formato de “U”. Essas morfologias no fundo do canal são provenientes da própria dinâmica do leito (quantidade de sedimentos transportados) (CUNHA, 2015). O fluxo da água associado com transporte de sedimentos grossos em contato com o fundo rochoso pelo impacto hidráulico em

movimentos turbilhonar condicionam o aparecimento de marmitas (PENTEADO, 1974). Nesse caso, o canal está carregando sedimentos grossos com composição arenosa contribuindo com a formação de marmitas observadas em 2016 (Figura 45). No primeiro ano de monitoramento essa área registrou turbulência com presença de corredeiras.

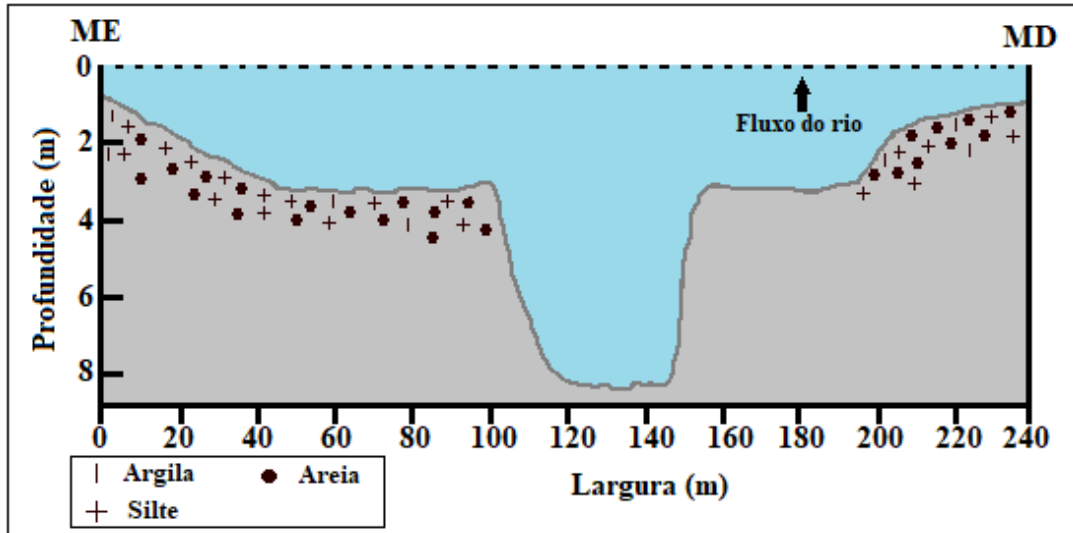


Figura 45. Representação do perfil transversal do P3 em julho de 2016

Em 2018 a profundidade aumentou consideravelmente. O talvegue, encontra-se ainda, centralizado com uniformidade para margem direita. Registrou a presença de sedimentos finos e grossos na margem esquerda, enquanto 2016 os grãos estavam distribuídos entre as margens (Figura 46)

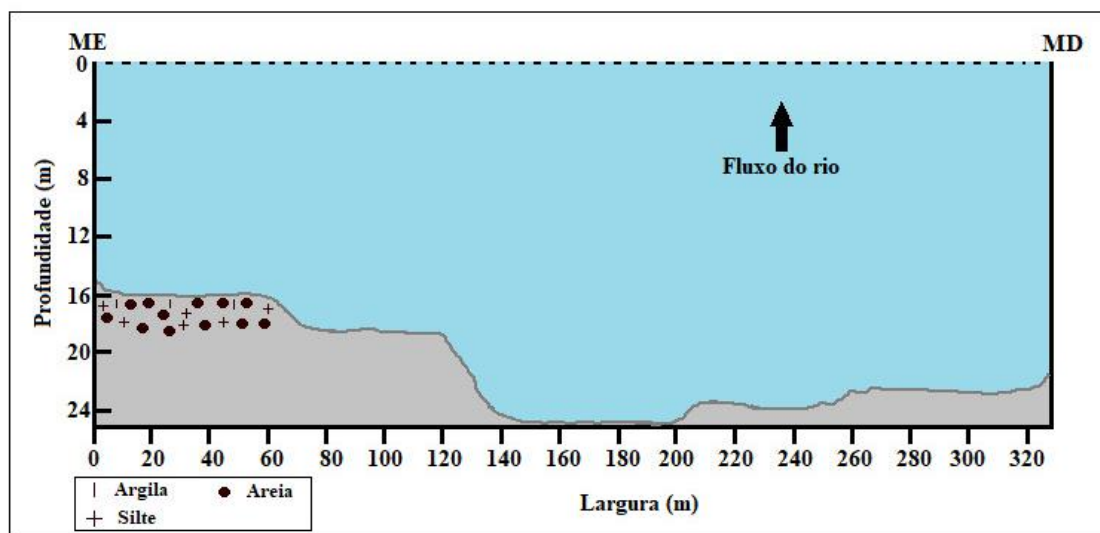


Figura 46. Representação do perfil transversal do P3 em julho de 2018

No P3 verificou-se que as margens direita (8 m) e esquerda (2,15) m de altura foram submersas. E um ambiente lótico com profundidade média de 3,42 m passa em 2018 a registrar 20,86 m, tornando-se um ambiente lântico (Figura 47).

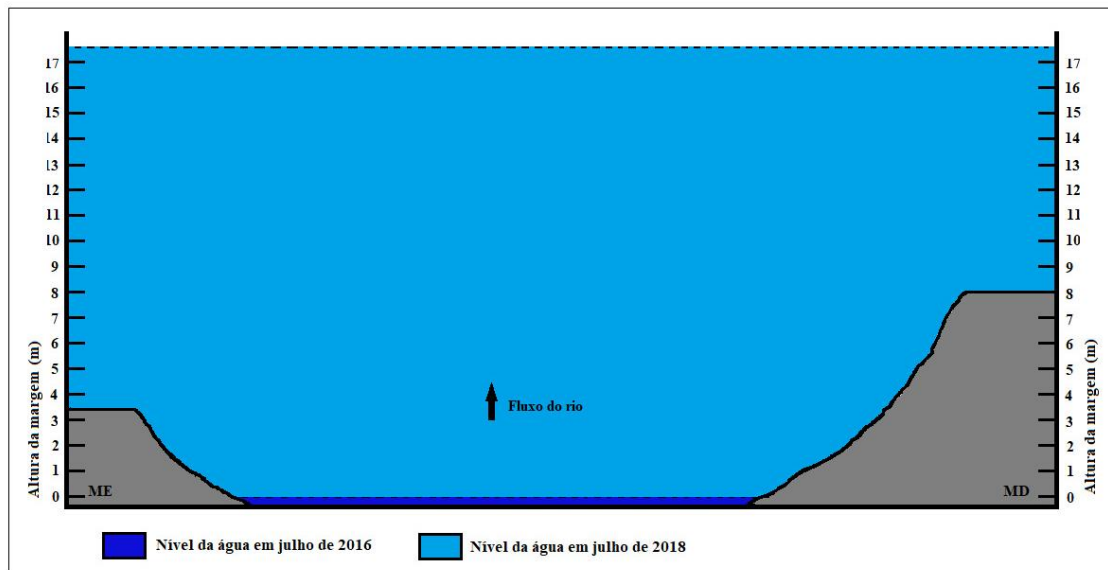


Figura 47. Representação da área do reservatório no P3 nos anos 2016 e 2018

Em 2016, o P4 apresentou o talvegue na margem esquerda e registrou maior concentração de sedimentos na margem direita e centro do canal. A profundidade do canal justifica-se conforme a morfologia, área depressiva resultante dos processos erosivos (Figura 48).

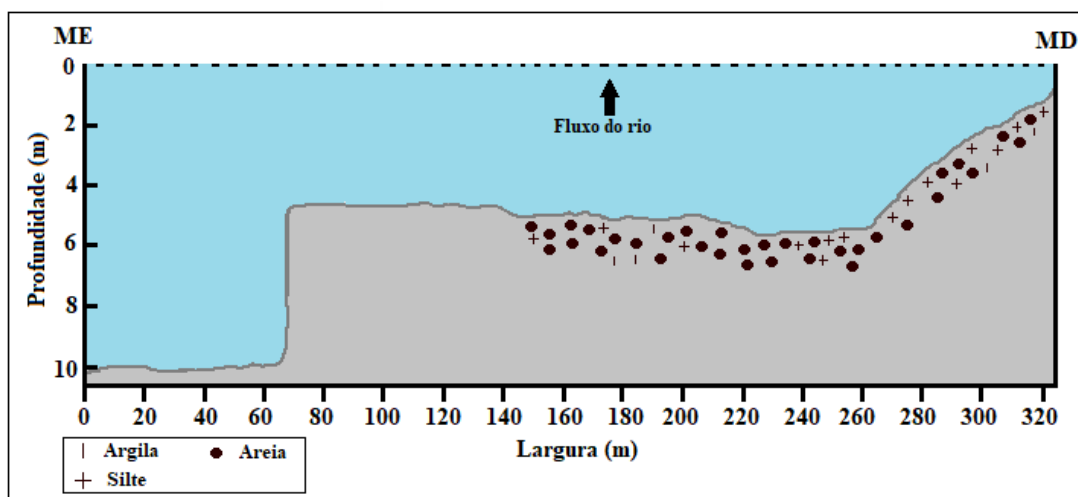


Figura 48. Representação do perfil transversal do P4 em julho de 2016

Em 2018, com enchimento do reservatório a morfologia da calha modificou, sendo que os sedimentos ficaram distribuídos na margem esquerda e a profundidade aumentou (Figura 49).

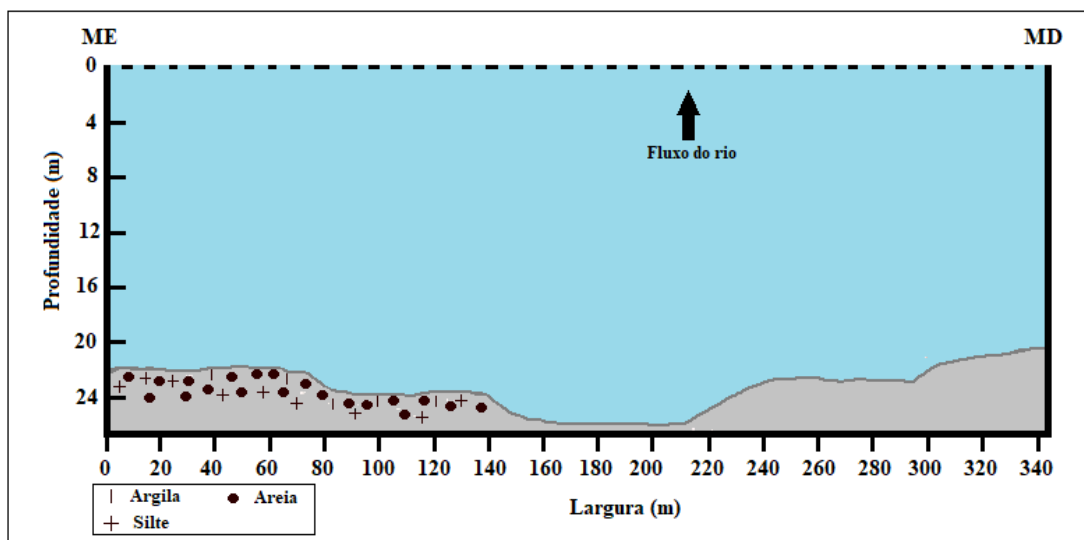


Figura 49. Representação do perfil transversal do P4 em julho de 2018

Na mudança do ambiente lótico para lântico pode-se registrar a submersão das margens. Enquanto na margem direita a altura do barranco foi de 2,53 m a esquerda registrou área de deposição de 0,80 m com vasta extensão desmatada (Figura 50).

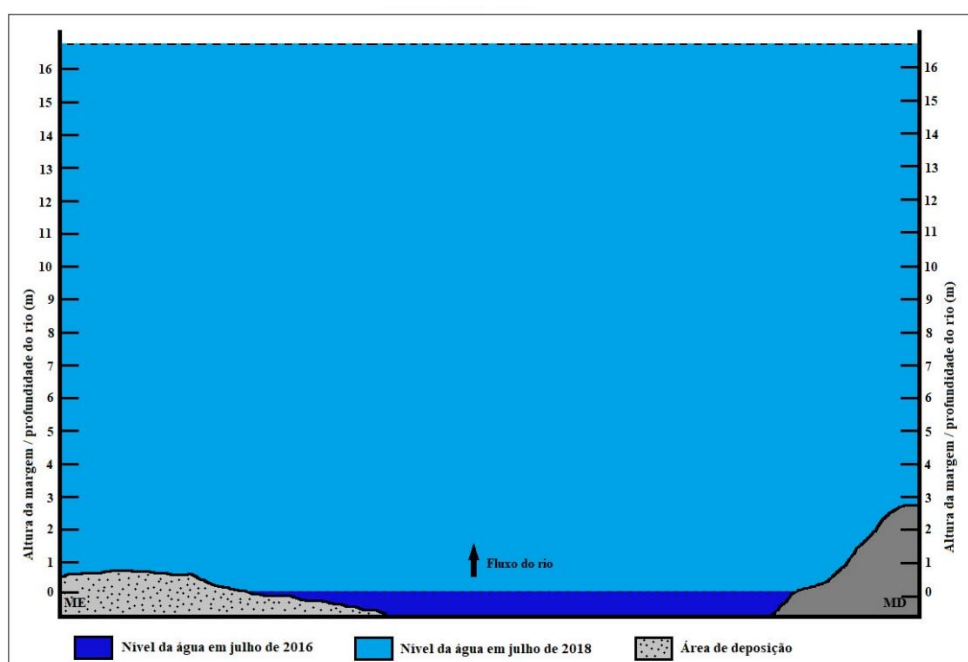


Figura 50. Representação da área do reservatório no P3 nos anos 2016 e 2018

O fator justifica-se principalmente para área destinar-se-á ao reservatório da UHE Colíder, visto que é o ponto mais próximo da usina. Assim sendo, verificou que nos últimos 2 (dois) anos o nível da água aumentou 16,64 m.

3.2.4 Erosão marginal no médio curso do rio Teles Pires

Barrancos ativos criam e mantêm estrutura natural para as funções necessárias aos habitats. As margens conservam um ambiente altamente dinâmico. Dessa maneira, a erosão marginal modifica as estruturas da vegetação durante as inundações, o que contribui com mudanças no habitats e as funções do ecossistema (FLORSHEIM et al., 2008). Quando ocorre qualquer mudança de práticas diretas ou indiretas, a mesma contribui para que o processo erosivo dos rios seja acelerado, nesse caso, a colonização dos municípios e as atividades econômicas desenvolvidas no entorno do rio Teles Pires e recentemente a instalação da UHE de Colíder influenciaram para erosão das margens.

A dinamicidade do canal fluvial contribui com a erosão das margens. A erosão marginal ocorre de acordo com o funcionamento natural da rede de drenagem, associada ao conjunto dos fatores naturais como a composição do solo (barranco), quantidade da chuva precipitada, a velocidade do fluxo e o débito do canal.

Rogens (2001), Souza (2004), Bettés (2008), Balasubramanian (2010), Cunha (2013), Pomerol e al. (2013) e Souza e Almeida (2015) afirmam que a capacidade erosiva das margens e do leito, bem como todo o processo da dinâmica fluvial está condicionada aos fatores hidroclimáticos e ao material de origem e qualquer mudança que ocorre no sistema fluvial, ocasiona consequências graves no auto ajuste. Thorne (1978), ainda, complementa que a força de estresse é responsável para explicar a energia e resistência do banco em relação a erosão marginal. A força de estresse é a unidade de área atuando na superfície, ou seja, para cada carga ou partículas em contato com a margem e a pressão da corrente do fluxo agindo na margem, deve fornecer uma reação igual ou oposta. As forças atuando na superfície são ortogonal (força normal) e tangencial (força de cisalhamento) conforme o ângulo do barranco. Assim, a geometria da margem influencia no processo erosivo, aumentando a energia cisalhante.

O monitoramento das margens é de extrema importância para prevenção dos desmoronamentos que colabora com a perda de áreas rurais e urbanas e o entendimento da rede hídrica (FERNANDEZ e FULFARO, 1993; CORREA e SOUZA FILHO, 2009; SILVA, SOUZA FILHO et al., 2011; KHEIRALLA e SIDDEG, 2015). Processo que ocorre no rio Teles Pires, com as mudanças ocorridas na calha com a instalação da UHE Colíder.

A altura do barranco dos pontos variou entre 3,20 a 10,70 m, consideradas entre margens média e alta, com inclinações de 30° a 90° graus (Tabela 20 e Figura 51). A

altura, o grau de inclinação, tipo de margem (rampeada e íngreme) e composição textural são condicionantes importantes para avaliar o processo erosivo nas margens do rio Teles Pires.

Tabela 20. Composição granulométrica das margens a montante e jusante da UHE Colíder nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte

Pontos	Barranco		Tipo de Margem	Composição das margens%					Classe Textural
	Altura (m)	Inclinação (°)		Areias			Silte	Argila	
				G	M	F			
P1 ME (I)	5,20	45	Rampeada	0	0	10,73	81,92	4,85	Silte
P1 ME (S)				0	0,31	40,62	53,79	5,28	Franco siltosa
P5 MD (I)	10,70	30	Rampeada	0	0	55,26	41,25	3,49	Franco arenosa
P5 MD (S)				0	0	64,53	33,32	2,15	Franco arenosa
P5 ME (I)	4,10	90	Íngreme	0	0	55,29	42,2	2,51	Franco arenosa
P5 ME (S)				0	0	2,18	92,47	5,35	Silte
P6 ME (I)	4,3	90	Íngreme	0	0	65,54	32,95	1,51	Franco arenosa
P6 ME (S)				0	0,1	3,26	91,61	5,03	Silte
P6 MD (I)	3,20	45	Rampeada	0	0	69,07	29,16	1,77	Franco arenosa
P6 MD (S)				0	0	31,62	65,41	2,97	Franco siltosa
P7 ME (I)	3,4	90	Íngreme	0	0	57,69	40,72	1,59	Franco arenosa
P7 ME (S)				0	0	67,38	30,77	1,85	Franco arenosa
P7 MD (I)	3,6	90	Íngreme	0	0	34,69	61,81	3,50	Franco siltosa
P7 MD (S)				0	0	35,47	61,08	3,45	Franco siltosa
P8 MD (I)	8,48	90	Íngreme	0	0	11,90	83,08	5,02	Silte
P8 ME (I)	4,20	90	Íngreme	0	0	51,01	46,43	2,56	Franco arenosa

Em que: MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; I – Inferior (Próximo a lamina d'água); S - Superior; G – Grossa; M- Média; F – Fina

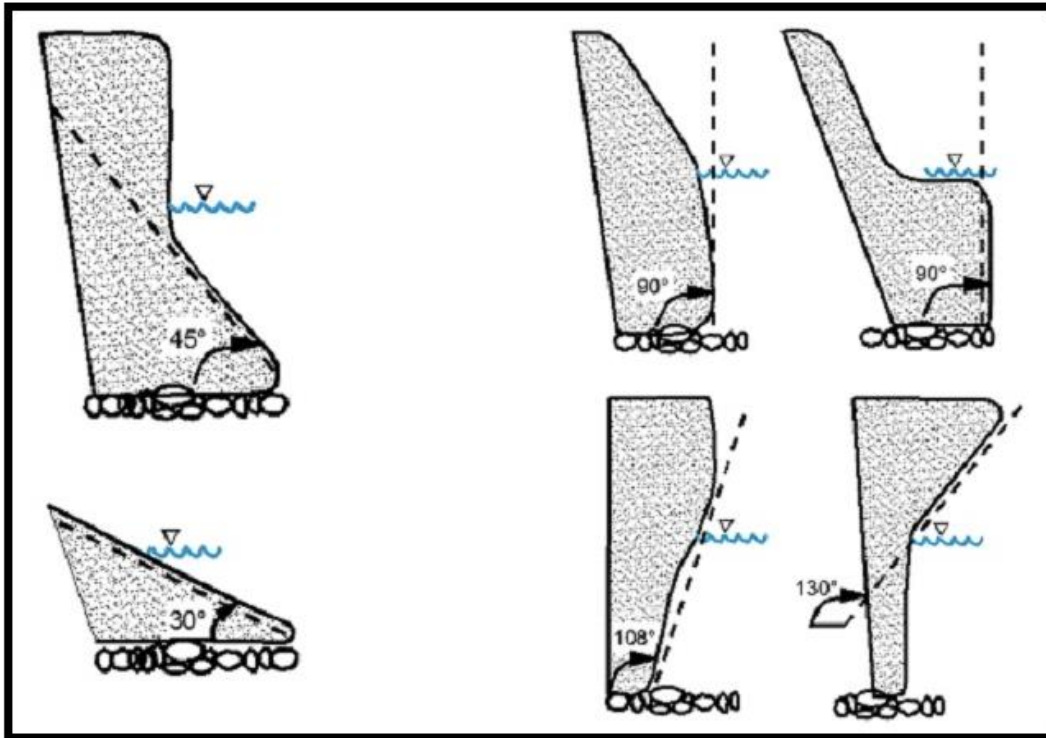


Figura 51. Esquema representativo do grau de inclinação das margens
Fonte: Pinto (2017) adaptado de Rosgen (2001)

De acordo com Gatto (1988) à medida que a inclinação do barranco aumenta ficam mais instáveis e suscetíveis a erosão. Essa afirmação depende também do tipo de uso que está sendo desenvolvido nas adjacências, pois em áreas preservadas, a tendência é que a erosão ocorra lentamente.

Deste modo, os fatores ângulo, altura, composição e tipo de margem influenciam na estabilidade, como o ângulo e a altura da margem quanto maior, menor é a resistência do talude (PINTO, 2017). As alturas da margem são independente da sua composição, no entanto, nas altitudes mais elevadas predominam silte e argila, no caso das margens em estudo, sobressaem o silte (FERNANDEZ, 1990). Dias (2012) ainda complementa que a composição textural é decisiva na resistência e erodibilidade das margens. Nesse caso, a textura do solo é um fator preponderante para a qualidade dos sedimentos (MELLO, 2013).

Analisando a composição das margens verificou-se uma grande quantidade de silte e areia fina, composição interestratificadas. Essas partículas são provenientes das rochas de formação magmática (granito) e sedimentar (arenito) originando os solos Neossolos quartzarênicos e os Neossolos Litólicos existente na área de estudo.

A quantidade das duas composições areia e silte apontam um alto índice erosivo. No entanto, os resultados não devem ser avaliados individualmente, pois outros condicionantes naturais e antrópicos são responsáveis pelo processo de erosão das margens.

Casado et al. (2002) ressaltam que os estudos realizados no rio São Francisco em Sergipe verificou que a composição granulométrica das margens influenciam no recuo da erosão, quanto mais quantidade de material arenoso, menor será a coesão no barranco, consequentemente alto índice erosivo.

Neste contexto, Thorne (1978), Gatto (1988), Resende et al. (1992), Almeida (2004), Bandeira (2005), Ramos et al. (2012) afirmam que a areia fina e cascalhos (solo não coeso e não plástico) e o silte (baixa ou sem nenhuma plasticidade) favorecem a erosão marginal, por facilitar o encrostamento, ou seja, a não coesão auxilia o processo erosivo. Quanto maior o grau de coesão, menor será o cisalhamento nas margens. Os solos mais coesos, como o caso da argila, tendem a dificultar a erosão pelo fato de apresentar mais coesão e plasticidade (THORNE, 1991). No entanto, o solo argiloso úmido tem maior resistência e quando seco torna-se duro facilitando fendas que contribuem com a erosão em bloco. Entretanto, Bettes (2008) resalta que em algumas situações ambas margens não coesiva e coesiva pode se comportar da mesma maneira.

De acordo com Lawler et al. (1997), nas margens coesas a erosão ocorre lentamente pelas forças mecânicas. Nesta situação, Gatto (1988) resalta que as forças mecânicas indicam a quantidade de resistência que o sedimento ou depósitos oferecem em relação a forças de tração, compressão e cisalhamento. Em regra, as margens com alta resistência mecânica tendem a ser conservadas e resistentes a forças erosivas. O processo erosivo nos barrancos sem coesão acontece devido as perdas das partículas individuais. Quando incide em margens de composição estratificadas a ação é mais complexa (KARMAKER e DUTTA, 2010). Pinto (2017) afirma que o material constituinte de uma margem pode ser classificado em três fases: (i) solo argiloso: material coesivo, (ii) solo arenoso: material granular e o (iii) solo composto: materiais coesivo e granular.

No P1 a margem esquerda côncava a altura do barranco é de 5,20 m, considerado alto e rampeado, com grau de inclinação de 45°. A margem apresentou uma composição interestratificadas (areia fina e silte) com maior porcentual de silte, com baixa plasticidade. Assim, o primeiro ponto caracteriza-se pelos solos granulares e composto (silte e areia), confirmando as discussões de Pinto (2017), onde os solos granulares os

ângulos são inferior a 90° graus e as características principais é a presença de raízes no talude que comporta o material de origem. Como nos solos argilosos a grande maioria possuem margens verticais ou com ângulos superiores a 90° devido à sua coesão. Na MD convexa corresponde a área de deposição, com presença de vegetação arbórea e macrófitas.

Em relação ao P5 a jusante da UHE Colíder na margem direita a altura é de 10,70 m, maior altitude registrada, no entanto, é o barranco mais descaracterizado devido as interferências antrópicas (i.e. área de pesca). O grau de elevação corresponde a 30° com índices consideráveis de areia fina na parte (superior e inferior) da margem, classificada como Franco arenosa. Na margem esquerda a altura do barranco é de 4,90 m com inclinação de 90°, a composição na parte inferior é de 55,29% de areia fina, enquanto na seção superior registra alto teor de silte 92,47%.

No que diz respeito ao P6 a margem esquerda é íngreme e possui 4,3 m de altura, com inclinação de 90°. Na parte inferior a maior porcentagem de areia fina 65,54% e na parte superior a grande concentração de silte 91,61%, com registro de 0,1% de areia média. A margem é interestratificadas, solos granulares não coesos. Na margem direita o barranco é rampeado com 3,20 m de altura e inclinação de 45°. Na composição granulométrica registrou na divisão superior índices considerados de silte e contrariamente à parte inferior de areia fina, no entanto, a margem possui composição granular não coesa, um dos fatores preponderante para erosão.

A margem esquerda no P7 é íngreme, apresentou altura de 3,4 m com inclinação de 90°. Na granulometria a tendência nas partes superior e inferior para a areia fina, classificada como textura Franco arenosa. A altura da margem direita registrou 3,6 m, com o mesmo grau de inclinação e tipo de margem da anterior. Quando na classe textural há mais partículas de silte.

No P8 nas duas margens a coleta foi realizada somente na parte inferior, uma vez que era a mesma composição na face do barranco. O barranco direito tem 8,48 m de altura, com grau de inclinação de 90° e tipo de margem íngreme, com alto teor de silte 83,08%. A margem esquerda é íngreme, possui 4,20 m de altitude, 90° de inclinação, com índice considerável de areia, qualificada como Franco arenosa.

Na análise da composição granulométrica das margens verificou que ocorreu a estratificação do barranco, pois registrou solo arenoso, argiloso e siltoso (granular e composto). Constatou baixas porcentagens de material coeso entre 1,51% a 5,35%,

enquanto o material granular apresentou taxas consideradas, especialmente a composição de silte entre 29,16 a 92,47%. O solo é composto das partículas com maiores porcentagens (areia e silte). Os resultados mostram a composição heterogênea dos grãos.

A erosão fluvial não ocorre de maneira contínua, ou seja, eventos como hidroclimáticos, morfológicos e uso do solo irão influenciar na intensidade erosiva. As variações das tensões das forças motrizes citadas irão variar ao longo do perfil longitudinal e transversal de acordo com a dinâmica e a interdependência de cada rede hidrográfica ao longo do tempo. A intensidade de chuvas, a velocidade do fluxo, a altura do barranco, o tipo de margem, em especial íngreme, a composição granulométrica interfere diretamente, aumentando o recuo das margens. Neste processo, a velocidade da água em contato com o leito e as margens exercem a tensão do cisalhamento.

Avalia-se que a velocidade do fluxo combinado com a energia cinética liberada pelo impacto hidráulico das partículas arenosas (> concentração) transportadas em contato com a rocha contribui com a erosão por corrasão. Os grãos carreados ocasionaram impacto hidráulico formando fraturas no leito rochoso próximo a margem esquerda do P1 a montante, contribuindo assim com a formação de marmitas no fundo (Figura 52).



Figura 52. Afloramento rochoso e impacto hidráulico nas margens
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade (2016)

As marmitas se desenvolvem pela formação de vórtices verticais, movimentos turbilhonar, que esculpem cavas circulares e profundos na rocha do leito, erosão por corrasão (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017; CHRISTOFOLETTI, 1980)

Avaliando o processo erosivo nos dois anos (2016-2018) monitorados no corredor fluvial com extensão aproximada de 124 km no médio curso do rio Teles Pires, pode-se averiguar erosão marginal, mesmo que em grau moderado, ocorrendo nos trechos a montante área não alagada e divisa entre as usinas Sinop e Colíder e jusante da UHE Colíder. Os fatores que contribuem para o processo erosivo são: internos como a composição textural, tipo da margem: íngreme ou rampeada, velocidade e cobertura vegetal; e fatores externos: a precipitação. A erosão promove mudanças de ordem natural, o impacto da corrente ou das partículas no barranco causa o desprendimento das partículas que são transportadas pelo fluxo ou são depositados ao sopé das margens. Mudanças no uso da terra nas adjacências das bacias hidrográficas contribuem com a erosão marginal, especialmente no trecho em estudo com a construção da UHE Colíder e as atividades agropecuárias. Stevaux (1993) afirma que a erosão é o recuo linear das margens e constitui-se na perda do solo devido ao contato das ondas.

Os pontos foram distribuídos em 3 grupos de acordo com o dendograma vertical. No primeiro grupo os pontos P8ME e P7MD, P1ME e P8MD apresentaram mais semelhanças entre si, por possuírem menor distância. No segundo formaram dois pequenos grupos com os pontos P6MD e P6ME, P5MD e P5ME e o P7ME constituiu o último grupo do dendograma, por não possuir semelhança em relação aos outros. As variáveis que mais permitiram a ao agrupamento foram: profundidade, inclinação e vazão (Figura 53).

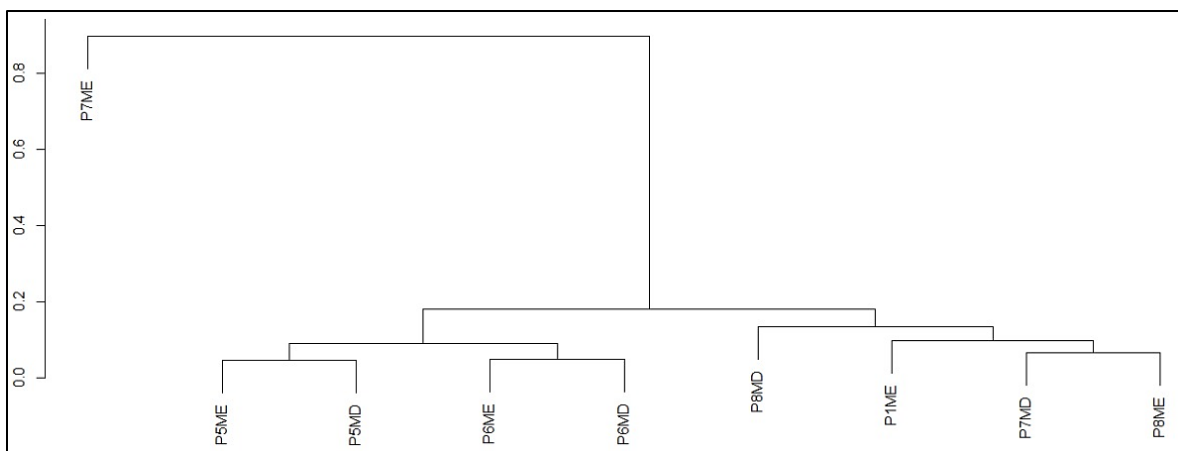


Figura 53. Dendograma dos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires. Em que: MD= Margem Direita; ME= Margem Esquerda

Os resultados mostram que no P1 da UHE Colíder em janeiro de 2017 a velocidade variou de 1,66 a 0,81 m/s na margem esquerda e direita, respectivamente, maior velocidade do fluxo corresponde a margem côncava. Nesse contexto, Cunha (2013) afirma que a zona de maior velocidade e turbulência ocorre próximo as margens côncavas, diminuindo para as margens convexa de menor profundidade. Correlacionando com a magnitude da erosão na margem esquerda foi 0,008 cm (Tabela 21).

Tabela 21. Dados de erosão nas margens, obtidos por meio de estacas e pinos no corredor fluvial do rio Teles Pires

Erosão Marginal 2017								
Ponto	Margem	Nº de Pinos	Tempo Transcorrido (meses)	Pinos de Erosão (cm)				Erosão por Estaca (cm/mês)
				Pinos Exposto Inicial (cm)	Pinos Exposto Final (cm)	Erosão Acumulada (cm)	Magnitude da Erosão (cm/mês)	
1	ME	1	12	10	10	0	0,000	0
		2	12	10	9	-1	- 0,083	
		3	12	10	13	3	0,250	
		4	12	10	6,5	-3,5	- 0,292	
		5	12	10	12	2	0,167	
5	MD	1	12	10	9	-1	- 0,083	0,003
		2	12	10	10,3	0,3	0,025	
		3	12	10	7	-3	- 0,250	
		4	12	10	12	2	0,167	
		5	12	10	11	1	0,083	
	ME	1	12	10	10,4	0,4	0,033	0
		2	12	10	11	1	0,083	
		3	12	10	17,8	7,8	0,650	
		4	12	10	11	1	0,083	
		5	12	10	---	---	---	
6	MD	1	12	10	7,5	- 2,5	- 0,208	0
		2	12	10	---	---	---	
		3	12	10	13	3	0,250	
		4	12	10	18	8	0,667	
		5	12	10	16,5	6,5	0,542	
	ME	1	12	10	---	---	---	0
		2	12	10	---	---	---	
		3	12	10	6	- 4	- 0,333	
		4	12	10	13,2	3,2	0,267	
		5	12	10	10	0	0,000	
7	MD	1	12	10	13	3	0,250	0,025
		2	12	10	11	1	0,083	
		3	12	10	26	16	1,333	
		4	12	10	24	14	1,167	
		5	12	10	11,5	1,5	0,125	
	ME	1	12	10	10	0	0,000	0
		2	12	10	10	0	0,000	
		3	12	10	10	0	0,000	
		4	12	10	15	5	0,417	
		5	12	10	13	3	0,250	
8	MD	1	12	10	---	---	---	0,097
		2	12	10	9	- 1	- 0,083	
		3	12	10	7	- 3	- 0,250	
		4	12	10	10,5	0,5	0,042	
		5	12	10	11	1	0,083	
	ME	1	12	10	10	0	0,000	0
		2	12	10	16	6	0,500	
		3	12	10	9	- 1	- 0,083	
		4	12	10	12	2	0,167	

		5	12	10	9	- 1	- 0,083	
Erosão Marginal 2018								
1	ME	1	24	10	14	4	0,167	0,004
		2	24	10	10,5	0,5	0,021	
		3	24	10	15	5	0,208	
		4	24	10	---	---	---	
		5	24	10	---	---	---	
5	MD	1	24	10	---	---	---	---
		2	24	10	---	---	---	
		3	24	10	---	---	---	
		4	24	10	---	---	---	
		5	24	10	---	---	---	
	ME	1	24	10	11,5	1,5	0,063	---
		2	24	10	19	9	0,375	
		3	24	10	22	12	0,500	
		4	24	10	11,5	1,5	0,063	
		5	24	10	---	---	---	
6	MD	1	24	10	---	---	---	---
		2	24	10	---	---	---	
		3	24	10	9,5	- 0,5	- 0,021	
		4	24	10	7,5	- 2,5	- 0,104	
		5	24	10	---	---	---	
	ME	1	24	10	---	---	---	---
		2	24	10	10,5	0,5	0,021	
		3	24	10	9	- 1	- 0,042	
		4	24	10	13	3	0,125	
		5	24	10	8*	- 2	- 0,083	
7	MD	1	24	10	26	16	0,667	0,025
		2	24	10	26,5	16,5	0,688	
		3	24	10	21	11	0,458	
		4	24	10	---	---	---	
		5	24	10	12	2	0,083	
	ME	1	24	10	11	1	0,042	0
		2	24	10	12	2	0,083	
		3	24	10	12,5	2,5	0,104	
		4	24	10	16	6	0,250	
		5	24	10	---	---	---	
8	MD	1	24	10	6,5	- 3,5	- 0,146	0
		2	24	10	11	1	0,042	
		3	24	10	13,5	3,5	0,146	
		4	24	10	28	18	0,750	
		5	24	10	---	---	---	
	ME	1	24	10	7	- 3	- 0,125	0
		2	24	10	18	8	0,333	
		3	24	10	9	- 1	- 0,042	
		4	24	10	18,5	8,5	0,354	
		5	24	10	---	---	---	

Em que: MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; --- Pinos não encontrados; * Pino Submerso

Em 2018, a margem esquerda erodiu 0,132 cm, mesmo que o barranco seja composto de silte e areia, com maior percentual de silte, a erosão foi mínima. Um dos fatores que minimiza o processo erosivo é a presença da mata ciliar: Floresta Ombrófila/Floresta e Estacional/Savana/Floresta associada ao Planalto dos Parecis bem conservada, onde as raízes estão dificultando o processo erosivo, promovendo resistência e estabilidade na margem. De acordo com Thorne (1978) e Torres et al. (2012), o registro de cobertura vegetal nas margens dificulta a erosão, o que permite a deposição de

sedimentos finos. Destaca ainda, que nesta margem a presença das rochas contribuem com a velocidade do fluxo e o intenso processo de erosão por corrasão com a formação de marmitas, diminuindo o impacto cisalhante na face do barranco. Assim, os movimentos e a erosão está ocorrendo mais verticalmente do que lateralmente. Ressalta-se que a margem direita por ser área de deposição, não foi monitorada (Figura 54).

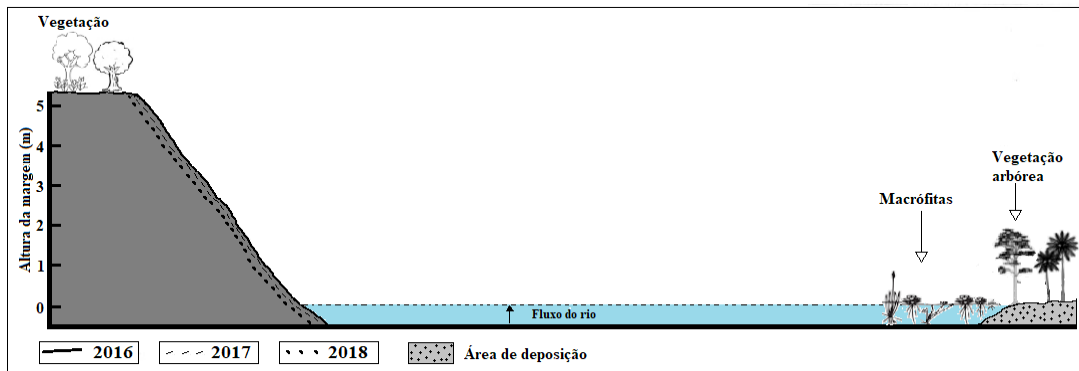


Figura 54. Representação da erosão marginal no P1 nos anos de 2016, 2017 e 2018

O P5 resultou na velocidade do fluxo 0,50 m/s na margem esquerda em 2017 erodiu 0,212 e aumentou 0,250 cm em 2018 com a velocidade de 0,88 m/s. Nesse caso, os resultados estatísticos afirmam que as variáveis respostas velocidade sendo que a significância foi > 0.05 e composição heterogênea ($p= 0.07$) tiveram pouca influência no processo erosivo, mesmo com os valores registrados da velocidade e a classe textural (silte e areia) não coesiva. No entanto, Hooke (1979), Papanicolaou et al. (2006) e Khorsandi et al. (2015) afirmam que a taxa de erosão depende da velocidade do fluxo e material de origem (Figura 55).



Figura 55. Processo erosivo na margem esquerda P5, julho de 2018

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Na margem direita do P5 a velocidade foi bastante considerada. Entretanto, em 2017 ocorreu a deposição dos sedimentos e solo nas margens. O processo da força normal sobressai em relação a força cisalhante. A presença das raízes dificultou a desagregação do solo. Essa margem é utilizada pelos moradores para pesca, 47,67% de antropização. Sendo assim, a movimentação de pessoas, influenciou para a retirada dos pinos, não encontrados em 2018.

Os pontos que não ocorreu a erosão e sim a deposição (sedimentos e solos depositados sobre os pinos) nos pontos 5 e 8 (margem direita) e 6 (margem esquerda) em 2017 e ponto 6 (margem direita) em 2018 podem estar associados aos sedimentos transportados pelo canal, bem como o solo carreados pelo escoamento superficial das vertentes durante o período chuvoso. Com a diminuição da precipitação permitiu que os sedimentos se estabilizassem nas margens (Figura 56).

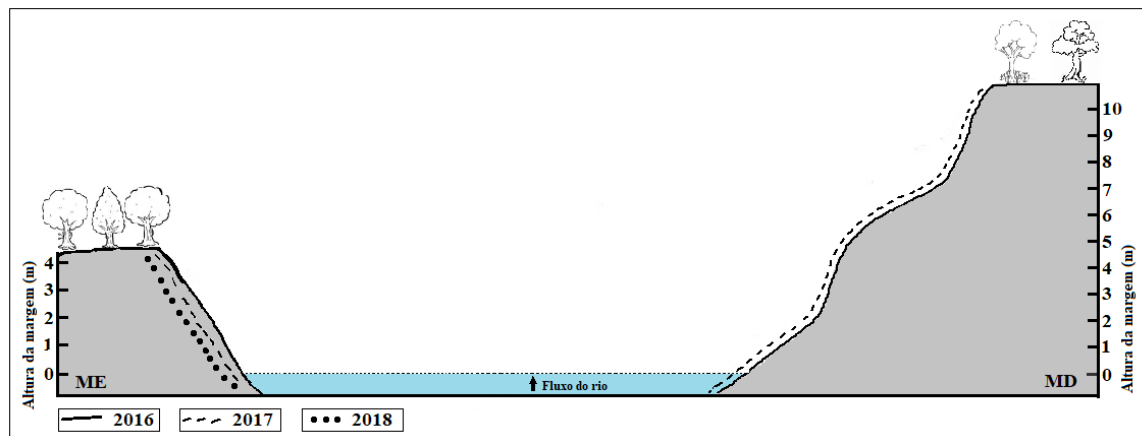


Figura 56. Representação da erosão marginal no P5 nos anos de 2016, 2017 e 2018. Em que: ME= Margem esquerda; MD= Margem direita

Para que esses sedimentos sejam removidos, é necessário um evento chuvoso e a elevação do nível da água para que condicionem um potencial erosivo para remoção desses sedimentos. Outro fator importante a ser ressaltado e observado *in loco* é a vegetação com presença de raízes no barranco. Esses condicionantes contribuem com a resistência da força cisalhante, o que aumenta mesmo que discreto os sedimentos, dificultando o processo erosivo (Tabela 21 e Figura 57).



Figura 57. Processo de sedimentação da margem. Em que: (A) P5 MD - julho de 2017 e (B) P8 MD - julho de 2018 (MD = Margem Direita)

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

No P6 ME em 2017 teve deposição, enquanto 2018 erodiu 0,0051 cm (Tabela 21 e Figura 58).

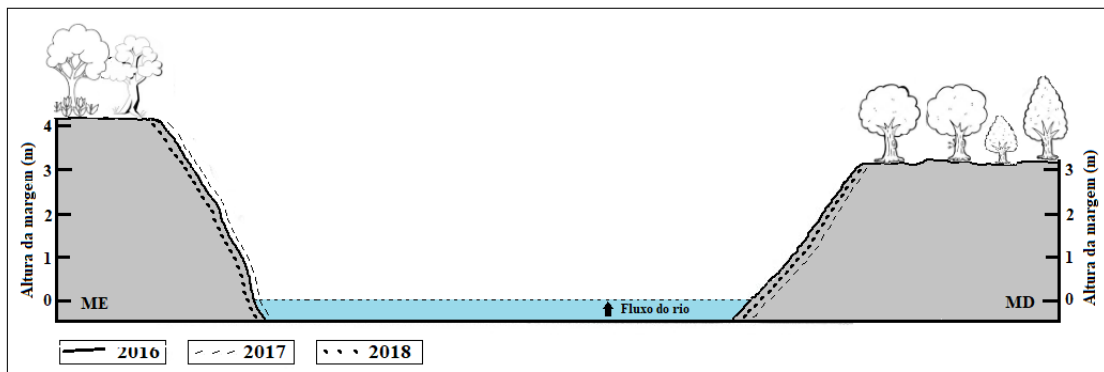


Figura 58. Representação da erosão marginal no P6 nos anos de 2016, 2017 e 2018. Em que: ME= Margem esquerda; MD= Margem direita

Analisando os resultados ambos períodos a velocidade registram média entre 0,53 (janeiro 2017) a 0,59 m/s (janeiro 2018). Um fator importante que contribuiu com a erosão em 2018, foi a precipitação que aumentou 63,1 mm em relação ao ano anterior, bem como o enchimento do lago da UHE Colíder e a composição da margem interestratificadas. Assim, a interdependência dos fatores foram importantes para que ocorresse a erosão. Ressalta ainda que nesse ponto um pino com 8 cm exposto ainda estava submerso, o fator explica-se pelo o aumento pluviométrico e o processo de vazante do rio (Figura 59). Salienta que o resultado mensurado deve-se a erosão do pino da parte superior, e à medida que o fluxo da água diminua na vazante, esse pode apresentar outro índice erosivo.



Figura 59. Pino submerso no P6 julho de 2018

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Em relação aos demais barrancos monitorados, averiguou-se que no P7 MD teve um alto índice erosivo e no cruzamento dos dados a margem é composta com maior porcentagem de silte, 61,81%. A composição e a caracterização da margem reta para côncava, o grau de inclinação, a atividade antrópica na área (agropecuário) e a construção da usina, facilitaram para o processo erosivo. De acordo com Willian Morris Davis, a erosão é um processo natural, no entanto, com as interferências antropogênicas a dinâmica fluvial é alterada, provocando um desequilíbrio hídrico e ecológico. Estudo realizados no rio Madeira por Labadessa (2014) indicam que os processos naturais são os responsáveis pela erosão fluvial e são acentuados devido ao uso antrópico.

As margens dos rios são limites transicionais ou ecótonos entre ecossistemas aquáticos e terrestres e frequentemente alteram-se sob condições hidrológicas da própria dinâmica do rio. Essa funcionalidade hídrica condiciona a manutenção das áreas e habitats (FLORSHEIM et al., 2008).

Bettes (2008) acrescenta que os barrancos também são habitat importantes. A erosão marginal impede o desenvolvimento da vegetação, o que interfere nos habitats dos organismos e espécies que preferem viver em margens íngremes com textura arenosa e que estão sujeitas a erosão periódica. A dinâmica erosiva das margens contribui com a carga de sedimentos no sistema fluvial. Quando ocorre a interrupção do processo, pode acarretar mudanças no ciclo hidroecológico. Com as alterações, o fluxo é incapaz de

hidrotransportar o material do barranco, o que ocasiona aparecimento de detritos em sua base que pode sufocar os sedimentos originais do leito, alterando a hidrossedimentologia local. A construção de uma barragem leva a mudanças no leito e na resistência aluvial.

No P7 MD está ocorrendo cisalhamento por solapamento. Nesse processo, a erosão inicia-se na parte inferior, a corrente das ondas exerce pressão e com o tempo a parte superior tende a erodir no plano vertical com o peso do material da margem e a composição não coesa contribui para a erosão. Assim, um dos fatores principais desse tipo de erosão é a flutuação do nível da água, permanecendo no período de cheia a parte inferior, e por estar mais em contato com o cisalhamento, intensifica a tensão, desintegrando as partículas, as quais podem permanecer próximo a margem ou serem transportados devido a velocidade do fluxo (Figura 60).

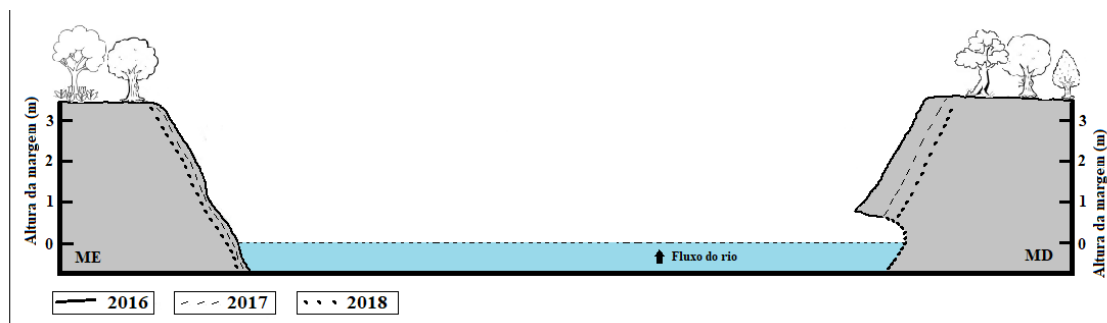


Figura 60. Representação da erosão marginal no P7 nos anos de 2016, 2017 e 2018. Em que: ME= Margem esquerda; MD= Margem direita

A erosão marginal fornece sedimentos grossos nos canais e o tamanho das partículas é necessária para formar estrutura do habitat aquático. Os sedimentos grossos, hidrotransportados da montante são armazenados no leito, compondo o substrato importante para macroinvertebrados. Em contrapartida, quando a oferta de sedimentos é grande em relação à capacidade de transporte, o habitat aquático é enterrado, bem como as taxas de sedimentos finos na erosão marginal são excessivas, o que pode ocorrer prejuízos no habitat e reduzir o oxigênio dissolvido disponível aos organismos bentônicos (FLORSHEI et al., 2008). A composição das partículas grossas promove a troca de oxigênio, fornece espaço intersticial para proteção contra predadores, serve como locais de ligação para alimentadores de filtro e fornece um alimento fonte de perifiton (WOOD e ARMITAGE, 1997).

No P8 a margem direita, sedimentou - 0,052 em 2017 e erodiu 0,198 cm/mês em 2018. Como citado, o aumento pluviométrico no ano de 2018 correlacionados a heterogeneidade da margem granular Franco arenosa contribuem com a predisposição a

erosão. Na margem esquerda a erosão ocorreu 0,100 a 0,130 cm em 2017 e 2018, respectivamente (Figura 61).

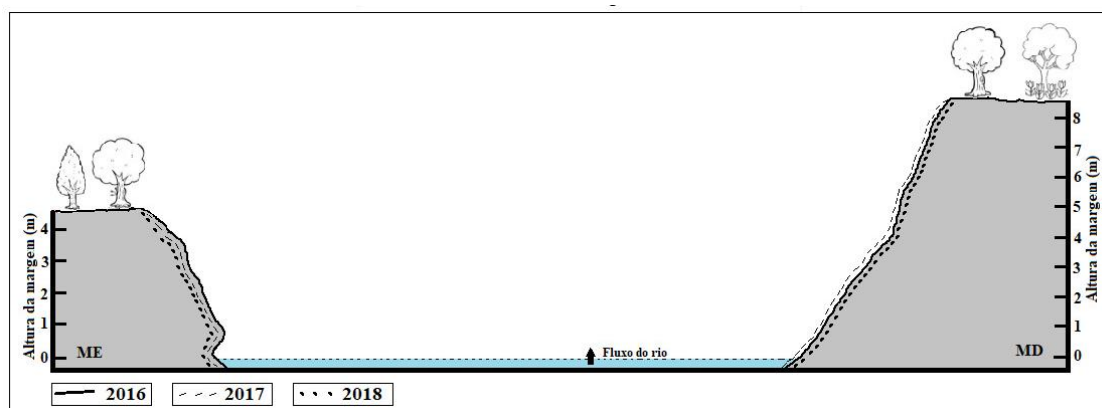


Figura 61. Representação da erosão marginal no P8 nos anos de 2016, 2017 e 2018

A velocidade no P8 ME foi análoga nos dois períodos monitorados, 0,63 m/s. A composição da margem é interestratificada não coesa. De acordo com Karmaker e Dutta (2010) para esse tipo de margem as discussões são complexa e com o aparecimento das raízes dificultam o processo cisalhante na face do barranco.

De acordo com Hooke (1979) e Cunha (2013) o comprimento dos pinos deve estar de acordo com as taxas erosivas. Assim, ao longo dos 24 meses monitorados a erosão marginal do trecho estudado no médio curso do rio Teles Pires variou de sedimentação - 0,984 a 11,376 cm da magnitude da erosão acumulada (Tabela 22). Em alguns pontos em julho de 2017, os pinos foram recolocados, cerca de 10%, seguindo as orientações dos autores, caso ocorra imprevistos, os pinos podem ser recompostos ou substituídos, nesse caso não foram encontrados e muitos não foram localizados em 2018, totalizando 32%. Deste modo, afirmado pelos valores, a técnica foi satisfatória para monitorar a erosão marginal. Hooke (1979) e Gatto (1988) ainda asseguram que essa técnica de pinos é apropriada para margens com maior quantidade de materiais finos (arenosos ou siltosos), sendo essas a composição mais quantificada nos barrancos estudados.

Comparando a magnitude da erosão e o potencial erosivo das margens com o volume do solo erodido, verificou-se que em alguns pontos o valor foi mínimo e no P5 a margem direita não erodiu. Um dos motivos que deve-se considerar que nesse ponto, os pinos em 2018 não foram encontrados.

Tabela 22. Taxa Erosiva entre os anos de 2016, 2017 a 2018 no trecho do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte

Ponto	Margem	Magnitude da Erosão (cm/mês)		Magnitude da Erosão Acumulado (cm)
		2017	2018	24 meses
1	Esquerda	0,008	0,132	3,168
5	Esquerda	0,212	0,250	6,000
	Direita	- 0,012	---	---
6	Esquerda	- 0,022	0,005	0,120
	Direita	0,313	- 0,041	- 0,984
7	Esquerda	0,133	0,120	2,880
	Direita	0,592	0,474	11,376
8	Esquerda	0,100	0,130	3,120
	Direita	- 0,052	0,198	4,752

O processo natural contribuiu com o volume de solo desintegrado de 0,413 a 32,763 m³, bem como a deposição de 2,520 m³ (P6), essa margem não foi remobilizada ou desintegrada (Tabela 23). Considerando a unidade de análise como um sistema dinâmica, o conjunto dos dados devem estar relacionados para discutir o processo erosivo atuante nas margens.

Tabela 23. Taxa de solo erodido entre os anos de 2016, 2017 a 2018 no trecho do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte

Ponto	Margem	2017	2018	Em 24 meses (m ³)
		Volume do Solo Erodido m ³		
1	Esquerda	0,033	0,549	13,179
5	Esquerda	0,695	0,820	19,680
	Direita	- 0,102	0	0
6	Esquerda	- 0,075	0,017	0,413
	Direita	0,801	- 0,105	- 2,520
7	Esquerda	0,361	0,326	7,834
	Direita	1,705	1,365	32,763
8	Esquerda	0,336	0,437	10,483
	Direita	- 0,357	1,346	32,314

Após as atividades mais intensificadas com a ocupação na região, ocorre um processo mais lento da erosão, a corrosão, associado ao alto índice de silte composto nas margens. Os dados afirmam as discussões de Fernandez e Fulfaro (1993) sobre a corrosão processo em que as partículas das margens são removidas lentamente. Assim sendo, o processo até julho de 2018 estava ocorrendo de forma gradual e contínuo conforme a própria dinâmica do rio, com interferências antropogênicas o resultado pode ser modificado de acordo com as ações, principalmente com a usina em funcionamento. A ação erosiva e as condições do fluxo próximo as margens, influencia para o recuo do

barranco, sobretudo, quando a maioria das margens registrou alto teor de silte associados com areia fina, solos não coesos.

Petts (1979), Ma et al. (2012) e Mendes (2018) afirmam que as alterações morfológicas após o represamento do rio podem não ocorrer em curto espaço de tempo, após o fechamento da barragem. Ao analisar os resultados verificou-se que a construção da usina, o enchimento do lago e o funcionamento contribui com mudanças significativas no médio curso do rio Teles Pires, especialmente a montante onde a degradação foi em macro escala (retirada da vegetação, supressão das ilhas fluviais, alterações na hidrodinâmica, morfologia, desaparecimento das margens e implicações na carga sedimentar) e a jusante mesmo que em pequena escala aumentou em alguns pontos o processo erosivo das margens e a diminuição do débito.

De 2017 para 2018 a erosão aumentou 12%. Esse aumento relaciona-se principalmente com a construção e o funcionamento da UHE Colíder, uma vez que o cenário agrícola permaneceu estável. Seguindo a cronologia e percentual a tendência é aumentar nos próximos anos. Essas alterações nas margens comprometem todo o sistema hidrossedimentológico. Com o resultado da composição textural verifica-se que as margens tem predisposição a erosão. Contudo, a vegetação (Floresta Ombrófila/Floresta Estacional/Savana) dificulta ação erosiva, enquanto as ações antropogênicas no entorno e a instalação da usina tende a acelerar o processo. Rogens (2001) afirma que as transformações estão além da ordem física, compromete ainda a função biológica dos rios, com o alto índice de mortandade de peixes.

Estima-se que existem poucas pesquisas que apontam qual é a principal força que influencia a erosão marginal. Modelos em laboratórios foram desenvolvidos para testar a força de cada fator, mas ao mesmo tempo afirmam que a realidade em *in situ* é diferente, pois em alguns casos podem existir outros processos responsáveis pela erosão (RINALDI e DARBY, 2007; PINTO, 2017).

Estudos realizados no rio Paraguai no município de Cáceres registrou intenso processo erosivo nas margens (SOUZA, 2004; SILVA et al., 2011). De acordo com os últimos autores citados, ao comparar os rios aluviais e rios rochosos, existem uma distinção, pois os rios aluviais, quando a quantidade de sedimentos é superior à sua capacidade de transporte, ocorre o assoreamento. No ambiente lótico rochoso ainda não se tem uma conclusão definida, visto que, é necessário o monitoramento nos períodos sazonais ao longo do tempo, sendo essa a fisiografia do rio Teles Pires.

As variáveis testadas (teste não paramétrico de Kruskal-Wallis) como tipo de margem (rampeada e íngreme; $p= 0,3964$) e inclinação do barranco ($p= 0.3029$) indicaram que estas variáveis não foram significativas (Figura 62).

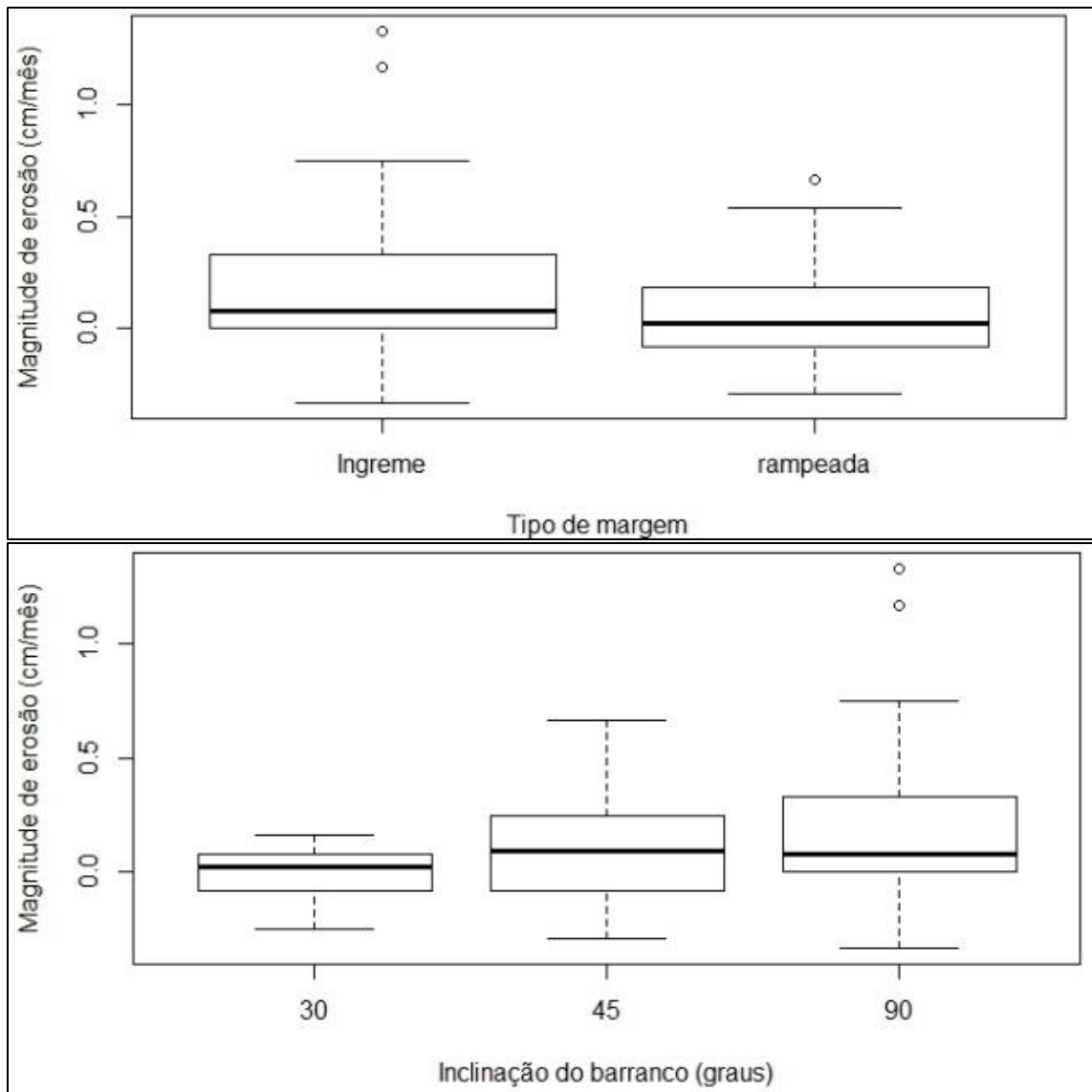


Figura 62. Magnitude de erosão testadas com as variáveis tipo de margem, inclinação do barranco e classe textural

Os resultados estatísticos mostram que as variáveis: composição da margem, o grau de inclinação (35 a 90°), altura (3,2 a 10,70 m), a hidrodinâmica, a erosão marginal (0,120 a 11,376 cm) nos dois anos de monitoramento não apresentaram relações significativas baseadas em testes Kruskal-Wallis quando as variáveis foram categorizadas, e testes de regressão linear quando as variáveis foram quantitativas.

Foram correlacionadas as variáveis respostas que influenciam a magnitude da erosão e pode verificar que as variáveis não foram significativas, os valores foram

superiores a 0,05. A profundidade e inclinação foram mais expressivas negativamente, enquanto que a vazão e área influenciam positivamente o processo, conforme Figura 63.

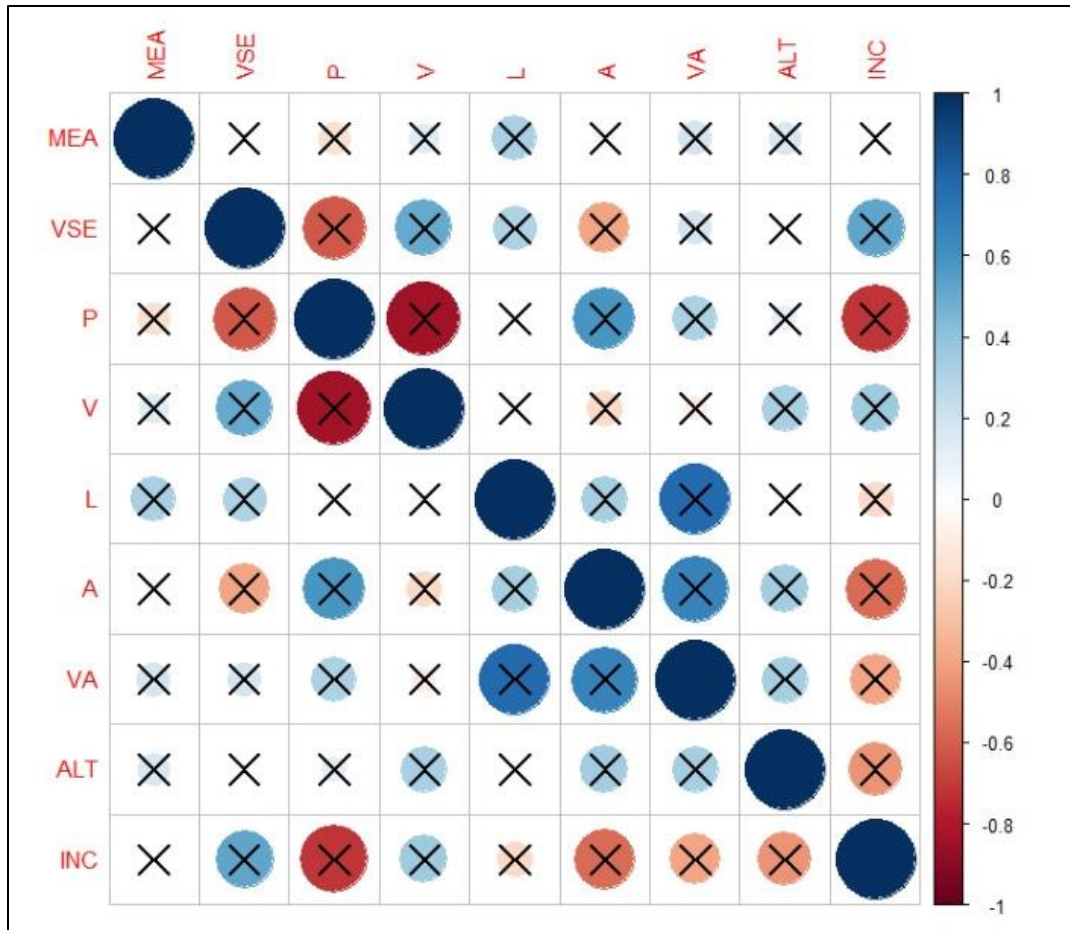


Figura 63. Correlação das variáveis respostas do processo erosivo nas margens do rio Teles Pires. Em que: MEA= Magnitude Erosão Acumulada, VSE= Volume de Solo Erodido; P= Profundidade; V= Velocidade; L= Largura; A= Área; Va= Vazão; ALT= Altura; INC= Inclinação

Quando trabalhado a média dos dados, percebeu que a inclinação do barranco influencia na magnitude da erosão acumulada (regressão linear; $r^2 = 0.19$; $p < 0,05$), a medida que aumenta a inclinação do barranco o processo erosivo é mais atuante (Figura 64).

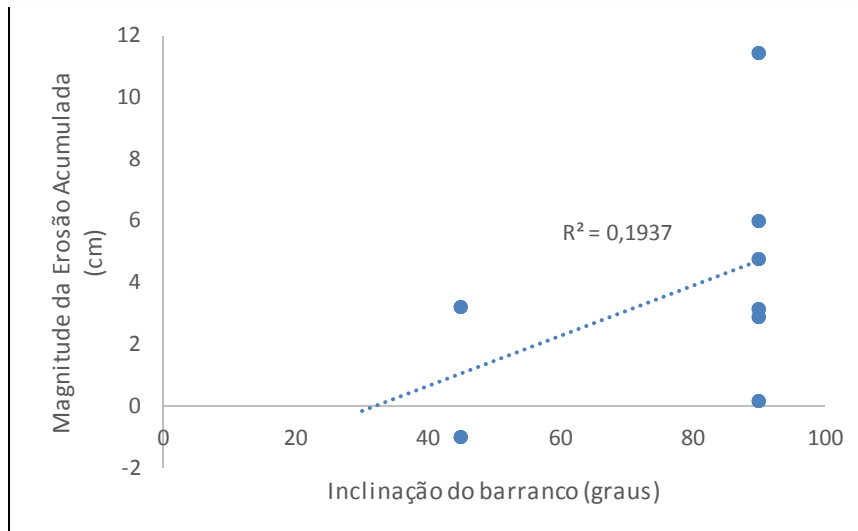


Figura 64. Média da magnitude da erosão acumulado testada com a inclinação do barranco

O agrupamento quando trabalhado pela Análise do Componente Principal (PCA) pode-se verificar que as variáveis em conjunto com o diagrama de ordenação gerado explicam 63% da variação dos dados nos dois eixos principais. Visto que o PC1 corresponde a (0,3806 = 36,05%) e o PC2 (0,2494 = 24,94%). No primeiro eixo, a margem que mais erodiu P7MD foi influenciada negativamente pelas variáveis vazão, altura e largura e positivamente a velocidade com maior porcentagem de solo erodido e os pontos P7ME e P8MD pela variante inclinação. No segundo eixo o P5MD a área e o processo erosivo foram influenciados pelos os valores negativo e positivo, respectivamente (Figura 65).

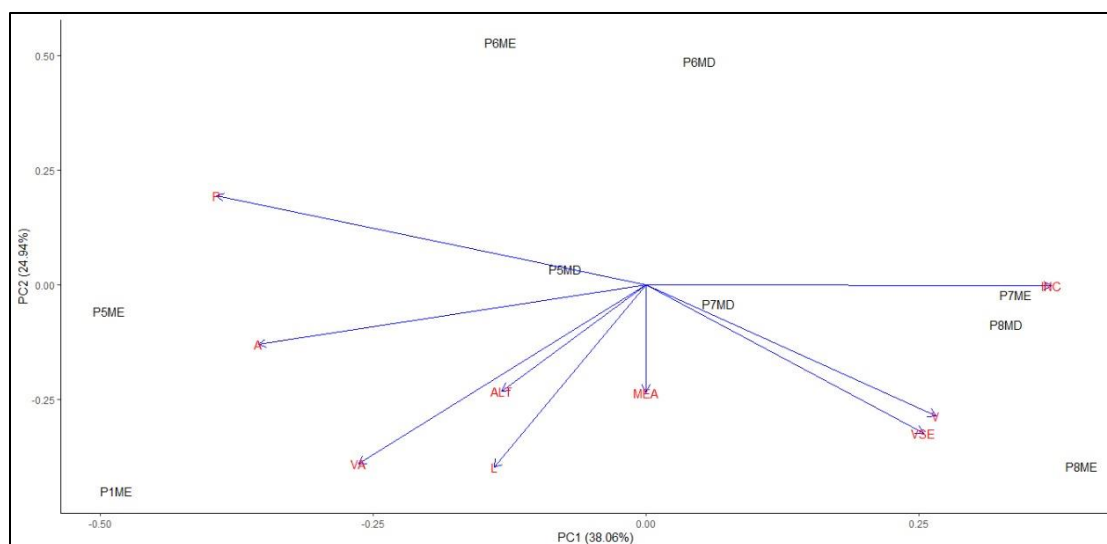


Figura 65. Análise dos componentes principais no processo de erosão marginal. Em que: MEA= Magnitude Erosão Acumulada, VSE= Volume de Solo Erodido; P= Profundidade; V= Velocidade; L= Largura; A= Área; Va= Vazão; ALT= Altura; INC= Inclinação

Pondera-se, ainda, que os valores erosivos mensurados no rio Teles Pires são menores se comparados aos outros rios da bacia Amazônica: Madeira, Solimões e Tapajós. Visto que esse processo é conhecido regionalmente como terras caídas (CARVALHO e CUNHA, 2011; FARIAS e CARNEIRO, 2012; PACHECO et al., 2012; LABADESSA, 2014).

3.3 CONSIDERAÇÕES

Ocorreram mudanças na calha do rio Teles Pires, no trecho estudado, especialmente na área destinada ao reservatório da usina com o alagamento e o aumento da profundidade nos dois anos de monitoramento. Em 2016, o canal apresentava com talvegue mais encaixado, com corredeiras e pouca profundidade. Inversamente ao ano de 2018 a área transforma em ambiente lântico com o alagamento e aumento da profundidade.

A integridade do sistema fluvial indica que o fator caudal e a morfologia do canal no processo hidrodinâmico foi alterado com a construção direta da UHE Colíder. Os elementos ambientais (vegetação, precipitação e regime hídrico) considerados como processos foram afetados pela interferência humana com a instalação da usina.

Os pontos monitorados a montante e jusante da UHE Colíder registrou mudanças na paisagem. No ano de 2016, a paisagem a montante da usina era de ambiente lótico com várias corredeiras e com profundidade média que variava de 1,44 m a 5,38 m. Em 2018, as transformações devido a construção e enchimento do lago tornou um ambiente lântico com profundidade de 19,74 a 22,08 m. Mudanças hidrogeomorfológicas ocorreram na calha, margens e várias ilhas submersas prejudicando o habitat de várias espécies.

Verificou-se que a erosão das margens pela técnica de pinos ocorreu lentamente e em alguns pontos houve a sedimentação dos pinos.

Com a PCA pode verificar que as variáveis erosão acumulada, volume de solo erodido; profundidade; velocidade; largura; área; vazão; altura; inclinação quando agrupadas explicou 63% dos fatores correlacionados a erosão das margens.

Todas as transformações que aconteceram para instalação e funcionamento da UHE de Colíder nesse ambiente fluvial, implicaram em mudanças de ordem física e ambiental.

O monitoramento das margens direita e esquerda nos cinco pontos no médio curso do rio Teles Pires foram importantes para o conhecimento hidrogeomorfológico, pois

entender a dinâmica e o processo erosivo é de suma importância para propor medidas de mitigação.

CAPÍTULO IV

APORTE E DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES

RESUMO: Esta parte da pesquisa teve como objetivo verificar a quantidade e tipos de sedimentos transportados no sistema fluvial, a montante e a jusante da UHE Colíder, bem como identificar as feições morfológicas e as alterações que ocorreram com a implantação e funcionamento da usina. Foram efetivados cinco campos no período de dois anos em 8 (oito) pontos para coleta de solo, sedimentos de fundo e em suspensão. Monitorou a erosão das margens pela técnica de pinos e estaca na ilha 19, localizada no P1. No trabalho em gabinete foram realizadas as análises do tamanho e forma dos grãos > 2,00 mm; utilizou-se do programa Google Earth Pro e HIDROWEB para contabilizar e mensurar as feições morfológicas. Na pesquisa em laboratório realizou-se a análise das amostras coletadas em campo pelo método de peneiramento e pipetagem. Por meio deste estudo verificou-se que o rio Teles Pires apresenta afloramento rochoso no leito e corredeiras. Fator este, que explica o aparecimento de sedimentos grossos no fundo do canal. Com a construção, instalação e funcionamento da usina pode-se averiguar que a carga sedimentar variou. Em algumas campanhas registrou maior concentração da composição arenosa, enquanto no enchimento do reservatório o silte teve valores elevados no fundo do canal, o que pode associar a submersão das margens e colmatagem dos afluentes. O rio Teles Pires no médio curso possui 109 ilhas fluviais e 68 barras. No trecho em estudo, monitorou-se a ilha 19 sobre os processos erosivos atuantes, em 2017 foi intenso a erosão, todavia em 2018 os pinos não foram encontrados. As ilhas 28 a 31 estavam localizadas no P2, P3 e P4, área do reservatório da UHE de Colíder, bem como barra quantificada, atualmente submersa. A dinâmica natural contribuiu com o aparecimento dessas feições, e as atividades antrópicas influenciam no desaparecimento, principalmente, das ilhas fluviais que não foram retiradas para a construção da usina.

Palavras chave: Hidrossedimentologia, UHE Colíder, Feições morfológicas

4. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre o transportes de sedimentos são fundamentais, porque esse processo influencia diretamente a dinâmica dos rios, conseqüentemente, afeta a qualidade do habitat, a biota e todo ecossistema aquático. O equilíbrio hidrodinâmico depende do conjunto dos fatores que determinam o fornecimento de sedimentos, como a erosão natural e as atividades antrópicas (CARVALHO et al., 2000; ALLAN e CASTILLO, 2007; KUERTEN et al., 2009). A pressão e utilização do recurso hídrico interfere de modo direto na hidrossedimentologia do ecossistema aquático e terrestre.

Os fatores inerentes como velocidade, material de origem, clima, vegetação estão integrados e contribuem com as características dos sedimentos (BRITO et al., 2009).

Nesse contexto, as partículas sedimentares podem ser transportadas de diversas maneiras e várias vezes, o que pode diferir é o processo das atividades mecânicas e hidráulicas (SUGUIO, 2003).

A carga de sedimentos podem ser transportados em suspensão e no fundo do canal. O fluxo da água na maioria das vezes é turbulenta, e desempenha uma força de cisalhamento que faz com que as partículas sejam transportadas no fundo do canal pelo processo de rolamento ou saltação, a força motriz propulsiona o fluxo de água e à medida que aumenta a velocidade faz com que as partículas finas permaneçam suspensas (LEOPOLD e MADDOCK JÚNIOR, 1953; PENTEADO, 1974; PETTS, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO, 2003; ALLAN e CASTILLO, 2007; CARR e NEAYR, 2008; BALASUBRAMANIAN, 2010; CUNHA, 2013).

As discussões sobre a classificação e distribuição do tamanho do grão é o objetivo fundamental da Hidrossedimentologia (McLAREN e BOWLES, 1985). As partículas mais pesadas como as areias (grossa, média e fina), cascalhos, blocos ou calhaus, grânulos e matacões são transportados por arraste, rolamento ou saltação no leito do canal, constituído a carga de fundo (CHRISTOFOLETTI, 1981; BETTES, 2008; DRAFT, 2009; RICCOMINI et al., 2009; POMEROL et al., 2013; PINTO, 2017).

As partículas que permanecem juntas podem colidir e fragmentar-se com o transporte. Nesse caso, a energia da colisão contribui com a ressuspensão, impedindo a deposição (SUGUIO, 2003). Enquanto as partículas leves e finas (silte e argila) são transportados em suspensão (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; SUGUIO, 2003; RICCOMINI et al., 2009).

As partículas de areia são as mais facilmente erodidas, as de maiores granulometria como: matacões, blocos, seixos e grânulos demandam de velocidade da corrente mais alta para iniciar o movimento da partícula, ou serem movidas pelo arranque (SILVA et al., 2011). Os grãos menores, silte e argila precisam de velocidades críticas de erosão por causa de sua coesão. Essas partículas finas se conservam em suspensão na maioria do tempo, somente em velocidade baixas, depositam-se (STEVAUX e LATRUBESSE, 2107).

De acordo com Leopold e Maddock Júnior (1953), Wolman e Miller (1960), Wood e Armitage (1997), Allan e Castillo (2007) a carga suspensa varia de acordo com a profundidade e pode alterar com a descarga, assim a concentração dos sedimentos suspensos são maiores nos eventos chuvosos, porque também são fornecidos das

vertentes para a rede de drenagem. Os sedimentos suspensos causam turbidez, restringindo a transmissão de luz na água devido à dispersão e absorção.

Os sedimentos constituem diferentes formas, tamanhos e textura (BORTOLUZZI e PETRY, 2008; GONÇALVES, 2013) e podem variar de acordo com a disposição espacial dos componentes mineralógico e composição orgânica nos ambientes fluviais. Essas propriedades físicas estão associados com o tipo de ambientes que acomodam estruturas geológicas, clima, relevo, vegetação e solo diferenciados (SUGUIO, 2003; POLETO e CASTILHOS, 2008;).

A granulometria varia de acordo com o curso do rio, sendo que no alto e médio curso correspondem a área do relevo mais acentuado, as partículas são maiores (seixos, blocos, matacões, grânulos ou areia), enquanto no baixo curso, área de foz, o relevo é mais aplainado, predominando os grãos menores (silte e argila) o qual o aporte é realizado em suspensão, podendo ainda no exutório carrear pequenas porcentagens de areia (PINTO, 2017).

De acordo com Suguio (2003) a granulometria varia conforme o tamanho da partícula dos sedimentos detríticos (clásticos) e de acordo com o diâmetro. Dentro da classificação granulométrica o diâmetro compõe uma propriedade textural fundamental. Essa particularidade é importante para classificar os tipos de sedimentos em rudáceos (ou psefíticos), arenáceos (ou psamíticos) e lutáceos.

Em nível internacional pode-se referenciar os trabalhos realizados pelos pesquisadores Leopold e Maddock Júnior em 1953 nos Estados Unidos que iniciaram os trabalhos sobre geometria hidráulica. Para Christofolletti (1980) a hidrologia e a geometria hidráulica se refere aos estudos das características hidrodinâmicas dos canais fluviais associados ao estudo dos elementos ambientais. Oliveira (2012) complementa que as propriedades geométricas do canal fluvial apresentam formas distintas que são dependentes da variação sazonal da vazão, responsável pelo regime fluvial.

As mudanças ocasionadas nas calhas dos rios estão contribuindo com alterações significativas, que em vários momentos as reações são irreversíveis. As obras de engenharia na construção de reservatórios para diversos fins implica em efeitos em cadeia: local, regional e global (CUNHA, 2013; COELHO, 2008). A construção de barragens modifica e rompe a funcionalidade natural dos rios. Na montante, a tendência é a retirada da vegetação para construção do reservatório, a colmatagem de afluentes, a diminuição da vazão, mudança de ambiente de lótico para lântico e o processo de

deposição e sedimentação das partículas. No que diz respeito a jusante, ocorre a mudança na morfologia com o entalhamento do canal, devido a redução da largura, o aumento da profundidade e o aceleração da erosão marginal.

Justiniano e Souza (2010) afirma que a própria dinâmica fluvial condiciona o surgimento das feições morfológicas. No período de estiagem os sedimentos são depositados no canal e na planície de inundação, o que originam as barras lateral ou central, e com o tempo formam-se ilhas fluviais, fontes de grande acumulação sedimentológica (WOLMAN e MILLER, 1960; MIAL, 1985; KELLERHALD et al., 1976; ALLAN e CASTILLO, 2007; COELHO, 2007).

Assim, as barras são oriundas a partir dos depósitos fluviais, dos canais meandranes. A velocidade do fluxo condiciona o aparecimento dos depósitos laterais ou centrais, uma vez que com a perda da velocidade, os sedimentos tendem-se a depositar (SCHERER et al., 2000).

O rio Teles Pires apresenta no médio curso ilhas e barras assimétricas de variados tamanhos. A dinamicidade fluvial contribui com o aparecimentos dessas feições morfológicas que tendem a acelerar com as atividades desenvolvidas no entorno, principalmente após a colonização do norte mato-grossense.

Dentre as atividades antropogênicas estão os reservatórios. Os mesmos foram criados pela ação humana para diversos fins. Conceitualmente os reservatórios tem características distintas como fisiografia e variáveis hidrológicas (RIBEIRO FILHO et al., 2011).

Com a construção da UHE de Colíder algumas espécies de organismos podem não resistir as modificações relacionados aos fatores físicos, químicos e outras características biológicas, condições importantes para determinados organismos. Em muitos casos as espécies desaparecem, migram ou morrem, pois são incapaz de tolerar a transformação do ambiente (FRIEDRICH et al., 1996).

Essa parte da pesquisa teve como objetivo verificar a quantidade e tipos de sedimentos transportados no sistema fluvial a montante e a jusante da UHE Colíder, bem como identificar as feições morfológicas e as alterações que ocorreram com a implantação e funcionamento da usina.

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Procedimento metodológicos

Para operacionalização deste trabalho foram fundamentais as etapas de gabinete, campo e laboratório (ROSS e FIERZ, 2009). O estudo foi pautado nos procedimentos técnicos operacionais no período de 2 (dois) anos.

4.1.1.1 Trabalho de Campo

4.1.1.1.1 Coleta de material (sedimentos de fundo e suspensão)

Foram realizadas cinco coletas em cada seção transversal no período de estiagem e cheia referenciados como MD = margem direita, PM = próximo a margem direita, C = centro, PE = próximo a margem esquerda e ME = margem esquerda. Para coleta da carga suspensa foi empregado o método tradicional. O processo de armazenamento consiste em primeiro lugar esterilizar o recipiente com a própria água do rio por 2 (duas) vezes e armazená-la em temperatura ambiente em caixa térmica com gelo até o início das análises (máximo de 24 horas após coleta) (BÜHLER e SOUZA, 2012) (Figura 66). Nesse método coletaram-se em cada campo 40 amostras, totalizando 200 finais.

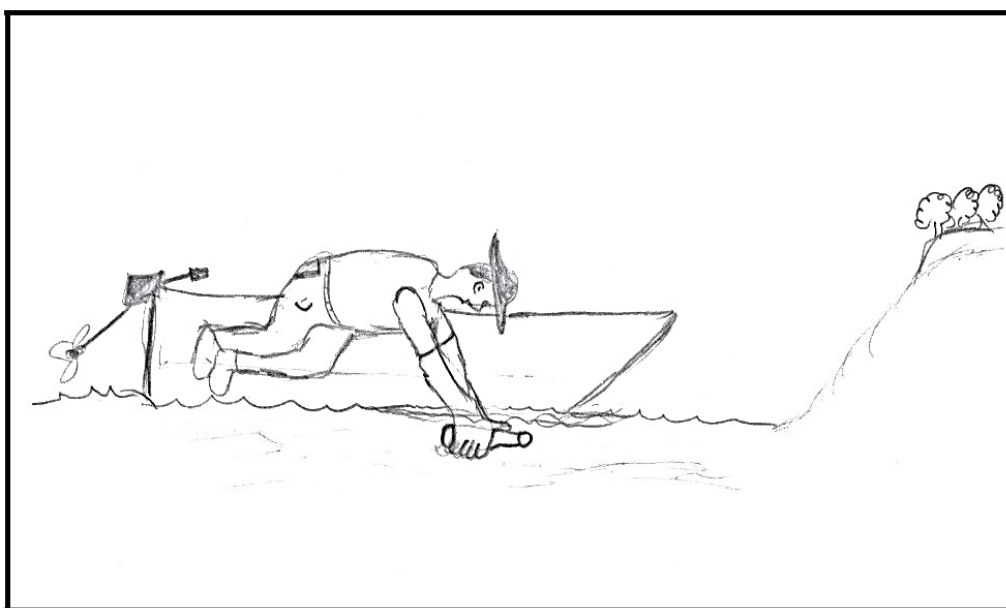


Figura 66. Coleta dos sedimentos em suspensão pelo método tradicional

Na coleta dos sedimentos de fundo foi utilizado o aparelho do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas) (Figura 67). As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas de 1 kg e etiquetadas com dados sobre a localização para posterior análise da granulometria. Para cada coleta nos 5 (pontos) na seção, a draga foi lançada 3 (três) vezes.

Essa técnica foi empregada por Souza Filho (1993), Kuerten et al. (2009) e Rocha (2016). A quantidade de amostra coletada em cada campo variou, pois nem todos os pontos registrou sedimentos de fundo ou eram insuficientes para a análise. Estima-se que foram coletadas 63 amostras no fundo do canal.

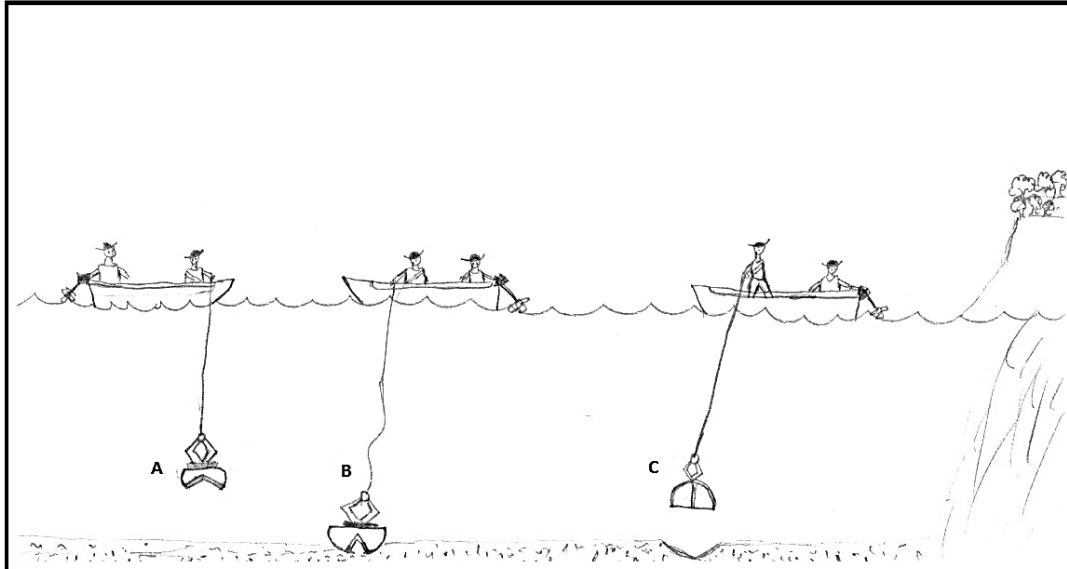


Figura 67. Coleta de sedimentos de fundo (A) Lançamento da draga, (B) contato com o fundo e sedimentos e (C) Coleta de sedimentos

4.1.1.1.2 Monitoramento das feições morfológicas

Para o monitoramento da erosão da ilha fluvial 19 localizada no P1 foram utilizados pinos de vergalhão 3/4 de 30 cm e estaca de madeira. Foram instrumentalizados 5 (cinco) pinos na face do barranco de maneira perpendicular com 10 cm exposto para posterior monitoramento, no período de dois anos e as estacas foram fixadas no recuo da margem a 2 m. Cada campanha mensurou a erosão marginal com auxílio de trena de 3 m.

Coletou-se o solo da margem. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos de 1 kg para análise em laboratório. Para o cálculo de erosão foi utilizado o cálculo proposto por Fernandez (1990, 1995). Os dados referentes da barra central na área do reservatório foram levantados em julho de 2016.

4.1.1.2 Trabalho em Gabinete

4.1.1.2.1 Cálculo da descarga sólida em suspensão

De acordo com Carvalho et al. (2000) o valor da descarga em suspensão (ton/dia) é calculado pela multiplicação da descarga líquida pela concentração registrada na coleta e análise em laboratório. Assim, utilizou-se a Equação 13 para o cálculo da descarga.

$$Q_{ss} = 0,0864 \times Q \times cs \text{ (Equação 13),}$$

Onde:

Q_{ss} = descarga sólida em suspensão (t/dia)

Q = descarga líquida (m^3/s)

cs = concentração (mg/l)

4.1.1.2.2 Análise da granulometria (bloco, seixos e grânulos)

Para determinação do tamanho e forma das partículas maiores foi adotada a separação das amostras e manualmente foram medidas pela tabela de classificação granulométrica (mm) de Giannini e Melo (2009) e para classe Pomerol et al. (2013). Utilizando como parâmetro as três dimensões das partículas (longa, intermediário e diâmetro curto) com auxílio de uma régua graduada. Esse método foi utilizado por alguns pesquisadores como Ubeid (2016) para determinar o tamanho dos sedimentos do rio (Tabela 24).

Tabela 24. Classificação dos sedimentos maiores transportados no fundo do canal

Tamanho (mm)	Sedimentos	Classe
> 256	Matacão	Ruditos
256 - 64	Bloco ou calhau	
64 – 4,0	Seixo	
4,0 – 2,0	Grânulo	

Fonte: Adaptado de Giannini e Melo (2009), Pomerol et al. (2013)

Para determinação da classe na granulometria das areias (grossa, média e fina) (arenito), silte e argila (pelitos ou lutitos) ainda adotou a classificação de Pomerol et al. (2013).

Foi empregada ainda o método simples de Zingg (1935 apud CUNHA, 2013) utilizando de histograma para comparar as formas e os tipos de seixos transportados para determinar em: laminar, esférico, discóide e alongado, ressalta-se que essa análise foi direcionada aos seixos maiores de 64 – 54 mm (Figura 68 e Tabela 25).

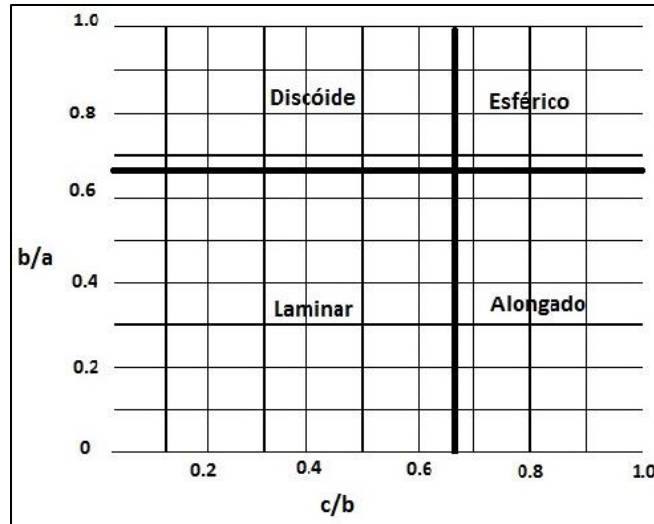


Figura 68. Histograma para determinação do tipo e forma dos seixos transportados no rio Teles Pires. **Fonte:** Zingg (1935 apud CUNHA, 2013)

Sendo que nos eixos foram considerados as maiores dimensões: (a) comprimento; (b) largura e (c) altura para determinar as formas dos seixos:

Tabela 25. Determinação do tipo e forma dos seixos conforme histograma

Classe	B/A	C/B	Forma
1	> 0,67	> 0,67	Esférica
2	> 0,67	< 0,67	Discóide
2	< 0,67	> 0,67	Alongada
4	< 0,67	< 0,67	Laminar

Fonte: Zingg (1935 apud CUNHA, 2013)

4.1.1.2.3 Quantificação das feições morfológicas no médio curso do rio Teles Pires

Foi realizado o levantamento de informações nos sites do Google Earth Pro e HIDROWEB sobre as ilhas fluviais e barras (central e lateral). Cada feição foi contabilizada separadamente, para cálculo da área em km² e m² para ilhas e barras, respectivamente.

4.1.1.3 Análise em Laboratório da Granulometria

Para quantificar as frações de argila e silte, foi adotada a pipetagem (EMBRAPA, 1997), utilizando-se amostras de 20 g do solo, utilizando três réplicas de cada ponto. As amostras foram mantidas por 12 horas em contato com a solução de um dispersante químico (NaOH 0,1 M.L⁻¹), e posteriormente, agitadas em alta rotação (12.000 rpm) por 15 minutos.

A fração de argila foi determinada pelo método da pipeta, que consiste em pipetar um volume da suspensão. A fração de areia foi retida em peneira de malha de 0,053 mm (n. 270). Posteriormente as frações foram secas em estufa e pesadas para a obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais que é obtido por diferença das outras frações em relação ao peso original. Os ensaios ocorreram em três repetições por ponto de coleta para obtenção da composição média.

A quantificação das frações de areia (grossa, média e fina) ocorreu a partir do ensaio de peneiramento por meio de processo mecânico no agitador eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente (SUGUIO, 1973).

E o método por evaporação total, elaborado por Carvalho et al. (2000), foi usado para verificar a quantidade de sedimentos transportados em suspensão. As amostras foram condicionadas em béquer de 500 ml e então secas em estufa e, posteriormente, pesadas em balança analítica por três vezes, obtendo-se uma média dos valores dos sedimentos em suspensão (mg/L).

As análises de solo foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Ensino em Geomorfologia Fluvial “Antonio Christofletti” na Universidade do Estado de Mato Grosso no Campus de Colíder.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2.1 Transporte de sedimentos no fundo e em suspensão

No médio curso do rio Teles Pires registrou a variabilidade dos sedimentos transportados no fundo do canal e pequena porcentagem de carga suspensa. Assim, os sedimentos foram altamente variáveis ao longo do perfil longitudinal e transversal. De acordo com Christofletti (1981), é comum a composição granulométrica dos rios possuir partículas de várias classes, tamanhos e formas. Leopold e Maddock Júnior (1953), Christofletti (1981), Suguio (2003), Souza (2004), Silva (2009), Cima et al. (2014), Leandro et al. (2012), Cunha (2013) Leandro et al. (2014) e Stevaux e Latrubesse (2017) ainda ressaltam que a carga sedimentar de fundo é constituída de materiais grossos como (areia e cascalhos) e a suspensa (silte e argila).

A carga de fundo tem relação com a quantidade de canais de 1ª ordem na bacia hidrográfica do rio Teles Pires. Os canais de primeira ordem correspondem as áreas mais elevadas. Localizam-se no alto curso, áreas de nascentes. Devido a declividade o regime

do fluxo é mais turbulento, contribuindo com alta capacidade erosiva e o transporte de sedimentos grossos (MACHADO e TORRES, 2012). Desta forma, a grande presença desses canais em todo curso do rio Teles Pires está contribuindo com o aumento da carga sedimentar devido a presença de corredeiras, fluxo turbulento, e, com altos índices de erosão nas áreas das cabeceiras.

No monitoramento realizado nos oito pontos a montante e jusante da UHE Colíder nos dois anos (2016-2018) pode-se quantificar a composição granulométrica de areias (grossa, média e fina) classe dos (arenitos), silte e argila (pelitos ou lutitos), grânulos, blocos e seixos (ruditos) transportadas pela velocidade do fluxo ou movidas pela força de arranque no período de cheia associadas a fontes locais (autóctones) (Figura 69). Salienta que a extensão do trecho estudado no fundo do canal registra uma estrutura basal com afloramento rochoso (fundo e superfície). Os autores ainda reforçam que os rios de leito rochoso são escavados pelo próprio embasamento da rocha. Leopold e Maddock Júnior, (1953), Montgomery e Bolton (2003) e Bettis (2008) ressaltam que a composição litológica (estável e composição grossa) indica maior rugosidade no leito.



Figura 69. Afloramento rochoso no canal

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

A quantidade e a dimensão dos grãos reforçam as discussões de Christofolletti (1981) e Pomerol et al. (2013) sobre a competência de um rio está relacionada ao tamanho da partícula hidrotransportada. E no rio Teles Pires, ocorre o aporte de sedimentos no fundo do canal com grãos de várias dimensões.

O transporte desses sedimentos está ligado com os fatores hidrológicos e o regime do curso d'água. Nesse caso a precipitação, topografia, a estrutura geológica, a declividade e a cobertura vegetal influenciam na formação de materiais intemperizados ou erodidos na bacia hidrográfica e o carreamento desses materiais desintegrados (rocha e solo) até o rio. Assim, o fluxo do rio e o transporte de sedimentos compõem o processo de equilíbrio atuantes no sistema fluvial (COELHO, 2008; CHRISTOFOLETTI, 1981; CUNHA, 2013; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Deste modo, o transporte e a sedimentação interferem diretamente na qualidade da água e o desenvolvimento dos ecossistemas aquáticos (CARR e NEARY, 2008; RIBEIRO FILHO et al., 2011).

Os sedimentos são característicos da área de captação, no entanto, as partículas podem ser originárias do fundo do canal com o processo de erosão do leito (vertical) corrosão, bem como procedentes das margens (lateral) corrosão.

Os pontos a montante e jusante da UHE Colíder teve competência de transportar materiais arenosos. No P1 a montante, os sedimentos de fundo variaram entre areia (média e fina), silte e argila no período de estiagem/julho de 2016. A usina ainda encontrava em fase de construção. Registrou-se maior quantidade de areia fina entre os pontos (margem esquerda e direita, próxima a margem esquerda e direita e centro) da seção transversal com 71,44% a 99,55%. Os resultados mostram que a maior velocidade registrada foi próximo a margem esquerda 1,66 m/s. Nesse ponto destacou-se afloramento rochoso, o que contribui com o tipo de fluxo (turbulento), a velocidade e transporte de sedimentos grossos, principalmente areia fina. A carga do material de fundo é derivada do leito do rio com a força do cisalhamento, principalmente com a presença de areia sua concentração está diretamente relacionada com a capacidade de transporte (Tabela 26).

Tabela 26. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de estiagem no período de estiagem/julho de 2016

AMOSTRAS	CONCENTRAÇÃO EM SUSPENSÃO (mg/L)	SEDIMENTOS DE FUNDO (%)				
		AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
P1 - MONTANTECENTRO	0,009	0	0,10	99,55	0	0,35*
P1 - MONTANTEPMD	0,008	0	0,05	85,49	14,46	0
P1 - MONTANTEMD	0,008	0	0	71,44	26,73	1,83

P1 MONTANTE PME	0,006	0	0	85,30	13,70	1,00
P1 - MONTANTE ME	0,008	0	0	85,28	13,65	1,07
P2 - MONTANTE CENTRO	0,001	0	0,07	99,63	0	0,3
P2 - MONTANTE PMD	0,003	0	0	71,68	28,32	0
P2 - MONTANTE MD	0,006	0	0	71,60	28,38	0,01
P2 - MONTANTE PME	0,004	0	0,39	97,12	2,59	0
P2 - MONTANTE ME	0,004	0	0,21	68,49	30,46	0,84
P3 - MONTANTE CENTRO	0,001	Afloramento rochoso				
P3 - MONTANTE PMD	0,001	Afloramento rochoso				
P3 - MONTANTE MD	0,001	0	0	82,92	15,66	1,42
P3 - MONTANTE PME	0,001	0	0	77,94	22,06	0
P3 - MONTANTE ME	0,002	0	0	21,99	75,04	2,97
P4 - MONTANTE CENTRO	0,004	-	3,28	95,94	0,24	0,54
P4 - MONTANTE PMD	0,006	-	1,64	66,40	30,00	1,96
P4 - MONTANTE MD	0,008	-	-	36,77	60,3	2,93
P4 - MONTANTE PME	0,005	Afloramento rochoso				
P4 - MONTANTE ME	0,007	Afloramento rochoso				
P5 - JUSANTE CENTRO	0,008	0	5,08	94,51	0	0,41
P5 - JUSANTE PMD	0,005	0	3,21	83,12	13,00	0,67
P5 - JUSANTE MD	0,006	0	0	69,96	28,5	1,54
P5 - JUSANTE PME	0,008	0	0	87,53	10,46	2,01
P5 - JUSANTE ME	0,009	0	0	65,36	32,34	2,30
P6 - JUSANTE CENTRO	0,016	0	0	99,83	0	0,17
P6 - JUSANTE PMD	0,018	0	0	81,90	17,32	0,78
P6 - JUSANTE MD	0,021	0	0	65,60	33,34	1,06
P6 - JUSANTE PME	0,019	0	0	86,41	13,02	0,57
P6 - JUSANTE ME	0,032	0	0	70,99	27,42	1,59
P7 - JUSANTE CENTRO	0,018	0	0	100,00*	0	0
P7 - JUSANTE PMD	0,019	Afloramento rochoso				
P7 - JUSANTE MD	0,021	Afloramento rochoso				
P7 - JUSANTE PME	0,020	0	0	85,45	14,12	0,43
P7 - JUSANTE ME	0,022	0	0	70,67	27,42	1,91
P8 - JUSANTE CENTRO	0,012	Afloramento rochoso				
P8 - JUSANTE PMD	0,010	Afloramento rochoso				
P8 - JUSANTE MD	0,015	0	0	75,07	22,47	2,46
P8 - JUSANTE PME	0,013	0	0	62,45	37,55	0
P8 - JUSANTE ME	0,015	0	0	43,16	55,27	1,57

Em que: MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda; * Sedimentos com Seixos

No P2 a montante, o rio teve competência para carrear sedimentos de materiais arenosos, com partículas de areia fina, com a concentração de 68,49% a 99,63%. Os maiores índices foram registrados nas velocidades máximas conforme dados disponíveis

no capítulo 3. Salienta que no centro do canal não apresentou silte e com pequena percentagem de argila 0,3%. Esses dados se devem por ser um local com vários afloramentos rochosos e de acordo com a geologia e observações *in loco* há a ocorrência de rochas graníticas e quartzos. De acordo com o período de estiagem a concentração média de sedimentos em suspensão 0,002 mg/L e 0,0832 t/dia (Tabela 27).

Tabela 27. Concentração dos sedimentos em suspensão em toneladas/dia

Ponto	Descarga dos Sedimentos em Suspensão t/d				
	2016	2017	2017	2018	2018
	Julho	Janeiro	Julho	Janeiro	Julho
P1 - Montante	0,6524	2,4131	1,5927	7,2471	1,7688
P2 - Montante	0,0832	1,8421	2,8387	0	0
P3- Montante	0,0501	2,1618	2,1552	0	0
P4 - Montante	0,2873	0,8355	0	0	0
P5 - Jusante	0,4405	1,6032	1,0762	4,6346	1,0175
P6 - Jusante	0,9668	1,5886	0,4236	3,6739	0,4568
P7 - Jusante	0,9390	1,5491	1,0789	4,8083	0,6244
P8 - Jusante	0,6399	1,6899	1,1295	4,9772	0,8270

Próximo ao ponto um pouco a montante, pode-se verificar a quantidade de matacões, blocos e seixos no fundo do canal. Nesse caso a força de tração faz com que partículas maiores > 256 mm se movam lentamente de acordo com a velocidade do fundo, especialmente no período de cheia. Esse processo por se lento faz com que a partícula seja somente movida pela força de arranque e não transportada. Nesse contexto, Christofolletti (1981) que conforme o tamanho dos grãos, alguns são movidos e outros de granulometria maior permanecem imóveis.

Assim, mesmo na inércia as partículas passam pelo processo abrasivo sem necessitar se movimentar devido a zona de turbulência, resultando em granulometrias de tamanhos e formas diferentes (Figura 70). A redução da partícula ocorre da montante para jusante a medida que a velocidade crítica é necessária para movimentar no período de cheia o fragmento rochoso. Fatores como profundidade e velocidades após a diminuição da partícula < 64 mm contribuem que o material seja transportado por rolamento ou somente movimentada pela força de arranque.



Figura 70. Blocos, Seixos e grânulos no fundo do canal do rio Teles Pires

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

No P3 o afloramento rochoso inicia no centro do canal e estende-se próximo a margem direita com grande concentração arenosa nos outros pontos da seção transversal. O leito sobre a rocha a erosão no fundo ocorre pelo efeito hidráulico pela corrosão, cavitação e arranque. No P4 permanece a tendência de transporte de materiais grossos com composição arenosa e porcentagem alta de areia fina 95,94% no centro do canal. Avaliando essa seção, verificou-se o aumento dos sedimentos finos com concentração siltosa 60,3% na margem direita (Tabela 26). Esse fator justifica principalmente a construção da UHE Colíder. Nessa época as obras de engenharia hidráulica estavam ocorrendo nas margens e afluentes do rio Teles Pires, bem como a baixa velocidade do fluxo, permitindo que os sedimentos fossem depositados no fundo do canal. A construção de barragens e reservatórios nos cursos d'água implica mudanças de ordem física do canal, pois altera a hidrodinâmica, morfologia, bem como a sedimentologia do rio (LEOPOLD e MADDOCK JÚNIOR, 1953; PETTS, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981; STEVAUX, 1993; WOOD e ARMITAGE, 1997; CARVALHO et al., 2000; COELHO, 2008; LÓPES et al. 2016; MENDES, 2018; MIRANDA et al., 2018).

Os sedimentos em suspensão na montante registraram uma concentração baixa de 0,001 a 0,008 mg/L seguindo os padrões da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/05, visto que o valor máximo permitido para sólidos totais é de 500 mg/L. Quando a velocidade da água diminui, sucede a deposição de partículas finas, que são transportadas na superfície da água. Fator esse justificado no P4 a montante, a velocidade diminui em 0,32 m/s (Capítulo 3), ocorrendo o processo de sedimentação. Outro fator limitante para os sedimentos suspensos está relacionado ao regime das chuvas, a concentração é mais elevada no período da cheia. Carvalho (1994) ainda reforça

que quanto maior a quantidade de areia transportada no fundo do canal, menor a concentração de sedimentos suspenso.

No P5 e P6 a jusante da UHE Colíder foram transportados grande quantidade de materiais grossos de composição arenosa, com concentrações que variaram entre 65,36% a 99,83% em velocidades médias de 0,57 a 0,71 m/s. De acordo com Stevaux e Latrubesse (2017) a partícula de areia média necessita de uma velocidade mínima de 0,13 m/s para se movimentar.

No P7 apresentou afloramento rochoso próximo a margem e na margem direita. No centro do canal registrou 100% de areia fina com presença de grânulos. Associado a velocidade do fluxo 0,74 m/s pode-se afirmar que no fundo do canal está ocorrendo a erosão hidráulica.

No P8 denotou afloramento rochoso no centro e próximo a margem direita. Registrou no fundo do canal na margem esquerda 55,27% de silte. Esses resultados podem estar associados com o impacto hidráulico, diminuindo a partícula a jusante e também ao tipo de uso e ocupação da área, atualmente utilizada para pesca.

Na análise do transporte de sedimentos no período de cheia/janeiro de 2017 certificou-se que ao longo do perfil transversal há uma distribuição dos sedimentos na seção, com predominância de partículas grossas com textura arenosa e granulometria > que 2,0 mm a montante e jusante da UHE Colíder (Tabela 28).

Tabela 28. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de cheia no período de cheia/janeiro de 2017

AMOSTRAS	CONCENTRAÇÃO EM SUSPENSÃO (mg/l)	SEDIMENTOS DE FUNDO (%)				
		AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
P1 - MONTANTEC	0,012	Bloco ou calhau				
P1 - MONTANTEPMD	0,014	Afloramento rochoso				
P1 - MONTANTEMD	0,017	Afloramento rochoso				
P1 - MONTANTEPME	0,015	Afloramento rochoso				
P1 - MONTANTEME	0,019	Afloramento rochoso				
P2 - MONTANTEC	0,019	Afloramento rochoso				
P2 - MONTANTEPMD	0,015	0	0	96,42	3,10	0,48
P2 - MONTANTEMD	0,016	0	0	94,80	4,43	0,77
P2 - MONTANTEPME	0,018	Afloramento rochoso				
P2 - MOTANTEME	0,018	Afloramento rochoso				

P3 - MONTANTE C	0,019	Afloramento rochoso				
P3 - MONTANTE PMD	0,018	Afloramento rochoso				
P3 - MONTANTE MD	0,018	Seixos/Grânulos				
P3 - MONTANTE PME	0,017	0,74	0,92	88,01	9,83	0,50
P3 - MONTANTE ME	0,020	0,10	0,54	87,93	10,23	1,20
P4 - MONTANTE C	0,024	Afloramento rochoso				
P4 - MONTANTE PMD	0,021	Afloramento rochoso				
P4 - MONTANTE MD	0,013	0	5,80	93,25	0,43	0,52
P4 - MONTANTE PME	0,010	0	1,68	72,23	24,54	1,55
P4 - MONTANTE ME	0,012	0	0,58	14,74	80,26	4,42
P5 - JUSANTE C	0,018	0,09	8,74	90,84	0	0,33
P5 - JUSANTE PMD	0,016	0,40	4,53	94,37	0,40	0,30
P5 - JUSANTE MD	0,015	0,72	0,09	98,38	0,30	0,51
P5 - JUSANTE PME	0,018	Afloramento rochoso				
P5 - JUSANTE ME	0,018	Seixos/Grânulos				
P6 - JUSANTE C	0,019	Sedimentos insuficientes				
P6 J- USANTE PMD	0,017	Afloramento rochoso				
P6 - JUSANTE MD	0,018	Afloramento rochoso				
P6 - JUSANTE PME	0,019	Afloramento rochoso				
P6 - JUSANTE ME	0,020	Seixos				
P7 - JUSANTE C	0,019	Seixos/Grânulos/Conglomerados				
P7 - JUSANTE PMD	0,017	Sedimentos insuficientes com afloramento rochoso				
P7 - JUSANTE MD	0,016	Seixos/Grânulos				
P7 J- USANTE PME	0,015	1,23	2,44	96,23	0	0,10
P7 - JUSANTE ME	0,016	0,84	1,20	97,60	0	0,36
P8 - JUSANTE C	0,014	Seixos				
P8 - JUSANTE PMD	0,014	Afloramento rochoso				
P8 - JUSANTE MD	0,018	Seixos/Grânulos				
P8 - JUSANTE PME	0,013	Afloramento rochoso				
P8 - JUSANTE ME	0,015	Seixos/Grânulos				

Em que: C – Centro do Canal; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda

No P1 nas margens e nas suas proximidade foram registrados afloramento rochoso no leito, exceto no centro do canal, onde coletou-se 1 (um) bloco ou calhau que varia de

4,0 – 64 mm, na velocidade de 0,83 m/s. Sabe-se que o tamanho dessas partículas podem ser transportadas ou somente movidas pela força de arranque devido o volume.

O P2 predomina a areia fina próximo a PMD e MD. Os outros segmentos apresentaram afloramento rochoso no leito. O P3 também tem a tendência de transportar sedimentos grossos, com presença de seixos (39) de rolamento e 1 (um) de arraste e 30 grânulos. Os seixos encontrados no fundo do canal tem a forma esférica, laminar e alongado conforme a método de Zingg (1935 apud CUNHA, 2013). Comparando os dados hidrodinâmicos, o P3 registrou baixa velocidade e considerando a margem que foi coletada, a velocidade foi ainda menor 0,22 m/s. Os resultados comprovam que as partículas maiores são movidas ou arrastadas devido ao tamanho ou também podem estar no local conforme a própria erosão ou transportada das áreas das vertentes. No P4 no centro do canal e no PMD constatou afloramento rochoso, com predominância da composição arenosa.

No P5 houve predisposição para carrear sedimentos grossos, tanto de granulometria arenosa como partículas maiores de 4,0 - 64 mm como os 41 seixos rolados e 6 arrastados, 6 (seis) grânulos e 1 (um) concha na margem esquerda. No P6 foram registrados na margem esquerda 1 (um) seixo por rolamento. No centro do canal, a quantidade de sedimentos coletados, foram insuficientes para a análise e os demais segmentos da seção transversal apresentou afloramento rochoso no leito.

No P7, a jusante da UHE Colíder, foram notados grãos maiores como (seixos e grânulos) a composição arenosa e conglomerados. O afloramento rochoso estende-se próximo a margem direita com velocidade de 0,82 m/s. A velocidade contribuiu para que os sedimentos fossem insuficiente para análise, uma vez que a velocidade do fluxo e o período de cheia estão colaborando com o transporte e ao mesmo tempo com o aparecimento de grãos maiores, devido o próprio movimento ou arranque da partícula. O conglomerado (rocha consolidada) encontrando no centro do canal está associado a estrutura geológica da Formação Dardanelos e Depósitos Aluvionares conforme registros no projeto Radambrasil (1980). O conglomerado tem a superfície com presença de seixos ocorrendo o processo de cimentação/diagênese (Figura 71) (LEINZ e AMARAL, 2001).

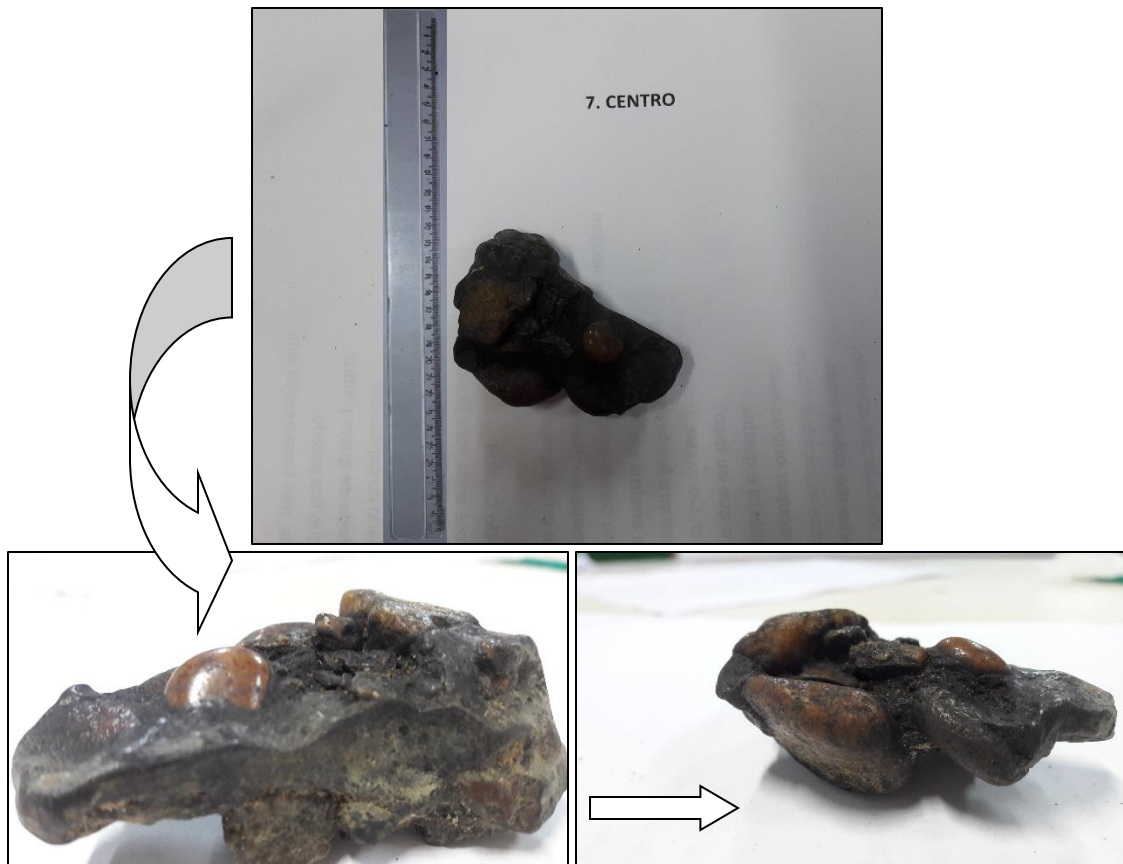


Figura 71. Conglomerado no fundo do canal no P7 a jusante da UHE Colíder no rio Teles Pires
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

O P8 registrou a maior velocidade média de 0,98 m/s. O fator hidrodinâmico associando a velocidade e o volume do débito, a carga de fundo transportou grãos < que 2,00 mm e moveu partículas > que 2,00 mm (seixos e grânulos).

Os materiais de fundo em janeiro de 2017 variaram entre 0 a 0,74% (areia grossa), 0 a 8,74% (areia média), 14,74 a 98,38% (areia fina) com presença de blocos, seixos, grânulos e conglomerado (Figura 72). A velocidade do fluxo contribui na concentração dessa granulometria, confirmando a capacidade de carrear os materiais arenosos e mover partículas maiores de 2,00 mm (Tabela 28). Nessa perspectiva, Christofolletti (1981) afirma que a capacidade constitui ao número e variabilidade granulométrica que o rio pode hidrotransportada.



Figura 72. Materiais grossos transportados no fundo do canal.

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Registrou ainda grande quantidade de silte 80,26% no P4 na margem esquerda, área de reservatório. Essa porcentagem pode ter sido influenciada por alguns fatores, tais como o solo das margens submersas, o fluxo da água está perdendo a velocidade contribuindo com a deposição dos sedimentos, bem como o impacto hidráulico a montante está contribuindo com a diminuição das partículas. São três afirmativas importantes para o teor do material registrado no fundo, contudo, a modificação e descaracterização da margem é um dos fatores preponderantes.

No decorrer da análise, verificou-se que há tendência de aporte de sedimentos grossos e o afloramento rochoso no leito que se estende em todos os pontos. Esses resultados estão associados devido principalmente a estrutura basal e o relevo depressivo do local, com presenças de corredeiras. Na seção dos perfis transversais quantificou-se um pequeno percentual de sedimentos em suspensão, dados esses que se justificam pelo processo hidrossedimentológico da área e pouco escoamento superficial das margens.

No período de estiagem/julho de 2017 em todos os pontos monitorados (montante e jusante) da UHE Colíder os sedimentos grossos registraram valores de porcentagem significativos. No entanto, vários pontos não apresentaram sedimentos, principalmente o P3 e P4. Apesar de não corresponder o período oficial de enchimento do lago, as mudanças nas margens e canal influenciaram para tais resultados sedimentológicos (Tabela 29). Santos e Cunha (2015) afirmam que nos estudos realizados na UHE Cachoeira Caldeirão no rio Araguari, os grãos maiores foram os primeiros a depositar no fundo do canal do reservatório e as partículas finas foram transportadas para a jusante.

Tabela 29. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de estiagem no período de estiagem/julho de 2017

AMOSTRAS	CONCENTRAÇÃO EM SUSPENSÃO (mg/L)	SEDIMENTOS DE FUNDO (%)				
		AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
P1 - MONTANTEC	0,030	0,15	0,94	98,74	0	0,17
P1 - MONTANTEPMD	0,022	Afloramento rochoso				
P1 - MONTANTEMD	0,030	Afloramento rochoso				
P1 - MONTANTEPME	0,030	Seixos				
P1 - MONTANTEME	0,026	Seixos/Grânulos				
P2 - MONTANTEC	0,023	Afloramento rochoso/não houve registro de sedimentos				
P2 - MONTANTEPMD	0,025	0	0	37,11	59,48	3,41
P2 - MONTANTEMD	0,016	0	0	76,06	22,88	1,06
P2 - MONTANTEPME	0,023	Sedimentos Insuficientes				
P2 - MONTANTEME	0,024	0	0	85,98	11,81	2,21
P3 - MONTANTEC	0,020	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEPMD	0,020	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEMD	0,022	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEPME	0,023	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEME	0,022	Sedimentos insuficientes				
P4 - MONTANTEC	0,014	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEPMD	0,024	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEMD	0,022	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEPME	0,024	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEME	0,022	Não houve registro de sedimentos				
P5 - JUSANTE C	0,022	0	2,25	97,39	0	0,36
P5 - JUSANTE PMD	0,010	0,34	2,78	95,82	0,66	0,4
P5 - JUSANTE MD	0,020	0	0,08	99,54	0	0,38
P5 - JUSANTE PME	0,024	0	0,74	99,11	0	0,15
P5 - JUSANTE ME	0,014	0	0	99,05	0,73	0,22
P6 - JUSANTE C	0,011	0	0	99,72	0	0,28
P6 - JUSANTE PMD	0,022	0,14	1,18	98,35	0	0,33
P6 - JUSANTE MD	0,012	0	0	98,90	0,95	0,15
P6 - JUSANTE PME	0,010	0	4,39	95,32	0,24	0,042
P6 - JUSANTE ME	0,008	Bloco ou Calhau				

P7 – JUSANTE C	0,020	0	0,51	99,17	0	0,32
P7 – JUSANTE PMD	0,011	Seixos/Grânulos				
P7 – JUSANTE MD	0,024	Seixos/Grânulos				
P7 – JUSANTE PME	0,048	Não houve registro de sedimentos				
P7 – JUSANTE ME	0,015	Seixos				
P8 – JUSANTE C	0,024	Seixos				
P8 – JUSANTE PMD	0,033	Seixos				
P8 – JUSANTE MD	0,024	Bloco ou calhau/Seixos/Grânulos				
P8 – JUSANTE PME	0,042	Bloco ou calhau/Seixos/Grânulos				
P8 – JUSANTE ME	0,022	Seixos/Grânulos				

Em que: C – Centro; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda

A montante da UHE de Colíder mostrou que o P1 e P2 apresentaram grãos sedimentares de composição arenosa com maior teor de areia fina (37,11 a 98,74%). Pontua-se que próximo a margem direita do P2 registrou um número significativo de silte 59,48% na velocidade de 0,36 m/s, esse fator pode ser justificado com a perda da velocidade do fluxo, velocidade em limite crítico contribuindo com o depósito desses sedimentos, bem como citado anteriormente a remobilização das margens e retirada da vegetação estão influenciando nessas porcentagens.

Nos P3 e P4, os sedimentos eram insuficientes para análise. No momento em que a draga Van Veen entrava em contato com o afloramento rochoso, não coletava a quantidade necessária, por se tratar de materiais finos. Como P3 estava perdendo e o P4 não apresentou, significa que o limite crítico foi alcançado e a tendência é a deposição das partículas finas (silte e argila).

Foi registrado macrófitas próximo a margem do P3 (Figura 73). Nos reservatórios constataram depósitos originados pela descaracterização dos taludes, submersão das margens e oscilações do nível da água. A erosão das áreas contíguas, formam ambientes favoráveis para o desenvolvimento e crescimento de plantas aquáticas nos reservatórios, devido a quantidade de sedimentos finos e com nutrientes nas margens (MIRANDA et al., 2018; MENDES, 2018). Assim, a própria dinâmica do lago condiciona a rápida proliferação dessa vegetação, pois adaptação é melhor em ambientes lênticos (ALLAN e CASTILLO, 2007).



Figura 73. Presença de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Colíder

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

No P5 e P6 a declividade e a força de arraste estão contribuindo com o transporte de materiais grossos com composição arenosa, principalmente em grande quantidade a areia fina. Na margem esquerda foi encontrado 1 (um) bloco 64 -256 mm. Nesse segmento constatou que a velocidade do fluxo foi reduzida 0,28 m/s. Nesse caso, o período de cheia pode ter movido essa granulometria. De acordo com o monitoramento realizado por Souza Filho (1993) o rio Paraná está hidrotransportando sedimentos arenosos com textura média e fina, em larguras aproximadas como a do rio Teles Pires.

O P7 apresentou no centro do canal a textura arenosa com 99,17% de areia fina na velocidade de 0,55 m/s. Próximo a margem direita coletou 37 seixos por rolamento e 1 (um) por arraste na velocidade de 0,66 m/s. Na margem direita com a perda da velocidade, 0,42 m/s foram registrados 9 (nove) seixos por rolamento e 1 (um) grânulo, enquanto na margem esquerda na velocidade de 0,53 m/s registrou 1 (um) seixo por rolamento. Considerando a velocidade média 0,55 m/s no período de estiagem/julho de 2017 o canal nessa seção transversal está tendo a capacidade e competência de transportar sedimentos grossos. A jusante com maior velocidade média 0,73 m/s registrada entre os pontos, contribui com o aporte de partículas maiores de 2,00 mm, até 256 mm, com presença de blocos, seixos e grânulos.

No período de cheia/janeiro de 2018 pode-se quantificar na montante a maior concentração de silte 30,33 a 83,48%. Esses resultados confirmam que a perda da

velocidade acarreta a deposição de sedimentos finos. De acordo com Souza (2004) e Stevaux e Latrubesse (2017), o fluxo vai perdendo a velocidade até atingir a velocidade crítica, não sendo possível o transporte, quando ocorre a deposição das partículas. Enquanto a jusante a velocidade do fluxo está contribuindo com o aporte de grãos maiores (Tabela 30).

Tabela 30. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de cheia/janeiro de 2018

AMOSTRAS	CONCENTRAÇÃO EM SUSPENSÃO (mg/L)	SEDIMENTOS DE FUNDO (%)				
		AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
P1 - MONTANTEC	0,042	-	0,33	98,94	0,1	0,63
P1 - MONTANTEPMD	0,044	1,05	0,89	97,43	0,11	0,52
P1 - MONTANTEMD	0,045	Seixos/Grânulos				
P1 - MONTANTEPME	0,050	Sedimentos insuficientes				
P1 - MONTANTEME	0,053	0,21	0,12	98,41	1,26	0,51
P2 - MONTANTEC	0,018	Sedimentos insuficientes				
P2 - MONTANTEPMD	0,032	Não houve registro de sedimentos				
P2 - MONTANTEMD	0,013	Não houve registro de sedimentos				
P2 - MONTANTEPME	0,033	Não houve registro de sedimentos				
P2 - MONTANTEME	0,016	Sedimentos insuficientes				
P3 - MONTANTEC	0,033	-	0,50	98,27	0,71	0,52
P3 - MONTANTEPMD	0,029	0,20	4,83	94,09	0,46	0,42
P3 - MONTANTEMD	0,029	0	0	76,20	22,12	1,68
P3 - MONTANTEPME	0,030	0,09	0,51	13,24	80,69	5,47
P3 - MONTANTEME	0,032	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEC	0,038	1,33	0,76	75,74	20,19	1,98
P4 - MONTANTEPMD	0,041	0,86	10,37	56,07	30,33	2,37
P4 - MONTANTEMD	0,037	0	0	16,40	77,89	5,71
P4 - MONTANTEPME	0,035	0	0	22,56	74,43	3,01
P4 - MONTANTEME	0,031	0	0	12,28	83,48	4,24
P5 - JUSANTE C	0,040	0	7,11	92,23	0,29	0,37
P5 - JUSANTE PMD	0,040	0,29	3,20	95,59	0,32	0,60
P5 - JUSANTE MD	0,038	0	0	98,36	0,94	0,70
P5 - JUSANTE PME	0,038	Seixos/Grânulos				
P5 - JUSANTE ME	0,038	Não houve registro de sedimentos				
P6 - JUSANTE C	0,045	0	0,35	99,27	0,10	0,37

P6 - JUSANTE PMD	0,036	0	0	99,53	0,27	0,20
P6 - JUSANTE MD	0,037	0,21	0,16	98,48	0,70	0,45*
P6 - JUSANTE PME	0,021	Não houve registro de sedimentos				
P6 - JUSANTE ME	0,036	0,15	5,55	93,65	0,21	0,44
P7 - JUSANTE C	0,027	0	0,86	97,80	0,78	0,54
P7 - JUSANTE PMD	0,033	0	17,16	82,23	0,16	0,45
P7 - JUSANTE MD	0,046	Não houve registro de sedimentos				
P7 - JUSANTE PME	0,036	Seixos				
P7 - JUSANTE ME	0,040	0,24	1,35	97,14	0,81	0,46
P8 - JUSANTE C	0,034	Afloramento rochoso				
P8 - JUSANTE PMD	0,036	Bloco ou calhau/Seixos				
P8 - JUSANTE MD	0,035	0,46	14,74	83,35	1,01	0,44**
P8 - JUSANTE PME	0,032	Seixos/Grânulos				
P8 - JUSANTE ME	0,050	Bloco ou calhau/Seixos/Grânulos				

Em que: C – Centro; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda; * Bloco ou calhau presente na amostra; ** Seixos e grânulos presentes na amostra

Devido o enchimento do lago esses pontos (2, 3 e 4) perderam a velocidade, os sedimentos grossos que foram transportados estagnaram e iniciou-se o processo de deposição/sedimentação e decomposição da matéria orgânica, visto que em vários pontos não foram retiradas as ilhas fluviais (Figura 74). De acordo com os noticiários regionais houve grande mortandade de peixes, cerca de 13 toneladas devido o enchimento do reservatório UHE Sinop, comprometendo o ambiente da UHE de Colíder, todavia foi solicitado via judicial o fechamento imediato do Sistema de Transposição de Peixes. Segundo os estudos realizados parte da vegetação não foi retirada, o que causou o aumento da matéria orgânica em decomposição. Assim sendo, comprometeu a biomassa local e contribuiu com o acréscimo dos sedimentos em suspensão e a elevação da turbidez da água (ARAÚJO, 2019; FOLHAMAX, 2019; OLHAR DIRETO, 2019; NORTÃO ONLINE, 2019).



Figura 74. Decomposição da vegetação das ilhas fluviais não retiradas no processo do enchimento do reservatório da UHE Colíder

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

De acordo Allan e Castillo (2007) e Poletto e Castilhos (2008) as condições do ambiente propícia a proliferação de macrófitas e algas, principalmente com a presença de sedimentos orgânicos (Figura 75 e Tabela 30). No entanto, com a perturbação do canal e a deposição dos sedimentos no fundo do canal oferecerá um substrato inóspito e de má qualidade para a maioria dos organismos (se não todos) (MONTGOMERY e BOLTON, 2003). Com o tempo algumas espécies desaparecem, e, permanecem as mais resistentes (CARVALHO et al., 2000).



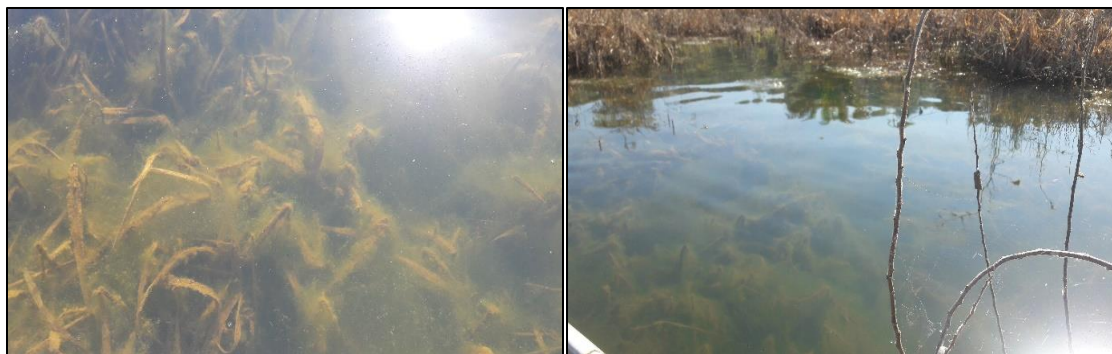


Figura 75. Decomposição da matéria orgânica e sedimentos finos depositados.

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

No P2 a montante da UHE Colíder não teve registro de sedimentos ou a quantidade coletada foi insuficiente para análise. No P3 apresentou sedimentos grossos, com composição arenosa de 94,09% de areia fina próximo a margem direita. Essa porcentagem associa-se com acomodação dos sedimentos maiores transportados no fundo, erodidos pelo impacto hidráulico ou relaciona-se também com a composição das margens remobilizadas com a construção da usina, iniciando o depósito e sedimentação das partículas finas.

No P4 próximo a barragem há maior concentração de sedimentos finos, pois analisando o processo, desde janeiro de 2017 o ponto vem reduzindo a velocidade até atingir o limite crítico e ocorrer a deposição dessas partículas (Tabela 29). De acordo com Stevaux (1993) com a construção das usinas hidroelétricas: de Porto Primavera (no rio Paraná) e de Rosana (no rio Paranapanema) houve mudanças significativas no aporte de sedimentos, principalmente de granulometria grossa. Neste interim, Carvalho et al. (2000), Cabral (2005), Bettés (2008), Miranda (2011), Miranda et al. (2018) ainda complementa que a construção de reservatórios ocasiona mudanças na vazão e no transporte dos sedimentos. Cabral et al. (2009) afirmam que em 56 anos a taxa de sedimentação é de 4,68 cm/ano no reservatório de cachoeira Dourada.

O P5 no período de cheia apresentou sedimentos de granulometria arenosa com grande quantidade de areia fina, bem como seixos e grânulos próximo a margem esquerda. Nesse segmento com 0,90 m/s de velocidade foram registrados 10 seixos, sendo 3 (três) por rolamento e 7 (sete) arraste. Contabilizados ainda 28 grânulos no fundo do canal.

O P6 também transportou em velocidade média de 0,85 m/s grande quantidade de partículas grossas no fundo do canal. A composição de areia fina variou entre 93,65 a

99,23% com presença de 1 (um) bloco na margem direita com velocidade de 0,93 m/s. A velocidade do fluxo e o período de cheia possibilitaram a presença desse grão no local.

No P7 a composição granulométrica variou entre areia (grossa, média e fina) no fundo do canal, com grande porcentagem de areia fina 97,80% no centro. Na margem direita não registrou sedimentos, nesse período a velocidade de 0,85 m/s contribui para mover ou transportar as partículas grossas no fundo do canal. Próximo a margem esquerda na velocidade de 0,85 m/s coletou seixos, 13 por rolamento e 2 (dois) por arraste. Foi descoberto em janeiro de 2018 um número maior de partículas > 2,00 mm em relação ao período de cheia de 2017. Analisando os dados o fator preponderante foi o 0,14 m/s acrescidos na velocidade do fluxo.

No último ponto no período de janeiro de 2018 a seção transversal no centro do canal, o fundo apresentou afloramento rochoso. Próximo a margem direita registrou blocos e seixos. Enquanto na margem direita coletou e quantificou grande quantidade de areia fina 83,35%, o que evidencia a erosão por impacto hidráulico, onde a partícula de areia é erodida mais facilmente. Na PME e ME foram constatadas granulometrias > que 2,00 mm. A grande quantidade de grãos com granulometria maiores foi transportada na velocidade média de 0,93 m/s e o volume precipitado de 346,8 mm, devido ao período monitorado. Assim, os resultados comprovam a tendência e a capacidade do rio Teles Pires, nessa seção, de carrear sedimentos grossos de tamanhos e formas diferenciadas no fundo do canal.

A última coleta foi realizada no período de estiagem/julho de 2018. Como citado, o fundo do rio Teles Pires nesse trecho do médio curso possui estrutura basal com afloramento rochoso. Em vários momentos na coleta, os sedimentos foram insuficientes para análise, principalmente nos pontos (2, 3 e 4) por ser a área do reservatório, perdeu a velocidade do fluxo. De acordo com Heede (1980), a construção de barragens diminui a velocidade a montante, e ao atingir o ponto crítico os sedimentos finos se depositam. A presença de partículas maiores explica-se pelo processo de acomodação da erosão hidráulica ou marginal ocorrida antes e durante o enchimento do lago. Pondera ainda que em algumas margens, a montante apontou porcentagem elevada de materiais grossos. Combinando com o período de cheia, o que contribuiu com instabilidade do fundo e com as margens que foram submersas com o reservatório da usina (Tabela 31 e Figura 76).

Tabela 31. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte período de estiagem/julho de 2018

AMOSTRAS	CONCENTRAÇÃO EM SUSPENSÃO (mg/L)	SEDIMENTOS DE FUNDO (%)				
		AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
P1 - MONTANTEC	0,018	Não houve registro de sedimentos				
P1 - MONTANTEPMD	0,022	Sedimentos insuficientes				
P1 - MONTANTEMD	0,025	---	---	90,56	0,73	8,71
P1 - MONTANTEPME	0,027	BLOCO				
P1 - MONTANTEME	0,031	Não houve registro de sedimentos/afloramento rochoso				
P2 - MONTANTEC	0,015	Bloco				
P2 - MONTANTEPMD	0,015	0,64	0,49	72,38	2,57	23,92
P2 - MONTANTEMD	0,024	Não houve registro de sedimentos				
P2 - MONTANTEPME	0,015	Não houve registro de sedimentos				
P2 - MONTANTEME	0,016	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEC	0,022	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEPMD	0,019	Sedimentos insuficientes				
P3 - MONTANTEMD	0,019	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEPME	0,013	Não houve registro de sedimentos				
P3 - MONTANTEME	0,017	1,66	0,42	95,67	0,68	1,57
P4 - MONTANTEC	0,019	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEPMD	0,017	0,57	0,42	50,74	3,70	44,57
P4 - MONTANTEMD	0,020	---	0,22	87,40	1,14	11,24
P4 - MONTANTEPME	0,019	Não houve registro de sedimentos				
P4 - MONTANTEME	0,017	Não houve registro de sedimentos				
P5 - JUSANTE C	0,023	---	1,67	96,99	0,26	1,08
P5 - JUSANTE PMD	0,032	0,69	6,00	92,17	0,52	0,62
P5 - JUSANTE MD	0,023	---	---	99,19	0,38	0,43
P5 - JUSANTE PME	0,024	Seixos				
P5 - JUSANTE ME	0,021	---	0,14	93,36	0,88	5,62
P6 - JUSANTE C	0,016	---	0,26	99,12	0,33	0,29
P6 - JUSANTE PMD	0,016	---	0,16	99,04	0,38	0,42
P6 - JUSANTE MD	0,021	---	0,05	99,25	0,44	0,26
P6 - JUSANTE PME	0,022	Não houve registro de sedimentos				
P6 - JUSANTE ME	0,021	Seixos				

P7 – JUSANTE C	0,020	Não houve registro de sedimentos				
P7 – JUSANTE PMD	0,025	Seixos/Grânulos				
P7 – JUSANTE MD	0,019	Seixos				
P7 – JUSANTE PME	0,020	24,47	4,19	70,02	0,65	0,67
P7 – JUSANTE ME	0,021	0,60	0,93	97,44	0,31	0,72
P8 – JUSANTE C	0,024	Bloco/Seixos				
P8 – JUSANTE PMD	0,022	---	0,89	97,84	0,62	0,65
P8 – JUSANTE MD	0,022	Seixos				
P8 – JUSANTE PME	0,018	Seixos				
P8 – JUSANTE ME	0,022	Bloco/Seixo/Conglomerado				

Em que: C – Centro; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda



Figura 76. Lago da UHE Colíder no período de julho 2018

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

O P1 a montante apresentou 1 (um) bloco, o período de cheia contribui com a presença desse grão 256 – 64 mm próximo a margem esquerda e 90,56% de areia fina na margem direita na velocidade de 0,31 m/s.

Correlacionando com os dados anteriores, verifica-se aumento na carga detrítica de fundo, fator relacionado as mudanças devido a construção da UHE Colíder que ocorre a jusante. A grande quantidade dos sedimentos de fundo, são oriundos da erosão corrasiva, do hidrot transporte ou movimentos das partículas em função do rompimento da própria dinâmica do rio Teles Pires. O bloco encontrado é um arenito de coloração vermelha com grãos de quartzo, classificado no grupo das rochas sedimentares da Formação Dardanelos. Ao ser coletado, o impacto da draga fez com que a amostra se quebrasse. A rocha passou pelo processo de oxidação (Figura 77).



Figura 77. Rocha sedimentar arenítica coletada no fundo do canal. Em que (A) Rocha Fragmentada com ataque dos organismos; (B) Grãos de Quartzo
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Conforme citado por diversos autores Christofolletti (1980); Leinz e Amaral (2001), Suguio (2003), Souza (2004) e Stevaux e Latrubesse (2017) o tamanho das partículas transportadas determinam a competência de um rio temporalmente. Assim, os grãos maiores são carregados durante o período de cheias. Ao mesmo tempo a presença de detritos maiores protege o fundo do rio contra o trabalho erosivo.

Buffington (2012) afirma que o as condições do fluxo, distribuições e o transporte de sedimentos condicionam o fornecimento do sedimento ao longo dos anos. Stevaux e Latrubesse (2017) ainda reforçam que com esse processo de transporte, determinados grãos podem permanecer em um local por alguns anos em escala geológica. Assim, a análise de seixos e blocos registrados nos rios fornecem dados paleohidrológicos importantes.

Pela afirmação dos autores no P2 registrou no centro do canal um bloco de microgranito que compreende ao Complexo do Xingu, sendo a unidade mais antiga na litoestratigrafia. O bloco metamorfozido apresentou pequenas fissuras que correspondem ao impacto da partícula hidrotransportada, bem como a reação química em contato com a rocha (Figura 78). Gonçalves (2013) ainda complementa que os materiais depositados nos leitos fluviais compõem verdadeiros acervos de informações das reações químicas, física e biológica, devido ao processo de acumulação ao longo das condições espaciais e temporais da própria dinâmica dos rios.



Figura 78. Bloco no P2 ponto com vestígios do intemperismo químico no médio curso do rio Teles Pires

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

O P1 monitorado a jusante da UHE Colíder registrou grande quantidade de grãos maiores com composição arenosa e seixos. A areia fina variou entre 92,17 a 99,19% (Tabela 31). O mesmo ressalta que o número de seixos encontrados próximo a margem

esquerda e centro relaciona-se com o período de cheia de 2018 (346,8 mm), índice mais elevado se comparado em janeiro de 2017 (283,7 mm). A abundância de chuvas no ano de 2018 colaborou com a velocidade do fluxo, o volume da água e o transporte desses materiais grossos. O tamanho ou forma das partículas estão associadas ao trabalho que o rio executa, bem como o material de origem e as atividades desenvolvidas, resultando nas características dos grãos sedimentares. Desse modo, demonstrou a competência do rio Teles Pires em transportar partículas de várias morfologias e forma.

No P6 registrou partículas grossas com composição arenosa com grande quantidade de areia fina e 1 (um) seixo na margem esquerda um ortoquartzito amarelo da Formação Araguaia (Figura 79).



Figura 79. Registros de seixos ortoquartzito da Formação Araguaia

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

De acordo com Leinz e Amaral (2001) para manter em movimento distintos os tamanhos de quartzo são considerados as seguintes velocidades do fluxo (Tabela 32):

Tabela 32. Transporte da partícula de acordo com a velocidade e diâmetro

Diâmetro em mm	Velocidade m/s
0,25	0,2
1	0,3
10	1,0
50	2,4

Fonte: Leinz e Amaral (2001)

Assim, considerando a velocidade do fluxo (0,23 ms/) no período da coleta (estiagem), esse seixo foi movimentado pela força de arranque no período de cheia. Enquanto as composições arenosas foram transportadas de acordo com a velocidade e o diâmetro das partículas.

No P7 a areia fina variou entre 70,02 a 97,44%. Nesse ponto um fator interessante foi a grande quantidade de grãos > que 2,00 mm. Foram encontrados próximo a margem direita numerosos seixos: 206 foram transportados por rolamento e 57 equivale a arraste, 634 grânulos e 18 conchas na profundidade de 1,8 m na velocidade de 1,47 m/s, segunda maior velocidade mensurada durante os dois anos monitorados (Figura 80).



Figura 80. Diferentes formas e tamanhos dos grãos e conchas encontradas no fundo do canal no P7 a jusante da UHE Colíder no rio Teles Pires

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

A tendência do aumento pluviométrico no ano de 2018, a velocidade do fluxo e a construção da usina permitiu o aumento da carga detrítica pela erosão por corrasão, processos que contribuiriam para que esses sedimentos fossem encontrados no local. As partículas foram movidas ou hidrotransportadas no período de cheia e quando a chuvas diminuem, o débito é menor, consequentemente há uma baixa energia do fluxo, predominando o escoamento de base e os processos deposicionais. Lane e Richards (1997) e Swietlicka et al. (2017) complementam que o fornecimento de sedimentos é

determinado pelos padrões de erosão e deposição, bem como provenientes dos afluentes e margens próxima ao local. Mesmo com a mudança do fluxo, os animais bentônicos conseguiram permanecer no fundo do canal (WOOD e ARMITAGE, 1997). Neste contexto, Meybeck et al. (1996) afirmam que os organismos bentônicos tem dificuldades de se movimentarem, uma vez que a presença ou não dos mesmos, pode estar associada a alterações do habitat ou da própria dinâmica do canal.

As mudanças de ordem física e as perturbações na hidrossedimentologia como: retificações, hidrelétricas, dragagens afetam a morfologia e a composição do substrato (POLETO e LAURENTI, 2008). Friedrich et al. (1996), Meybeck et al. (1996) e Coelho (2008), ainda complementam que as mudanças a jusante das usinas hidrelétricas contribuem com alterações e comprometem os níveis de oxigênio da água, afetando comunidades de peixes e outros organismos do ambiente fluvial.

Meybeck et al. (1996) ressaltam que em fluxo lento ou rios impactados, as consequências da eutrofização podem levar a desoxigenação dos sedimentos, bem como elementos tóxicos próprios das partículas.

A dinamicidade fluvial institui funções para o funcionamento hidrobiológico. Assim, os sedimentos não são em si uma fonte de nutrição e, portanto, dependem de condicionantes que auxiliam na manutenção dos habitats. Desta forma, detritos menores, tendem a se acamar nos leitos de areia, enquanto os leitos de cascalho inclinam-se a acumular gravetos e galhos. A quantidade e o tipo de detritos dentro do substrato pode ser um fator importante na determinação da espécie e sua abundância conforme sua dependência com as condições do fluxo da água (Figura 81). De tal modo, as alterações ou perturbações no regime do fluxo podem ocasionar impactos significativos ou irreversíveis no ecossistema aquático e terrestre (BETTLES, 2008).

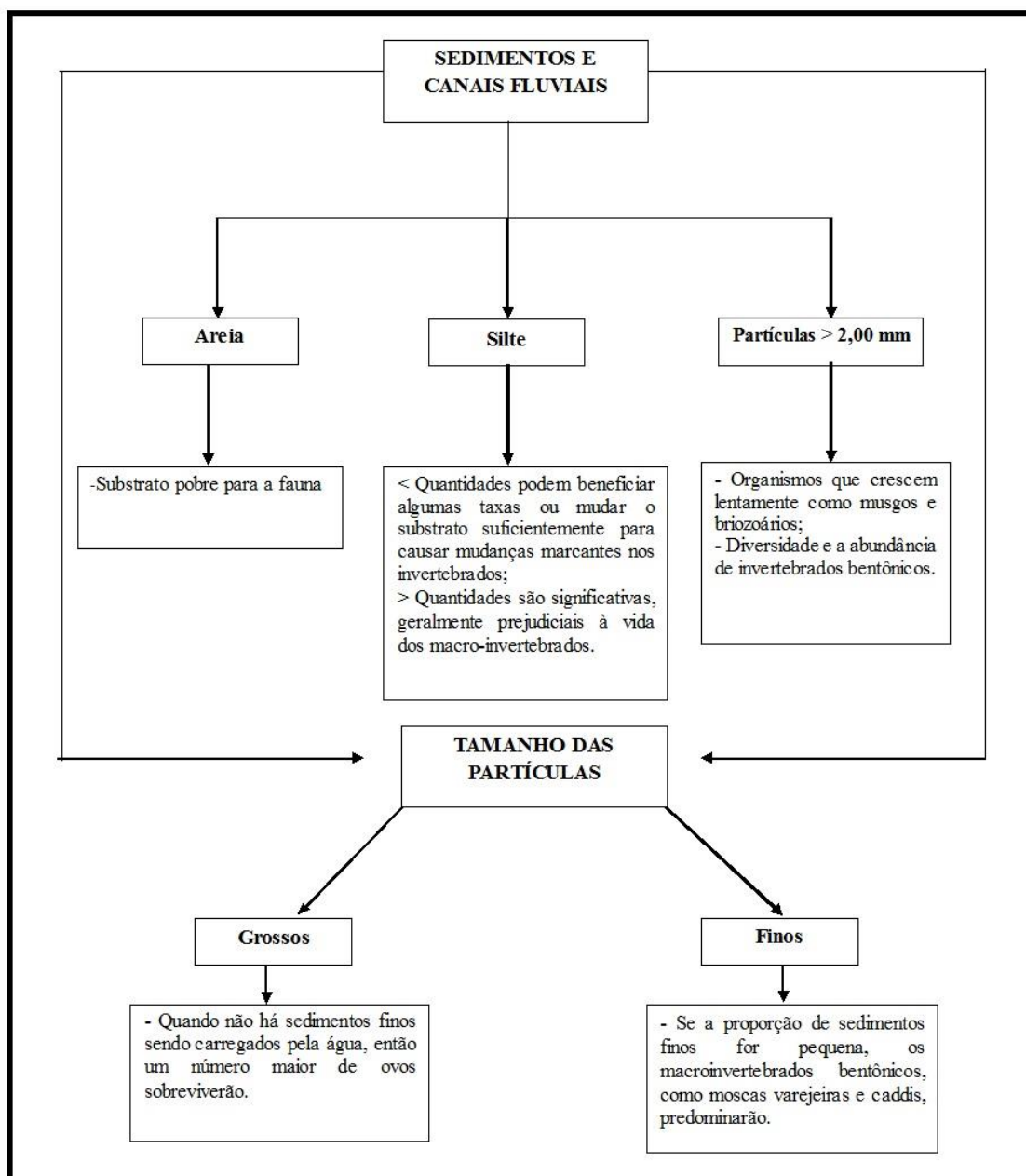


Figura 81. Influência e quantidade da composição granulométrica nos ambientes fluviais
 Fonte: Adaptado do trabalho de Bettes (2008)

Meybeck et al. (1996) ainda complementa que o tamanho dos grãos irá influenciar o desenvolvimento de alguns organismos, como exemplo, as cianobactérias e plantas, bem como algumas espécies de macroinvertebrados bentônicos que colonizam em sedimentos mais finos. Enquanto na composição grossa, como o leito rochoso, não suportam o crescimento de muitas espécies de macrófitas. Neste caso, as macrófitas apareceram no reservatório com registros de sedimentos finos.

Os estudos voltados no levantamento e análise dos sedimentos detríticos são muito importantes. Neste contexto, Suguio (2003) destaca que os estudos em

hidrossedimentologia contribui com (i) a descrição, distribuição e características de certos ambientes fluviais e (ii) fornece dados sobre a dinâmica fluvial para verificar como está a dinâmica das redes hídricas.

No último ponto monitorado na campanha, detectou somente partículas arenosas, silte e argila próximo a margem direita. Nos demais segmentos na seção transversal com velocidade média de 0,68 m/s registraram grãos > que 2,00 mm. No centro coletou 1 (um) bloco, 1 (um) seixo e 2 (dois) blocos; na margem esquerda 4 (quatro) seixos rolados. O calhau encontrado no centro do canal é um diabásio microgranular do Grupo Colíder. De acordo com o Projeto Radambrasil (1980) essas rochas foram registradas ao longo do perfil longitudinal do rio Teles Pires, estrutura basal que contribui com a presença de cachoeiras e corredeiras no canal (Figura 82).



Figura 82. Bloco diabásio microgranular coletado no P8 no médio curso do rio Teles Pires
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Os dois blocos encontrados na margem esquerda são do Grupo Iriri com a formação do Grupo Colíder, percebe-se que em uma amostra, a rocha calcária estava passando pelo processo de corrosão e dissolução. De acordo com Pomerol et al. (2013) a água intersticial que penetra nas fissuras exerce uma ação de dissolução particularmente nas rochas calcárias (Figura 83).

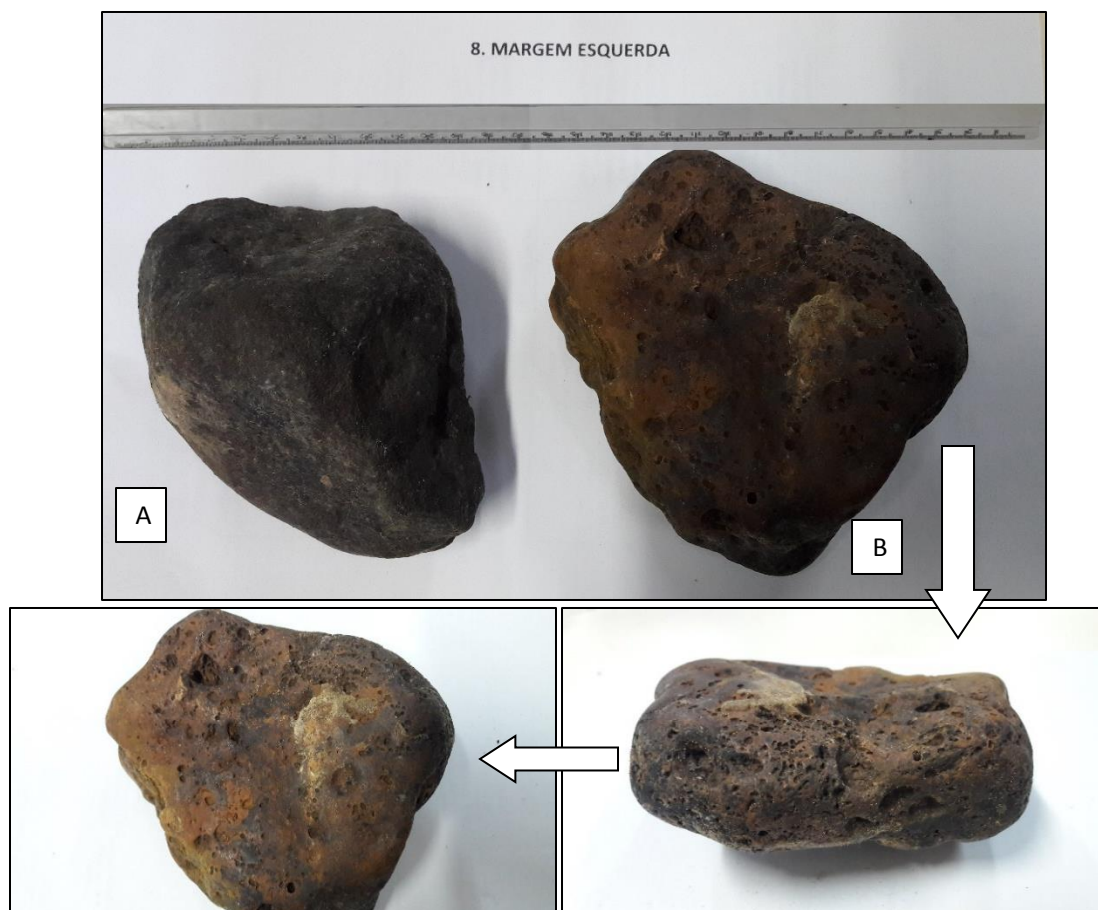


Figura 83. Blocos no fundo do canal na margem esquerda no P8 no médio curso do rio Teles Pires. Em que: A= Diabásio e B= Cálcario

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Registra ainda no P8 1 (um) conglomerado com a base de areia com vários grãos cimentados, passando pelo processo de diagênese. Na PME na velocidade de 0,80 m/s foram encontrados 13 seixos transportados por rolamento e 2 (dois) por arraste.

É importante destacar, uma vez que os sedimentos são transportados, as partículas permanecerão em movimento em velocidades um pouco mais lenta após início do processo. Quando diminui a velocidade, os grãos se estabilizam, começando o depósito das maiores partículas. Averiguando o transporte no médio curso do rio Teles Pires pode-se afirmar que a capacidade de transporte antes da UHE Colíder foi de partículas maiores a montante. Atualmente os sedimentos grossos a montante foram acamados e ocorre o processo de deposição e sedimentação dos materiais finos.

Cabral (2005), Bettés (2008) e Mendes (2018) afirmam que a construção de reservatórios proporciona mudanças nas características hidráulica, distribuição do fluxo, conseqüentemente aumenta os sedimentos grossos depositados a montante. Quanto mais próximo do reservatórios, mais materiais grossos acamados, e à medida que se distância

ocorre a decantação das partículas mais finas, bem como o aumento dos sedimentos em suspensão a jusante. Bettes (2008) e Mendes (2018) ainda complementam que as perturbações no canal podem ter um impacto significativo na flora e fauna a jusante.

Em relação a jusante da UHE pode-se verificar a presença de grãos maiores. Esse fator pode ser explicado principalmente em relação a velocidade, relevo e a hidrodinâmica do canal, pois seguindo a tendência natural, conforme as partículas são transportadas gradualmente os grãos diminuem. Neste caso específico, em algumas campanhas, o P8 apresentou números consideráveis de sedimentos grossos, não tendo a redução das partículas pela abrasão, especialmente na margem esquerda onde a velocidade foi maior próximo ao afluente do rio Cavalão Morto. Esse fator justifica-se principalmente o ponto estar mais distante da UHE, bem como recebeu mais influência dos demais contribuintes. E de acordo com Carvalho et al. (2000) a presença de materiais grossos a jusante de reservatórios é esperado.

Wentworth (1933 apud SUGUIO, 2003) atribuiu as proveniências de certas classes e o déficit em dois momentos: as variáveis hidrodinâmicas no processo de produção de sedimentos e algumas partículas não terem sido produzidas pela área-fonte. Os cascalhos transportados pelos rios diminuem de tamanho de montante para jusante. A abrasão durante o aporte, contribuem com forma e tamanho dos sedimentos. Os graus de arredondamentos e esfericidade, é apenas uma das causas destas redução. Contudo, a participação do decréscimo da competência do rio pela suavização do gradiente deve ser mais efetiva. Inquestionavelmente, as areias e cascalhos diminuem de tamanho durante o transporte (LEOPOLD e MADDOCK JÚNIOR, 1953; SUGUIO, 2003).

Algumas experiências desenvolvidas na década de 50 e 70, trataram da diminuição da granulometria pela abrasão e consideraram os processos associados muito complexo, pois depende de vários fatores como: tamanho original, bem como dos materiais associados, propriedades físicas, a natureza do agente, os tipos (areias e cascalhos) dos materiais do substrato, distância e tempo (SUGUIO, 2003).

Conquanto, a redução do tamanho dos seixos fluviais sejam ocasionados pela abrasão, além da capacidade do rio, é provável que aconteça uma diminuição granulométrica imperceptível, consideravelmente nula, neste caso, nos grãos arenosos. Entretanto, nos casos que os sedimentos transportados são grossos (cascalhos) é facilmente constatado. Assim, a hidrodinâmica dos rios contribuem com a distribuição

granulométrica dos sedimentos ao invés da ação abrasiva, e a estrutura presente foram desintegrados da rocha principal e não hidrotransportadas (SUGUIO, 2003).

Conforme afirma Cunha (2013), Silva et al. (2007) qualquer mudança de ordem física em uma rede de drenagem, seja para fins diretos ou indiretos contribuem com transformações irreversíveis no sistema fluvial. Com a construção da Usina Hidrelétrica de Colíder advieram alterações significativas no médio curso do rio Teles Pires. As modificações que ocorreram na calha com as obras de engenharia ocasionaram implicações em cadeia hidrossedimentológica com a ocupação do espaço geográfico comprometendo o ecossistema aquático e terrestre.

Pettes (1979) ressalta as alterações que ocorre a jusante reduz conforme a distribuição do fluxo. O autor ainda considera que devido as mudanças do fluxo a jusante dos 14 reservatórios construídos na Grã Bretanha a capacidade do leito foi reduzida entre 16 a 65%.

Williams e Wolman (1984) nas pesquisas realizadas nas barragens dos Estados Unidos observaram que houve mudanças de ordem física, no entanto, conforme a dinâmica de cada rio em estudo, o comportamento fluvial foi diferenciado. Em alguns casos, a largura do rio aumentou 5% do início original antes da barragem. Em outros canais, a redução nos fluxos, conseqüentemente acompanhada com a diminuição do débito. Reduções do fluxo em grande parte das várias barragens provavelmente causou a diminuição observada na largura do rio Platte em Nebraska. O reservatório controla fluxo de água e sedimentos. Essa influência pode resultar em um aumento, diminuição ou mudança na largura do canal a jusante mudando o regime hidrológico.

Mortimer et al. (2007) e Campagnoli e Diniz (2012) destacam a relevância dos estudos voltados para análise de sedimentos fluviais nos reservatórios, pois funcionam como receptor de sedimentos, e o diagnóstico da área, subsidia práticas adequadas para o uso dos recursos hídricos. Nesse caso, as mudanças hidrossedimentológicas no reservatório a montante e jusante estão ocorrendo em pequena e grande escala.

4.2.2 Feições morfológicas no médio curso do rio Teles Pires

O rio Teles Pires ao longo do perfil longitudinal possui várias morfologias como: ilhas, baías, lagoas e barras (central e lateral). Essas formações são oriundas da própria dinâmica fluvial do rio. O padrão de drenagem dendrítico com canal meandrante contribuem para o surgimento e configuração da morfologia do canal.

No alto curso registra várias formações de barras, fator que justifica-se principalmente com mudanças significativas que ocorreram nos últimos 31 anos, com a expansão da agricultura e aglomeração de centros urbanos. Em muitas casos, a retirada da mata ciliar foram para atividades destinadas a criação de gado e cultivo da agricultura, que nos dias atuais, o uso está mais intensivo para monocultura, principalmente, soja, seguida de algodão e milho.

Essas práticas antropogênicas influenciam em transformações nas Áreas de Preservação Permanente que em muitos trechos do corredor fluvial não respeitou ou se cumpriu a legislação do código florestal 12.651, de 25 de maio de 2012.

4.2.2.1 Ilhas fluviais

As ilhas fluviais são classificadas como depósitos de canal com superfície vegetadas, estáveis, que conserva o fluxo do canal até o nível das margens plenas. As ilhas localizadas no rio Teles Pires podem ser consideradas: (i) ilhas unitárias: formada pela vegetação e estabilização de uma barra central e (ii) composta: desenvolvida a partir de uma ilha simples que apresenta diferentes processos deposicionais (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

O rio Teles Pires no médio curso registrou 109 ilhas, sendo que destas, algumas apresentaram conjunto de ilhas e barras anexadas (Tabela 33). As formas variaram entre circular e alongada das ilhas residuais. Verificou-se a presença de feições em formação, devido os depósitos sedimentares. Conforme a hidrodinâmica do canal, o relevo, a declividade, principalmente o tipo de uso no entorno condicionou o surgimento de novas ilhas com diferentes formas.

Tabela 33. Ilhas Fluviais no rio Teles Pires médio curso do rio Teles Pires

Feição	Largura do Canal (m)	Área (km ²)	Coordenadas Geográficas	
			Latitude Sul	Longitude Oeste
Ilha 1	198,18	0,20	11° 37' 17.78"	55° 41' 15.65"
Ilha 2	494,69	1,99	11° 37' 07.73"	55° 41' 14.10"
Ilha 3	421,94	0,03	11° 36' 13.15"	55° 40' 54.07"
		0,06	11° 36' 14.56"	55° 40' 49.99"
		0,27	11° 36' 21.87"	55° 40' 48.05"
Ilha 4	266,20	0,01	11° 36' 24.93"	55° 40' 29.43"
Ilha 5	292,88	0,80	11° 35' 58.13"	55° 40' 11.68"
		0,02	11° 35' 53.96"	55° 40' 05.75"
		0,08	11° 35' 48.39"	55° 40' 04.85"
Ilha 6	392,11	0,03	11° 35' 36.30"	55° 40' 01.16"
Ilha 7	767,82	0,18	11° 34' 51.35"	55° 39' 11.28"
		0,04	11° 34' 45.60"	55° 39' 13.19"
Ilha 8	820,21	1,095	11° 34' 52.37"	55° 38' 59.37"

Ilha 9	A	533,32	0,07	11° 32' 13.51"	55° 37' 47.40"
	B		0,01	11° 32' 11.00"	55° 37' 58.44"
Ilha 10		521,35	0,03	11° 31' 46.56"	55° 37' 58.01"
Ilha 11		643,3	0,80	11° 31' 28.14"	55° 37' 44.87"
Ilha 12		364,98	0,13	11° 24' 10.92"	55° 30' 35.96"
Ilha 13		448,51	0,56	11° 23' 10.09"	55° 29' 38.03"
Ilha 14		361,21	0,13	11° 16' 44.86"	55° 26' 47.05"
Ilha 15		252,24	0,15	11° 16' 09.66"	55° 27' 15.34"
Ilha 16		505,82	0,39	11° 15' 55.89"	55° 27' 17.10"
Ilha 17		362,04	0,12	11° 15' 36.12"	55° 27' 04.89"
Ilha 18		385,46	0,86	11° 14' 33.63"	55° 27' 09.14"
Ilha 19		596,37	0,18	11° 14' 04.86"	55° 27' 02.85"
Ilha 20		373,58	0,23	11° 11' 20.88"	55° 25' 46.61"
Ilha 21		474,13	1,33	11° 08' 00.60"	55° 22' 02.74"
Ilha 22		464,04	0,16	11° 03' 03.75"	55° 18' 59.65"
Ilha 23		455,18	0,34	11° 02' 49.89"	55° 19' 23.83"
Ilha 24	A	513,03	0,05	11° 02' 40.77"	55° 20' 10.06"
	B		0,58	11° 02' 30.39"	55° 20' 17.51"
Ilha 25		443,27	1,48	11° 04' 46.02"	55° 23' 59.24"
Ilha 26		345,94	0,75	11° 00' 29.35"	55° 25' 57.79"
Ilha 27		376,89	0,09	11° 00' 38.54"	55° 27' 06.31"
Ilha 28		499,15	0,05	10° 58' 21.82"	55° 32' 29.32"
Ilha 29		547,72	0,11	10° 58' 08.19"	55° 32' 38.41"
Ilha 3		464,75	0,09	10° 57' 41.11"	55° 33' 00.79"
Ilha 31		335,71	0,06	10° 57' 30.87"	55° 36' 41.43"
Ilha 32		414,80	0,17	10° 58' 49.94"	55° 40' 59.09"
Ilha 33		489,73	0,17	10° 58' 53.75"	55° 40' 56.36"
Ilha 34		420,33	0,69	10° 48' 10.91"	55° 56' 02.43"
Ilha 35		394,82	0,08	10° 44' 21.87"	55° 56' 17.75"
Ilha 36		279,84	0,01	10° 43' 48.47"	55° 49' 40.56"
Ilha 37		370,58	0,08	10° 35' 54.13"	55° 49' 46.32"
Ilha 38		326,92	0,75	10° 30' 00.17"	55° 52' 10.59"
Ilha 39		415,87	0,01	10° 25' 01.98"	55° 54' 40.88"
Ilha 40		479,99	1,06	10° 24' 43.74"	55° 55' 51.60"
Ilha 41		454,49	0,14	10° 22' 02.64"	55° 54' 52.59"
Ilha 42		444,15	0,20	10° 19' 09.13"	55° 52' 11.8"
Ilha 43		447,57	0,22	10° 16' 51.50"	55° 50' 28.70"
Ilha 44		515,47	1,99	10° 15' 33.05"	55° 49' 21.01"
Ilha 45		520,77	0,64	10° 13' 51.95"	55° 43' 59.34"
Ilha 46		337,06	0,54	10° 14' 39.02"	55° 42' 23.95"
Ilha 47		534,90	0,25	10° 14' 54.76"	55° 39' 09.81"
Ilha 48		600,25	0,19	10° 13' 47.47"	55° 36' 33.38"
Ilha 49		449,37	0,45	10° 11' 48.62"	55° 34' 34.76"
Ilha 50		590,42	0,03	10° 07' 24.22"	55° 34' 15.47"
Ilha 51		449,18	0,04	10° 06' 00.65"	55° 33' 43.56"
Ilha 52		550,61	0,03	10° 05' 42.92"	55° 33' 38.64"
Ilha 53		582,45	0,25	10° 05' 16.70"	55° 33' 49.13"
Ilha 54		691,38	2,14	10° 01' 48.34"	55° 33' 21.84"
Ilha 55	A	876,83	1,05	9° 59' 58.35"	55° 33' 38.67"
	B		0,06	9° 59' 58.46"	55° 33' 27.99"
	C		0,01	9° 59' 59.28"	55° 33' 19.92"
	D		0,09	9° 59' 46.85"	55° 33' 23.97"
	E		0,01	9° 59' 47.98"	55° 33' 18.10"
Ilha 56	A	881,02	0,57	9° 59' 09.90"	55° 33' 59.75"
	B		0,01	9° 58' 31.17"	55° 34' 05.95"
	C		0,06	9° 58' 26.80"	55° 34' 08.94"

Ilha 57		597,58	0,46	9°56'17.49"	55°35'04.16"
Ilha 58	A	625,90	1,12	9°54'49.53"	55°36'07.10"
	B		0,51	9°53'40.85"	55°37'03.81"
Ilha 59		617,53	0,05	9°53'40.15"	55°39'00.73"
Ilha 60	A	729,53	0,01	9°53'45.69"	55°39'25.22"
	B		0,01	9°53'36.04"	55°39'30.90"
Ilha 61	A	771,96	0,40	9°51'21.31"	55°41'45.45"
	B		0,49	9°50'34.86"	55°41'56.41"
Ilha 62		626,82	0,02	9°49'33.13"	55°42'42.51"
Ilha 63		580,93	0,65	9°49'06.98"	55°43'11.76"
Ilha 64	A	637,16	0,21	9°47'305.1"	55°44'17.60"
	B		0,10	9°47'27.72"	55°44'03.02"
	C		0,01	9°47'14.16"	55°44'12.90"
	D		0,01	9°47'11.99"	55°44'17.52"
	E		0,06	9°47'17.99"	55°44'21.89"
	F		0,15	9°47'13.79"	55°44'39.92"
	G		0,01	9°47'03.75"	55°44'39.95"
	H		0,01	9°47'00.23"	55°44'39.28"
	I		4,87	9°47'09.55"	55°44'52.94"
Ilha 65	A	627,52	0,70	9°45'05.90"	55°47'29.57"
	B		0,01	9°45'09.83"	55°47'31.16"
Ilha 66	A	1.230,91	0,29	9°44'32.51"	55°48'07.85"
	B		0,73	9°44'26.89"	55°48'00.10"
	C		0,12	9°44'14.46"	55°47'55.20"
	D		0,58	9°44'07.35"	55°48'01.26"
	E		0,01	9°43'57.71"	55°48'55.46"
	F		0,01	9°43'58.81"	55°48'56.85"
Ilha 67	A	781,99	0,13	9°44'07.53"	55°49'08.05"
	B		0,01	9°43'57.68"	55°49'01.09"
	C		0,01	9°43'56.38"	55°49'01.74"
	D		0,01	9°43'58.27"	55°49'05.30"
Ilha 68		657,54	1,2	9°44'01.22"	55°49'25.79"
Ilha 69		576,60	0,13	9°39'50.38"	55°54'28.49"
Ilha 70	A	689,45	0,01	9°39'28.82"	55°54'51.97"
	B		0,33	9°39'22.92"	55°54'51.19"
Ilha 71	A	391,16	0,03	9°38'05.10"	55°56'32.67"
	B		6,11	9°37'48.28"	55°56'28.31"
	C		0,13	9°37'48.41"	55°56'18.71"
	D		0,08	9°37'59.23"	55°56'02.90"
	E		0,01	9°38'28.98"	55°57'30.53"
	F		0,01	9°38'23.52"	55°57'29.14"
	G		0,03	9°38'24.55"	55°57'46.05"
	H		0,01	9°38'36.75"	55°58'05.92"
	I		0,11	9°38'31.20"	55°58'11.84"
	J		0,02	9°38'36.23"	55°58'21.95"
	K		0,02	9°38'00.56"	55°58'36.55"
	L		0,05	9°37'47.58"	55°58'33.95"
Ilha 72	A	1.054,37	0,15	9°38'35.87"	55°58'47.05"
	B		0,02	9°38'28.99"	55°58'46.86"
	C		0,01	9°38'21.97"	55°58'46.80"
	D		0,01	9°38'16.16"	55°58'52.50"
	E		0,17	9°38'45.82"	55°58'53.49"
	F		0,15	9°38'13.81"	55°58'51.25"
	A		0,05	9°38'34.35"	55°59'01.24"
	B		0,13	9°38'32.97"	55°58'58.17"
	C		0,14	9°38'28.94"	55°58'59.50"

Ilha 73	D	901,43	0,47	9°38'34.13"	55°59'12.69"
	E		0,34	9°38'27.81"	55°59'10.98"
	F		0,50	9°38'38.25"	55°59'23.90"
	G		0,06	9°38'20.65"	55°59'27.10"
Ilha 74	A	643,43	0,20	9°38'20.56"	55°59'36.85"
	B		0,01	9°38'12.22"	55°59'38.51"
Ilha 75	A	920,58	0,01	9°38'31.74"	55°59'53.04"
	B		0,19	9°38'23.59"	55°59'47.81"
	C		0,01	9°38'07.22"	55°59'41.46"
	D		0,05	9°38'17.08"	56°00'00.65"
Ilha 76	A	823,21	0,328	9°38'28.13"	56°00'09.44"
	B		0,73	9°38'30.50"	56°00'28.63"
Ilha 77	A	407,15	0,02	9°38'20.80"	56°01'29.61"
	B		0,01	9°38'20.51"	56°01'32.76"
Ilha 78	A	438,64	0,10	9°38'34.47"	56°02'13.72"
	B		0,09	9°38'43.68"	56°02'29.20"
Ilha 79		593,40	0,03	9°38'05.49"	56°06'00.29"
Ilha 80	A	708,70	0,03	9°37'19.09"	56°07'40.99"
	B		0,59	9°37'12.70"	56°07'35.42"
	C		0,02	9°36'57.96"	56°08'10.65"
Ilha 81	A	415,93	0,08	9°37'21.03"	56°09'30.45"
	B		0,04	9°37'16.87"	56°09'45.37"
	C		0,03	9°37'10.73"	56°09'55.95"
	D		0,02	9°37'08.87"	56°10'02.58"
Ilha 82		636,86	0,01	9°37'16.95"	56°10'13.95"
Ilha 83		595,35	0,23	9°37'07.62"	56°10'49.50"
Ilha 84		489,41	0,46	9°36'57.01"	56°11'52.14"
Ilha 85		518,55	0,26	9°36'32.40"	56°12'47.81"
Ilha 86	A	461,63	0,01	9°35'35.46"	56°15'03.31"
	B		0,01	9°35'35.04"	56°15'01.89"
Ilha 87	A	552,90	0,05	9°35'33.41"	56°15'09.55"
	B		0,04	9°35'25.90"	56°15'03.98"
	C		0,09	9°35'24.16"	56°15'15.49"
	D		0,02	9°35'21.20"	56°15'16.19"
Ilha 88	A	551,89	0,29	9°34'49.52"	56°16'23.74"
	B		0,01	9°34'23.65"	56°17'12.09"
Ilha 89	A	515,25	0,12	9°35'55.61"	56°17'18.59"
	B		0,01	9°33'48.10"	56°17'20.62"
	C		0,01	9°33'44.95"	56°17'21.93"
Ilha 90		471,59	0,01	9°33'43.74"	56°17'36.33"
Ilha 91	A	582,48	0,09	9°33'23.98"	56°18'15.83"
	B		0,01	9°33'24.07"	56°18'34.34"
	C		0,08	9°33'15.80"	56°18'39.39"
	D		0,01	9°33'01.17"	56°18'37.79"
Ilha 92	A	614,67	0,01	9°32'16.10"	56°19'45.56"
	B		0,01	9°32'12.56"	56°19'48.37"
Ilha 93	A	896,14	1,92	9°32'10.95"	56°19'59.00"
	B		0,01	9°31'01.69"	56°21'08.15"
	C		0,03	9°30'39.86"	56°21'04.41"
	D		0,65	9°30'37.57"	56°21'01.98"
	E		0,01	9°30'39.30"	56°20'58.18"
	F		0,01	9°30'11.81"	56°21'26.93"
Ilha 94	A	711,09	0,01	9°30'03.06"	56°21'39.05"
	B		0,06	9°29'57.93"	56°21'47.50"
	C		0,01	9°29'58.02"	56°21'39.35"
	D		0,01	9°29'40.54"	56°21'40.98"

Ilha 95		683,85	0,03	9°28'38.93"	56°22'45.84"
Ilha 96	A	701,14	0,13	9°28'11.69"	56°24'47.68"
	B		0,01	9°28'12.11"	56°24'43.84"
	C		0,01	9°28'05.55"	56°24'45.84"
Ilha 97		899,62	0,41	9°28'18.12"	56°25'14.80"
Ilha 98	A	608,48	0,11	9°28'37.25"	56°26'20.70"
	B		0,04	9°28'41.68"	56°26'33.46"
	C		2,21	9°28'52.83"	56°26'41.22"
	D		0,01	9°28'23.06"	56°26'57.44"
	E		1,0	9°28'20.26"	56°27'15.22"
Ilha 99	A	983,67	0,50	9°26'55.09"	56°30'52.95"
	B		5,16	9°26'52.72"	56°30'07.05"
	C		0,17	9°25'56.85"	56°31'15.41"
Ilha 100	A	764,94	0,13	9°25'18.13"	56°32'36.18"
	B		0,06	9°24'12.94"	56°33'21.50"
	C		0,10	9°24'09.98"	56°33'16.99"
	D		3,01	9°24'54.73"	56°32'43.88"
	E		0,03	9°23'31.94"	56°33'18.01"
	F		0,28	9°23'53.48"	56°34'14.98"
	G		0,31	9°23'53.79"	56°34'42.11"
	H		0,01	9°23'47.80"	56°34'51.47"
	I		0,01	9°23'46.36"	56°34'41.07"
	J		0,01	9°23'40.93"	56°34'46.76"
	K		0,01	9°23'35.37"	56°34'47.30"
	L		0,01	9°23'35.98"	56°34'56.26"
	M		0,01	9°23'33.92"	56°34'59.31"
	N		0,01	9°23'31.89"	56°34'55.55"
	O		0,01	9°23'32.44"	56°34'52.28"
	P		0,01	9°23'29.54"	56°34'59.52"
	Q		0,02	9°23'29.60"	56°34'49.64"
	R		0,09	9°23'26.12"	56°34'46.52"
	S		0,11	9°23'23.58"	56°34'36.35"
T	0,01	9°23'14.16"	56°34'55.63"		
U	0,01	9°23'21.39"	56°35'09.31"		
V	0,12	9°23'20.49"	56°35'15.54"		
X	0,04	9°23'45.40"	56°35'11.00"		
Ilha 101		545,88	0,05	9°23'17.02"	56°35'56.36
Ilha 102	A	885,46	0,12	9°22'49.32"	56°36'14.32"
	B		2,52	9°23'00.13"	56°36'18.25"
	C		0,61	9°23'00.02"	56°36'41.85"
	D		0,12	9°23'10.09"	56°36'56.43"
	E		0,27	9°23'07.52"	56°37'18.84"
	F		0,18	9°22'19.21"	56°37'07.85"
	G		0,04	9°22'35.54"	56°37'06.09"
	H		0,02	9°22'42.05"	56°37'16.10"
	I		0,21	9°22'48.31"	56°37'31.53"
	J		0,02	9°22'51.66"	56°37'36.30"
Ilha 103		361,68	0,03	9°22'38.77"	56°37'57.08"
Ilha 104		361,68	0,01	9°22'51.97"	56°38'05.13"
Ilha 105	A	497,69	1,44	9°23'07.68"	56°38'39.67"
	B		0,02	9°23'17.46"	56°38'51.22"
	C		0,01	9°23'22.99"	56°38'39.51"
	D		0,01	9°23'26.75"	56°38'40.42"
	E		0,05	9°23'22.70"	56°38'23.40"
	F		0,01	9°23'28.78"	56°38'34.10"
	G		0,01	9°23'22.37"	56°38'52.75"
	H		0,02	9°23'25.72"	56°38'53.59"

	I		0,01	9°23'29.50"	56°38'46.89"
	J		0,61	9°23'41.11"	56°38'42.32"
	K		0,03	9°23'47.35"	56°38'40.02"
	L		0,16	9°23'53.80"	56°39'04.86"
Ilha 106	A	912,45	0,02	9°23'21.97"	56°39'32.85"
	B		0,04	9°23'19.53"	56°39'22.72"
	C		0,01	9°23'19.48"	56°39'17.20"
Ilha 107	A	1.190,76	2,37	9°22'15.39"	56°39'48.63"
	B		1,57	9°22'51.34"	56°46'23.55"

De acordo com Coelho (2007), ilhas podem ser classificadas como: (i) residuais: geralmente com vegetação, grande dimensão, afloramento rochoso, com formas alongadas em direção do canal e barras anexadas e (ii) novas: formas e tamanhos distintos e incomuns, o aparecimento está associado as mudanças que podem ocorrer no ciclo hidrossedimentológico. Nesse entendimento do autor, foram contabilizadas ilhas residuais e novas no rio Teles Pires, com predominância para última.

A maioria das ilhas do médio curso apresentaram no entorno, a montante e jusante corredeiras, afloramento rochoso e barra emersa e submersa, paralela à ilha. No período da cheia pode ocorrer a migração dessas barras devido o volume fluviométrico e o fluxo da água.

Pode-se verificar que várias ilhas estão em processo de formação. A medida que o fluxo perde a velocidade, os sedimentos estão sendo depositados, contribuindo para o aparecimento da feição.

A ilha 14 localiza-se a jusante da UHE Sinop com presença de corredeiras. Enquanto a ilha 19 encontra-se a montante da UHE Colíder, porém área mais distante do reservatório, não alagada, localizado no P1. Foram realizados estudos da composição granulométrica e monitorado a magnitude da erosão nas margens dessa ilha fluvial. Os resultados mostram que a altura da margem é de 4,70 m, composta de areia fina 28,93%, silte 69,79% e 1,28% de argila, classificada como Franco Siltosa (Tabela 34).

Tabela 34. Composição da margem da ilha 19 no médio curso do rio Teles Pires

Ilha	Margem		Tipo de Margem	Composição das margens%					Classe Textural
	Altura (m)	Inclinação (°)		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	
19	4,70	90	Íngreme	0	0	28,93	69,79	1,28	Franco Siltosa

Com a quantidade de silte e areia registrada, a margem tem predisposição a erosão, pois a não coesão facilita a desagregação das partículas associados com a força cisalhante. Com a técnica de pinos pode-se mensurar a magnitude da erosão acumulada cm/mês em

0,16 a 1,66 em 2017. Enquanto em 2018 somente foi quantificada a erosão pela técnica de estacas 0,30 cm erodido (Tabela 35 e Figura 84).

Tabela 35. Monitoramento da erosão marginal na ilha fluvial no médio curso do rio Teles Pires

Ilha	Nº de Pinos	Tempo Transcorrido (meses)	Pinos de Erosão				Erosão por Estaca (cm)
			Pinos Expostos Inicial (cm)	Pinos Expostos Final (cm)	Erosão Acumulada (cm)	Magnitude da Erosão Acumulada (cm/mês)	
2017							
19	1	12	10	30	20	1,66	0
	2	12	10	12	2	0,6	
	3	12	10	12	2	0,16	
	4	12	10	17	7	0,58	
	5	12	10	30	20	1,66	
2018							
19	1	24	10	---	---	---	0,30
	2	24	10	---	---	---	
	3	24	10	---	---	---	
	4	24	10	---	---	---	
	5	24	10	---	---	---	

Em que: --- Não encontrados



Figura 84. Pinos de erosão na ilha 19 no médio curso do rio Teles Pires

Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

A erosão em 2017 correspondeu a 11,16 cm, equivalente a 10,44 m³ de solo erodido (Tabela 36). Os pinos não foram localizados em 2018. Esse fator pode estar relacionado ao aumento pluviométrico no período chuvoso, a classe textural, bem como a velocidade do fluxo próximo a ilha 0,77 m/s (janeiro de 2018) e 0,43 m/s (julho de 2018). A erosão está contribuindo com o aumento da carga sedimentar no P1 e o transporte para jusante do ponto.

Tabela 36. Magnitude da erosão acumulada e volume do solo erodido da ilha 19 no médio curso do rio Teles Pires

Ilha	Magnitude da Erosão Acumulada (cm)			Volume do Solo Erodido m ³		
	2017	2018	Total	2017	2018	Total
19	0,93	---	11,16	0,87	---	10,44

De acordo com Araujo e Rocha (2012) nos estudos realizados no córrego do Cedro em Presidente Prudente, a perda de pinos ocorre devido a intensidade dos processos erosivos atuantes nas margens.

A ilha 24 encontra-se no seus limites uma barra alongada de 8,89 m² com grande quantidade de seixos, afloramento rochoso e corredeiras. A quantidade de grãos pode estar associada com a velocidade da água, com o fluxo turbulento e o aumento do nível da água no período chuvoso. As partículas foram hidrotransportadas por meio do rolamento, arraste, tração, arranque ou movidas no fundo do canal. A própria presença de rochas estão contribuindo com o aparecimento desses sedimentos no local, por meio da erosão por abrasão.

As ilhas 28 a 31 estão localizados o P2 a P4, área do reservatório da UHE Colíder (Figura 85).

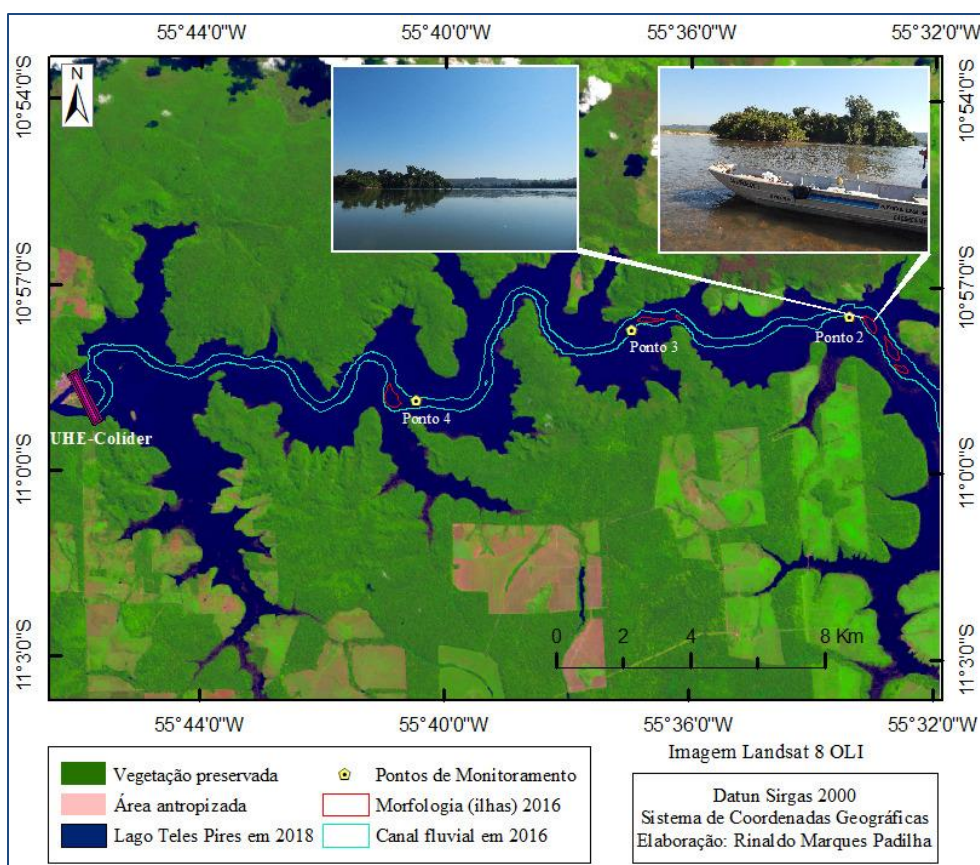


Figura 85. Ilhas fluviais em 2016 localizadas no reservatório da UHE Colíder

Essas ilhas foram observadas em 2016 e a vegetação não foi retirada com o enchimento do reservatório, processo que ocorreu oficialmente em agosto de 2017, porém, em julho pode-se quantificar o aumento do volume fluviométrico. Essas feições ficaram submersas, implicando em mudanças no ambiente aquático (Figura 86).



Figura 86. Ilhas submersas no médio curso do rio Teles Pires

Na jusante da UHE Colíder pode-se verificar uma ilha nova, que está em formação sem contornos definidos e não pode ser visualizada no Google Earth Pro (Figura 87).



Figura 87. Ilha a jusante da UHE Colíder, próximo ao P5 no médio curso do rio Teles Pires
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

A ilha 54 faz confluência com o rio Nhandu pela margem direita. A carga sedimentar que está sendo transportada pelo rio contribuiu com a formação e estabilização da ilha fluvial que atualmente mede 2,14 km².

A ilha 64 possui no seu entorno várias ilhas, muitas em formação. Próximo a 64 (F) deságua o Ribeirão Rochedo. Esse afluente fornece uma carga sedimentar que influencia a formação e o aumento da carga sedimentar das ilhas 64 (G a I).

Outro afluente que contribuiu com a formação dessas ilhas fluviais no médio curso do rio Teles Pires foi o rio 4 Pontes, o qual deságua na ilha 68. Os sedimentos hidrotransportados contribuíram para o aparecimento dessa ilha que atualmente encontra-se com área de 1,20 km².

A ilha 71 possui área de 6,16 km², com afloramento rochoso e corredeiras. Conhecida como ilha do Ariosto, recebe sedimentos do rio Cristalino pela margem direita, enquanto que a ilha 91 está sendo influenciada pela carga sedimentar do rio Santa Helena pela margem esquerda.

Reconhecida como ilha Dinorá (98 B) possui área de 5,16 km². A própria dinâmica do rio Teles Pires contribuiu com a sua formação, bem como a carga sedimentar transportada pelo córrego Jau pela margem direita.

A ilha 100 possui um conjunto de ilhas fluviais, muitas em formação. Territorialmente, perpassa dois estados Mato Grosso e Pará. Apresentou corredeiras e queda d'água. A ilha 100 (D) é conhecida como Ita com área de 3,01 km².

As ilhas 106 e 107 estão localizadas na área do reservatório UHE Teles Pires entre os dois estados mencionados anteriormente. E com o tempo essas ilhas irão desaparecer conforme as ilhas encontradas na UHE Colíder.

Essas ilhas quantificadas no médio curso surgiram com a dinâmica do rio Teles Pires, bem como tiveram influências do aporte de sedimentos dos afluentes e da descarga oriunda do escoamento superficial das áreas das vertentes e o uso da terra atuante em cada local.

Pode-se verificar que as margens do rio Teles Pires está sendo ocupada para diversos fins, principalmente as ilhas 99 e 101 com a mineração. Enquanto na 92 (A a E) o solo está exposto, e pode-se mensurar que não está sendo respeitada a lei de Áreas de Preservação Permanente do Código Florestal. A canal próximo a ilha apresentou 896,14 m de largura e as APPs pela margem direita registrou 14 a 158 m de vegetação. A Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia/SUDAM (1976) destacou a atividade garimpeira na região do médio Teles Pires.

4.2.2.2 Barras

As barras são formas importantes de deposição, às vezes cobri toda a largura do canal ou são localizadas próximas as margens, com comprimentos na direção do fluxo (BETTES, 2008; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

As barras podem ser classificadas como lateral que são influenciadas pela topografia e granulometria da margem e central com profundidade superior a 10 m, formação oriundas das areias que surgem ao nível da água (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

No médio curso foram contabilizadas 68 barras, sendo que destas 19 são centrais e 49 laterais, 27 e 22 esquerda e direita, respectivamente (Tabela 37). Esse número explica-se principalmente devido a degradação de áreas que foram desmatadas para atividades agropecuárias e urbanização, intensificadas na década de 1970 com o processo de colonização do estado de Mato Grosso.

Tabela 37. Depósito do canal no médio curso do rio Teles Pires

Barra	Largura do rio (m)	Área (m ²)	Coordenadas Geográficas	
			Latitude Sul	Longitude Oeste
1 BC	115,15	732,15	13°03'42.97"	55°42'40.38"
2 BLE	89,43	1.042,85	12°58'57.81"	55°41'47.24"
3 BLE	68,05	135,43	12°50'56.54"	55°40'06.14"
4 BLD	105,57	299,09	12°49'41.30"	55°39'50.52"
5 BLD	86,35	363,80	12°49'46.80"	55°41'00.01"

6 BLE	96,70	302,74	12°48'07.05"	55°42'44.77"
7 BLE	70,25	176,34	12° 47'05.37"	55°43'18.97"
8 BLE	130,31	787,63	12°46'27.74"	55°43'06.86"
9 BLE	103,85	152,83	12°40'27.64"	55°47'31.83"
10 BLE	96,31	23,61	12°38'34.98"	55°48'00.02"
11 BLE	97,86	39,98	12°38'29.29"	55°48'06.26"
12 BLE	249,46	80,61	12°34'32.45"	55°47'26.37"
13 BLE	147,36	275,28	12°31'14.80"	55°46'50.08"
14 BLD	112,83	80,49	12°24'52.92"	55°46'13.97"
15 BLE	122,74	512,98	12°22'36.67"	55°43'19.02"
16 BLD	172,04	423,93	12°21'32.08"	55°43'03.64"
17 BLD	88,62	555,72	12°16'33.51"	55°39'57.36"
18 BLE	110,36	364,36	12°14'58.72"	55°35'24.61"
19 BLD	109,43	4.458,72	11°54'49.05"	55°40'32.75"
20 BLD	154,60	1.486,63	11°49'23.41"	55°41'28.03"
21 BLD	134,79	4.290,24	11°44'52.50"	55°42'04.87"
22 BLE	98,67	1.512,59	11°44'52.50"	55°42'39.38"
23 BLE	92,17	4.313,68	11°44'22.03"	55°42'40.87"
24 BLD	162,24	27.669,58	11°44'13.68"	55°44'13.68
25 BLE	141,39	10.470,56	11°43'35.45"	55°43'32.81"
26 BLE	143,10	420,96	11°37'48.66"	55°41'23.24"
27 BLE	390,97	151,50	11°31'57.40"	55°38'04.04"
28 BLD	388,03	1.299,45	11°16'50.51"	55°26'41.07"
29 BC	600,10	2.533,87	11°15'38.59"	55°49'17.61"
30 BC	681,34	1.245,54	10°15'38.50"	55°49'14.65"
31 BC	352,06	796,22	10°14'22.09"	55°48'12.49"
32 BC	279,23	504,90	10°15'06.64"	55°39'43.81"
33 BLD	408,45	598,97	10°13'38.18"	55°36'06.86"
34 BLE	387,46	428,36	10°06'06.33"	55°33'55.06"
35 BLD	252,67	228,29	10°04'51.98"	55°33'41.64"
36 BLD	560,50	657,38	10°03'18.83"	55°33'20.01"
37 BLE	569,80	6.863,70	10°03'25.05"	55°33'36.70"
38 BLE	402,19	164,68	10° 03'16.87"	55°33'37.32"
39 BLD	479,22	108,76	10°03'16.22"	55°33'22,69"
40 BLD	430,96	373,21	10°03'14.54"	55°33'25.20"
41 BLD	398,54	257,52	10°03'01.09"	55°33'26.27"
42 BC	409,65	701,26	10°03'01.09"	55°33'29.26"
43 BC	1.239,39	627,87	9°59'28.81"	55°33'45.63"
44 BC	1.317,36	948,05	9°59'27.53"	55°33'48.30"
45 BC	1.332,30	1.303,79	9°59'23.15"	55°33'47.05"
46 BLE	582,16	468,41	9°49'21.35"	55°43'07.45"
47 BLD	294,07	486,37	9°47'37.06"	55°43'41.06"
48 BLD	794,90	895,81	9°46'05.52"	55°46'11.88"
49 BC	521,65	3.497,64	9°46'03.88"	55°46'45.49"
50 BLD	534,86	756,22	9°45'41.01"	55°46'45.49"
51 BLD	540,17	343,86	9°45'39.64"	55°46'47.29"
52 BLE	678,15	582,80	9°4'12.90"	55°47'30.92"
53 BC	658,26	240,41	9°44'09.63"	55°49'11.61"
54 BC	661,65	365,41	9°44'11.04"	55°49'11.94"
55 BC	692,86	107,56	9°44'13.85"	55°49'17.68"
56 BC	676,56	76,64	9°44'12.26"	55°49'17.18"
57 BC	736,87	1.018,10	9°44'07.57"	55°49'29.58"
58 BLE	391,04	377,98	9°38'37.65"	55°58'14.82"
59 BLE	575,38	671,76	9°38'22.52"	56°00'41.72"
60 BLE	562,06	2.032,05	9°30'26.58"	56°21'37.83"
61 BC	977,60	1.141,54	9°25'43.59"	56°32'29.10"
62 BLD	1.174,82	2.566,44	9°24'09.72"	56°32'45.53"

63 BLE	317,21	1.041,55	9°24'04.30"	56°34'01.26"
64 BLE	604,07	844,33	9°23'47.19"	56°35'21.71"
65 BC	768,55	1.360,80	9°23'16.99"	56°39'06.59"
66 BC	890,79	1.115,83	9°23'18.08"	56°36'09.31"
67 BC	787,63	1.120,42	9°23'13.76"	56°39'39.64"
68 BLD	1.050,62	148,68	9°22'13.93"	56°40'58.60"

Em que: BC: Barra Central; BLE: Barra Lateral Esquerda; BLD: Barra Lateral Direita

No período da construção da usina hidrelétrica de Colíder foram realizadas pesquisas por Machado et al. que permitiram a quantificação de uma única barra na área do reservatório. A barra estava em processo de formação, no entanto, registrou algumas espécies herbáceas e arbustivas (Figura 88).



Figura 88. Barra central no reservatório da UHE Colíder

Foto: Rinaldo Marques Padilha (2016)

A barra registrou área de 705,07 m², com classe textural interestratificada (areia, silte e argila), com predominância da composição arenosa (areia fina). De acordo com o perfil e a altura da barra, os grãos foram sendo acomodados seguindo a literatura, os sedimentos grossos foram depositados, e, sequencialmente inicia-se o depósito das partículas finas 57,65% (Silte, Perfil 4a), significa que nesse período a velocidade crítica não conseguiu hidrotransportar os sedimentos suspensos, nesse caso, ocorreu a deposição na barra central (Tabela 38).

Tabela 38. Composição granulométrica da barra central no reservatório da UHE Colíder em 2016

Barra Central	Altura da Barra (cm)	Área (m ²)	Pontos de coleta	Deposição (%)				
				Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
Perfil 1	24	705,07	A	0	0	99,05	0,33	0,62
Perfil 2	39		A	0	0	97,7	1,33	1,6
			B	0	0	95,05	3,65	1,3
Perfil 3	70		A	0	0,5	86,4	9,6	3,5
			B	0	0	97,75	0,9	1,35
			C	0	0	98,3	0,65	1,05
Perfil 4	89		A	2,9	1,6	24,75	57,65	13,1

			B	0	0	94,75	4,2	1,05
			C	0	0	98	0,65	1,35

Fonte: Machado et al. (2017)

Em período chuvoso algumas barras são altamente mutáveis, pois o aumento do vazão, juntamente com a velocidade do fluxo permite que esses depósitos sejam hidrotransportados ou movidos pela força de arraste. Nesse caso, com o enchimento do lago da UHE Colíder a barra central desapareceu (Figura 89).

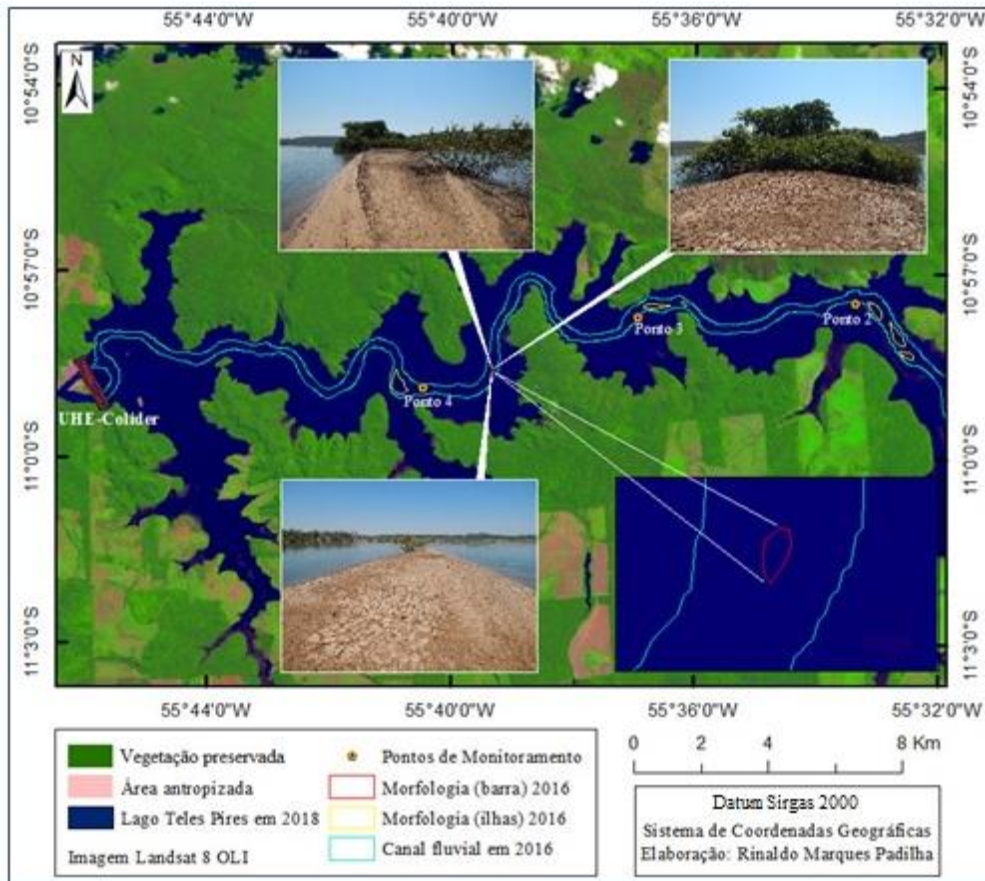


Figura 89. Barra submersa localizada no reservatório da UHE Colíder

Carvalho et al. (2000) e Mendes (2018) ressaltam que os efeitos do reservatório são sentidos nesse tipo de depósito, tanto no alagamento como os efeitos a jusante. Uma vez constituído o reservatório, grande parcela dos sedimentos ficam confinado. Com essa ruptura no sistema fluvial ocorre um desequilíbrio no transporte de material sólido para jusante, o que ocasiona o desaparecimento dos bancos de areia próximos a montante e jusante das usinas.

4.3 CONSIDERAÇÕES

O estudo hidrossedimentológico realizado permitiu verificar e quantificar o tipo de sedimentos transportados no médio curso do rio Teles Pires entre os municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte. Os pontos monitorados a montante e jusante da UHE Colíder registrou sedimentos finos e grossos em várias profundidades.

O canal fluvial do rio Teles Pires transporta energia pela a água precipitada e escoada das vertentes, bem como hidrotransporta os sedimentos intemperizados do fundo do canal (autóctones) ambiente aquático, das margens erodidas e os sedimentos transportados pelo efeito do escoamento (alóctones) do ecossistema terrestre.

A tendência da área monitorada é a deposição dos sedimentos grossos a montante da UHE Colíder. O fator justifica-se devido a área não apresentar velocidade, assim os seixos permaneceram no ponto onde estavam sendo transportado quando houve a mudança do ambiente lótico (água corrente) para lântico (água parada). Com a mudança da velocidade, os materiais finos estão iniciando o processo de deposição a montante, e hidrotransportando a jusante da usina conforme a própria dinâmica do rio e o recebimento de descarga sólidas das áreas de vertentes.

Na área alagada muitos afluentes foram assoreados e colmatados. Com a supressão da vegetação e das feições morfológicas ilhas e barras, tanto a fauna terrestre quanto a aquática sofreram com essas alterações, uma vez que a maioria das ilhas fluviais não foram retiradas. O aumento do nível fluviométrico contribuiu para a decomposição dessas espécies vegetais. A jusante da usina destacou-se mudanças no regime hídrico, diminuiu a velocidade do fluxo, bem como a vazão da seção transversal monitorada.

No médio curso do rio Teles Pires contabilizou duas feições morfológicas ilhas fluviais e barras (central e lateral). As ilhas podem ser classificadas como residuais, a maioria levantada pela imagem de satélite no Google Earth Pro, bem como novas, em processo de formação.

Essas feições morfológicas são oriundas da própria dinâmica fluvial do rio, no entanto, conforme a intensidade das atividades antrópicas desenvolvidas no entorno podem contribuir com o aumento da carga sedimentar no leito. Com a construção da UHE Colíder as ilhas fluviais e a barra central no trecho em estudo foram submersas, acarretando problemas de ordem ambiental e biológica.

CAPÍTULO V

ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA PERSPECTIVA DA ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL COM A INSTALAÇÃO DA UHE COLÍDER, NO RIO TELES PIRES

RESUMO: A pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água, a montante e jusante da Usina Hidrelétrica de Colíder no médio curso do rio Teles Pires para verificar se houveram alterações nos valores do índice de qualidade da água IQA com a instalação e funcionamento do empreendimento hidrelétrico. Foram realizadas 5 (cinco) coletas de água em quatro pontos no período de dois anos. Os locais foram distribuídos a montante, o P1 sendo mais distante e P2 na área do reservatório; P3 próximo e P4 distanciado da usina, a jusante. Em laboratório foram realizadas as análises de acordo com as normas da ABNT e AWWA/APHA de 1990; em gabinete as variáveis limnológicas foram testadas com o Kruskal Wallis e foi ponderado IQA dos pontos monitorados. Pode-se averiguar que houve alterações nos valores de algumas variáveis limnológicas com a instalação da usina, como exemplo, os sólidos totais. O P1 ainda teve a contribuição da construção da UHE Sinop nos resultados. O IQA em 2016 e 2018 foram classificados como ótimo. No entanto, no último ano a ponderação diminuiu, o que se pode afirmar que foi constatado mudanças na qualidade da água com o funcionamento da UHE Colíder, principalmente a mortandade de peixes no corredor fluvial. Nesta direção, recomenda que os estudos sejam contínuos para monitorar o índice de IQA na região, pois mudanças mais drásticas afetam todo o ecossistema aquático e prejudica o abastecimento dos seres vivos, não somente nos pontos de coleta, mas ao longo do perfil longitudinal do trecho em estudo, uma vez que pessoas e animais dependem do rio Teles Pires.

5. INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para todos os seres vivos do planeta, componente indispensável para manutenção da vida. Sua disponibilidade é essencial para sustentação e funcionamento do ecossistema e quanto quantidade e qualidade deve atender as necessidades dos seres vivos de modo satisfatório (LABOURIAU, 1998; LORANDI e CANÇADO, 2002; CARR e NEARY, 2008; FREIRE et al., 2014; SOUZA et al., 2014; TUNDISI, 2014). A água é utilizada nas indústrias, irrigação, recreação, pelos homens nas atividades diárias e é fonte de dessedentação dos animais (CHIGBU e SOBOLEV, 2007).

O ecossistema fluvial é composto da sua fisiografia, hidrossedimentologia, habitats e da biota aquática. A funcionalidade entre as interações biológicas, os processos químicos e físicos são essenciais no sistema hídrico (ALLAN e CASTILLO, 2007).

Meybeck e Helmer (1996) ressaltam que devido à complexidade dos fatores e as diversas variáveis que determinam o estado dos corpos d'água é intrínseco fornecer uma definição simples da qualidade da água. Os autores ainda observam que a compreensão

da qualidade da água evolui ao longo do tempo, conforme o desenvolvimento e os tipos de uso da água.

A qualidade da água pode ser variável dependendo do regime hidrológico, pois há a interferência da quantidade da descarga de sólidos totais escoado das vertentes para os canais fluviais de acordo com a sazonalidade e das atividades humanas desenvolvidas no entorno das redes de drenagens. As atividades antropogênicas como agricultura, pecuária, urbanização acarretam mudanças nas características físicas da água como: temperatura, turbidez e sólidos suspensos (CARR e NEARY, 2008; MEYBECK et al., 1996).

Para considerar os estudos relacionados a qualidade da água dos lagos, rios e reservatórios devem ser considerados vários processos físicos, químicos e biológicos, em virtude de que esses fatores podem afetar a qualidade da água e suas variações, posto que cada ambiente fluvial possui suas características específicas que podem ser influenciadas pela própria dinâmica, ações antropogênicas e biota local. A composição química da água corrente é profundamente influenciada pelos nutrientes, distribuição de sedimentos e pesticidas autóctone ou alóctone controlados pelas variabilidades espaciais e temporais (MORTIMER et al., 2007; BREDA, 2011).

Dentre os múltiplos usos da água, têm-se, o uso direto e indireto. Como uso direto as usinas hidrelétricas. Assim, a instalação desses empreendimentos hidroelétricos ocasionam impacto ambiental em grande escala. Nas adjacências, o ecossistema aquático e terrestre são mais afetados com as mudanças de ordem física do canal, hidrossedimentológico e da qualidade da água.

Outro fator preocupante que interfere diretamente nos corpos d'água é o aumento do consumo da água, que está relacionado principalmente com o crescimento populacional, o desenvolvimento social e econômico (SOUZA et al., 2014). E qualquer mudança natural com o elevação da turbidez pelas inundações ou pela contaminação química ou redução OD oriundos dos insumos de esgoto pode afetar os organismos que vivem nos ambientes aquático (FRIEDRICH et al., 1996).

Os nutrientes são elementos necessário vitais para a vida, são responsáveis pelo metabolismo e o crescimento dos organismos. Fósforo e nitrogênio são considerados os responsáveis pela eutrofização dos ambientes aquáticos, à medida que aumenta a concentração, conseqüentemente eleva a produtividade (CARR e NEAYR, 2008).

Chapman e Kimstach (1996) ressaltam que as variáveis (físicas e químicas) e diretrizes que norteiam a qualidade da água para diversos uso da água diferem de um

lugar para outro, ou seja, as concentrações permitidas são diferenciadas conforme o país, e as condições do uso pretendido. Contudo, a qualidade aceitável da água associa-se com a disponibilidade. Os autores ainda ponderam que a qualidade da água da rede hídrica dependem e são controlados pela: (i) geologia local, (ii) condições biológicas e (iii) climatológicas. Qualquer mudança ocasionam desequilíbrio afetando a qualidade do ambiente fluvial.

Esse último capítulo teve como objetivo avaliar a qualidade da água a montante e jusante da Usina Hidrelétrica de Colíder para verificar se houve alterações nos valores do índice de qualidade da água IQA com a instalação e funcionamento do empreendimento hidrelétrico.

5.1 METODOLOGIA

5.1.1 Localização dos pontos de monitoramento

A área de estudo compreende o médio curso do rio Teles Pires (Figura 90).

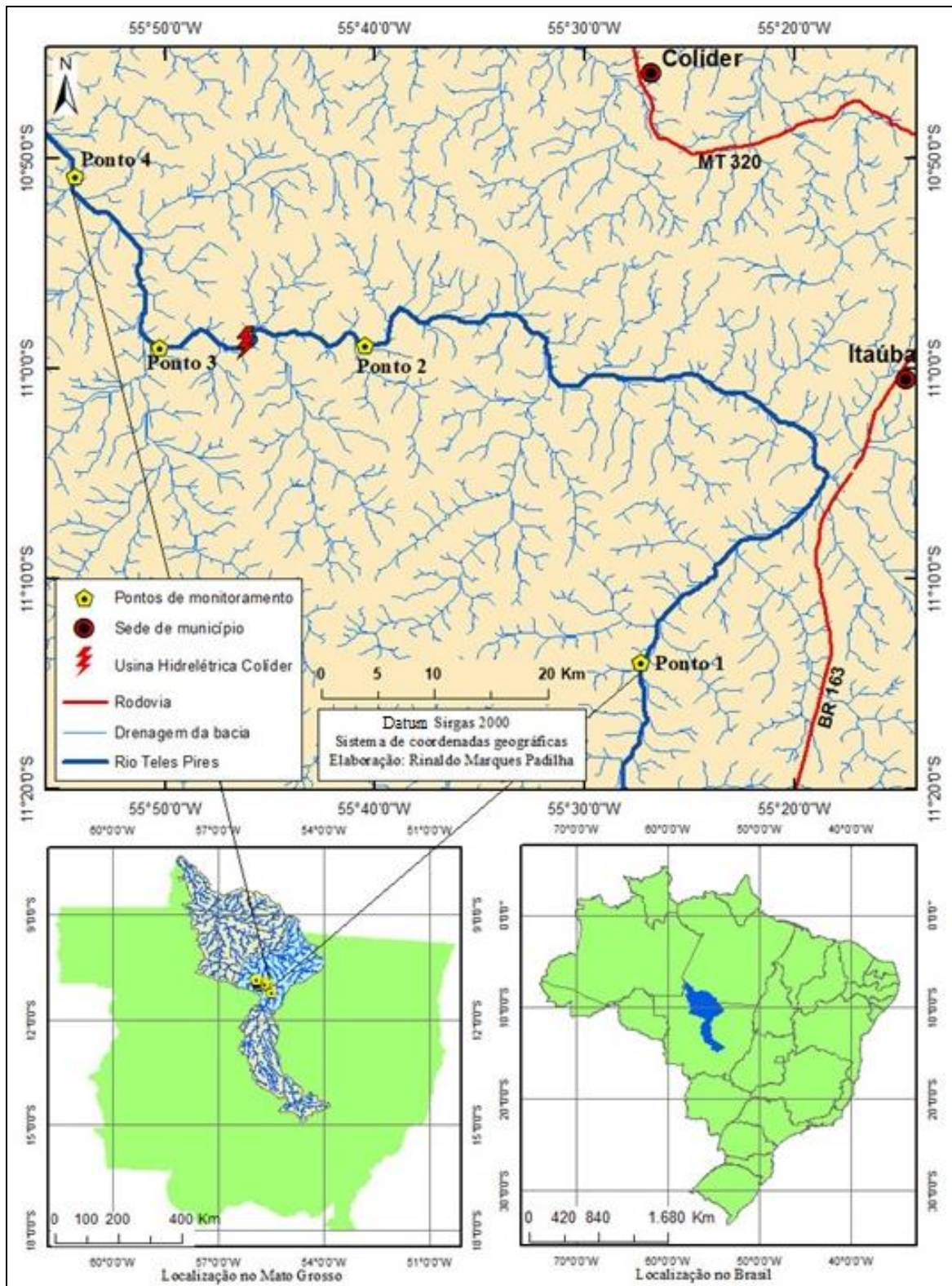


Figura 90. Localização da área de estudo no médio curso do rio Teles Pires

A distribuição espacial das estações de qualidade da água dentro da bacia hidrográfica devem ser selecionados em relação aos objetivos da avaliação (MEYBECK

et al., 1996). No rio Teles Pires distribuiu-se em P1 (área de divisa UHE Colíder e UHE Sinop); P2 (reservatório); P3 (jusante mais próximo) e P4 (maior distanciamento da usina) (Tabela 39).

Tabela 39. Pontos monitorados no corredor fluvial do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte

Ponto	Coordenadas Geográficas		Municípios	Descrição
	Latitude Sul	Longitude Oeste		
1 (montante)	11°14'0.6"	55°27'17.81"	Itaúba	Divisor entre UHE Colíder e Sinop/Área de Preservação Permanente e Antropizada
2 (montante)	10°58'51.3"	55°40'27.3"	Nova Canaã do Norte/Itaúba	Reservatório/Área Antropizada
3 (jusante)	10° 59' 04.32"	55° 50' 07.67"	Nova Canaã do Norte/Itaúba	Próximo do reservatório/Área de Preservação Permanente e Antropizada
4 (jusante)	10° 50' 51.92"	55° 54' 21.05"	Nova Canaã do Norte/Itaúba	Distante do reservatório Área de Preservação Permanente e Antropizada

5.1.2 Coleta de água, análise em laboratório e cálculo do IQA

As coletas foram distribuídas em 5 etapas nos períodos chuvoso e de estiagem: 2016/2, 2017/2 e 2018/2 (julho), 2017/1 e 2018/1 (janeiro). Ao definir o local de amostragem, alguns cuidados foram tomados em relação a fisiografia, as variáveis hidrodinâmicas e o clima de cada ponto conforme as orientações de Mortimer et al. (2007). Foram coletadas uma amostra em cada ponto e período, totalizando 20 amostras. As amostras de água foram coletadas e preservadas de acordo com as normas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (1988) e NBR 9898/87. A Tabela 40 indica os métodos analíticos utilizados nas análises limnológicas.

Tabela 40. Métodos analíticos e respectivos equipamentos utilizados na análise das variáveis limnológicas

Variável limnológica	Método analítico	Equipamento
pH	Potenciométrico	pHmetro Digimed DMPH-2
Oxigênio dissolvido	Polarográfico	Oxímetro YSI modelo 58
Fósforo total	Espectrofotometria	Espectrofotômetro Pharmacia
Turbidez	Nefelometria	Turbidímetro Hach2.100P
DBO ₅	Incubação e Polarografia	Oxímetro YSI modelo 58
Coliformes	Membrana em gel	Colipaper
Sólidos dissolvidos totais	Gravimetria	Balança analítica Boeco
Nitrogênio total	Quimioluminescência	Shimadzu, modelo TOC-LCPH/SSM – 5000 ^a
Temperatura	Escala termométrica	Termômetro de mercúrio
Condutividade elétrica	Potenciométrico	Condutivímetro Digimed DM3
Carbono (orgânico e inorgânico)	Combustão e detecção em infravermelho	Shimadzu, modelo TOC-LCPH/SSM – 5000 ^a

Os resultados das análises foram comparados com limites da legislação CONAMA 357/05, Art. 15 e usados para cálculo do IQA, seguindo as orientações da CETESB.

Os parâmetros foram estabelecidos pela National Sanitation Foudantion (NSF) nos Estados Unidos para estabelecer o Índice de Qualidade da Água (IQA). Foram utilizados os 9 (nove) parâmetros para classificação: oxigênio dissolvido (OD), pH, nitrogênio, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo, temperatura da água, coliformes fecais, turbidez e sólidos totais.

Para cada variável foram realizadas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações. A cada variável foi atribuída um peso, listados de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA (Tabela 41).

Tabela 41. Indicativo dos pesos avaliados das variáveis utilizados no IQA

Variável	Peso – Wi
Oxigênio Dissolvido (%OD)	0,17
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO mg/L)	0,10
Nitrogênio (mg/L)	0,10
Fósforo Total (mg/L)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB (1988)

Para calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA) utilizou-se da Equação 14 (CETESB, 1988).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 14});$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA

Os valores do índice que indicam a qualidade das águas variam entre 0 e 100, conforme especificado na tabela 42.

Tabela 42. Classificação da qualidade da água

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (1988)

5.1.3 Análise Estatística

As variáveis limnológicas foram testadas nos testes Kruskal-Wallis. Ainda nesse sentido, tendo o intuito de analisar possíveis padrões entre as variáveis respostas, uma Análise dos Componentes Principais (PCA) foi realizada. Todo o tratamento estatístico dos dados utilizados no presente estudos foram realizados no software e pacote R (R Core Time, 2018).

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rio Teles Pires possui fluxo turbulento com presença de cachoeiras e corredeiras. Essa característica fisiográfica é propícia para geração de energia elétrica e o aumento de oxigênio dissolvido. Assim sendo, em vários trechos no ao longo do perfil longitudinal do rio Teles Pires foram e ainda estão sendo instaladas usinas hidrelétricas (UHE). No médio curso estão localizadas duas UHE: Colíder e Sinop, sendo que a primeira é o objeto de estudo dessa pesquisa.

Nesse corredor fluvial nos pontos P1, P3 e P4 a Área de Preservação Permanente está correspondendo a legislação do novo código florestal Lei Federal nº 12.651, de 28 de maio de 2012, uma vez que a largura variou de 200 a 600 m nos pontos monitorados. Porém os três pontos apresentaram interferências antrópicas mesmo que em pequena escala. No P2 a área foi desmatada para instalação do reservatório da usina. Assim, várias árvores foram retiradas, afluentes colmatados, margem submersa, ilhas alagadas (não foram retiradas), desaparecimento de habitats, mudanças nas variáveis hidrológicas (profundidade, velocidade e largura), conseqüentemente variações no débito. Conforme

ressaltado por Souza et al. (2014) os tipos de uso da terra podem influenciar diretamente na qualidade da água.

Em suma, nas adjacências da usina a mudança a montante foi severa e rápida ao ecossistema, o ambiente lótico torna-se lêntico, na jusante as modificações estão ocorrendo ao longo do tempo e com vistas a acelerar, devido a esse empreendimento econômico.

Com essas alterações no ambiente decorrente da instalação da UHE de Colíder monitorou-se o índice da qualidade da água (IQA) nos P1 a P4 no rio Teles Pires, a qual foi classificada como água doce da Classe 2 da resolução do CONAMA.

Utilizou-se, ainda, as variáveis condutividade elétrica, carbono orgânico e inorgânico para caracterizar a qualidade da água. A qualidade da água não é uma condição estática do sistema e não pode ser mensurável por apenas um parâmetro, uma vez que a qualidade física, química e biológica é altamente variável ao longo do tempo e no espaço (ALLAN e CASTILLO, 2007; CARR e NEAYR, 2008).

5.2.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é uma das variáveis limnológicas mais importantes do sistema aquático. O oxigênio é indispensável para o metabolismo dos organismos aeróbios e influencia as reações químicas inorgânicas. No entanto, deve-se ressaltar que o nível de concentrações de OD altera de uma espécie para outra, mesmo dentro do próprio gênero deve ser empregado métodos de avaliação diferenciado (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; FRIEDRICH et al., 1996; CARR e NEAYR, 2008; LIBÂNIO, 2010).

O oxigênio dissolvido é importante para o desenvolvimento do ecossistema aquático e os valores nos pontos monitorados variaram entre 4,55 (P1, 2017/1) e 7,9 (P3 2016/2) (Tabela 43 e Figura 91). Com a construção da usina e o processo de enchimento do lago houve a redução do OD em todos os pontos.

Tabela 43. Valores de oxigênio dissolvido nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	6,73	4,55	5,35	5,30	7,36
P2	7,60	5,01	4,94	6,20	6,18
P3	7,90	6,0	5,73	4,81	5,66
P4	7,00	4,97	5,39	4,80	6,48

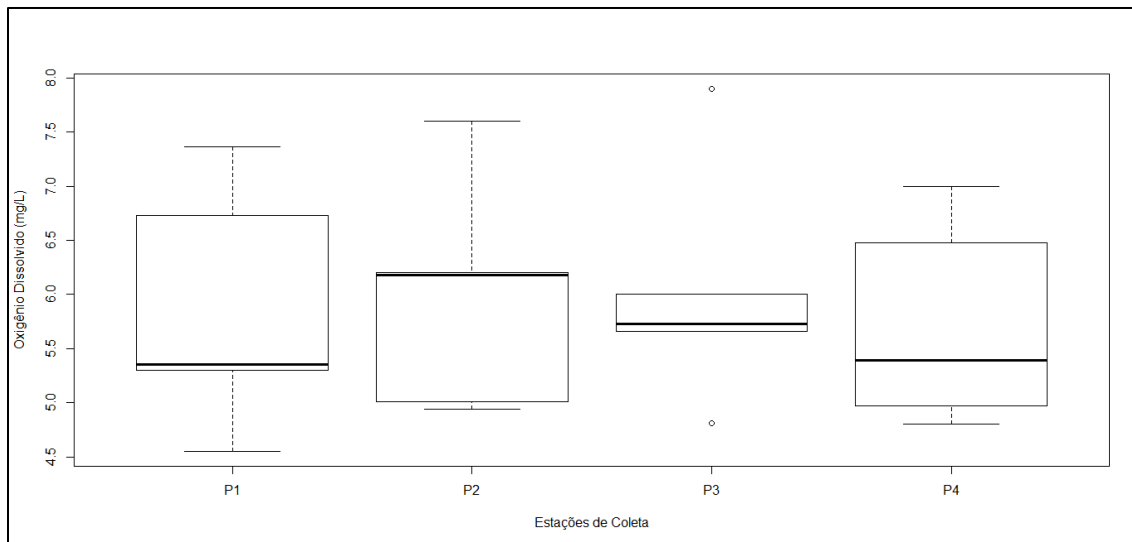


Figura 91. Distribuição do OD nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

O P2 apresentava corredeiras em 2016, fonte importante para entrada de oxigênio (CARR e NEAYR, 2008; BREDA, 2011). Porém, com o sistema de enchimento do lago em julho de 2017 o ambiente está passando de lótico para lântico o que pode ter reduzido OD.

Nos pontos monitorados registrou a redução de OD no período de 2016 a 2018 devido ao processo de construção e funcionamento da UHE Colíder, exceto o P1, área limitante entre duas usinas hidrelétricas, Colíder e Sinop.

Essa diminuição do OD estão relacionadas com a supressão das ilhas fluviais, pois não foram retiradas, o que aumenta a respiração dos organismos por causa da decomposição da matéria orgânica. Nesse contexto, Tundisi e Tundisi (2008) ressaltam que a decomposição ou carreamento da vegetação nos corpos d'água alteram consideravelmente a diversidade e a biomassa. Allan e Castillo (2007) ainda reforçam que respiração e fotossíntese são os dois importantes processos biológicos que alteram a concentração de oxigênio.

5.2.2 pH

O pH de um ecossistema aquático é essencial, pois está relacionado com a produtividade biológica. Em algumas espécies a tolerância varia. Alguns estudos indicam que os valores de pH entre 6,5 e 8,5 geralmente indicam boa qualidade da água, índices encontrados na maior parte das principais bacias hidrográficas (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; CARR e NEAYR, 2008). No entanto, conforme a resolução do CONAMA 357/2005 revogada pela resolução 430/2011, aponta que o limite do pH é de

6,0 a 9,0. A escala do pH varia de 0 a 14, nos quais o pH 7 (neutro), inferior a 7 (ácido) superior a 7 (básico) (BÜLHER, 2016). O pH dos pontos variaram entre 5,36 (P3, 2017/1, ácido) a 11,18 (P2, 2018/1, básico). Sendo que P2 em janeiro de 2018 o limite do pH foi excedido consideravelmente, área do reservatório, amostra coletada no período chuvoso (Tabela 44 e Figura 92). Em 2015 pelos relatórios apresentados pelo instituto Lactec e outros (2016) próximo ao P1 e P2 o pH registrou 5,51 a 5,71, respectivamente, classificados como ácido.

Tabela 44. Valores de pH nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
P1	7,36	6,13	5,89	5,79	6,11
P2	7,45	6,08	6,13	11,18	6,24
P3	7,30	5,36	5,67	5,95	6,01
P4	7,40	6,10	5,70	5,88	5,95

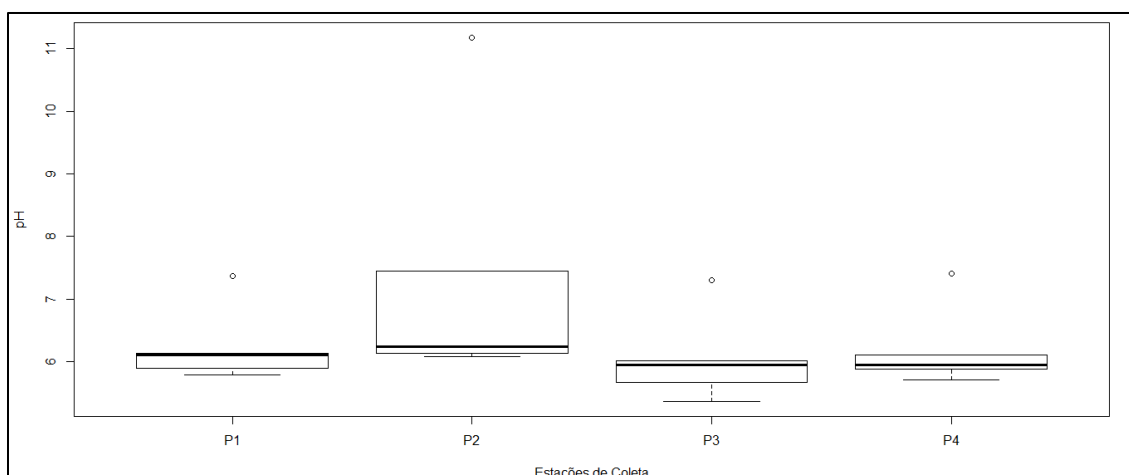


Figura 92. Distribuição do pH nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

Constata-se ainda que P3 no período de julho de 2017 a janeiro de 2018 a escala estabeleceu-se um pH ácido, primeiro ponto a jusante da usina da UHE Colíder. Nessa época, mudanças de ordem física e biológica ocorria no trecho em estudo. Esse fator relaciona-se também com o P1, pois iniciou-se a construção da UHE Sinop.

No P4 nas duas primeiras análises o pH é básico enquanto nos próximos períodos o valor diminui, alcançado na última amostragem 5,95.

Verificou que com a regressão linear que o pH varia de acordo com a área, vazão e velocidade. Sendo que conforme a velocidade e a vazão aumenta, há a redução do pH. Enquanto o aumento da área eleva o pH ($r^2 = 0,3249$).

Chapman e Kimstach (1996) ressalta que em águas não poluídas, o pH é principalmente controlado pelo equilíbrio entre os íons de (i) dióxido de carbono, (ii) carbonato e (iii) bicarbonato, bem como outros componentes naturais, como os ácidos húmicos (é formado pela decomposição química e bioquímica de resíduos vegetativos e dos microrganismo) e fúlvicos. Sendo que o balanceamento, pode ser afetado por esgotos industriais e mudanças atmosféricas que contenham substâncias formadoras de ácido. No trecho em estudo, o fator que mais resultou em mudança foi a instalação e funcionamento da UHE Colíder.

5.2.3 Sólidos totais

Avaliando a concentração dos sólidos totais pode-se registrar 6,33 mg/L (P3, 2018/1) e 396,67 mg/L (P1, 2017/1), valores aceitáveis conforme a recomendação do CONAMA 500 mg/L. Em janeiro de 2017 pode-se averiguar que todos os pontos apresentaram valor mais elevados devido à chuva na região, bem como citado anteriormente, esse período iniciou-se as mudanças mais intensiva na fisiografia do rio. A concentração é maior principalmente no P1, divisa entre as duas usinas hidrelétricas, fator que explica-se pelo início das obras de engenharia para a construção da UHE Sinop. Em campo, pode-se perceber a detonação de rochas presentes no canal (Tabela 45 e Figura 93).

Tabela 45. Valores de sólidos totais nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	42,50	396,67	18,33	19,00	24,00
P2	30,00	310,00	17,00	24	25,00
P3	32,50	356,67	22,33	6,33	25,33
P4	37,50	326,67	27,00	12,00	23,00

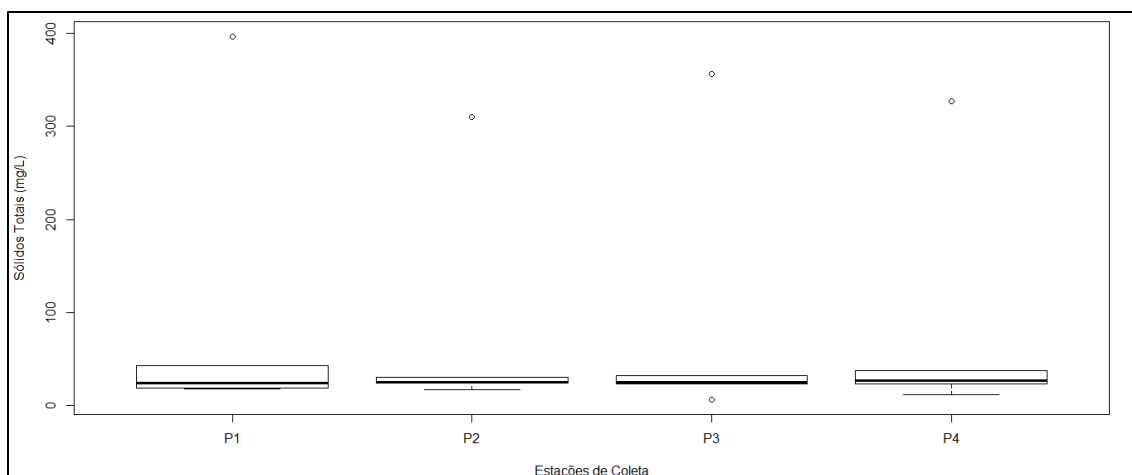


Figura 93. Distribuição do ST nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

Nesse período de pré-enchimento (2017/2) as margens aos poucos foram sendo submersas nas adjacências do reservatório, o que contribui com o resultado. De acordo com Ribeiro Filho et al. (2011) a topografia no entorno do reservatório da usina de Itaipu favoreceu o aumento da carga sedimentar. A presença de sólidos influencia diretamente a qualidade da água. Pesquisas realizadas por Breda (2011) no reservatório da UHE Funil na região Sul de Minas Gerais indicam um percentual de 13 e 463,72 mg/L, posto que os maiores valores foram registrados no período chuvoso e oriundos da atividade de mineração no entorno.

5.2.4 Turbidez

Autores indicam que a turbidez está relacionada com a quantidade de sólidos suspensos na água, principalmente fragmentos de silte e argila, partículas orgânica e inorgânicas, plâncton e microrganismos hidrotransportados pelos rios ou pelo escoamento superficial das vertentes. Em lagos, a principal fonte da turbidez são os fitoplâncton. A turbidez quando registrada em altos valores interfere na qualidade da água, pois a falta de transparência reduz a entrada de luz que implica na diminuição das plantas aquáticas realizarem a fotossíntese, bem como provoca mudanças na população de macroinvertebrados. As atividades antrópicas como práticas agrícolas, precipitação, e condições geológicas influenciam para que as águas sejam turvas, (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; BRIGANTE, 2003; CARR e NEAYR, 2008; LIBÂNIO, 2010; BREDA, 2011).

Nos pontos monitorados a turbidez variou de 2,14 UNT (P4, 2018/2) a 40,98 UNT (P1, 2018/1). Em 2016, pode-se verificar que a turbidez era baixa em relação aos demais

períodos devido a usina ainda encontrar-se em fase de construção. O P1 registrou os valores mais elevados de turbidez na maioria das campanhas. Esse fator justifica-se principalmente por ser ponto divisor entre dois usinas hidrelétricas e a presença de rochas areníticas, aumenta as partículas no canal, pela própria dinâmica fluvial, pela erosão por abrasão (Tabela 46 e Figura 94).

Tabela 46. Valores de turbidez nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade UNT				
P1	3,24	20,90	7,03	40,98	9,67
P2	3,18	18,60	3,79	12,38	3,28
P3	3,02	20,92	4,49	16,76	5,56
P4	3,19	16,68	2,60	15,14	2,14

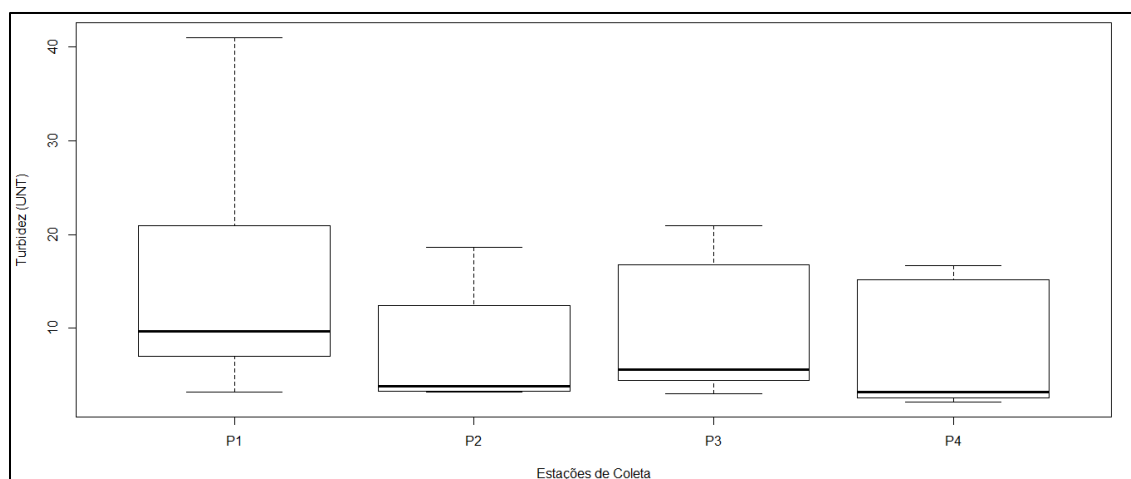


Figura 94. Distribuição do turbidez nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

Em 2017 inicia-se oficialmente no mês de agosto o processo de enchimento do reservatório, ao mesmo tempo, em julho do decorrente ano registrou mudanças de ordem física e biológica do canal. Breda (2011) em sua pesquisa apresentou que o maior índice de turbidez ocorreu no pré-enchimento da UHE Funil.

5.2.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é responsável por indicar o grau de poluição da matéria orgânica nos corpos d' água. Sistemas com alta concentrações de DBO indicam baixas concentrações de oxigênio (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; DOMINI et al., 2007; CARR e NEAYR, 2008; LIBÂNIO, 2010).

Nos períodos monitorados a DBO variou de 0,15 mg/L (P2, 2018/1) a 1,83 mg/L (P3, 2016/2), valores aceitáveis conforme o CONAMA até 5 mg/L. Analisou que o P2 e P3 nos dois períodos monitorados 2016/2 e 2017/1 apresentou índices elevados por estarem próximos a UHE Colíder, estão com menores concentrações de oxigênio se comparadas aos outros pontos (Tabela 47 e Figura 95).

Tabela 47. Valores de demanda bioquímica de oxigênio (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	0,22	0,28	1,11	0,39	0,64
P2	1,03	1,06	0,27	0,15	0,78
P3	1,83	1,77	0,79	0,39	0,35
P4	0,42	0,79	1,51	0,23	0,82

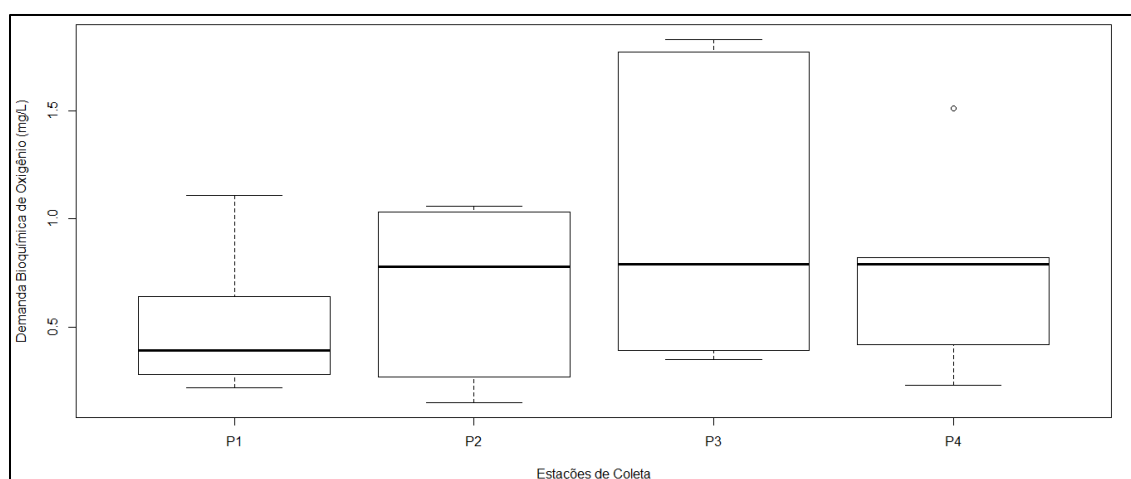


Figura 95. Distribuição do DBO nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

No período de estiagem de 2017 registrou maiores concentrações no P1 (1,11 mg/L) e P4 (1,51 mg/L). O P1 os valores se justificam por ser área de divisa como citado anteriormente entre duas usinas hidrelétricas. As atividades de construção da UHE Sinop e pré enchimento da UHE Colíder e o P4 as práticas voltadas a agropecuária e atividades pesqueiras que em muitos casos, as pessoas desmatam para construir acampamentos, compromete os organismos em fazer a decomposição da matéria orgânica.

5.2.6 Nitrogênio Total

O nitrogênio é nutriente essencial para organismos vivos como um importante constituinte de proteínas (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996). Assim, registrou nos pontos monitorados a variação de 0,12 mg/L (P1, 2016/2) e 0,48 (P3, 2018/1) (Tabela 48 e Figura 96).

Tabela 48. Valores de nitrogênio total nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	0,12	0,34	0,17	0,29	0,43
P2	0,15	0,21	0,17	0,45	0,21
P3	0,21	0,24	0,29	0,48	0,23
P4	0,11	0,27	0,29	0,34	0,29

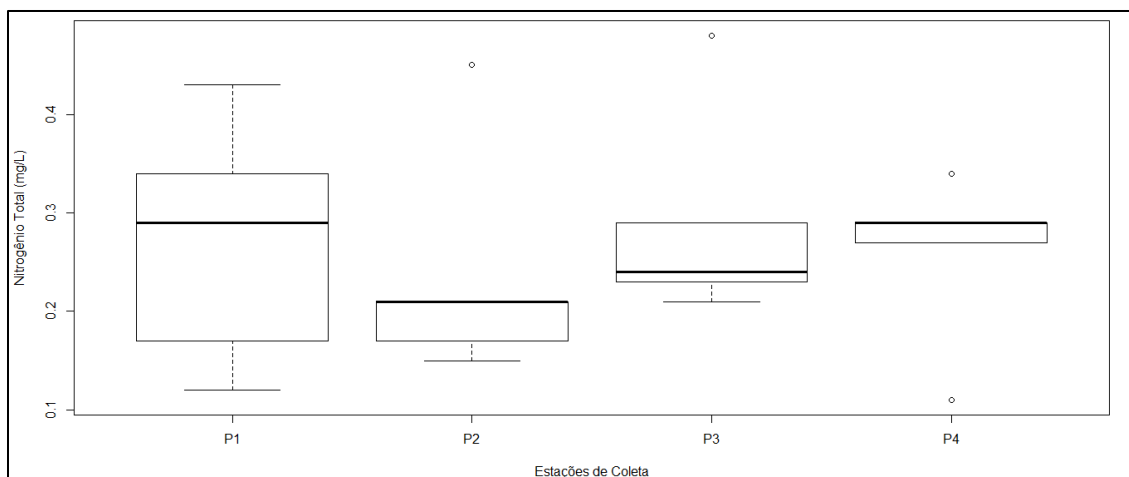


Figura 96. Distribuição do NT nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

Bülher (2016) ressalta que as principais fontes de nitrogênio para o ecossistema fluvial ocorrem com o lançamento de dejetos (animais), efluentes (indústrias) e fertilizantes (agricultura). Nesse contexto, o rio Teles Pires no médio curso, no trecho em estudo, apresenta as margens preservadas, exceto o ponto do reservatório. As atividades antropogênicas desenvolvidas no entorno estão voltadas para pecuária e agricultura, o que podem estar contribuindo com os nutrientes registrados.

Os resultados do nitrogênio foram comparados de acordo com o pH conforme as orientações do CONAMA onde: 13,3 mg/L N para $\text{pH} \leq 7,5$; 5,6 mg/L N para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 2,2 mg/L N para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ e 1,0 mg/L N para $\text{pH} > 8,5$. Os resultados mostram que os valores de nitrogênio estão abaixo de 1,00 mg/L e pH menor que 8,5. No entanto, ressalta-se que em 2018/1 os pontos apresentaram maior concentração de nitrogênio. Esse valor associa-se principalmente ao período chuvoso com maior concentração de efluentes sendo transportados pelas vertentes com o escoamento superficial, bem como nesse período ocorria o enchimento do reservatório e os pontos mais próximos P2 (montante) e P3 (jusante) da usina registraram valores significativos. Os relatórios apresentados pelos

institutos Lactec (2016) próximo ao P2 nos monitoramentos realizados no ano de 2015 o índice de nitrogênio total encontrado foi $< 0,01$ mg/L.

Registrou no reservatório macrófitas no ano de 2017/2, antes não observados em 2016/2. Conforme citados pelos autores Allan e Castillo (2007), Miranda et al. (2018); Mendes (2018) a presença dessas plantas aquáticas provém da descaracterização das margens e da própria mudança de ambiente de lótico para lântico, propício para sua adaptação (Figura 97).



Figura 97. Presença de macrófitas no reservatório da UHE Colíder no médio curso do rio Teles
Foto: Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

5.2.7 Fósforo Total

Dentre as variáveis limnológicas o fósforo é o principal fator limitante da produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, e, considerado o responsável pela eutrofização artificial. Em águas naturais o fósforo origina-se das: (i) rochas da rede de drenagem; (ii) chuvas; (iii) carreamento do solo; (iv) decomposição da matéria orgânica e (v) fontes antropogênicas: esgoto, pastagem e terras agrícolas (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; MONBET e McKELVIE, 2007; BRASIL, 2014; SOUZA et al., 2014).

Nos pontos P1 a P4 o fósforo variou entre 0,04 mg/L (P1, 2017/2) e 1,57 (P4, 2018/2) (Tabela 49 e Figura 98). Na resolução do CONAMA e no Ministério da Saúde a concentração permitida é até 0,030 mg/L (ambientes lânticos) 0,050 mg/L (ambientes intermediário). Considerando os valores propostos pelo Conselho Nacional do Meio

Ambiente as concentrações de fósforo no trecho em estudo estão elevadas, principalmente no pré e pós enchimento do reservatório da UHE Colíder. Em julho de 2017 os valores diminuíram, mas elevando-se em 2018.

Tabela 49. Valores de fósforo total nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	0,22	0,43	0,04	1,02	0,99
P2	0,16	0,39	0,08	0,44	0,57
P3	0,16	0,70	0,07	0,54	0,72
P4	0,15	0,20	0,22	1,23	1,57

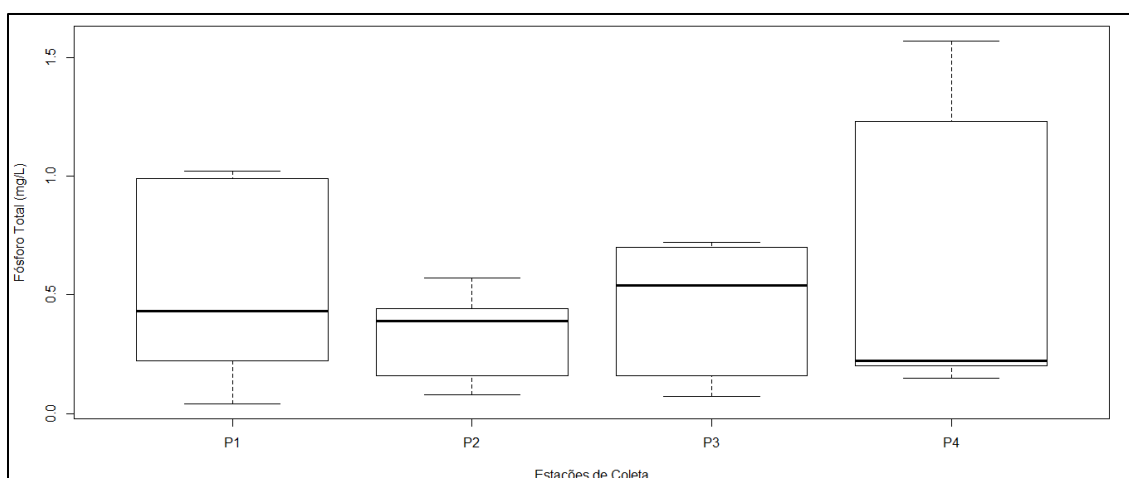


Figura 98. Distribuição do PT nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

Estudos realizados pela Secretaria do Estado do Meio Ambiente no ano de 2007 a 2009 e pela AMBIOTECH em 2010, apontaram alterações nas variáveis limnológicas, cor, fósforo total e pH do rio Teles Pires (AMBIOTECH; ARAÚJO, 2010). A empresa pontuou que esses resultados são devido a utilização do solo no entorno do referido rio, e que essas práticas antropogênicas estão corroborando com índice trófico, o qual variou de oligotrófico a eutrófico, decorrente principalmente, pela presença de clorofila e das cargas de fósforo total presente no sistema.

De acordo com Monbet e McKelvie (2007) o fósforo é um elemento abundante na superfície terrestre; na litosfera ocorre como fosfato e sua ocorrência na rede hídrica advém do intemperismo das rochas e lixiviação do solo carregados pelo escoamento superficial. Esse processo incorpora nos sedimentos e são reciclados em escala temporal de milhões de anos (tempo geológico) ou participa da rápida ação do sistema biológico dos ecossistemas aquáticos e terrestres no ciclo do fósforo. Nos sistemas aquáticos, o

fósforo apresenta em ampla variedade de formas inorgânicas e orgânicas. No rio Teles Pires está presente, sobretudo pela composição do material de origem das rochas ígneas, distribuídas nos pontos monitorados.

Estudos realizados pelo instituto Lactec no médio curso do rio Teles Pires no ano de 2015 registraram elevados índices de fósforo total. Próximo ao P1 e P2 os valores variou entre 0,21 a 0,16 a 0,24 a 0,15 mg/L (LACTEC et al., 2016). Os relatórios da Secretaria do Estado do Meio Ambiente no ano de 2015-2017 apontaram para alto índice de fósforo ao longo do perfil longitudinal do rio Teles Pires entre 1,31 mg/L a 0,10 mg/L. Próximo ao P1 e P2 registrou 0,73 a 0,21 mg/L de fósforo total (CAMARGO e FIGUEIREDO, 2018).

Constatou-se que nos relatórios da SEMA/MT organizados por Araújo (2010), Figueiredo et al. (2016a), Camargo e Figueiredo (2018), os índices elevados de fósforo total no rio Teles Pires são características naturais do rio, originados pelo material de origem das rochas, principalmente o mineral apatita e das atividades desenvolvidas, especialmente nos últimos anos com a cultura em larga escala da soja com o uso de fertilizantes.

Ao comparar a presença do fósforo com outro afluente da bacia Amazônica, Santos et al. (1984) apresentou nos estudos realizados no rio Negro os valores de 70 µg/L a 20 µg/L, equivalente a 0,07 a 0,02 mg/L de fósforo total. Na bacia do rio Paraguai no estado de Mato Grosso registrou valores entre 0,77 a 0,06 mg/L, índices também elevados de fósforo (FIGUEIREDO et al., 2016b).

Como mencionado, não foi registrado macrófitas aquáticas em 2016/2 no reservatório da UHE Colíder nos valores de fósforo de 0,15 mg/L (P4) a 0,22 mg/L (P1). No pré-enchimento os valores foram menores, no entanto, em janeiro de 2017 com o aumento das chuvas e posteriormente com o funcionamento da usina denotou o aparecimento da espécie.

5.2.8 Temperatura

A temperatura da água é sazonalmente influenciada pelas condições climáticas. É um parâmetro muito importante, pois contribui com o funcionamento e desenvolvimento das plantas (fotossínteses) e organismos (respiração) (MEYBECK et al., 1996, CARR e NEAYR, 2008). A temperatura da água é altamente variável ao longo do perfil longitudinal e transversal em lagos, rios, riachos e cachoeiras (devido a permanência de

exposição solar que atinge a superfície da água). A temperatura é influenciada pela altitude, latitude, vegetação ribeirinha, períodos estacionais ou diário (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; ALLAN e CASTILLO, 2007; LIBÂNIO, 2010; BREDAS, 2011).

A temperatura da água dos pontos monitorados variou de 23,80 a 32,18 °C. Analisando julho de 2018 houve a elevação da temperatura, pois setembro de 2017 a usina instalava os rotores e posteriormente foram testadas as unidades geradoras de energia (Tabela 50 e Figura 99).

Tabela 50. Valores de temperatura nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	°C				
P1	27,18	26,90	25,62	26,52	30,32
P2	27,18	25,86	26,80	27,98	30,3
P3	25,90	25,90	25,40	27,88	32,18
P4	26,10	26,10	23,80	29,18	26,38

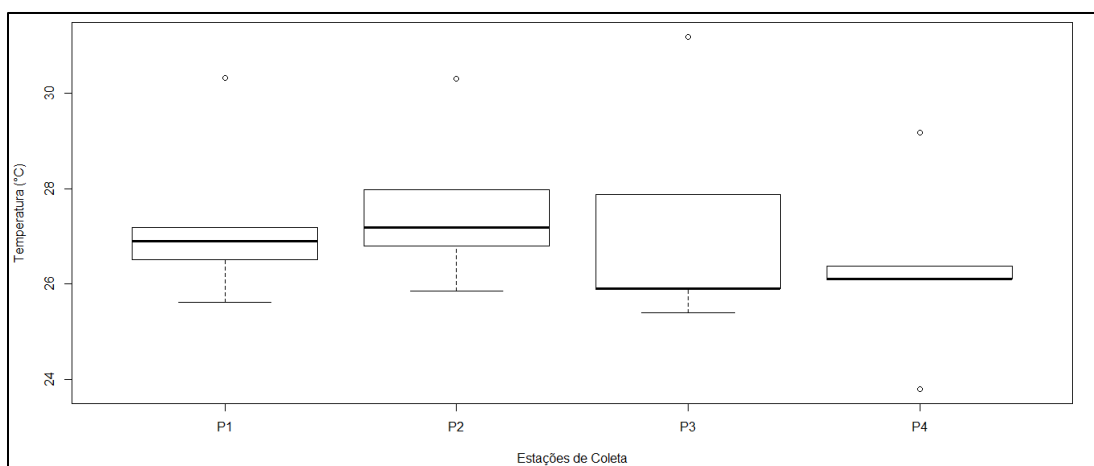


Figura 99. Distribuição do temperatura nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

As temperaturas elevadas determinam taxas de crescimento mais expressivos, o que contribuem para que determinado organismo se desenvolva. Algumas atividades antrópicas como geração de energia pode aumentar a temperatura da água o que provoca consequências irreversíveis aos organismos devido ao aumento da demanda de oxigênio (redução da saturação de oxigênio) e o crescente nível de toxicidade das substâncias nocivas. Em muitos casos a temperatura associada a outras variáveis e.g. redução do oxigênio são responsáveis pela mortandade de peixes, nesse caso o que ocorreu com a construção da UHE Colíder e Sinop (MEYBECK et al, 1996; ALLAN e CASTILLO, 2007; CARR e NEAYR, 2008) (Figura 100).



Figura 100. Mortandade de peixes na área do reservatório da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires

Foto: Miryã Ferneda (2018)

5.2.9 Coliformes Fecais

As concentrações de coliformes fecais nos ecossistemas aquáticos não são distribuídas de maneira uniforme na superfície da água. Nos ambientes de água doce a quantidade ocorre conforme a sazonalidade, condições climáticas, turbidez, nutrientes, temperatura, radiação solar, tipos de uso e o escoamento superficial. Coliformes fecais em águas superficiais alcançam seu pico após um evento chuvoso e desaparecem da coluna de água o longo do tempo (morte ou sedimentação) (CHIGBU e SOBOLEV, 2007).

No trecho em estudo no médio curso do rio Teles Pires os valores encontrados foram 0 a 19200 UFC/100 ml (Tabela 51 e Figura 101). De acordo com a resolução 357 de 2005, institui de até 100 NMP/100 ml de coliformes na água.

Tabela 51. Valores de coliformes fecais nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade UFC/100 ml				
P1	3200	19200	19200	19200	3200
P2	12800	19200	0	19200	9600
P3	19200	19200	0	19200	16000
P4	25600	0	0	19200	15360

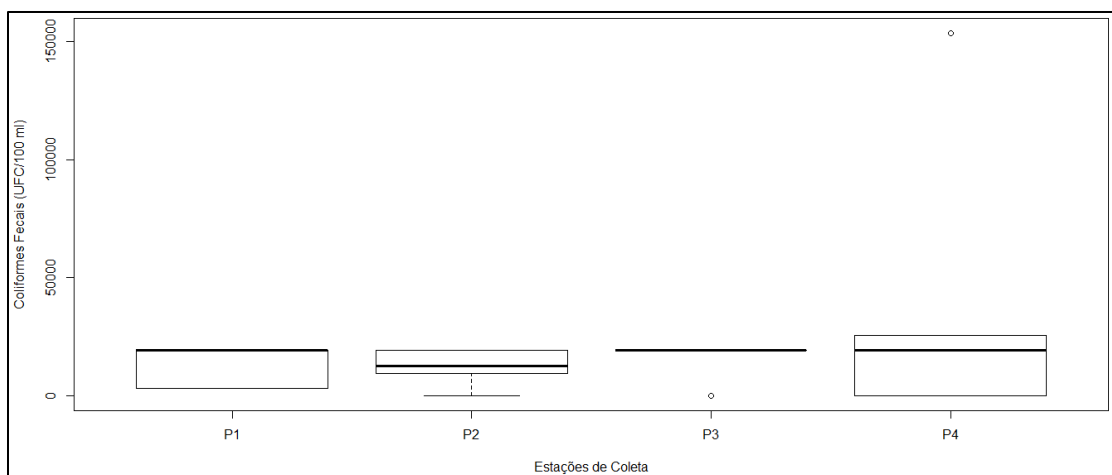


Figura 101. Distribuição do cofirmes fecais nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

As pesquisas revelam que diferentes tipos de bactérias oriundas de várias fontes (descarga de navios, escoamento superficial e outros) de material fecal de origem humana ou animal podem contaminar os corpos hídricos. Os coliformes fecais consistem em vários tipos de bactérias; alguns dos quais são prejudiciais à saúde humana (CHIGBU e SOBOLEV, 2007; KHAN e AHMAD, 2012).

Existem floras bacterianas que habitam os ambientes marinhos e de água doce e são distribuídas em microhabitats como: nos sedimentos, na coluna de água, nas plantas e animais aquáticos. Os coliformes fecais (CF) são um subgrupo de coliformes totais consistindo principalmente de *E. coli*, *Enterobacter* e alguns *Klebsiella* (CHIGBU e SOBOLEV, 2007). Os autores ainda ressaltam que um alto número de coliformes fecais indicam contaminação fecal, o que podem ser oriundos de microrganismos patogênicos na água o que oferecem possíveis riscos à saúde. Essa variável é a principal fonte que indica a presença de bactérias patogênicas. Entretanto, os estudos não podem ocorrer de modo isolado para indicar se a contaminação é de origem humana ou não.

Nos Estados Unidos o valor permitido para coliformes fecais é um valor menor que 2000 CFU/100 mL. Na Europa, o padrão de qualidade microbiológica para água potável de *E. coli* é 0/100 mL (para água não gaseificada) ou 0/250 mL (para água em garrafas ou recipientes) (CHIGBU e SOBOLEV, 2007).

5.2.10 Condutividade Elétrica

Os resultados da condutividade elétrica mostram que o menor e maior valor registrado foi no P2 9,38 e 55,8 uS/cm. O valor mínimo ainda está relacionado ao período

da construção da UHE Colíder, a composição orgânica não se dissociou, reduzindo a transmissão da corrente elétrica (LIBÂNIO, 2010). Enquanto o máximo registrou no início do pré-enchimento do reservatório (Figura 102). Em 2017/2 começa o processo de decomposição da vegetação existentes nas ilhas fluviais, pois não foram retiradas e conforme o aumento da coluna d'água ocorre a afogamento da fitomassa remanescente da bacia de acumulação. Nesse caso, apresentou um aumento na quantidade de compostos inorgânicos devido a decomposição.

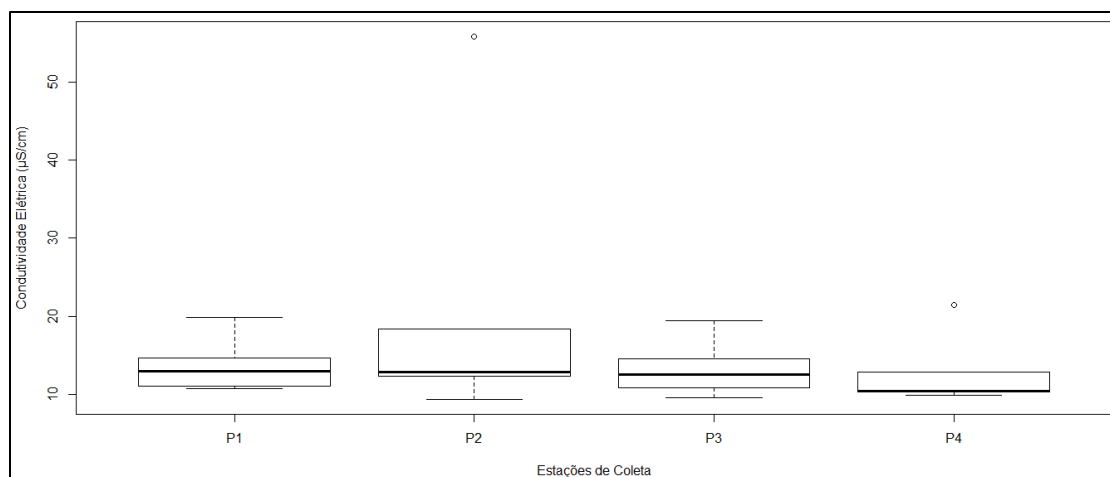


Figura 102. Distribuição do CE nos pontos de coleta no médio curso do rio Teles Pires

Breda (2011) nos seus estudos relacionou que um dos fatores que contribuem com a elevação da condutividade elétrica é o aumento do transporte da matéria orgânica na UHE Funil. Silva et al. (2009) ressalta que no reservatório da UHE Peti em Minas Gerais a CE variou no período de cheia e estiagem em 40 - 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 50 - 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente.

Considerando os resultados de 2016/2 a 2018/2 houve um aumento em todos os pontos a média de 6,48 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O fator associa-se principalmente com o funcionamento da UHE Colíder, pois houve mudanças significativas e a matéria orgânica em alguns pontos ainda estão em decomposição.

5.2.11 Carbono Orgânico

Os resultados do carbono orgânico variaram de 1,20 mg/L (P4, 2017/2) e 4,4823 mg/L (P3, 2018/1) (Tabela 52). De acordo Silva et al. (2017) a concentração de carbono indica os índices de matéria orgânica nos ambientes, embora não exista um valor de referência (mínima ou máxima) permitido na legislação brasileira.

Tabela 52. Valores de carbono orgânico nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	1,2697	2,1950	1,0877	4,3790	5,29
P2	1,2133	2,1727	1,0413	4,2013	4,76
P3	2,0590	2,9187	1,4243	4,4823	4,05
P4	1,2373	2,6417	1,20	4,2713	5,48

Em 2018/1 como é o período chuvoso e ocorreu o enchimento do reservatório da UHE Colíder todos os pontos registraram altos índices de CO. A vegetação remanescente próxima as margens e as das ilhas fluviais contribuíram com os teores.

5.2.12 Carbono Inorgânico

O carbono inorgânico apresentou índices entre 0,84 mg/L (P4, estiagem de 2017) e 2,4750 mg/L (P3, chuvas em 2018). No ano de 2016/2 o teor de CI variou entre 0,85 a 0,99 mg/L (Tabela 53). Nesse período o rio ainda apresentava características da dinâmica fluvial a montante, sem alterações, a usina estava em fase de construção.

Tabela 53. Valores de carbono inorgânico nos pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires (período de 2016 a 2018)

Pontos	Períodos				
	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
	Unidade mg/L				
P1	0,9725	1,3470	1,1596	1,7457	1,41
P2	0,9975	1,3300	1,2060	2,1107	1,44
P3	0,9301	1,4327	1,4243	2,4750	1,45
P4	0,8595	1,3293	0,84	2,1790	1,41

A mudança de cenário inicia-se em julho de 2017, pois verificou-se que houve um aumento de 0,22 mg/L de CI e aumentou com o enchimento do reservatório 2018/1. Mesmo que o processo de construção e enchimento tenha sido concluído, e, em 2018/2 o ambiente fluvial ainda continua sendo influenciado pelas transformações.

Os dados correlacionados demonstram que as variáveis limnológicas apresentadas com X não foram muito significativas, enquanto CI, N, T, CO e as variáveis hidrodinâmicas velocidade, área, profundidade foram as que mais influenciaram no trecho e estudo (Figura 103).

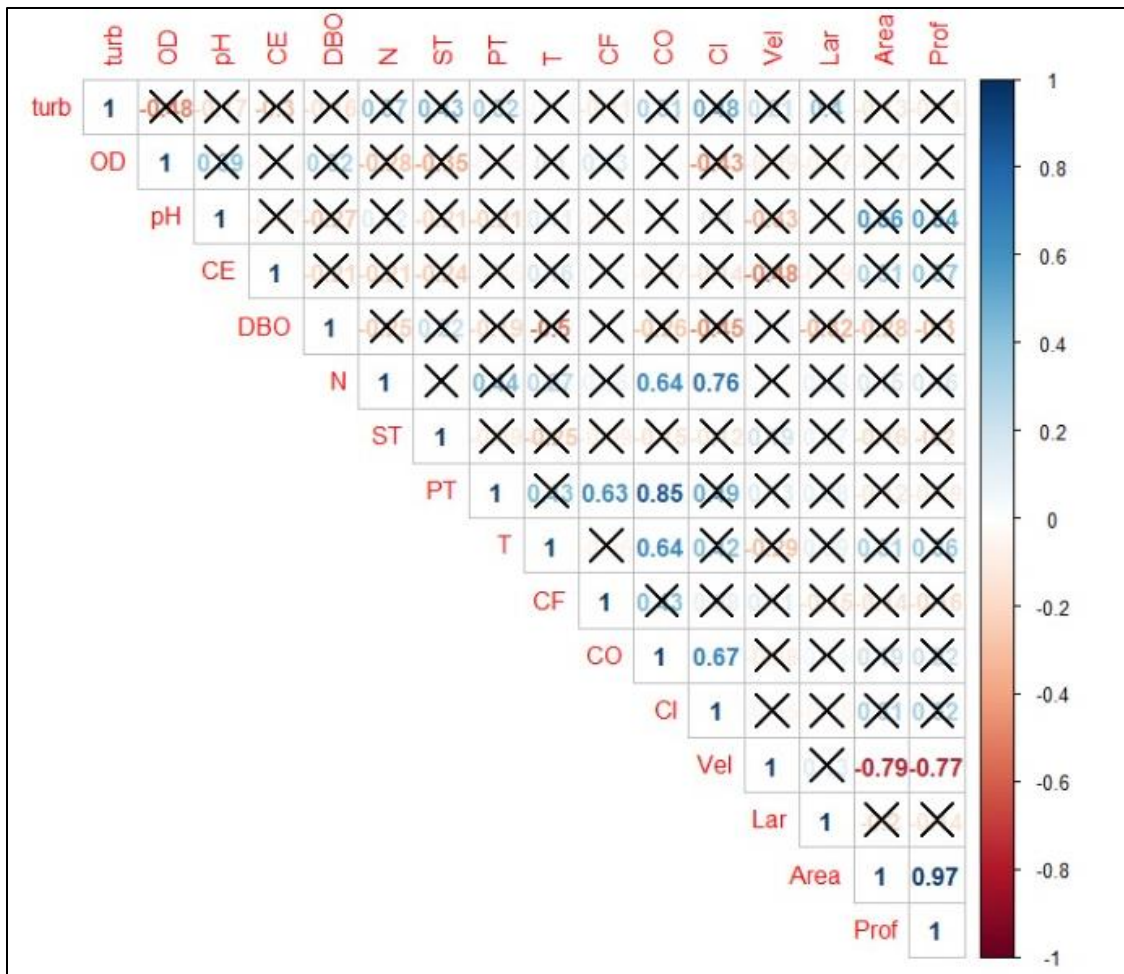


Figura 103. Correlação das variáveis limnológicas no médio curso do rio Teles Pires. Em que: Turb = Turbidez; OD = Oxigênio Dissolvido; pH; CE = Condutividade Elétrica; DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio; N = Nitrogênio; ST = Sólidos Totais; PT = Fósforo Total; T = Temperatura; CF = Coliformes Fecais; CI = Carbono Inorgânico; CO = Carbono Orgânico; Vel = Velocidade; Lar = Largura; Prof = Profundidade

Na análise de componente principal (PCA) pode-se verificar que os dois eixos explicam 47,87% da variação dos dados. Onde o PC1 corresponde a $(0,2605 = 26,05\%)$ e o PC2s $(0,2182 = 21,82\%)$. No PC1 estão as variáveis limnológicas CE, pH com as hidrodinâmicas área e profundidade, positivamente, enquanto o OD influenciando negativamente (Figura 104).

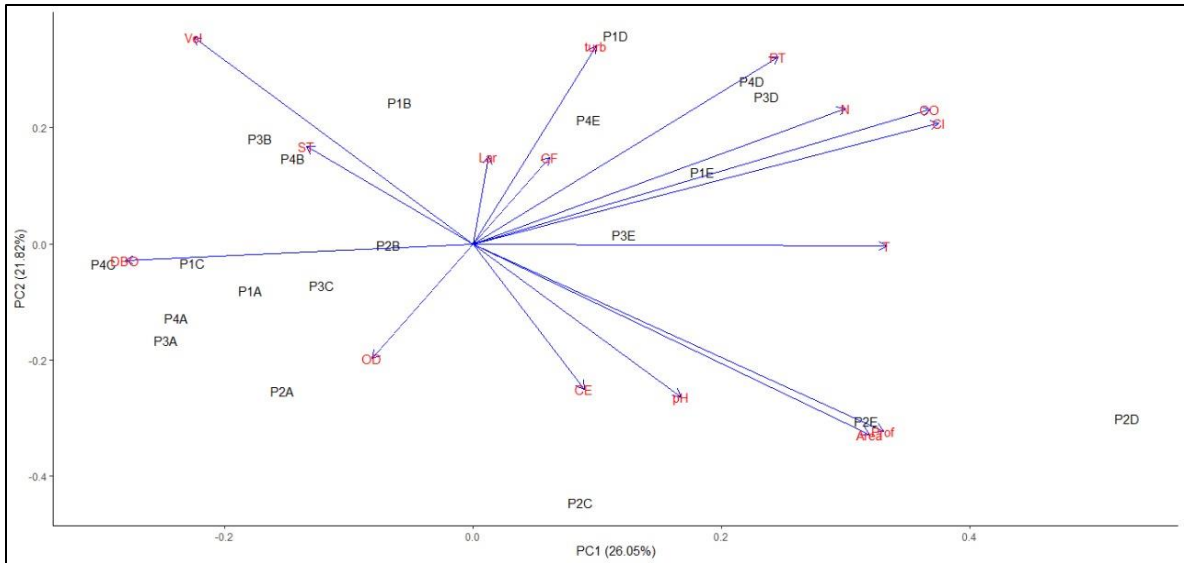


Figura 104. Análise dos componentes principais das variáveis limnológicas. Em que: Turb= Turbidez; OD= Oxigênio Dissolvido; pH; CE= Condutividade Elétrica; DBO= Demanda Bioquímica de Oxigênio; N= Nitrogênio; ST= Sólidos Totais; PT= Fósforo Total; T= Temperatura; CF= Coliformes Fecais; CI= Carbono Inorgânico; CO= Carbono Orgânico; Vel=Velocidade; Lar=Largura; Prof= Profundidade

5.2.13 Índice de Qualidade da Água (IQA)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) variou entre ótima 94,50 (P1, 2016/2) a boa 74,90 (P3, 2017/1) no trecho em estudo (Tabela 54).

Tabela 54. Valores do IQA no período de construção, enchimento e funcionamento da UHE Colíder no período de julho de 2016 a 2018

Pontos	IQA	PONDERAÇÃO
	Período Construção UHE	
	2016/2	2016/2
P1	94,50	ÓTIMA
P2	94,40	ÓTIMA
P3	93	ÓTIMA
P4	94,40	ÓTIMA
Pontos	2017/1	2017/1
P1	78,30	BOA
P2	75,80	BOA
P3	74,90	BOA
P4	78,50	BOA
Pontos	Pré e Enchimento do reservatório	
	2017/2	2017/2
P1	83,40	ÓTIMA
P2	82,20	ÓTIMA
P3	82,10	ÓTIMA
P4	80,50	ÓTIMA
Pontos	2018/1	2018/1
P1	82,20	ÓTIMA
P2	77,90	BOA
P3	80,10	ÓTIMA
P4	80,80	ÓTIMA
Funcionamento da UHE Colíder		

Pontos	2018/2	2018/2
P1	89,90	ÓTIMA
P2	87,70	ÓTIMA
P3	87,10	ÓTIMA
P4	86	ÓTIMA

Os maiores valores registrados foram no início do monitoramento, o qual ocorreu na construção da usina hidrelétrica de Colíder. Nesse período, as mudanças estavam acontecendo em pequena escala, como a retirada da vegetação. Pode-se verificar em 2016 corredeiras e as margens dos rios na área do reservatório, atualmente as margens encontram-se submersas.

Em janeiro de 2017 em todos os pontos diminuiu os valores do IQA. E de acordo com a classificação da CETESB ponderou-se como boa a água do rio Teles Pires. Analisando todo o processo, nesse período os trabalhos com a construção da usina estavam intensificados.

Nos outros anos, exceto o P2 (2018/1) registrou 77,90 classificado como categoria boa, os demais pontos e períodos apresentaram avaliação ótima. No entanto, se analisar o início 2016/2, os valores eram maiores, com média de 94,07, se comparados com 2018/2 87,67. Reduzindo os valores do IQA em 6,4. Deste modo, a mudança que ocorreu no trecho em estudo a montante e a jusante foi, certamente, influenciada pela instalação, construção e funcionamento da usina hidrelétrica de Colíder.

De acordo com Nazário (2016) os estudos realizados pela SEMA entre os anos de 2012 a 2014 apontaram que o IQA dos rios da bacia Amazônica dentre eles o rio Teles Pires estão bons, no sentido que nenhum foi classificado como ruim, mas vale ressaltar que os dados declinam para uma piora.

5.3 CONSIDERAÇÕES

Os valores registrados nas variáveis limnológicas foram aceitáveis de acordo com a legislação. No entanto, os dados mudaram conforme o período monitorado, fator que justifica-se pela construção e funcionamento da UHE Colíder. Os sólidos totais em janeiro de 2017 apresentou índices elevados associados a chuva e os trabalhos intensivos com a construção da usina. Ressalta que no P1 nesse período os valores do ST estavam sendo influenciados também pela construção da UHE Sinop.

No contexto exposto, é pertinente afirmar que a construção da usina hidrelétrica contribuiu com as alterações na qualidade da água, mesmo que em pequena escala. Se comparar o IQA pode-se verificar que os pontos permaneceram em 2018 com a classificação ótima, porém a ponderação é menor se comparada com início do monitoramento. Pondera-se ainda que os estudos dessa região são necessários, principalmente com a mortandade de peixes no corredor fluvial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos geológicos, geomorfológicos e hidroclimáticos são de extrema importância para entender o comportamento dos canais fluviais em termo de distribuição espacial dos sedimentos hidrotransportados (fundo e suspensão), o regime hidrológico e as taxas erosivas das margens.

A área de estudo com extensão aproximada de 124 km localiza-se no médio curso do rio Teles Pires entre os municípios de Itaúba e Nova Canaã do Norte. Essa unidade de análise está inserida na região norte mato-grossense entre os biomas Cerrado e Amazônico.

A dinâmica do rio Teles Pires contribuiu com a esculturação da rede de drenagem e seus canais de escoamento, favorecendo o surgimento de feições morfológicas ilhas e barras reportadas nesta pesquisa, resultados da morfologia hídrica. Essas atividades hidrodinâmicas e hidrossedimentológicas ao longo dos tempos moldam as bacias hidrográficas.

O rio Teles Pires é um canal meandrante de 8ª ordem e com trechos retilíneos. Possui padrão de drenagem dendrítico com área morfológicamente depressiva oriunda dos processos erosivos, processo que contribui com a profundidade e a velocidade do fluxo, com registro de corredeiras em vários pontos ao longo do perfil longitudinal.

O rio Teles Pires afluente do Tapajós contribui com a drenagem da bacia hidrográfica do rio Amazonas, importante fonte de água doce do mundo. O rio Teles Pires é uma rede de drenagem importante para o Estado de Mato Grosso. Compreende vários municípios e perpassa os estados do Mato Grosso e Pará. Qualquer mudança no referido rio pode ocasionar problemas de ordem física e biológica no ecossistema.

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires está passando por várias transformações na escala espaço-temporal. A demanda populacional aumentou nos últimos anos devido o incentivo do governo federal e os projetos das colonizadoras privadas. O processo de colonização nessa área iniciou na década de 70 e sendo intensificado em 1980. A área de Amazônia Legal foi desmatada como sinônimo de desenvolvimento econômico, sem medidas protetivas da natureza.

Na década de 1980 com o incentivo do governo federal e as facilidades das colonizadoras, muitas pessoas migraram para o estado em busca de melhoria e qualidade de vida. No entanto, muitos colonos tiveram uma relação conflituosa com o processo de ocupação, em muitos casos, várias famílias não detinham de poder econômico e não

conseguiram financiamentos para investir nas terras. Sem meios para investir na propriedade, os pequenos agricultores com o tempo vendiam suas terras para os grandes latifundiários.

O uso imediatista contribuiu com a devastação de muitas árvores nativas. Iniciou-se com essa prática a construções de cidades planejadas, cultivo de monoculturas, instalação de indústrias e várias extensões de matas foram retiradas para a cultivo de pastos e criação de animais. E em dias atuais a construções de várias usinas hidrelétricas ao longo do perfil longitudinal compromete o sistema hídrico.

Com a construção da UHE Colíder no médio curso, fez-se necessário estudos sobre esse sistema fluvial. As mudanças locais ou regionais colaboraram com interferências expressivas de ordem hidrossedimentológica que afeta o próprio funcionamento hídrico. Desta forma, a instalação da UHE de Colíder no médio curso, contribui em alterações significativas de ordem física e biológica. As transformações ocorreram no canal com a submersão de ilhas, barras e margens com a construção e enchimento do reservatório da usina. Os afluentes próximo ao empreendimento desapareceram ou foram colmatados e foram retiradas a vegetação das Áreas de Preservação Permanente.

A fisiografia do rio Teles Pires também foi alterada, a montante tornou-se ambiente lântico, desaparecendo as corredeiras e aumentando a profundidade do canal. A jusante diminui a largura e profundidade, conseqüentemente a vazão. Aumentou mesmo que em pequena escala, a erosão marginal.

O rio Teles Pires tem competência e capacidade de hidrotransportar sedimentos de diferentes composições granulométricas. Registrou materiais grossos e finos no fundo do canal, com grãos que variaram entre blocos, seixos, grânulos, areia, silte e argila. Vale lembrar que o calha do rio apresenta afloramento rochoso o que interferiu na coleta. Conforme ocorria o represamento do rio, os sedimentos de fundo foram diminuindo, ocorrendo a deposição dos sedimentos. Enquanto os sedimentos em suspensão registrados foram baixos, conforme a legislação.

Nos estudos da qualidade da água pode-se verificar que algumas variáveis hidrodinâmicas não tiveram alterações significativas, no entanto, pondera-se que ocorreram variações pertinentes com o funcionamento da UHE Colíder.

Foram encontrados nos pontos monitorados valores elevados de fósforo, conforme a legislação. O fator se explica principalmente a litologia de origem e culturas desenvolvidas no entorno.

A ponderação do IQA durante os anos amostrais oscilou entre ótimo (julho de 2016) bom (janeiro de 2017) e os demais ótimo. Porém, pode-se averiguar que os valores diminuíram conforme o período monitorado.

A pesquisa realizada, evidenciou que o trecho em estudo passou por mudanças de ordem física, econômica, social, cultural e biológica. Assim sendo, é imprescindível o monitoramento das áreas afetadas com a instalação da usina. Recomenda-se que esse estudo não seja interrompido pela importância dos recursos hídricos. Visto que, o rio Teles Pires um ambiente fluvial importantíssimo para o estado de Mato Grosso.

Os sistemas fluviais formam unidades indissociáveis e interdependentes com as respectivas bacias hidrográficas, apresentando uma importância estratégica, tanto para a biodiversidade do planeta como para a sociedade. Para uma gestão adequada dos recursos hídricos superficiais é necessário um conhecimento de forma integrada para entender o seu funcionamento.

EPÍLOGO

De maneira geral, o estudo desenvolvido foi importante para a região. Vale ressaltar que os trabalhos de campo foram árduo e perigosos por ser um rio de cachoeiras e inúmeras corredeiras. Diante das dificuldades logísticas, a pesquisa necessitou da colaboração de várias pessoas e instituições.

Foram 15 trabalhos de campo, desenvolvido no decorrer de 2 (dois) anos consecutivos. No primeiro campo, o sentimento de conhecer o rio Teles Pires foi de contemplação e angústia, visto que os vários afloramentos rochosos no centro do canal oferecia risco de acidentes com o barco e com os equipamentos de pesquisa. O primeiro dia de atividade entre coleta e instrumentalização das margens foi realizado com 17:30 horas de trabalho ininterruptos.

No desenvolvimento da pesquisa adotaram-se métodos que foram aperfeiçoados de acordo com as necessidades. A organização dos campos, bem como levantamentos teóricos, análise em laboratório e interpretação dos dados consistiram em horas de trabalho intenso. Dentre as diversas dificuldades encontradas na realização do mesmo, foi a carência de bibliografias que abordam o processo histórico dos municípios envolvidos.

Entretanto, nada pode apagar da lembrança os momentos ímpares vivenciados às margens do rio Teles Pires, atualmente área do reservatório, e poder sentir a brisa refrescante tocando a pele, enquanto os olhos contemplavam a fauna e a flora no seu entorno. O barulho da correnteza de águas cristalinas soava como música aos ouvidos, uma disputa constante com o canto dos pássaros que com frequência esvoaçavam ao redor da embarcação, incomodados com a invasão de intrusos naquele que um dia foi um paraíso e que tristemente está fadado a degradação, justamente, por causa dos referidos intrusos denominados seres humanos. Contudo, é compensador evidenciar que foram realizados trabalhos inéditos que estudaram o rio Teles Pires e abordaram o impacto ambiental causado com a construção da UHE de Colíder.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **Geo**, USP, Instituto de Geografia, São Paulo, n. 41, 1973.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2019. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa_hidroweb.jsf

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology**: Structure and function of running Waters. 2ª Edição. Springer, 2007.

ALMEIDA, F. F. M.; NOGUEIRA, F. J. D. V. **Reconhecimento Geológico no rio Aripuanã**. Boletim DGM, nº. 199, 1959, p. 1-42.

ALMEIDA, G. C. P. de. **Caracterização Física e Classificação dos Solos**. Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Engenharia Departamento de Transportes, 2004. Disponível em: http://ufrrj.br/institutos/it/deng/rosane/downloads/material%20de%20apoio/APOSTILA_SOLOS.pdf. Acesso em: 17 de janeiro de 2019.

ALMEIDA FILHO, G. S. de. Processos erosivos urbanos. In: POLETO, C. (org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008, cap. 2, p. 39-63.

ALVES, L. M. Clima da região Centro-Oeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et. al. (Orgs.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. cap. 15, p. 235-241.

AMBIOTECH. **Projeto básico ambiental AHE Colíder 300 MW**: Cláudia, Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte. Mato Grosso. Novembro de 2010.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19ª ed. Washington: Byrd Prepress Springfield, 1995.

ARAÚJO, A. A. (Org.). **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica Amazônica – 2007 a 2009**. Cuiabá: SEMA/MT; SMIA, 2010.

ARAÚJO, A. P. de.; ROCHA, P. C. Avaliação espaço-temporal de erosão de margens no córrego do Cedro em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. In: **Encontro dos Geógrafos da América Latina**, 2012. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egall2/Procesosambientales/Hidrologia/14.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2019.

ARAÚJO, N. Usina Hidrelétrica no Rio Teles Pires. **Gazeta Digital**. 12 de fevereiro, 2019.

AZEVEDO, D. G. de.; GOMES, R. L.; MORAES, M. E. B. de. Bacia do rio Buranhém: análise integrada da paisagem. In: MORAES, M. E. B. de.; LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus, BA: Editus, 2016, cap 5, p. 101-118.

BALASUBRAMANIAN, A. Fluvial processes and landforms. **Technical Report**. August, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309630899_FLUVIAL_PROCESSES_AND_LANDFORMS/download. Acesso em: 31 de janeiro de 2019.

BANDEIRA, A. A. **Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão**. 2005, 205 fls. Dissertação (Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal De Sergipe, 2005. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp022153.pdf>. Acesso em: 19 de janeiro de 2019.

BATISTA, D. F.; CABRAL, J. B. P.; ROCHA, T.; BARBOSA, G. R. caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio – GO. **GEOAMBIENTE ON-LINE**. Revista Eletrônica da Revista do Curso de Geografia UFG – REJ. Jataí, Goiás, n. 29 jul-dez, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/50882/24886> Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

BECKER, B. K. **Amazônia**: geopolítica na virada do III Milênio. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **ESTUDOS AVANÇADOS**. 19 (53), 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v19n53/24081.pdf>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2019.

BECKER, B. K. Principais contribuições. In: **Um projeto para a Amazônia no século 21: desafios e contribuições**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009, p. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/12Publica%C3%A7%C3%A3o_Amazonia_final3_COMPLETO2_6415.pdf. Acesso em: 05 de janeiro de 2019.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994.

BETTES, R. Sediment transport and alluvial resistance in rivers. **Joint Defra**. Environment Agency Flood and Coastal Erosion Risk Management R&D Programme, 2008. Disponível em: https://www.therrc.co.uk/MOT/References/EA_DEFRA_Sediment_transport_and_alluvial_resistance_in_rivers.pdf. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

BIAS, E. de S.; TORRES, M.G.; BAPTISTA, G.M.M.; RIBEIRO, R. J. C.; RESENDE, M.G. Análise da evolução geomorfológica da bacia Do Teles Pires a partir de dados SRTM – SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION. In: VI Simpósio Nacional de geomorfologia/Regional Conference on Geomorpholgy, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: International Association of Geomorphologists/ União da Geomorfologia Brasileira, 6 a 10 de setembro de 2006.

BORTOLUZZI, E. C.; PETRY, C. Partículas minerais: da rocha ao sedimento. In: POLETO, C. (org.). **Ambiente e Sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008, cap. 1, p. 1-37.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, cap. 3, p. 71-115.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, cap. 8, p. 269-293.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, cap. 6, p. 153-188.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais: Folha SC.21 – Juruena, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, v. 20.1980.

BRASIL, República Federativa. **Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p. 58-63. 2005

BRASIL. **Código Florestal**. Lei Federal nº 12.651, de 28 de maio de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014, 112 p.

BREDA, L. S. **Avaliação espaço - temporal da qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica de Funil – região sul de Minas Gerais**. 2011. 293 fls. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; POVINELLI, J.; NOGUEIRA, A. M. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (ed.). **Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMa, Cap. 4. 2003, p. 55-76.

BRITO, R. N. R.; ASP, N. E.; BEASLEY, C. R.; SANTOS, H. S. S. dos. Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense. **Acta Amazônica**. vol. 39 n. (1) 2009, p.173 – 180.

BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Rev. Ambiente**. Água vol. 9 n.

1 Taubaté - Jan. / Mar. 2014. Disponível em: doi: 10.4136/ambi-agua.1290. Acesso em: 06 de Agosto de 2019.

BUFFINGTON, J. M. Changes in Channel Morphology Over Human Time Scales. In: CHURCH, M.; BIRON, P. M.; ROY, A. **Gravel-bed Rivers: Processes, Tools, Environments**. First Edition. Edited John Wiley & Sons Ltd. Published 2012, Chapter, 32.

BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A. Aspectos sedimentares do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT. *Revista Geociências*, São Paulo, UNESP, v. 31, n.3, 2012, p. 339-349.

BÜHLER, B. F. **A influência da geologia e do uso e ocupação da terra na qualidade da água e composição sedimentar do córrego Jacobina, município de Cáceres – MT**. 2016, 157 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, 2016.

CABRAL, J. B. P. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. **Caminhos de Geografia**. 6(14), Fev/2005, p. 62-69. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15371>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

CABRAL, J. B. P.; FERNANDES, L. A.; SCOPEL, I.; BECEGATO, V. A.; FIORI, A. P. Avaliação do estado de assoreamento do reservatório de cachoeira Dourada (GO/MG). **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 21(1): 97-119, ABR. 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9705>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

CALHEIROS, R. de O. (org.). **Preservação e Recuperação das Nascentes: de água e de vida**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004.

CALASANS, N. A. R.; LEVY, M. do C. T.; MOREAU, M. Interrelações entre clima e vazão. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M.(ed.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, Ba: Editus, 2002, p. 67-90.

CAMARGO, J. C.; FIGUEIREDO, S. B. (Orgs.). **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água do Estado de Mato Grosso – 2015-2017**. Cuiabá: SEMA/MT; SURH, 2018.

CAMPAGNOLI, R. Gestão de reservatórios de hidrelétricas: o potencial hidráulico da união gerido como recurso renovável. In: CAMPAGNOLI, F.; DINIZ, N. C. (Org.). **Gestão de reservatórios de hidrelétricas**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2012, p. 13-14.

CAMARGO, L (Org.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

CAMPAGNOLI, R.; DINIZ, N. C. Aplicação de geoindicadores para avaliar os impactos sociais e econômicos do ordenamento territorial nos reservatórios de hidrelétricas

brasileiras. In: CAMPAGNOLI, F.; DINIZ, N. C. (Org.). **Gestão de reservatórios de hidrelétricas**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2012, p. 155-158.

CAMPOS, D. O.; SANTOS, J. W. B. dos.; SILVA, E. V. da.; REGO, N. A. C. Zoneamento geohidroecológico da bacia do rio Almada: análise da capacidade de produção de água. In: MORAES, M. E. B. de.; LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus, BA: Editus, 2016, cap 4, p. 79-100.

CARR, G. M.; NEARY, J. P. **Water Quality for Ecosystem and Human Health**. 2ª ed. PNUMA. 2008. Disponível em: <http://www.gemswater.org/>. Acesso em: 23 de junho de 2017

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, Rio de Janeiro, 1994.

CARVALHO, N. de O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C. dos.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL. 2000. 140 p. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Guia_ava_port.pdf. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

CARVALHO, L. M. V. de; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationship with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. **Journal of Climate**, vol. 17, p. 88-108, 2004.

CARVALHO, J. A. L.; CUNHA, S. B. da C. Terras caídas e consequências sociais na costa do Miracauera, município de Itacoatiara- Amazonas, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica. II Semestre 2011 p. 1-16. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/48869573.pdf>. Acesso em: 01 de agosto de 2019.

CARVALHO, N. de O.; HORA, M. de. A. G. M. Hidrossedimentometria. In: POLETO, C. (org.). **Sedimentologia fluvial: estudos e técnicas**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2018, cap. 1, p. 9-60.

CASADO, A. P. B.; HOLANDA, F. S. R.; ARAÚJO FILHO, F. A. G.; YAGUIU, P. Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco (Perímetro Irrigado Cotinguiba/Pindoba - SE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V. 26, 2002, p. 231-239. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n1/24.pdf>. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia técnico de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1988.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second Edition, Cambridge, 1996, cap. 5, p. 182-245.

CHIGBU, P.; SOBOLEV, D. Bacteriological Analysis of Water. In: NOLLET, L. M. L. (ed.). **Handbook of water analysis**. 2ª ed. CRC Press Taylor & Francis Group, LLC. Cap. 5., 2007, p. 97-134.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª ed. São Paulo: Blücher, 1999.

CIMA, E. F.; ANDRADE, L. N. P. da S.; SOUZA, C. A.; SANTOS, M. dos.; LEANDRO, G. R. dos. S. Frequência granulométrica e deposição de sedimentos em ambientes do corredor fluvial do rio Paraguai, pantanal superior, Mato Grosso. **Cadernos de Geociências**, v. 11, n. 1-2, 2014.

COELHO, A. L. N. **Alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo rio Doce/ES**. 2007, 245 fls. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2007.

COELHO, A. L. N. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 9, n. 26 Jun/2008, p. 16 – 32. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15721>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 08 de janeiro de 2019.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Jornal da Usina Hidrelétrica de Colíder**. Curitiba- PR: Ano 03, nº14, Julho de 2014.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. 2018. Disponível em: <http://www.copel.com/uheColíder/noticia.jsp?not=%2FuheColíder%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F3EE8FF06FCE77D988325820C0068F221>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

CORREA, G. T.; SOUZA FILHO, E. E. de. Avaliação dos processos de erosão marginal no arquipélago floresta japonesa (alto rio Paraná). **Geografia**. Londrina v. 18, n. 2, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia, tectônica e recursos minerais: sistema de informações geográficas**. Escala 1: 1.000.000. Brasília, 2004.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996.

CUNHA, S. B. Bacias hidrográficas. In: CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand do Brasil, 1998.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013, cap. 5, p. 211-252.

CUNHA, S. B. da. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B. da. and GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015, cap.7, p. 219-239.

DIAS, W. A. **Dinâmica erosiva em margens plenas de canal fluvial**. 2012, 102 fls. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2012.

DOMINI, C. E.; VIDAL, L.; CANALS, A. Main Parameters and Assays Involved with Organic Pollution of Water. In: In: NOLLET, L. M. L. (ed.). **Handbook of water analysis**. 2ª ed. CRC Press Taylor & Francis Group, LLC. Cap. 13, 2007, p. 337-366.

DRAFT. **Fluvial Sediment Transport**. 2009. Disponível em: https://www.tceq.texas.gov/assets/public/permitting/watersupply/water_rights/eflows/02042009sedtransporthandout.pdf. Acesso em: 16 de janeiro de 2019.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª. ed. rev. ampl. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Rima**: Relatório de impactos Ambientais UHE Teles Pires, setembro 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-247/Rima%20-%20UHE%20Teles%20Pires.pdf> . Acesso em: 12 de abril de 2018.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **EIA**. Estudo de impacto ambiental - Usina Hidrelétrica Teles Pires. http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Teles%20Pires/EIA%20Ultima%20Vers%20E3o/Volume%201/EIA%20Teles%20Pires%20%20Volume%201%201908_FINAL.pdf. Acesso em: 12 de dezembro de 2018.

ESCOBAR, G.C.J. **Jatos de altos níveis**. Tempo e Clima no Brasil. Oficina de Textos, 2009.

FARIAS, E. M. B.; CARNEIRO, D. de S. Alterações geomorfológicas no rio Amazonas – Santarém/PA. **Revista Geonorte**. Edição Especial, V.2, N.4, 2012, p. 72-79. Disponível em: www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2059/1938. Acesso em: 01 de agosto de 2019.

FERNANDEZ, O. V. Q. **Mudanças no Canal Fluvial do Rio Paraná e Processos de Erosão nas Margens: Região de Porto Rico, PR**. Dissertação de Mestrado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Naturais. Rio Claro. 1990.

FERNANDEZ, O. V. Q.; FULFARO, V. J. Magnitudes e processos da erosão marginal no rio Paraná, trecho de Porto Rico, PR. **Geografia. Rio Claro**, 18 (1): 97-114, abril 1993. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Quinonez_Fernandez/publication/301650061_Fernandez_Fulfaro_1993/links/571fc55008aed056fa2357c6/Fernandez-Fulfaro_1993.Pdf?origin=publication_detail. Acesso em: 29 de janeiro de 2019.

FERNANDEZ, O. V. Q. **Erosão Marginal no Lago da UHE Itaipu (PR)**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. 1995.

FERREIRA, J. C. V.; SILVA, J. M. **Cidades de Mato Grosso: Origem e Significado de seus nomes**. Cuiabá, 2008.

FIGUEIREDO, S. B. (Org.). **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica Amazônica – 2012-2014**. Cuiabá: SEMA/MT; SRMA, 2016.

FIGUEIREDO, S. B. (Org.). **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2012-2014**. Cuiabá: SEMA/MT; SRMA, 2016.

FLORSHEIM, J. L.; MOUNT, J. F.; CHIN, A. Bank erosion as a desirable attribute of rivers. **BioScience**. Vol. 58 No. 6, June 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/58/6/519/235969>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

FONTOURA, L. N. J. Planejamento urbano-ambiental: o uso e ocupação do solo no Distrito Federal. **Revista Especialize On-line IPOG**. Goiânia, 5ª Edição nº 005 Vol.01/2013 – julho/2013.

FRASCA, A. A. S.; BORGES, F. R. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB**. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA). Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio - SC.21-Z-A. Brasília: CPRM, 2005.

FREIRE, R.; BONIFÁCIO, C. M.; SCHNEIDER, R. M.; TAVARES, C. R. G. Monitoramento das variáveis de qualidade das águas: um subsídio ao gerenciamento de recursos hídricos no estado do Paraná. In: DIAS, L.; BENINI, S. M. (orgs.). **Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2014, Capítulo 7, p. 122-137.

FRIEDRICH, G.; CHAPMAN, D.; BEIM, A. The use of biological material. In: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second Edition, Cambridge, 1996, cap. 5, p. 182-245.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2ª ed. rev. e atual. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

GATTO, L. W. Techniques for measuring reservoir bank erosion. **US Army Corps of Engineers**. Cold Regions Research & Engineering Laboratory. 1988. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a191400.pdf>. Acesso em: 06 de março de 2019.

GIANNINI, P. C. F.; MELO, M. S. Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M.C. M. de; TAIOLI, F. (org.). **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Nacional. 2009, p. 240 - 277.

GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2015.

GONÇALVES, G. R. Influência do sedimento em ecossistemas aquáticos. In: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (orgs.). **Qualidade dos sedimentos**. 2ª edição (revisado e ampliado). Porto Alegre: ABRH, 2013, cap.8, p. 237-255.

HEEDE, B. H. **Stream Dynamics: An Overview for Land Managers**. USDA Forest Service General Technical Report RM-72, 1980.

HILL, A.R. Erosion of river bank composed of glacial till near Belfast, Northern Ireland *Zeitschrift fur. Geomorphologie*, v. 17, 1973, p. 428-442.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. E. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**. Volume 1, Edição 5, 2015. Disponível em: periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/download/3398/2623. Acesso em: 18 de julho de 2019.

HOOKE, J. M. An analysis of the Processes of river bank erosion. **Journal of Hydrology**. 42(1):39-62, June 1979. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/245098417_An_Analysis_of_the_Processes_of_River_Bank_Erosion. Acesso em: 05 de março de 2019.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrographical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, v.56, n. 2, 1945, p.275-370.

HUGHES, D. J. Rates of erosion on meander arcs. In: GREGORY, K. J. **River Channel Changes**. Chichester: John Wiley, 1977. p. 193-205.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/colider/pesquisa/24/76693?ano=2007>. Acesso em: 19 junho de 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/colider.html>. Acesso em: 19 junho de 2019.

INSTITUTO LACTEC. **Diagnóstico das condições limnológicas, da qualidade da água superficial e macrófitas aquáticas na região do empreendimento UHE Colíder – Relatório.** Ano. 5. Curitiba, 2016.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Geração de Imagens – DGI. Imagens de satélites. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 31 jan. 2017.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TOPODATA:** banco de dados geomorfológicos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>. Acesso em: 23 ago. 2017.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Imagem Landsat-5.** Bandas 1, 2 e 3. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Imagem Landsat-8.** Bandas 2, 3, 4. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/#>. Acesso em: 04 dez. 2017.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Dados Históricos. Estação Meteorológica Gleba Celeste.** Brasília – Distrito Federal. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: janeiro de 2017.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Dados Históricos. Estação Meteorológica Matupá.** Brasília – Distrito Federal. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: janeiro de 2017.

JGP- Consultoria e Participações Ltda. Aproveitamento Hidrelétrico Colíder – 300 MW Rio Teles Pires – MT. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA.** 2009. Volume I – Capítulo 7.0. Disponível em: [http://www.copel.com/uheColíder/sitearquivos2.nsf/arquivos/eiavol._ii/\\$FILE/EIA%20Colíder%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf](http://www.copel.com/uheColíder/sitearquivos2.nsf/arquivos/eiavol._ii/$FILE/EIA%20Colíder%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf). Acesso em: 20 de maio de 2016.

JGP- Consultoria e Participações Ltda. Aproveitamento Hidrelétrico Colíder: Rio Teles Pires – MT. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA.** 2009. Volume II – Capítulo 7.0. Disponível em: [http://www.copel.com/uheColíder/sitearquivos2.nsf/arquivos/eiavol._ii/\\$FILE/EIA%20Colíder%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf](http://www.copel.com/uheColíder/sitearquivos2.nsf/arquivos/eiavol._ii/$FILE/EIA%20Colíder%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf). Acesso em: 20 de maio de 2016.

JUSTINIANO, L. A. de A.; SOUZA, C. A. Evolução das margens e transporte de sedimentos no rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a foz do rio Cabaçal. In: SANTOS, J. E.; GALBIATI, C.; MOSCHINI, L. E. (Org.). **Gestão e Educação Ambiental:** água, biodiversidade e cultura. v. 3. São Carlos, SP: Rima Editora, 2010.

KARMAKER, T.; DUTTA, S. Modeling composite river bank erosion in an alluvial river bend. In: DITTRICH, A.; KOLL, K.; ABERLE.; GEISENHAINER. (ed.). **River Flow**. Bundesanstalt für Wasserbau, 2010, 1315 – 1322 p. Disponível em: https://izw.baw.de/e-medien/river-flow-2010/PDF/B5/B5_06.pdf. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

KARR, J. R.; CHU, E. W. Sustaining living rivers. **Hydrobiologia**. 422/423: 2000, p. 1–14. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225860668_Sustaining_Living_Rivers> Acesso em: 04 de janeiro de 2019.

KELLERHALD, R.; CHURCH, M.; BRAY, D. Classification and analysis of river processes. **Journal of the Hydraulics Division**. American society of civil Engineers Proceeding. 1976, p. 813-829.

KELMAN, J.; PEREIRA, M. V. F.; SALES, P. R.de H.; VIEIRA, A. de M.; KELMAN, R. Hidroeletricidade. In: BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; CIMINELLI, V. S. T. (Org.). **Águas doces no Brasil**. Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras editora, 2015. p. 505 - 534.

KHAN, M. S.; AHMAD, S. R. Microbiological contamination in groundwater of wah area. **Pakistan Journal of Science**. Vol. 64, N. 1, March, 2012.

KHEIRALLA, K. M.; SIDDEG, A.S. Control over river bank erosion: a case study of Ganetti Station, Northern States, Sudan. **Journal of Earth Science & Climatic Change**. Volume 6, 2015, p. 1-5. Disponível em: <https://www.omicsonline.org/open-access/control-over-river-bank-erosion-a-case-study-of-ganetti-stationnorthern-states-sudan-2157-7617-1000287.php?aid=58921>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

KHORSANDI, H.; FAGHIRI, G. A.; ASADZADEH, A. The rate of bank erosion of meandering rivers. **Conference: 2 nd, International conference on scour and erosion, At Nanyang Technological University, Singapore, Volume: 2; 131-137, 2015**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273886332_The_Rate_Of_Bank_Erosion_Of_Meandering_Rivers/download. Acesso em: 04 de março de 2019.

KNIGHTON, A. D. (1973). Riverbank erosion in relation to stream flow conditions. River Bollin-Dean, Cheshire. **East Midlands Geographer**, v. 5, p. 416-426.

KUERTEN, S.; SANTOS, M. L. dos.; SILVA, A. Variação das características hidrosedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí – PR, em seu curso inferior. **Geociências**. São Paulo. v. 28, n. 2, 2009, p. 143-151. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7104>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

LABADESSA, A. S. “Terras caídas”, as causas e implicações socioeconômicas: uma análise preliminar na comunidade de Calama – baixo rio Madeira/RO. **Boletim Paranaense de Geociências** 71-1 (2014) 12-20. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/24930>. Acesso em: 19 de novembro de 2018).

LABOURIAU, M. L. S. **História ecológica da terra**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

LACERDA FILHO, J. V.; ABREU FILHO, W.; VALENTE, C. R.; OLIVEIRA, C. C.; ALBUQUERQUER, M. C. (Orgs.) **Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso**: texto dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado de Mato Grosso. Esc. 1:1.000.000. Cuiabá: CPRM/SICME-MT, 2004. 235 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamento de metodologia científica**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LANE, S. N.; RICHARDS, K. S. Linking river channel form and process: time, space and causality revisited. **Earth surface processes and landforms**. vol 22, 1997, p. 249–260. Disponível em: <http://wpg.forestry.oregonstate.edu/sites/wpg/files/seminars/linking%20channel%20form%20and%20process.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

LAWLER, D. M.; COUPERTHWAITTE, J.; BULL, L. J.; HARRIS, N. M. Bank erosion events and processes in the Upper Severn basin. **Hidrology and Earth System Sciences**. 1 (3), 1997, p. 523-534. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/243214053_Bank_erosion_events_and_processes_in_the_Upper_Severn_Basin/download. Acesso em: 04 de janeiro de 2019.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUZA, Celia Alves de; CHAVES, Istéria Jovem de Freitas. Aspectos sedimentares na baía Negra, corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal de Cáceres (MT). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 43, 2012, p. 204-216.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUZA, Célia Alves; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. Processo de deposição fluvial na Baía Comprida, rio Paraguai, município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Revista. Ra'e Ga**. Curitiba, v.31, 2014, p. 296-316.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E do. **Geologia Geral**. 14ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2001.

LEOPOLD, L. B.; MADDOCK, JUNIOR, T. The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications. **Geological survey professional**. United States Government Printing Office, Washington, paper 252, 1953. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/pp/0252/report.pdf>. Acesso em: 19 de janeiro de 2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. Cap. 02 e 03.

LÓPEZ, P.; LÓPEZ-TARAZÓN, J. A.; CASAS-RUIZ, J. P.; POMPEO, M.; ORDOÑEZ, J.; MUÑOZ, I. Sediment size distribution and composition in a reservoir affected by severe water level fluctuations. **Science of the Total Environment**. 540 (2016) 158–167. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.033>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A. A.; CAMARGO, F. M. (ed.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 2002, p. 37-66.

LOUREIRO, R. L. de.; DIAS, A. de A.; MAGNAGO, H. Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: BRASIL, Departamento Nacional da Produção mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.21. **Juruena; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1980. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).

MA, Y.; HUANG, H. Q.; NANSON, G. C.; LI, Y.; YAO, W. Channel adjustments in response to the operation of large dams: the upper reach of the lower Yellow River. **Geomorphology**. 2012. Disponível em: <http://ro.uow.edu.au/scipapers/4279>. Acesso em: 31 de janeiro de 2019.

MACHADO, A. ANDRADE, L. N. P. da S.; MACHADO, C. S. D.; CARVALHO, L. R. de C. Levantamento e análise de depósitos de sedimentos no corredor fluvial do rio Teles Pires, entre Itauba e Nova Canaã do Norte/Mato Grosso. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física. **Anais...** Campinas. 2017. [Livro Eletrônico]. Disponível em: 10.20396/sbfga.v1i2017.2124. Acesso em: 31 de janeiro de 2019.

MACHADO, C. S. D.; SANTOS, M. dos.; MACHADO, A. D.; ANDRADE, L. N. P. da S. rio Cavalto Morto: confluência com o rio Teles Pires nos municípios de Nova Canaã do Norte e Itaúba - Mato Grosso. In: SILVA, I. A. de S.; FERREIRA, E.; e FERREIRA, A. R. (Org.). **Geografia: contextos e interfaces, coletânea da XVII. 1ª.Ed.** – Ananindeua: Itacaiúnas, 2018, p. 254-262 [Livro Eletrônico].

MAITELLI, G.T. Interações atmosfera superfície. In: MORENO, Gislaine e HIGA, Tereza C. S. (orgs). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade e ambiente.** 1ª ed. Cuiabá: Entrelinhas, 2005, p. 238 a 249.

MARENCO, J.; HASTENRATH, S. Case studies of extreme climatic events in the Amazon basin. **Journal of Climate**, 6(4):617-627, 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1993\)006<0617:CSOECE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1993)006<0617:CSOECE>2.0.CO;2). Acesso em: janeiro de 2017.

MCLAREN, P.; BOWLES, D. The effects of sediment transport on grain size distributions. **Journal of Sedimentary Petrology**. Vol. 55, No. 4, Jur-v, 1985, p. 457-470

MELLO, N. A. de. Relação entre a fração mineral do solo e qualidade de sedimentos: o solo como fonte de sedimentos. In: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (orgs.). **Qualidade dos sedimentos.** 2ª edição (revisado e ampliado). Porto Alegre: ABRH, 2013, cap. 2, p. 47-76.

MELTON, M. A. Na analysis of the relations among climate, surface properties and geomorphology. **Technical Report**. Departamento Geology, Columbia University, 1957.

MENDES, M. A. **História e Geografia de Mato Grosso**. 4ª ed. Cuiabá: Cafarnaum, 2015.

MENDES, A. B. Análise sinérgica da vida útil de empreendimentos hidrelétricos em cascata: o caso do rio Araguaia. In: POLETO, C. (org.). **Sedimentologia fluvial: estudos e técnicas**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2018, cap. 4 p. 115-152.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second Edition, Cambridge, cap. 1, 1996, p. 19-39.

MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS R.; CHAPMAN, D. Rivers. In: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second Edition, Cambridge, cap. 6, 1996, p. 246-324.

MIALL, A. D. Architectural - element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. **Earth Science Reviews**. v. 22, 1985, p. 261-308.

MIGUEL, A. E. S.; MEDEIROS, R. B.; DECCO, H. F.; OLIVEIRA, W. de. Análise morfométrica, geológica e hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Taquaruçu/MS. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. V. 4, n.2, 2014, p. 159-178. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4885> Acesso em: 12 de dezembro de 2018.

MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. Aplicação das características químicas e físicas dos sedimentos na modelagem dos processos de emissão de sedimentos em bacias hidrográficas. In: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (orgs.). **Qualidade dos sedimentos**. 2ª edição (revisado e ampliado). Porto Alegre: ABRH, 2013, cap.9, p. 259-285.

MIRANDA, R. B. de. **A influência do assoreamento na geração de energia hidrelétrica: estudo de caso na usina hidrelétrica de Três Irmãos – SP**. 2011, 132 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MIRANDA, R. B.; ESTIGONI, M. V.; MAUD, F. F. A influência do assoreamento nos reservatórios de centrais hidrelétricas. In: POLETO, C. (org.). **Sedimentologia fluvial: estudos e técnicas**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2018, cap.5, p. 157-190.

MONBET, P.; MCKELVIE, I. D. Phosphates. In: NOLLET, L. M. L. (ed.). **Handbook of water analysis**. 2ª ed. CRC Press Taylor & Francis Group, LLC. Cap. 8, 2007, p. 219-254.

MONTGOMERY, D. R.; BOLTON, ANDS. M. Hydrogeomorphic Variability and River Restoration. **American Fisheries Society**. 2003, p. 39-80. Disponível em: http://gis.ess.washington.edu/grg/publications/pdfs/Mont_Bolton.pdf. Acesso em: 26 de janeiro de 2019.

MORTANTE DE PEIXES. **Folhamax**. 11 de fevereiro de 2019.

MORTIMER, M.; MÜLLER, J. F.; LIESS, M. Sampling Methods in Surface Waters. In: NOLLET, L. M. L. (ed.). **Handbook of water analysis**. 2ª ed. Capítulo: 1, 2007, p. 1-46.

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C.; OLIVEIRA, I. J. de. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas...”. **Élisée, Rev. Geo.** UEG – Porangatu, v.5, n.2, p.59-86, jul./dez. 2016.

NAZÁRIO, F. **Rios da bacia Amazônica têm a melhor qualidade de água do Estado. Secretária de Estado do Meio Ambiente**. 2016. Disponível em: http://sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3500-rios-da-bacia-amazonica-tem-a-melhor-qualidade-de-agua-do-estado&catid=56:sema&Itemid=180. Acesso em: 12 de outubro de 2019.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.

NORTÃO ONLINE. **Perigo: Copel alerta sobre riscos da pesca e navegação no canal da Usina Colíder**. Disponível em: <http://www.nortaoonline.com/mobile/noticias/Colíder/8789/>. Acesso em: 4 de julho de 2019.

OLIVEIRA, M. P. de. **O projeto de colonização particular da gleba Celeste, na fronteira agrícola**. UnB. 1984.

OLIVEIRA, E. de. Geometria Hidráulica: Algumas Considerações Teóricas e Práticas. **Sociedade e Território**. Natal, v. 24, nº 1, p. 166 - 184, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3470>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

OLIVEIRA, A. U. A. **Fronteira Amazônica Mato-Grossense: Grilagem, Corrupção e Violência**. São Paulo: Iandé Editorial, 2016. Disponível em: <http://agraria.flch.usp.br/sites/agraria.flch.usp.br/files/A%20FRONTEIRA%20AMAZ%20C3%94NICA%20MATO%20GROSSENSE.pdf>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2019

PACHECO, J. B.; BRANDÃO, J. C. M.; CARVALHO, J. A. L. de. Geomorfologia fluvial do rio Solimões/Amazonas: estratégias do povo vazeano do sudoeste do careiro da várzea. **Revista Geonorte**. Edição Especial, V.2, N.4, p.542 – 554, 2012. (viewed 01 de agosto de 2019). Available from: www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2106/1983

PADILHA, Rinaldo M. **Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso: caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial**. Dissertação (Mestrado em geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2017, 153 p.

PAPANICOLAOU, A. N.; DEY, S.; RINALDI, M.; MAZUMDAR, A. Research issues for riverine bank stability analysis in the 21st century. **IIHR-Hydroscience & Engineering**. The University of Iowa City, 2006. Disponível em: <https://www.iihr.uiowa.edu/wp-content/uploads/2013/06/TR-457-Research-Issues.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2019.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1974.

PEREIRA, J. M. O processo de ocupação e de desenvolvimento da Amazônia: a implementação de políticas públicas e seus efeitos sobre o meio ambiente. **Revista de Informação Legislativa**. Brasília a. 34 n. 134 abr./jun. 1997. Disponível em: www2.senado.leg.br/bdsf/handle. Acesso em: 17 de novembro de 2018.

PETTS, G. E. Complex response of river channel morphology subsequent to reservoir construction. **Progress in Physical Geography**. 3(3), September, 1979, P. 329-362. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249822672_Complex_Response_of_River_Channel_Morphology_to_Reservoir_Construction. Acesso em: 31 de janeiro de 2019.

PICOLI, F. **Amazônia e o capital: uma abordagem do pensamento hegemônico e do alargamento da fronteira**. Sinop: Editora Fiorelo, 2005.

PICOLI, F. **O capital e a devastação da Amazônia**. 1ª ed. São Paulo: Expressão popular, 2006.

PINTO, A. A. S. **Estabilização de margens fluviais. Uma abordagem multifuncional**. 2017. 410 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade do Porto. Porto, 2017.

PIRES, J. S. R.; SANTOS J. E. dos.; DEL PRETTE, M. E. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002, p. 17-35.

POIZOT, E.; MÉAR, Y.; BISCARA, L. Sediment Trend Analysis through the variation of granulometric parameters: A review of theories and applications. **Earth-Science Reviews**. N. 86, 2008, p. 15–41.

POLETO, C.; CASTILHOS, Z. C. Impacto por poluição difusa de sedimentos em bacias urbanas. In: POLETO, C. (org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008, cap. 6, p. 193-228.

POLETO, C.; LAURENTI, A. Sedimentos urbanos e corpos d' água. In: POLETO, C. (org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008, cap. 4, p. 110-148.

POMEROL, C.; LAGABRIELLE, I.; RENARD, M.; GUILLOT, S. **Princípios de Geologia: técnicas, modelos e teorias**. 14ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PRADO, E. S.; BARROS, M. A. de S.; PINHO, F. E. de C.; PIEROSAN, R. Granito Terra Nova — petrologia e geocronologia: um granito tipo-A da Província Aurífera Alta Floresta — Cráton Amazônico. **Brazilian Journal of Geology**, 43(1): 101-116, March 2013.

PRESTON, N. J.; DIKAU, R. Process interaction and sediment delivery in the Pleiser Hugelland, Germany. In: GOLOSOV, V.; BELYAEV, V.; WALLING, D. E. (ed.).

Sediment Transfer through the Fluvial System. Published by the International Association of Hydrological Sciences, 2004, p. 84-92.

RAMOS, Y. S.; NASCIMENTO, N. V. do.; FARIAS, M. S. S. de.; FERNANDES, A. H. M.; NETO, J. Q. Degradação física das áreas de entorno do reservatório da usina hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE BRASIL. **Revista Verde**. Mossoró, RN, v. 7, n. 5, dezembro de 2012 p. 132-139. (Edição Especial). Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

RIBEIRO FILHO, R. A.; PETRERE JUNIOR, M.; BENASSI, S. F.; PEREIRA, J. M. A. Itaipu Reservoir limnology: eutrophication degree and the horizontal distribution of its limnological variables. **Braz. J. Biol.**, 2011, vol. 71, no. 4, p. 889-902. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000500010>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

RICCOMINI, C.; ALMEIDA, R. P. de.; GIANNINI, P. C. F.; MANCINI, F. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de.; TAIOLI, F. (org.). **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Nacional, 2009, p. 306-333.

RINALDI, M.; DARBY, S. E. **Modelling river-bank-erosion processes and mass failure mechanisms**: progress towards fully coupled simulations. Vol.11, 2007, p. 213-239. Disponível em: [10.1016/s0928-2025\(07\)11126-3](https://doi.org/10.1016/s0928-2025(07)11126-3). Acesso em: 4 de janeiro de 2019.

RESENDE, M.; CARVALHO FILHO, A.; LANI, J. L. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Campinas, 1992. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. P. 32-67.

RIBEIRO FILHO, R. A.; PETRERE JUNIOR, M.; BENASSI, S. F.; PEREIRA, J. M. A. Itaipu Reservoir limnology: eutrophication degree and the horizontal distribution of its limnological variables. **Braz. J. Biol.**, 2011, vol. 71, no. 4, p. 889-902. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000500010>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

RIBEIRO, G. F.; PEREIRA, S. Y. Análise morfométrica da bacia hidrográfica Vargens de Caldas, Planalto de Poços de Caldas, MG. **Terrae**. Campinas. V. 10, 2013. Disponível: <https://www.ige.unicamp.br/terrae/V10/PDFv10/TD-10-2-Glaucielen.pdf>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

ROCHA, P. C. Os processos geomórficos e o estado de equilíbrio fluvial no alto Rio Paraná, centro sul do Brasil. **Geosul**. Florianópolis. v. 24, n. 48, jul./dez. 2009, p 153-176. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2009v24n48p153>. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

ROCHA, P. C. Geometria hidráulica e transporte de sedimentos em canais do sistema fluvial do alto rio Paraná, centro-sul do Brasil. **Geosul**. Florianópolis, v. 31, n. 61, jan./jun. 2016, p 249-269. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/21775230.2016v31n61p249/31917>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

ROSGEN, D. L.A. Practical method of computing streambank erosion rate. **Wildland Hydrology**. Inc. Pagosa Springs, Colorado, 2001. Disponível em: <https://semspub.epa.gov/work/01/554370.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63 p.

SANTOS, U. de M.; BRINGEL, S. R. B.; BERGAMIN FILHO, H.; RIBEIRO, M. N. G.; BANANEIRA, M. rios da bacia amazônica: afluentes do rio Negro. **Acta Amazônica**. 14 (1-2): 1984, p. 222-237. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921984142237>. Acesso em: 09 de outubro de 2019.

SANTOS, E. S. dos.; CUNHA, A. C. da. Análise de cenários hidrossedimentométricos para estimar taxas de assoreamento e vida útil do reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão no Rio Araguari/AP-Brasil. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 5, n. 3, 2015, p. 88-97. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1723>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. – **Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico (ZEE) do Estado de Mato Grosso**. PRODEAGRO, 2001.

SCHERER, C. M. S.; LAVINA, L. E.; FONSECA, M. M.; SANTOS, L. A. de O. Barras em Portal em Depósitos Fluviais Antigos: Exemplos no Registro Geológico Sul-riograndense. **Pesquisa em Geociências**. 21 (I): 71-88. 2000

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. 2ª ed. São Carlos: RiMa, 2007.

SILVA, A. P. de S.; DIAS, H. C. T.; BASTOS, R. K. X.; SILVA, E. Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1063-1069, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000600009>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

SILVA, L. N. P. da. **Bacia hidrográfica do Córrego das Pitas-MT: dinâmica fluvial e o processo de Ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos**. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2009. Disponível em: <http://www.unemat.br/prppg/ppgca/teses/2009/17.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E.; NEVES, S. M. A.S. Erosão marginal e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres (MT). **Revista Brasileira de Geociências**. 41(1): 76-84, março de 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjgeo/v41n1/2317-4692-bjgeo-41-01-76.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

SILVA, F. L. da.; PENA, W. A.; OLIVEIRA, F. de A. A dinâmica da ocupação da Amazônia brasileira: do interesse político e econômico aos conflitos socioambientais.

EUMED. NET, 2015. Disponível em: <http://xn--caribea-9za.eumed.net/wp-content/uploads/conflitos1.pdf>. Acesso em: 05 de janeiro de 2019.

SILVA, F. L. da.; SILVA, G. C. da.; FUSHITA, A. T.; JUNIOR, I. B.; CUNHA-SANTINO, M. B. Qualidade das águas e hemerobia da bacia do córrego do Mineirinho, São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.10, n.06 (2017) 1921-1933. Disponível em: <http://doi.10.26848/rbgf.v10.6.p1921-1933>. Acesso em: 18 de julho de 2019.

SILVA, P. A. da.; ANDRADE, L. N. P. da S.; ANDRADE, B. da C. Dinâmica fluvial e uso/ocupação da terra do córrego rio Bonito no município de Nova Canaã do Norte/Mato Grosso. **Revista Equador**. (UFPI), Vol. 7, Nº 1, 2018, p 163 – 183. Acesso em: 28 de dezembro de 2018.

SOUZA FILHO, E. E. de. **Aspecto da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR)**. 1993, 235 fls. Tese (Doutorado Geologia Sedimentar). Universidade de São Paulo. Instituto Geociências. São Paulo, 1993.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do Rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. 2004. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Pantanal de Cáceres-MT: Dinâmica das Margens do Rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã-MT. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Seção Três Lagoas - MS, v. 1, 2009. p. 18 - 42.

SOUZA, E. A. de. Mato Grosso: a (re) ocupação da terra na fronteira amazônica. Estado e Políticas Públicas. In: ROQUE FARIA, H. J.; MEZALIRA, S. M.; BONI, M. R.; DIAS, M. (orgs.). **Leitura e escrita na Amazônia Mato-grossense**. Cáceres: Ed. UNEMAT, 2011, 7-30.

SOUZA, A. L. O papel do setor elétrico na melhoria da qualidade de vida: evolução histórica e social rumo à universalização – ANEEL. In: CAMPAGNOLI, F.; DINIZ, N. C. (Org.). **Gestão de reservatórios de hidrelétricas**. São Paulo: Oficinas de Textos, cap. 3. 2012, p. 155-158.

SOUZA, J. R. de.; MORAES, M. E. B. de.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodepa**, v.8, n.1, 2014, p. 26-45. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>. Acesso em: 20 de outubro de 2018.

SOUZA, J. O. P. de.; ALMEIDA, J. D'A. M. de. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. **OKARA: Geografia em debate**, v.9, n.1, p. 108-122, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283017170>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

STEVAUX, J. C. **O rio Paraná**: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária de seu curso superior (região de Porto Rico, PR). 1993, 261 fls. Tese (Doutorado Geologia Sedimentar). Universidade de São Paulo. Instituto Geociências. São Paulo, 1993.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de textos, 2017, p.59-81.

STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A.; CAVIGLIONE, J. H. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara. **Portal da Cartografia das Geociências**. Londrina v. 3 n. 1, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, 1952. p. 923-938.

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Plano de desenvolvimento integrado dos vales dos rios Xingu e Tapajós**. V. 3. Sondotécnica S. A. 1976.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blücher, USP, 1973.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

SUSPENSÃO EM USINAS HIDRELÉTRICAS. **Olhar Direto**. 11 de fevereiro, 2019.

SWIETLICKA, I.; SUJAK, A.; MUSZYNSKI, S.; SWIETLICKI, M. The Application of artificial neural networks to the problem of reservoir classification and land use determination on the basis of water sediment composition. **Ecological Indicators**. 72 (2017) 759–765. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.012>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso**: clima análise e representação cartográfica. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.

THORNE, C. R. Processes of bank erosion In river channels. **School of Environmental Sciences**, March 1978. Available from: https://www.researchgate.net/publication/33922206_Processes_of_Bank_Erosion_in_River_Channels/download. Acesso em: 19 de janeiro de 2019.

THORNE, C. R. Bank erosion and meander migration of the Red and Mississippi rivers, Usa. **Hydrology for the Water Management of Large River Basins** (Proceedings of the Vienna Symposium, August 1991). IAHS. N° 201, 1991. Disponível em: http://hydrologie.org/redbooks/a201/iahs_201_0301.pdf. Acesso em: 06 março de 2019.

THORNTON, J.; STEEL, A.; RAST, W. Reservoirs. In: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second Edition, Cambridge, cap. 8, 1996, p. 371- 411.

TONELADAS DE PEIXES MORREM EM USINA NO RIO TELES PIRES. **Nortão online**. 12 de fevereiro de 2019.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRAJANO, S. R. R. da S.; SPADOTTO, C. A.; HOLLER, W. A.; DALCIO, J.; MARTINHO, P. R. R.; FOIS, N. S.; SANTOS, B. B. de O.; TOSCHI, H. H.; LISBOA, F. S. Análise morfométrica de bacia hidrográfica: subsídio à gestão territorial, estudo de caso no alto e médio Mamanguape. **Boletim de Pesquisa em Desenvolvimento/Embrapa Gestão Territorial**. Campinas, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/960720/1/0000010346BPDAnali semorfometrica.pdf>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

TRIVELLATO, F. T. **Dinâmica fluvial no canal principal da bacia do rio do Peixe (planalto ocidental paulista): análise comparativa a partir da expedição 1905/1906 realizada pela comissão geográfica e geológica do estado de São Paulo**. 2013, 119 Fls. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas. Instituto Geociências. Campinas, 2013.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Rios. In: TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, cap. 13, 2008, p. 355-379.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

TWIDALE, C. R. **Erosion of a alluvial bank at Birdwood, South Australia**. Zeitschrift für Geomorphologie, 1964.

UBEID, K. F. Quaternary alluvial deposits of Wadi Gaza in the middle of the Gaza Strip (Palestine): Facies, granulometric characteristics, and their paleoflow direction. **Journal of African Earth Sciences**. 118 (2016) 274- 283. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.03.012>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na Região Norte do Nordeste Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). INPE, São José dos Campos, 1989.

VALENTE, O. G.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceira**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* v. 37, 1980. Disponível: <https://doi.org/10.1139/f80-017>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

VIANA, W. R. C da C.; MORAES, M. E. B. de. Bacia do rio Almada (Bahia): criação de cenários ambientais a partir do diagnóstico da fragmentação florestal. In: MORAES, M. E. B. de.; LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus, BA: Editus, 2016, cap. 2, p. 37-56.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

WARD, J. V.; STANFORD, J. A. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: FONTAINE, T. D.; BARTELL, S. M. (ed.). **Dynamics of Lotic Ecosystems**. Collingwood, Ann Arbor Scientific Publishers. 1983, p. 29-42.

WALLING, D. E. Linking land use, erosion and sediment yields in river basins. **Hydrobiologia**. 410: 223–240, 1999. Disponível em: <http://www.fiscadosolo.ccr.ufsm.quoos.com.br/downloads/Disciplinas/Modelagem/walling%201999.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2019.

WILLIAMS, G. P.; WOLMAN, M. G. Downstream effects of dams on alluvial rivers. **Geological Survey Professional**. 1984. Paper 1286. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/pp/1286/report.pdf>. Acesso em: 31 de janeiro e 2019.

WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. Magnitude and Frequency of Forces in Geomorphic Processes. **The Journal of Geology**. Vol. 68, No. 1, 1960, 54-74 p. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a7bc/b60b93eeefb5c1396234d5baf5b18c3cc574.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

WOOD, P. J.; ARMITAGE, P. D. Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment. **Environmental Management**. Vol. 21, No. 2, p. 203–217. 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/14200730_Biological_Effects_of_Fine_Sediment_in_the_Lotic_Environment/download. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

ZANANDREA, F.; KOBAYAMA, M.; MICHEL, G. P. Conectividade hidrossedimentológica: uma abordagem conceitual. **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Florianópolis, 2017.

ZARF, C.; BERLEKAMP, J.; HE, F.; JÄHNIG, S.; DARWALL, W.; TOCKNER, K. Future large hydropower dams impact global freshwater megafauna. **Scientific Reports**. 2019, 9:18531. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54980-8>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.