



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE DAS
IMPLICAÇÕES ENTRE O USO, COBERTURA E MANEJO DA
TERRA E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS:
BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS CÓRREGOS LAJEADO
AMARELO E RIBEIRÃOZINHO, TRÊS LAGOAS/MS**

ADALTO MOREIRA BRAZ

**TRÊS LAGOAS
2017**

ADALTO MOREIRA BRAZ

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE DAS
IMPLICAÇÕES ENTRE O USO, COBERTURA E MANEJO DA
TERRA E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS:
BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS CÓRREGOS LAJEADO
AMARELO E RIBEIRÃOZINHO, TRÊS LAGOAS/MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação –
Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração
Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência
final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob
orientação da Profª. Dra. Patricia Helena Mirandola Garcia.

**TRÊS LAGOAS
2017**

Termo de Aprovação

ADALTO MOREIRA BRAZ

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE DAS IMPLICAÇÕES ENTRE O USO,
COBERTURA E MANEJO DA TERRA E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS:
AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS CÓRREGOS LAJEADO AMARELO E
RIBEIRÃOZINHO, TRÊS LAGOAS/MS

Dissertação apresentada à banca examinadora em:

24 de fevereiro de 2017 às 08:00 horas.

Prof^a. Dra. Patricia Helena Mirandola Garcia
UFMS/CPTL
(orientadora)

Prof. Dr. André Luiz Pinto
UFMS/CPTL
(membro)

Prof. Dr. Mauro Henrique Soares da Silva
UFMS/CPTL
(membro)

Resultado: **Aprovado**

TRÊS LAGOAS
2017



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Coordenadoria de Pós-Graduação (CPG/PROPP)



Ata de Defesa de Dissertação
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado

Aos vinte e quatro dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezessete, às oito horas, no Anfiteatro da Unidade III, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Patricia Helena Mirandola Garcia (UFMS/CPTL), Mauro Henrique Soares da Silva (UFMS) e Andre Luiz Pinto (UFMS/CPTL), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho do aluno: ADALTO MOREIRA BRAZ, CPF 04240789109, Área de concentração em Análise Geoambiental e Produção do Território, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Curso de Mestrado, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresentado sob o título "Geotecnologias Aplicadas na Análise das Implicações entre Uso, Cobertura e Manejo da Terra e a Qualidade das Águas Superficiais: bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho, Três Lagoas/MS" e orientação de Patricia Helena Mirandola Garcia. A presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra ao aluno que expôs sua Dissertação. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, a presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu Parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR

Dra. Patricia Helena Mirandola Garcia

Dr. Mauro Henrique Soares da Silva

Dr. Andre Luiz Pinto

ASSINATURA

AVALIAÇÃO

RESULTADO FINAL:

☒ Aprovação

☐ Aprovação com revisão

☐ Reprovação

OBSERVAÇÕES:

Nada mais havendo a ser tratado, a Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença.

Assinaturas:

Presidente da Banca Examinadora

Aluno

Dedico à minha família pelo imenso apoio e compreensão, pela educação exemplar a qual recebi e ainda recebo e por toda dedicação durante estes anos, para que minha formação se tornasse a melhor possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de incentivo à pesquisa e aos estudos ao longo do mestrado. E ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) que ofereceu o suporte necessário em minha trajetória enquanto aluno de mestrado, em especial ao Michel Tosta.

À minha orientadora, Prof^a. Dra Patricia Helena Mirandola Garcia, pela brilhante orientação, que se entende desde a graduação. Sem seus ensinamentos, os sonhos jamais seriam transferidos às páginas dos inúmeros trabalhos acadêmicos. Agradeço por sua amizade, companheirismo dentro do laboratório e por todos os direcionamentos. Sua orientação rompeu as barreiras acadêmicas, impactando muitas das minhas decisões pessoais. Agradeço pela eterna e constante acolhida no LAPEGEO, o melhor laboratório do universo!

Ao Prof. Dr. André Luiz Pinto, pela disponibilização dos equipamentos de mensuração da qualidade das águas e todo suporte para as análises. Também pelos imensos esclarecimentos ao longo desta dissertação. Sua paciência e dedicação em me fazer entender, inúmeras relações geográficas, que me possibilitaram o entendimento das questões de qualidade das águas, informação de suma importância neste trabalho. Agradeço também pelas valiosas contribuições e por tantas horas sentados ao LABGRH dedicadas às inúmeras contribuições acadêmicas e pessoais.

Ao Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira, por suas valiosas contribuições que muito agregaram à dissertação, por sua paciência em ler um extenso relatório de qualificação, pela disponibilidade em avaliar e agregar significativo conhecimento, principalmente cartográfico a esta dissertação.

Ao Prof. Dr. Mauro Henrique Soares da Silva pela amizade, pelas valiosas contribuições e por aceitar o convite de participar deste processo importante de defesa de minha dissertação.

Ao Prof. Dr. Helio Ricardo Silva sempre disposto a ajudar e me incentivar na carreira acadêmica.

À Prof^a. Dra Edima Aranha Silva pela oportunidade, incentivo e empenho para que meu estágio de pesquisa no exterior fosse realizado com excelência, junto da Universidade de Lisboa, Portugal. Agradeço pela oportunidade de conhecer novos lugares, novas culturas, novas pessoas, novas geografias, e principalmente, por este estágio me proporcionar o conhecimento de novas técnicas de geoprocessamento, atividade que tanto amo.

Agradeço ao Prof. Dr. Nuno Manuel Sessarego Marques da Costa por me receber na Universidade de Lisboa, por dedicar seu tempo a me esclarecer inúmeras dúvidas quanto à modelagem de redes, técnicas de geoprocessamento e me apresentar uma teoria incrível, a dos Grafos.

Agradeço ao Rafael Brugnolli (Rafa) pela amizade acadêmica, pelas longas e importantes discussões e por todo apoio e paciência na análise dos sedimentos em suspensão. Parte destes resultados não seriam possíveis sem a sua ajuda.

À Ana Caroline (Carol) técnica de laboratório/Biologia, pela disponibilidade e gentilmente ceder minha permanência no laboratório de Citogenética Vegetal para os procedimentos de extração dos sedimentos em suspensão das amostras de água.

Agradeço ao Renan (Gaúcho), a começar pelo longo companheirismo de LAPEGEO, se estendendo para os atuais sete anos de caminhada “geotecnológica”. As longas conversas acadêmicas e/ou pessoais, sejam elas dentro da universidade ou tomando muita cerveja foram de grande valia para este trabalho e para muitas decisões tomadas no âmbito da UFMS. Não posso deixar de lembrar (e agradecer novamente) pelas parcerias e trabalhos dentro do LAPEGEO. Nos dois últimos anos, nossa presença no LAPEGEO, mesmo que fragmentada, foi engrandecedora.

À Amanda (Pelu) que nos últimos meses se integrou ao LAPEGEO e se tornou um motivo a mais para entender as relações do laboratório sob uma ótica familiar.

Ao Matheus (Montanha) pela amizade e companheirismo diário, pelas longas conversas no LAPEGEO e pelas valiosas cervejas em dias memoráveis de distração.

À Fernanda Xavier (Fefê), por trazer calma nos turbulentos dias em Cáceres/MT, por se tornar essencial neste período, pelo companheirismo acadêmico/profissional, pelos dias memoráveis tomando cerveja às margens do rio Paraguai e pela sua importante amizade.

Aos amigos Geógrafos Andre Pessoa, Hermiliano Decco (Hermínio), Cesar Ferreira (Cesinha), Danilo Souza, Thiago Águas (Thiaguinho), José Mantovani (Zézim), Rafael Martins (Tripa) Glauber Stefan (Polar), Rodrigo Pinho, Marcelo Suveges e Arne Kunkel (Alemão).

Aos amigos que não são geógrafos, mas que de alguma maneira contribuíram nesta caminhada, Ruan Canavarro (Champs), Fernando Garcia (Toskera) e Eduardo Previato (Edu), agradeço pelo imenso companheirismo e as palavras de incentivo.

Aos meus pais, Adalto e Edilaine e às minhas irmãs Aline e Amanda (Pelu), pelo carinho, amor de família e constante incentivo. Obrigado por acreditarem em mim, até nos dias em que nem eu mesmo acreditei. Eu amo vocês!

À Paola Boni, que ainda em tempo, se tornou uma das pessoas mais importantes no meio dessa confusão na qual chamamos de mundo. Obrigado pela força. Meus sinceros agradecimentos, carregados de amor. Você tem sido essencial nessa caminhada, eu amo você!

Agradeço à Deus, pela fé, pela luz no meu caminho, pela proteção e determinação diária. A vocês, meus sinceros agradecimentos. “Essa eu fiz por todos nós”!

“Alheia a isso, a maioria continua exaltando o luxo e a propriedade privada. Esquecem que caixão não tem gaveta e que dessa passagem, a aprendizagem é a única bagagem levada”. (Forfun)

RESUMO

Esta pesquisa pretende avaliar a relação entre o uso, cobertura e manejo da terra e a influência na qualidade das águas superficiais. São investigadas a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, no município de Três Lagoas/MS e a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, no município de Selvíria/MS. Ambas bacias hidrográficas são afluentes da margem esquerda do Rio Sucuriú. A utilização do manejo integrado vem a ser uma das formas de compreender as atividades socioeconômicas e ser um importante controlador da qualidade das águas superficiais, subsidiando indicações de uso e cobertura da terra e o melhor ordenamento para a conservação ambiental de bacias hidrográficas. Para que seja possível compreender as bacias hidrográficas como um todo, adotou-se como embasamento teórico a teoria geral dos sistemas, tratando as bacias hidrográficas como sistemas ambientais. A metodologia a ser utilizada é a do manejo integrado, proposta por Fernandes (2010). A partir da perspectiva sistêmica, foi possível considerar as bacias hidrográficas na sua totalidade, avaliando a maneira como ocorrem as implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade de suas águas superficiais e no transporte de sedimentos em suspensão, objetivo estabelecido nesta dissertação. Utilizou-se da aplicação das geotecnologias que contribuíram (além das funções cartográficas), para a identificação de ações e consequências no espaço estudado. Em vista disso, as geotecnologias foram uma boa estratégia enquanto ferramenta aplicada e na definição de critérios para o mapeamento das bacias hidrográficas. As diretrizes propostas foram importantes no sentido de que, a partir de uma análise e um diagnóstico da situação atual das bacias hidrográficas, foi possível orientar propostas (chamadas aqui de práticas conservacionistas) que ultrapassaram a simples análise e caracterização do manejo nas bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Geotecnologias; Planejamento Ambiental; Abordagem Sistêmica.

ABSTRACT

This research intends to evaluate the relationship between the use, coverage and management of the land and the influence on the surface water quality. The watershed of the Lajeado Amarelo Stream, in the municipality of Três Lagoas/MS, and the Ribeirãozinho stream water catchment area, in the municipality of Selvíria/MS, are investigated. Both hydrographic basins are tributaries of the left bank of the Sucuriú river. The use of integrated management is one of the ways to understand socioeconomic activities and to be an important controller of surface water quality, subsidizing indications of land use and land cover, and the best arrangement for the environmental conservation of river basins. In order to be able to understand the watersheds as a whole, the general theory of systems was adopted as a theoretical basis, treating the river basins as environmental systems. The methodology to be used is the integrated management, proposed by Fernandes (2010). From a systemic perspective, it was possible to consider the entire river basins, evaluating how the implications of land use, land cover and management on surface water quality and sediment transport in suspension, the objective established in this dissertation. It was used the application of the geotechnologies that contributed (besides the cartographic functions), for the identification of actions and consequences in the space studied. In view of this, geotechnologies were a good strategy as an applied tool and in the definition of criteria for the mapping of river basins. The proposed guidelines were important in that, from an analysis and a diagnosis of the current situation of the river basins, it was possible to orient proposals (called here of conservation practices) that went beyond the simple analysis and characterization of the management in the river basins.

Keywords: Geotechnology; Environmental Planning; Systemic Approach.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização das bacias hidrográficas (sistema e subsistema).....	24
Figura 2: Mapa de localização das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.....	30
Figura 3: Representação esquemática de um sistema, assinalando os elementos e suas relações.....	35
Figura 4: Representação de uma bacia hidrográfica enquanto sistema aberto.....	37
Figura 5: Modelo de interação mostrando a relação entre as ciências da informação geográfica à medida que elas se relacionam com a matemática e a lógica, e com as ciências físicas, biológicas e sociais.....	52
Figura 6: Esquema visual da importância da água como recurso natural.....	67
Figura 7: Esquema visual de fontes de poluição e interação com os sistemas ambientais.....	68
Figura 8: Fluxograma representando a estrutura e organização do banco de dados.....	83
Figura 9: Compartimentação topográfica da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	84
Figura 10: Compartimentação topográfica da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	84
Figura 11: Composição colorida (RGB) em falsa-cor. A) Banda 6; B) Banda 5; C) Banda 4. Landsat 8/OLI.....	86
Figura 12: Resultado da fusão de bandas do Landsat 8/OLI. A) Composição de bandas (RGB) em falsa-cor (30m); B) Banda 8 Pancromática (15m); C) Imagem fusionada colorida (15m); D) Imagem fusionada com histograma de cores equalizado.....	87
Figura 13: Vetorização das classes de uso e cobertura da terra sobre uma imagem Landsat 8 (02/08/2015).....	88
Figura 14: Fluxograma para as diretrizes de manejo integrado das bacias hidrográficas.....	96
Figura 15: Unidade de controle do HORIBA U-50.....	104
Figura 16: Sensores do HORIBA U-50.....	105
Figura 17: Microfiltros utilizados para pesagem dos sedimentos.....	105
Figura 18: Pesagem dos filtros antes da filtragem.....	106
Figura 19: Instrumentos usados para filtragem da água.....	106
Figura 20: Bomba a vácuo utilizada na filtragem das amostras.....	106
Figura 21: Microfiltro com sedimentos após a filtragem da amostra.....	107
Figura 22: Secagem dos microfiltros em estufa.....	107
Figura 23: Microfiltro com sedimentos após a secagem na estufa.....	108

Figura 24: Classificação para o enquadramento das águas doces no Brasil.....	110
Figura 25: Mapa de solos da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	116
Figura 26: Mapa de solos da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	117
Figura 27: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	119
Figura 28: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	120
Figura 29: Mapa de vegetação (1974) da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	122
Figura 30: Mapa de vegetação (1974) da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	124
Figura 31: Mapa da cobertura vegetal do MS da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	125
Figura 32: Mapa da cobertura vegetal do MS da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	140
Figura 33: Propriedades rurais certificadas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2016.....	128
Figura 34: Propriedades rurais certificadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2016.....	129
Figura 35: Mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.....	132
Figura 36: Agricultura de soja entre o alto e médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	133
Figura 37: Agricultura de soja entre o alto e médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo - 1.....	133
Figura 38: Foz do curso d'água principal no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	134
Figura 39: Área úmida (varjão) no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	134
Figura 40: Campo sujo nas margens direita da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, nas proximidades da estrada de acesso principal que cruza o médio curso da bacia.....	135
Figura 41: Pastagem nas proximidades da vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	136
Figura 42: Gado nas pastagens próximas da vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	136
Figura 43: Pastagem degradada na vertente do alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	137

Figura 44: Silvicultura no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo....	137
Figura 45: Solo exposto por pisoteio do gado na margem esquerda da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	138
Figura 46: Solo exposto por pisoteio do gado na margem direita no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	138
Figura 47: Vegetação natural florestal (vegetação remanescente) no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	139
Figura 48: Vegetação natural florestal (reserva legal) no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	139
Figura 49: Mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.....	141
Figura 50: Espelho d’água formado na segunda barragem no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	142
Figura 51: Barragem desativada no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	142
Figura 52: Área úmida nas APPs do médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	143
Figura 53: Área úmida sem mata ciliar nas APPs do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	143
Figura 54: Campo sujo (reserva legal em recomposição) a meia vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	144
Figura 55: Pastagem na margem direita no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho. Ao fundo um pequeno fragmento de vegetação remanescente.....	145
Figura 56: Pastagem manejada no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	145
Figura 57: Pastagem degradada a meia vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	146
Figura 58: Pastagem degradada a meia vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 1.....	146
Figura 59: Erosão hídrica nas APPs no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	148
Figura 60: Solo exposto por pisoteio do gado no entorno de uma barragem no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	148

Figura 61 Erosão marginal no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	149
Figura 62: Área de deposição de sedimentos no exutório da bacia - a) Imagem RapidEye (20/03/2013); b) Landsat 8 (02/08/2015); c) <i>Basemap</i> Imagery (13/05/2010).....	149
Figura 63: Vegetação remanescente (cerrado arbóreo-arbustivo) no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	150
Figura 64: Vegetação nativa (Cerrado) no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	150
Figura 65: Mapa do atual manejo da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.....	156
Figura 66: Mapa do atual manejo da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015..	157
Figura 67: Mapa de <i>curve number</i> da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.....	168
Figura 68: Mapa de <i>curve number</i> da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.....	169
Figura 69: Ponto 4 de análise das águas. Baixo curso, na foz da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	173
Figura 70: Ponto2 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo. Áreas úmidas e livre acesso do gado para dessedentação.....	174
Figura 71: Ponto1 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo, influência da movimentação da estrada nos valores de condutividade elétrica e livre acesso do gado na qualidade das águas superficiais.....	175
Figura 72: Ponto5 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo. Afluente perene do canal principal em processo de degradação. Alto índice de turbidez das águas.....	177
Figura 73: Ponto 4 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo, assoreamento na foz da bacia e alto valor de S.T.D. nas águas superficiais.....	179
Figura 74: Ponto 3 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho, área úmida sem mata ciliar e ocupado por pastagens no entorno.....	181
Figura 75: Ponto 1 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho. Águas lentas, livre acesso do gado para dessedentação e falta de vegetação ciliar.....	182
Figura 76: Ponto 4 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho. Local de erosões marginais, solo exposto e erosões hídras nas APPs e margens do córrego.....	183
Figura 77: Ponto 2 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho, maior barragem do córrego, pisoteio do gado, falta de proteção e alto índice de turbidez.....	185

Figura 78: Ponto 4 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho, local de erosões marginais e solo exposto, contribuindo para alto índice de S.T.D. e Turbidez das águas.....	187
Figura 79: Pisoteio do gado nas margens do córrego. Ponto de coleta 1, na primeira barragem da bacia do Lajeado Amarelo.....	188
Figura 80: Transecto do ponto de coleta 1 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	189
Figura 81: Margem direita do ponto de coleta 2. Médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo. Entorno das APPs ocupado por agricultura.....	190
Figura 82: Transecto do ponto de coleta 2 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	191
Figura 83: Transecto do ponto de coleta 3 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	192
Figura 84: Mata ciliar em ambas as margens no ponto de coleta 3. Margem direita com APP preservada. Baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	192
Figura 85: Reserva legal (Cerrado) no entorno do ponto de coleta 4. Foz da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	193
Figura 86: Transecto do ponto de coleta 4 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	193
Figura 87: Degradação das águas no ponto de coleta 5 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo. Único afluente perene do curso d'água principal. APPs desprotegidas e falta de manejo no entorno do ponto de coleta.....	195
Figura 88: Transecto do ponto de coleta 5 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	196
Figura 89: Falta de mata ciliar no ponto de coleta 1, médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	197
Figura 90: Transecto do ponto de coleta 1 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	197
Figura 91: Pastagens no entorno da barragem (margem direita) e falta de proteção das APPs no ponto de coleta 2 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	199
Figura 92: Transecto do ponto de coleta 2 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	199
Figura 93: Vegetação campestre nas áreas úmidas, no entorno do ponto de coleta 3 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	200

Figura 94: Transecto do ponto de coleta 3 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	201
Figura 95: Feições erosivas na margem esquerda do ponto de coleta 4, baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	202
Figura 96: Transecto do ponto de coleta 4 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	202
Figura 97: Transecto do ponto de coleta 5 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	204
Figura 98: Campo sujo na margem esquerda do ponto de coleta 5, baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	204
Figura 99: Ações de manejo integrado de bacias hidrográficas.....	213
Figura 100: Mapa de propostas de manejo e viabilidade de mudanças da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	214
Figura 101: Mapa de propostas de manejo e viabilidade de mudanças da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	222
Figura 102: Condições ao longo do córrego que determinam as espécies a serem utilizadas.....	236
Figura 103: Plantios em linhas de preenchimento e diversidade.....	236

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Unidades da Federação com área na Região Hidrográfica do Paraná.....	26
Tabela 2: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo – 2015.....	131
Tabela 3: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.....	140
Tabela 4: Sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo (2015).....	171
Tabela 5: Sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (2015).....	171
Tabela 6: Parâmetros de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo (2015).....	172
Tabela 7: Parâmetros de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (2015).....	180
Tabela 08: Estimativa de custos para construção de cerca convencional para isolamento das APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.....	234
Tabela 09: Estimativa de custos para construção de cerca convencional para isolamento das APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho.....	234
Tabela 10: Estimativa de custos para recuperação florestal via plantio de mudas em linhas para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.....	239
Tabela 11: Estimativa de custos para recuperação florestal via plantio de mudas em ilhas para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.....	240
Tabela 12: Estimativa de custos para recuperação florestal via plantio de mudas em ilhas para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho.....	240
Tabela 13: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.....	241
Tabela 14: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho.....	241
Tabela 15: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.....	242
Tabela 16: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho.....	242

LISTA QUADROS

Quadro 1: Dados espaciais disponibilizados por órgãos públicos.....	80
Quadro 2: <i>Ids</i> e datas de imageamento das cenas do satélite RapidEye.....	82
Quadro 3: Chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.....	89
Quadro 4: Composição das cores em RGB – Uso e Cobertura da Terra.....	91
Quadro 5: Grupo hidrológico dos solos usado para a CN.....	93
Quadro 6: Condição de umidade antecedente para a CN.....	94
Quadro 7: Valores da CN para uso e cobertura da terra.....	94
Quadro 8: Grupo Hidrológico de solos para as bacias hidrográficas.....	95
Quadro 9: Localização e caracterização dos pontos de amostragem para coleta das águas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	100
Quadro 10: Localização e caracterização dos pontos de amostragem para coleta das águas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	102
Quadro 11: Parâmetros utilizados para a mensuração da qualidade das águas superficiais nas bacias hidrográficas.....	104
Quadro 12: Classificação para o enquadramento das águas doces no Brasil.....	109
Quadro 13: Limites para enquadramento das águas doces no Brasil.....	111
Quadro 14: Tipos de manejo e práticas conservacionistas encontrados nas bacias hidrográficas do córrego Ribeirãozinho e Lajeado Amarelo.....	158
Quadro 15: Classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	160
Quadro 16: Classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	162
Quadro 17: Impactos das atividades agrícolas sobre a qualidade da água.....	165
Quadro 18: Principais fatores de alteração da qualidade das águas nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	205
Quadro 19: Principais fatores de alteração da qualidade das águas nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	206
Quadro 20: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 1.....	215
Quadro 21: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2.....	218

Quadro 22: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 1.....	223
Quadro 23: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2.....	226
Quadro 24: Recuperação florestal via regeneração natural.....	232
Quadro 25: Recuperação florestal via plantio de mudas.....	232
Quadro 26: Recuperação florestal via semeadura direta.....	233
Quadro 27: Atividades para a recuperação de áreas degradadas.....	233
Quadro 28: Síntese dos Grupos Ecológicos.....	237
Quadro 29: Relação entre chuvas, cobertura vegetal e escoamento superficial.....	247
Quadro 30: Relação entre cobertura vegetal e perda de solos.....	248

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Precipitação acumulada do município de Três Lagoas/ MS (1961-1990).....	126
Gráfico 2: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.....	140
Gráfico 3: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.....	151
Gráfico 4: Variação dos índices de pH nos pontos de coleta de água da Bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	173
Gráfico 5: Variação dos índices de Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	174
Gráfico 6: Variação dos índices de Condutividade Elétrica nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	176
Gráfico 7: Variação dos índices de Turbidez nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	177
Gráfico 8: Variação dos índices do Potencial Redox nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	178
Gráfico 9: Variação dos índices de Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.....	179
Gráfico 10: Variação dos índices de pH nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	181
Gráfico 11: Variação dos índices de Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	182
Gráfico 12: Variação dos índices de Condutividade Elétrica nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	184
Gráfico 13: Variação dos índices de Turbidez nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	185
Gráfico 14: Variação dos índices de Potencial Redox nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	186
Gráfico 15: Variação dos índices de Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.....	187

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CE – Condutividade Elétrica

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais

CN – Curva Número (*Curve Number*)

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*)

GPS – Global Positioning System

ha – Hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHGMS – Instituto Histórico e Geográfico de Mato Grosso do Sul

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEF – Instituto de Pesquisas Florestais

JPEG – Joint Photographic Experts Group

MDE – Modelo Digital de Elevação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

ND – Número Digital (*Digital Number*)

NIR – *Near Infrared*

OD – Oxigênio Dissolvido

OLI – Operational Land Imager

ORP – Potencial de oxidação e redução ou potencial redox

PDI – Processamento Digital de Imagens

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

RADAM – Radar da Amazônia

SCS – *Soil Conservation Service*

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIGEF – Sistema de Gestão Fundiária

SISLA – Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

STD – Sólidos Totais Dissolvidos

SWIR – *Sensing in the shortwave infrared*

TSGA – Tecnologias Sociais para a Gestão da Água

UHE – Usina Hidrelétrica

UPG – Unidade de Planejamento e Gerenciamento

USGS – United States Geological Survey

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	22
1.1. Sistema – Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.....	24
1.2. Subsistema – Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú	27
1.3. Partes Componentes.....	29
1.4. OBJETIVOS	31
1.4.1. Objetivo Geral	31
1.4.2. Objetivos Específicos	31
2. REFERENCIAL TEÓRICO	33
2.1. Abordagem Sistêmica	33
2.2. Bacia hidrográfica como Unidade de Planejamento.....	39
2.3. Geotecnologias: Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica.....	45
2.3.1. Sensoriamento Remoto	52
2.3.2. Geotecnologias aplicadas a estudos de bacias hidrográficas	54
2.4. Manejo da Terra	59
2.5. Qualidade das Águas Superficiais em bacias hidrográficas	67
2.5.1. Transporte de Sedimentos	74
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	79
3.1. Etapa 1 – Estrutura conceitual	79
3.2. Etapa 2 – Aplicação das geotecnologias	80
3.3. Etapa 3 – Manejo da terra	95
3.4. Etapa 4 – Trabalhos de campo	98
3.5. Etapa 5 – Análise da qualidade das águas superficiais	103
3.6. Etapa 6 – Análises laboratoriais dos sedimentos em suspensão	105
3.7. Etapa 7 – Implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais	108
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	114
4.1. Caracterização fisiográfica	114
4.1.1. Solos	114
4.1.2. Relevo.....	118
4.1.3. Cobertura Vegetal	121
4.1.4. Clima	126
4.1.5. Imóveis Rurais Certificados	126
4.2. Uso e cobertura da terra	130
4.3. Manejo da terra	155
4.4. Implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas	164
4.5. Práticas conservacionistas e diretrizes ambientais.....	208
4.5.1. Práticas de manejo para a conservação da qualidade das águas	209
4.5.2. Práticas de manejo para a conservação dos usos da terra	212
4.5.3. Propostas Imediatas	230
4.5.3.1 Áreas de Preservação Permanente e nascentes.....	230
4.5.3.2 Conservação de Pastagens	244
4.5.3.3 Recuperação de Áreas Degradadas.....	246
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	253
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	262
ANEXOS.....	292



CAPÍTULO I

Landsat 8 (OLI)
223/74
11/03/2015
30 m de resolução espacial
Composição bandas 5, 4 e 3 RGB.

SELBACH, S. *et al.* (Orgs.). Geografia e Didática.
Coleção Como Bem Ensinar. Petrópolis, RJ: Vozes.
2010. 149 p.

Para pessoas comuns, o morro que Ramiro vê é somente morro, somente mata, somente rancho, quem sabe? Mas, como professor de Geografia que é, aprendeu que terras e homens se integram e, nessa integração, muitas vezes o clima ou a selva calam o homem, mas este, com suas ferramentas, modela e esculpe novas naturezas, alterando o clima, domando a selva que não se imaginou contida.

Não existe maior ajuda para a memória que a organização e organizar-se não é atributo que se herda, mas competência que pela aprendizagem se desenvolve.

Simone Selbach
entre outros

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desta pesquisa visa a contribuição para o avanço em trabalhos de manejo de bacias hidrográficas, que possam subsidiar indicações de uso e cobertura da terra e o melhor ordenamento para a conservação ambiental de bacias hidrográficas. Acredita-se que o manejo da terra pode ser uma das formas de compreender as atividades socioeconômicas e ser um importante controlador da qualidade da água e do transporte de sedimentos em bacias hidrográficas. Então, para que seja possível estabelecer diretrizes para o manejo de uma bacia hidrográfica, é necessário primeiramente, identificar e caracterizar as classes de uso e cobertura da terra e seus valores funcionais e ambientais.

Existe uma tentativa de racionalizar o uso e o manejo dos recursos naturais, principalmente o solo e a água, nestes ambientes desde o início da década de 80 (GUERRA e BOTELHO, 1998). Bacias hidrográficas e principalmente os corpos d'água são sobretudo passíveis de transtornos por conta de mudanças generalizadas no uso e cobertura da terra. Antes da interferência humana, os sistemas hidrográficos estão geralmente em uma condição que se aproxima de um estado de equilíbrio. Por isso, todas as interferências devem ser realizadas de maneira racional, considerando sempre a conservação da natureza, e para isso, o manejo da terra tem estabelecido planos ideais para a racionalização dos usos visando a conservação, principalmente em bacias hidrográficas no meio rural.

Para o presente trabalho foram escolhidas duas bacias hidrográficas, a bacia hidrográfica do córrego do Lajeado Amarelo e a do córrego Ribeirãozinho. Ambas são afluentes do rio Sucuriú (MS) e, por isso, integram a Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Sucuriú, 6ª maior UPG do estado de Mato Grosso do Sul (27.192,974 Km²). A escolha destas reflete a necessidade de estudos envolvendo a aplicação de uma metodologia para o manejo e conservação ambiental, levando em consideração bacias hidrográficas experimentais, visando a qualidade de suas águas superficiais.

Além disso, as bacias hidrográficas possuem usos e coberturas da terra com características similares, entretanto apresentam diferentes níveis de conservação ambiental. Com isso, é possível assegurar que dinâmicas similares de uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas possuem efeitos distintos sobre a conservação de bacias hidrográficas.

Para que seja possível atingir este propósito, por intermédio do manejo da terra, deve-se começar por planejar a bacia hidrográfica como um todo, considerando a soma das partes que compõem este todo, a partir da ótica da interação destas partes componentes. As diferentes práticas conservacionistas, sob diferentes usos da terra em uma bacia hidrográfica, devem ser tratadas da maneira mais racional possível, para assim conservar os recursos naturais no

âmbito das bacias hidrográficas e contribuir diretamente na garantia da qualidade de suas águas. Desta maneira, conforme fundamenta a teoria sistêmica sob uma abordagem holística, a conservação do todo (conservação e preservação ambiental das bacias hidrográficas) depende da interação, conservação e da soma das partes componentes (classes de uso, cobertura e manejo da terra) que formam este todo (bacias hidrográficas).

Quanto a metodologia a ser utilizada, proposta por Fernandes (2010), pretende-se alcançar uma visão integrada sobre as bacias hidrográficas, apoiada na aplicação das geotecnologias. A partir da perspectiva sistêmica, será possível considerar as bacias hidrográficas na sua totalidade, avaliando a maneira como ocorrem as possíveis implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade de suas águas superficiais.

Seguindo as premissas da Teoria Geral dos Sistemas, proposta por Bertalanffy no ano de 1975, compreende-se a dinâmica e o funcionamento do sistema ambiental, considerando suas inter-relações de forma sistêmica, que configuram a funcionalidade do ambiente, tem-se então a seguinte estruturação para este estudo:

- **Sistema:** bacia hidrográfica do rio Paraná;
- **Subsistema:** bacia hidrográfica do rio Sucuriú;
- **Partes Componentes:** bacia hidrográfica do córrego do Lajeado Amarelo e bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

A bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo está inserida no município de Três Lagoas, possui área total de 2.571,60 ha, limitada entre as coordenadas geográficas 20° 34' 6"S; 51° 53' 26" W e 20° 29' 23" S; 51° 48' 15" W.

Sobre a referida bacia hidrográfica, estudos organizados no volume único da Enciclopédia das Águas de Mato Grosso do Sul (CAMPESTRINI et al., 2014), organizada pelo Instituto Histórico e Geográfico de Mato Grosso do Sul (IHGMS), determina de maneira equivocada que o córrego Lajeado Amarelo é um córrego intermitente (quando na verdade é um córrego perene), afluente pela margem esquerda do rio Sucuriú, no município de Três Lagoas. Faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraná, e sua foz localiza-se (atualmente) num braço formado pela represa da Usina Hidrelétrica Engenheiro Souza Dias, conhecida por Jupιά (CAMPESTRINI et al., 2014). Esta bacia tem seu exutório no rio Sucuriú, em parte do reservatório formado pela represa da UHE Jupιά.

Já a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho está inserida no município de Selvíria – MS, possui área total de 3.144,00 ha, está localizada entre as coordenadas geográficas 20° 23' 48"; 20° 19' 14" S e 52° 3' 16"; 51° 57' 8" W.

O córrego Ribeirãozinho é um ribeirão (perene), afluente pela margem esquerda, do rio Sucuriú, no município de Selvíria (MS) e também faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraná (CAMPESTRINI et al., 2014). O exutório desta bacia, como já mencionado, também deságua no rio Sucuriú, porém num trecho de umas das planícies fluviais deste rio (CAMPESTRINI et al., 2014).

Observa-se que existem algumas disfunções nas informações Hidrográficas consultadas (cartas topográficas, cartas Hidrográficas, Enciclopédia das Águas e imagens de radar e imagens de satélite atuais) tanto quanto à topologia geral das bacias hidrográficas, quanto à toponímias e nomenclaturas. Para não haver futuras confusões, trataremos os dois canais como córregos e como cursos d'água perenes, informações consolidadas a partir de levantamento de dados, geração e cruzamento de informações no princípio desta pesquisa.

1.1. Sistema – Bacia Hidrográfica do Rio Paraná

A Enciclopédia das Águas do Estado de Mato Grosso do Sul caracteriza o rio Paraná como sendo formado pela confluência dos rios Paranaíba (que nasce em Goiás) e o Grande (cujas cabeceiras ficam na serra da Mantiqueira, em Minas Gerais), a aproximadamente 10 km ao nordeste da cidade de Aparecida do Tabuado, deste ponto até o ponto extremo de Mato Grosso do Sul faz divisa entre este estado e os de São Paulo e do Paraná. Sua extensão total é de pouco mais de 4.200 km até desaguar no oceano Atlântico, no estuário do Prata. Em Mato Grosso do Sul percorre em torno de 600 km, nesta extensão encontram-se as hidrelétricas de Ilha Solteira, Jupiá (ambas fazem parte do complexo de Urubupungá) e Primavera (CAMPESTRINI et al., 2014).

Os estudos de elaboração da Divisão Hidrográfica Nacional tiveram início com a Resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, que definiu uma metodologia de codificação e procedimentos de subdivisões em grupamentos de bacias e regiões Hidrográficas, no âmbito nacional a Divisão Hidrográfica Nacional foi proposta com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos, constituindo-se em 12 unidades ou regiões hidrográficas (figura 1). Dentre estas 12 regiões, destaca-se para esta pesquisa a região hidrográfica, ou bacia hidrográfica do rio Paraná (ANA, 2015a)

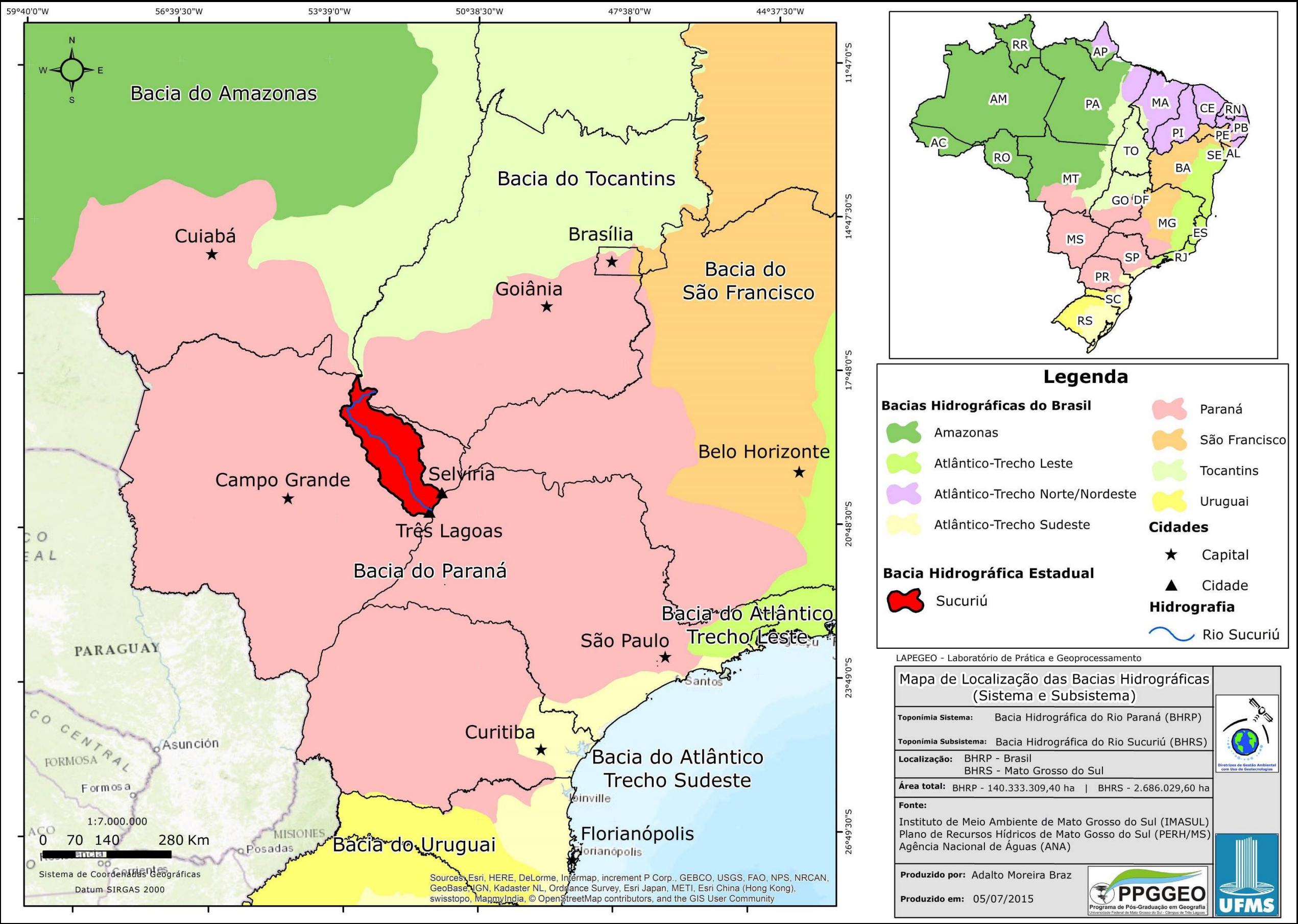


Figura 1: Mapa de localização das bacias hidrográficas (sistema e subsistema)

A compartimentação fluvial tradicional da bacia hidrográfica do rio Paraná, admitida por fluviólogos brasileiros e argentinos é feita em três partes, sendo o trecho superior, da nascente até a captação do rio Paraguai (Lat. 27° S); o trecho médio, desse local até a cidade de Diamante na Argentina (Lat. 32° S) e o trecho inferior, até o rio da Prata.

A bacia hidrográfica do rio Paraná é a quarta maior do planeta em área de abrangência, drena toda a porção centro-sul-americana, desde as encostas andinas até a Serra do Mar, gerando a décima maior descarga do planeta (LORENZ-SILVA, 2004).

O rio Paraná é o décimo rio do mundo em comprimento, faz parte da segunda maior bacia de captação da América do Sul e é o principal rio da bacia hidrográfica do rio da Prata. De sua nascente (na confluência dos rios Grande e Parnaíba – Lat. 20° S) até a foz no estuário do Rio da Prata, próximo a Buenos Aires na Argentina (Lat. 34° S), o Rio Paraná percorre cerca de 4.200 Km. Toda a bacia hidrográfica do rio Paraná drena inteiramente a porção centro-sul da América do Sul, desde as bordas dos Andes Orientais até a Serra do Mar, ao longo da costa Atlântica (STEVAUX, 1993; CAMPESTRINI et al., 2014)

No início do século 17 já era bastante navegado e, portanto, conhecido, a ponto de se registrarem seus principais afluentes alguns com o nome atual (como o Verde) e outros, como o Sucuriú, com outros nomes, servindo de exemplo, ainda, Jupia. Céspedes e Xeria, em 1628, o denominou (*apud* A. Taunay, p. 112) de “rio de La Plata”. No século seguinte ficou mais conhecido como rio Grande. Integrante da rota das monções (CAMPESTRINI et al., 2014, p. 127)

A ocupação atual da região hidrográfica do Paraná inclui grandes aglomerações populacionais, mais concentradas nas áreas de cabeceiras das principais drenagens ou nos altos e médios cursos dos principais cursos de água regionais, com pressão direta sobre os recursos hídricos locais (qualidade e quantidade), e uma parte central da região Hidrográfica, com menor concentração populacional e com presença de grandes centrais hidrelétricas e aproveitamento múltiplo da água (MMA, 2006a).

Tabela 1: Unidades da Federação com área na Região Hidrográfica do Paraná.

Unidade da Federação	Área (km²) – SIG PNRH-BASE (2005)*	% da Região Hidrográfica do Paraná PNRH-BASE (2005)*
São Paulo	211.787	24,1
Paraná	183.225	20,9
Mato Grosso do Sul	169.246	19,3
Minas Gerais	157.723	18,0
Goiás	140.930	16,1
Santa Catarina	10.816	1,2
Distrito Federal	3.666	0,4
RH-Paraná	877.393	100

Fonte: MMA (2006a).

*O valor estimado pelo SIG PNRH-BASE (2005) foi de 877.393 km², com diferença de 0,28% em relação aos valores de PNRH-DBR (2005), de 879.860 km².

A região hidrográfica do Paraná, com 32,1% da população nacional, apresenta o maior desenvolvimento econômico do País e a maior população entre as grandes regiões hidrográficas brasileiras (tabela 1), apresentando-se com quase 55 milhões de pessoas. Com uma área de 140.333.309,40 ha, a região abrange os estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e o Distrito Federal (0,5%). Originalmente, a bacia hidrográfica do Paraná apresentava os biomas de Mata Atlântica e Cerrado e cinco tipos de cobertura vegetal: cerrado, mata atlântica, mata de araucária, floresta estacional decídua e floresta estacional semidecídua. O uso e cobertura da terra na região passou por grandes transformações ao longo dos ciclos econômicos do país, o que ocasionou um grande desmatamento. Esta região hidrográfica possui a maior demanda por recursos hídricos do país, equivalente a 736m³/s, que corresponde a 31% da demanda nacional, tendo sofrido com uma intensa transformação para a construção de hidrelétricas e atividades de navegação. A irrigação é a maior usuária de recursos hídricos (42% da demanda total), seguida do abastecimento industrial (27%) (ANA, 2007; ANA, 2012; ANA, 2015; MMA, 2006).

1.2. Subsistema – Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

As bacias hidrográficas em estudo são afluentes da margem esquerda do Rio Sucuriú. A bacia hidrográfica do rio Sucuriú, considerada como uma Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) possui uma área total de 2.686.029,60 ha, se estendendo ao longo de 8 municípios, sendo Três Lagoas, com maior extensão desta bacia hidrográfica¹ (figura 1).

A enciclopédia das Águas do Estado de Mato Grosso do Sul, caracteriza o rio Sucuriú como afluente pela margem direita do Rio Paraná, fazendo limite entre os municípios de Costa Rica e Paraíso das Águas, Paraíso das Águas e Chapadão do Sul, Água Clara e Chapadão do Sul, Água Clara e Inocência, Três Lagoas e os de Inocência e Selvíria (CAMPESTRINI et al., 2014).

Sua nascente localiza-se no município de Costa Rica, na divisa com o estado de Goiás, numa área plana e de brejo, denominada várzea Água Amarela. Seu exutório fica ao norte da cidade de Três Lagoas, na represa formada pela Usina Hidrelétrica Engenheiro Sousa Dias, conhecida também como Jupia (CAMPESTRINI et al., 2014). Pott et al. (2006) encontram os chamados covais nas nascentes do Rio Sucuriú. Segundo os autores, covais são campos

¹ Informações quanto à Biodiversidade encontrada em partes da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú podem ser consultadas em Pagotto e Souza (2006).

úmidos das nascentes do rio Sucuriú, com ou sem buriti (*Mauritia flexuosa*), ricos em espécies da flora de veredas, com *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Melastomataceae*, *Eriocaulaceae* e *Lentibulariaceae*; outros grupos frequentes são *Asteraceae*, *Xyridaceae*, a pequena carnívora *Drosera*, etc².

A região do alto Sucuriú é caracterizada pelas zonas das cabeceiras de drenagem do rio Sucuriú e dos afluentes do alto curso, sendo do tipo dentrítica, o padrão é tipicamente desenvolvido sobre estruturas sedimentares horizontais. A Unidade Geomórfica Médio Curso está representada por área com alta densidade de drenagem e marcada por substrato ligado as Formações Adamantina, Serra Geral e Santo Anástácio. Na unidade de revelo do baixo curso, o relevo é mais suave, mais baixo, com uma menor densidade de canais e com vales com formato de fundo chato sendo influenciados pela represa Jupiá no Rio Paraná (FERREIRA, 2011, p. 75).

A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está localizada no Planalto do Estado do Mato Grosso do Sul, no divisor de águas entre os estados de Goiás (Bacia do rio Araguaia), Mato Grosso (Bacia do rio Paraguai) e Mato Grosso do Sul (Bacia do rio Paraná). Faz parte da sequência sedimentar anterior e posterior aos derrames basálticos da Formação Serra Geral (mesozóica). Em geral, o Rio Sucuriú desenvolve sua drenagem sobre as litologias do Grupo São Bento, desenvolvendo relevo suave sobre os arenitos jurássicos e triássicos e com quebra de relevo formando cachoeiras quando atinge basaltos. O relevo é caracterizado por escarpas e mesetas bem definidas desenvolvidas da base para o topo entre arenitos da Formação Botucatu, para basaltos da Formação Serra Geral, na parte central, e de arenitos do Grupo Caiuá, no topo (GIUSTI et al., 2013).

Os Depósitos Aluvionares (Ho) são encontrados sob a forma de faixas estreitas e alongadas (planícies e terraços) dispostos ao longo das calhas dos principais rios da região. Os Depósitos Coluvionares e Solos Residuais (Ho) correspondem aos extensos depósitos de materiais de cobertura inconsolidados, encontrados nas vertentes de rochas tanto sedimentares (Grupo Caiuá) como basálticas (Grupo São Bento). A Formação Cachoeirinha (base do Terciário) apresenta argilas e areias brancas, cinzas, amarelas e avermelhadas, intercaladas tanto com níveis conglomeráticos quanto com outros laterizados, todos lenticulares. Toda essa sequência sedimentar encontra-se sobreposta às rochas vulcânicas jurássico-cretáceas da Formação Serra Geral (J-K), onde predominam basaltos maciços e raramente vesiculares, numa sucessão de vários derrames superpostos cuja espessura total na região é inferior a 200 m (GIUSTI et al., 2013, p. 3)³.

Segundo o PERH (2010), referindo-se ao regime climatológico da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, há uma deficiência hídrica nos meses de abril a setembro, nesta bacia, com uma

² Para conhecimento mais detalhado de espécies vegetativas encontradas na bacia hidrográfica do rio Sucuriú, consultar Pott, Pott e Moreira (2014).

³ Para maiores informações quanto à Geologia do rio Sucuriú, principalmente em seu alto curso, consultar Giusti et al. (2013)

evapotranspiração real de 1.208mm, em excesso hídrico de 94mm e uma deficiência de 53mm. Podendo ocorrer necessidade de irrigação nos meses entre abril e setembro.

O PERH (2010) ainda definiu em seu desenvolvimento, o nível criticidade de cada UPG do Estado de Mato Grosso do Sul. O nível de criticidade é definido como a situação em que se encontra determinado uso dos recursos hídricos nas UPGs, frente à atuação de fatores intervenientes. Ao aplicar a metodologia⁴, o resultado quanto à criticidade foi escalonado a partir do somatório das variáveis nas 15 UPGs ordenando-as individualmente. A UPG correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi classificada como a 5ª UPG de maior criticidade no Estado, entre as 15 UPGs delimitadas, feito este que, torna preocupante e necessárias inúmeras intervenções para a proteção e conservação desta UPGs e seus afluentes.

1.3. Partes Componentes⁵

As Bacias Hidrográficas dos Córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho são afluentes da margem esquerda do Rio Sucuriú (subsistema), localizadas em seu baixo curso. Localizam-se na porção leste do estado de Mato Grosso do Sul e são ocupadas em sua maior extensão por atividades de pecuária (figura 2).

⁴ Para maiores informações quanto à metodologia e variáveis consideradas em seu desenvolvimento, consultar capítulo “Criticidade das Unidades de Planejamento e Gerenciamento” contido no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH, 2010).

⁵ Maiores informações sobre a caracterização das partes componentes (bacias hidrográficas estudadas) são encontradas no tópico “4.1. Caracterização fisiográfica e indicadores geoambientais”.

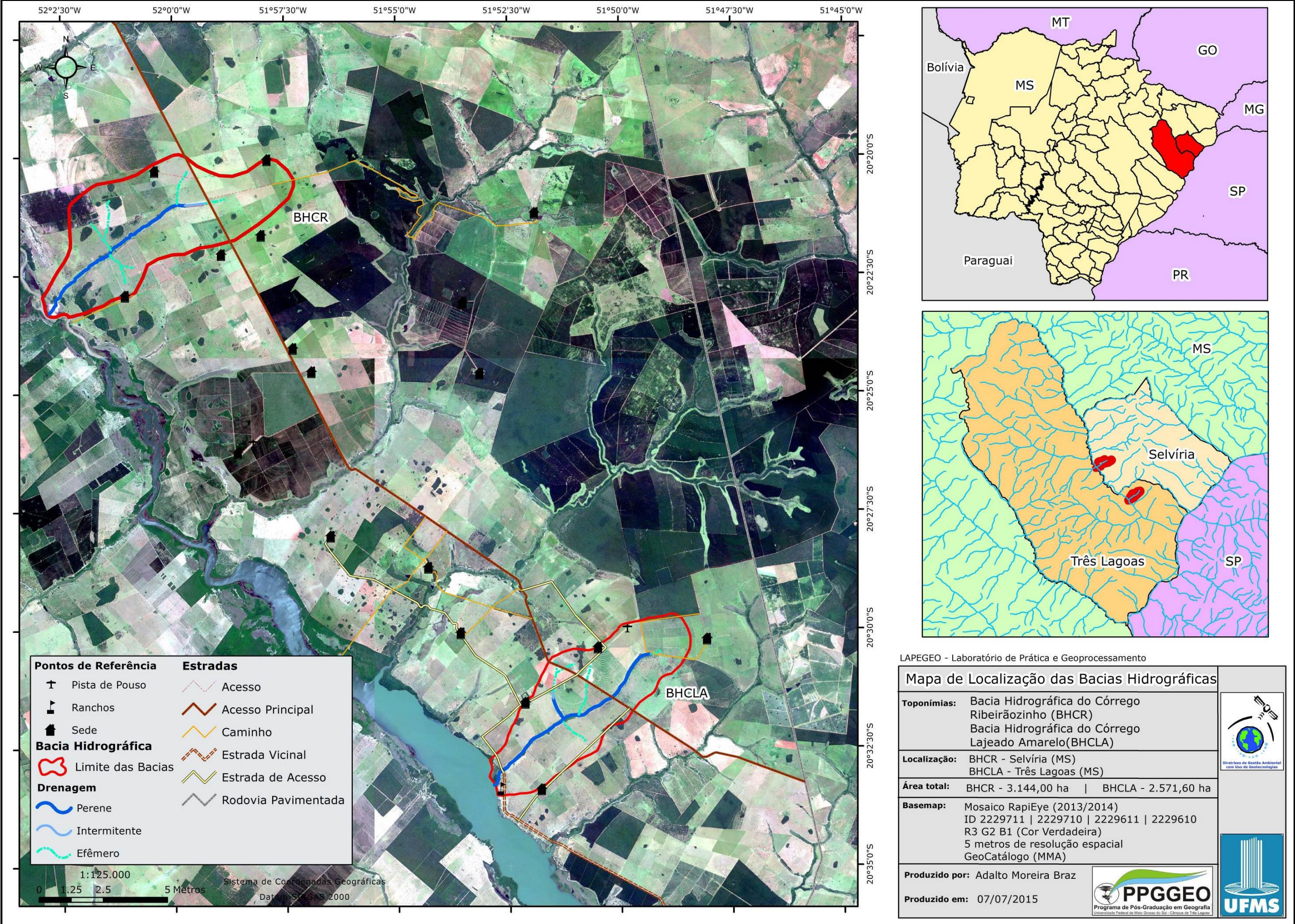


Figura 2: Mapa de localização das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

1.4. OBJETIVOS

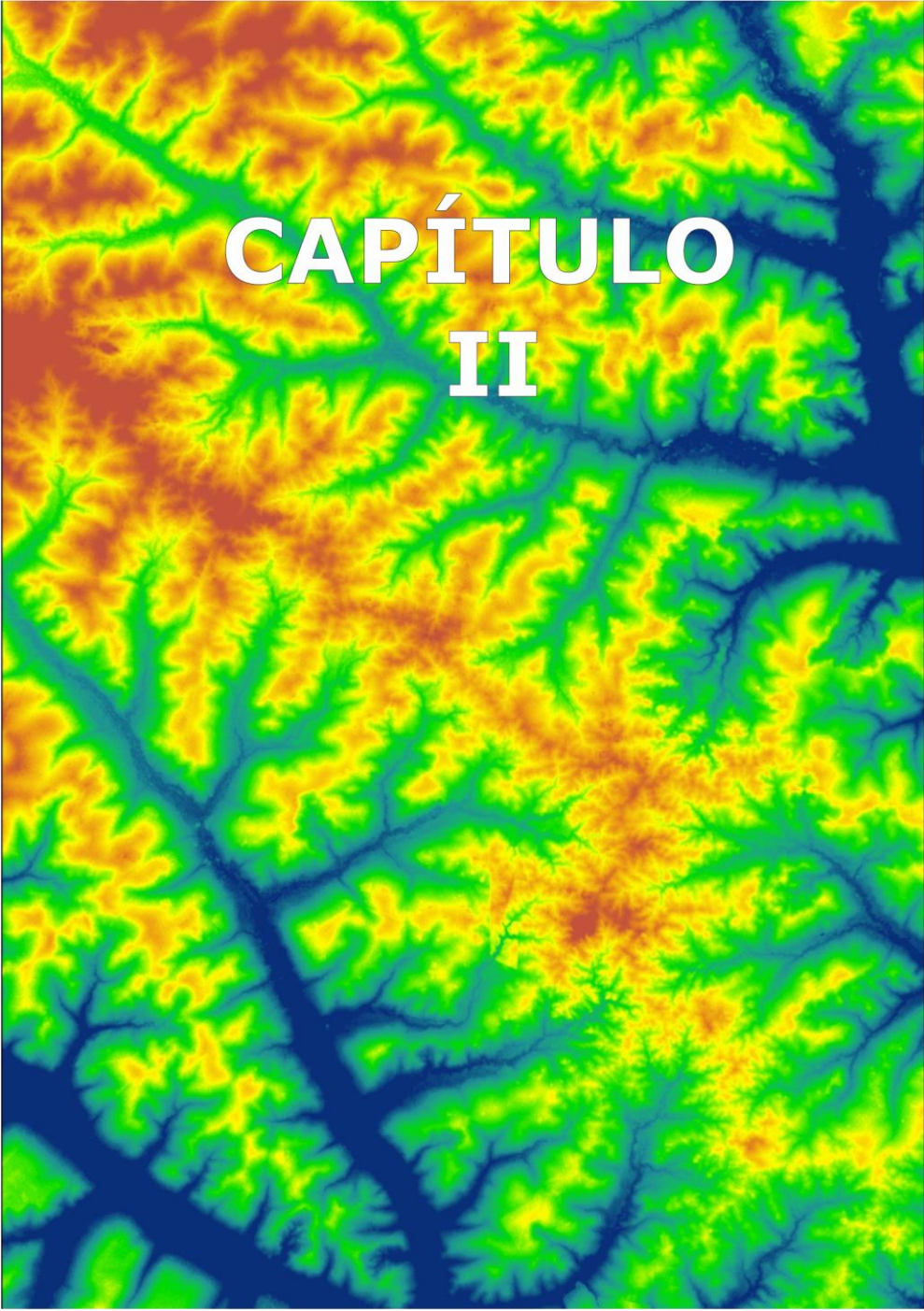
1.4.1. Objetivo Geral

Avaliar a maneira como as implicações do uso, cobertura e manejo da terra podem interferir na conservação ambiental, qualidade das águas e no transporte de sedimentos em suspensão das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho nos municípios de Três Lagoas/MS e Silvânia/MS, respectivamente.

1.4.2. Objetivos Específicos

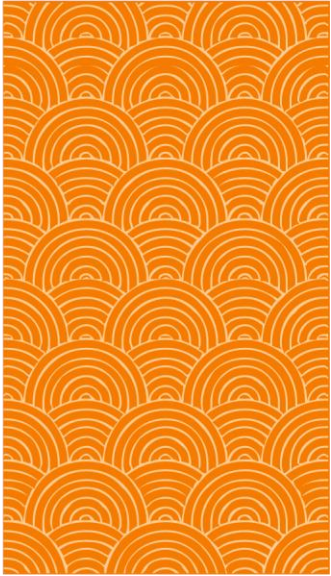
Em termos específicos, podem ser alinhados os seguintes propósitos:

- Identificar o uso, cobertura e manejo da terra nas bacias hidrográficas;
- Analisar a qualidade das águas superficiais e o transporte de sedimentos em suspensão;
- Avaliar as implicações do uso, cobertura e manejo da terra com relação ao estado de conservação e a qualidade das águas superficiais;
- Subsidiar propostas, por meio de tabelas e mapas temáticos, que contribuam para o melhor manejo e conservação das bacias hidrográficas.



CAPÍTULO II

SRTM
Banda-X
S21/W53
1 arco-segundo (30 m) de resolução espacial



"Por que dar armas é tão fácil, mas dar livros é tão difícil?"

"Por que produzir tanques é tão fácil e construir escolas é tão difícil?"

Malala Yousafzai



2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para que seja possível manter uma compreensão científica acerca dos conceitos e técnicas desenvolvidas e também estudadas ao longo desta pesquisa, buscamos em autores que nos dão suporte necessário ao nos introduzir aos temas relacionados, e nos forneçam subsídios teórico-metodológicos como um referencial a esta pesquisa.

Existem diversos autores que tratam dos assuntos relacionados ao que trataremos ao longo da pesquisa. Entretanto aqui, serão abordados os autores que consideramos melhor se aproximar dos temas de interesse, fornecendo um referencial teórico que possa nos direcionar ao adequado desenvolvimento desta pesquisa.

Complementando, corroboramos com Christofolletti (1999) quando este diz que “os procedimentos metodológicos utilizados na análise dos fenômenos estão relacionados com a natureza do objeto de estudo e com a visão-de-mundo adotada pelo cientista.

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se de conceitos sobre abordagem sistêmica, bacia hidrográfica, geotecnologias, indicadores para análise ambiental, qualidade das águas e manejo da terra.

2.1. Abordagem Sistêmica

As principais características da abordagem sistêmica derivam dos biólogos (especialmente na década de 1920), ao enfatizarem a concepção dos organismos vivos como totalidades integradas. No final da década de 1930, Bertalanffy (1975), biólogo austríaco, foi reconhecido como o autor da primeira formulação da teoria de organização dos sistemas vivos, entretanto, Alexander Bogdanov, entre vinte e trinta anos antes, desenvolveu uma teoria sistêmica de proporcional sofisticação, mas que não foi divulgada fora da Rússia (CHRISTOFOLETTI, 2014)

A abordagem sistêmica ganha destaque a partir da obra de Ludwig Von Bertalanffy, em 1975.

O enfoque sistêmico é uma abordagem interdisciplinar geral, que é uma concepção metodológica e um meio para o estudo de objetos integrados e das dependências e interações integrais. Destina-se à compreensão dos mecanismos de integração de sistemas, ou formações integradas, que são unidades integrais, todos constituídos por elementos inter-relacionados e interagindo que não raramente são heterogêneos. Ao mesmo tempo, se tem em conta que cada sistema é um elemento de um sistema maior ou hierarquicamente superior (MARIN, 2005 *apud* RODRIGUEZ e SILVA, 2013, p. 22)

Vale (2012) resgatando abordagens sistêmicas conclui que “para Bertalanffy, foi a obra de Alfred Lotka, escrita em 1925, que mais se aproximou do objetivo da Teoria Geral do Sistema, e devem-se a ele algumas formulações básicas do conceito geral do sistema. Embora

sendo um pesquisador estatístico, seus interesses repousavam muito mais nos problemas das populações do que nos problemas biológicos do organismo individual. Lotka concebeu comunidades como sistemas, e entendia o organismo individual como a soma de suas células”.

Moreira (2014) relembra que Bertalanffy (1975) cria a Teoria Geral dos Sistemas inspirado na teoria das trocas de energia e matéria da segunda lei da termodinâmica. Sendo que sua teoria supõe o movimento de transformação envolvendo em relação recíproca matéria e energia, numa consequente integração dos diferentes campos de ciência, conectados num enfeixamento dentro da análise sistêmica.

Nas considerações de Bertalanffy (1975) um sistema “pode ser definido como um conjunto de elementos em inter-relação entre si e com o ambiente”. Admitindo que o termo teoria geral dos sistemas foi introduzido deliberadamente por ele, em um sentido mais universal.

Em uma definição de sistema mais aproximada da Ciência Geográfica, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010) o interpreta como um conjunto de elementos que se encontram em relação entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade.

O pensamento sistêmico é contextual, requer que para se entender algum fenômeno ou objeto de estudo seja necessário entendê-lo, como um sistema integrativo, e em um determinado contexto maior, ou seja como componente de um sistema ainda maior, que é o seu também chamando ambiente (UHLMANN, 2002).

A partir dos anos 1960, difundiu-se amplamente o enfoque sistêmico em muitas disciplinas científicas. Antes dessa época, algumas ideias geográficas já haviam sido elaboradas a partir da essência sistêmica. A visão integrada se acelerou com a “Teoria Geral dos Sistemas” quando Bertalanffy, em seu estudo, mostrou que todas as partes de um sistema, por menor que sejam, participam e influenciam o todo (TROPPMAIR e GALINA, 2006; CHISTOFOLETTI, 1979).

O modelo conceitual proposto por Bertalanffy trata do organismo vivo como um sistema aberto, uma entidade em contínua interação com o ambiente, então tal modelo continha implicações revolucionárias para a ciência social e comportamental (VALE, 2012).

Bertalanffy (1975) define a teoria geral dos sistemas como “uma investigação científica de ‘conjuntos’ e ‘totalidades’ que, não faz muito tempo, eram considerados noções metafísicas, transcendendo os limites da ciência”.

Baseando-se nessas definições se pressupõe, inicialmente, que os sistemas devem ter suas partes componentes, denominadas unidades, ou elementos ou, ainda, componentes, as

quais devem encontrar-se inter-relacionadas, dependentes umas das outras, através de ligações que denunciam os fluxos (VALE, 2012). Um esquema de um sistema é mostrado na figura 3:

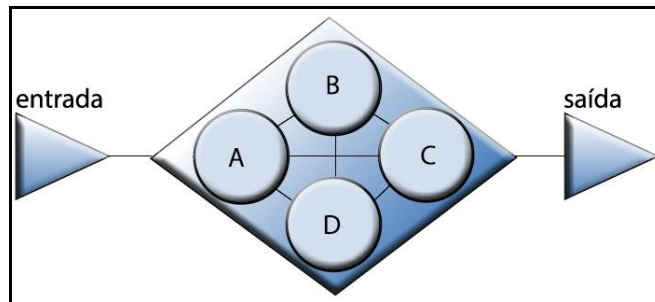


Figura 3: Representação esquemática de um sistema, assinalando os elementos e suas relações.

Fonte: Christofolletti (1979) adaptado por Vale (2012).

Vale (2008) ao aplicar o estudo sistêmico sob uma abordagem metodológica em estudos de manguezais, entende que a teoria geral dos sistemas, ou o próprio “pensamento sistêmico”, reelaborado por tantos cientistas ao longo do tempo, se apresenta como caminho não apenas para mais uma “teoria”, mas para uma nova visão de mundo, cujos princípios são os da totalidade, da abrangência das partes, de uma visão holística. Uma visão que concebe a natureza de forma integrada, na qual nada pode ser entendido separadamente, na qual vários campos de estudos podem ser complementados.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010) evidenciam as vantagens da utilização do enfoque sistêmico, como “um conjunto de métodos lógicos regulados do conhecimento da realidade, em uma gama de vantagens de caráter científico”, tais como:

- Possuir um aparato conceitual diverso, constituído de categorias formuladas com relativa exatidão;
- Permitir objetivamente distinguir o objeto estudado do meio circundante, dividi-lo em uma série de níveis de complexidade e distinguir estes níveis em termos de enfoque sistêmico;
- Facilitar a criação de um modelo de partida do objeto sobre cuja base elabora-se o programa de um estudo, sob a forma de operações de investigação.

O interesse atual nos sistemas foi provocado à medida que se acumularam conhecimentos e as investigações foram evoluindo, descobrindo novos objetos de pesquisa e estudadas as relações entre eles, conduzindo à necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis, sendo inviável estudar tais situações complexas por métodos tradicionais (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2010).

Mas na Geografia, foi Sotchava que trouxe e aplicou a visão sistêmica, tornando-a desta forma competitiva e em posição equitativa com as demais ciências (TROPPMAIR e GALINA, 2006).

Apesar da grande difusão da análise sistêmica (consequentemente influenciada pela Teoria Geral dos Sistemas), Bertalanffy (2013) reconhece que não foi previsto que a teoria geral dos sistemas haveria de desempenhar um papel tão importante em orientações modernas na geografia ou que corresse em paralelo com o estruturalismo francês e que fosse exercer influência considerável no funcionalismo (teoria funcional) da sociologia americana.

Então, é Sotchava, quem ressalta a grande importância da abordagem sistêmica (ou ainda, o estudo dos sistemas) em pesquisas da Geografia Física. Conforme Sotchava, é somente à base dos estudos em abordagem sistêmica é que a Geografia Física chega a estabelecer uma contiguidade com os problemas de aplicação, independentemente dos campos disciplinares das ciências da natureza. Este paradigma sistêmico, permite a compreensão correta das inter-relações com o ramo natural das disciplinas geográficas. Esse fato deve ser tomado em consideração, porque inevitavelmente, influenciará a orientação da pesquisa científica em Geografia Física (SOTCHAVA, 1977).

Para Troppmair e Galina (2006), “a visão sistêmica também foi um importante acontecimento para a Geografia. O direcionamento para a sistematização e a integração do meio ambiente com seus elementos, conexões e processos como um potencial a ser utilizado pelo homem, adquire importância crescente”.

Christofolletti (1979) ressalta, no âmbito da utilização da abordagem sistêmica na Geografia, que “praticamente, a totalidade dos sistemas que interessam ao geógrafo não atua de modo isolado, mas funciona dentro de um ambiente e faz parte de um universo maior. Esse conjunto maior, no qual se encontra inserido o sistema particular que se está estudando, pode ser denominado de universo, o qual compreende o conjunto de todos os fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam repercussões no sistema focalizado, e também de todos os fenômenos e eventos que sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento do referido sistema particular”.

Ao utilizar a abordagem sistêmica em estudos de bacias hidrográficas, Mirandola (2006) conclui que “os elementos interdependentes funcionam harmonicamente conduzidos por fluxos de massa e/ou energia de modo que cada um dos seus componentes reflete um sobre os outros as mudanças nele impostas por estímulos externos. A figura 4 representa uma bacia hidrográfica enquanto um sistema aberto a estímulos externos.

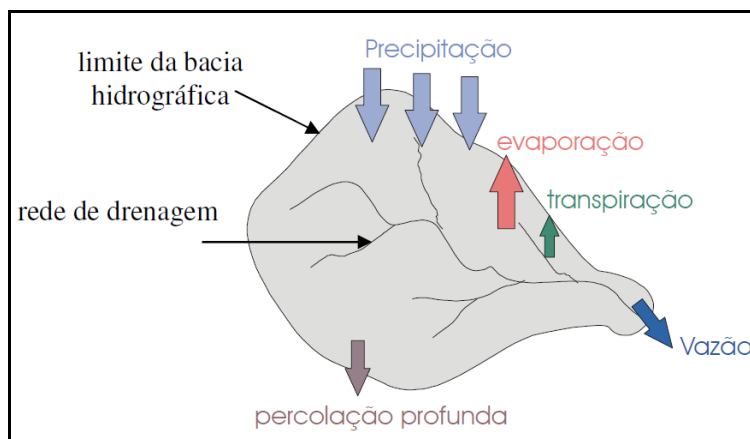


Figura 4: Representação de uma bacia hidrográfica enquanto sistema aberto.

Fonte: Paz (2004)

Solntsev (1981 *apud* RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2010) lembra que a condição fundamental para utilizar o enfoque sistêmico é a necessidade de realizar uma observação sequencial e dirigida dos princípios de sistematicidade em todos os níveis da investigação científica.

Para Tricart (1977) a utilização do instrumento lógico dos sistemas permite identificar rapidamente quais vão ser as modificações indiretas desencadeadas por uma intervenção que afeta o todo ou parte do todo, ou ainda, qual outro elemento do sistema será impactado pela alteração.

Troppmair e Galina (2006) também fazem sua contribuição quanto à importância da abordagem sistêmica na Geografia, que em suas palavras dizem que, “como Geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objetivo único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades”.

A Geografia física baseada nos princípios sistêmicos pode ocupar posições firmes na moderna geografia aplicada, apoiada no planejamento, e sugerir medidas para o desenvolvimento e reconstrução de seus territórios. Essa abordagem acaba por definir um objeto específico da atuação da pesquisa geográfica. Nessa perspectiva, a Geografia deve estudar não os componentes da natureza mas as conexões entre eles (SOTCHAVA, 1978 *apud* ROSS, 2009).

Para uma compreensão não bastam apenas os elementos, mas são necessárias suas inter-relações. Isso exige investigação dos muitos sistemas em nosso universo observado de seu próprio direito e especificidades (BERTALANFFY, 1975). Deste modo, Mirandola (2006) afirma que o entendimento de um sistema requer identificar cada parte componente do mesmo.

Entender um sistema significa fazer as devidas conexões entre seus elementos, de modo que se ajustem logicamente em um todo. [...] A investigação de qualquer parte do sistema deve ser sempre realizada em relação ao todo, complementando a perspectiva holística associada à Teoria Geral dos Sistemas. Muitas vezes a compreensão total da realidade escapa à nossa percepção. Em compensação, ao se entender a relação entre os fenômenos e sua essência, tem-se as condições objetivas de intervir sobre essa realidade (MIRANDOLA, 2006, p. 258).

Para Vale (2008), “a ideia de hierarquização e da observação dos fenômenos em diferentes níveis escalares, além de facilitar a compreensão do sistema que está sendo estudado, fornece meios para a resolução de problemas e para a tomada de decisões”.

A aplicação da abordagem sistêmica em estudos de bacias hidrográficas, atualmente é muito difundida e de grande aceitação. Mas já em 1979, Christofolletti, em estudos hidrográficos afirmava que “praticamente, a totalidade dos sistemas que interessam ao geógrafo não atua de modo isolado, mas funciona dentro de um ambiente e faz parte de um conjunto maior” e “continuava; “todos os sistemas naturais são dinâmicos e capazes de modificar os seus estados através de transformações contínuas. Essas transformações são caracterizadas pelas transferências de massa e energia” (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Em se tratando de estudos ambientais envolvendo alterações, impactos e dinâmicas de bacias hidrográficas, corroboramos com o que diz Tricart (1977), que “a intensidade das alterações provocadas pela ação do homem depende de dois fatores: do esforço (ou tensão) aplicado ao sistema; e do grau de suscetibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema. A amplitude dos impactos provocados pelas ações antrópicas, podem variar desde o relativamente superficial até o profundo”.

Quanto à importância de análises pelo viés holístico sistêmico em estudos dos ambientes físicos, Christofolletti (1999) ressalta que esta abordagem é necessária para compreender como as entidades ambientais físicas por exemplo, expressando-se em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e na hierarquia de aninhamento. Simultaneamente e interativamente há necessidade de focalizar os subconjuntos e partes componentes em cada uma delas, a fim de melhor conhecer seus aspectos e as relações entre eles. “Assim, a Geografia física geral ou Geografia da natureza tem por objetivo investigar os fenômenos naturais, sempre inter-relacionados, que se caracterizam por processos dinâmicos de fluxos de energia e matéria entre partes de um todo indissociável” (ROSS, 2009).

A análise sistêmica de bacias hidrográficas permite distinguir o estado dos elementos que compõem, por exemplo, o sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação

contaminação etc.), somos capazes de avaliar o equilíbrio do sistema ou ainda a qualidade ambiental nele existente. Na bacia hidrográfica, estudada em uma abordagem sistêmica, é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem (BOTELHO e SILVA, 2014).

Sendo assim, a utilização da abordagem sistêmica permite certa liberdade em tratar cada elemento dentro do sistema bacia hidrográfica, tomando diversas escalas para análise, de acordo com a necessidade do estudo, ou seja, a focalização dos sistemas pode ser realizada em escalas as mais diversas. Os sistemas ecológicos naturais estudados pela Geografia Física apresentam variadas ordens de magnitude e complexidade. Conforme a escala que se deseja analisar, deve-se ter em vista que cada sistema passa a ser um subsistema (ou elemento) quando se procura analisar a categoria de fenômenos em outro nível de abordagem, estabelecendo interpenetração e aninhamento hierárquico, por exemplo, um rio é elemento no sistema hidrográfico, mas pode ser concebido como sistema em si mesmo; a vertente é elemento no sistema da bacia de drenagem, mas pode ser sistema em si mesmo (CHRISTOFOLETTI, 1979).

O mesmo autor ainda contribui quanto a abordagem sistêmica em bacias hidrográficas, especificando que “cada elemento ou a cada relação discernida no sistema pode ser relacionada numerosas variáveis, passíveis de mensuração, expressando qualidades ou atributos. As variáveis podem se referir a número, tamanho, forma, arranjo espacial, fluxos, intensidades, taxas de transformação e outros atributos. Não se analisa ou se mede o sistema, como um todo, ou os seus elementos; a mensuração incide sobre as qualidades atribuídas aos elementos e ao sistema”. Complementando, “o sistema escolhido para se definir é um sistema porque contém partes inter-relacionadas (elementos), e é, em algum sentido, um conjunto completo em si mesmo” (CHRISTOFOLETTI, 1979)⁶.

2.2. Bacia hidrográfica como Unidade de Planejamento

A adoção de bacias hidrográficas como objeto de estudo já é do reconhecimento de muitos autores e/ou órgãos que venham a desenvolver estudos de temática correlata à esta (planejamento, qualidade da água, análise ambiental, zoneamento, etc). Aqui iremos expor conceituações mais relevantes que possam nos direcionar ao que vem a ser uma bacia hidrográfica e algumas de suas funções comuns.

⁶ Para conceituação diversificada especificamente sobre sistemas, pode ser consultado o capítulo intitulado “Definição e Classificação de Sistemas” na obra de CHRISTOFOLETTI (1979).

A Geografia Física está familiarizada com a bacia hidrográfica como unidade espacial desde o final da década de 1960, quando Chorley, em 1969, escreve seu célebre artigo sobre a bacia como unidade geomórfica fundamental. Antes, porém, grande contribuição foi dada pelos trabalhos de Horton, em 1945 e Strahler, em 1952. Contudo, durante as últimas décadas a bacia hidrográfica foi, de fato, incorporada pelos profissionais não só da Geografia, mas de grande área das chamadas Ciências Ambientais e, mais recente, ganhou estudos por parte das chamadas Ciências Exatas e da Terra (PINTO et al., 1976; BOTELHO e SILVA, 2014).

A bacia hidrográfica é entendida como célula básica de análise ambiental e permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos de interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção da bacia hidrográfica, esta que é uma unidade fundamental (BOTELHO e SILVA, 2014)

Santos (2004) em sua obra sobre teorias e práticas de planejamento ambiental afirma que a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de reconhecimento difundido em algumas áreas das ciências, sendo esta escolha de aceitação universal. Santos ainda explica que o critério de bacia hidrográfica é comumente usada “porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d’água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas”. Vale lembrar aqui que esta visão de interações, elementos e variáveis integradas estão associadas com as definições a respeito de estudos com abordagens sistêmicas, sendo este mais um importante motivo para a difusão da adoção da bacia hidrográfica em estudos físico-ambientais.

Uma das principais formas de se entender os processos hidrológicos no espaço é avaliando-os dentro dos limites da bacia hidrográfica. Justifica-se a escolha da bacia hidrográfica como unidade de estudo, por esta manter uma relação estreita entre os componentes do ambiente e a atividade antrópica. Fica então evidenciada, a necessidade de analisar as alterações ocorridas nas bacias hidrográficas, em especial as alterações nos recursos hídricos. Uma maneira de se identificar tais processos é a avaliação de variáveis indicadores do estado da água, uma vez que a existência e qualidade da água dependem de como os outros componentes do ambiente são manejados (GOLÇANVES, 2011, p. 17).

Guerra e Botelho (1998) argumentam sobre a bacia hidrográfica como objeto de estudo constitui uma unidade natural básica de planejamento, onde a ação integradora das diferentes formas de uso e manejo devem ser vistas sob a ótica sistêmica, na qual cada componente pode influenciar ou ser influenciado pelos demais.

Tundisi (2003), ao justificar a adoção de bacia hidrográfica vão um pouco mais além, e explicação que a escolha deste objeto como unidade de gestão territorial estendeu as barreiras

políticas tradicionais (municípios, estados, países) para uma unidade física de gerenciamento, planejamento e desenvolvimento econômico e social.

Rodriguez, Silva e Leal (2011) ao falar de planejamento ambiental em bacias Hidrográficas, começam por caracterizar uma bacia hidrográfica como Sistema Ambiental. Segundo os autores uma bacia hidrográfica pode ser caracterizada de forma sistêmica pelo seguinte traços:

- É a superfície terrestre drenada por um sistema " fluvial contínuo e bem definido;
- As águas escolhem outro sistema " fluvial ou outros objetos hídricos;
- Seus limites estão geralmente determinados pela divisão principal, segundo o relevo;
- É o conjunto de terras drenadas por um corpo principal de águas;
- É um espaço físico-funcional.

Do ponto de vista do planejamento e da gestão, a bacia hidrográfica se caracteriza por:

- Abranger parte de um conjunto de feições ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas) ou de diversas unidades territoriais;
- Considera-se como a unidade mais apropriada para o estudo quantitativo e qualitativo do recurso água, e dos fluxos de sedimentos e de nutrientes.
- Assume-se como a unidade preferencial para o planejamento e a gestão ambiental.

Os autores ainda afirmam que a análise da bacia hidrográfica, a partir de uma perspectiva sistêmica e complexa, é válida porque, no caso dos recursos hídricos, a tarefa consiste em compreender e considerar as relações do arranjo espaço-temporal do papel da água como um recurso indispensável no funcionamento da biosfera (RODRIGUEZ, SILVA e LEAL, 2011).

A bacia hidrográfica é compreendida como uma área ou porção de área definida topograficamente, delimitada pelos divisores de águas (linhas que unem os pontos de cotas mais elevadas), drenada por um curso d'água ou por um sistema interligado de curso d'água, cuja vazão efluente é direcionada para uma única saída (GOMES, 2010).

Não devemos de maneira alguma confundir uma bacia hidrográfica com um rio ou uma rede de drenagem. Cunha (2012) “definem os rios como um amplo corpo d'água em movimento”.

Tundisi e Matura-Tundisi (2011) ressaltam que nos últimos dez anos, a concepção de que a bacia hidrográfica é a unidade mais apropriada para o gerenciamento, a otimização de usos múltiplos e o desenvolvimento sustentável consolidou-se de forma a ser adotada em muitos países e regiões. Sendo assim, a bacia hidrográfica tem certas características essenciais

que a tornam uma unidade muito bem caracterizada e permitem a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, representa um avanço conceitual muito importante e integrado de ação.⁷

A bacia hidrográfica tem sido adotada em muitos países, começando pela Europa, para isso, sendo considerada como uma unidade físico-territorial básica para uma série de intervenções, especialmente as relativas à gestão dos recursos hídricos. Seu conceito tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental (MACHADO e TORRES, 2012)⁸.

Já no contexto nacional a seleção da bacia hidrográfica como área de trabalho para avaliação ambiental está assumida em diversos estudos acadêmicos e alguns profissionais, planejamentos oficiais e pelo ato legal, em forma da Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) 001/86 – que, no artigo 5º item III, declara: “...definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”. Além disso, há uma recomendação da FAO (*Foods and Agriculture Organization*), desde a década de 1970, de que o planejamento adequado de bacias hidrográficas é fundamental para a conservação de regiões tropicais. Indiretamente ainda temos o Lei nº 12.651/2012, refletindo diretamente na preservação, também, de ambientes dentro de bacias hidrográficas. (SANTOS, 2004).

Partindo desta nova preocupação relacionada ao meio ambiente, a bacia hidrográfica também se constituiu/constitui na célula básica para a execução de ações, voltadas para o manejo e conservação dos recursos naturais, através do Programa Nacional de microbacias hidrográficas (PNMH), instituído pelo Decreto Federal nº 94.076, de 5 de março de 1987. O PNMH, que visa promover um adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades ecológicas, mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis (BRASIL, 1987; MACHADO e TORRES, 2012).

No Brasil, a ANA (Agência Nacional de Águas), órgão responsável pelos estudos e gerenciamento das águas define a bacia hidrográfica como sendo a “região compreendida por

⁷ Tundisi e Matura-Tundisi (2011) ainda apresentam uma série de fatores que justificam a vantagem de se adotar a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento, para estas informações pesquisar sobre o capítulo intitulado de “Planejamento e gestão dos recursos hídricos: novas abordagens e tecnologias”.

⁸ Machado e Torres (2012) expõem ainda diferentes marcos e principais motivos para a adoção de Bacias Hidrográficas para planejamento e gestão dos recursos hídricos.

um território e por diversos cursos d'água. Da chuva que cai no interior da bacia, parte escoar pela superfície e parte infiltra no solo. A água superficial escoar até um curso d'água (rio principal) ou um sistema conectado de cursos d'água afluentes; essas águas, normalmente, são descarregadas por meio de uma única foz (ou exutório) localizada no ponto mais baixo da região (ANA, 2011).

As bacias hidrográficas brasileiras possuem particularidades em função das características ambientais dominantes, em especial, a distribuição das precipitações no espaço e no tempo, o tipo de geologia e solo de seus terrenos e a forma de ocupação que atua de forma intensa no fornecimento de sedimentos para os rios (CUNHA, 1998).

Alguns autores também apresentam definições de bacias hidrográficas, algumas mais completas, outras mais sucintas, algumas com ênfase em variáveis consideradas de maior importância para o autor, mas no geral todas se aproximam em um mesmo contexto. Para Tucci (1997) uma bacia hidrográfica é definida como “uma área que capta e orienta a água da chuva para um único ponto no exutório, sendo separada das outras bacias fronteiriças por divisores de água. A água da chuva, uma vez que atinge o solo, escoar para as partes mais baixas da bacia, tanto pela superfície quanto pela subsuperfície, convergindo e formando a rede de drenagem”.

Na visão de Villela e Mattos (1975), a bacia hidrográfica é uma “área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída”. Eles ainda completam que uma bacia hidrográfica deve ser necessariamente contornada por um divisor, assim designado por ser a linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial. Este mesmo divisor une os pontos de máxima cota entre bacias, o que não impede que no interior de uma bacia existam picos isolados com cota superior a qualquer ponto do divisor.

Novo (2008) ao estudar a geomorfologia fluvial tomando bacia hidrográfica como objeto de análise, a define como “área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários. Representa também, a área de captação natural da água da precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório. A bacia hidrográfica é delimitada pelos divisores de água, a partir da definição de um dado ponto de saída.

Na definição de Jorge e Uehara (1998) a bacia hidrográfica ou bacia de drenagem de um rio, até a seção considerada, ou exutório, é a área de drenagem que contém o conjunto de cursos d'água que convergem para esse rio, até a seção considerada, sendo, portanto, limitada

em superfície a montante, pelos divisores de água, que correspondem aos pontos mais elevados do terreno e que separam bacias adjacentes.

Ao trabalhar as características ambientais dos rios, Barela et al. (2001) definem uma bacia hidrográfica (ou também chamada por eles de bacia fluvial) como o conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, de contorno limitado pelas partes mais altas do relevo, conhecidas como divisores de águas. As águas das chuvas ali, ou escoam superficialmente formando os rios, ou infiltram no solo para a formação de nascentes e do lençol freático. E toda a água superficial escoam para as partes mais baixas do terreno.

Para Pinto et al. (1976) “a bacia Hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de um curso de água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada”.⁹

Para Ross (2009), se tratando de uma perspectiva de planejamento econômico e ambiental do território, quer seja qualquer unidade de planejamento, é absolutamente necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos, e as fragilidades dos ambientes naturais. É preciso pôr em prática as políticas públicas com vistas ao ordenamento territorial que valorize a conservação e a preservação da natureza, para o desenvolvimento sustentável. Guerra e Marçal (2012) ao tratar da natureza integrada e sua conservação, os autores demonstram a importância em que a natureza deve ser compreendida, como uma síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante seu conhecimento, no sentido de serem desenvolvidas pesquisas aplicadas que possam levar a metodologias que colaborem com o manejo adequado e sustentável dos recursos naturais, relevantes para a sociedade como um todo.

Por fim, Santos (2004), aproximando da visão sistêmica adotada para a análise de bacias hidrográfica que será utilizada nesta pesquisa, evidencia que uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes (permanente ou intermitentes), e seu conceito está associado à noção de sistema. Nascentes, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade. Essa é uma das peculiaridades que induz os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão.

⁹ Uma gama de conceitos a respeito das bacias hidrográficas ainda pode ser encontrada no livro Introdução à hidrogeografia de Machado e Torres (2012), em seu capítulo intitulado “bacia hidrográfica”.

2.3. Geotecnologias: Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica

As geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico. Este avanço tecnológico que tem causado maior influência na pesquisa geográfica está relacionado ao advento das geotecnologias, com especial destaque para os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e os avanços na área de sensoriamento remoto (FITZ, 2008). Este termo tem sido utilizado, mais recente, como forma de agregar as diferentes tecnologias utilizadas nos processamentos de dados espaciais (BIELENKI JÚNIOR e BARBASSA, 2012).

A geotecnologia, que genericamente reúne todas as modernas ferramentas e instrumentos de geoprocessamento e análise de dados espaciais, vem sendo apontada como uma importante aliada neste processo de gestão das atividades agrícolas dentro de um contexto ambiental, seja por sua elevada capacidade operativa e rapidez analítica, ou por sua funcionalidade para integrar dados e informações de distintos formatos e escalas. Sua principal característica é o registro preciso e seguro dos dados em sistemas de coordenadas geográficas, fato que orienta e facilita sobremaneira a tomada de decisão sobre as conseqüências das atividades de desenvolvimento e a dimensão de seus efeitos ambientais, sugerindo os pontos críticos a serem considerados e corrigidos (BUSCHINELLI, 2006, p. 9).

O estudo do espaço geográfico e dos aspectos ambientais nele inseridos pressupõe uma série de conhecimentos e informações que podem ser trabalhos de maneira mais ágil, fácil e rápida com as novas tecnologias, neste contexto estão as geotecnologias, que tendem a ocupar lugar de destaque nos estudos do espaço geográfico, em virtude de sua funcionalidade (FITZ, 2008). Especificamente os SIGs (Sistema de Informações Geográficas) têm se colocado como uma ferramenta essencial das geotecnologias, para a rotina de trabalhos relacionados à análise de informações espaciais, em sua manipulação e tratamento. Nos estudos ambientais, técnicas provenientes da utilização das geotecnologias tem papel importante de unir o conhecimento quanto ao uso adequado do meio ambiente e técnicas que viabilizam a produção e conservação em bacias hidrográficas. Em estudos ambientais, ao utilizar o SIG como ferramenta para o planejamento, Santos (2004) pondera sobre a constituição de inúmeras funções destas ferramentas, que permitem o armazenamento, medição, recuperação, classificação, atualização, manipulação, simulação e gerenciamento dos dados e informações interpretadas de imagens de satélites ou de qualquer dado geográfico (gráficos e alfanuméricos).

Batistella e Moran (2008) destacam que as aplicações das geotecnologias convertidas em ferramentas de sistematização e geração de conhecimento auxiliam no planejamento do uso da terra, elevando a eficiência da gestão territorial. Desta forma, consideram que as

geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica, sendo sua utilização imprescindível para a tomada de decisões no âmbito da gestão ambiental estratégica.

Para Florenzano (2005) a aproximação do sensoriamento remoto aos SIGs está cada vez mais interligada. A princípio, em Geografia essas tecnologias têm uma vasta aplicação. Entretanto, o potencial delas nos estudos geográficos não tem sido suficientemente explorado. Isto ocorre em grande parte devido à deficiência na formação inicial e à falta de formação continuada de muitos profissionais, essencial para acompanhar os crescentes avanços tecnológicos.

É comum que, pessoas não familiarizadas com Geoprocessamento, pensem nas geotecnologias como inovações tecnológicas relativamente recentes, porém é necessário levarmos em conta que boa parte destas tecnologias foram criadas ou desenvolvidas com fins militares, sobretudo nos períodos relativos à Segunda Guerra Mundial e durante os anos de Guerra Fria. Sendo assim, sistemas de radionavegação e de espionagem montados em plataformas orbitais (satélites) já existiam e operavam no final dos anos 60 (FILHO, COMUNELLO e RIBEIRO, 2012).

Compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais, em diversas áreas do conhecimento, seja em saúde, em ambiente, em geologia, em agronomia, entre tantas outras (CÂMARA, et al., 1999).

As geotecnologias possibilitam a tomada de dados e geração de informações em escalas múltiplas, e permitem ainda que o sistema seja tratado como um todo (visão integrada) e não somente como retalhos discretizados. Desta maneira é possível inferir sobre influências da paisagem sobre o meio e modelar muitos destes processos (SOARES FILHO, COMUNELLO e RIBEIRO, 2012).

A utilização dos sistemas computacionais para tratar a informação geográfica foi iniciada com o advento dos primeiros computadores, sendo que já na década de 1950, quando os computadores passaram a estar disponíveis para usuários que não fossem militares, os primeiros aplicativos foram desenvolvidos para resolver problemas de engenharia civil, cartografia básica e gerenciamento de recursos naturais. Estes aplicativos se consolidaram nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ao longo das décadas de 1960 e 1970. Além desta tecnologia, o sensoriamento remoto através de plataformas orbitais também se desenvolveu a partir das técnicas de fotogrametria já existentes no mesmo período. No meio acadêmico, nas mesmas décadas (1960 e 1970) houve a transformação da disciplina de Geografia que até

então era puramente descritiva para uma Geografia que também considerava as relações de modo quantitativo. A década de 1980 foi marcada pela consolidação do SIG e pela formalização da Ciência da Informação Geográfica, que busca entender como as técnicas de Geoprocessamento são utilizadas, qual a influência do tratamento computacional na informação geográfica e como a informação geográfica deve ser entendida para uso em SIG (NAMIKAWA, 2012).

Comumente existem ainda muitas confusões e definições errôneas acerca do que vem a ser o Geoprocessamento. E ainda, temos que lidar com a limitada quantidade de definições encontradas na literatura brasileira. Isso porque, em muitos casos confundem-se geoprocessamento a SIG e/ou geotecnologias, e em alguns casos havendo um implexo junto à cartografia digital.

O termo geoprocessamento é representado pela junção das palavras geo (derivado do termo grego gaia – Terra) e processamento, referente à capacidade de processar informações (MELLO, 2015).

Delicadamente buscamos em Rosa (2005), uma definição embrionária do que vem a ser o geoprocessamento. Segundo este, “quando falamos em geoprocessamento, estamos nos referindo a informações temáticas ‘amarradas’ à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas, que pode ser o Geográfico e/ou o UTM”.

Em uma definição mais concisa, ao nosso ver, Bielenki Júnior e Barbassa (2012) afirmam que o termo geoprocessamento possui uma abrangência enorme no campo da geociência. E que podemos classificar qualquer atividade ligada ao mapeamento da superfície, ou mesmo da análise de suas características, como processamento de informações espaciais, já que o termo processamento está ligado à manipulação de dados para a geração de informações ligadas à Terra.

O Geoprocessamento pode ser considerado um ramo da tecnologia de computação eletrônica e dados, na medida em que se apoia diretamente no processamento de dados georreferenciados, tendo como finalidade transformar registros de ocorrência (dados) em ganhos de conhecimento (informação). O Geoprocessamento necessariamente se apoia em estruturas de percepção de fenômenos ambientais, em princípio as que proporcionem a consecução de seu objetivo principal, a transformação de dados geograficamente referenciados em informação relevante (XAVIER-SILVA, 2007).

Sintetizando Xavier Silva (2001) define geoprocessamento como “um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre base de dados (que são registro de ocorrências)

georreferenciados, para os transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante”.¹⁰

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos, vários termos surgiram para as várias especialidades. O termo SIG é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é um conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies (ROSA, 2009).

Neste momento, podemos então relacionar o geoprocessamento às análises/operações geoespaciais, sendo que “a ênfase da Análise Espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita. Ou seja, a ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer” (CÂMARA et al., 2004).

Piroli (2010) ao explicar a definição de Geoprocessamento, este autor se aproxima de seu forte relacionamento com os SIGs, para ele o geoprocessamento pode ser definido como “um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados”. E conclui que este conjunto (Geoprocessamento – SIG) “deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra”.

Namikawa (2012) em sua contribuição para definir o que é geoprocessamento, apesar de não distinguir, este já vem a fazer uma aproximação quanto aos SIGs. Afirmando ele que “o geoprocessamento um termo genérico que induz a uma definição do conceito como sendo o processamento de dados geográficos. Como a maior parte dos processamentos é executada com o auxílio de alguma plataforma computacional, o conceito de geoprocessamento pode ser restringido para o caso onde o processamento de dados utiliza sistemas computacionais. O conceito pode ainda ser estendido para dados que sejam apenas espaciais, ou seja, dados que não sejam relativos ao espaço geográfico”. E completa de forma inteligível que “sob o termo Geoprocessamento incluem-se todas as fundamentações teóricas, as técnicas, as ferramentas e as aplicações relacionadas ao tratamento computacional de dados espaciais e geográficos.

Em uma definição muito completa e rica em informação, ainda conseguindo distinguir de forma brilhante o próprio geoprocessamento do SIG, Ferreira (2014), em sua obra

¹⁰ É possível encontrar diferentes definições sobre Geoprocessamento na revisão bibliográfica de Mello (2015)

específica sobre análise geoespacial e operações o utilizando geoprocessamento e sistemas de informações geográficas, este autor argumenta que “A análise geoespacial reúne um conjunto de métodos e técnicas quantitativos dedicados à solução destas e de outras perguntas similares, em computador, cujas respostas dependem da organização espacial de informações geográficas em um determinado tempo. Dada a complexidade dos modelos utilizados para dar resposta a estas perguntas, muitas das técnicas de análise geoespacial foram transformadas em linguagem computacional e reunidas posteriormente em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Esse fato geotecnológico contribuiu para a popularização da análise geoespacial realizada em computadores, que atualmente é simplificada pelo termo geoprocessamento”.¹¹

Rosa (2009) hierarquiza a estrutura do geoprocessamento e aponta para as seguintes categorias de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial.

- Técnicas para coleta de informação espacial (cartografia, sensoriamento remoto, GPS, topografia, levantamento de dados alfanuméricos);
- Técnicas de armazenamento de informação espacial (bancos de dados);
- Técnicas para tratamento e análise da informação espacial;
- Técnicas para o uso integrado de informação espacial.

Ainda sobre a confusão feita sobre geoprocessamento e SIG, Bielenki Júnior e Barbassa (2012) afirmam que tem sido usual a utilização do termo geoprocessamento como sinônimo para SIG. Porém, estes são definidos pelos autores um conjunto de ferramentas organizadas, em síntese, para o tratamento de dados referente ao espaço habitado pela humanidade para a geração de informações capazes de facilitar o entendimento de sua interação com o ambiente.

Câmara, Monteiro e Medeiros (2004) em uma excelente segmentação entre os conteúdos de geoprocessamento e SIG, complementam que o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Esta tecnologia, denotada por Geoprocessamento, influencia de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional, etc. E que já as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, são chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sendo estas que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

¹¹ Para maiores esclarecimentos e uma abordagem conceitual muito bem explorada a respeito exclusivamente do Geoprocessamento, consultar capítulo 1 da obra intitulada Iniciação à Análise Geoespacial (FERREIRA, 2014).

O SIG engloba em sua definição vários aspectos já abordados na definição de geoprocessamento, porém a ele, agregam-se ainda os aspectos institucional, de recursos humanos e principalmente a aplicação específica a que se destina. Um SIG é um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização, a partir de dados georreferenciados, de informação produzida por meio das aplicações disponíveis, visando maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico (ROSA, 2009).

Silva (2003) ao analisar diversas definições de SIG¹², contribui dizendo que os SIGs necessitam usar o meio digital, portanto o uso intensivo da informática é imprescindível; deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar geo-referenciados e com controle de erro; devem conter funções de análises destes dados que variem de álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão, etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas), percebe-se então, que os SIGs têm inter-relações com inúmeras técnicas e tecnologias.

Câmara (1995) define o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) atestando que este é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos.

Fitz (2008) ao definir SIG de maneira mais sintética afirma que estes são como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

As funções de um SIG estão vinculadas à própria estrutura do sistema, a qual se relaciona às necessidades do usuário. Dessa forma, tem-se que cada sistema poderá ter módulos específicos agrupados ou externos a ele como um todo. A estrutura de cada sistema vincula-se, portanto, às suas características conceptivas (FITZ, 2008).

Câmara (1996) na melhor definição de SIG, conclui que Sistemas de Informação Geográfica, são sistemas de informação construídos especialmente para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável para tratá-los. Dados

¹² As definições são encontradas em Silva (2003) no capítulo intitulado Fundamentos Teóricos.

geográficos são coletados a partir de diversas fontes e armazenados via de regra nos chamados bancos de dados geográficos (CÂMARA et al., 1996)¹³.

Ainda é importante ressaltar aproximação dos SIGs junto ao Sensoriamento Remoto e ao Geoprocessamento, então temos que os SIGs e o sensoriamento remoto estão cada vez mais amalgamados. A velocidade e a dinâmica dessa interpenetração de dois universos, antes essencialmente separados, aumentaram consideravelmente nos últimos anos. Para tanto, a integração cada vez mais intensa de dados de sensoriamento remoto e SIG num ambiente de mesa (Desktop) desempenhou um importante papel. Esta integração permite o armazenamento e o gerenciamento eficiente desses dados como parte do conjunto total das geoinformações disponíveis e registradas (BLASCHKE, GLÄSSER e LANG, 2007).

Para que seja possível integrar políticas de utilização, gerenciamento dos recursos naturais e racionalizar o uso, cobertura e manejo das terras, além possibilidades de modelagem dos fenômenos da natureza e as fragilidades do ambiente, ditando preceitos à serem aplicados em um bom manejo de uma bacia hidrográfica é de larga relevância que se aplique estes e diversos outros procedimentos utilizando as geotecnologias. Nos últimos anos, a geografia (e os geógrafos) têm se habituado a desenvolver pesquisas em trabalhos das mais diversas temáticas pautados em rotinas e práticas desenvolvidas a partir das geotecnologias.

Essas geotecnologias são fundamentais em vários estudos que combinam informações de caráter biofísico e socioeconômico, promovendo a integração de dados espaciais às análises decorrentes. Com a utilização de sensores remotos, é possível realizar o gerenciamento ambiental com maior facilidade, permitindo análises das mudanças no uso e cobertura das terras, projetos de desenvolvimento, entre outros (CHIRIBOGA, SWENSON e RODRÍGUEZ, 2008, p. 213).

Apesar de muitos dos problemas abordados no âmbito da aplicação das geotecnologias não serem novos, o contexto sobre os quais passaram a ter perspectivas veio a alterar o modo como questões, até então consideradas fundamentais, passaram a ser percebidas e formuladas. Muitas das novas abordagens destes problemas se beneficiaram dos enfoques provenientes das Geotecnologias, em que foram reelaborados os sentidos de dar resposta aos novos desafios colocados pela utilização das tecnologias de informação geográfica.

Em se tratando de uma pesquisa, também com o propósito da aplicação de técnicas a partir das geotecnologias. Mello (2015) esclarece que o objetivo da ciência é a produção de conhecimento, já o objetivo da tecnologia é a aplicação desse conhecimento. Logo, podemos

¹³ Para diferentes definições quanto à SIG, consultar o artigo de Mirandola (2004). Também é encontrado em Mello (2015) diferentes definições de SIG, compiladas em seu referencial teórico.

incluir as geotecnologias também como a aplicação de descobertas da ciência aos objetivos da vida prática.

2.3.1. Sensoriamento Remoto

Em se tratando de sensoriamento remoto temos uma gama muito maior quanto a definições científicas. Talvez por ser considerados por muitos até como uma ciência, e um dos principais (se não o principal) meio para a aquisição de dados espaciais (bastante utilizados em geoprocessamento). Dentre as definições encontradas, ressaltamos aqui, as que mais vão de encontro à concepção e estruturação teórica abordados nesta pesquisa, enquadrando o Sensoriamento Remoto como fonte importante de dados no âmbito Geotecnologias. Algumas destas definições em são apresentadas de maneira muito próximas umas das outras, diferenciando às vezes apenas em nível de abrangência da definição e sintetização do autor.

Jensen (2000) é um destes pesquisados a considerar o sensoriamento remoto como uma ciência, para ele, o sensoriamento remoto é “a arte e a ciência de obter informações sobre um objeto sem estar em contato físico direto com o objeto”. Complementando de maneira mais precisa sua síntese, este autor assegura que o sensoriamento é o registro da informação das regiões do ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites, e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens. Funcionando sempre em harmonia com outras ciências da informação geográfica (*GISScience*), incluindo cartografia, levantamento e SIG (figura 5).

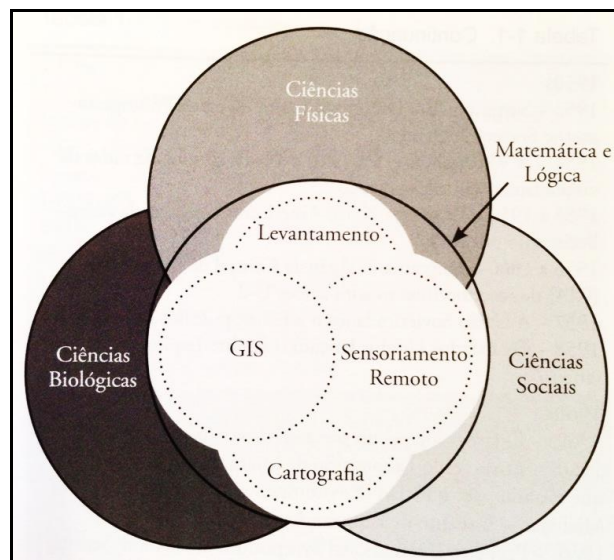


Figura 5: Modelo de interação mostrando a relação entre as ciências da informação geográfica à medida que elas se relacionam com a matemática e a lógica, e com as ciências físicas, biológicas e sociais.

Fonte: Jensen (2000)

O termo sensoriamento remoto apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significava simplesmente a aquisição de informações sem contato físico com os objetos. Desde então esse termo tem abrigado tecnologia e conhecimentos extremamente complexos derivados de diferentes campos que vão desde a física até a botânica e desde a engenharia eletrônica até a cartografia (NOVO, 2010).

Lorenzetti (2015) ressalta que a definição e o que se entende por sensoriamento remoto está sujeito a diferentes interpretações, dependendo da aplicação em que se pretende dar às imagens e aos dados digitais coletados por sensores.

No Brasil o sensoriamento remoto tomou impulso na década de 60 com o projeto RADAMBRASIL, que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país. Este programa proporcionou o treinamento e especialização de diversos técnicos brasileiros, que até então só conheciam o manuseio de fotografias aéreas (ROSA, 2009).

O sensoriamento remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como sendo a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o sol e a Terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo o radar (ROSA, 2009)

Fitz (2008) em uma definição de sensoriamento remoto, tendenciando para sua utilização em SIG afirma que o sensoriamento remoto é a “tecnologia que fornece grande parte dos dados para o estudo dos fenômenos espaciais. A maioria dos pacotes de SIG possui módulos para tratamento e manipulação de imagens, além dos recursos usuais para geração de dados secundários”.

Florenzano (2011) de maneira mais precisa define sensoriamento remoto como “a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O termo sensoriamento remoto refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas e orbitais. Muito próximo a esta definição, temos a contribuição de Novo (2010) dizendo que o “Sensoriamento remoto implica na obtenção de informação a partir da detecção e mensuração das mudanças que um determinado objeto impõe aos campos de força que o circundam, sejam estes campos eletromagnéticos, acústicos ou potenciais”. A autora ainda completa dividindo o Sensoriamento em dois grandes subsistemas: 1) Subsistema de Aquisição de Dados de Sensoriamento Remoto; 2) Subsistema de Produção de Informações.

Ponzoni, Shimabukuro e Kuplich (2012) ressaltam que as definições mais clássicas das técnicas de sensoriamento remoto geralmente enfatizam termos como distância, informação e contato físico, que de fato estão fortemente associados à sua fundamentação, mas que, de alguma forma, ofuscam os conceitos principais que permitiriam ao usuário dessa técnica sua perfeita e mais completa compreensão. Dentre esses conceitos destacam-se aqueles intrínsecos aos processos de interação entre a radiação eletromagnética, considerada a peça fundamental das técnicas de sensoriamento remoto e os diferentes objetos dos quais se pretende extrair alguma informação.

Numa visão mais técnica e aplicada, Garcia (1982) afirma que o termo sensoriamento remoto é restrito aos métodos que se utilizam da energia eletromagnética na detecção e medida das características de objetos, incluindo-se aqui as energias relativas a luz, calor e ondas de rádio.

Numa definição mais específica, (BIELENKI JÚNIOR e BARBASSA, 2012) colocam que o “sensoriamento remoto tem por fundamento a interação da radiação eletromagnética com os alvos e a sua medição por meio de sensores. Evidentemente, muitos princípios da física da radiação estão por trás da teoria que explica seu funcionamento, entretanto não nos cabe aqui entrar nestes detalhes”.¹⁴

O marco da utilização do sensoriamento remoto no Brasil teve início com os primeiros mapeamentos realizados na década de 1940, a partir de fotografia aéreas. Já em 1970 dava-se início ao projeto Radambrasil, que teve como objetivo não só representar espacialmente classes fisionômicas da cobertura vegetal de todo território nacional, mas também os demais itens fundamentais de estudos sobre o meio ambiente e os recursos naturais. O trabalho foi realizado a partir de imagens de um radar aerotransportado e tem sérvio como referência para inúmeras iniciativas de mapeamento em todo o país até hoje (PONZONI, SHIMABUKURO e KUPLICH, 2012).

2.3.2. Geotecnologias aplicadas a estudos de bacias hidrográficas¹⁵

Ao longo do tempo, bacias hidrográficas em geral (rios, canais, córregos, ribeirões, etc.) têm sofrido várias mudanças em sua fisionomia. Com tantas mudanças e riscos ambientais,

¹⁴ Outras definições podem ser encontradas no capítulo “O Conceito de Sensoriamento Remoto”, contido na obra de Lorenzetti (2015).

¹⁵ O objetivo deste tópico é exemplificar alguns estudos que obtiveram êxito na aplicação das geotecnologias para os mais variados estudos, desde que envolvendo bacias hidrográficas. Não pretendo em momento algum esgotar os tipos de estudos que aplicam geotecnologias em bacias hidrográficas.

começou-se a ter uma preocupação especial com tais bacia hidrográficas e estudos relacionados ao planejamento de bacias hidrográficas ganham destaque entre órgãos públicos/privados, profissionais de e áreas e pessoas preocupadas com o futuro do meio ambiente (CUNHA, 2012).

Atualmente existem numerosas quantidade de trabalhos envolvendo o geotecnologias e bacias hidrográficas, das mais variadas aplicações e direcionamentos¹⁶. Artigos científicos, dissertações, teses, uma quantidade razoável de livros com publicações relacionadas.

A partir do final da década de 1980 e, principalmente ao longo da década de 1990, inaugura-se uma nova fase no âmbito das tecnologias de informações. A informática, com o advento do tratamento de dados via computador, a produção de mapas digitais e o desenvolvimento de SIGs e GPS (*Global Position System*), ampliou e dinamizou ainda mais a manipulação de dados, tanto no que se refere aos temas da sociedade como da natureza (ROSS, 2009).

As geotecnologias quando aplicadas a uma determinada temática estão calcadas em três pilares básicos: o conhecimento do tema, a cartografia e a informática. O conhecimento na área da temática estudada define as regras e as formas de interações entre os dados. A cartografia preocupa-se com a melhor forma de espacializá-los. E a informática cuida da ligação entre as informações e as suas representações espaciais. Destes três campos apenas a temática pode variar, entretanto, a cartografia e a informática estão sempre presentes. Assim, ainda que tenhamos a multidisciplinaridade presente, estas duas áreas não podem ser suprimidas do processo (BIELENKI JÚNIOR e BARBASSA, 2012).

Atualmente no Brasil temos um ótimo exemplo da aplicação das geotecnologias (em especial do geoprocessamento), como é o caso das regiões hidrográficas, bacias hidrográficas e recursos hídricos em geral, cabendo a ANA (Agência Nacional de Águas), um importante papel nesta temática. A começar pelo desenvolvimento de uma metodologia para a Construção da Base Hidrográfica Ottocodificada, a qual realizam uma codificação de bacias hidrográficas baseada na metodologia criada por Otto Pfafstetter (PFAFSTETTER, 1989), a aplicação desta metodologia na Base Hidrográfica Brasileira é realizada por meio de técnicas de geoprocessamento, envolvendo principalmente um SIG (neste caso, especificamente o ArcGIS).

¹⁶ A exemplo disto, basta conferir, por exemplo, o histórico dos anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, organizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2007/biblioteca/>

Segunda a ANA (2007) a gestão de recursos hídricos demanda a construção de sistemas de informação geográfica que possam responder a perguntas como: qual a área de contribuição a montante de um determinado ponto em um rio? Ou qual o comprimento total dos cursos d'água de uma determinada bacia? Ou qual a disponibilidade hídrica em um determinado ponto. Para responder a estas e outras perguntas, é necessário modelar a hidrografia em um banco de dados geográficos, fazer a sua consistência topológica e acrescentar uma série de informações que poderão ser recuperadas mais tarde em diversos níveis de agregação.

Além da Base Hidrográfica Brasileira (Ottocodificada¹⁷) a agência ainda mantém outras importantes aplicações do geoprocessamento, agora em forma de *webgis*, na gestão e compartilhamento de informações a respeito de bacias hidrográficas, dentre elas o Sistema de Informações Hidrológicas - HidroWeb (disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>), o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH (disponível em: <<http://www2.snirh.gov.br/home/>>) e o Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR (disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/>>).

Dois dos mais antigos e experientes comitês gestores de bacias hidrográficas no Brasil, tendo inclusive já implementado o instrumento da cobrança pelo uso da água, o Comitê de Integração da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP) e o Consórcio Intermunicipal dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), possuem SIG como sistemas de suporte à decisão, que ajudam a equalizar as ofertas e demandas dentro das respectivas bacias hidrográficas (BIELENKI JÚNIOR e BARBASSA, 2012).

Esta tarefa de gestão de sistemas de recursos hídricos combina uma gama variada de dados nos mais diferentes níveis de complexidade. Neste contexto, faz-se necessário uma abordagem integrada de todas estas variáveis no meio físico, associando-as aos aspectos sociais, econômicos e políticos (BIELENKI JÚNIOR e BARBASSA, 2012).

Aplicações ambientais apoiadas no uso das geotecnologias tornaram-se muito difundidas, principalmente envolvendo a aplicação no entorno ou seções de bacias hidrográficas. É comum verificar diversos artigos, livros e aplicações comerciais relacionando geotecnologias e meio ambiente. Loureiro e Ferreira (2013), por exemplo, ao abordarem o papel das geotecnologias no estudo de feições erosivas e movimentos de massa no Brasil,

¹⁷ O engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, então a serviço DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), desenvolveu uma codificação inteligente e versátil para bacias hidrográficas, baseada em sucessivas subdivisões das áreas de drenagem a partir da escala continental, às quais são progressivamente atribuídos os algarismos de 0 a 9.

concluem que a utilização de produtos de sensores remotos (satélite ou radar) e fotografias aéreas, aliadas a um conjunto de procedimentos e ferramentas de análise espaciais existentes dentro de um SIG permitiram e permitem importantes avanços nos estudos com este temática, incluindo na abordagem dos autores, estudos de feições erosivas em bacias hidrográficas.

Silva (2013) organiza um livro inteiramente dedicado a aplicações ambientais brasileiras com geoprocessamento e sensoriamento remoto. Dentre os capítulos alguns possuem bacias hidrográficas como objeto e/ou delimitação de área de estudo e aplicação.

Ristow (2014) ao utilizar tecnologias livres, ou mais precisamente o SIG QGIS no Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água, no âmbito do Programa de Capacitação em Gestão de Água, transforma seus métodos de aplicação e resultados na publicação do material “Uso de geotecnologias livres para apoio à gestão de bacias hidrográficas”, voltado principalmente no estudo de rios, APPs (Área de Preservação Permanente) e consequentemente da bacia hidrográfica estudada.

Moraes e Santos (2007) organizam o livro Geomática & Análise ambiental a qual boa parte dos capítulos que o constituem são dedicados à estudos de geotecnologias aplicadas, seja à vulnerabilidade ambiental e à ação antrópica, Modelo Digital de Elevação (MDE), uso de SIG no estudo da qualidade da água, conflito de uso da terra, dentro outras aplicações, reforçando mais uma vez a qualidade e eficácia da utilização das geotecnologias em bacias hidrográficas, além de outras aplicações transdisciplinares.

Peluzio, Santos e Fiedler (2010) organizam um livro especificamente sobre metodologia de mapeamento de APP utilizando o SIG ArcGIS, a partir de geotecnologias como o próprio SIG, imagens de satélite e de radar. A obra apresenta a metodologia para o mapeando dos diferentes tipos de APP, apresentando resultados satisfatórios quanto o uso das geotecnologias. Mais uma vez é uma obra envolvendo a aplicação de geotecnologias em estudos de bacias hidrográficas.

Santos (2004) ao abordar detalhadamente os processos para um planejamento ambiental, reserva um capítulo inteiro em sua obra, chamado de Temáticas e Temas Usados em Planejamento Ambiental, no qual são expostos procedimentos e variáveis que devem conter em um planejamento ambiental. Este capítulo tem uma forte influência das geotecnologias no levantamento de informações para planejamento ambiental, além de um tópico específico para o desenvolvimento em Regiões e/ou bacias hidrográficas. A autora ainda esclarece que em planejamento ambiental, é aconselhável que alguns temas sejam representados no espaço, pois esta estratégia facilita a interpretação e integração das

informações por meio de documentação cartográfica, que auxiliam na compreensão sobre o meio.

Crestana, Minoti e Neves (2010) utilizam de modelagem e simulações para avaliação de impactos de perda de solo em bacias hidrográficas, partem da aplicação dos SIGs para a espacialização e a própria modelagem do ambiente da bacia hidrográfica para obterem os resultados da quantidade de perda de solo, para fins de um manejo adequado do que os autores vem a chamar de bacia hidrográfica agrícola.

Silva e Santos (2011) ao desenvolver estratégias metodológicas para o zoneamento ambiental, utilizando das geotecnologias (principalmente dos SIGs) para a elaboração do zoneamento da bacia hidrográfica do Alto Taquari, estes autores destacam que os SIGs são vistos como instrumentos vitais para condução de zoneamentos, em virtude da sua capacidade de manipular grandes conjuntos de dados e modelar a realidade do campo estudado, representando o mundo real a partir do banco de dados e operações espaciais executadas dentro do SIG.

Meirelles, Câmara e Almeida (2007) organizam a obra Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais na qual todos os capítulos (produzidos por diversos autores, de diferentes formações) são dedicados a aplicações de modelagem de dados espaciais-ambientais, técnicas de geoestatística, geoprocessamento em estudos ambientais, modelagem hidrológica, etc., na qual alguns autores aplicam seus estudos em bacias hidrográficas, ou ao menos direcionam para que suas aplicações sejam cabíveis em estudos Hidrográficos.

Santos e Rocha (2014, p. 84) utilizam das geotecnologias para o estudo da paisagem a partir da temperatura da superfície terrestre e índice de vegetação, obtidos com Processamento Digital de Imagens (PDI) do satélite Landsat 8. Os autores ainda concluem que “As geotecnologias adotadas propiciaram uma maior clareza na identificação e espacialização das áreas com maiores temperaturas e locais onde a vegetação encontra-se mais expressiva”.

Polivanov e Barroso (2011, p. 184) ao abordarem conceituações e metodologia de aplicação da geotecnia urbana, principalmente em localizações envolvendo bacias Hidrográficas em meio à urbanização, destacam a importância da escolha da escala e precisão a adotar no mapeamento geotécnico, já que este mapeamento tem a ver com a densidade e o volume de informações do meio físico de interesse para um determinado problema. Os autores concluem que “o mapeamento geotécnico é uma importante ferramenta para a espacialização dos atributos do meio físico relevantes a um problema particular e de interesse para o planejamento urbano”.

Assim, ao se trabalhar com SIG na pesquisa geográfica é necessário traduzir o mundo real para o ambiente computacional (MIRANDOLA, 2004) que é denominado de modelagem de dados, em SIG. Estes tipos de modelagens ambientais nas geotecnologias tem favorecido de diversas formas a gestão e o planejamento dos ambientes e tem despertado cada vez mais o interesse de acadêmicos, profissionais e órgãos públicos quanto a utilização das geotecnologias como ferramentas importantes no subsídio ao estudo de diversos ambientes das mais variadas temáticas.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de geoinformações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, as Geotecnologias são ótimas ferramentas para órgãos públicos e empresas privadas planejarem suas ações (RISTOW, 2014). Neste âmbito, as funcionalidades de um SIG não só permitem como facilitam as análises necessárias às atividades de gerenciamento de recursos hídricos dentro de sua célula básica que é a bacia hidrográfica. Além disso, esse sistema pode ser estruturado para o prognóstico de situações futuras por meio de modelos. Entende-se por modelo uma simplificação da realidade (BIELENKI JÚNIOR e BARBASSA, 2012).

2.4. Manejo da Terra

Ao entender a definição e necessidade do manejo, uma primeira aproximação pode ser relacionada ao que proposto por D'agostini e Schlindwein (1998) em que estes afirmam que o propósito do manejo é avançar quanto ao desenvolvimento de metodologias de avaliação global das relações que o homem mantém com o restante do meio natural (transformando-o em produtivo).

A abordagem conservacionista é normalmente identificada com estratégias locais de conservação, em que determinados espaços são tomados e/ou apropriados para se exercer a autoridade sobre as atividades de manejo. É associada ainda com a noção mais ampla de desenvolvimento sustentável, em que o uso produtivo dos recursos naturais, para promover crescimento econômico e fortalecer modos de vida locais, caminha lado a lado com a conservação desses recursos para benefícios ambientais e das gerações presentes e futuras (CUNHA e COELHO, 2012).

Para Silva (2014) manejar diz respeito às diversas operações efetuadas para melhorar as condições visando à semeadura, ao desenvolvimento e à produção (principalmente no meio rural). O autor ainda enfatiza que o manejo não é uma ação definitiva, e o tempo e o uso sugerem que o manejo se faça presente a cada novo cultivo, por exemplo. Santos (2004)

ressalta que as ações da agricultura devem pressupor os limites do solo e destinar seu uso ou ocupação em função de suas possibilidades de aproveitamento racional.

O manejo integrado em bacias hidrográficas está sendo amplamente difundido, em nível internacional, como uma importante opção estratégica para o desenvolvimento rural (SILVA, 1994).

No Brasil, esta perspectiva foi gestada na primeira metade dos anos 80, em experiências-piloto desenvolvidas no Paraná. Hoje, ações desta natureza vêm ganhando destaque em iniciativas públicas de outros estados como Santa Catarina e Rio Grande do Sul, recebendo, ainda, o apoio de importantes instituições financeiras como o Banco Mundial e o Bird (SILVA, 1994, p. 182).

As características da agricultura (e pecuária) como atividade econômica são definidas por condicionantes de ordem ambiental e socioeconômica, que interagem no espaço agrícola. Por outro lado, as atividades do agricultor não são isoladas, ele trabalha com sistemas de produção e sua propriedade está inserida num contexto mais amplo, que são as bacias hidrográficas. É realmente significativo o percentual das áreas das bacias hidrográficas que são constituídas por espaços rurais, pois as atividades agropecuárias são aquelas que ocupam maiores extensões de espaço rural brasileiro. Os impactos gerados por essas atividades são de natureza tipicamente difusa, mas a utilização de uma bacia hidrográfica como unidade de estudo permite a contextualização destes problemas, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção executada em determinada bacia hidrográfica. Assim, a bacia hidrográfica torna-se a unidade de trabalho ideal para o planejamento de exploração e o manejo conservacionista, que contemplem a integração de recursos naturais e aspectos socioeconômicos, dentro de uma perspectiva econômica e de conservação ambiental (SANTANA, 2003).

A partir destes limites de uso e cobertura da terra estabelecidos sobre o espaço, estamos de alguma maneira estabelecendo um planejamento para a bacia hidrográfica, e a partir da divisão e estabelecimento destes limites, se propormos diretrizes de uso e conservação estaremos propondo, conseqüentemente, o manejo integrado das áreas de interesse.

O homem, ao se estabelecer em uma área para construir sua moradia, realizar suas atividades produtivas e até mesmo de lazer, inevitavelmente altera o ambiente. A visão do homem como visão da história, como destruidor da natureza e predador dos recursos naturais é repudiada na atualidade. O homem é parte do sistema, sendo um dos seus componentes, agindo e interagindo com os demais. Contudo, espera-se que as alterações feitas no ambiente sejam realizadas de forma consciente e que se busque conhecer mais e melhor as implicações e os desdobramentos derivados da intervenção antrópica. Ao planejar e ocupar de forma ordenada o território, o homem possibilita a instalação de um novo equilíbrio dentro do sistema que ele habita – a bacia hidrográfica. A manutenção do equilíbrio ambiental se reverterá numa qualidade ambiental satisfatória, o que, por sua vez, contribuirá inquestionavelmente para a melhoria da qualidade de vida das sociedades (BOTELHO e SILVA, 2014, p. 188).

É compreendido aqui, que o manejo é o ato de usar racionalmente, otimizando a produção (rural) sem prejudicar o desempenho ambiental e conservando seus recursos naturais. Ou seja, intervenções e procedimentos executados no espaço a ser manejado, onde a partir destes procedimentos, podemos gerar uma proposta superior de planejamento ambiental, no caso desta pesquisa, direcionada à bacias hidrográficas. Já que o manejo do solo, manejo da agricultura, manejo da produção, etc., é comumente aplicado num âmbito local, direcionado especificamente à uma cultura, um tipo de solo, uma pequena porção do terreno. Um dos desafios desta pesquisa é, então, pensar no manejo de uma forma integrada à ser executado em bacias hidrográficas a partir de uma abordagem sistêmica para este objeto de estudo.

O manejo de uma bacia hidrográfica deve visar sempre a qualidade e o aumento da disponibilidade hídrica (principal função de uma bacia hidrográfica). Para que possamos atingir este objetivo, por intermédio do manejo da terra, devemos começar por planejar diferentes práticas conservacionistas, sob diferentes usos de uma bacia hidrográfica da maneira mais racional possível, para assim conservar os recursos naturais no âmbito da bacia e contribuir diretamente na garantia da qualidade de suas águas.

“Desse modo, o manejo de bacias hidrográficas pode ser entendido, de forma simples, como uma estratégia de planejamento de uso dos recursos naturais renováveis” (SOUZA, SILVA e DIAS, 2012). Para tanto, a definição de manejo de bacias hidrográficas dada pela Sociedade Americana de Engenheiros Florestais é a seguinte: “uso racional dos recursos naturais de uma bacia, visando produção de água em quantidade e qualidade” (CECÍLIO e REIS, 2006).

Atualmente, no Brasil uma definição mais elaborada do que vem a ser o manejo de bacias hidrográficas é apresentada como a administração dos recursos naturais de uma área de drenagem, primariamente voltado para a produção e proteção da água, incluindo o controle de erosão, enchentes e a proteção dos aspectos estéticos associados com a presença da água (CECÍLIO e REIS, 2006). Para Souza, Silva e Dias (2012) atualmente, a definição de manejo de bacias hidrográficas passou-se a considerar que o sistema de uso da terra tinha uma relação importante dentro do objetivo de manejar, principalmente a água, passando a ser entendido como “o conjunto de técnicas que se aplicam para a análise, proteção, reabilitação, conservação e uso da terra das bacias hidrográficas, com fins de controlar e conservar o recurso água proveniente das mesmas”.

Machado e Stipp (2003) explicam que o manejo em bacias hidrográficas pressupõe a aplicação de ações de interesses conjuntos entre os agricultores (por exemplo), de forma a facilitar e garantir maior êxito destes, promovendo a conservação do solo, recuperação das áreas erodidas, reconstituição da mata ciliar, recuperação das estradas e diminuição do uso de produtos químicos, de forma a garantir a manutenção dos níveis de produção e a renda com a atividade agrícola, mantendo sempre a conservação ambiental da bacia hidrográfica que dá lugar às atividades produtivas.

Gomes (2010) numa visão de manejo aplicado no domínio dos limites de bacias hidrográficas passa necessariamente pela adoção de procedimentos que atendam aos requisitos de educação, conscientização, proteção, conservação e adoção de práticas ou técnicas de baixo ou quase nulo impacto ambiental negativo, ou seja, que gere o mínimo de passivo no meio ambiente. Complementando, para D'Agostini e Schlindwein (1998) se faz necessário para um manejo adequado, elaborar um instrumento que, concomitantemente, possa atender mínima e equilibradamente todos os critérios determinantes da qualidade das relações do uso da terra e da água, além de incluir o próprio sujeito da ação como parte avaliada. Significa dizer que um indicador da adequação das relações de uso não pode se restringir ao cômputo de quantidades ou grandezas objetivas, mas que também deve ser capaz de comparar o próprio homem em suas atitudes.

Para Santana (2003), “o conceito de manejo integrado de bacias hidrográficas pressupõe planejar e implantar as práticas conservacionistas considerando-se o contexto das bacias e não nas propriedades isoladas. A unidade de planejamento passa a ser a bacia hidrográfica.

Ramalho Filho e Beek (1995) estabelecem em sua metodologia de mapeamento da aptidão agrícola de propriedades rurais, três níveis de manejo, que segundo os autores, estão ao alcance da maioria dos agricultores. Estes três níveis de manejo são estabelecidos num contexto específico, técnico, social e econômico. E, visam diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sendo que sua indicação é feita através das letras A, B e C. Sendo os níveis, descritos a seguir:

- **A:** Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultura;
- **B:** Baseado em práticas agrícolas que reflete um nível tecnológico médio;
- **C:** Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico.

Guerra e Botelho (1998) lembram que o estado do Paraná foi o pioneiro em termos de projetos de manejo em bacias hidrográficas, podendo seus resultados serem constatados através do aumento da produção e da produtividade, com a redução nos custos com fertilizantes, manutenção de estradas rurais e tratamento de água.

O manejo de bacias tem como objetivos básicos: a) tornar compatível a produção com a conservação ambiental; b) concentrar esforços para manter otimizar o uso exercido a partir do interesse diferentes agentes presentes na bacia hidrográfica a ser manejada, a fim de que todas as atividades econômicas desenvolvidas dentro da bacia sejam realizadas de forma racional e trabalhadas integradamente (CECÍLIO e REIS, 2006).

Apesar da complexidade de todas essas relações, o estudo das bacias hidrográficas, com fins de planejamento, pode ser de grande valia no combate à erosão dos solos. Segundo Botelho (1999), o planejamento racional dos recursos naturais, principalmente o solo e a água. Para que isso aconteça é preciso fazer o levantamento da capacidade de uso do solo, ou classes de uso das terras (GUERRA e MENDONÇA, 2014, p. 232).

Na visão de Fernandes (2002), o manejo é elaborado a partir de propostas, devendo ter a seguinte finalidade:

A proposta para manejo integrado de recursos naturais em nível de bacias Hidrográficas refere-se, em última instância, ao ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva bacia hidrográfica. Trata-se, portanto de uma proposta concreta para desenvolvimento sustentado, aqui entendido como o uso dos recursos naturais para fins múltiplos e ocupação dos ecossistemas, observados seus respectivos limites de aptidão, atentando para a prevenção, correção e mitigação de prováveis impactos ambientais indesejáveis sob o ponto de vista econômico, social e ecológico (FERNANDES, 2002, p. 125).

Este mesmo autor sugere que o manejo, para que denominado de maneira correta, deveria ser chamado de manejo da paisagem. Pois, segundo ele, o enfoque principal do manejo é considerar os recursos naturais como integrantes da paisagem em estreita interação com os seus constituintes. Sendo assim, o manejo da paisagem implica no uso, cobertura e manejo, adequando-os às especificidades de cada elemento da paisagem nos aspectos de aptidão múltipla, dinâmica hidrológica, posição estratégica e inter-relações entre os recursos naturais. Fernandes ainda completa, afirmando que o gerenciamento de bacias hidrográficas deve incorporar todos os recursos naturais/ambientais da área de drenagem da bacia e não apenas o corpo hídrico (FERNANDES, 2002). “Em outras palavras, o uso e a ocupação são condicionados pelas características intrínsecas de cada sub-bacia hidrográfica, que determinam as potencialidades e limitações para as diversas modalidades de uso/ocupação e a potencialização de conflitos de interesses” (FERNANDES, 2002, p. 126).

No caso de Bertoni e Lombardi Neto (2012) ao tratarem a conservação dos solos, estes autores entendem por manejo, a preocupação em forma de práticas de conservação do solo, evitando erosões e a degradação dos solos, principalmente, pela agricultura. Os autores explicam que algumas causas do esgotamento dos solos pela erosão podem ser controladas a partir de práticas conservacionistas. Dentre as práticas, estão as de caráter vegetativo, edáficas

e mecânicas, modificações no sistema de cultivo, estruturas artificiais construídas, dentre outras.

Seguindo a mesma linha de pensamento quanto ao manejo, Lepsch (2010) trata o manejo agrícola e as práticas conservacionistas de maneira intrínseca, visando a conservação dos solos e a preservação ambiental. Segundo este autor,

o modo como a terra é manejada, quando cultivada, condiciona uma maior ou menor erosividade dos solos. Solos completamente cobertos com vegetação estão em condições ideais para absorver a água das chuvas e resistir à erosão. Com o recobrimento do terreno por um denso cultivo, ou por resíduos de cultivos anteriores, o impacto direto das gotas das chuvas sobre a superfície do solo não só é evitado como aumenta a absorção da água. Além disso, as raízes, ao se entrelaçarem, seguram mais o solo (LEPSCH, 2010, p. 195).

Para a EMBRAPA (2000),

o manejo do solo consiste num conjunto de operações realizadas com objetivos de propiciar condições favoráveis à sementeira, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, por tempo ilimitado. Para que esses objetivos sejam atingidos, é imprescindível a adoção de diversas práticas, dando-se prioridade ao uso do Sistema Plantio Direto visto que envolve, simultaneamente, todas as boas práticas conservacionistas. Alternativamente justificado, poderão ser utilizadas práticas racionais de preparo do solo (EMBRAPA, 2000, p. 41).

A EMBRAPA (2000) leva em consideração, por exemplo, o seguinte roteiro para elaboração do manejo, contendo as seguintes variáveis:

- Sistema de plantio direto;
- Requisitos para implantação;
- Conscientização;
- Levantamento dos Recursos;
- Planejamento;
- Cobertura dos solos;
- Espécies para cobertura do solo;
- Manejo de restos de culturas e da cobertura do solo;
- Sucessão e rotação de culturas;
- Preparo do solo;
- Alternância do uso de implementos no preparo do solo;
- Rompimento da camada compactada.

No entanto, em grande parte de trabalhos relacionados ao manejo em bacias hidrográficas, consideram apenas a solução de problemas isolados e com propostas de mudanças pontuais.

Por exemplo, diversos autores, e notadamente, os três acima citados (EMBRAPA, 2010; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012; LEPSCH, 2010) entendem, de maneira abrangente, que o manejo é a aplicação de práticas conservacionistas visando a produção agrícola e a conservação dos solos, para que, em segundo plano, exista a preservação ambiental. Com isso, nenhum destes autores trabalha o manejo a nível de uma bacia hidrográfica, e sim a nível local/pontual ou na agricultura.

No âmbito das bacias hidrográficas a água deve ser o principal elemento a ser considerado para planos de manejo e conservação, já que este é o principal bem ambiental e social de uma bacia hidrográfica, além de considerar-se a principal função de uma bacia hidrográfica a de produzir água de qualidade.

Fernandes (2010) ao identificar esta divergência entre manejo e o planejamento integrado de bacias hidrográficas, afirma que

grande parte das práticas recomendadas para manejo integrado das bacias hidrográficas é de notório conhecimento de técnicos e de usuários dos recursos naturais; entretanto, a implantação destas práticas é efetuada isolada e pontualmente, muitas vezes com reflexos localizados e insignificantes (FERNANDES, 2010, p. 131)

O grande desafio desta pesquisa quanto ao manejo é, então, pensar nas práticas de um manejo integrado à nível de planejamento e conservação de uma bacia hidrográfica, sem que os diferentes modos de exploração e/ou produção afetem a conservação ambiental e principalmente a qualidade das águas de tais bacias hidrográficas. Para isso, será pensado em diretrizes cartográficas, por meio da aplicação das geotecnologias, em pareceres, propostas e sugestão para práticas específicas para as bacias hidrográficas estudadas.

Devido ao manejo inadequado e o mau uso e cobertura da terra, muitos ambientes circundantes às bacias hidrográficas sofrem com prejuízos econômicos e principalmente ambientais. Neste caso também, o produtor rural acaba por se prejudicar, pois as áreas onde os solos encontram-se degradados. Estes problemas afetam a produção e as atividades futuras, que passam a não ser mais viáveis, além da perda do valor agregado a propriedade (IZIPPATO, 2013).

Fernandes (2010) define que as propostas de manejo integrado de bacias hidrográficas devem enfatizar três linhas norteadoras, sendo estas a Produção, Preservação e Recuperação. Fernandes ressalta que o equilíbrio destas ações básicas reflete concretamente ações de desenvolvimento e produção sustentados em nível de bacias hidrográficas. E que, as ações e medidas recomendadas para uma área de estudo devem refletir cada realidade biofísica e socioeconômica das bacias hidrográficas trabalhadas.

Ao final de um projeto de manejo, ou de um planejamento visando o manejo integrado (em bacias hidrográficas), o manuseio de todas as informações deve gerar mapas e/ou planilhas de uso e da situação do espaço; isso facilitará o planejamento das atividades a serem desenvolvidas (SILVA, 2014).

Por conseguinte, o manejo e planejamento em qualquer atividade permite tomadas de posição e correção de rumos sempre antecipadamente, prevendo (SILVA, 2014):

- Análise dos resultados e produtos do levantamento dos recursos humanos e materiais;
- Elaboração e interpretação de mapas e esquemas de trabalho;
- Divisão da propriedade (neste caso, da bacia hidrográfica) em talhões (partes/espacos) e sua seleção cronológica no transcurso dos cultivos ou determinações de práticas conservacionistas para cada espaço. Devem ser tomadas como base as informações obtidas nos levantamentos, como uso e cobertura atual da terra, topografia, solos, vias de acesso e outras (SILVA, 2014).

Nas considerações de Greenland et al. (1994) *apud* Guerra e Mendonça (2014) os autores concluem que o manejo sustentável do solo requer uma pesquisa que leve em conta as necessidades dos proprietários rurais, adotando uma abordagem participativa e que considere também as dimensões políticas, institucionais e principalmente, a conservação ambiental e das águas, quando o manejo for planejado para as extensões que abranjam uma ou mais bacias hidrográficas.

Acredita-se, desta maneira, que o manejo integrado possa ser uma das formas de compreender as atividades socioeconômicas, e se tornar um importante controlador da qualidade da água e do transporte de sedimento em bacias hidrográficas. Então, para que seja possível estabelecer diretrizes para o manejo de uma bacia hidrográfica, é necessário, primeiramente, identificar as classes de uso e cobertura da terra e seus valores funcionais e ambientais.

Será usado nesta pesquisa o termo manejo integrado. Isso porque a aplicação da metodologia do manejo parte da proposta apresentada por Fernandes (2010), onde o autor utiliza desta terminologia. De modo que serão levadas em considerações principalmente as atuais práticas de manejo, uso e cobertura da terra, planejamento ambiental e situação da qualidade das águas analisadas nas bacias hidrográficas. Que, ao final resultarão em um mapeamento contendo diretrizes e práticas conservacionista para o uso, cobertura e manejo das terras ideal para conservação dos recursos naturais e principalmente das águas das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

2.5. Qualidade das Águas Superficiais em bacias hidrográficas

Corroborando com Fernandes (2002), a respeito da importância da qualidade das águas em uma bacia hidrográfica, temos que “a água é um recurso singular, pois além de servir a uma ampla gama de usos, possui também a qualidade de atuar como uma substância indicadora dos resultados da manipulação da terra pelo homem”.

Fernandes (2010) ressalta a importância da água como um recurso natural vital, estratégico e insubstituível. Segundo este autor, é comum o enfoque para a preservação deste recurso (figura 6).

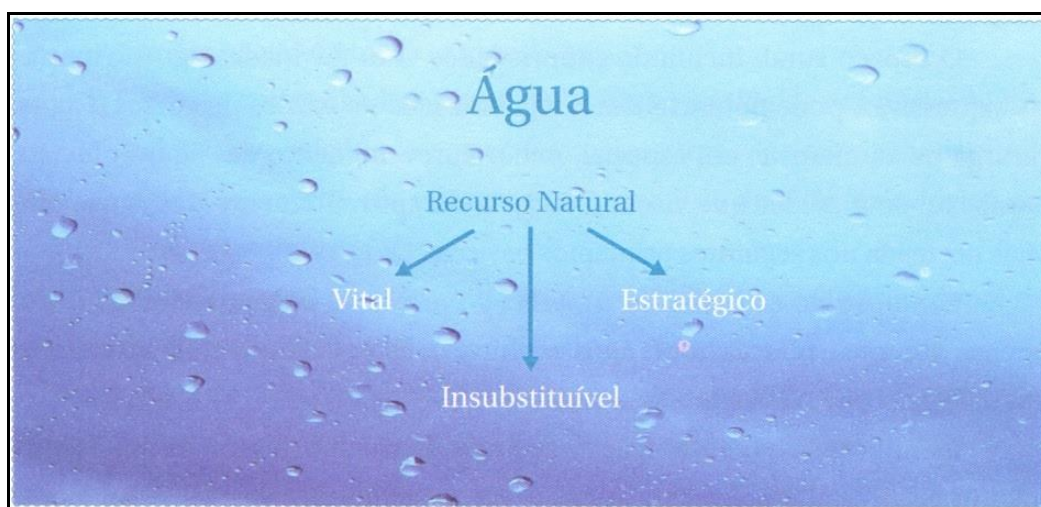


Figura 6: Esquema visual da importância da água como recurso natural.

Fonte: Fernandes (2010)

Através dos séculos, a complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem aumentou e está cada vez mais contribuindo para o conjunto de degradação e poluição. As bacias hidrográficas correspondem a um sistema ambiente e socioeconômico, integrado e interdependente, contemplando diversas atividades, serviços, formações vegetais e nascentes, enfim todos os habitats e unidades da paisagem (LIGERÓN e PINTO, 2004).

A qualidade da água é tão importante quanto a quantidade, quando se trata de atender às necessidades básicas dos seres humanos e do meio ambiente; entretanto, apesar de as duas questões estarem intimamente interligadas, nas décadas recentes este aspecto recebeu bem menos investimento, apoio científico e atenção do público que a quantidade volumétrica (ANA, 2013, p. 21).

A qualidade da água expressa a apropriação desta aos mais variados usos. Ela é afetada por fatores climáticos, pela origem e características do manancial e principalmente, nos dias atuais, por fatores antrópicos (ALBERTIN et al., 2007).

O planejamento dos aspectos qualitativos da água envolve a identificação e avaliação de alternativas de gerenciamento que satisfaçam objetivos econômicos e ambientais. Os objetivos econômicos são frequentemente expressos em termos de mínimo custo e uma distribuição de custo justa por todos aqueles que pagam pela água para seu consumo. Os objetivos de qualidade da água são usualmente expressos em termos de padrões de emissão de efluentes, padrões de qualidade da água do corpo receptor, ou ambos (ALBERTIN et al., 2007).

O desenvolvimento das ações naturais e antrópicas sobre o sistema natural envolve várias etapas e caminhos, desde as fontes, o impacto sobre o ambiente e a ação sobre a saúde da população. O uso dos recursos hídricos, no âmbito dos sistemas ambientais, é interdependente das ações desenvolvidas ao longo de toda uma bacia hidrográfica, envolvendo modificações de suas condições naturais (figura 7). A gestão destes recursos deve ser realizada com o mínimo dano ao meio ambiente (TUCCI, 2005).

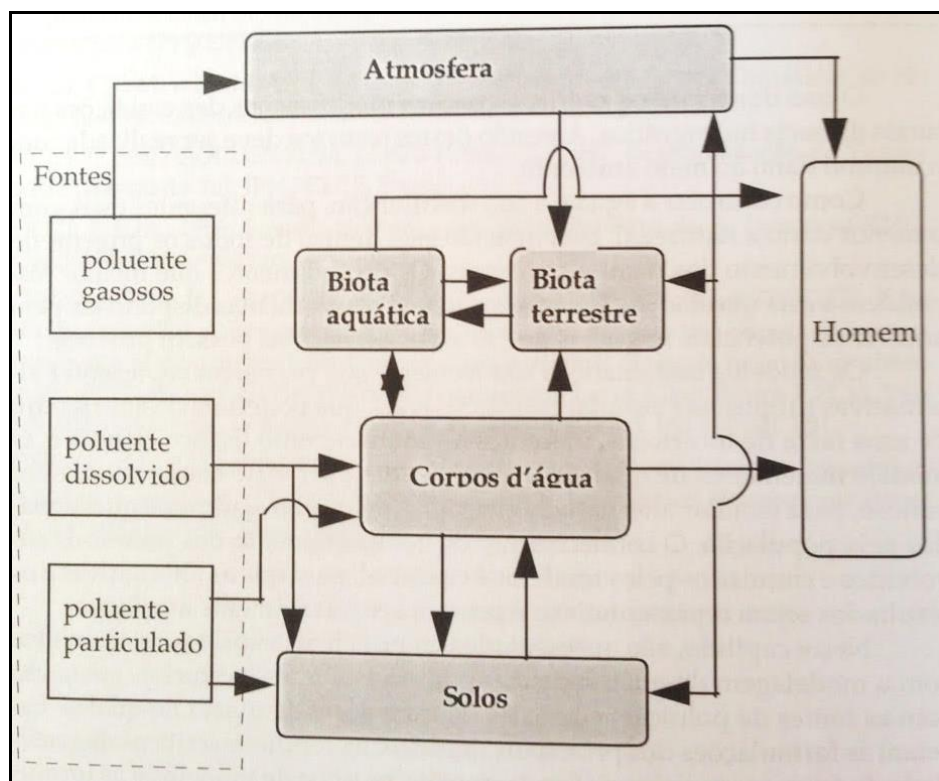


Figura 7: Esquema visual de fontes de poluição e interação com os sistemas ambientais.

Fonte: Meybeck e Helmer (1992) *apud* Tucci (2005)

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas indispensáveis na produção de alimentos. Estas atividades fazem parte da paisagem no município de Três Lagoas e região, desde tempos mais antigos. Contudo, estas atividades proporcionam o aumento da deposição de resíduos agrícolas e animais no meio ambiente, gerando alterações ambientais, que desde a década de 60 já são avaliadas, por exemplo, nos Estados Unidos (CARVALHO, SCHILITTLER e TORNISIELO, 2000)

Tanto a agricultura como a pecuária têm uma necessidade imediata: o espaço físico. Isto faz do desmatamento a primeira consequência prejudicial ao ambiente. Com isto o solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial (que leva consigo a deposição orgânica de vegetais e sua microfauna associada) e à lixiviação profunda (que promove uma lavagem dos nutrientes nas camadas subsequentes); tais processos resultam em empobrecimento do solo e conduzem o material para áreas mais baixas, que em geral convergem para rios e lagos, que pode acarretar aumento no uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutrientes no solo e expondo-o à contaminação química (CARVALHO, SCHILITTLER e TORNISIELO, 2000, p. 618).

Conforme explica Oliveira (2014) os processos que ocorrem em uma bacia hidrográfica exercem influência em um dos elementos mais importantes do sistema ambiental, “a água”. Considerada como um agente de interação entre os sistemas, a água guarda características e propriedades físico-químicas das rochas e dos solos, e biológica, dos seres vivos. Todas estas características são reflexos das atividades desenvolvidas no sistema, ao longo dos anos, como as atividades socioeconômicas e produtivas, que podem gerar impactos positivos e negativos ao funcionamento e a qualificação das águas de uma bacia hidrográfica, que por sua vez refletem diretamente no sistema que as englobam.

As constantes intervenções do homem em sistemas menores, por meio do desmatamento, assoreamento de nascentes e contaminação da água, entre outros, influenciam sistemas maiores (SILVA, 2013). O uso, cobertura e manejo da terra de uma bacia hidrográfica influencia diretamente a qualidade da água de mananciais que compõem uma bacia. Sendo que, a qualidade da água é resultado das interações de fatores naturais e, principalmente, das ações antrópicas. O conhecimento da qualidade, do uso e cobertura atual do corpo d'água e seu planejamento é indispensável para a recuperação e a conservação dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica (TUCCI, 1997; SILVA, 2013).

No final do século XX, novas iniciativas na legislação de recursos hídricos e na organização institucional começaram a ser implementadas em muitos países. Essas ações decorreram do reconhecimento de que, sem evolução na legislação e sem novas formas de administração e organização das instituições que planejam e gerenciam recursos hídricos, é impossível implantar os avanços da tecnologia e da participação da comunidade (TUNDISI e MATSURA-TUNDISI, 2011, p. 189).

No Brasil a lei que rege as diretrizes quanto ao enquadramento e qualidade das águas é estabelecida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em forma da Resolução nº 357/2005¹⁸. Também para assegurar a qualidade das águas no Brasil, foi elaborada a Política Nacional de Recursos Hídricos, que tem como principais objetivos

¹⁸ Para uma síntese da cronologia da legislação das águas no Brasil consultar a publicação intitulada de “Índice e Indicadores de Qualidade da Água – Revisão da Literatura” (CPRH, [2000] década certa). Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf>> e o livro publicado por Tundisi e Matura-Tundisi (2011), no capítulo intitulado “Avanços na Legislação e Descentralização de Ações”.

“assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais” (Art. II da Lei Federal n.º 9.433/1997).

Os vários usos da água possuem requisitos de qualidade que, quando não atendidos, representam um fator limitante para o seu aproveitamento. Desse modo, a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece como objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (ANA, 2012, p. 19).

É importante lembrar, conforme esclarece Gonçalves (2011), que a qualidade da água é um termo que não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas que abrange suas características desejáveis para seus diversos usos. Estas características podem ser físicas, químicas e biológicas, e podem ser alteradas por diversos fatores que exercem influência direta ou indireta nas águas.

A água contém uma ampla variedade de constituintes que podem ser medidos e, servem como base para a avaliação da qualidade da água (CPRH, [2000] década certa). O monitoramento da qualidade da água é estabelecido para avaliar as substâncias presentes na água, a partir de alguns aspectos. Neste trabalho será utilizado como base para a avaliação da qualidade da água os aspectos físicos e químicos.

Para a determinação da qualidade da água em bacias hidrográficas é recorrente o uso de índices e/ou indicadores da qualidade da água que consistem no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia hidrográfica, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO e NICOLELLA, 2002).

Para uma interpretação ecológica da qualidade das águas superficiais e/ou para estabelecer um sistema de monitoramento, é necessário a utilização de métodos simples e que deem informações objetivas e interpretáveis, partindo para critérios próprios que considerem as características peculiares dos recursos hídricos (PINEDA e SCHÄFER, 1987 *apud* TOLETO e NICOLELLA, 2002, p. 181-182).

A seleção dos parâmetros de interesse depende do objetivo do estudo, investigação ou projeto, levando-se em consideração os usos previstos para o corpo d'água e as fontes potenciais de poluição existentes na bacia hidrográfica (CPRH, [2000] década certa). Harmancioglu et al. (1998) *apud* Toledo e Nicolella (2002) salienta que “as interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constitui no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado.

Quanto aos **aspectos físicos** foram considerados a temperatura, turbidez e sólidos totais dissolvidos.

A **temperatura da água** (e do ar) exerce influência nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água. Outros processos como solubilidade dos gases dissolvidos também são influenciados diretamente pela temperatura da água, além desta acentuar a sensação de sabor e odor (SILVA e PINTO, 2009).

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2009).

A temperatura da água pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas diversas (GONÇALVES, 2011).

A **turbidez** é função da quantidade de luz que pode penetrar dentro da água. Quando a água possui alta concentração de material suspenso, torna mais difícil a penetração da luz. Segundo Pinto, Oliveira e Pereira (2010), a turbidez também pode ser entendida como a alteração da penetração da luz provocada por partículas em suspensão, como bactérias, argila e silte ou fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água. Conforme explicam os autores, a erosão das margens dos rios e corpos d'água em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. As erosões podem decorrer do mau uso da terra em que se impede a fixação da vegetação.

“A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso da terra, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exige manobras operacionais” (CETESB, 2009, p. 5).

É importante lembrar ainda, que a presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas e outras partículas influenciam diretamente nos valores de turbidez da água (GONÇALVES, 2011).

Os **sólidos totais dissolvidos** de uma amostra de água, conforme explica Silva (2013) é constituída tanto por matéria orgânica e metais, como por quaisquer outros compostos, com exceção de gases dissolvidos. A autora segue dizendo que os sólidos totais dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após o processo de filtração. Para a CETESB (2009) os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado.

Quanto aos **aspectos químicos** foram considerados as variáveis pH, salinidade, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e potencial de óxido e redução (potencial redox).

O **pH** apresenta a acidez ou a basicidade das águas, que podem ter origens em fatores naturais do terreno ou resultantes de poluentes dissolvidos na água. O pH exerce influência

em diversos equilíbrios químicos que ocorrem na água, sendo um importante parâmetro da análise da qualidade das águas. Em algumas condições o pH também exerce efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. Em se tratando de ecossistemas aquáticos, o pH influencia diretamente sobre a fisiologia de diversas espécies. Para análise será utilizado os limites da Resolução CONAMA 357, de 17/03/05, que se estende de 6,0 a 9,0 (SILVA e PINTO, 2009; PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010).

A **salinidade** da água, como outras variáveis determinantes da qualidade das águas, está relacionada tanto a fatores naturais, como antrópicos. Sendo que a salinidade, no caso de bacias hidrográficas rurais, pode impactar diretamente na agricultura, caso seja usada para irrigação. No campo, um dos principais fatores que podem elevar o teor de sal nas águas em pontos isolados (inicialmente) é a utilização dos rios para dessedentação de rebanhos na pecuária.

A CETESB (2009) ressalta que, por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos da qualidade das águas.

O **oxigênio dissolvido** é uma das variáveis mais importantes em se tratando de análise da qualidade da água, sendo também de fundamental importância na manutenção da vida aquática e um parâmetro indicador na determinação do impacto de poluentes sobre os corpos d'água. Silva e Pinto (2009) explicam que o oxigênio dissolvido é um gás solúvel em água, que são utilizados como indicador da qualidade das águas superficiais pois a proliferação bacteriológica depende diretamente de suas concentrações, constituindo de metodologia de rápida análise, passível de realização no campo. O consumo de oxigênio é dado pela oxidação da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos e demanda bentônica de oxigênio (SILVA e PINTO, 2009). O oxigênio usado na diluição de matéria orgânica é repostado pelo processo de reaeração. A reaeração é produzida pela atmosfera, turbulência do rio e a fotossíntese de plantas aquáticas (TUCCI, 2005).

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata (queda d'água) é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, com a velocidade normalmente bastante baixa (CETESB, 2009, p. 20).

O oxigênio dissolvido é, portanto, um parâmetro importante à ser considerado no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão das águas superficiais, sendo de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais (SILVA e PINTO, 2009; PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010).

A **condutividade elétrica**, conforme explicam Pinto, Oliveira e Pereira (2010) é uma expressão numérica de capacidade de a água conduzir a corrente elétrica de sais dissolvidos e ionizados presentes na água. A condutividade elétrica da água depende das concentrações iônicas e da sua temperatura e, indica a quantidade de sais existentes na água. Segundo os autores, a condutividade elétrica também fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, porém, sem indicar quantidades relativas dos seus vários componentes. Quanto maior o número de sólidos totais dissolvidos adicionados à água, a condutividade elétrica desta água tende a aumentar, e com valores altos de condutividade, surgem indicativos de características corrosivas da água. Segundo Gonçalves (2011) a condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, mobilidade dos íons, valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

O **potencial de óxido e redução** ou potencial redox ou ainda chamado de potencial de redução das soluções, conforme explica Souza (2015), é o resultado entre a oxidação e redução de um ambiente, estando relacionado com a perda e o recebimento dos elétrons de uma solução. Para Valle Junior et al. (2013) o potencial de óxido e redução é um valor que representa a tendência de uma substância de receber elétrons, podendo sua análise ser utilizada na determinação do caráter redutor ou oxidante do corpo d'água. Os autores seguem dizendo que a biodisponibilidade de uma série de metais está associada ao seu estado de oxidação e o conhecimento do potencial de óxido e redução pode ajudar, por exemplo, a definir quais formas dos metais estão presentes em maior concentração no corpo d'água. De acordo com Enzweiler (2010), alguns átomos possuem forte tendência a perder elétrons em sua forma positiva e a estes damos o nome de elementos oxidantes. Outros a forte tendência a receber elétrons e a estes damos o nome de redutores.

O principal papel do ORP, de maneira geral, é medir as cargas negativas e positivas de um ambiente, ou seja, se tivermos um ambiente oxidante, significa que temos um ORP positivo, mais elementos oxidantes que redutores, e vice-versa. Ter um alto nível de potencial redox significa ter uma água limpa e com capacidade de oxidar elementos tóxicos de maneira imediata (SOUZA, 2015, p. 49).

Por fim, corroborando com Silva e Pinto (2009), entendemos que a grande questão em relação à qualidade da água no ambiente estudado é a influência direta do uso e cobertura da terra inadequado nas propriedades tanto com as edificações como as áreas utilizadas para a pecuária e agricultura.

2.5.1. Transporte de Sedimentos

Os rios são poderosos agentes geomorfológicos capazes de erodir, transportar e depositar sedimentos. Todo o material erodido por um rio e por ele transportado compõe a sua carga, que pode ser dissolvida, em suspensão e do leito (NOVO, 2008).

O termo sedimento se refere à partícula derivada da rocha, ou de materiais biológicos, que pode ser transportada por fluido. É a partícula derivada da fragmentação das rochas, por processos físico ou químico, e que é transportada pela água ou pelo vento do lugar de origem aos rios e aos locais de deposição. É o material sólido em suspensão na água ou depositado no leito (CARVALHO, 2008).

Bacias hidrográficas possuem suas dinâmicas de fluxo em que, na maioria das vezes, os fatores naturais (topografia, geologia, solos, clima e vegetação) podem iniciar os desequilíbrios que serão agravados pelas atividades humanas na bacia hidrográfica, especialmente pelo manejo inadequado dos solos (CUNHA, 2012).

Denominamos de hidrossedimentologia o “estudo dos sedimentos que são transportados e depositados pela água, e dos processos erosivos geradores, relacionando-se assim aos importantes estudos sobre assoreamento, perda de solos, vida útil de reservatórios, etc.” (MACHADO e TORRES, 2012).

O conhecimento da descarga sólida é necessário para análises de degradação de uma bacia, verificação da qualidade d'água para abastecimento, estudos de assoreamento de rios e reservatórios, estudos de assoreamento na posição de obras fluviais, bem como para diversas outras pesquisas ambientais e de engenharia (CARVALHO et al., 2000, p. 11).

A sedimentação fluvial ou hidrossedimentologia inclui os processos de remoção, transporte e deposição das partículas, envolvendo toda a dinâmica da bacia hidrográfica. Toda a bacia fluvial é responsável pelo fornecimento detrítico aos cursos de água, que em conjunto, torna-se o fenômeno natural de maior ocorrência na esculturação da rede de canais e das paisagens encontradas na superfície terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Nesta área do conhecimento existem basicamente duas escolas: uma, determinista, que procura equacionar o fenômeno físico do transporte de sedimentos; outra estocástica, que procura relações entre as variáveis através e diretamente de dados de medida de campo (VILLELA e MATTOS, 1975).

A magnitude da produção de sedimentos em uma bacia Hidrográfica depende de três processos distintos: i) da intensidade com que o solo é desagregado por ação da precipitação e do escoamento superficial (erosão bruta); ii) dos processos de transferência dos sedimentos da bacia vertente para a calha fluvial; iii) pela sua propagação na calha fluvial (MELO et al., 2008, p. 3)

Carvalho (2008) explica que no processo de transporte de sedimentos, a partícula derivada da rocha passa pelos processos de erosão, deslocamento, transporte do sedimento, deposição e compactação.

“O transporte de sedimentos se processa nos cursos d’água, sendo que a maior quantidade ocorre na época chuvosa. Foi verificado que 70 a 90% de todo o sedimento transportado pelos cursos d’água ocorrem no período de chuvas, principalmente durante as fortes precipitações” (CARVALHO, 2008, p. 73).

Sabe-se que 90% da descarga destes sedimentos ocorre em suspensão, isso porque, a pequena densidade das partículas suspensas propicia que elas sejam transportadas em diferentes velocidades do escoamento fluvial, sendo depositadas onde a velocidade do fluxo hídrico seja reduzida. Enquanto que, as partículas maiores se movem por arraste no leito ou por saltação, necessitando de vazões mais acentuadas para entrar em movimento, as quais ocorrem com baixa frequência (HUDSON-HEDWARDS, 2007 *apud* ZANIN, BONUMÁ e FRANCO, 2014)

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d’água (PORTO, BRANCO e LUCA, 1991). A carga em suspensão consiste de partículas sólidas, orgânicas e inorgânicas. As partículas inorgânicas em suspensão geralmente são formadas por siltes e argilas, cuja dimensão e peso permitem que sejam mantidos suspensos pela turbulência e pelos vórtices. Partículas de areia também podem ser mantidas em suspensão por correntes fortes, por pequenos períodos de tempo. Estas partículas, também chamadas de granulometria reduzida são tão pequenas que se conservam em suspensão pelo fluxo turbulento, constituindo a carga de sedimentos em suspensão. Em geral, esta carga em suspensão é a fração mais fina do material do leito, sendo mantida suspensa pela ação da turbulência do fluido (NOVO, 2008; CHRISTOFOLETTI, 1981). Quanto ao tamanho, podem ser classificados em sedimentáveis, em suspensão e dissolvidos. Na prática, a classificação é feita separando-se os sólidos apenas em dois grupos: em suspensão e dissolvidos. Os sólidos em suspensão dividem-se em sedimentáveis e não sedimentáveis. Sólidos sedimentáveis são aqueles que se depositam quando se deixa a amostra de água em repouso durante uma hora. (PORTO, BRANCO e LUCA, 1991).

Em relação ao transporte de sedimentos, o fluxo laminar somente é capaz de mover partículas do tamanho de grão de argila, enquanto que o fluxo turbulento, dependendo da velocidade, pode mover materiais de tamanho de grão oscilando entre argila a seixos e blocos, ocorrendo o fenômeno do transporte seletivo das partículas de sedimento, em função da sua granulometria, forma e densidade (ZANIN, BONUMÁ e FRANCO, 2014, p. 3).

Segundo Melo et al. (2008) existem várias fontes de sedimentos na escala de uma bacia hidrográfica no meio rural. Estas fontes podem ser lavouras, pastagens, florestas, rede fluvial e estradas. Identificar a origem dos sedimentos é fundamental na compreensão da taxa de emissão de sedimentos e no manejo dos sedimentos erodidos na escala da bacia hidrográfica.

A carga detrítica nos cursos de água é uma mistura de partículas de várias espécies, tamanhos e formas. Uma parcela de carga detrítica dos cursos de água é obtida pela ação erosiva que as águas exercem sobre as margens e fundo do leito. A maior parte, entretanto, é fornecida pela remoção detrítica das vertentes e escoamento até o rio. Por essa razão, desde há muito tempo reconhece-se que o transporte dos sedimentos é governado pelos fatores hidrológicos que controlam as características e o regime dos cursos de água (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Silva, Schulz e Camargo (2007) dividem o transporte de sedimentos em três grupos:

- Carga sólida do leito ou de arrasto: são partículas que rolam ou escorregam longitudinalmente nos cursos d'água, entrando em contato com o leito praticamente todo o tempo;
- Carga sólida saltitante: são as partículas que pulam ao longo do curso d'água por efeito da correnteza ou pelo impacto de outras partículas. O impulso inicial que arremessa uma partícula na correnteza pode se dever ao impacto de uma na outra, o rolamento de uma por sobre a outra ou o fluxo de água sobre a superfície curva de uma partícula, criando assim pressão negativa;
- Carga sólida em suspensão: são os sedimentos suportados pelas componentes verticais das velocidades do fluxo turbulento, enquanto estão sendo transportados pelas componentes horizontais dessas velocidades, sendo suficientemente pequenas para permanecerem em suspensão, subindo e descendo na corrente acima do leito. Geralmente esse grupo de sedimento representa a maior quantidade de carga sólida do curso d'água, podendo corresponder a 99% de toda carga sólida.

O fluxo e o transporte de sedimentos constituem respostas aos processos e ao estado de equilíbrio atuantes no sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981; VILLELA e MATTOS, 1975). Para SUGUIO (2003), as partículas sedimentares incorporadas a esses meios, através das atividades mecânicas e hidráulicas, podem ser transportadas por diferentes processos. Estes processos resultam na deposição de sedimentos, que promovem o assoreamento, reduzindo o volume de água armazenado.

A penetração da luz na água é alterada por partículas em suspensão que provocam a difusão e absorção da luz, tais partículas também estão associadas à deposição de sedimentos

citada acima por Suguio (2003). A diminuição da transparência induz a uma diminuição da penetração de luz na água. Águas muito transparentes permitem que se vejam imagens até profundidades bastante significativas e quanto maior a limpidez, maior a produtividade do ecossistema. A dinâmica hidrossedimentológica de um leito fluvial irá influenciar diretamente a turbidez da água, que se caracteriza como a alteração da penetração da luz provocada, por exemplo, pelo plâncton, bactérias, argilas e silte em suspensão, além de fontes de poluição que lançam material fino e de outras características (PORTO, BRANCO e LUCA, 1991).

Em diversos momentos são assinaladas relações mantidas pela concentração de sedimentos e pela capacidade de transporte com a magnitude do fluxo. Dessa maneira, pode-se avaliar para cada magnitude de fluxo a quantidade de material transportado que lhe é correspondente. Fica evidente então que a carga em suspensão é quase sempre maior na época chuvosa, mantendo assim uma estreita relação com a precipitação e o escoamento superficial em uma bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1981).

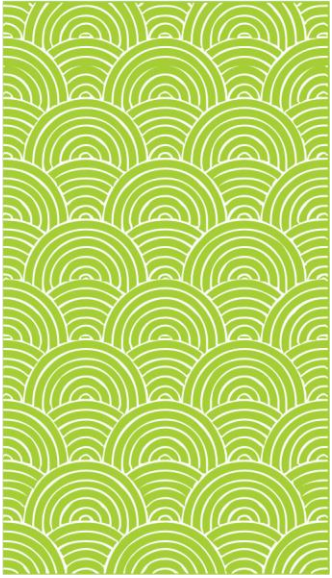
Cunha (2012) assinala que é necessário que se faça uma administração sustentável, que concilie as mudanças antropogênicas introduzidas na bacia hidrográfica para o desenvolvimento e a proteção ambiental. Nesse sentido, o conhecimento e o controle do sistema sedimentológico dos rios e canais são importantes para garantir a sustentabilidade. O sistema sedimentológico fluvial envolve fornecimento, transporte e armazenamento dos sedimentos, e sua distribuição no leito do rio influencia a distribuição da comunidade lótica. O Brasil tem ainda pouca tradição em pesquisas sedimentológicas, refletidas no baixo número de estações de monitoramento e intervalos de coletas de dados.



CAPÍTULO III

RapidEye
Id 2229611
04/05/2013
5 m de resolução espacial
Composição 3, 2 e 1 RGB

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática.
2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.



A teoria explica a prática.
O ser humano procura uma
razão para interpretar
o que acontece na Natureza.

Newton de O. Carvalho



3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta passagem serão abordados os procedimentos, materiais e métodos utilizados ao longo da pesquisa. Foram elaboradas 8 etapas, cada qual sendo detalhada representando um passo-a-passo.

Para a execução dos procedimentos teórico-metodológicos desta dissertação utilizou-se das metodologias propostas, e, em maior destaque e contribuição, citamos as seguintes contribuições de Pinto e Mauro (1985), Tucci (1995), Resolução do CONAMA 357/2005, Mirandola (2006), Fernandes (2010), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010), Pinto et al. (2010) e Bertalanffy (1975).

3.1. Etapa 1 – Estrutura conceitual

As primeiras etapas de atividades de gabinetes constaram de:

- Revisão bibliográfica;
- Escolha da área de estudo;
- Delimitação das bacias hidrográficas;

A revisão bibliográfica apesar de se iniciar na primeira etapa e ser procedimento crucial em todo o tipo de pesquisa, ela se estendeu no decorrer de toda a pesquisa, além de aproveitar conhecimentos adquiridos ao longo de outros trabalhos e discussões no LAPGEO, assim como de toda trajetória acadêmica.

Esta ainda favoreceu o desenvolvimento do referencial teórico à ser seguido ao longo da pesquisa, assim como direcionou para os pressupostos teóricos e metodológicos a serem seguidos.

- Levantamento, aquisição e compilação de uma base de dados secundários¹⁹;

Estes dados referem-se à Delimitação das Formas e Formações através do material associado ao Atlas Multireferencial, diversos mapas e arquivos vetoriais e matriciais das mais variadas fontes e escalas (IMASUL, IBGE, INCRA, EMBRAPA, MMA, IPEF, DNIT entre outros) de conteúdos relacionados à pesquisa executada nas bacias hidrográficas;

- Aquisição e consulta de imagens de satélite²⁰.

¹⁹ Este procedimento é detalhado na etapa 2 (página 80), no tópico denominado de “Aplicações das geotecnologias”.

²⁰ Este procedimento é detalhado na etapa 2 (página 81), no tópico denominado “Aplicação das Geotecnologias”.

3.2. Etapa 2 – Aplicação das geotecnologias

As geotecnologias são “ferramentas-âncora” no desenvolvimento desta pesquisa. O mapeamento do atual manejo, a modelagem do escoamento superficial, dentre outras variáveis importantes para o estabelecimento de diretrizes para o correto manejo e conservação da bacia hidrográfica dependem diretamente da aplicação das geotecnologias. Portanto, nesta etapa constam métodos e técnicas voltados para a aplicação (principalmente) do sensoriamento remoto e geoprocessamento no estudo das bacias hidrográficas.

A principal finalidade da aplicação das Geotecnologias é de garantir a criação, edição e organização de uma base de dados compatível à estruturação das variáveis e parâmetros usados para o estudo das bacias hidrográficas em questão. Destacam-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), imagens dos satélites, dados/informações espaciais e informações tabulares. Dentre outros resultados apresentados no desenvolvimento desta etapa, ressaltamos a elaboração dos mapas e indiretamente das tabelas (geradas a partir de análises e informações espaciais).

- Levantamento e aquisição de dados espaciais;

Além dos dados produzidos durante a pesquisa, existem alguns outros dados, provindos de fontes terceiras que são de grande importância no decorrer das análises e geração de informação, como por exemplo, o mapeamento da pedologia, delimitações político-administrativas, dados climáticos, entre outros. Além das imagens de satélite, na qual os detalhes da aquisição e consulta destas imagens são explicados no próximo tópico. No quadro abaixo, é mostrado a relação dos órgãos que contribuíram na distribuição de dados espaciais que foram de grande valia na obtenção de resultados para esta pesquisa (quadro 1).

Quadro 1: Dados espaciais disponibilizados por órgãos públicos.

Órgão/Empresa	Especificação do Arquivo	Formato do arquivo	Metadado
USGS/Earth Explorer	Imagens Landsat 8	TIFF	Sensor OLI: 8 bandas (30m) + 1 banda (15m) Sensor TIRS: 2 bandas (100m)
USGS/Earth Explorer	Imagens SRTM-X	TIFF	Banda X (30m)
IBGE	Divisão político-administrativa do Brasil	SHP	Escala 1:250.000

Quadro 1: Dados espaciais disponibilizados por órgãos públicos - continuação.

Órgão/Empresa	Especificação do Arquivo	Formato do arquivo	Metadado
Center for Disease Control and Prevention Base de Dados Center for Disease Control and Prevention (CDC)	Divisão dos países da América do Sul	SHP	Escala 1:1.000.000
DSG	Cartas Topográficas	SHP/TIFF	Cartas: SF-22-V-B-I / SF-22-V-B-II / SF-22-V-B-V Escala 1:100.000 1974
ANA	Divisão das regiões hidrográficas do Brasil	SHP	Escala 1:1.000.000
ANA	Base hidrográfica ottocodificada (cursos d'água)	SHP	Escala 1:1.000.000
MMA	Imagens RapidEye	TIFF	5 bancas (5m)
IMASUL	Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPG) do Estado de Mato Grosso do Sul	SHP	Escala 1:1.000.000
IMASUL	Mapeamento pedológico do Estado de Mato Grosso do Sul	SHP	Macrozoneamento 1984/1985 Escala 1:250.000
INEMT	Dados climáticos (temperatura e precipitação) tabulados	XLS	Escala 1:250.000
INCRA	Imóveis rurais certificados	SHP	Levantamento Topográfico de campo

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

- Aquisição e consulta às imagens de sensores remotos;

Nesta pesquisa foram manipuladas (PDI) imagens dos satélites Landsat 8 e RapidEye e imagem de radar da missão SRTM. Além de consultadas as imagens SPOT e GeoEye, disponíveis no software Google Earth Pro.

As imagens do satélite Landsat 8 utilizadas foram tomadas pelo sensor OLI, na data de 02/08/2015. A escolha da data acontece propositalmente nas datas mais próximas às coletas das amostras de água em campo, de maneira que os mapas de uso e cobertura da terra e do manejo atual, pudessem ser correlacionados aos resultados das amostras de água. As imagens do satélite Landsat 8 fazem parte da órbita 223 e ponto 74. As cenas foram adquiridas

gratuitamente no site *Earth Explorer*, sob responsabilidade do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

As imagens do satélite RapidEye utilizadas correspondem às *Ids* 2229610, 2229611, 2229710 e 2229711, abaixo, no quadro 2 é mostrado a relação das datas de imageamento de cada imagem correspondente à sua *Id*.

Quadro 2: *Ids* e datas de imageamento das cenas do satélite RapidEye.

<i>Id</i>	Data de Imageamento	Resolução Espacial
2229610	01/02/2014	5 metros
2229611	04/05/2013	5 metros
2229710	29/03/2013	5 metros
2229711	29/03/2013	5 metros

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Todas as cenas foram adquiridas através *Geo Catálogo*, onde são disponibilizadas gratuitamente a órgãos públicos e/ou quando destinadas ao desenvolvimento pesquisas acadêmicas.

As imagens SRTM foram obtidas também o *Earth Explorer*, estas imagens foram obtidas pela missão *Shuttle Radar Topography Mission*, a qual dá nome (abreviação) às imagens. As imagens aplicadas nesta pesquisa foram as da banda X, com 30 metros de resolução espacial.

- Estruturação do Banco de Dados Geográficos;

A estruturação do banco de dados é pensar antes de mais nada na transformação e na interação de elementos do espaço absoluto em espaço relacional (CÂMARA, 2005).

É neste ponto da etapa de aplicação das geotecnologias em que estruturamos toda a base de dados obtidas. Na estruturação do banco de dados, todos os dados secundários citados no quadro 1 são organizados e estruturados, além dos dados primários produzidos ao longo da pesquisa. É o banco de dados quem tem funções importantes como o armazenamento e recuperação de informações, auxiliando também na criação e edição de informações.

Os dados componentes da base são organizados em 2 níveis (figura 8), sendo uma compartimentação para dados secundários gerais, subdividida em dados raster, vetoriais e tabulares. E outra compartimentação para dados produzidos a partir de análises e processamentos da própria pesquisa, organizados de acordo com cada bacia hidrográfica e subdivididos em dados raster (desta vez contando com mapas produzidos em PDF), vetoriais e tabulares. A estruturação e organização do banco de dados foi gerenciada pelo ArcGIS, em sua extensão ArcCatalog 10.3.

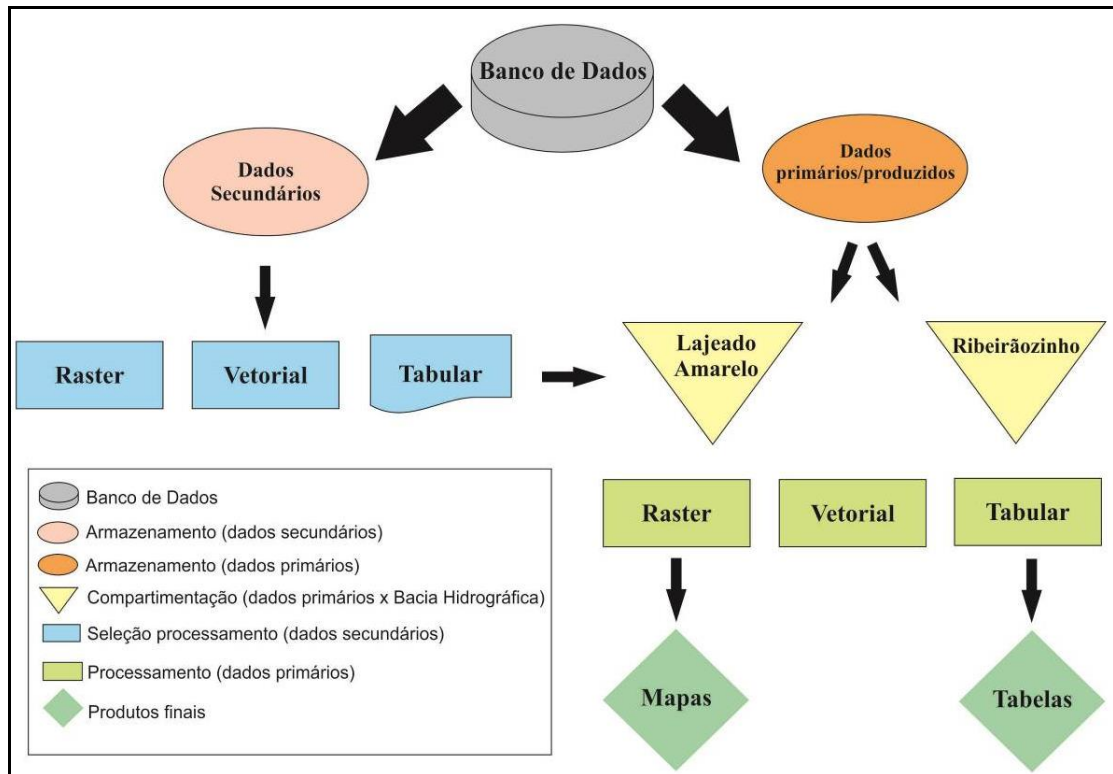


Figura 8: Fluxograma representando a estrutura e organização do banco de dados.

- Delimitação das bacias hidrográficas;

A delimitação das bacias hidrográficas foi definida a partir de suas vertentes (divisores de água). O procedimento de delimitação foi realizado inteiramente em ambiente SIG, utilizando o ArcGIS, em sua extensão ArcMap 10.3. Para uma melhor definição quanto aos limites das bacias hidrográficas foram utilizados diferentes produtos cartográficos, sendo primeiramente um modelo digital de elevação (MDE) gerado a partir da imagem SRTM-X, com resolução espacial de 30 metros; curvas de nível (ou cotas altimétricas) com equidistância de 5m geradas a partir do *grid* também da SRTM-X; carta topográfica SF.22-V-B-V (Três Lagoas) e SF.22-V-B-II (Ponto do Jofre) para a bacia hidrográfica do córrego Lageado Amarelo e SF.22-V-B-I (Rio Sucuriú) e SF.22-V-B-II (Ponto do Jofre) para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho. Ainda auxiliaram no procedimento as imagens dos satélites Landsat 8 e RapidEye. Todos os materiais acima mencionados, também apoiaram na delimitação da rede de drenagem, vetorizada manualmente.

1. Compartimentação topográfica

Ambas as bacias hidrográficas, após a delimitação de sua extensão, foram compartimentadas, sendo divididas em alto, médio e baixo curso.

A compartimentação foi estabelecida através da topografia do terreno, baseado nas cotas altimétricas e curvas de nível, efetuando-se os procedimentos esclarecidos a seguir. A partir

do valor da amplitude altimétrica (tomada pelas cotas das curvas de nível) dividiu-se o valor da amplitude três. No caso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, a amplitude altimétrica foi de 120m, que dividida por 3 tivemos 40m. Então a cada 40m equidistantes estabelecemos um patamar para a bacia. Portanto o baixo curso vai 280m a 320m, o médio curso de 320m a 360m e o alto curso de 360m a 400m (figura 9).

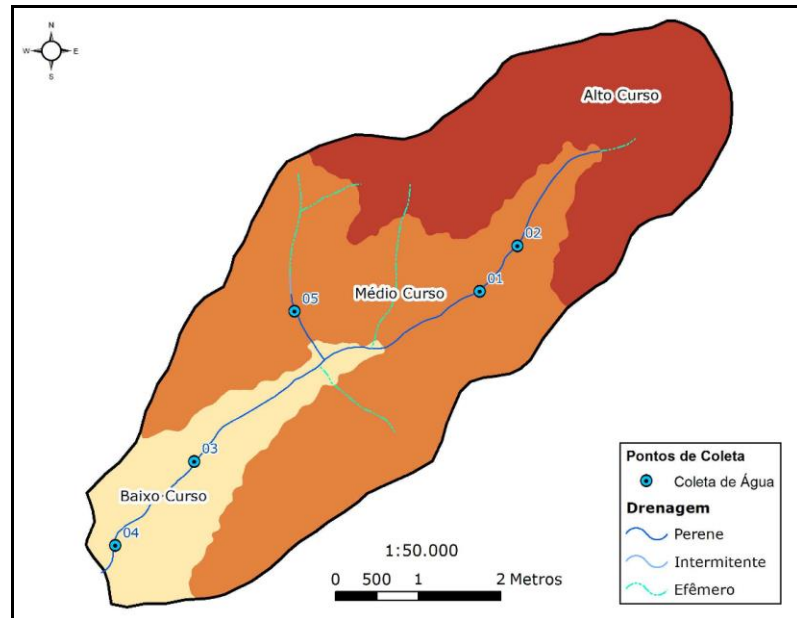


Figura 9: Compartimentação topográfica da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

E no caso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, a amplitude altimétrica foi de 135m, que dividida por 3, tivemos 45m. Então a cada 45m equidistantes estabelecemos um patamar para a bacia. Portanto o baixo curso vai de 280m a 325m, o médio curso de 325m a 370m e o alto curso de 370m a 415m (figura 10).

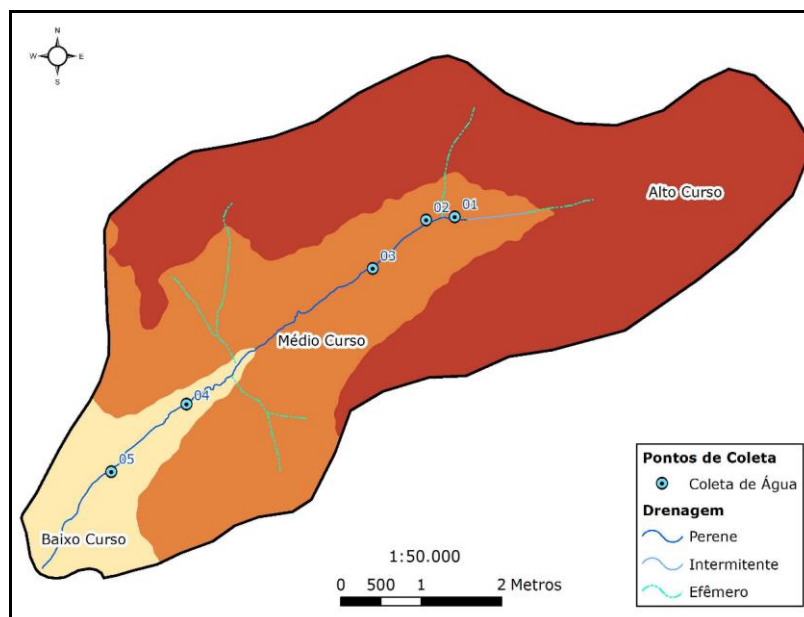


Figura 10: Compartimentação topográfica da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

- Uso e cobertura da terra;

1. Pré-Processamento

Para o mapeamento de uso e cobertura da terra, realizado no mês de agosto de 2015, foram usadas as imagens do sensor OLI (Landsat 8).

As imagens Landsat ainda são muito utilizadas em aplicações ambientais, também por conta do imenso arquivo histórico de mais de trinta anos, e subsidiam a elaboração de projetos de acompanhamento do uso e cobertura das terras, apoio ao monitoramento de áreas de preservação, cartografia temática, atualização cartográfica, entre outros (BATISTELLA, CRISCULO e BOLFE, 2008, p.35).

Antecedendo a composição colorida das bandas, foi necessário reprojeter as bandas à serem compostas. Esta necessidade surge, pois, as imagens disponibilizadas para download no *Earth Explorer* já vêm georreferenciadas e com projeção atribuída, fornecidas em datum WGS 1984 e projeção UTM (fuso 22 N – norte). Por decisão, trabalharemos com todos os dados espaciais em datum SIRGAS 2000, até mesmo para que fique de acordo com a legislação cartográfica nacional, que adota o SIRGAS 2000 como datum oficial para mapeamentos do território brasileiro. Então, o primeiro procedimento realizado nas cenas é a reprojeção para o datum SIRGAS 2000 (fuso 22 S – sul). Este procedimento foi realizado no SIG ArcGIS, em seu módulo ArcMap 10.3, onde utilizou-se a ferramenta *Project raster*, disponível na ArcToolbox.

As imagens em níveis de cinza foram compostas em RGB (composição colorida) a partir das bandas 6, 5 e 4, respectivamente.

A banda 6, chamada de SWIR 1 (*short wave infrared*), infravermelho de ondas curtas - na tradução para língua portuguesa – ou infravermelho médio, possui comprimento de onda entre 1.57 – 1.65 (μm), a esta banda foi-lhe atribuída a cor vermelha (*red* – R). A banda 5 NIR (*near infrared*), infravermelho próximo – na tradução para língua portuguesa – possui comprimento de onda entre 0.85 – 0.88 (μm), a esta banda foi-lhe atribuída a cor verde (*green* – G). E, por último a banda 4, a banda do vermelho (*red*), que possui comprimento de onda entre 0.64 – 0.67 (μm), e a esta banda foi-lhe atribuída a cor azul (*blue* – B). A escolha das bandas utilizadas é justificada a seguir.

A banda 6, em seu intervalo de comprimento de onda, apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico (INPE, 2015).

A banda 5, em seu intervalo de comprimento de onda, faz com que os corpos de água absorvam muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete

muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas. Permite uma boa visualização e identificação de áreas agrícolas, assim como de florestas de eucalipto, conforme já mencionado acima (INPE, 2015).

A banda 4, em seu intervalo de comprimento de onda, permite que a vegetação verde, densa e uniforme, apresenta-se com grande absorção neste intervalo do espectro eletromagnético, permitindo um bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta também, bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. Comumente utilizada, também, para mapeamento de áreas agrícolas (INPE, 2015).

O procedimento de composição das bandas foi realizado no SIG ArcGIS, em seu módulo ArcMap 10.3, utilizando a ferramenta *Composite Bands*. Ao final, tem-se uma composição colorida em falsa-cor (figura 11), mostrando mais claramente os limites entre o solo e a água, com a vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidade de verde (florestas avançadas e/ou vegetação saudável) e rosa (vegetação rasteira e/ou com menor potencial fotossintetizante) (INPE, 2015).

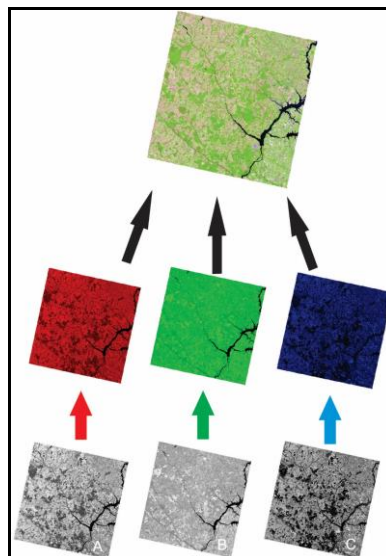


Figura 11: Composição colorida (RGB) em falsa-cor. A) Banda 6; B) Banda 5; C) Banda 4. Landsat 8/OLI.

Todas as bandas anteriormente citadas do sensor OLI possuem 30 metros de resolução espacial. Entretanto, o sensor OLI disponibiliza uma banda com 15 metros de resolução espacial. A banda com 15 metros de resolução espacial do sensor OLI é a banda 8 (*Panchromatic*), que possui comprimentos de onda no intervalo de 0.50 – 0.68 (μm). A principal função da banda pancromática disponibilizada é para a fusão de bandas com finalidade de melhorar a resolução espacial final da composição utilizada.

Foi usada neste trabalho a técnica de fusão de domínio espectral por meio do procedimento de *Gram-Schmidt*. Primeiramente, as técnicas do grupo de domínio espectral são formadas pelos processos que realizam uma transformação na imagem multiespectral, resultando num novo conjunto de bandas onde uma delas é correlacionada com a imagem pancromática (SOARES et al., 2015). Esta técnica, assim como outras disponíveis, compreende um processo de reamostragem espacial, onde a imagem multiespectral com resolução mais grosseira é reamostrada para a mesma resolução da pancromática antes da aplicação da técnica de fusão.

Este procedimento, assim como o de Principais Componentes, é uma operação sobre vetores com o objetivo de torná-los ortogonais (maiores detalhes desta transformação podem ser encontrados em Smith, 2003). A fusão inicia-se com a simulação de uma banda pancromática a partir das bandas multiespectrais de baixa resolução espacial. Em sequência, uma transformação de *Gram-Schmidt* é aplicada à banda pancromática simulada e às bandas multiespectrais, onde a pancromática simulada é empregada como a primeira banda. Então, a primeira banda *Gram-Schmidt* é trocada pela banda pancromática de alta resolução e uma transformação inversa é aplicada para formar a imagem sintética de saída (RSI, 2003 *apud* PINHO, RENNO e KUX, 2005, p. 4227).

Ao final da operação de fusão de bandas (multiespectral + pancromática) temos o resultado exemplificado na figura 12.

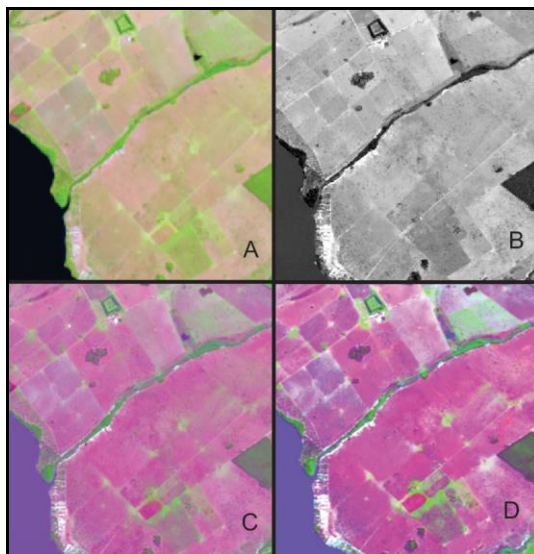


Figura 12: Resultado da Fusão de bandas do Landsat 8/OLI. A) Composição de bandas (RGB) em falsa-cor (30m); B) Banda 8 Pancromática (15m); C) Imagem fusionada colorida (15m); D) Imagem fusionada com histograma de cores equalizado.

2. Vetorização e Classificação

Neste trabalho optou-se por realizar a classificação da imagem manualmente, a partir de vetorização da imagem. Justifica-se a escolha pela vetorização (ao invés de uma classificação semiautomática ou automática) devido a necessidade de mapear uma elevada quantidade de classes de uso e cobertura da terra. A necessidade de discriminar maiores quantidades de classes de uso e cobertura da terra e com mais detalhadamente foi uma premissa adotada visando o posterior mapeamento das classes de manejo já presentes nas bacias hidrográficas em questão.

A vetorização foi elaborada com base nas imagens do satélite Landsat 8, e auxiliada pelas imagens RapidEye, *basemap* Imagery (dados online do ArcGIS), Google Earth Pro e principalmente pelas visitas e pontos de coleta em campo.

Após a vetorização da imagem para ambas as bacias hidrográficas temos uma máscara em formato *shapefile* com a delimitação das classes mapeadas (figura 13).

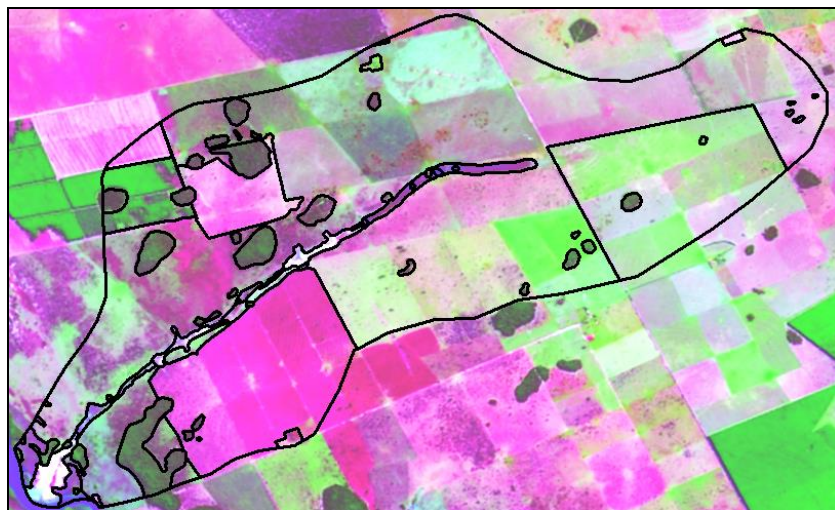
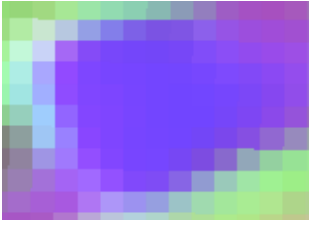


Figura 13: Vetorização das classes de uso e cobertura da terra sobre uma imagem Landsat 8 (02/08/2015).

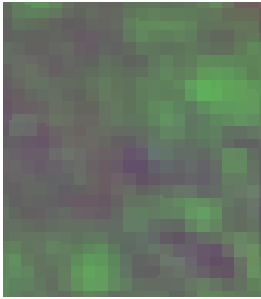
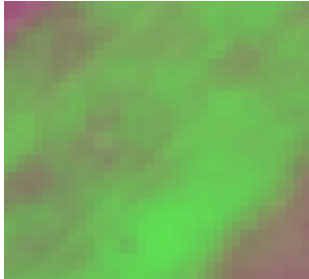
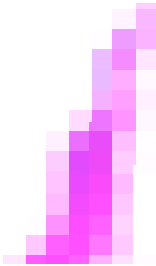
Para a classificação das imagens de satélite, apoiamo-nos numa chave de interpretação (quadro 3), a qual relaciona determinados valores de ND (números digitais) de um conjunto de pixels (formando elementos) de cor e padrões homogêneos correlacionados à elementos encontrados em campo, como vegetação, água, solo, etc. A chave de interpretação reflete às cores de cada classe a ser mapeada, de acordo com o satélite (Landsat 8/OLI e suas cenas escolhidas para a composição colorida (R6 G5 B4).

A chave para interpretar uma imagem é entender como as diferentes coberturas terrestres respondem aos processos de *Reflexão*, *Absorção*, *Transmissão* e como elas são representadas nas imagens. A energia ao interagir com os objetos da superfície terrestre é *refletida*, *absorvida* ou *transmitida*. Esses processos são dependentes das propriedades que constituem os objetos (SOUZA, 2012, p. 2).

Quadro 3: Chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

Uso	Imagem de Satélite	Descrição da imagem	Imagem em Campo
Água		Cores em tons azulados. Nas Bacias a maior parte deriva de pequenas represas ao longo do canal. No caso das barragens, os padrões aparecem sempre de forma arredondada.	
Pastagem		Em geral, a pastagem é caracterizada nas imagens por tons de magenta e diferentes verdes claros. Os padrões são irregulares.	
Pastagem Degradada		Caracterizada por tons de magenta claro com manchas tendendo ao branco, caracterizando a falta de pasto e surgimento do solo exposto.	
Silvicultura		Cores verdes homogêneas de padrão regular, textura lisa e formas retangulares. Entre os talhões, é possível identificar estradas (carreadores) atravessando os talhões.	
Áreas Úmidas		Áreas adjacentes aos cursos d'água, em tons de magenta escuro, roxo e manchas azuladas (mais úmidas).	
Infraestrutura		Pequenas áreas caracterizadas por manchas em tons de magenta claro à branco. Por serem pequenas casas, não aparecem de forma nítida nas imagens Landsat. Foram delimitadas a partir dos pontos coletados em campo e com o auxílio das imagens RapidEye.	

Quadro 3: Chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho – continuação.

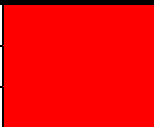
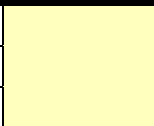
Uso	Imagem de Satélite	Descrição da imagem	Imagem em Campo
Veg. Natural Florestal		São representadas na imagens e tons de verde escuro à preto, com diferentes, textura rugosa e padrão irregular.	
Agricultura		Padrão regular com formas retangulares. Aparece em tons de verde mescladas à manchas de magenta escuro (solo preparado). Aparece apenas na bacia do Lajeado Amarelo e apenas em um local. Pode ser confundido com áreas novas de silvicultura, por isso foi identificada apenas em visitas de campo.	
Campo Sujo		Caracterizado por formas irregulares, áreas maiores e sem forma determinada. Aparece nas imagens em tons de verde claro e magenta escuro.	
Solo Exposto		Padrões irregulares, identificados em sua maior parte próximo aos cursos d'água. Caracteriza-se por erosões e áreas de disposição de sedimento das bacias. Nas imagens é identificada por cores brancas e às vezes por manchas claras em magenta.	

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Com o processo de classificação manual (por meio de vetorização) pronto, o próximo caminho a ser seguido foi a criação e edição do produto final, o mapa. Para a criação do mapa, utilizou-se o módulo *Layout View* do ArcMap 10.3.

Um dos passos mais importantes na criação de um mapa é o procedimento da escolha e aplicação das cores que representarão os elementos de interesse, neste caso, as classes de uso e cobertura da terra que foram mapeadas. Desta maneira, as cores utilizadas para a confecção dos mapas de uso e cobertura da terra em ambas bacias hidrográficas, são especificadas no quadro 4, contendo seus respectivos valores de RGB (Red, Green, Blue) para a reprodução das cores por classes.

Quadro 4: Composição das cores em RGB – Uso e Cobertura da Terra.

Composição das cores em RGB - Uso e Cobertura da Terra			
Água	R	0	
	G	197	
	B	255	
Área Úmida	R	0	
	G	132	
	B	168	
Campo Sujo	R	255	
	G	167	
	B	127	
Infraestrutura	R	255	
	G	0	
	B	0	
Pastagem	R	255	
	G	255	
	B	190	
Pastagem Degradada	R	255	
	G	190	
	B	190	
Silvicultura	R	211	
	G	255	
	B	190	
Solo Exposto	R	115	
	G	0	
	B	0	
Veg. Natural Florestal	R	38	
	G	115	
	B	0	
Agricultura	R	251	
	G	234	
	B	81	

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

- Perfil topográfico e seção-tipo (transecto) da paisagem nos pontos de coleta de água;

Conforme explica Cavalcanti (2014) qualquer representação da paisagem em um perfil topográfico é denominada *seção-tipo*. Trata-se de um modelo que busca caracterizar as variações paisagísticas ao longo de um gradiente de relevo.

Os perfis topográficos foram traçados de modo transversal (em relação ao curso d'água) e aos pontos de coleta de água nas bacias hidrográficas. Posteriormente foram utilizados de base para a construção das *seções-tipo*. As *seções-tipo* foram de grande importância para o entendimento da topografia do terreno e da influência das feições de uso e manejo relacionadas aos parâmetros analisados na qualidade das águas superficiais. Sendo também proveitoso na análise da influência do potencial de escoamento superficial no terreno no entorno dos pontos de coleta, que intervém na quantidade de sedimentos em suspensão nas águas. Assim, com os transecos pretende-se obter mais uma variável que auxilie na avaliação das implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais.

Os perfis topográficos (transversal e longitudinal) foram construídos a partir de informações altimétricas das imagens SRTM-X utilizando as ferramentas da extensão *3D Analyst*, do ArcMap 10.3. Já as *seções-tipo* (transectos da paisagem) foram criadas a partir da ferramenta de desenho CorelDRAW X6. Onde utilizou-se exatamente as linhas dos perfis topográficos traçados transversalmente na seção de cada ponto de coleta de água. Desta forma, representou-se graficamente as feições de uso mapeadas em relação à sua posição no transecto de cada ponto.

É válido esclarecer que a representação das classes de uso sobre os perfis transversais (o que denominamos de transectos da paisagem ou *seções-tipo*) são para a visualização de maneira mais esclarecedora, sendo que sua elaboração não leva em consideração escalas exatas da distribuição das classes ao longo do terreno ou altura dos elementos mapeados.

- Potencial de Escoamento Superficial

O mapeamento do potencial de escoamento superficial foi realizado a partir da modelagem, hidrológica aplicada às duas bacias hidrográfica, que objetivou obter um índice de escoamento superficial (*Curve Number* – CN) no qual pudesse servir como uma variável para determinas propostas para um ideal manejo integrado das bacias. Assim como aproveitar as informações quanto ao escoamento superficial para confrontar às implicações do uso, cobertura e manejo da terra quanto à qualidade das águas superficiais e o transporte de sedimentos nas bacias hidrográficas.

A modelagem hidrológica foi desenvolvida, a partir da aplicação de SIG resultando na aplicação do método empírico CN, também conhecido como método curva-número ou número da curva. Este método foi desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (SCS), é um dos mais usuais na atualidade, para modelagem do escoamento superficial em ambiente de SIG, que permite a partir do parâmetro *Curve Number*, segundo Nunes (2012, p. 57), “identificar características referentes ao potencial escoamento superficial nas diferentes superfícies do terreno”. O valor da CN, de acordo com o proposto pelo SCS (1972) varia de 0 (menor infiltração) e 100 (maior infiltração).

Desta forma, os valores de CN dependem do grupo hidrológico dos solos (quadro 5), condições de umidade antecedente (quadro 6) e uso e cobertura da terra da área de aplicação (quadro 7), neste caso, das bacias hidrográficas dos Córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

Quadro 5: Grupo hidrológico dos solos usado para a CN.

Grupo Hidrológico dos Solos	Descrição
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a aproximadamente 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas, e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, inferior a 15%. No caso de latossolos vermelhos, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5 m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidades de 1,2 m. No caso de latossolos vermelhos, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade

Quadro 5: Grupo hidrológico dos solos usado para a CN – continuação.

Grupo Hidrológico dos Solos	Descrição
D	Solos argilosos (30 – 40 % de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50 cm de profundidade. Ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável, ou horizonte de seixos rolados

Fonte: Tucci (1995); Linhares (2014)

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 6: Condição de umidade antecedente para a CN.

Grupo Hidrológico dos Solos	Descrição
I	Precipitação inferior a 15 mm
II	Precipitação entre 15 e 40 mm
III	Precipitação superior a 40 mm

Fonte: SCS (1972); Linhares (2014)

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 7: Valores da CN para uso e cobertura da terra.

Tipo de Uso do Solo/Tratamento/ Condições Hidrológicas		Grupo Hidrológico			
		A	B	C	D
Uso Residencial					
Tamanhanho Médio do Lote	% Impermeável				
até 500 m ²	65	77	85	90	92
1000 m ²	38	61	75	83	87
1500 m ²	30	57	72	81	86
Estacionamentos pavimentados, telhados		98	98	98	98
Ruas e estradas:					
pavimentadas, com guias e drenagem		98	98	98	98
com cascalho		76	85	89	91
de terra		72	82	87	89
Áreas comerciais (85% de impermeabilização)		89	92	94	95
Distritos industriais (72% de impermeabilização)		81	88	91	93
Espaços abertos, parques, jardins:					
boas condições, cobertura de grama > 75%		39	61	74	80
condições médias, cobertura de grama > 50%		49	69	79	84
Terreno preparado para plantio, descoberto					
Plantio em liha reta		77	86	91	94
Culturas em fileira					
linha reta	condições ruins	72	81	88	91
	boas	67	78	85	89
curva de nível	condições ruins	70	79	84	88
	boas	65	75	82	86
Cultura de grãos					
linha reta	condições ruins	65	76	84	88
	boas	63	75	83	87
curva de nível	condições ruins	63	74	82	85
	boas	61	73	81	84
Pasto					
	condições ruins	68	79	86	89
	médias	49	69	79	84
	boas	39	61	74	80
curva de nível	condições ruins	47	67	81	88
	médias	25	59	75	83
	boas	6	35	70	79
Campos		30	58	71	78
Florestas					
	condições ruins	45	66	77	83
	boas	36	60	73	79
	médias	25	55	70	77

Fonte: Tucci (1995)

Nas bacias hidrográficas os solos enquadrados nos seguintes grupos hidrológicos dos solos (quadro 8), e umidade antecedente utilizada foi a condição II para ambas bacias hidrográficas. Os valores da CN foram baseados na proposta de Tucci (1995), porém algumas classes exigiram adequações para a realidade do uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas, sendo em alguns momentos, auxiliado pelas informações de manejo das áreas em estudo.

Quadro 8: Grupo Hidrológico de solos para as bacias hidrográficas.

Bacia Hidrográfica	Grupo Hidrológico de Solos	Tipo de Solo
bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo	B	Latossolo Vermelho-Distrófico
bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo	C	Latossolo Vermelho-Escuro
bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho	C	Latossolo Vermelho-Ácrico
bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho	D	Planossolo Álico

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

A aplicação da modelagem hidrológica a partir do método CN foi realizada inteiramente usando SIG, neste caso o ArcGIS 10.3. Assim, a partir da ferramenta *intersect*, cruzou-se os *shapefiles* de tipos de solo e uso e cobertura da terra, associados à condição de umidade II, resultando em um novo *shapefile*, no qual foram associados os valores da CN em condição de umidade II para cada classe de uso e cobertura da terra.

Assim, finalmente obtivemos os valores da CN distribuídos para as bacias hidrográficas, indicando locais com maior capacidade de infiltração (valores mais baixos de CN) e locais com maior potencial de escoamento superficial (valores mais altos de CN).

3.3. Etapa 3 – Manejo da terra

Para a identificação e mapeamento do manejo, as geotecnologias foram essenciais para a elaboração dos produtos cartográficos e tabulares (mapas e tabelas, respectivamente), do atual manejo e das propostas (práticas conservacionistas adequadas).

Num primeiro momento foi elaborado um mapa identificando as classes do que chamamos da atual situação do manejo no entorno das bacias e produzidos os mapas do atual manejo (ano base 2015) para as bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

Finalmente, elaboramos mapas e tabelas contendo propostas para cenários adequados quanto ao uso e manejo integrado das bacias hidrográficas, que dentre as informações relevantes, apontamos para a viabilidade da mudança, função atual, propostas para conservação dentre outras informações (figura 14).

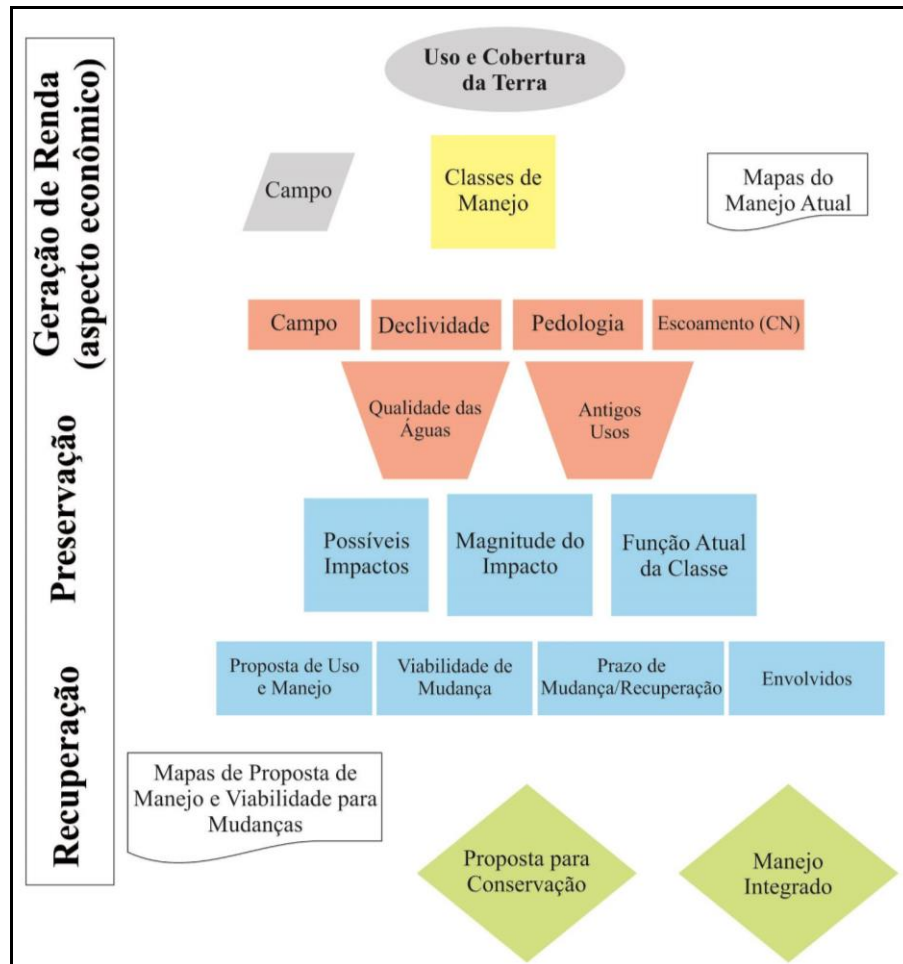


Figura 14: Fluxograma para as diretrizes de manejo integrado das bacias hidrográficas.

A metodologia utilizada foi adaptada a partir da proposta de manejo integrado de bacias hidrográficas, elaborada por Fernandes (2010).

Segundo Fernandes,

as práticas de manejo integrado de sub-bacias hidrográficas transcendem a ainda persistente aplicação de técnicas de manejo e conservação de solos em nível isolado de propriedades rurais isoladas. [...] Todas estas medidas são planejadas e implantadas, considerando-se o contexto das bacias hidrográficas. Em síntese, um elenco de medidas de manejo integrado de bacias hidrográficas busca adequar a intervenção antrópica às características biofísicas destas unidades naturais, sob gestão integrativa e participativa, de forma a minimizar impactos negativos e garantir o desenvolvimento sustentado (FERNANDES, 2010, p. 131).

Para Fernandes (2010), basicamente as ações, medidas e técnicas para manejo de bacias hidrográficas, devem observar três aspectos, sendo a Geração de Renda (aspecto econômico), Preservação e Recuperação.

- Manejo Atual

O mapeamento e as tabelas elaboradas quanto ao manejo atual das bacias hidrográficas basearam-se nas imagens de satélite, cartas topográficas, diálogos com os trabalhadores e gerentes das propriedades rurais com áreas presentes em alguma das bacias hidrográficas, e principalmente nas visitas de campo, no qual foram observadas as práticas de manejo desenvolvidas em diferentes situações, obras de arte (caráter mecânico) nas classes de manejo e também nos locais onde ainda não se desenvolvem práticas conservacionistas.

Foram determinadas classes utilizando siglas representativas para cada tipo de manejo ou não manejado. Estas classes (siglas) são representadas cartograficamente e complementadas por tabelas, com informações mais detalhadas a respeito de cada classe.

- Práticas Conservacionistas

As práticas conservacionistas foram definidas a partir de cada classe (sigla) de manejo existente (conforme o tópico anterior, *Manejo Atual*). As propostas conservacionistas levaram em consideração além do uso e manejo atual, diretamente, levantamento a respeito da pedologia, declividade e valores empíricos do escoamento superficial. Indiretamente foram levados em consideração a qualidade das águas e antigos usos da terra (imagens antigas e relatos de campo).

Por fim, foram elaboradas as tabelas contendo magnitude de impactos, sugestões e propostas de intervenções e mudanças (quando necessárias) e agentes envolvidos. As diretrizes foram elaboradas para as cada uma das classes de manejo.

As tabelas contendo diagnóstico e propostas para a conservação das bacias hidrográficas foram adaptadas e baseadas nas metodologias de manejo integrado de bacias hidrográficas, proposta por Fernandes (2010) e planejamento integrado de bacias hidrográficas proposta por Rodriguez e Silva (2013).

Os mapas de propostas de manejo e viabilidade da mudança foram elaborados de acordo com as colunas correspondentes à estas informações, contidas nas tabelas de propostas de manejo e conservação. De maneira mais detalhada, a proposta de uso e manejo e a viabilidade da mudança são a síntese de toda a tabela de manejo. Nessas colunas foi levado em consideração todos os outros campos, mas principalmente o de magnitude e os possíveis impactos de cada classe de manejo, a influência da classe de manejo para a conservação da bacia hidrográfica, a função atual da classe, o prazo de mudança/recuperação e os envolvidos. Só então é que conseguimos estabelecer, finalmente, as propostas de uso e manejo, divididas em: 1 – Manter; 2 – Modificar Parcialmente; e 3 – Modificar Integralmente o uso e manejo

para determinadas classes. Para a viabilidade de Mudança das classes de manejo, lançam-se as seguintes opções: 1 – Alta; 2 – Média; 3 – Baixa; e 4 – Manter.

E, não desconsiderando que toda a pesquisa está apoiada em uma abordagem sistêmica para o entendimento das bacias hidrográficas e suas relações intrínsecas, as adaptações e aplicação das metodologias utilizadas para o manejo integrado, precisaram levar em consideração, antes de qualquer adaptação e/ou aplicação das metodologias, que as bacias hidrográficas são entendidas aqui como sistemas ambientais e consequentemente analisadas sob um viés holístico (perspectiva sistêmica).

3.4. Etapa 4 – Trabalhos de campo

Conforme elucida Suertegaray (2002), a pesquisa de campo constitui para o geógrafo um ato de observação da realidade do outro, interpretada pela lente do sujeito na relação com o outro sujeito. Esta interpretação resulta de seu engajamento no próprio objeto de investigação.

Nesta etapa encontram-se os procedimentos desenvolvidos ao longo das saídas de campo. No total foram realizadas 3 saídas de campo, sendo a primeira no dia 22/11/2014, para reconhecimento das bacias hidrográficas. No dia 12/08/2015 foi realizada a primeira saída de campo para coleta de dados e informações, sendo realizada na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho. E, no dia 13/08/2015 foi realizada a última saída de campo na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Sendo assim, nos dias 12 e 13/08 foram realizadas as mensurações da qualidade das águas superficiais e realizada a coleta de águas para a mensuração dos sedimentos em suspensão. As coletas foram realizadas apenas em única estação (seca – inverno), bem como o mapeamento de uso, cobertura e manejo da terra que foi realizado próxima à estas datas. Justifica-se a coleta apenas em um período devido ao objetivo da pesquisa ser avaliar as implicações entre o uso, cobertura e manejo da terra e a qualidade das águas superficiais e não o monitoramento da qualidade das águas e dos sedimentos em suspensão.

O mês de agosto foi considerado pelas normais climatológicas no Brasil (1961-1990), segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) como o mês de menor precipitação no período analisado, apresentando 21 mm de precipitação mensal. Daí, justifica-se a escolha do mês de agosto como referência para coleta em período seco nas bacias hidrográficas.

Todas as saídas foram de extrema importância para a pesquisa, pelo levantamento dos dados (principalmente a mensuração da qualidade da água e coletas de amostras de água para análise dos sedimentos em suspensão), para a validação e ratificação (quando necessário) de

informações gerados em gabinete, por exemplo, o mapeamento de uso e cobertura da terra e a chave de interpretação das classes de uso. É importante ressaltar que os trabalhos de campo enriqueceram a escala de detalhes atingida nos mapeamentos de uso e cobertura da terra, possíveis devido as áreas visitadas ao longo das bacias hidrográficas.

Além disso foi a partir dos trabalhos de campo em que maiores informações e características do manejo da terra foram verificadas *in loco*. As práticas de manejo só foram realmente distinguidas nos trabalhos de campo, no reconhecimento de diferentes locais nas bacias hidrográficas e nos diálogos com os residentes das propriedades rurais. Deste modo, o contato com funcionários/moradores nas proximidades das bacias hidrográficas e o contato com a natureza possibilitando ainda um maior entendimento quanto à sua dinâmica nesta região, fizeram dos trabalhos de campo uma importante etapa dos procedimentos metodológicos para a construção deste trabalho.

- Pontos de coleta para análise da qualidade das águas superficiais e sedimentos em suspensão;

A mensuração da qualidade das águas e coleta de água para análise do transporte de sedimentos em suspensão foram obtidas em 5 pontos pré-determinados e estrategicamente localizados nos cursos d'água das duas bacias hidrográficas. A escolha motivou-se pelos pressupostos quanto a inter-relação/influência do manejo e conservação (ou a falta destes) nos parâmetros de qualidade das águas analisados e quanto aos sedimentos transportados.

Os critérios utilizados para a escolha dos pontos de mensuração e coleta foram: 1) classes de uso e cobertura da terra no entorno dos pontos; 2) acessibilidade; 3) áreas degradadas; 4) disposição dos pontos e representatividade ao longo do córrego; e 5) compartimentação topográfica da bacia.

Além disso levou-se em consideração os locais de maior representatividade das classes de uso e cobertura da terra, representatividade da visualização nas imagens de satélite, a dinâmica de compartimentação topográfica das bacias hidrográficas e acesso aos locais de coleta.

A seguir são expostas as descrições de cada ponto de mensuração e coleta de água na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo e complementadas pelo quadro 9:

Ponto 1: Ponto a jusante da estrada que corta o canal principal, localizado no médio curso da bacia. Escolhido devido a possível influência da sedimentação pela estrada de terra, por sua canalização e a segunda barragem do canal principal, à montante do ponto amostrado.

Ponto 2: A escolha do ponto visou a coleta de água próxima à nascente, alto curso do canal da bacia hidrográfica. Ponto com maior proximidade e sob a influência de agricultura (margem direita) e na margem esquerda o uso da terra é destinado à pecuária (pastagens). O ponto está entre a primeira barragem e segunda barragem do canal principal.

Ponto 3: Um dos poucos trechos do canal principal onde existe a presença de mata ciliar densa e com uma extensão considerável para a preservação das águas. Localizado no baixo curso da bacia hidrográfica. A escolha justifica-se pela proteção exercida pela mata ciliar quanto à qualidade das águas.

Ponto 4: Escolhido devido ser a foz da bacia no rio Sucuriú. De um lado encontra-se uma floresta que constitui a reserva legal de uma das propriedades presentes na bacia hidrográfica e do outro lado a atividade presente é a pecuária (pastagem). Há ainda a influência antrópica pela proximidade com os ranchos na margem do rio Sucuriú. O ponto se encontra, também, no baixo curso da bacia hidrográfica.

Ponto 5: Ponto de coleta no afluente do canal principal no médio curso da bacia. Canal influenciado por seus prolongamentos efêmeros e intermitente e um forte problema por escoamento superficial. Acima, uma barragem temporária (época de cheias) e uma grande área de pastagem degradada. Abaixo do ponto amostral, encontra-se mais um barramento. Toda a área não possui mata ciliar, é apenas cercada por áreas úmidas. Nas barragens, o gado tem livre acesso para dessedentação.

Quadro 9: Localização e caracterização dos pontos de amostragem para coleta das águas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Pontos	Coordenadas	Caracterização	Fotos
1	20° 21' 0,080" S 51° 59' 48,747" W	Ponto à jusante da estrada que corta o canal principal.	
2	20° 21' 1,325" S 52° 0' 1,046" W	Ponto próximo à nascente. Única área ocupada por agricultura na bacia.	

Quadro 9: Localização e caracterização dos pontos de amostragem para coleta das águas na Bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – continuação.

Pontos	Coordenadas	Caracterização	Fotos
3	20° 21' 20,301" S 52° 0' 24,007" W	APP protegida e com presença de mata ciliar densa.	
4	20° 22' 13,343" S 52° 1' 44,175" W	Exutório da bacia, foz do canal principal no Rio Sucuriú.	
5	20° 22' 39,944" S 52° 2' 16,625" W	Único afluente perene do canal principal, influenciado por seus prolongamentos efêmeros e intermitentes.	

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Abaixo são descritas as características dos pontos de mensuração e coleta de água na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho e complementadas pelo quadro 10:

Ponto 1: Ponto no alto curso do canal, próximo da nascente. Escolhido devido à proximidade com a nascente e por estar localizado em uma área úmida totalmente sem mata ciliar, APP desprotegida e livre acesso do gado. Além disso o ponto está à montante do complexo de quatro barragens.

Ponto 2: Ponto localizado na maior barragem do canal principal. Circundada por uma estreita área úmida, sem APPs e livre acesso do gado. Nesta barragem há feições de forte pisoteio do gado em suas margens. Ponto escolhido devido a possível influência de assoreamento pelo pisoteio do gado e possível contaminação da água pelo seu livre acesso. Situa-se no médio curso da bacia hidrográfica.

Ponto 3: Este ponto amostral encontra-se à jusante de três barramentos e à montante da última barragem. Localizado numa área úmida sem proteção por mata ciliar. Na margem direita é ocupado por uma pastagem suja (pouco gado) e não manejada, e na margem esquerda por pastos manejados. É uma das últimas áreas antes das grandes ravinas e erosões marginais do canal principal. Está localizado também, no médio curso da bacia hidrográfica.

Ponto 4: Ponto escolhido devido sua localização numa extensa área de ravinas e erosões marginais, havendo um longo trecho nestas condições, acima e abaixo do local da coleta. Em contrapartida, na margem esquerda há uma área de campo sujo destinada à constituição de reserva legal de uma propriedade rural, hoje isolada da pastagem e em processo de regeneração natural. Há ainda a influência de uma área com maiores graus de declividade, influenciando diretamente no surgimento das ravinas próximas do local de coleta. Primeiro ponto, no início do baixo curso da bacia hidrográfica.

Ponto 5: Este ponto foi escolhido devido sua localização em área úmida sem mata ciliar, porém na margem esquerda há uma área muito extensa de reserva legal, constituída por campo sujo, isolado e, presença de alguns blocos de vegetação nativa. Acima há uma área de campo sujo em APP, usada como pastagem, e abaixo uma grande área de deposição de sedimentos. Último ponto de coleta, no baixo curso da bacia hidrográfica e o mais próximo da foz e do amplo banco de areia e assoreamento no exutório da bacia.

Quadro 10: Localização e caracterização dos pontos de amostragem para coleta das águas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Pontos	Coordenadas	Caracterização	Fotos
1	20° 21' 0,080" S 51° 59' 48,747" W	Alto curso, próximo à nascente. Área úmida sem mata ciliar nas adjacências.	
2	20° 21' 1,325" S 52° 0' 1,046" W	Maior barragem do canal principal, livre acesso do gado e sem APP preservada.	

Quadro 10: Localização e caracterização dos pontos de amostragem para coleta das águas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – continuação.

Pontos	Coordenadas	Caracterização	Fotos
3	20° 21' 20,301" S 52° 0' 24,007" W	Ocupado na margem direita por pasto sujo sem manejo e na margem esquerda por pastos manejados. Área úmida sem mata ciliar.	
4	20° 22' 13,343" S 52° 1' 44,175" W	Área de extensos ravinamentos e erosões marginais.	
5	20° 22' 39,944" S 52° 2' 16,625" W	A margem direita é ocupada por pasto sujo com pouco gado e na margem esquerda há uma grande área protegida, atualmente em regeneração natural.	

Fonte: Adaptado de Souza (2015).
Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2015)

3.5. Etapa 5 – Análise da qualidade das águas superficiais

A análise da qualidade das águas superficiais ocorreu na estação seca, no fim do inverno (agosto/2015). Tanto as variáveis físicas quanto químicas relacionadas à qualidade das águas superficiais foram mensuradas em campo, no momento da coleta da amostra. Sendo exceção apenas a determinação da quantidade de sedimentos em suspensão, que passaram por procedimentos laboratoriais para terem seus valores reconhecidos, conforme será explicado na próxima etapa (etapa 6).

Em campo, as análises dos parâmetros físico-químicos da qualidade das águas foram obtidas através do equipamento HORIBA U-50, e mensurados 10 parâmetros (quadro 11).

Quadro 11: Parâmetros utilizados para a mensuração da qualidade das águas superficiais nas bacias hidrográficas.

Parâmetro	Unidade de Medida
Potencial hidrogeniônico - pH	Moléculas por litro - mol/L
Oxigênio dissolvido – OD	Miligramas por litro – mg/L
Condutividade elétrica – CE	Micro-siemens – $\mu\text{S}/\text{cm}$
Turbidez	Unidades Nefelométricas de Turbidez - NTU
Temperatura da água	Grau Celsius - $^{\circ}\text{C}$
Potencial de óxido e redução - ORP	Mili-volts – mV
Sólidos totais dissolvidos – TDS.	Miligramas por litro – mg/L*
Salinidade	Porcentagem - %

Fonte: Adaptado de Souza (2015).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2015).

O HORIBA U-50 (figura 15; figura 16) é atribuído de tecnologia capaz de mensurar a qualidade das águas, por meio de sensores que por ondas eletroeletrônicas processam internamente os resultados, sendo capaz de indicar até 11 parâmetros (SOUZA, 2015).



Figura 15: Unidade de controle do HORIBA U-50.

Fonte: HORIBA U-50 Series.

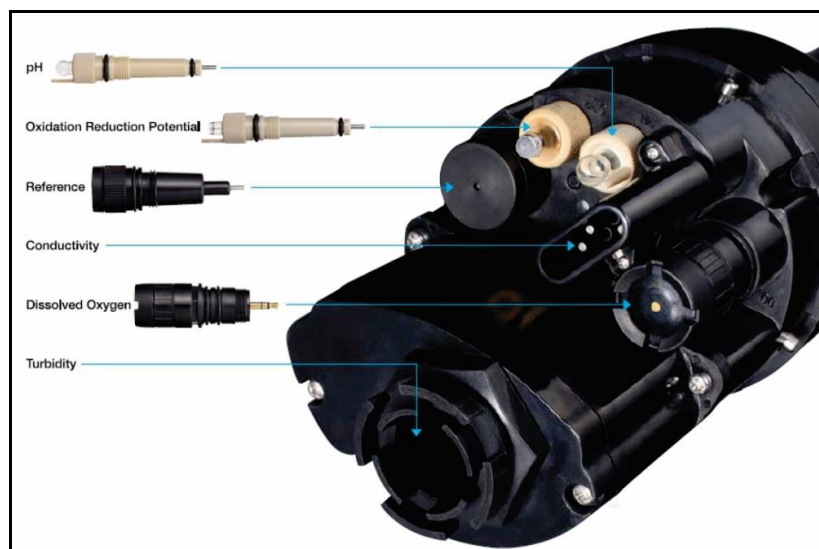


Figura 16: Sensores do HORIBA U-50.

Fonte: HORIBA U-50 Series.

3.6. Etapa 6 – Análises laboratoriais dos sedimentos em suspensão

Os trabalhos de laboratório comumente requerem instrumentos mais específicos para análises e simulações de amostras, que no caso desta pesquisa, foram coletadas em campo.

As amostras de água coletadas nos pontos definidos em campo passaram por análises laboratoriais para a análise e conseguintes de resultados quanto aos sedimentos em suspensão.

As águas foram coletadas armazenadas, ainda em campo, em recipientes de aproximadamente 450 ml. Em laboratório o primeiro passo foi a pesagem dos microfiltros de acetato de celulose da marca Sartorius Stedim Biotech (figura 17). A balança utilizada foi o modelo AUX220 da marca Shimadzu, com leitura de 0,1 mg (figura 18). Os pesos de cada filtro variavam entre 0,0783 a 0,0803 g (margem de erro para +/- 0,001g). Sabendo-se o peso de cada filtro “limpo” o próximo passo consistiu em realizar a filtragem das águas coletadas em ponto amostral das bacias hidrográficas.



Figura 17: Microfiltros utilizados para pesagem dos sedimentos.



Figura 18: Pesagem dos filtros antes da filtração.

A filtração é feita por quantidade de água de cada ponto amostrado, sendo utilizadas 100 ml de amostra d'água que são agitadas antecedendo o processo de filtração (figura 19). O processo de filtração é feito interligado à uma bomba a vácuo, aqui utilizamos o modelo TE-058 e marca TECNAL (figura 20).



Figura 19: Instrumentos usados para filtração da água.



Figura 20: Bomba a vácuo utilizada na filtração das amostras.

A filtração usando a bomba a vácuo demorou em média 7 minutos para sucção dos 100 ml em cada microfiltro, com a recomendação para uso da bomba a vácuo à uma pressão de -440 mmHg em relação a pressão atmosférica. Terminado todo o processo de filtração, os microfiltros são recolhidos cuidadosamente, um a um, com o auxílio de uma pinça metálica de laboratório. Cada um dos 10 microfiltros utilizados na filtração para retenção dos sedimentos foi armazenado em uma placa de petri (figura 21), para ser encaminhado à secagem em estufa, conforme será explicado adiante.



Figura 21: Microfiltro com sedimentos após a filtração da amostra.

Em continuidade nos procedimentos de análise dos sedimentos em suspensão, a próxima etapa consistiu na secagem dos microfiltros em uma estufa (figura 22). Os microfiltros permaneceram na estufa a uma temperatura de 60 °C por um período de 24 horas.



Figura 22: Secagem dos microfiltros em estufa.

Passado o período necessário para a secagem, os microfiltros foram submetidos a uma nova pesagem, na mesma balança (TECNAL TE-058), desta vez com a presença de todo o sedimento contido nas amostras d'água de 100 ml (figura 23).

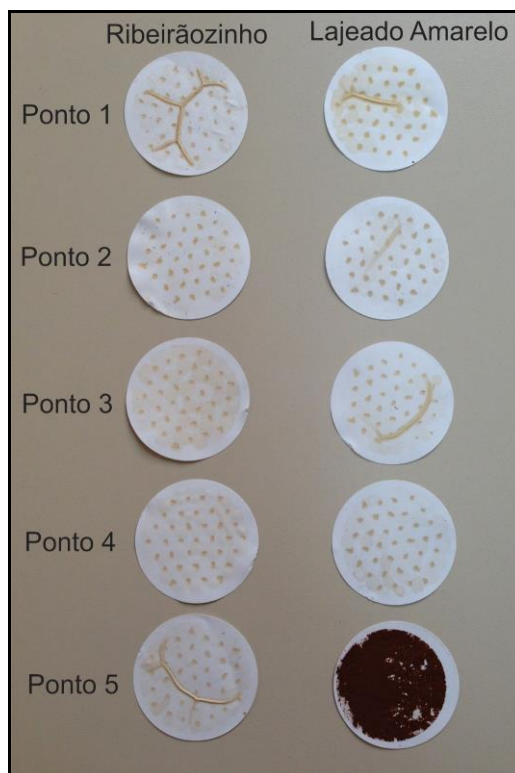


Figura 23: Microfiltro com sedimentos após a secagem na estufa.

Obtidos os valores dos filtros limpos e com o sedimento da amostra após a filtragem, podemos então calcular o valor de sedimento em suspensão através da seguinte razão (equação 01):

$$\frac{\text{Microfiltro com sedimento (g)} - \text{Microfiltro sem sedimento (g)}}{\text{Sedimentos em suspensão/100ml (g)}} \quad (01)$$

Todo o processo acima descrito (correspondente à etapa 6) foi baseado na metodologia utilizada por Pinto e Mauro (1985).

O resultado é expresso em gramas por 100 ml (g/100ml). A nível de melhor representação, os valores foram convertidos para a unidade de medida em metros cúbicos (m^3), sendo o resultado final representado em g/m^3 .

3.7. Etapa 7 – Implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais

Nesta etapa, consideramos os procedimentos como uma sistematização e integração das informações obtidas a partir da qualidade das águas, sedimentos em suspensão, e do uso, cobertura e manejo da terra. Acreditando-se que estas três variáveis possuem uma inter-relação e que suas conservações dependem uma das outras das estruturas para os processos.

Ou seja, suas relações são intrínsecas às ações desenvolvidas ao longo dos limites das bacias hidrográficas.

Então, mais uma vez, para a sistematização destas informações (dados de campo, mapeamentos temáticos, tabelas, análises laboratoriais e as demais informações geradas), adotamos a abordagem sistêmica para o entendimento das ações e diversas variáveis ponderadas nas bacias hidrográficas em estudo.

- Enquadramento da qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas;

Considerando a necessidade de avaliar e enquadrar os resultados quanto aos parâmetros da qualidade das águas superficiais, utilizamos das disposições da Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357/2005, esta que “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” (CONAMA, 2005, p.1).

A Resolução do CONAMA nº 430/2011 não foi utilizada como metodologia para a qualidade das águas pois as bacias hidrográficas além de se encontrarem em área rural, não existem lançamentos de efluentes e nenhum tipo de emissário de resíduos sólidos nas águas destas bacias hidrográficas. Portanto, não há motivos para considerar esta resolução nesta pesquisa.

O CONAMA considera as seguintes atribuições para o enquadramento e limitação das classes de uso das águas doces no Brasil (Quadro 12; Figura 24):

Quadro 12: Classificação para o enquadramento das águas doces no Brasil.

Classes	Principais Usos
Especial	Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

Quadro 12: Classificação para o enquadramento das águas doces no Brasil.

Classes	Principais Usos
III	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.
IV	Navegação; e à harmonia paisagística.

Fonte: CONAMA (2005).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2015).

Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Especial	I	II	III	IV
Proteção das comunidades aquáticas		Especial	I	II	III	IV
Recreação de primeiro contato		Especial	I	II	III	IV
Aquicultura		Especial	I	II	III	IV
Abastecimento para consumo humano*		Especial	I	II	III	IV
Recreação de contato secundário		Especial	I	II	III	IV
Pesca		Especial	I	II	III	IV
Irrigação**		Especial	I	II	III	IV
Dessedentação de animais		Especial	I	II	III	IV
Navegação		Especial	I	II	III	IV
Harmonia Paisagística		Especial	I	II	III	IV

Figura 24: Classificação para o enquadramento das águas doces no Brasil.

*O nível de tratamento da água para consumo humano varia entre as classes.

**Diferentes cultivos podem ser irrigados dependendo da classe.

Fonte: Adaptado de ANA (2012)

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

No quadro 13 são apresentados os limites de cada variável analisada, para o enquadramento de acordo com as classes especificadas na Resolução nº 357/2005 do CONAMA. As cores para identificação das classes de enquadramento, conforme estabelecido pelo CONAMA (2005) foram baseadas no trabalho de Oliveira (2014).

Quadro 13: Limites para enquadramento das águas doces no Brasil.

Classes	Limites para Enquadramento
Especial	Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. OD: > 10,0 mg/L pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: até 20 NTU Condutividade Elétrica: até 50 μ S Sólidos Dissolvidos Totais: 100 a 200 mg/L ORP: < 300 mV
I	OD: 10 a 6,01 mg/L pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: 20,01 até 40 NTU Condutividade Elétrica: 50,01 até 75 μ S Sólidos Dissolvidos Totais: 201 a 300 mg/L ORP: 301 a 400 mV
II	OD: 6 a 5,01 mg/L pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: 40,01 até 70 NTU Condutividade Elétrica: 75,01 até 100 μ S Sólidos Dissolvidos Totais: 301 a 400 mg/L ORP: 401 a 500 mV
III	OD: 5 a 4,01 mg/L pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: 70,01 até 100 NTU Condutividade Elétrica: 100,01 até 150 μ S Sólidos Dissolvidos Totais: 401 a 500 mg/L ORP: 501 a 600 mV
IV	OD: < 4 mg/L pH: 6,0 a 9,0 Turbidez: > 100 NTU Condutividade Elétrica: > 150 μ S Sólidos Dissolvidos Totais: > 500 mg/L ORP: > 600 mV

Fonte: CONAMA (2005). Adaptado de Pinto et al. (2010), Silva (2013), Andrade (2011) e Oliveira (2014).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2015).

Os resultados dos parâmetros de qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho foram tabulados e enquadrados de acordo com a resolução proposta pelo CONAMA (2005) e atribuídas as cores do enquadramento da qualidade. Sendo assim, em cada um dos 10 pontos amostrados foi possível entender suas respectivas classes de enquadramento.

- Implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais.

A análise das implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais nas bacias hidrográficas foram realizadas com base no relacionamento e integração das informações geradas a partir do mapa de uso e cobertura da terra, mapa e tabela de manejo e os resultados da análise da qualidade das águas (e enquadramento das águas).

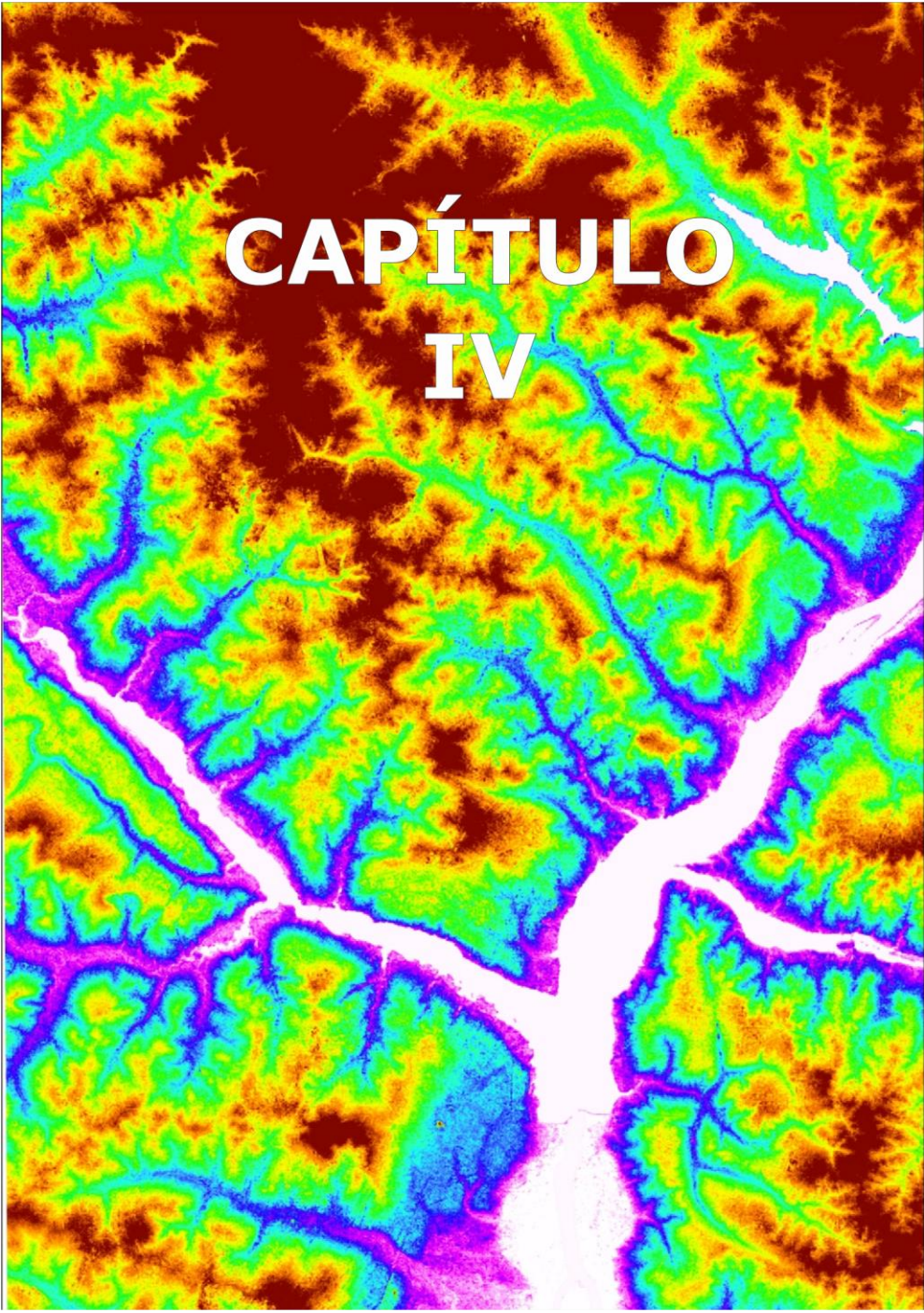
Elaborou-se nesta etapa uma tabela correlativa com o objetivo de integrar as e facilitar a interpretação dos resultados para as implicações entre as variáveis já citadas. Com isso, foi possível compreender de que maneira determinadas classes exercem influências sobre a qualidade das águas das bacias hidrográficas e justificar estas classes que podem ser mais prejudiciais.

São também importantes produtos para o ensaio das implicações, os transectos da paisagem. Estes transectos foram elaborados utilizando os perfis topográficos transversais, criados sobre cada um dos 5 pontos amostrados para a coleta da água. Desse modo, são visualizados os tipos de uso e cobertura da terra ao longo da topografia em seção transversal aos pontos. Os transectos foram confeccionados, baseando na metodologia de Cavalcanti (2014).

Finalmente foi elaborada uma tabela contendo os resultados da qualidade das águas, informando quais classes de uso, cobertura e manejo estão especializadas e sua poligonal em contiguidade com ponto amostrado. E os transectos da paisagem, relacionando os usos da terra com a topografia da seção transversal a cada ponto.

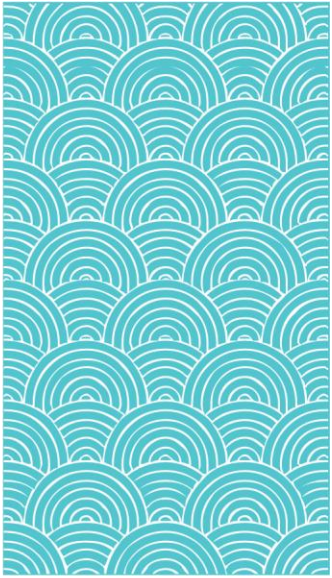
As tabelas foram confeccionadas em ambiente Microsoft Office Excel 2013. Com os perfis topográficos gerados, foram representadas graficamente as classes de uso ao longo de toda a seção, indo de um lado a outro entre as vertentes, sobre cada ponto amostrado para coleta das águas.

O principal propósito da construção de uma tabela contendo as variáveis de qualidade da água mensuradas, relacionadas com os tipos de uso e manejo, e ainda dos transectos, é a facilidade de vincular os efeitos e implicações exercidos sobre a qualidade das águas numa bacia hidrográfica, mesmo que as atividades não estejam direcionadas, diretamente, com o uso/exploração dos recursos hídricos.



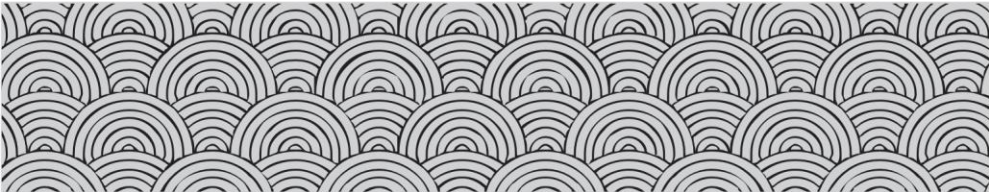
CAPÍTULO IV

Aster GDEM
S21/W53
30 m de resolução espacial



"Tudo o que acontece,
acontece em algum lugar."

Gilberto Câmara



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização fisiográfica

Ao pensarmos em estudos envolvendo análise ambiental é necessário que se faça ao menos um breve (e prévio) diagnóstico das características do meio à ser entendido. Desta maneira, é relevante compreender quais indicadores geoambientais fazem parte, neste caso, das bacias hidrográficas aqui estudadas. Informações como bioma, clima, regime pluviométrico, geologia, formação do relevo, topografia, pedologia e unidades de planejamento e gerenciamento hidrográfico (estabelecida por órgãos ambientais) são importantes indicadores para estudos desenvolvidos em bacias hidrográficas, sendo estas informações de grande significância o gerenciamento ambiental, sendo que tais indicadores é que formarão a base para a estabelecer as diretrizes para a melhor conservação das bacias.

As bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho fazem parte do bioma Cerrado. E integram a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPG) do Rio Sucuriú, segundo divisão determinada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH, 2010),

4.1.1. Solos

As informações quanto a ocorrência dos solos em ambas bacias hidrográficas foi retirada do mapeamento pedológico do Estado de Mato Grosso do Sul disponibilizado pelo SISLA/IMASUL e teve sua nomenclatura atualizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS). Em maior extensão nas bacias hidrográficas, são encontrados os Latossolos.

O Latossolo Vermelho-Ácrico (LVa22) é encontrado em grandes extensões no alto e médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, além de estar presente em pouca extensão do baixo curso desta bacia. Suas principais características são a textura média ocorrendo em relevo suavemente ondulado e plano, associado com 2 (dois) tipos de solos subdominantes: o Podzólico Vermelho-Escuro álico e distrófico com argila de baixa atividade com o horizonte A de textura arenosa sobre o B de textura média, ocorrendo em relevo suavemente ondulado; e o Podzólico Vermelho-Amarelo álico com argila de baixa atividade com o horizonte A de textura arenosa sobre B de textura média. Nas vertentes do alto curso e da cabeceira desta bacia hidrográfica, encontra-se o Latossolo Vermelho-Ácrico (LVa3), de textura média ocorrendo em relevo plano. No baixo curso da bacia até seu exutório é encontrado o Latossolo Vermelho-Distrófico (LVd4) com textura muito argilosa e argilosa, ocorrendo em relevo suave ondulado (figura 25).

No alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho é encontrado o Latossolo Vermelho-Ácrico (LVa4) e distrófico de textura média ocorrendo em relevo plano e suavemente ondulado. No médio e em parte do baixo curso é encontrado o Latossolo Vermelho-Ácrico (LVa22) com as mesmas características deste mesmo tipo de solo mapeado na bacia do Lajeado Amarelo. No baixo curso até o exutório da bacia do Ribeirãozinho, o solo presente é o Planossolo Álico (PLa3) de argila de baixa atividade com o horizonte A de textura arenosa sobre o B de textura média e o horizonte A de textura arenosa sobre o B de textura argilosa presente em relevo plano, associado a 2 (dois) tipos de solos subdominantes: o Glei Pouco Húmico álico de argila de baixa atividade com textura indiscriminada. E as Areias Quartzosas Hidromórficas distróficas e álicas com o horizonte A proeminente e moderado (figura 26).

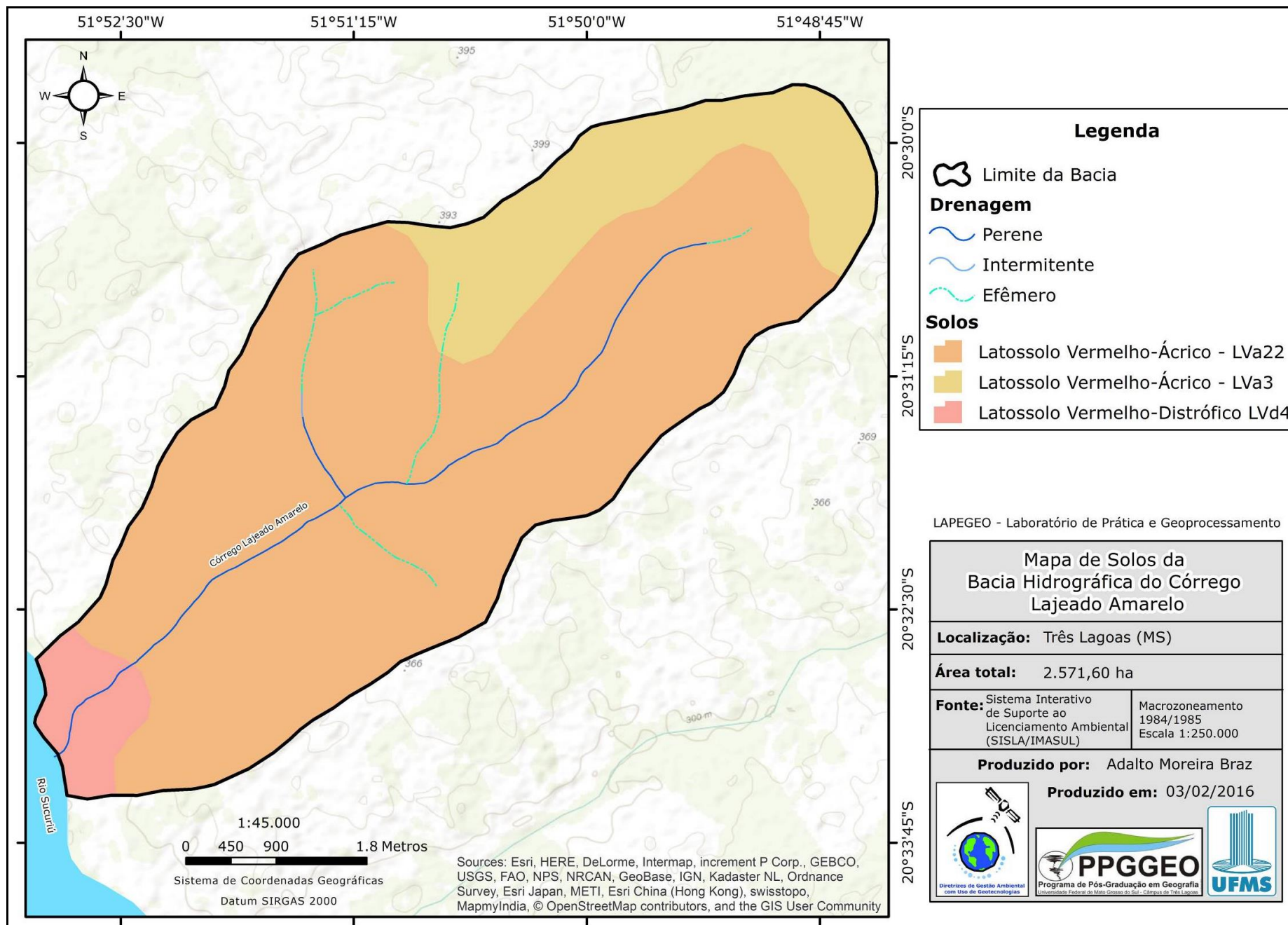


Figura 25: Mapa de solos da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

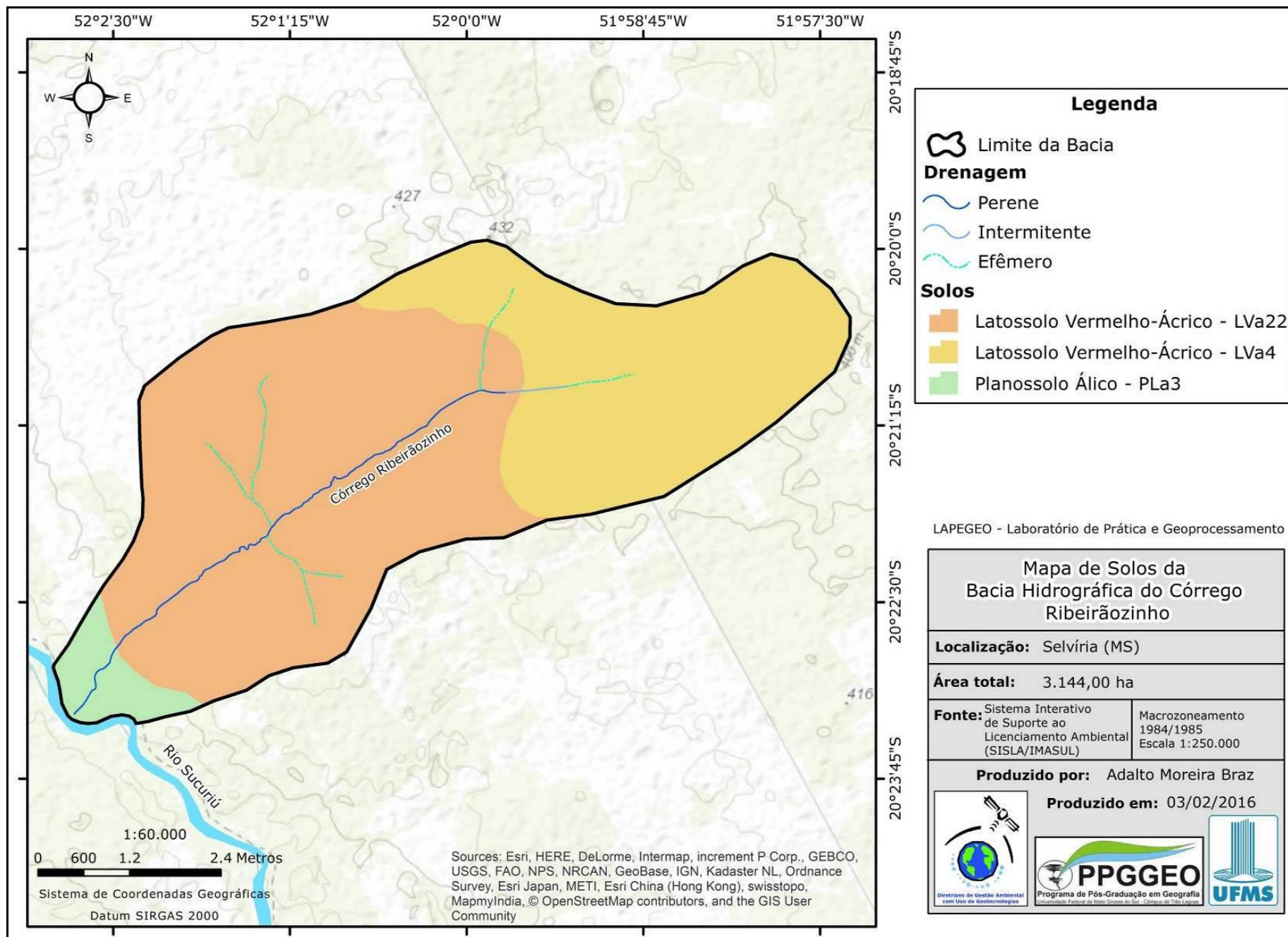


Figura 26: Mapa de solos da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

4.1.2. Relevo

A formação geomorfológica das bacias hidrográficas, apesar da proximidade entre elas, é distinta. A bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo está localizada, segundo mapeamento disponibilizado pelo IBGE, no planalto central da bacia do Paraná, com formações de coberturas sedimentares da bacia sedimentar do rio Paraná.

Já a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho está localizada, segundo mapeamento do IBGE, em área de planícies fluviais e/ou fluviolacustres, com formações de depósitos sedimentares inconsolidados e interioranos, do Terciário e/ou Quaternário.

Em geral, as duas bacias hidrográficas em estudo compreendem terrenos planos à suave ondulados. A bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo apresenta declives de até 18° aproximadamente, que segundo o IBGE (2009) são terrenos ondulados. Porém estas inclinações no terreno aparecem em locais difusos ao longo da extensão da bacia. Podemos então considerar a bacia do Lajeado Amarelo como uma bacia hidrográfica de terreno suave ondulado (figura 27).

A bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, apresenta declives de até 13° aproximadamente, porém em sua maior parte a declividade concentra-se em inclinações de até 4,5°. Pode-se classifica-la, de acordo com o IBGE (2009), que a topografia da bacia do Ribeirãozinho é plana à suave ondulada. No alto curso as inclinações são de até 2° apresentando um relevo plano. Já no médio e em parte do baixo curso, as inclinações se concentram em até 4,5° apresentando um terreno suave ondulado. Ocorrem ainda, com menor frequência, locais com maiores inclinações, chegando aos 13°, caracterizado por terrenos suaves ondulados a ondulados (figura 28).

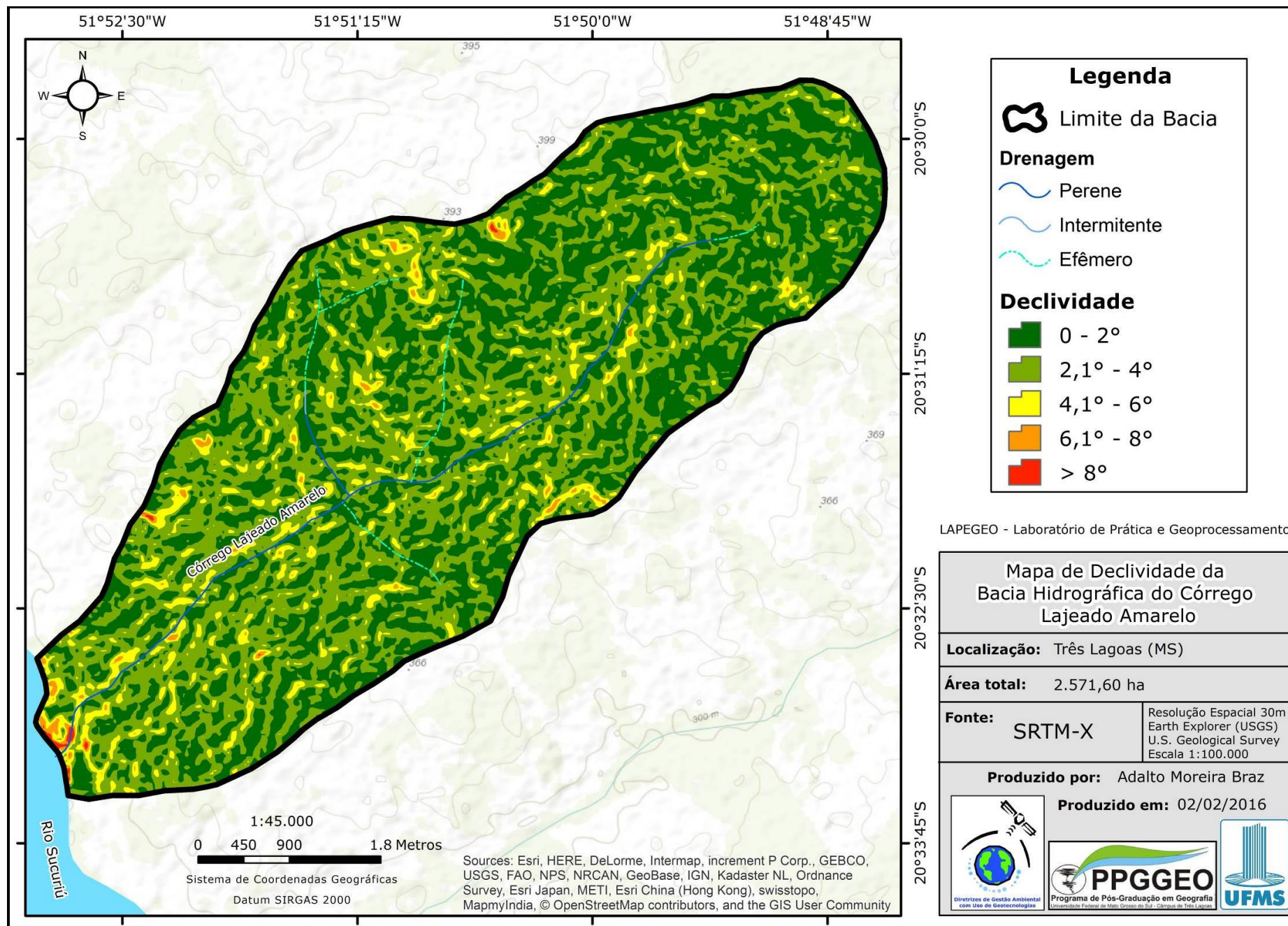


Figura 27: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

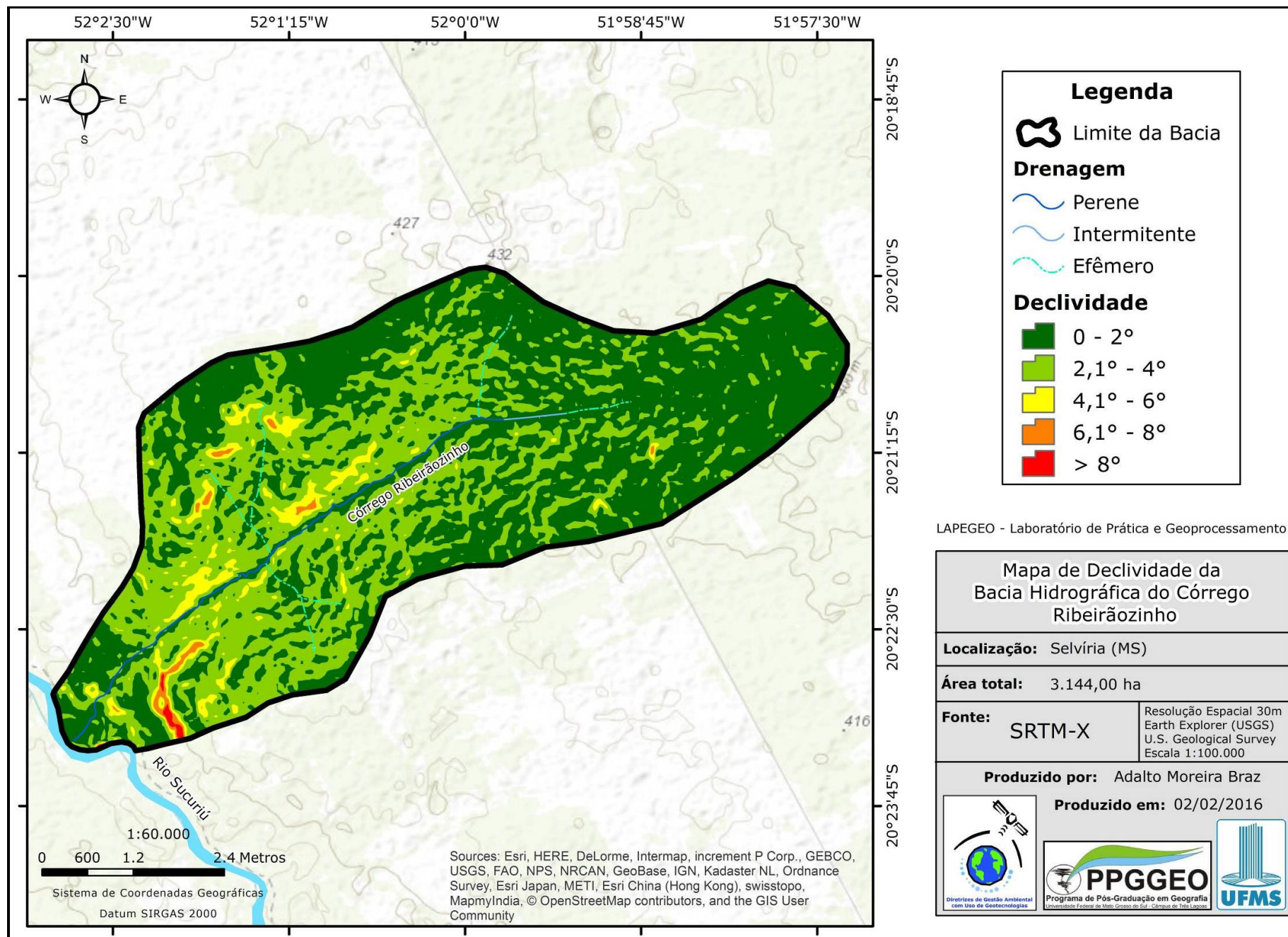


Figura 28: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

4.1.3. Cobertura Vegetal

O primeiro mapeamento da vegetação realizado para as áreas das bacias hidrográficas em estudo foi realizado em conjunto com diferentes órgãos do Brasil e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) confeccionou oficialmente as cartas topográficas do território brasileiro. Para as bacias hidrográficas, as cartas que cobrem suas extensões são as SF-22-V-B-I, SF-22-V-B-II e SF-22-V-B-V, em escala de 1:100.000.

A vegetação mapeada no ano de 1974 se difere da situação do mapeamento mais recente da cobertura vegetal, oficial do Estado de Mato Grosso do Sul, disponibilizado pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), que foi mapeado entre os anos de 1984/1985 em escala de 1:250.000.

Na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, no mapeamento do DSG no ano de 1974 sua maior extensão era de cerrado, com pequenas áreas de savana florestada, aparecendo apenas em dois locais da vertente, na cabeceira da bacia e ao lado esquerdo (figura 29).

Na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, assim como na bacia do Lajeado Amarelo, na maior extensão da bacia havia o cerrado, com pequenos fragmentos de savana florestada espalhados pelo médio e baixo curso, com maior concentração de ocorrência ao lado direito da bacia (figura 30).

No mapeamento mais recente da cobertura vegetal do Estado de Mato Grosso do Sul, disponibilizado pelo Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA) sob a supervisão do IMASUL, na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo a cobertura vegetal mapeada pelo IMASUL é o Cerrado (Savana), encontrado na região da bacia hidrográfica nas variações de Arbórea-Aberta, Agropecuária e Pastagem (figura 31).

Na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, a cobertura vegetal é de Cerrado (Savana) Arbórea-Aberta e no baixo curso da bacia, coincidindo com a planície de fluvial do Rio Sucuriú, são encontradas Florestas Estacionais Semidecíduais em formação Aluvial (figura 32).

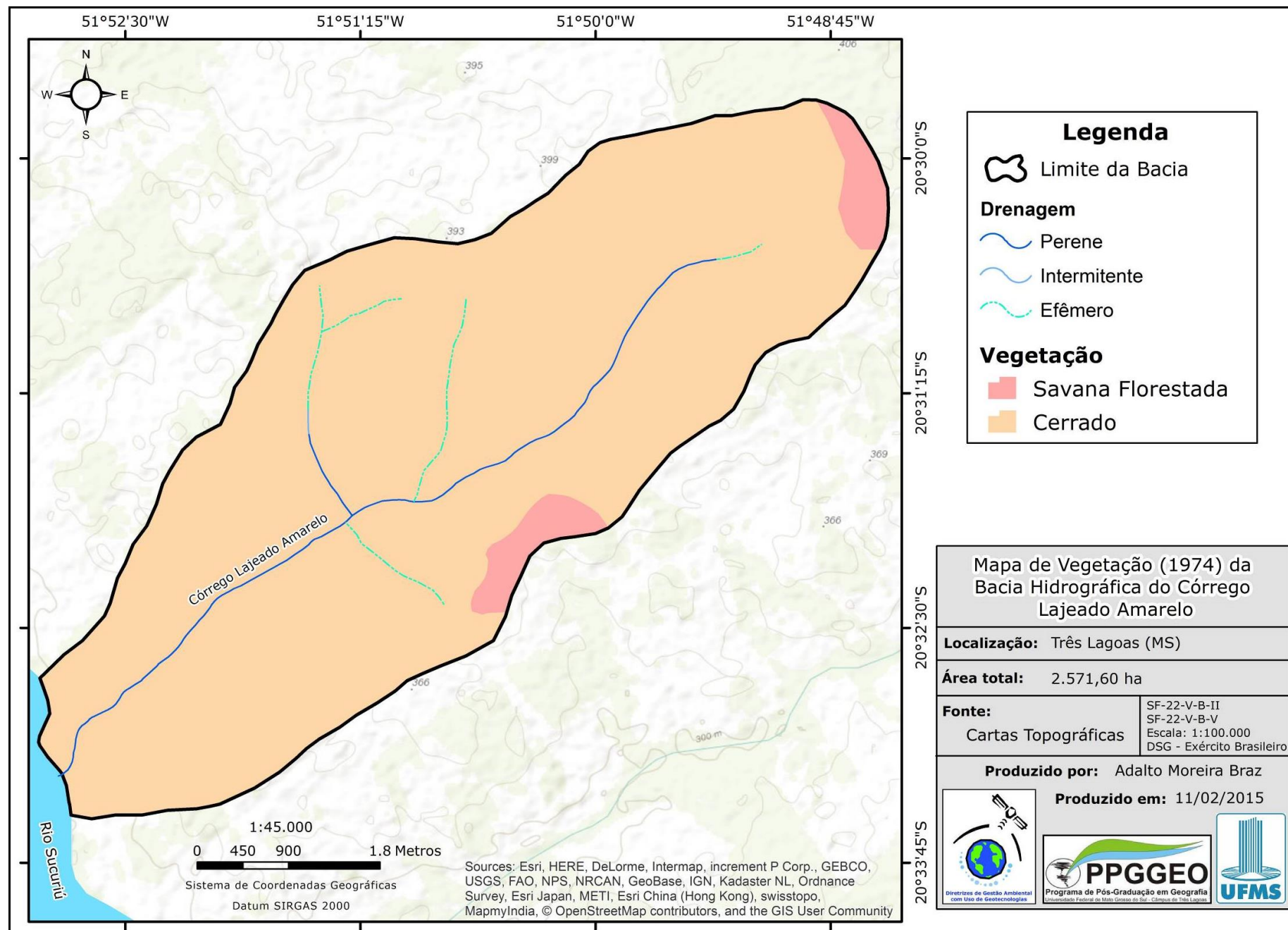


Figura 29: Mapa de vegetação (1974) da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

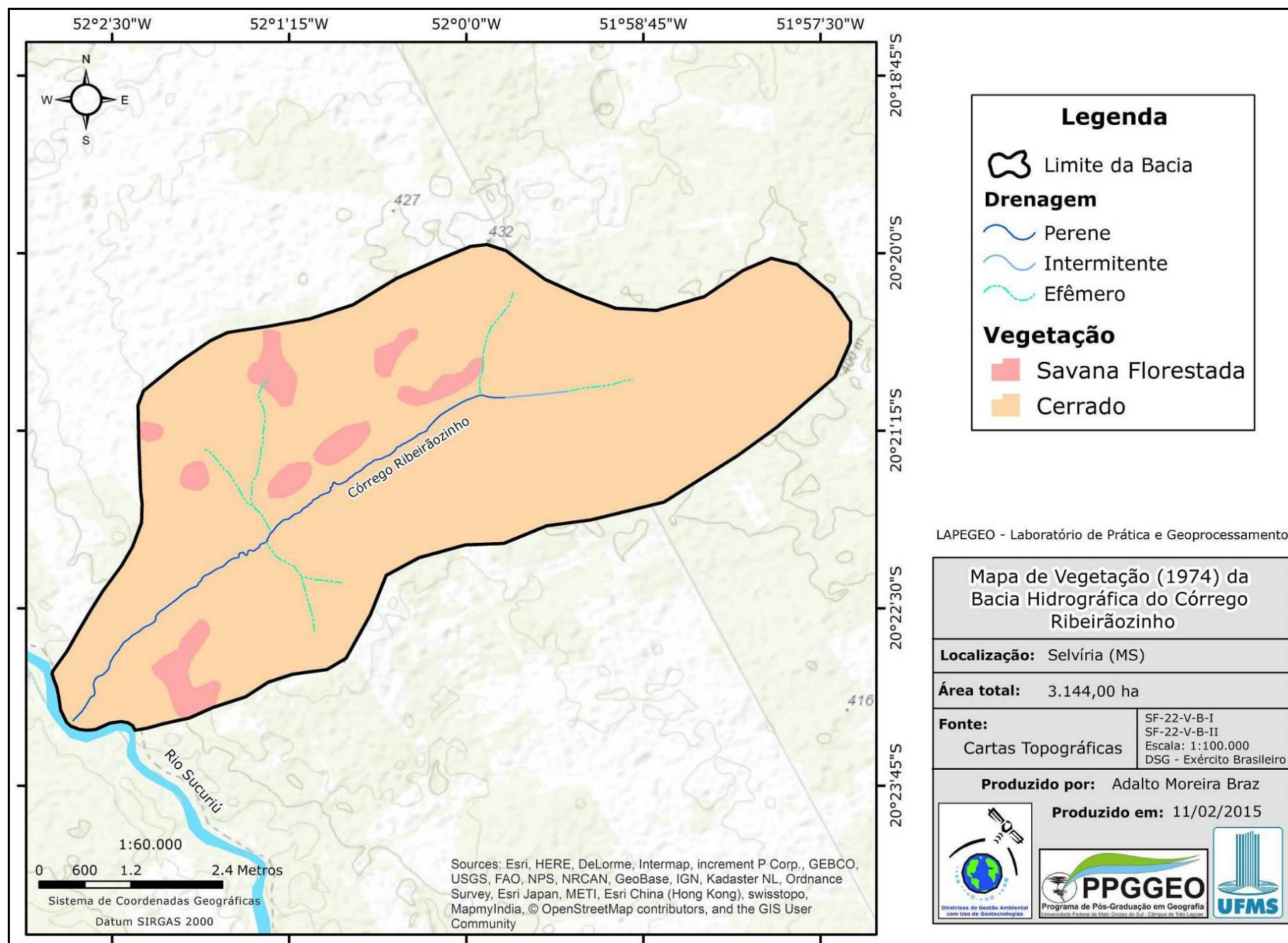


Figura 30: Mapa de vegetação (1974) da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

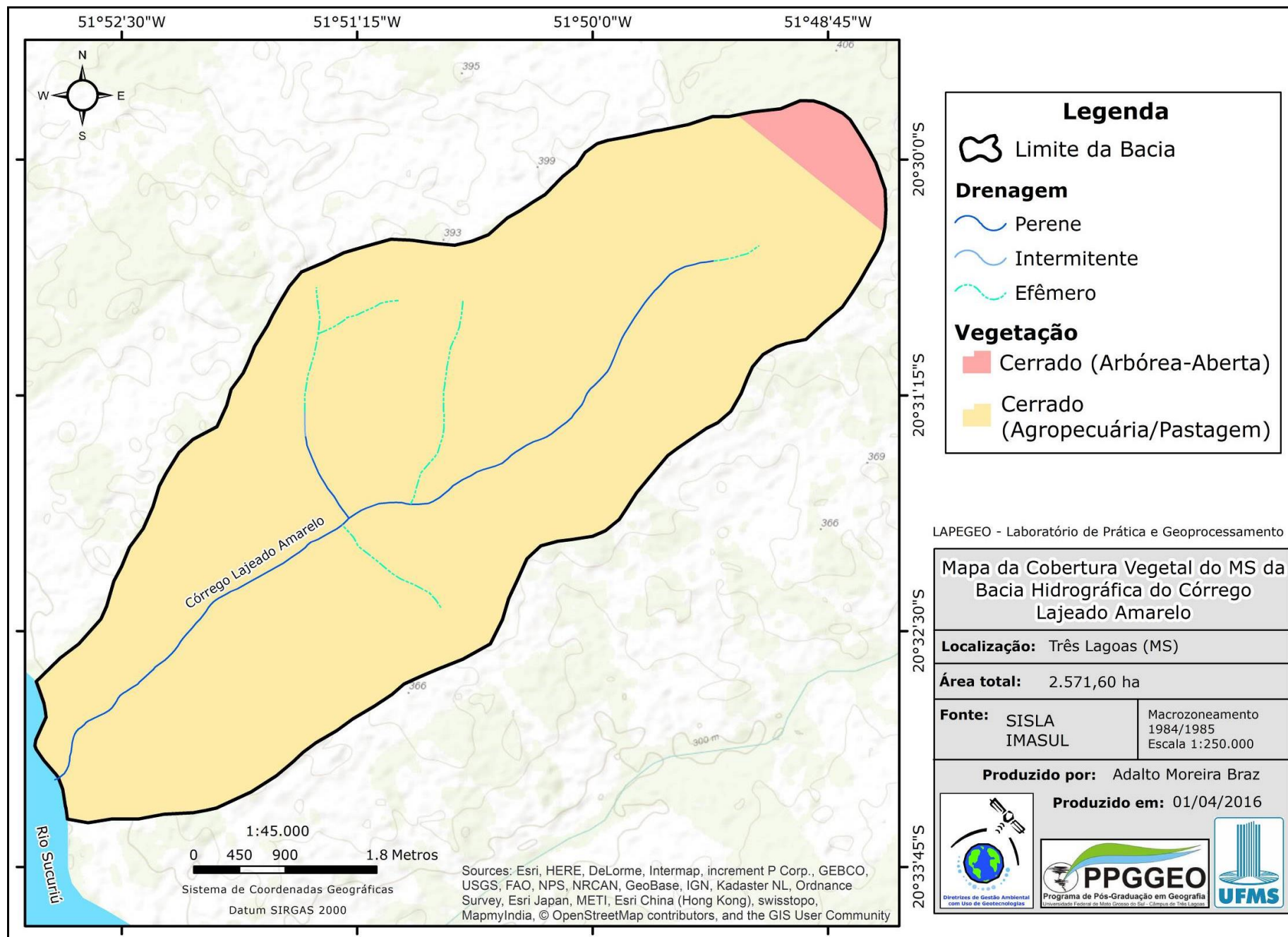


Figura 31: Mapa da cobertura vegetal do MS da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

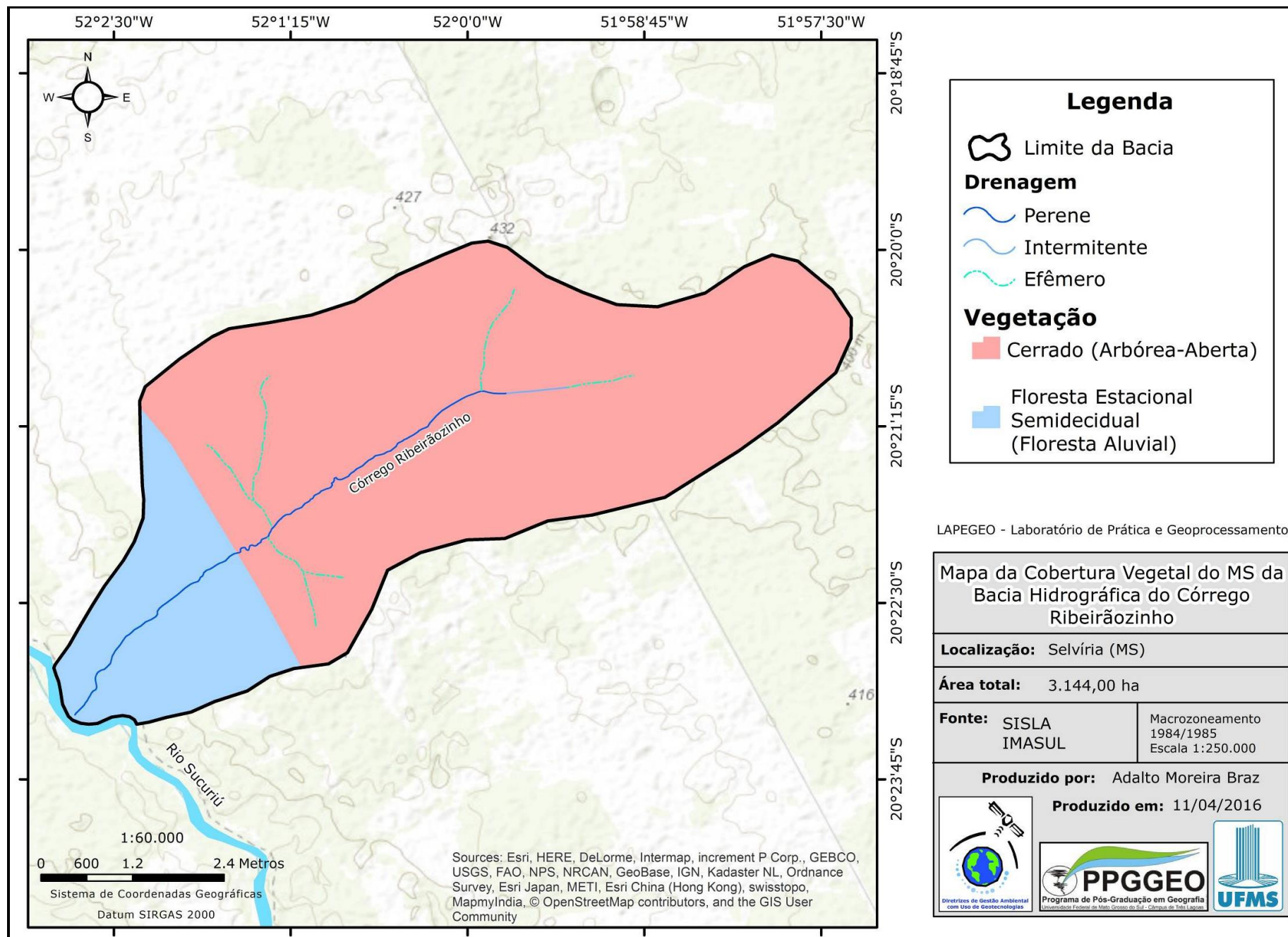


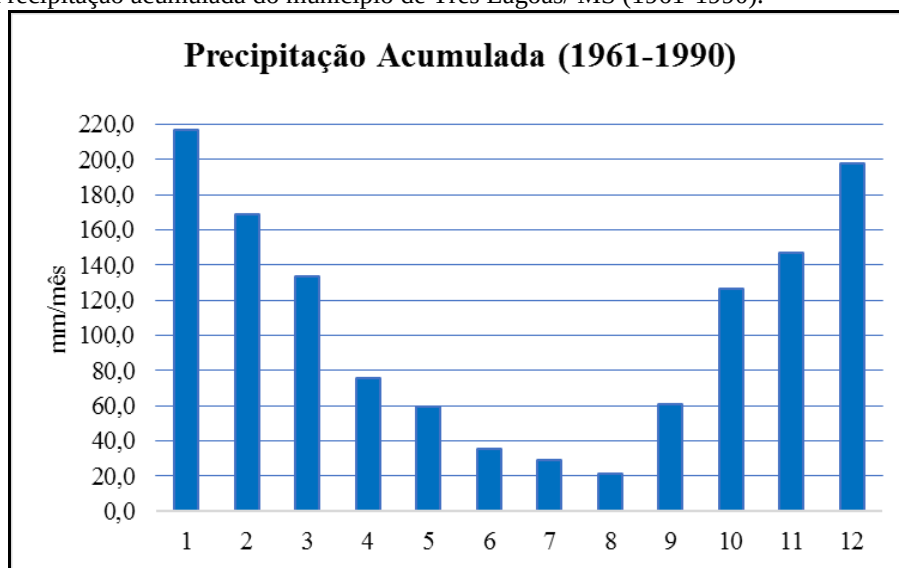
Figura 32: Mapa da cobertura vegetal do MS da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

4.1.4. Clima

Segundo a atualização da classificação climática de Köppen para o Brasil, Alvares *et al.* (2013) a região onde estão localizadas as bacias hidrográficas do córrego Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho possui o clima classificado como Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de inverno.

O regime pluviométrico no município de Três Lagoas/MS e na região das bacias hidrográficas é caracterizado por precipitações médias anuais em torno de 1.270,7 mm, conforme mostrado no gráfico 01 (normais climatológicas de 1961 – 1990), segundo dados oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Gráfico 01: Precipitação acumulada do município de Três Lagoas/ MS (1961-1990).



Fonte: INMET (2016)

4.1.5. Imóveis Rurais Certificados

Conhecer a configuração latifundiária e as propriedades rurais que fazem parte da extensão de uma bacia hidrográfica é importante informação para entendimento da dinâmica de alguns elementos recorrentes ao longo da bacia hidrográfica e importante indicador para o planejamento ambiental de bacias hidrográficas rurais. São as propriedades rurais, por exemplo, que impõem a quantidade e localização de reservas legais, que influenciam diretamente na conservação de uma bacia.

Na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo são encontradas quatro propriedades privadas certificadas pelo INCRA e uma pelo SIGEF. A bacia do Lajeado possui toda sua extensão preenchida por propriedades rurais certificadas (figura 33).

Já na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho existe um grande “vazio” de certificação rural. Apenas três propriedades privadas são certificadas pelo INCRA, cobrindo uma pequena parcela da bacia hidrográfica (figura 34).

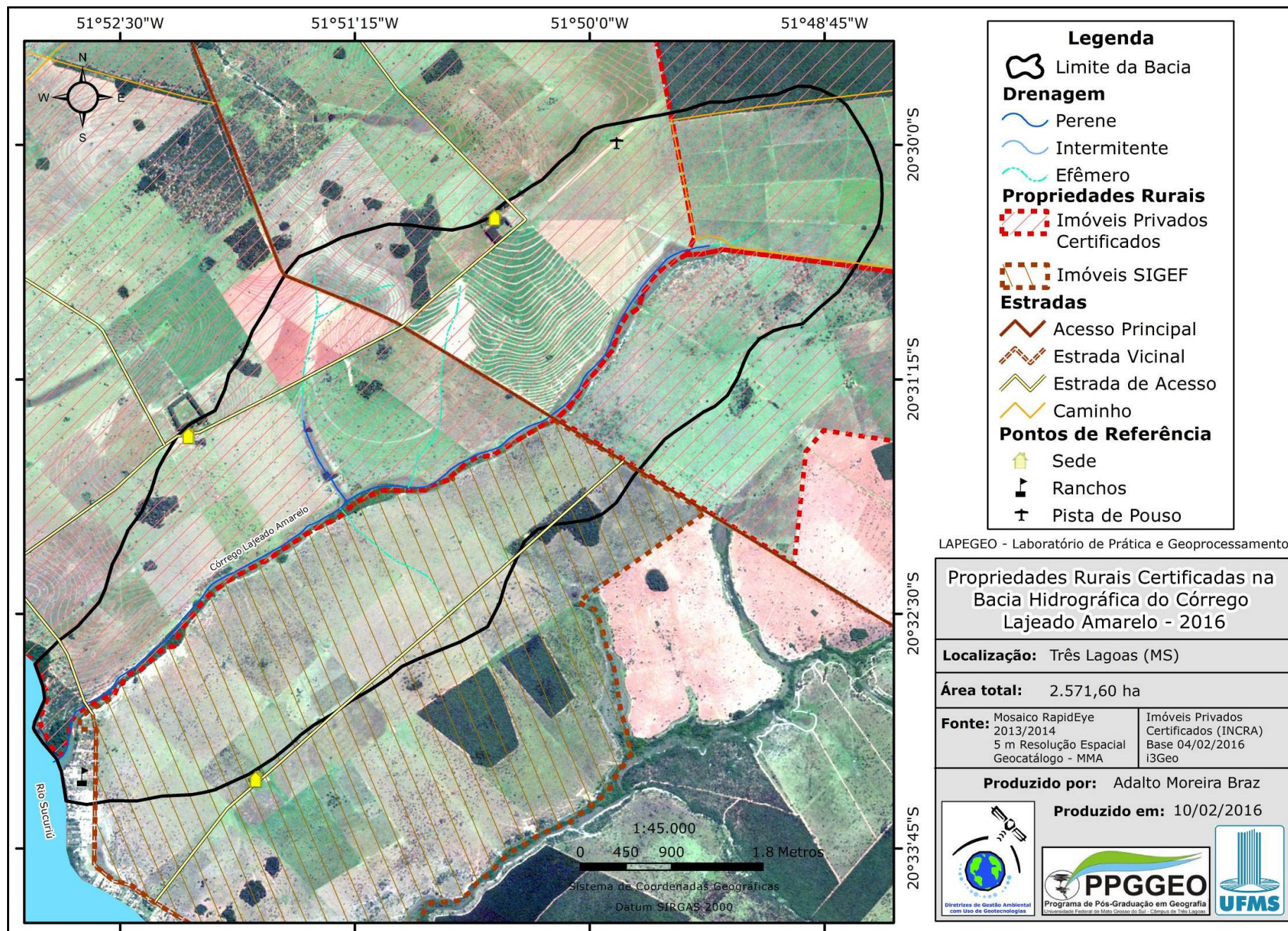


Figura 33: Propriedades rurais certificadas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2016.

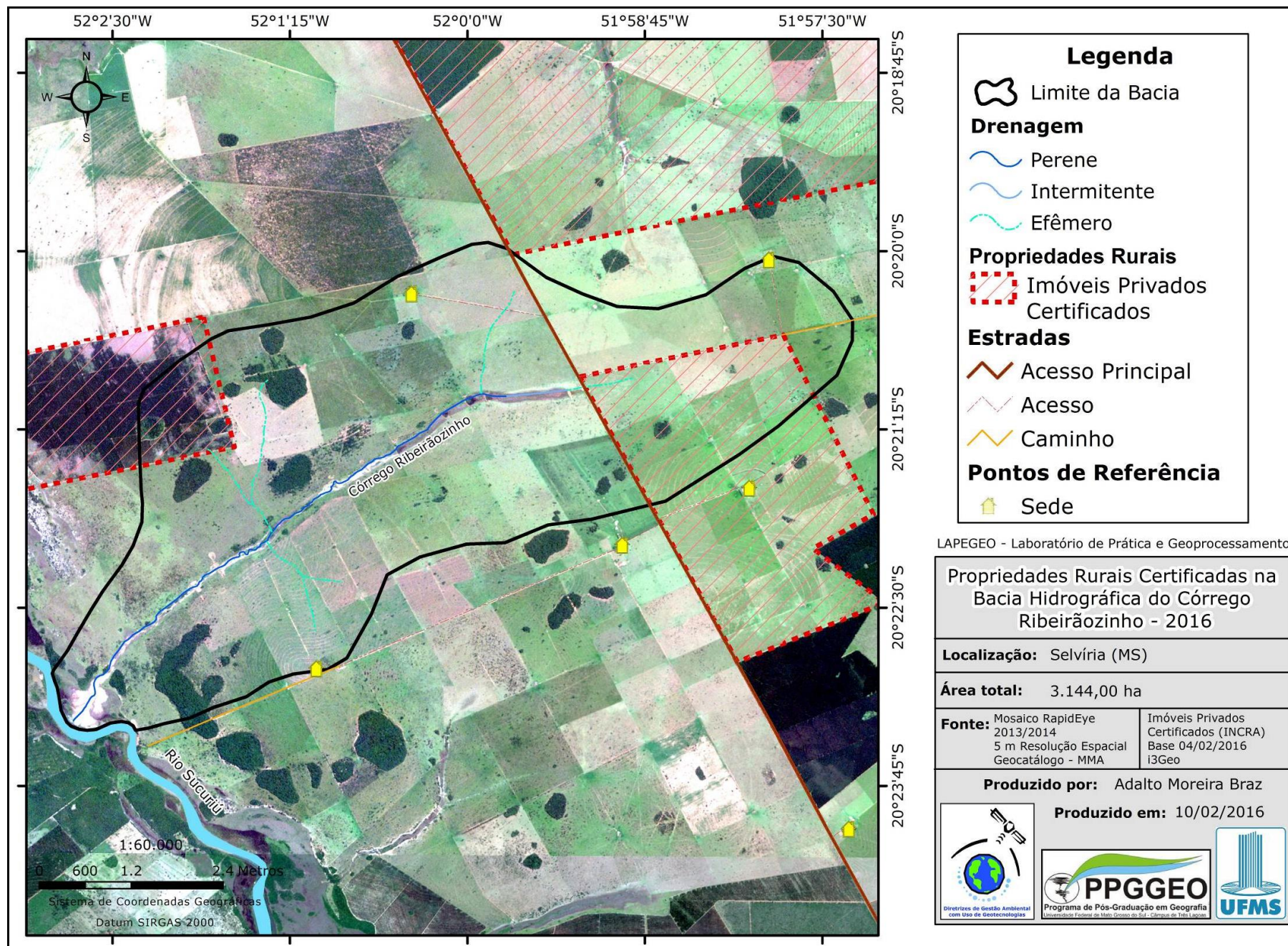


Figura 34: Propriedades rurais certificadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2016

4.2. Uso e cobertura da terra

O uso e cobertura da terra é a principal informação indicadora para o entendimento da dinâmica ambiental em bacias hidrográficas, é o primeiro passo para diversos outros estudos, usado acima de tudo, como princípio para elaboração de diretrizes, planos de ações e propostas para a ordenação, planejamento e gestão ambiental.

Especificamente nesta pesquisa, as informações acerca do uso e cobertura da terra foram imprescindíveis para o entendimento quanto ao manejo que vêm sendo aplicado nestas bacias hidrográficas (Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho), às propostas para um melhor cenário de conservação, a partir da aplicação de novas técnicas de manejo, e, principalmente, no entendimento da influência do uso, cobertura e manejo da terra na dinâmica da qualidade das águas superficiais destas bacias.

Em ambas bacias Hidrográficas estudadas, a partir do mapeamento de uso e cobertura da terra constatamos que a maior parte dos usos no entorno das bacias são dominados pela pecuária, e, conseqüentemente a cobertura da terra se dá por extensas áreas de pastagens. Fato interessante a se colocar, é a tênue presença da silvicultura em qualquer das bacias hidrográficas.

As bacias hidrográficas possuem as mesmas classes de uso e cobertura da terra, sendo apenas a classe agricultura, especificidade da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

A classe de maior extensão em ambas bacias hidrográficas, como já esperado foi a de pastagem representando em torno de 64% e 80% nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho, respectivamente.

As principais características das classes de uso e cobertura da terra, mapeadas na bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo são apresentadas a seguir na figura 35 e seu quantitativo de áreas apresentado na tabela 2.

Tabela 2: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo – 2015.

Classes de Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo - 2015		
Classe	Área (ha)	Porcentagem de Área (%)
Agricultura	367,32	14,28%
Água	8,10	0,31%
Área Úmida	43,37	1,69%
Campo Sujo	56,86	2,21%
Infraestrutura	33,31	1,30%
Pastagem	1661,25	64,60%
Pastagem Degradada	36,43	1,42%
Silvicultura	252,92	9,84%
Solo Exposto	8,53	0,33%
Vegetação Natural Florestal	103,53	4,03%

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

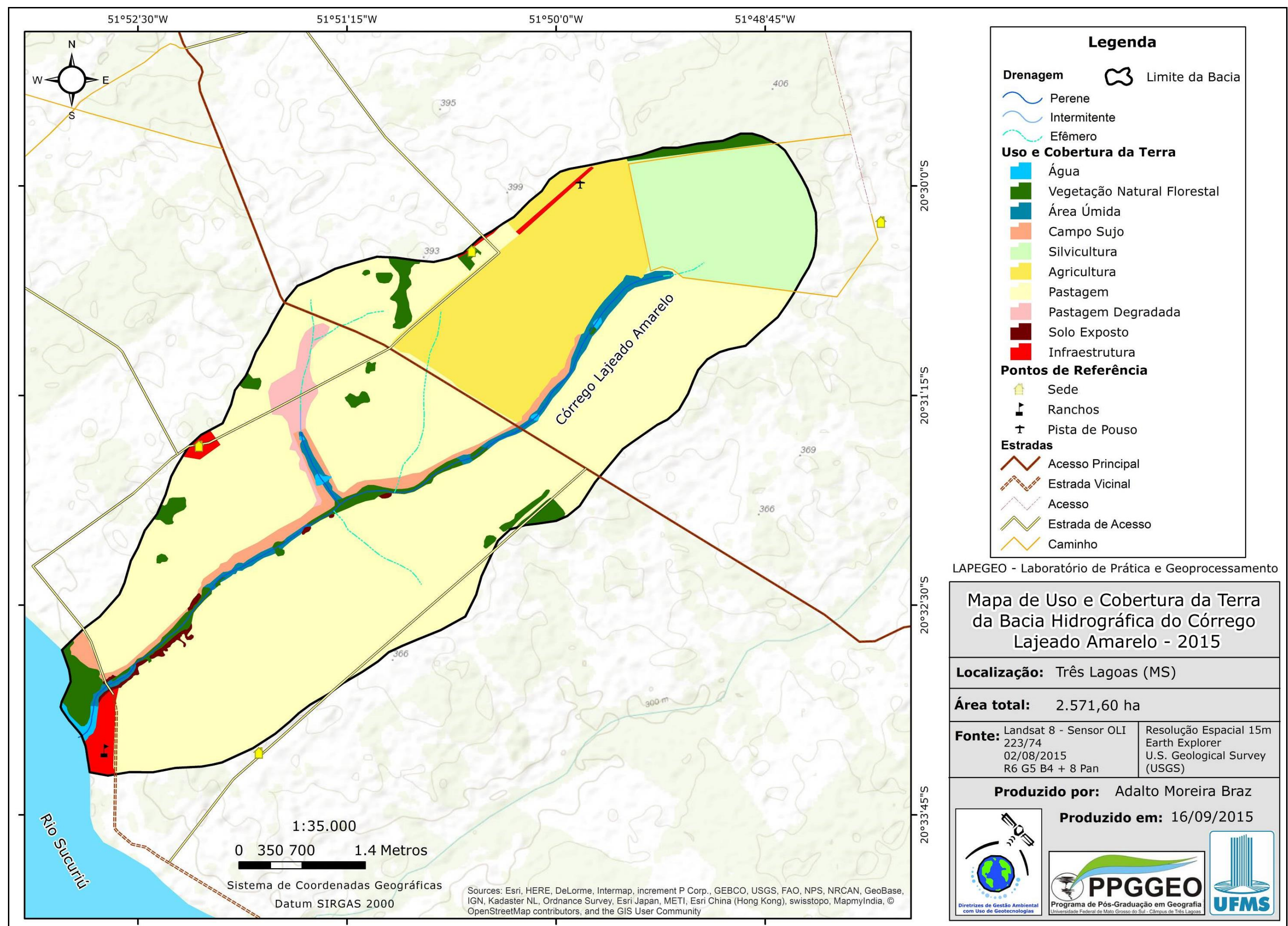


Figura 35: Mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.

- Agricultura: A agricultura foi a última classe de uso inserida nesta bacia hidrográfica, sendo um tipo de uso temporário. Foram plantados alguns poucos talhões de soja, que deverão permanecer ao longo de aproximadamente um ano até serem colhidos. A localização da agricultura foi estrategicamente escolhida para reparar danos à uma antiga área de pastagem degradada, a partir de técnicas de adubação natural por forrageiras, neste caso a soja (figura 36; figura 37).



Figura 36: Agricultura de soja entre o alto e médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Figura 37: Agricultura de soja entre o alto e médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo - 1.

- Água: Esta classe foi mapeada, em geral, nas massas d'água formadas pelas barragens de terra construídas ao longo dos canais da bacia hidrográfica. Entretanto a maior área encontrada é na foz da bacia, sendo uma pequena extensão onde o canal principal se

tornou mais largo devido a influência do grande represamento da Usina Hidrelétrica Souza Dias – Jupiá (figura 38);



Figura 38: Foz do curso d'água principal no baixo curso da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.

- **Área Úmida:** Áreas de varjão distribuídas ao longo das APPs dos canais perenes da bacia hidrográfica. No alto curso da bacia foi mapeada uma longa extensão de áreas úmidas, preservadas em alguns locais, mas sem a presença de vegetação ciliar. O principal contraponto das áreas úmidas mapeadas é justamente a falta de vegetação ciliar nas APPs (figura 39).



Figura 39: Área úmida (varjão) no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

- **Campo Sujo:** Sendo de origem natural e/ou antrópica, caracterizado por formações campestres, são áreas com predomínio absoluto de espécies herbáceas e algumas arbustivas, com ausência de árvores na paisagem (BATISTELLA, VALLADARES e

BOLFE, 2008). Esta classe é mapeada, em sua maior parte, margeando áreas úmidas e áreas de vegetação ciliar. São antigas áreas de pastagem convertidas agora em Reserva Legal em Recomposição, em que permanecem isoladas, sem uso do gado. Se mantendo em recuperação natural. Por uma questão de melhor aproveitamento de áreas úteis, proprietários rurais optam por escolher estas áreas sempre em divisa com áreas naturalmente tidas como reservas legais (vegetação ciliar, áreas úmidas, vegetação florestal, etc.), o que se torna indiretamente uma boa atitude para a conservação do meio ambiente e uma classe de uso de proteção, aumentando e/ou dando continuidade a áreas de importante proteção para a bacia hidrográfica, como exemplo, as APPs (figura 40).



Figura 40: Campo sujo nas margens direita da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, nas proximidades da estrada de acesso principal que cruza o médio curso da bacia.

- **Infraestrutura:** As infraestruturas mapeadas nesta bacia hidrográfica, correspondem à sede, um retiro e uma pista de pouso de uma das propriedades rurais, e à um conjunto de ranchos (pequenos lotes) nas margens do Rio Sucuriú. Apesar de representar uma pequena área, os ranchos movimentam uma quantidade considerável de pessoas, sendo usados principalmente como opção de lazer.
- **Pastagem:** Representando 64,60%, as pastagens dominam o cenário da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo, se estendendo do alto curso às proximidades de sua foz (baixo curso) se mantendo em grandes continuidades. São as pastagens a classe de uso mais influente na bacia hidrográfica, economicamente e ambientalmente (figura 41; figura 42).



Figura 41: Pastagem nas proximidades da vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Figura 42: Gado nas pastagens próximas da vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

- **Pastagem Degradada:** Apesar de representar pouco mais de 1% da área total da bacia hidrográfica, temos 36,43 ha de pastos degradados, oferecendo riscos à bacia, principalmente à nascente do afluente do canal principal. Esta é a classe/área de maior sensibilidade e urgência dentro da bacia hidrográfica. Localizando-se a montante de uma das nascentes e com alta magnitude de impacto para o escoamento superficial e transporte de sedimentos para o afluente do curso d'água principal (figura 43).



Figura 43: Pastagem degradada na vertente do alto curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

- **Silvicultura:** Representando quase 10% da área total da bacia hidrográfica, a classe de silvicultura está presente em parte do alto curso da bacia, circundando toda a área de nascente do curso d'água principal e ocupando praticamente toda área de contribuição de recarga da nascente (figura 44).



Figura 44: Silvicultura no alto curso da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.

- **Solo Exposto:** As áreas de solo exposto foram mapeadas margeando as APPs próximas ao curso d'água principal. A maior parte dessas áreas de solo exposto são causadas pelo pisoteio do gado justamente em direção ao curso d'água, usado para dessedentação dos animais. Com isso, formam-se caminhos do gado, que no período chuvoso se tornam caminho das águas. Logo, criam-se maiores condições ao

escoamento superficial e oferecendo grandes riscos para o surgimento de erosões hídricas. Em geral, estas áreas de solo exposto não apresentam continuidade. Por fim, foi identificado que apenas um dos locais mapeados como solo exposto já se encontram com erosões (figura 45; figura 46).



Figura 45: Solo exposto por pisoteio do gado na margem esquerda da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Figura 46: Solo exposto por pisoteio do gado na margem direita no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

- **Vegetação Natural Florestal:** Todas as áreas de vegetação consolidadas da bacia hidrográfica foram mapeadas nesta classe, sendo elas as matas ciliares, vegetações remanescentes (fragmentos de vegetação florestal sem continuidade) e vegetações nativas (Cerrado) de maior extensão. Se analisarmos toda a área da bacia hidrográfica,

facilmente identificamos a extrema falta de florestas/vegetações nativas ao longo da bacia hidrográfica. Esta classe aparece com apenas 4,03% de área representativa da bacia hidrográfica, ou seja, apenas 103 ha, ficando atrás até mesmo da agricultura e silvicultura, e representando o dobro de área das pastagens degradadas encontradas ao longo da bacia. Portanto, é um cenário que ambientalmente preocupa, principalmente se levado em consideração a necessidade de conservação desta bacia hidrográfica (figura 47; figura 48).



Figura 47: Vegetação natural florestal (vegetação remanescente) no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

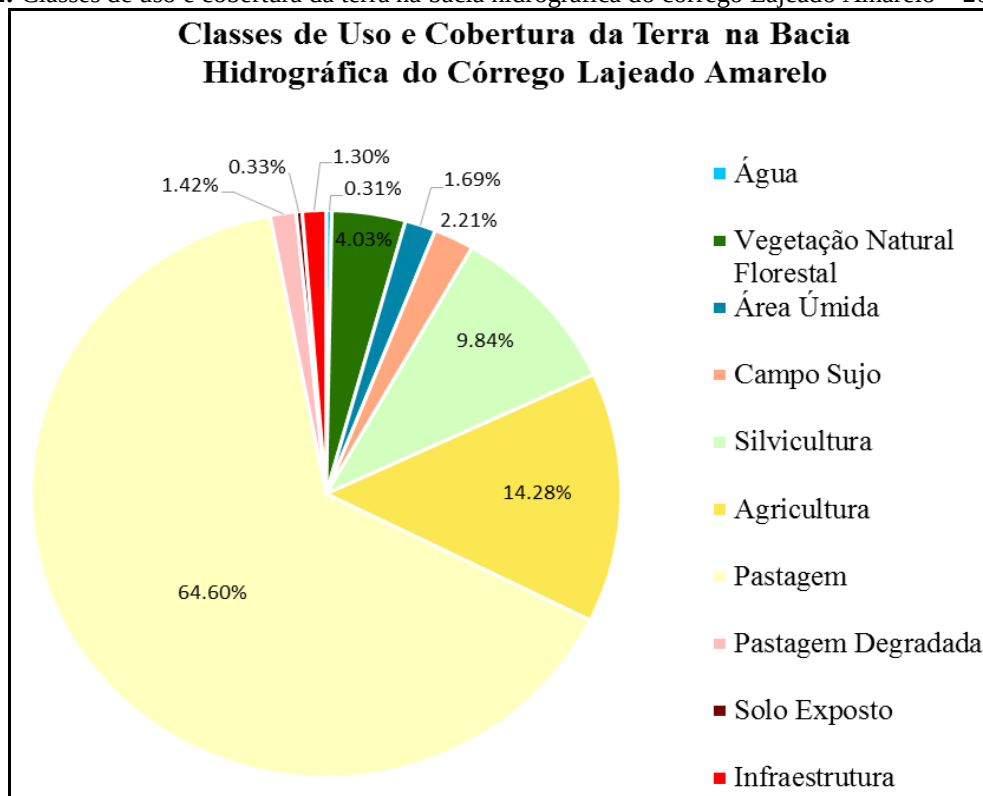


Figura 48: Vegetação natural florestal (reserva legal) no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

No geral, caracterizando a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo como uma pequena bacia hidrográfica – se comparada à outras bacias afluentes do subsistema bacia

hidrográfica do rio Sucuriú – temos que mais da metade de sua área total é dominada por pastagens, justamente a classe de uso que aqui mais exige práticas conservacionistas para seu manejo (e cautela) quanto a alterações ambientais em bacias hidrográficas (gráfico 2).

Gráfico 2: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

As principais características das classes de uso e cobertura da terra, mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho são apresentadas a seguir na figura 49 e seu quantitativo de áreas apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.

Classes de Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho - 2015		
Classe	Área (ha)	Porcentagem de Área (%)
Água	1,81	0,06%
Área Úmida	57,85	1,84%
Campo Sujo	129,97	4,13%
Infraestrutura	10,47	0,33%
Pastagem	2538,97	80,76%
Pastagem Degradada	92,27	2,93%
Silvicultura	68,97	2,19%
Solo Exposto	71,03	2,26%
Vegetação Natural Florestal	172,66	5,49%

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

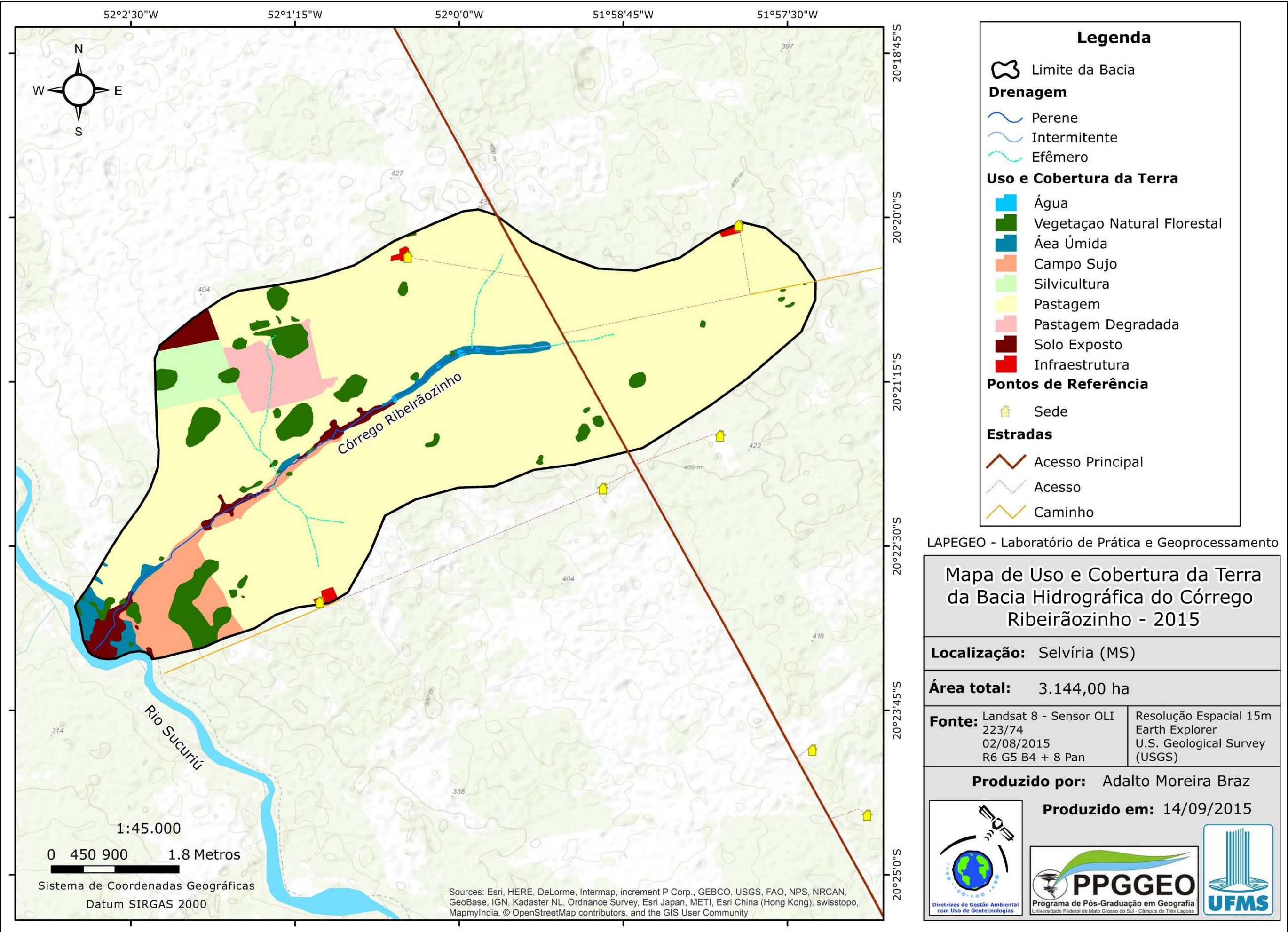


Figura 49: Mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.

- **Água:** Esta classe aparece na bacia hidrográfica representando apenas massas de água das barragens construídas ao longo do córrego da bacia. São ao todo, quatro barragens atualmente (figura 50). Porém é possível identificar mais cinco barragens desativadas, sendo uma no alto curso, muito próxima da nascente e altamente prejudicial ao fluxo de água do córrego, desativada por falta d'água (figura 51). Quatro das cinco barragens desativadas não existem mais, devido ao rompimento escalonado das barragens. O que causou um grande prejuízo ao meio ambiente nesta bacia hidrográfica, impactos facilmente identificados ainda hoje.



Figura 50: Espelho d'água formado na segunda barragem no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

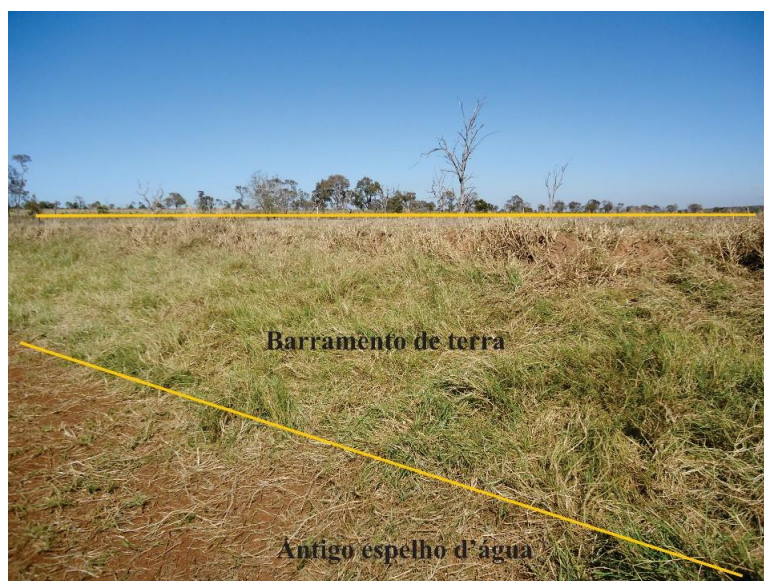


Figura 51: Barragem desativada no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

- **Área Úmida:** As chamadas áreas úmidas, estão associadas ao córrego e solos saturados (hidromórficos). Caracterizada por varjões localizados principalmente no alto curso da

bacia, nas áreas de APP do curso d'água (figura 52; figura 53). Aparecem em duas outras localizações, no médio e no baixo curso da bacia, porém em áreas menores e não contínuas. Destaca-se também a presença desta classe nas proximidades da foz da bacia, entretanto, representam uma planície fluvial do rio Sucuriú.



Figura 52: Área úmida nas APPs do médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Figura 53: Área úmida sem mata ciliar nas APPs do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

- **Campo Sujo:** Sendo de origem natural e/ou antrópica, as formações campestres são áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, com ausência de árvores na paisagem (BATISTELLA, VALLADARES e BOLFE, 2008). É importante ressaltar duas situações marcantes desta classe na bacia do Ribeirãozinho. A primeira, em que esta classe aparece (assim como na bacia do Lajeado Amarelo) como proposta

de reserva legal em recomposição (licenciamentos ambientais das propriedades). Como constituição de reserva legal em recomposição, temos em torno de 126 ha, sendo esta situação maioria quanto as áreas de campo sujo mapeadas. Arriscamos a dizer que esta é uma das classes mais importantes para a bacia (principalmente a longo prazo), já que normalmente eram pastagens muito usadas, que, com a necessidade de aumentar áreas de reserva legal, de acordo com a legislação, foram convertidas à reserva em recomposição (regeneração natural), e em sua maior parte margeiam as APPs ou são antigas pastagens que invadiam as APPs e hoje são respeitadas. Já a segunda situação, é o oposto quanto aos benefícios e a função de conservação, sendo justamente ainda utilizadas como pastagens. E no caso desta bacia, esta área de campo sujo está totalmente inserido em APP, com livre acesso do gado e utilizada para pastagem e caminho para o gado beber água diretamente no córrego. Mesmo tendo uma área pequena, em torno de 3 ha, esta é uma situação que deve sempre ser evitada, primeiro por ser uma prática ilegal quanto ao novo código florestal brasileiro (Lei 12.651/2012) e também por apresentar risco potencial de degradação e ser extremamente prejudicial à conservação da bacia hidrográfica e à qualidade das águas (figura 54).



Figura 54: Campo sujo (reserva legal em recomposição) a meia vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

- **Infraestrutura:** As infraestruturas mapeadas nesta bacia hidrográfica, correspondem à duas sedes (uma parcialmente dentro dos limites da bacia) e um retiro. Todas estas áreas juntas, chegam a aproximadamente 10 ha. Nenhuma está localizada em áreas de APP, todas estão em meio às pastagens.

- Pastagem: Classe de maior extensão e representatividade na bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho, representando 80,76% de sua extensão total (figura 55; figura 56). Temos quase que toda a bacia hidrográfica dominada apenas por áreas de pastagens, estas que se estendem do alto curso à foz desta bacia. Não obstante, temos que a pastagem é a classe de uso que mais influencia a economia e a conservação do meio ambiente nesta bacia hidrográfica (assim como na bacia do Lajeado Amarelo), tendo as demais classes quase que se configurado de acordo com os interesses movidos pela implantação das pastagens.



Figura 55: Pastagem na margem direita no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho. Ao fundo um pequeno fragmento de vegetação remanescente.



Figura 56: Pastagem manejada no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

- Pastagem Degradada: Representando 2,93% da área total da bacia e ocupando uma área em torno de 92 ha (figura 57; figura 58), a pastagem degradada mapeada

encontra-se à meia vertente no médio curso da bacia e com certa distância do curso d'água e mesmo das áreas de maior declividade. Sendo assim, os riscos oferecidos à conservação da bacia, são relativamente menores em relação à esta mesma classe na bacia do Lajeado Amarelo. Ainda assim, é importante lembrar que pastagens degradadas nesta bacia, mesmo não implicando em impactos diretos ao meio ambiente, são prejudiciais à pecuária, aos solos e à economia da qual faz parte (proprietários rurais, empresas pecuaristas, etc.).



Figura 57: Pastagem degradada a meia vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Figura 58: Pastagem degradada a meia vertente no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 1.

- Silvicultura: Representando em torno de 2% da área total da bacia hidrográfica a classe de silvicultura está presente em uma pequena parte do médio curso da bacia. Os

eucaliptos são de domínio de uma propriedade arrendada, tendo a finalidade de plantio de eucaliptos para produção de celulose. No entanto, apenas 2 talhões parciais fazem parte da extensão da bacia do Ribeirãozinho.

- Solo Exposto: As classes de solo exposto englobam áreas com solo descoberto, áreas degradadas (erosão) e áreas de assoreamento/deposição de sedimentos. Na condição de solo descoberto, é identificada na imagem de satélite como um talhão de silvicultura que está em processo de colheita/reforma. Na condição de erosões, são mapeados exclusivamente ao longo das margens do curso d'água, em algumas situações ultrapassando até os limites das APP. Na condição de erosão, temos ainda duas situações, sendo a primeira, erosões hídricas (figura 59; figura 60) causadas pelo escoamento superficial, aliado à declividade do terreno, à falta de manejo das pastagens e ao pisoteio do gado, formado em direção às partes mais baixas da bacia (cursos d'água). A segunda situação, pode-se dizer ser as mais críticas da bacia hidrográfica, sendo grandes áreas de erosões marginais causadas pela força da água fluvial, numa ocasião onde a bacia teve alguns rompimentos em série das barragens de terra construídas para dessedentação do gado (figura 61). Nesta situação, as erosões são mapeadas em extensas áreas nas margens do córrego, e conseqüentemente acabam por juntar-se às erosões hídricas, agravando a situação da conservação ambiental. Por último, temos a área de solo exposto caracterizada por uma grande deposição de sedimentos (assoreamento) no exutório da bacia (figura 62), causada também pelo rompimento das barragens canal acima. Com o rompimento e conseqüente aumento da força da água do canal fluvial a mesma iniciou processos de erosão marginal e carreamento de sedimentos, sendo todo esse material depositado no exutório da bacia, formando um grande banco de sedimentos.



Figura 59: Erosão hídrica nas APPs no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Figura 60: Solo exposto por pisoteio do gado no entorno de uma barragem no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Figura 61: Erosão marginal no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

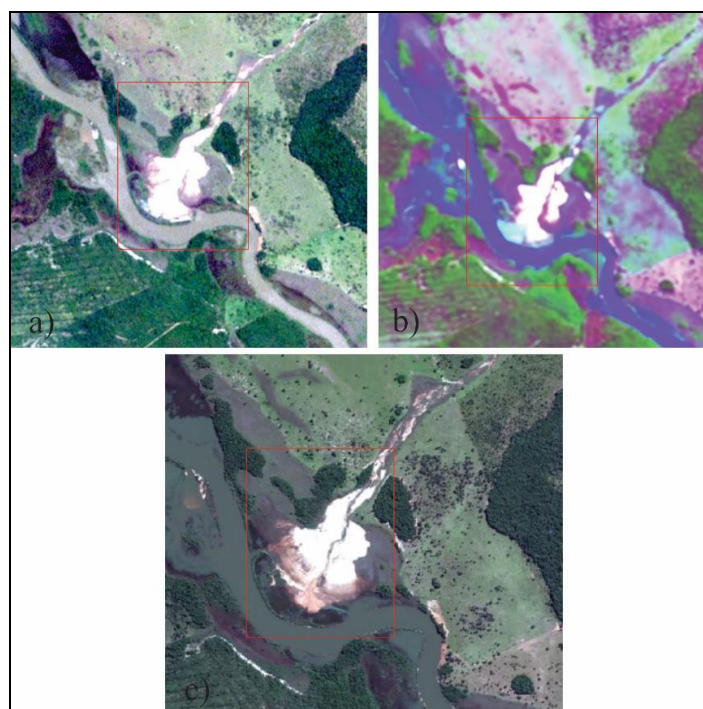


Figura 62: Área de deposição de sedimentos no exutório da bacia - a) Imagem RapidEye (20/03/2013); b) Landsat 8 (02/08/2015); c) Basemap Imagery (13/05/2010).

- **Vegetação Natural Florestal:** Todas as vegetações consolidadas da bacia hidrográfica foram mapeadas nesta classe, sendo elas as (pouquíssimas) matas ciliares, vegetações remanescentes (fragmentos de cerrado sem continuidade) e vegetações nativas (cerrado) de maior extensão. Assim como na bacia do Lajeado Amarelo, observando o mapa e o quantitativo desta classe na bacia do Ribeirãozinho, facilmente é percebida a preocupante falta de formações florestais/vegetações nativas ao longo desta bacia. Representando em torno de 5% da área total da bacia, ou 172,66 ha, a vegetação é totalmente dispersa, não apresentando áreas significativas de extensão/continuidade na bacia hidrográfica.

Portanto, é um cenário que ambientalmente preocupa, principalmente por conta da conservação desta bacia hidrográfica (figura 63; figura 64).



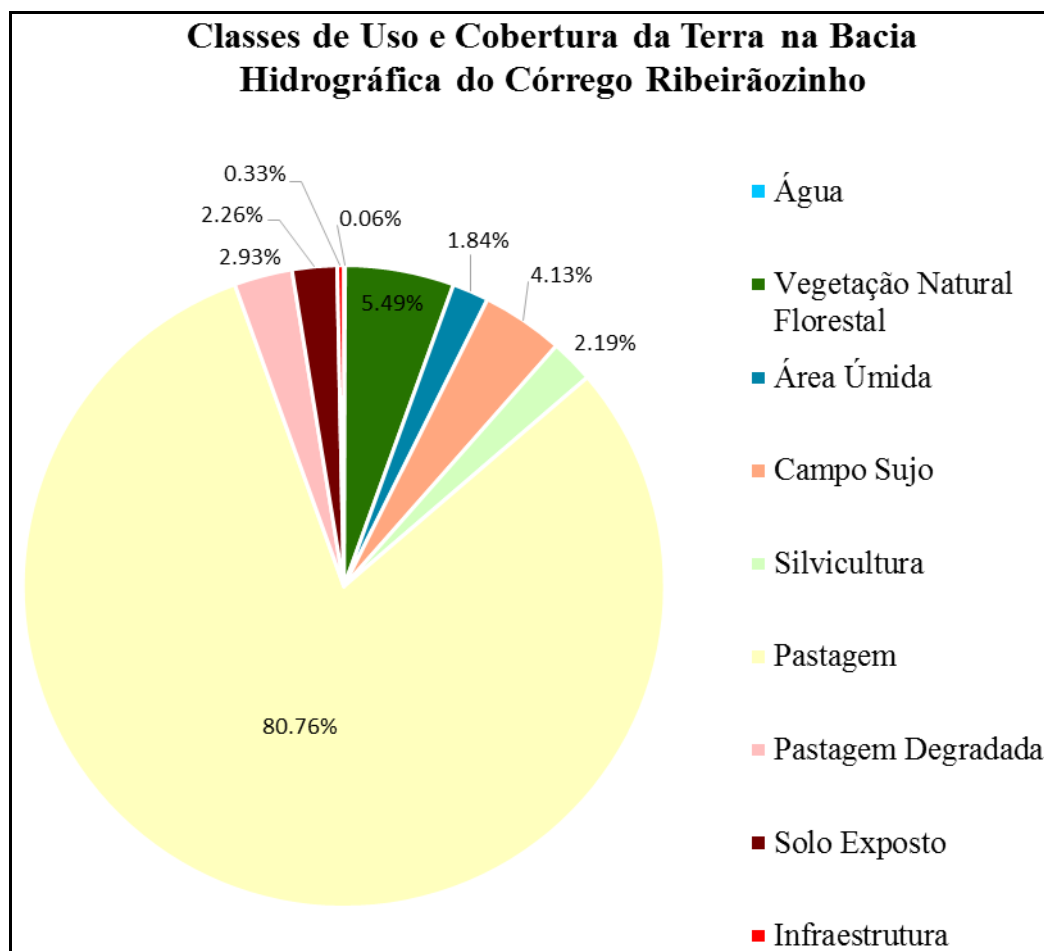
Figura 63: Vegetação remanescente (cerrado arbóreo-arbustivo) no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Figura 64: Vegetação nativa (Cerrado) no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

A bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho tem um cenário de conservação preocupante, visto que menos que 80% de toda sua extensão é ocupada por pastagens, dentre elas manejadas ou não, e pastagens degradadas. Em contrapartida tem apenas 5,49% de vegetação natural florestal e praticamente nenhuma continuidade de vegetação ciliar ao longo de sua APP (gráfico 3). Desta maneira, fica evidente a necessidade de práticas de conservação para o manejo desta bacia hidrográfica e de diretrizes para a recuperação das áreas degradadas e reflorestamento da vegetação nativa, principalmente de suas APPs.

Gráfico 3: Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo temos em torno de 66% de sua área ocupada por pastagens, dentre elas manejadas ou não.

Separadamente, identificou-se 36,43 ha como sendo pastagens degradadas. Esta área caracterizada como pastos degradados não é só preocupante, como necessita de uma rápida intervenção. Visto que as pastagens degradadas aparecem a montante da área de nascente do afluente desta bacia, causada principalmente pelo escoamento superficial e a falta de manejo nesta área de pastagem. Por ser área de contribuição hidrológica para a nascente, boa parte da água que é escoada por estes pastos degradados, tem como destino final o entorno da nascente. Ao apresentar uma falta de proteção (nenhuma vegetação ciliar) no entorno da nascente, surge um potencial risco de transporte de partículas/sedimentos. Esta classe então afeta diretamente a qualidade das águas deste afluente da bacia hidrográfica. Veremos adiante, nos resultados relacionados à qualidade das águas superficiais, que o ponto de coleta de águas próximo à esta nascente foi o resultado mais crítico quanto aos sedimentos em suspensão. Acreditando-se ser causado, justamente por esta área de pasto degradado.

Se na bacia do Lajeado Amarelo observou-se considerável porcentagem da área coberta por pastagens, na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho além de esta possuir também sua maior extensão ocupada por pastagens, aqui a quantidade é ainda maior. Cerca de 83% da bacia é ocupada por pastagens, manejadas ou não, degradadas ou conservadas, etc.

A pastagem degradada na bacia do Ribeirãozinho, tem uma diferença incisiva para a bacia do Lajeado Amarelo, ela não afeta diretamente o córrego Ribeirãozinho, já que se restringe a uma área à meia vertente da bacia, muito bem delimitada por alguns piquetes mal manejados. Em contrapartida a área de pastagem degradada nesta bacia é quase três vezes maior, com cerca de 92 ha.

A classe Agricultura, correspondendo ao cultivo de soja aparece apenas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo. É importante ressaltar que a agricultura é uma classe de uso temporária nesta bacia hidrográfica, sendo implantada como uma forma de manejo e melhora de uma área de pastagem já em estado de degradação. Portanto, ao final do ciclo da soja nesta área de agricultura, podemos projetar que a pastagem crescerá ainda mais, chegando a uma área total representativa próxima dos 80% de toda a bacia do Lajeado Amarelo.

A classe mapeada correspondente a água caracteriza-se pelas massas d'água (espelho d'água) formadas pelos barramentos dos cursos d'água de ambas bacias hidrográficas, e, somente na bacia do Lajeado Amarelo, por sua foz. Ao todo, quatro barragens são encontradas no curso d'água principal da bacia do Ribeirãozinho, todas em seu médio curso. E na bacia do Lajeado Amarelo, são mapeadas um total de 4 barragens, sendo 2 no curso d'água principal e 2 em seu afluente.

Já as chamadas áreas úmidas, estão associadas ao córrego e solos saturados (hidromórficos). Caracterizadas por varjões, representam 1,69% do total da bacia do Lajeado Amarelo e 1,84% da bacia do Ribeirãozinho. São encontradas ao longo de todo o canal principal, sendo as APPs do alto curso, de ambas bacias, ocupadas apenas por varjões. Na bacia do Lajeado Amarelo, em seu afluente do canal principal também ocorre a mesma situação, suas APPs são ocupadas apenas por varjões.

Pela falta de vegetação ciliar, as áreas úmidas foram facilmente identificadas (tanto por imagens como em visitas de campo). Em alguns locais são identificados livre acesso do gado, fazendo-se uso das áreas úmidas como pastagens, atividade que oferece grandes riscos ambientais a este tipo de ecossistema e também à qualidade das águas da bacia hidrográfica.

Foi possível identificar e mapear uma longa extensão de área úmida (varjão) ao longo do curso d'água de ambas bacias, esta área inicialmente vai da nascente de cada bacia

hidrográfica, até, coincidentemente, a jusante do último barramento. Na bacia do Ribeirãozinho esta área possui em torno de 2,4 Km de extensão e na bacia do Lajeado Amarelo, cerca de 2,8 Km. Por último, dominando uma grande extensão do baixo curso da bacia do Ribeirãozinho e circundando a foz de seu córrego, foi mapeada uma grande área úmida, dessa vez caracterizada por ser a planície fluvial do Rio sucuriú.

As áreas úmidas são classes de uso essenciais para cursos d'água de bacias Hidrográficas, sendo reguladoras e mantenedoras dos fluxos de água. Porém acreditamos que ao redor destas áreas úmidas é de extrema importância que existam vegetações ciliares e/ou ripárias. Nas palavras de Richter (2015)

quando se mantêm em condições ecológicas saudáveis, os rios e outros ecossistemas de água doce oferecem à sociedade uma miríade de serviços e benefícios. As vegetações naturais, como os charcos e as matas ciliares, retardam a velocidade da água, reduzindo sua força destrutiva. Quando se desacelera, a água pode ser limpa por processos biológicos e realimentar os aquíferos subterrâneos (RICHTER, 2015, p. 33).

A classe de vegetação natural florestal (cerrado) representa apenas 4,03%, na bacia do Lajeado Amarelo, área menor até mesmo que os atuais 14,28% de agricultura presentes temporariamente nesta bacia. Na bacia do Ribeirãozinho as áreas de vegetação natural florestal representam 5,49% de toda extensão da bacia. Dentre estas porcentagens de vegetação natural florestal mapeadas, é importante distinguir que boa parte desta classe são pequenos fragmentos de vegetação remanescente, alguns espalhados em meio às pastagens, exercendo pouca ou nenhuma função ambiental para a bacia hidrográfica.

Em ambas bacias hidrográficas, a classe vegetação natural florestal pode ser classificada como cerrado (arbóreo-arbustivo), contendo árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de um dossel contínuo. É marcante a presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas e em alguns casos, com evidências de queimadas (BATISTELLA, VALLADARES e BOLFE, 2008).

Sabendo-se do cenário e das leis ambientais que atualmente regem o Brasil, esta classe de uso, é a mais importante para a conservação das bacias hidrográficas e também da qualidade das águas produzidas nestas bacias, não se tem nenhuma expectativa de expansão das vegetações nativas nas bacias hidrográficas. De maneira otimista, projeta-se que a longo prazo, a única oportunidade de expandir a vegetação seria em algumas áreas das classes de campo sujo, onde estas atualmente foram isoladas para compor áreas de reserva legal para os licenciamentos das propriedades rurais. E ainda sim, ter-se-ia em torno de 6% de áreas de vegetação nativa na bacia hidrográfica do Lajeado Amarelo e 9% na bacia do Ribeirãozinho, ou seja, continuariam representando pouquíssimas áreas.

Incluindo-se na classe de vegetação natural florestal temos ainda as matas ciliares, que aparecem na bacia do Lajeado Amarelo fragmentadas apenas no médio e baixo curso da bacia. E que na bacia do Ribeirãozinho praticamente não são encontradas matas ciliares. Ao longo das APPs desta bacia, são mapeadas apenas áreas úmidas, campo sujo e uma extensa área de solo exposto (caracterizada por erosões), falaremos logo adiante sobre esta situação.

Assim, observando os mapas de ambas bacias hidrográficas (figura 51; figura 52) rapidamente percebemos que as áreas de nascentes não possuem nenhuma vegetação ciliar, ou vegetações fora das áreas de APP mas que se tornariam fundamentais para a proteção e conservação das nascentes, fato que preocupa em relação a quantidade e qualidade das águas em qualquer bacia hidrográfica.

Na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, as poucas e difusas áreas de solo exposto encontradas na bacia, são resultados do livre acesso do gado nas APPs e utilização do curso d'água como local de dessedentação do gado. Compactando o solo, formando caminhos e implicando na degradação da cobertura vegetal do solo. Em vista disso, o gado forma caminhos que também são utilizados pela água das chuvas como caminhos fáceis de escoamento. Aumentando a força da água e diminuindo a proteção, o resultando são áreas de solo exposto com grande potencial de surgimento de erosões hídricas (ravinas) nas margens do córrego. Já na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, as áreas de solo exposto mapeadas aparecem com espantosos 71 ha, área maior, por exemplo, que a silvicultura, pasto degradado e áreas úmidas na bacia. Estas áreas são caracterizadas por erosões hídricas, impulsionadas pelo pisoteio do gado e a falta de manejo das pastagens. Erosões marginais, como já mencionado, pelo rompimento das barragens e por uma área específica (e temporária como solo exposto) de colheita dos eucaliptos, sendo parte de dois talhões que se encontram nos limites desta bacia hidrográfica.

A silvicultura aparece em ambas bacias hidrográficas em estudo, porém com diferente relevância para a conservação. Na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo foi uma das últimas classes inseridas nesta bacia e está presente apenas no alto curso, numa importante área de contribuição hidrológica para a principal nascente da bacia do Lajeado Amarelo. Portanto, é uma das classes de uso que requer um olhar diferenciado quanto ao seu manejo. Já na bacia do Ribeirãozinho a silvicultura aparece em menor proporção e com um risco de alteração ambiental menor, pois aparece distante dos cursos d'água e numa área de relevo mais plano.

4.3. Manejo da terra

Como visto até aqui, o manejo é, acima de tudo, a escolha de técnicas à serem aplicadas em uma determinada situação (agricultura, silvicultura, águas, animais confinados, bacia hidrográfica etc.) de maneira a otimizar sua produtividade considerando-se sempre a máxima conservação/proteção do ambiente (no sentido amplo de seu significado) em que a atividade é desenvolvida. Ou seja, produzir a partir de atividades que usam direta ou indiretamente recursos naturais ou o meio ambiente como seu local de produção, sem que esta atividade venha a causar danos ambientais.

De maneira mais específica, pode-se aqui defender o manejo integrado como técnica para a conservação de bacias hidrográfica, além de garantir que diversas produções/usos da terra não causem danos ou prejuízos, nem ambientais para a bacia e nem econômicos para si próprios. Definiram-se técnicas de manejo que possam também ampliar a conservação, de modo que técnicas aplicadas não sirvam apenas como “contensões” de possíveis impactos, mas que sirvam para a constante conservação da bacia hidrográfica. Como é o caso mais conhecido, das curvas-de-nível (ou terraços), que suprem a necessidade do manejo de pastagem e de erosões hídricas, e ao mesmo tempo é uma ótima técnica para a infiltração de água no solo, beneficiando consideravelmente a conservação dos solos, a qualidade das pastagens, a produção da agricultura e a recarga de aquíferos.

Visto então sobre o manejo integrado, nesta pesquisa trabalhou-se inicialmente com o mapeamento da terra para diferentes classes encontradas atualmente na bacia hidrográfica, tomando como base o mês de agosto do ano de 2015.

Fernandes (2010) ressalta que todas as unidades de paisagem devem ser inseridas, de forma integrada, em trabalhos de manejo integrado de bacias hidrográficas, daí a necessidade do mapeamento, espacialização e caracterização de todas as classes de manejo (denominadas por Fernandes como unidades de paisagem) encontradas nas bacias hidrográficas em estudo.

Deste modo, baseando-se nas classes de uso e cobertura da terra, foram determinadas as classes de manejo presentes em cada bacia hidrográfica, mapeadas de acordo com as figuras 65 e 66:

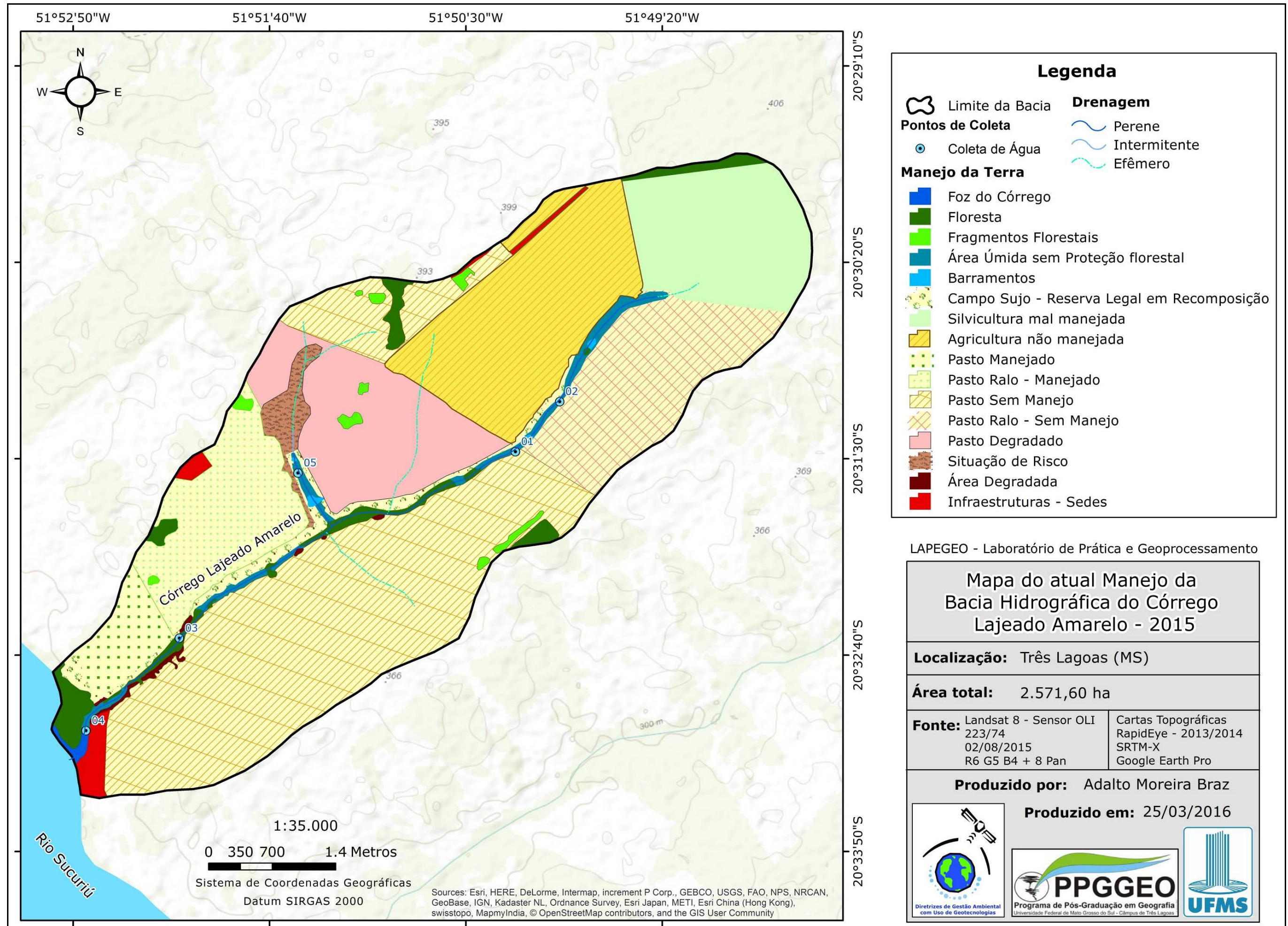


Figura 65: Mapa do atual manejo da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.

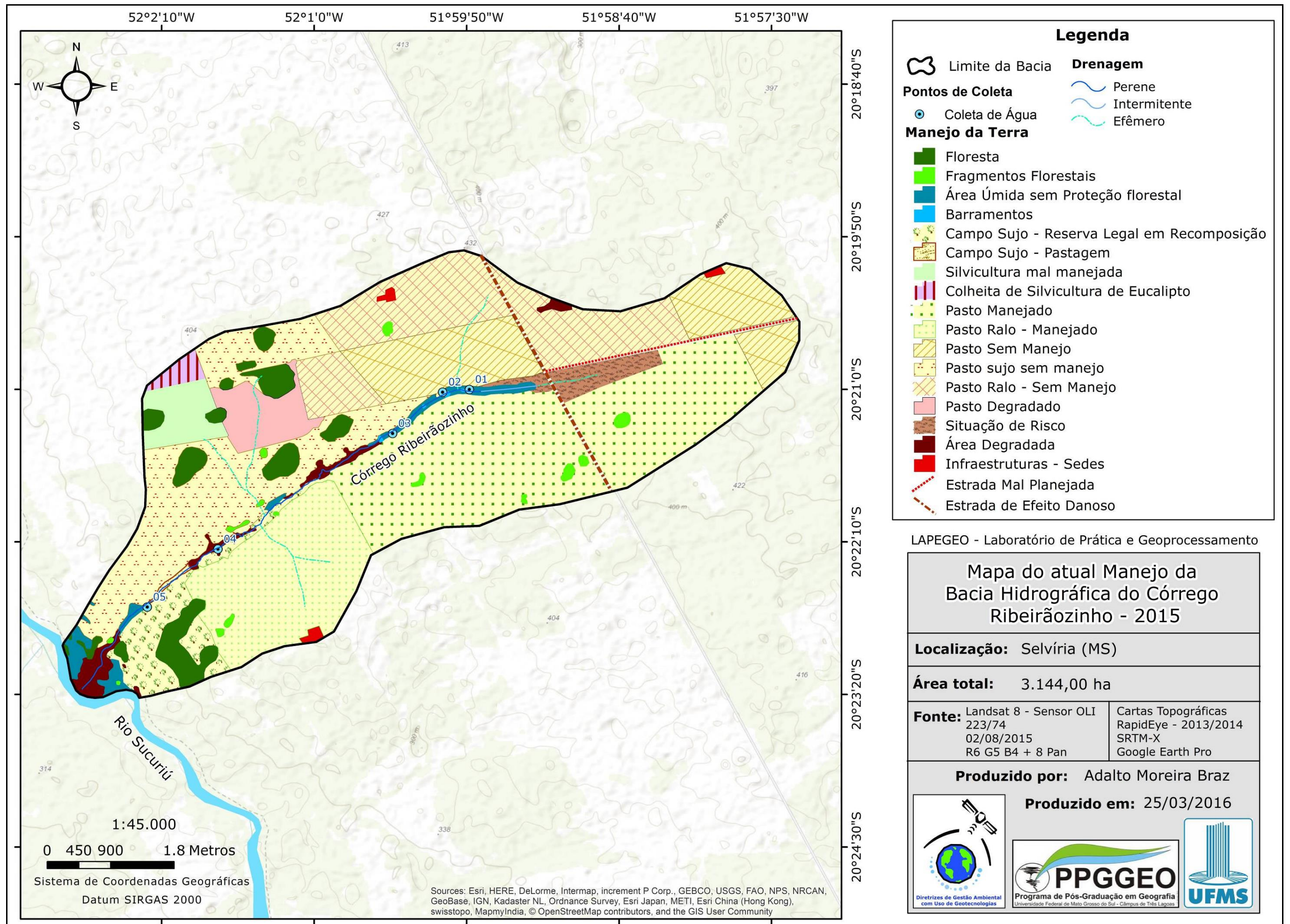


Figura 66: Mapa do atual manejo da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015

As classes de manejo de ambas bacias hidrográficas são representadas nos mapas por siglas e descritas no quadro 14 conforme seu tipo de uso e cobertura da terra.

Quadro 14: Tipos de manejo e práticas conservacionistas encontrados nas bacias hidrográficas do córrego Ribeirãozinho e Lajeado Amarelo.

Código	Tipo de manejo
ADR	Área Degradada
ANM	Agricultura não Manejada
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal
BRM	Barramentos
CSE	Colheita de Silvicultura de Eucalipto
CSP	Campo Sujo - Pastagem
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição
EED	Estrada de Efeito Danoso
EMP	Estrada Mal Planejada
FGFL	Fragmentos Florestais
FLT	Floresta
FOZ	Foz da Bacia Hidrográfica
IFT	Infraestruturas - Sedes
PD	Pasto Degradado
PMN	Pasto Manejado
PRMN	Pasto Ralo - Manejado
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo
PSM	Pasto Sem Manejo
PSSM	Pasto sujo sem manejo
SMM	Silvicultura mal manejada
SR	Situação de Risco

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Deste modo, a seguir, a partir das classes de manejo das bacias hidrográficas espacialmente representadas, foram produzidas as tabelas de manejo, na qual são descritas as classes (dadas em forma de siglas) de manejo delimitadas, a situação atual da classe mapeada, os impactos potenciais e alterações ambientais que estão causando ou que podem eventualmente vir a causar para as bacias hidrográficas, os tipos de solos, regiões de declividade na qual se encontram, e valor da Curva Número (CN) representando a potencial capacidade de escoamento superficial.

Como já afirmado, as pastagens são as classes de uso e cobertura da terra que aparecem em maior extensão em ambas bacias hidrográficas. Então, conseqüentemente, é a classe de pastagem a de maior relevância para a manejo. As pastagens aparecem em 8 variações de classes de manejo, incluindo algumas áreas classificadas como situação de risco (SR).

Desta maneira, nos quadros a seguir, são caracterizados e identificados os principais problemas de cada classe de manejo mapeadas para as bacias hidrográficas dos Córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

As classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, são descritas no quadro a seguir (quadro 15). E as classes de manejo delimitadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, são descritas no quadro a seguir (quadro 16):

Quadro 15: Classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Classe	Descrição	Situação Atual	Solo	Declividade	Escoamento	Impactos Potenciais	Área (ha)
ADR	Área Degradada	Áreas de solo exposto causadas pelo pisoteio do gado.	LEa22 e LRd4	Até 8°	86 a 91	Perca de produtividade/área produtiva, degradação e compactação dos solos, aumento do transporte de sedimentos e influência na qualidade das águas. O pisoteio cria caminhos que facilitam e aumentam a força do escoamento superficial nessas áreas.	8,53
ANM	Agricultura não manejada	Agricultura de Soja.	LEa3 e LEa22	Até 8°	88	Devido à proximidade com as APPs e consequentemente o curso d'água, oferece riscos de contaminação da água por agrotóxicos, erosões nos tralhões e carregadores, pela falta de manejo, compactação do solo devido à mecanização do plantio e colheita, retirada da água do córrego para irrigação, perda de solo e erosões quando não manejada.	367,31
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal	Varjões e áreas de drenagem temporária, desprovidos de vegetação ciliar em seu entorno.	LEa22 e LRd4	Até 5°	52 a 62	O acesso do gado à estas áreas ocorrem em maior parte pelas margens do lado esquerdo da bacia. Existe risco potencial de compactação e contaminação da água, além de algumas áreas degradadas estarem próximas destas áreas úmidas, que possivelmente irá acarretar em sedimentação destas áreas. Devido à falta de mata ciliar pode ocorrer diminuição da retenção e infiltração das águas. Risco de diminuição da quantidade das águas superficiais das drenagens. Por último, também pela mata ciliar, há falta de proteção pelo escoamento superficial, já que estas áreas se encontram nos talvegues (áreas mais baixas).	43,37
BRM	Barramentos	Barragens construídas ao longo dos canais perenes.	LEa22	Até 5°	Não se aplica	Alteração do nível de base do rio, em diferentes localizações (a cada barramento existe um nível de base); Impedimento da descarga produzida em determinadas seções do curso d'água; Alteração da ictiofauna; Pisoteio do gado em direção ao espelho d'água, influenciando no surgimento de erosões hídricas e na degradação ambiental das margens do curso d'água.	2,82
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição	Antigas áreas de pastagem, agora isoladas e cercadas, com finalidade de compor a Reserva Legal de uma das Propriedades Rurais. Atualmente encontra-se como um campo sujo (pasto alto com vegetações arbóreo-arbustivas), estando o ambiente em estado de regeneração natural.	LEa22 e LRd4	Até 5°	66 a 77	Atualmente está isolado por cercamento, em regeneração (natural) e sem atividades antrópicas. Portanto não foram identificados impactos.	56,85
FGFL	Fragmentos Florestais	Pequenas áreas de concentração de vegetação (cerrado - vegetação antrópica), sem continuidades ou formação de florestas mais extensas. Em geral, estas áreas aparecem com uma média de apenas 1,90 ha.	LEa3 e LEa22	Até 8°	86	Não exerce impactos negativos para a bacia hidrográfica.	17,16
FLT	Floresta	Áreas de vegetação (cerrado) em estágio avançado. Foram consideradas os maiores fragmentos e com relativa continuidade de floresta nesta classe. É importante ressaltar que são poucas estas áreas ao longo da bacia hidrográfica e que faltam extensões maiores e contínuas de vegetação nesta bacia.	LEa3, LEa22 e LRd4	Até 8°	60 a 73	Não exerce impactos negativos para a bacia hidrográfica	86,36
IFT	Infraestruturas - Sedes	Sedes, retiros, galpões, pista de pouso das propriedades rurais e conjunto de ranchos que se estendem pela bacia hidrográfica.	LEa3, LEa22 e LRd4	Até 8°	98	Inicialmente as infraestruturas das propriedades rurais não fornecem impactos diretos na proteção e/ou conservação da bacia hidrográfica. Já o conjunto de ranchos encontra-se muito próximos ou às margens do Rio Sucuriú, em áreas de proteção. Devido ser uma área de lazer com fluxo de pessoas, esta área deve ser cuidadosamente conservada.	33,30
PD	Pasto Degradado	Pastagem que apresentando áreas degradadas e de solo exposto, seja pela capacidade do uso ou pela ação de escoamento superficial. Mesmo nestas condições há um grande fluxo de animais. Também não há manejo e práticas conservacionistas.	LEa3 e LEa22	Até 5°	86	Desequilíbrio do sistema produtivo (pecuária), redução da área produtiva, aumento da força do escoamento superficial, risco potencial de ravinamento e aumento do transporte de sedimentos para as áreas mais baixas da bacia hidrográfica.	262,79

Quadro 15: Classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – continuação.

Classe	Descrição	Situação Atual	Solo	Declividade	Escoamento	Impactos Potenciais	Área (ha)
PMN	Pasto Manejado	Pastagem destinada à pecuária. Nesta classe são encontradas curvas de nível, divisão de pastos por piquetes e sistema de roteamento do gado. Além disso são aplicadas práticas mecânicas de conservação dos solos quando necessário e renovação anual dos pastos, quando degradados.	LEa22 e LRd4	Até 8°	35 a 70	A partir das práticas conservacionistas já aplicadas é possível se obter uma significativa redução aos danos ambientais.	68,93
PRMN	Pasto Ralo - Manejado	Pastagem destinada à pecuária. Nesta classe são encontradas curvas de nível, divisão de pastos por piquetes e sistema de roteamento do gado. Porém a qualidade da pastagem deve ser melhorada, eliminando as áreas ralas e diminuindo os riscos de degradação da pastagem.	LEa22	Até 5°	81	A partir das práticas conservacionistas já aplicadas é possível se obter algumas reduções aos danos ambientais. Entretanto os piquetes são muito extensos e falta o roteamento do gado, o que pode influenciar na compactação do solo e também contribui para a degradação da pastagem.	218,20
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo	Pastagem destinada à pecuária. Nesta classe não são encontradas nenhum tipo de prática conservacionista. Além disso, a qualidade da pastagem deve ser melhorada, eliminando as áreas ralas e os pastos suscetíveis à degradação.	LEa3 e LEa22	Até 8°	86	Início/possível desequilíbrio do sistema produtivo (pecuária), redução da área produtiva, aumento da força do escoamento superficial, risco potencial de degradação dos pastos, contribuição ao surgimento de erosões (laminar), aumento potencial de transporte de sedimentos para as áreas mais baixas da bacia hidrográfica. A falta de terraços não contribui para a infiltração das águas e a ausência de piquetes evita o roteamento do gado, podendo influenciar na compactação do solo.	271,44
PSM	Pasto Sem Manejo	Pastagem de uso intensivo. Não são aplicadas práticas conservacionistas, sem maiores preocupações com a produtividade ou o meio ambiente. Porém ainda não se encontra em estado de degradação.	LEa3, LEa22 e LRd4	Até 6°	79	Nesta classe ainda não se encontra degradações na pastagem, porém é necessária uma rápida intervenção com práticas conservacionistas, já que existe um uso intensivo sem que haja práticas de controle à degradação. Parte desta classe encontra-se em uma longa extensão nas margens esquerda do médio e baixo curso da bacia, enquanto outra parte está logo acima de uma área de pastagem degradada e outra de situação de risco, evidenciando ainda mais a importância da conservação desta classe.	839,87
SMM	Silvicultura mal manejada	Plantio de Eucalipto sem práticas conservacionistas	LEa3 e LEa22	Até 5°	85	Silvicultura próxima à nascente do curso principal da bacia. Não apresentam terraços entre as linhas de plantio. Alguns talhões estão plantados paralelos às curvas de nível (declive) do terreno. Esta era uma antiga área de contribuição de escoamento e infiltração para a área da nascente. Sendo introduzido eucaliptos e suprimindo esta área.	252,92
SR	Situação de Risco	Área de pastagem fortemente afetada pelo escoamento superficial, apresentando uma área significativa de pasto degradado e manchas de solo exposto. A área está na cabeceira da nascente do afluente do curso d'água principal.	LEa22	Até 5°	91	Devido à falta de práticas de conservação e contenção do problema, a área se tornou um grande contribuinte para o carreamento de sedimentos até a nascente. Vulnerabilidade das águas, aumento do transporte de sedimentos suspensos, aporte dos sedimentos em trechos de menor velocidade, aumento da turbidez das águas, arraste de produtos químicos (quando houver), assoreamento do rio, deslocamento de massas das margens do rio e assoreamento das barragens.	36,42
FOZ	Foz da bacia hidrográfica	Foz da bacia junto ao rio Sucuriú	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não exerce impactos negativos para a bacia hidrográfica	5,27

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Quadro 16: Classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Classe	Descrição	Situação Atual	Solo	Declividade	Escoamento (CN)	Impactos Potenciais	Área (ha)
ADR	Área Degradada	Áreas de solo exposto em estágio avançado de degradação do solo, em algumas áreas são encontradas grandes erosões nas margens do canal. Ganha destaque a grande área de deposição de sedimentos no exutório da bacia hidrográfica, causada pelas erosões a montante no canal.	LEa4, LEa22 e PLa3	Até 6°	91 a 94	Perca de produtividade/área produtiva, degradação dos solos e seus nutrientes, aumento do transporte de sedimentos e influência na qualidade das águas, no caso das erosões no canal, estas bloqueiam as proteções que poderiam ser exercidas pelas vegetações ciliares, assoreamento do canal, pendências com o órgão ambiental (IMASUL/IBAMA). No exutório da bacia há uma grande área de deposição dos sedimentos carregados, toda esta carga é despejada no rio Sucuriú, o que pode fazer com que este tenha seu canal assoreado rapidamente nesta seção.	54,55
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal	Varjões e drenagem temporária, desprovidos de vegetação ciliar em seu entorno.	LEa4, LEa22 e PLa3	Até 6°	62 a 69	Fácil acesso do gado nas áreas úmidas próximo às drenagens. Risco potencial de compactação do solo e contaminação da água. Facilidade de sedimentação e contaminação das águas. Aumento da força do escoamento superficial. Diminuição da retenção e infiltração das águas. Contribuição para a diminuição da quantidade das águas superficiais das drenagens.	57,84
BRM	Barramentos	Barragens construídas ao longo do canal principal.	LEa22	Até 3°	Não se aplica	Alteração do nível de base do rio, em diferentes localizações (a cada barramento existe um nível de base); Impedimento da descarga produzida em determinadas seções do curso d'água; Alteração da ictiofauna; Pisoteio do gado em direção ao espelho d'água, influenciando no surgimento de erosões hídricas e na degradação das margens do curso d'água.	1,82
CSE	Colheita de Silvicultura de Eucalipto	Área de Eucalipta sendo colhida. Mapeada como área de solo exposto.	LEa22	Até 3°	91	Área de eucalipto colhida na vertente da bacia. Atualmente está com solo exposto, aguardando todo o plantio da propriedade ser colhido. Não oferece riscos diretos à bacia Hidrográfica, porém parte desta área já colhida está próxima à planície de inundação do rio Sucuriú, podendo contribuir para o risco de assoreamento e aumento no transporte de sedimentos para esta bacia, principalmente em épocas de elevadas precipitações.	20,90
CSP	Campo Sujo - Pastagem	Pastagem alta em APP, com pouco gado circulando. Não possui manejo.	LEa22	Até 6°	74	Campo sujo em APP usado como pastagem. Apoiando-se na legislação, esta prática está irregular, não podendo esta área ser utilizada como pastagem. Mesmo contendo poucos animais, existem riscos potenciais nesta área, principalmente para a contaminação da água, compactação do solo e assoreamento do canal pelo pisoteio do gado.	3,89
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição	Antiga pastagem, agora isolada e cercada, com finalidade de compor a Reserva Legal de uma das Propriedades Rurais. Atualmente encontra-se como um campo sujo (pasto alto com vegetações arbóreo-arbustiva - pequeno e médio porte), estando o ambiente em estado de regeneração natural.	LEa22 e PLa3	Até 13°	77 a 83	Atualmente está isolado por cercamento, em regeneração (natural) e sem atividades antrópicas. Portanto não foram identificados impactos.	126,07
EED	Estrada de Efeito Danoso	Estrada de Acesso, consolidada na qual aterrou a antiga nascente.	LEa4	Até 2°	87	Aterro da antiga nascente e contensão do escoamento da área de contribuição para a nascente. Com o movimento dos veículos, há deposição de areia da estrada para a importante área úmida da nascente.	17,90
EMP	Estrada Mal Planejada	Estrada em declive exatamente na direção da nascente da bacia hidrográfica	LEa4	Até 2°	87	Grande contribuição para o aumento da força do escoamento superficial, direcionado para a nascente da bacia. Possível contribuição para o surgimento de feições erosivas e o aumento do carregamento de sedimentos até a nascente. Esta estrada também passar por por duas áreas classificadas como de situação de risco, o que aumenta ainda mais as chances de degradação na cabeceira da bacia hidrográfica.	17,28
FGFL	Fragmentos Florestais	Pequenas áreas de concentração de vegetação nativa (cerrado - arbórea-aberta), sem continuidades ou formação de florestas mais extensas. Em geral, estas áreas aparecem com uma média de apenas 1,55 ha.	LEa4, LEa22 e PLa3	Até 6°	86 a 91	Não exerce impactos negativos para a bacia hidrográfica.	21,71

Quadro 16: Classes de manejo mapeadas na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – continuação.

Classe	Descrição	Situação Atual	Solo	Declividade	Escoamento (CN)	Impactos Potenciais	Área (ha)
FLT	Floresta	Áreas de vegetação em estágio avançado. Foram consideradas os maiores fragmentos de floresta nesta classe. É importante ressaltar que são poucas estas áreas ao longo da bacia hidrográfica e que faltam extensões maiores e contínuas de vegetação nesta bacia.	LEa22 e PLa3	Até 13°	73 a 79	Não exerce impactos negativos para a bacia hidrográfica	144,46
IFT	Infraestruturas	Sedes, moradias, retiros e galpões das propriedades rurais que se estendem pela bacia hidrográfica.	LEa4 e LEa22	Até 2°	98	Inicialmente as infraestruturas não fornecem impactos diretos na proteção e/ou conservação da bacia hidrográfica.	10,46
PD	Pasto Degradado	Pastagem que apresenta diferentes estágios de degradação, principalmente solo exposto, seja pela capacidade uso ou pela ação de escoamento superficial. Mesmo nestas condições há um grande fluxo de animais. Também não há manejo e práticas conservacionistas.	LEa22	Até 9°	86	Desequilíbrio do sistema produtivo (pecuária), redução da área produtiva, aumento da força do escoamento superficial, ravinamento e aumento potencial do transporte de sedimentos para as áreas mais baixas da bacia hidrográfica.	92,27
PMN	Pasto Manejado	Pastagem destinada à pecuária. Nesta classe são encontradas curvas de nível, divisão de pastos por piquetes e sistema de roteamento do gado. Além disso são aplicadas práticas mecânicas de conservação dos solos quando necessário e renovação dos pastos, quando necessário.	LEa4 e LEa22	Até 4°	70	A partir das práticas conservacionistas já aplicadas é possível se obter uma significativa redução aos danos ambientais.	303,07
PRMN	Pasto Ralo - Manejado	Pastagem destinada à pecuária. Nesta classe são encontradas curvas de nível e divisão de pastos por piquetes. Porém a qualidade da pastagem deve ser melhorada, eliminando as áreas ralas e diminuindo os riscos de degradação da pastagem.	LEa22	Até 5°	81	A partir das práticas conservacionistas já aplicadas é possível se obter algumas reduções aos danos nas pastagens e ambientais. Entretanto os piquetes são muito extensos e falta o roteamento do gado, o pode influenciar na compactação do solo e também contribui para a degradação da pastagem.	502,29
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo	Pastagem destinada à pecuária. Nesta classe não são encontradas nenhum tipo de prática conservacionista. Além disso, a qualidade da pastagem deve ser melhorada, eliminando as áreas ralas e os pastos suscetíveis à degradação.	LEa4 e LEa22	Até 4°	86	Início/possível desequilíbrio do sistema produtivo (pecuária), redução da área produtiva, aumento da força do escoamento superficial, degradação dos pastos, surgimento de erosões (laminar), de aumento do potencial de transporte de sedimentos para as áreas mais baixas da bacia hidrográfica. A falta de terraços não contribui para a infiltração das águas e os piquetes extensos e consequente falta de roteamento do gado pode influenciar na compactação do solo.	431,61
PSM	Pasto Sem Manejo	Pastagem de uso intensivo. Não são aplicadas práticas conservacionistas, preocupação com a produtividade ou ambiental. Porém ainda não se encontra em estado de degradação.	LEa4 e LEa22	Até 4°	79	Nesta classe ainda não se encontra degradações na pastagem, porém é necessária uma rápida intervenção com práticas conservacionistas, já que existe um uso intensivo sem que haja práticas de controle à degradação. Parte desta classe encontra-se na vertente e cabeceira da bacia hidrográfica, enquanto outra parte está próxima à nascente e dá acesso ao gado para alguns locais do canal e um dos barramentos, sendo encontrado marcas de pisoteio do gado nas margens do canal. Algumas áreas possuem maior declividade, tornando-se um problema em relação ao escoamento superficial e qualidade das águas aliados à compactação do solo.	350,86
PSSM	Pasto sujo sem manejo	Pastagem alta e com presença de vegetação arbóreo-arbustiva, com pouco gado circulando e sem práticas de conservação.	LEa22 e PLa3	Até 9°	79 a 84	Pastagem extensa e com um número de animais reduzidos em relação ao espaço disponível para a pastagem. Não possui manejo adequado, porém a qualidade da pastagem não está sendo afetada. Há feições erosivas provocadas pelo pisoteio do gado, compactando o solo e agravando o escoamento superficial, o que provocou o surgimento ravinhas. Estas coincidem com o "caminho" do gado feito para as antigas barragens (usadas como bebedouro).	484,79
SMM	Silvicultura mal manejada	Plantio de Eucalipto sem práticas conservacionistas	LEa22	Até 9°	85	Atualmente os eucaliptos estão sendo colhidos e esta área sendo reduzida. Não atribui impactos potenciais diretamente à bacia hidrográfica.	72,80
SR	Situação de Risco	Áreas de erosão/solo exposto que aparecem em grandes proporções formando sulcos nas proximidades da margem do canal, ao longo da rede de drenagem. Exceto apenas uma área de silvicultura em processo de colheita. A maior parte desta classe encontra-se no exutório da bacia, onde é formado um enorme depósito de sedimentos carregados para as cotas mais baixas da bacia hidrográfica.	LEa4 e LEa22	Até 4°	91	Vulnerabilidade das águas, aumento do transporte de sedimentos suspensos, aporte dos sedimentos em trechos de menor velocidade, aumento da turbidez das águas, arraste de produtos químicos (quando houver), assoreamento do rio, deslocamento de massas das margens do rio.	58,79

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Algumas classes de manejo envolvendo as pastagens como PMN e PRM possuem práticas de manejo na qual contribuem diretamente para a conservação da bacia hidrográfica. Entretanto, todas as outras classes de manejo que envolvem o uso da pastagem não possuem práticas aplicadas sobre elas.

No geral, poucos são as classes de uso nas bacias hidrográficas que possuem práticas de manejo e conservação. Silvicultura, pastagens, barramentos, áreas de solo exposto/erosão (áreas degradadas e de situação de risco), estradas, campos sujos utilizados como pastagens e até mesmo áreas úmidas, sequer possuem práticas mínimas para a conservação destes tipos de usos.

Por conseguinte, afirmamos que é minoria as classes de manejo e consequentemente áreas das bacias hidrográficas na qual se envolvem por práticas para a conservação, seja do uso/exploração, seja de uma área ambiental, e alertamos mais uma vez da importância de propostas e ações para a conservação de cada uma destas classes.

4.4. Implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas

A qualidade das águas está intrinsicamente relacionada às atividades humanas e a processos naturais, que alteram as características físicas, químicas e biológicas da água. Os principais fatores naturais e humanos que exercem influência na qualidade das águas são as mudanças em teores de nutrientes, sedimentos, temperatura, pH, metais pesados, toxinas não metálicas, componentes orgânicos persistentes, agrotóxicos, fatores biológicos, entre outros (ANA, 2013).

No entanto atividades humanas podem desequilibrar e acelerar a mudança destes parâmetros, causando um desequilíbrio e a degradação da qualidade das águas de bacias hidrográficas. Segundo a ANA,

A qualidade da água é elemento central de todos os papéis que este recurso desempenha em nossas vidas. Da beleza de um curso de água natural repleto de vida animal e vegetal, às atividades econômicas vitais que a água limpa dos rios e dos córregos proporcionam até o papel fundamental para a saúde que a água potável segura desempenha – a água de boa qualidade é de importância fundamental para toda a cadeia vital e para a subsistência humana (ANA, 2013, p. 21).

A qualidade, o enquadramento e os sedimentos suspensos das águas nesta pesquisa estão vinculados diretamente com os aspectos de uso, cobertura e manejo da terra, e corroborando com Grechia, Pinto e Oliveira (2010) entendemos que o uso, cobertura e o manejo da terra em uma bacia hidrográfica, influenciam na dinâmica do escoamento superficial, propiciando graus diferenciados de resistência às ações dos agentes externos e

processos que modelam a sua morfologia, e consecutivamente os transportes de materiais que interferem na qualidade das águas dos canais da bacia.

É tarefa muito difícil trabalhar separadamente os aspectos relativos à gestão de bacias hidrográficas e ao gerenciamento de recursos hídricos, uma vez que historicamente eles têm sido tratados conjunta e concomitantemente, tendo sido a bacia hidrográfica adotada como unidade territorial preferencial para os estudos, planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos – o que é perfeitamente compreensível, uma vez que a água é um elemento da bacia hidrográfica e ao mesmo tempo um produto dela, espelhando suas características e as interações que nela ocorrem, inclusive “as interações entre os vários usos da água com os demais recursos naturais” (MACHADO e TORRES, 2012, p.163).

O objetivo deste item é relacionar as variáveis da qualidade das águas com as características do meio físico nas bacias hidrográficas, especificamente as características do uso, cobertura e manejo da terra, integrando os resultados obtidos pelos mapeamentos e os resultados da qualidade da água, mantendo uma relação entre os levantamentos bibliográficos que sugerem esta inter-relação, de maneira a criar uma forma de interação entre estes processos.

É conveniente afirmar que as bacias hidrográficas possuem, em maior parte de sua extensão, ocupações por pastagens (pecuária), esta que é uma das principais atividades que impactam a qualidade das águas no meio rural. No quadro 17, a ANA (2013) esclarece as os tipos de impactos na qualidade da água exercidos por práticas comuns das atividades agrícolas.

Quadro 17: Impactos das atividades agrícolas sobre a qualidade da água.

Atividades Agrícolas - Impactos		
Atividade	Águas Superficiais	Águas Subterrâneas
Aração/gradeação	Sedimentos/turbidez: sedimentos carregam fósforo e agrotóxicos absorvidos em partículas de sedimento; assoreamento de leitos de rios e perda de habitat, áreas de desova etc.	Compactação do solo pode reduzir infiltração para o sistema de águas subterrâneas.
Adubação	Escoamento superficial de nutrientes, especialmente fósforo, levando à eutrofização e provocando alterações de sabor e odor na água de abastecimento público; proliferação de algas, levando à desoxigenação da água e à mortalidade de peixes.	Lixiviação de nitrato para as águas subterrâneas; níveis excessivos representam ameaça à saúde humana.
Espalhamento de estrume	Realizado como atividade de adubação; espalhamento em terreno gelado resulta em altos níveis de contaminação das águas por agentes patogênicos, metais, fósforo e nitrogênio, que levam à eutrofização e à contaminação potencial. Ademais, a aplicação de estrume pode disseminar antibióticos e outros produtos farmacêuticos administrados a animais.	Contaminação de águas subterrâneas, especialmente por nitrogênio.

Quadro 17: Impactos das atividades agrícolas sobre a qualidade da água – continuação.

Atividades Agrícolas - Impactos		
Atividade	Águas Superficiais	Águas Subterrâneas
Agrotóxicos	Escoamento superficial de agrotóxicos, provocando contaminação da água superficial e da biota; disfunção do sistema ecológico nas águas superficiais pela perda dos principais predadores devido à inibição de crescimento e ao fracasso reprodutivo; impactos sobre a saúde humana pela ingestão de peixes contaminados. Agrotóxicos são propagados em forma de pó pelos ventos por longas distâncias e contaminam sistemas aquáticos a milhares de quilômetros de distância (ex.: agrotóxicos tropicais/subtropicais encontrados em mamíferos do Ártico).	Alguns agrotóxicos podem se infiltrar nas águas subterrâneas, provocando problemas à saúde humana, a partir de poços contaminados.
Confinamento de animais/currais	Contaminação da água superficial por muitos agentes patogênicos (bactéria, vírus etc.), levando a problemas crônicos de saúde. Também contaminação por metais, antibióticos e outros compostos farmacêuticos contidos na urina e nas fezes.	Lixiviação potencial de nitrogênio, metais etc. às águas subterrâneas.
Irrigação	Escoamento superficial de sais, provocando a salinização das águas superficiais; escoamento superficial de fertilizantes e agrotóxicos às águas superficiais, provocando danos ecológicos, bioacumulação de espécies de peixes comestíveis etc. Altos níveis de elementos traço como selênio podem ocorrer, provocando graves danos ecológicos e potenciais impactos sobre a saúde humana.	Enriquecimento das águas subterrâneas com sais e nutrientes (especialmente nitrato).
Corte raso de florestas	Erosão do terreno, levando a altos níveis de turbidez dos rios, assoreamento do habitat bentônico etc. Deturpação e alteração do regime hidrológico, muitas vezes com perda de riachos perenes, provocando problemas de saúde devido a perdas de água potável.	Mudança do regime hidrológico – muitas vezes acompanhada por aumento do escoamento superficial e diminuição das recargas de águas subterrâneas – afeta a água superficial, por diminuir os fluxos em períodos de estiagem e a concentração de nutrientes e contaminantes na água superficial.
Silvicultura	Ampla gama de efeitos: escoamento superficial de agrotóxicos e contaminação de água superficial e peixes; problemas de erosão e sedimentação.	Compactação do solo limita infiltração.

Fonte: Adaptado de ANA (2013)**Organização e edição:** Adalto Moreira Braz (2016)

Neste sentido, promover uma gestão eficiente e eficaz das águas a partir das bacias hidrográficas é um grande desafio, sendo necessário que haja uma harmonização de critérios para a aplicação dos instrumentos de gestão das águas de forma isonômica na bacia como um todo (ANA, 2011a).

De tal modo, para avaliar a qualidade das águas superficiais e posteriormente relacioná-las às implicações geradas por atividades antrópicas a partir da exploração no uso e cobertura da terra e práticas de manejo, houve a mensuração de alguns parâmetros indicativos da qualidade das águas e sedimentos em suspensão em pontos estrategicamente escolhidos em ambas bacias hidrográficas estudadas, a modelagem do escoamento superficial (método

Curva-Número – CN) e a análises dos transectos gerados em seções transversais aos pontos de coleta.

Inicialmente, as características físicas de uma bacia hidrográfica, como relevo, tipos de solos, além dos usos da terra determinados por ações antropogênicas, também contribuem no processo lixiviação de sedimentos para as águas superficiais, principalmente nos casos em que são densamente ocupadas por animais, podendo interferir diretamente nos parâmetros utilizados para análise da qualidade das águas superficiais (GONÇALVES, 2011). Num segundo momento, como sugere a ANA (2013), o desmatamento, principalmente nas APPs, interfere no ciclo hidrológico, uma vez que sem cobertura vegetal há redução da infiltração da água no solo e aumento do escoamento superficial, o que afeta a dinâmica fluvial. Outro aspecto importante nesse contexto da falta de vegetação em bacias hidrográficas é a situação onde há redução do abastecimento dos lençóis freáticos, a perda do solo decorrente do desmatamento, que irá aumentar a probabilidade de ocorrência de eventos extremos, tais como inundações, queda de barreiras e provoca o assoreamento dos rios devido ao carreamento de sedimentos.

Os índices de CN, qualidade e enquadramento das águas e sedimentos em suspensão, serão discutidos por cada ponto de coleta, auxiliados por transectos da paisagem, que contribuirão numa relação integrada das implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade águas das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho.

Desta maneira, a seguir são apresentados os mapas contendo os índices da curva-número representando potencialmente os maiores ou menores escoamentos superficiais ao longo das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho, respectivamente (figura 67; figura 68):

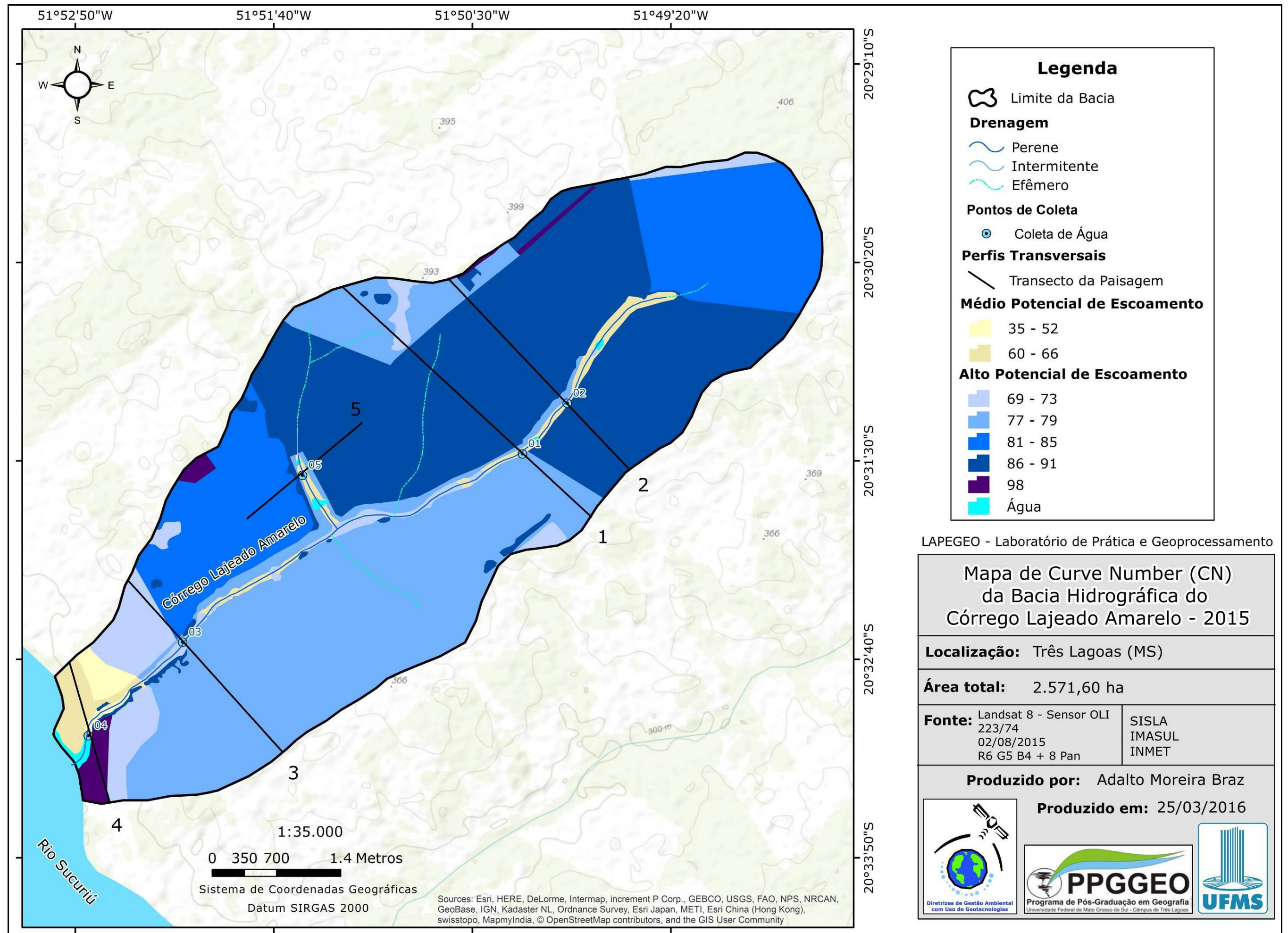


Figura 67: Mapa de curve number da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2015.

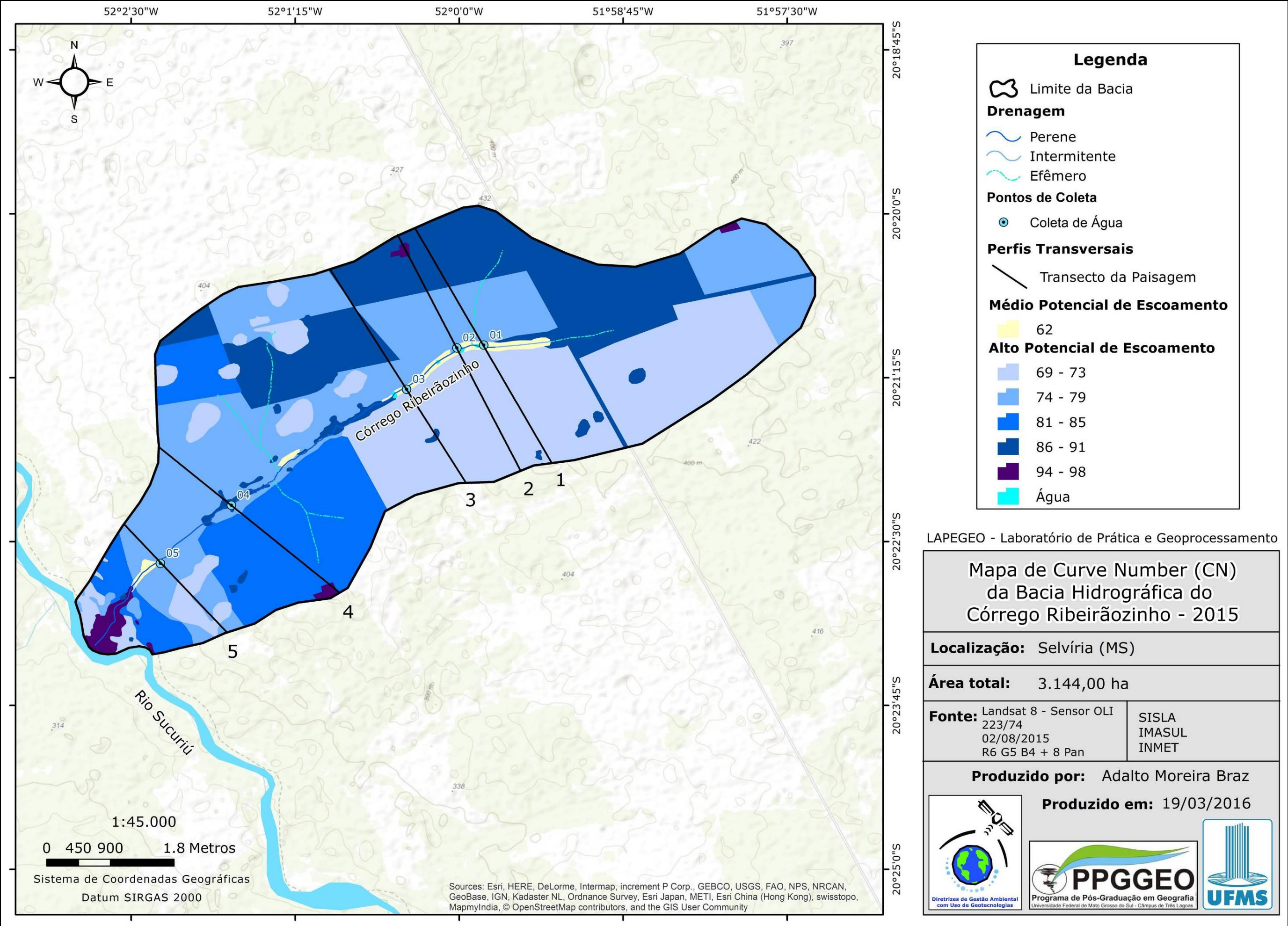


Figura 68: Mapa de curve number da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2015.

Os valores de curva-número (CN) estão relacionados ao tipo de solo e principalmente à maneira como a ocupação é dada sobre cada tipo de solo. Apesar de possuírem cenários heterogêneos quanto a espacialização dos índices de escoamento superficial, as bacias hidrográficas apresentaram alto potencial de escoamento, justificado pelo uso e cobertura da terra, em grandes áreas de pastagens que em maior extensão não possuem práticas conservacionistas. É importante ressaltar sobre os valores da CN mais elevados no entorno das nascentes das bacias hidrográficas, representando áreas com alto potencial de escoamento superficial. Além disso, os solos, em geral, de texturas médias contribuem para elevar os índices de escoamento, principalmente nas áreas de pastagens não manejadas.

Desse modo, as informações da CN auxiliam no entendimento, principalmente, da dinâmica hidrossedimentológica analisada ao longo dos 5 pontos de coleta em cada bacia hidrográfica, que se relaciona com as implicações de uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas das bacias hidrográficas. A ANA (2013) novamente expõe considerações importantes acerca do escoamento superficial em bacias hidrográficas, onde o controle do escoamento da água superficial deve considerar a localização, os diferentes tipos de cobertura da terra e a topografia das bacias hidrográficas.

Em geral, os sedimentos transportados em suspensão resultaram em valores relativamente baixos, excetuando o ponto 5 do córrego Lajeado Amarelo, a média geral das duas bacias hidrográficas foi de 5,88 g/m³. Conforme explicam Silva, Schulz e Camargo (2007) a carga em suspensão é considerada pequena, no caso do Brasil, quando inferior a 100 mg/L⁻¹. Porém, é importante lembrar que a mensuração foi realizada ao final do inverno, caracterizado como um período seco na região das bacias hidrográficas, o que reduz o fluxo das águas e interferem no transporte de sedimentos em suspensão, já que o carreamento de sedimentos está relacionado ao clima como afirmado por Silva Schulz e Camargo (2007), nas épocas chuvosas há um abastecimento acentuado do escoamento superficial, que contribui de maneira significativa para o transporte de sedimentos para as áreas mais baixas das bacias hidrográficas, provocando o aumento do transporte de sedimentos em suspensão. Mesmo assim, dois dos pontos mensurados na bacia do Lajeado Amarelo se mostraram distantes do cenário das bacias hidrográficas, com valores acima do esperado.

Então, a seguir, serão apresentados os resultados das análises dos sedimentos em suspensão analisados na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo (tabela 4).

Tabela 4: Sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo (2015)

Sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo - Resultados (2015)		
Pts./Parâmetros	g/100ml	g/m³
1	0.0011	11
2	0.0005	5
3	0.0003	3
4	0.0003	3
5	0.1334	1.334

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Os valores foram considerados em g/m³, e o ponto de destaque é o 5, onde foram mensurados 1.334 g/m³ de sedimentos em suspensão nas águas superficiais, maior índice entre os pontos de coleta (em ambas bacias hidrográficas), este alto índice será discutido mais adiante.

Quanto aos índices de sedimentos em suspensão, a bacia do Ribeirãozinho apresentou certa constante entre os pontos de coleta, sendo que todos os pontos foram mensurados com valores abaixo de 10 g/m³ (tabela 5).

Tabela 5: Sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (2015)

Sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho - Resultados (2015)		
Pts./Parâmetros	g/100ml	g/m³
1	0.0007	7
2	0.0005	5
3	0.0009	9
4	0.0004	4
5	0.0006	6

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Os resultados quanto à qualidade e enquadramento das águas superficiais são apresentados de forma tabular. A coleta ocorreu no período seco, no mês de agosto/2015. Nos dias das coletas não ocorreram precipitações, também não foram verificadas precipitação alguns dias antes. Portanto, a coleta da água reflete as condições do período seco escolhido para a análise. A qualidade das águas superficiais apresentou os seguintes resultados para os parâmetros mensurados nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho (tabela 6 e tabela 7, respectivamente).

Dos parâmetros mensurados, o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro levado em consideração para o enquadramento das águas superficiais e para a avaliar suas condições

naturais, sendo também o principal indicativo para possíveis alterações ambientais nas águas e no entorno dos cursos d'água (PINTO et al., 2010; SOUZA, 2015).

Tabela 6: Parâmetros de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo (2015)

Parâmetros de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo (2015)					
Pontos Amostrados/ Parâmetros	1	2	3	4	5
Horário	10:49	11:35	12:59	13:59	14:27
Temperatura Ar (°C)	29.2	29.2	30.0	30.5	30.7
pH	6.98	6.51	6.55	5.47	6.32
OD (mg/L)	10.21	6.79	9.87	12.62	10.42
CE (µS)	89	33	63	82	40
Turbidez (NTU)	23.9	41.7	23.7	17.8	272
Temperatura H₂O (°C)	25.12	24.89	26.71	25.99	30.19
ORP (mV)	121	160	102	150	21
STD (mg/L)	300	300	500	500	800
Salinidade (%)	0	0	0	0	0
Enquadramento	I	II	I	II	IV

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

A bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, em geral apresenta um cenário regular quanto à qualidade das águas superficiais dos pontos amostrados. Será discutido a seguir os resultados de maior relevância para a análise (pH, O.D – mg/L, C.E, Turbidez, O.R.P, S.T.D) e as classes de enquadramento segundo a legislação do CONAMA (2005), mensurados em cada ponto amostral.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

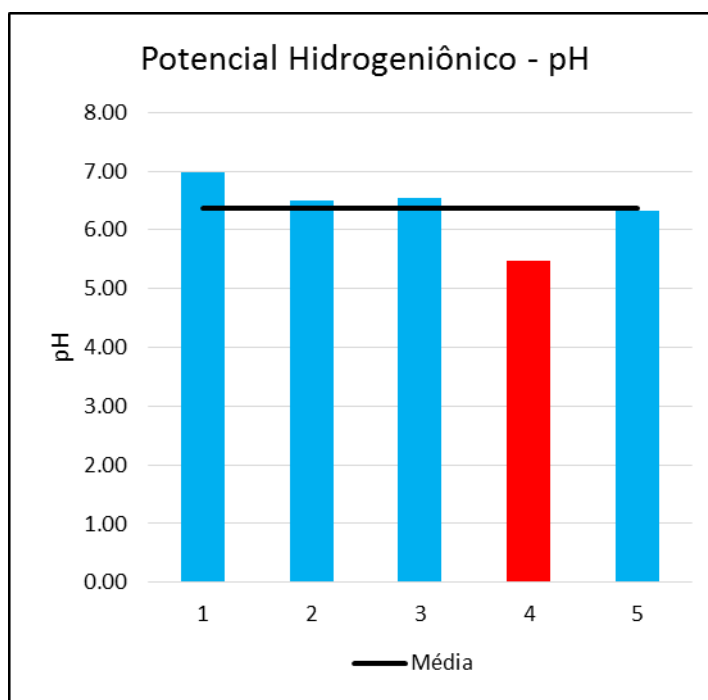
O pH raramente é alterado em águas superficiais de ambientes aquáticos e está ligado diretamente às temperaturas das águas. Nos pontos monitorados houve uma estabilização dos valores em 6, variando de 6,32 a 6,98, exceto o ponto 4, apresentando potencial hidrogeniônico de 5,47 (gráfico 4). No ponto 4 a temperatura no momento da coleta é uma das mais altas dentre os pontos, sendo de 30,5 °C. Os pontos 1, 2, 3 e 5 apresentam índices de águas pouco ácida e se enquadram nos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005. Apenas o ponto 04 aponta para um índice de águas mais ácidas e fica fora do índice estabelecido pela resolução, que estabelece que os valores de pH das águas doces superficiais deve estar entre 6 e 9 (figura 69). O principal problema acerca dos valores de pH enquadrados

fora dos limites estabelecidos pelo CONAMA, ou seja, distantes da neutralidade, implicam diretamente no comprometimento da harmonia da vida aquática em uma bacia hidrográfica.



Figura 69: Ponto 4 de análise das águas. Baixo curso, na foz da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Gráfico 4: Variação dos índices de pH nos pontos de coleta de água da Bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Oxigênio Dissolvido (O.D.)

O nível de O.D. em águas naturais é com frequência uma indicação direta de qualidade, uma vez que as plantas aquáticas produzem oxigênio, enquanto microrganismos geralmente o consomem. O O.D. é essencial para a subsistência da fauna e de outras vidas aquáticas e auxilia na decomposição natural da matéria orgânica, sendo o principal parâmetro levado em consideração no enquadramento das águas (GONÇALVES, 2011).

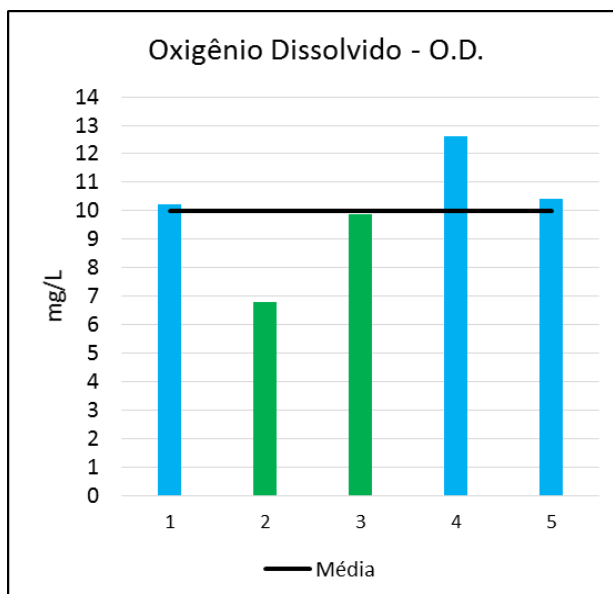
Os resultados obtidos a partir do oxigênio dissolvido (principal indicador de qualidade das águas e do seu enquadramento), mostram que todos os pontos apresentaram valores satisfatórios, sendo os pontos 1, 4 e 5 apresentando valores de classe Especial e os pontos 2 e 3, da classe I. O ponto 4 desta vez, merece destaque já que apresenta o maior valor para O.D. com 12,62 mg/L, beneficiado pela densa mata ciliar na margem direita do canal e proteção por área úmida e mata ciliar na margem esquerda do canal, sendo as margens e as águas deste ponto mantidas em preservação (gráfico 5).

O ponto com o menor valor de O.D apresentado foi o ponto 2. Apesar de se enquadrar na classe I, justifica-se o baixo índice de O.D. devido ao livre acesso do gado a este ponto, apresentando pisoteio nas margens, ausência de mata ciliar, fezes do gado nas margens e, por vezes, no curso d'água, justificando um maior consumo de oxigênio pelas águas (figura 70).



Figura 70: Ponto2 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo. Áreas úmidas e livre acesso do gado para dessedentação.

Gráfico 5: Variação dos índices de Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Condutividade Elétrica (C.E.)

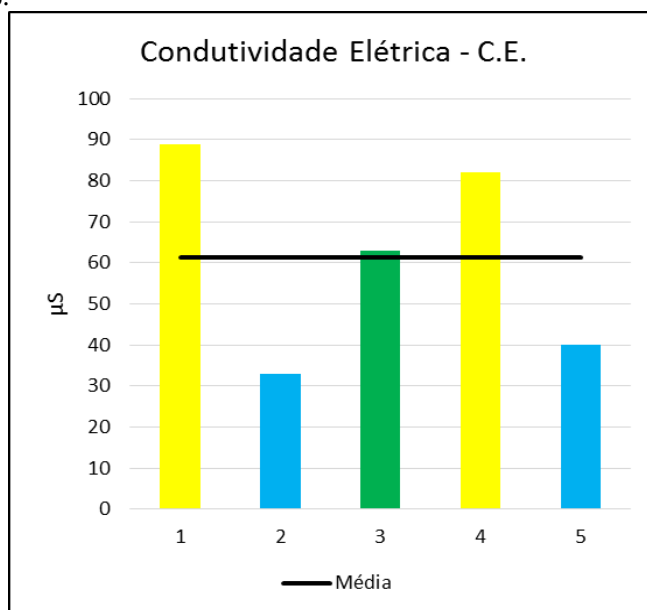
“Os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são: o cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos” (GONÇALVES, 2011, p. 110). A condutividade elétrica determina a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, a partir dos diversos íons dissolvidos na água, sabe-se que quanto mais pura for a água menor será sua condutividade elétrica. Na bacia do Lajeado Amarelo, os pontos 2, 3 e 5 apresentam os menores índices de condutividade elétrica, apresentando-se nas classes Especial e I. Já os pontos 1 e 4 apresentam 89 μS e 82 μS respectivamente de condutividade elétrica, enquadrando-se na classe II da Resolução CONAMA 357/2005 (gráfico 6). Justificam-se os baixos resultados de C.E para o ponto 1, devido a influência direta da estrada neste ponto de coleta (figura 71). A estrada de acesso (principal nesta região) possibilita uma relevante movimentação de veículos nas proximidades do ponto de coleta, o carreamento de partículas de solo e o descarte de resíduos em algumas situações. Estas partículas de solo que são carreadas para o córrego, comumente possuem vários minerais que contribuem para o aumento da condutividade elétrica no curso d'água (GONÇALVES, 2011).

Já o ponto 4, na foz da bacia hidrográfica, se encontra nas proximidades do conjunto de ranchos às margens do Rio Sucuriú, sendo esse baixo valor de C.E. mensurado, um indicativo para possíveis descartes de resíduos no rio por parte dos moradores/visitantes dos ranchos.



Figura 71: Ponto1 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo, influência da movimentação da estrada nos valores de condutividade elétrica e livre acesso do gado na qualidade das águas superficiais.

Gráfico 6: Variação dos índices de Condutividade Elétrica nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Turbidez

Conforme explica Gonçalves (2011), a origem de materiais que interferem nos índices de turbidez da água são partículas de solo, provenientes das vertentes, que são ocupadas de forma irregular, sem técnicas conservacionistas ocasionando a exposição do solo ou sua falta de proteção, e consequentemente provocam na bacia hidrográfica processos de erosão e assoreamento. Outro fator responsável pelo aumento dos valores de turbidez da água em bacias hidrográficas são os sólidos em suspensão e os sólidos totais dissolvidos.

Os piores índices de turbidez são mensurados nos pontos 2 e 5 (gráfico 7). No ponto 2, representado por 41,7 NTU e enquadrado na classe II, um indicador quanto a este valor é o fato de neste ponto o córrego estar desprovido de mata ciliar e a encosta das margens direita ser ocupada por agricultura de soja, classe vulnerável ao escoamento superficial e ao transporte de sedimentos para as áreas mais baixas da bacia hidrográfica.

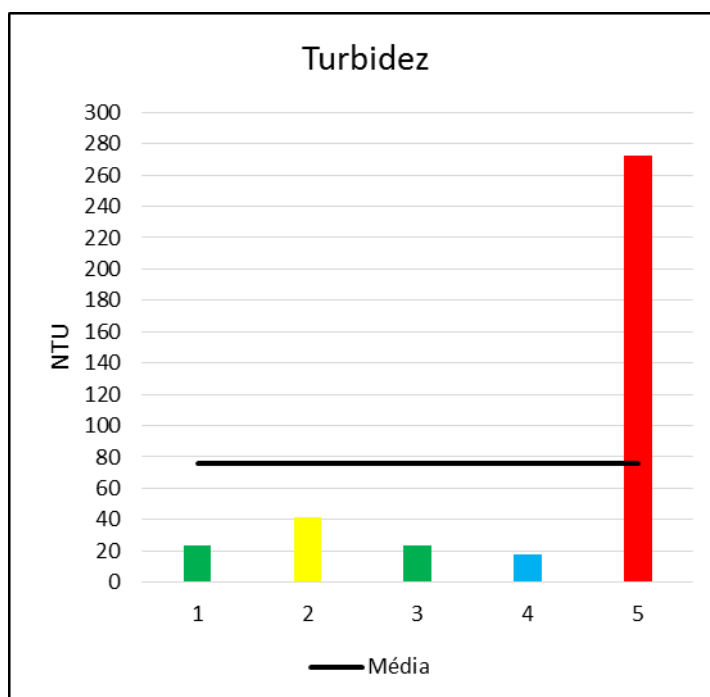
Já o ponto 5 apresenta um índice de turbidez extremamente alto e diferenciado quanto ao restante dos valores mensurados, caracterizado por exorbitantes 272 NTU, justificando seu enquadramento na classe IV. O ponto 5 é um afluente do canal principal da bacia do Lajeado Amarelo afetado fortemente pelo escoamento superficial e por uma área de pastagem muito degradada (classificada como Situação de Risco pelo mapeamento de manejo) a montante do ponto de coleta, o que contribui para o transporte de sedimentos até este ponto (figura 72). Além disso não são encontradas mata ciliar, e nas margens esquerda do canal é encontrada uma grande área de pastagem degradada. Não são aplicadas técnicas conservacionistas no

preparo e manejo da terra e dos animais, provocando forte transporte de sedimentos que são aportados no canal, promovendo o transporte do material mais fino, em suspensão, o que afetou diretamente nos índices de S.T.D. e sólidos suspensos.



Figura 72: Ponto5 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo. Afluente perene do canal principal em processo de degradação. Alto índice de turbidez das águas.

Gráfico 7: Variação dos índices de Turbidez nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



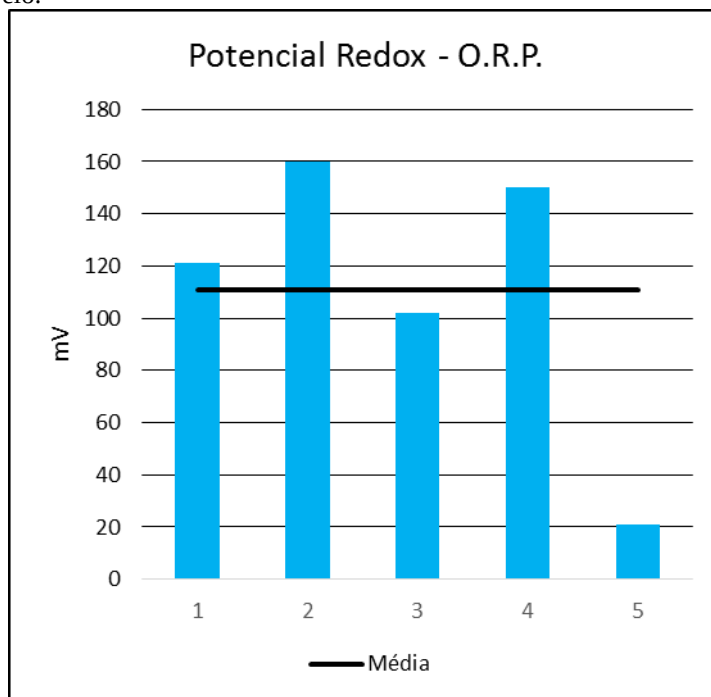
Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Potencial Redox (O.R.P.)

Os índices de O.R.P na água mantém uma estreita relação com a sua potabilidade. Deste modo, os resultados para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo apresentaram-se satisfatórios, sendo que todos os pontos mensurados apresentaram índices satisfatórios para o

O.R.P., sendo enquadrados na classe Especial da Resolução CONAMA 357/2005 (gráfico 8). É de relevante destaque que o O.R.P. foi o único parâmetro em que todos os pontos de amostra se enquadraram na classe Especial.

Gráfico 8: Variação dos índices do Potencial Redox nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Sólidos Totais Dissolvidos (S.T.D.)

Os valores obtidos para os S.T.D. chamam atenção para os pontos 3, 4 e 5. O ponto 1, apesar de sua proximidade com a estrada, apresentou valor baixo, enquadrado na classe I. Já os pontos 3 e 4 apresentam valores iguais, de 500 mg/L (gráfico 9). O ponto 3 apesar de estar inserido numa área ambientalmente protegida por matas ciliares, áreas de Reserva à Recompôr margeando as APPs ainda assim apresentou valores relativamente altos para S.T.D., possivelmente devido às áreas de solo exposto mapeadas a montante deste ponto. O ponto 4 na foz da bacia hidrográfica apresenta visivelmente nas imagens de satélite (figura 73), uma área de assoreamento, ou seja, aporte de sedimentos, tanto de fundo como em suspensão, justificando assim o valor de 500 mg/L de S.T.D., e seu enquadramento também na classe IV.

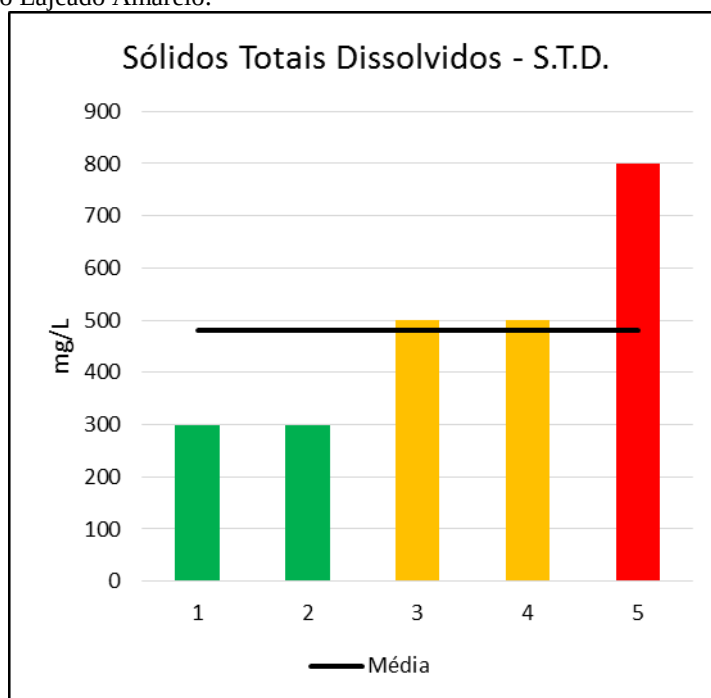
Como de esperar, o ponto 5 mais uma vez tem destaque entre os piores índices mensurados quanto a qualidade das águas superficiais, apresentando o valor altíssimo de 800 mg/L de S.T.D. Este é justamente o ponto de amostra que também apresentou o maior índice de turbidez da água, como já dito anteriormente, influenciado pelas pastagens degradadas,

sem manejo e pela área mapeada como situação de risco no mapeamento de manejo desta bacia hidrográfica.



Figura 73: Ponto 4 de análise das águas na bacia do Lajeado Amarelo, assoreamento na foz da bacia e alto valor de S.T.D. nas águas superficiais.

Gráfico 9: Variação dos índices de Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, apesar de ser uma bacia hidrográfica com cenários ambientais relativamente mais delicados que a bacia do Lajeado Amarelo, apresentou resultados mais satisfatórios quanto a qualidade de suas águas superficiais. Novamente, discutiremos a seguir os resultados dos parâmetros de maior relevância para a

análise (pH, O.D – mg/L, C.E, Turbidez, O.R.P, S.T.D) e da classe de enquadramento segundo a legislação do CONAMA (2005), mensurados em cada ponto amostral.

Tabela 7: Parâmetros de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (2015)

Parâmetros de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (2015)					
Pontos Amostrados/ Parâmetros	1	2	3	4	5
Horário	10:13	10:43	11:02	13:05	13:39
Temperatura Ar (°C)	27.2	27.2	28.7	31.7	31.7
pH	7.9	6.33	9.75	6.61	6.4
OD (mg/L)	6.7	7.12	8.32	8.51	7.77
CE (µS)	106	17	11	120	40
Turbidez (NTU)	29.9	108	61	5.9	21.9
Temperatura H₂O (°C)	25.98	25.23	25.97	28.86	28.99
ORP (mV)	139	200	119	186	178
STD (mg/L)	300	200	400	300	200
Salinidade (%)	0	0	0	0	0
Enquadramento	I	I	II	I	E

Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

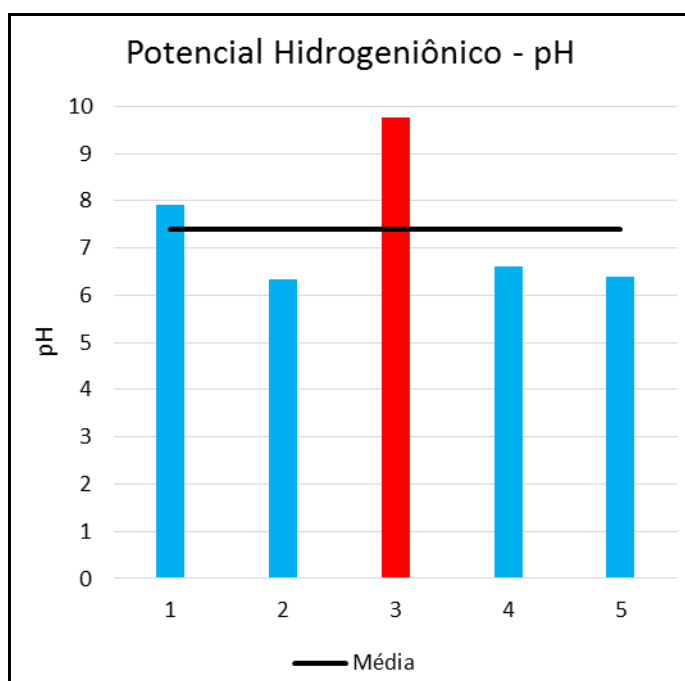
Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH das águas superficiais da bacia do Ribeirãozinho se manteve estável nos pontos 1, 2, 4 e 5, variando de 6,33 a 7,9, índices aceitáveis dentro do enquadramento das águas determinado pela Resolução CONAMA 357/2005 (gráfico 10). Os pontos 2, 4 e 5 apresentam águas de caráter pouco ácido e o ponto 1 apresenta um pH típico de águas de caráter puro. Apenas o ponto 3 apresentou índice de pH fora dos limites aceitáveis para o CONAMA, como resultado das análises obteve-se o valor de 9,75, típico de águas de caráter alcalino e este valor fica fora do intervalo estabelecido pela Resolução CONAMA/2005 que estabelece que os valores de pH das águas doces devem estar entre 6 e 9 (figura 74). Em bacias hidrográficas, os valores de pH, quando distantes da neutralidade, implicam diretamente no equilíbrio da vida aquática ali presentes.



Figura 74: Ponto 3 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho, área úmida sem mata ciliar e ocupado por pastagens no entorno.

Gráfico 10: Variação dos índices de pH nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Oxigênio Dissolvido (O.D.)

O oxigênio dissolvido mensurado nas águas superficiais da bacia do Ribeirãozinho apresentou resultados satisfatórios. Todos os pontos de coleta tiveram índices de O.D. acima de 6,01 mg/L, portanto fazendo com que todos os pontos fossem enquadrados (a partir da análise de O.D.) na classe I da Resolução CONAMA (gráfico 11).

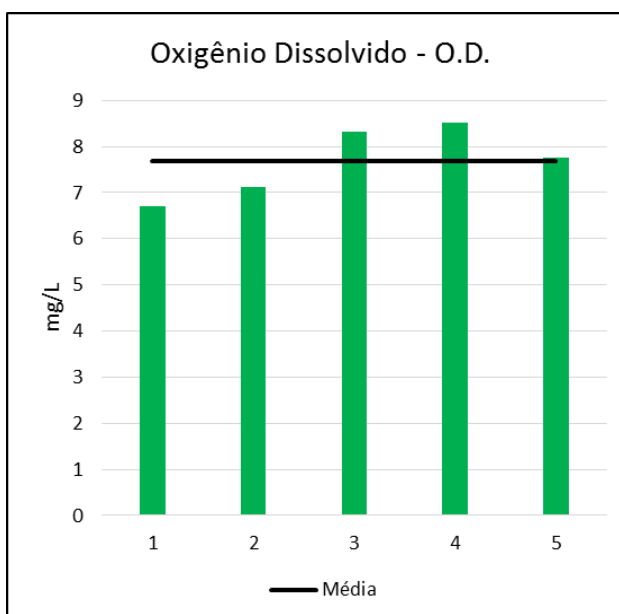
Em geral, devido a importância do O.D. para o enquadramento das águas, este parâmetro exerceu forte influência para o bom enquadramento das águas nesta bacia hidrográfica.

Os pontos 3 e 4 apresentaram os maiores índices de O.D., com 8,32 mg/L e 8,51 mg/L, respectivamente. Os pontos 2 e 5 também apresentaram índices próximos, sendo 7,12 mg/L e 7,77 mg/L respectivamente. Já o ponto 1 apresentou o menor índice de O.D., com 6,7 mg/L, justificado pelas águas lentas (pouco turbilhonamento), falta de vegetação ciliar e o livre acesso do gado ao curso d'água, inclusive provocando pisoteio nas margens do córrego (figura 75).



Figura 75: Ponto 1 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho. Águas lentas, livre acesso do gado para dessedentação e falta de vegetação ciliar.

Gráfico 11: Variação dos índices de Oxigênio Dissolvido nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Condutividade Elétrica (C.E.)

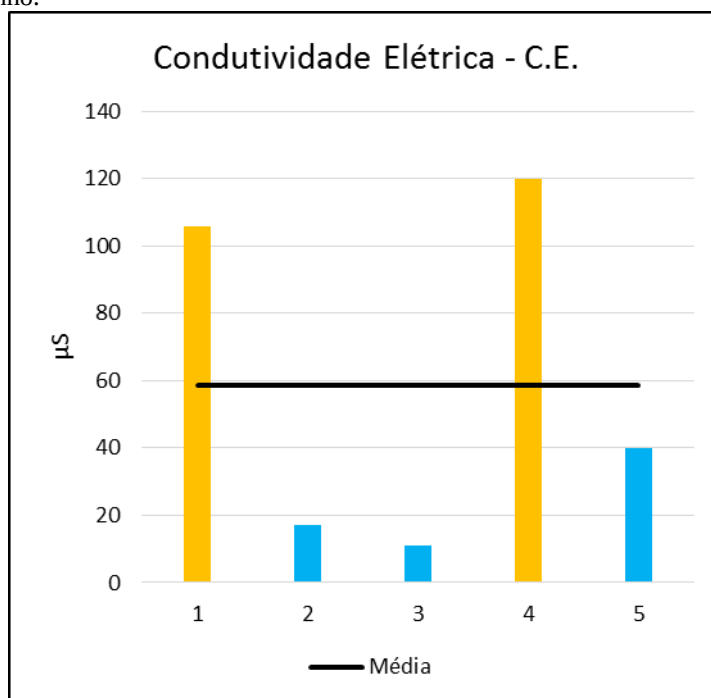
Na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, tivemos um notável contraste nos índices de C.E. Enquanto os pontos 2, 3 e 5 apresentam valores enquadrados na classe Especial, os pontos 1 e 4 apresentam valores enquadrados na classe III, aparecendo o ponto 1 com 106 μS e ponto 4 com 120 μS , maior valor de C.E. nas águas superficiais desta bacia (figura 76). O parâmetro de condutividade elétrica contribui para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia hidrográfica, principalmente os ocasionados por lançamentos de resíduos que contenham esses elementos químicos, que influenciam em seus valores (GONÇALVES, 2011). O ponto 4, tem seus índices de C.E. influenciado possivelmente pelas partículas de solos carregadas até o curso d'água, com forte contribuição da falta de vegetação ciliar e das feições erosivas e áreas de solo exposto nas margens do córrego. Estas partículas, comumente contém minerais que interferem nos valores de C.E.

Os pontos 2, 3 e 4 apresentam, respectivamente 17 μS , 11 μS e 40 μS como resultados da análise da C.E. de suas águas (gráfico 12).



Figura 76: Ponto 4 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho. Local de erosões marginais, solo exposto e erosões hídricas nas APPs e margens do córrego.

Gráfico 12: Variação dos índices de Condutividade Elétrica nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Turbidez

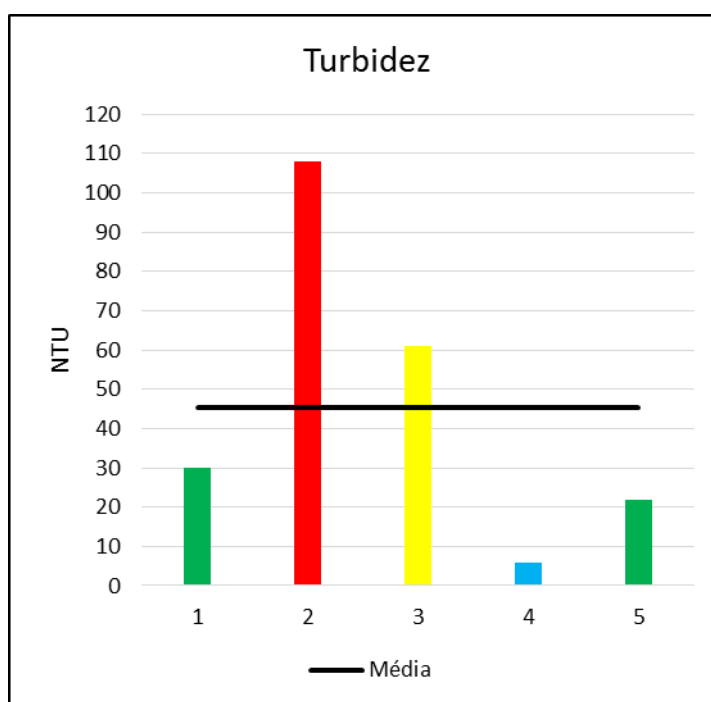
Na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, os pontos 1, 4 e 5 apresentaram índices satisfatórios quanto a turbidez das águas superficiais. O ponto 1 apresentou 29,9 NTU enquadrando-se na classe I, o ponto 4, apenas 5,9 NTU, enquadrando-se na classe Especial, ou seja, uma água muito translúcida. E ponto 5 apresenta 21,9 NTU, enquadrado também na classe I da Resolução CONAMA 357/2005 (gráfico 13).

Os pontos que mais chamaram atenção para as águas mensuradas foram o 2 e 3, apresentando índices de 108 NTU e 61 NTU, respectivamente. O ponto 2 enquadrando-se na classe IV e o ponto 3, na classe II, baseando-se nos valores apenas de turbidez. O ponto de coleta 02 (figura 77), o mais crítico quanto a turbidez, localiza-se na maior barragem do córrego, utilizada principalmente para a dessedentação do gado, no qual existem um grande volume de animais com livre acesso a este local, sendo possível observar uma grande área de pisoteio nas margens da barragem, além de dejetos dos animais presentes na água. Todos estes fatores, além da falta de proteção ao córrego e às pastagens que ocupam ambos os lados deste ponto de coleta, contribuem para o alto índice de turbidez das águas superficiais.



Figura 77: Ponto 2 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho, maior barragem do córrego, pisoteio do gado, falta de proteção e alto índice de turbidez.

Gráfico 13: Variação dos índices de Turbidez nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

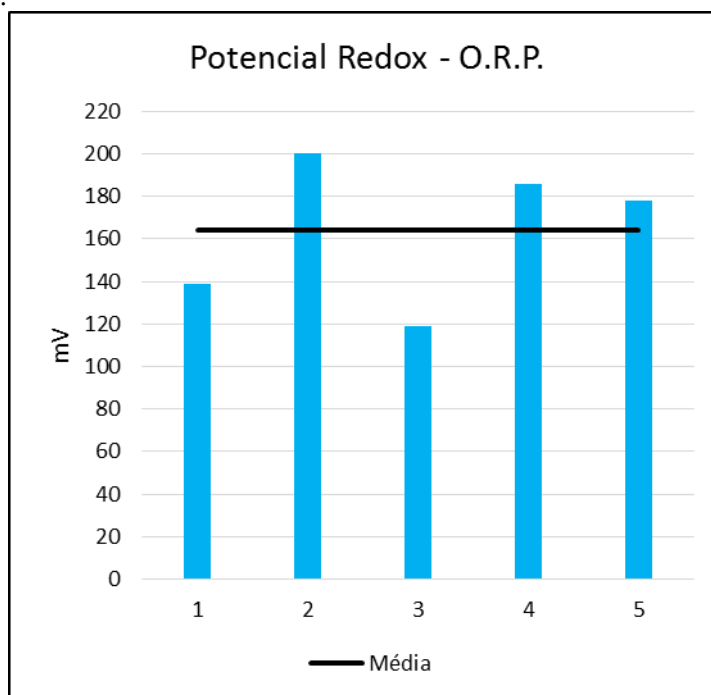


Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Potencial Redox (O.R.P.)

Seguindo o mesmo caso da bacia do Lajeado Amarelo, os índices de O.R.P. na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho apresentaram-se satisfatórios, com todos os pontos mensurados resultando em valores menores que 300 mV, e por isso, foram enquadrados na classe Especial da Resolução CONAMA 357/2005 (gráfico 14). É importante destacar também na bacia do Ribeirãozinho, que o O.R.P. foi o único parâmetro em que todos os pontos de coleta se enquadraram na classe Especial.

Gráfico 14: Variação dos índices de Potencial Redox nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Sólidos Totais Dissolvidos (S.T.D.)

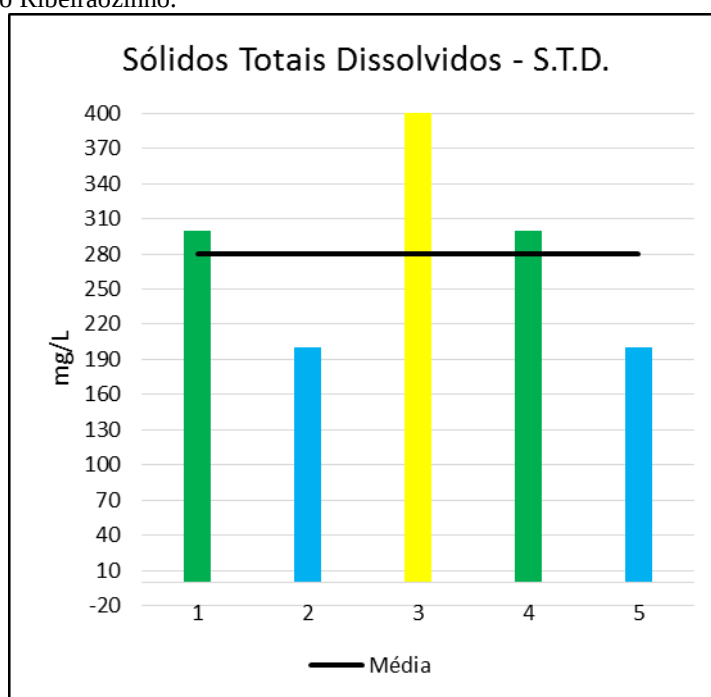
Os índices de S.T.D são satisfatórios para os pontos 1, 2, 4 e 5, sendo os pontos 1 e 4 mensurados com 300 mg/L e enquadrados na classe I e os pontos 2 e 5 mensurados com 200 mg/L, enquadrados na classe Especial (gráfico 15).

Apenas o ponto 4 se destaca com um valor mais elevado para os S.T.D., com 400 mg/L, portanto enquadrado na classe II. Este valor está relacionado ao índice de turbidez obtido para este mesmo ponto, o segundo valor mais alto de turbidez para a bacia do Ribeirãozinho. Justamente este ponto de coleta, está numa área de erosões marginais, solo exposto e algumas áreas de assoreamento do córrego, possível indicativo de maior transporte de sedimentos até o curso d'água, o que contribui para o alto índice de S.T.D. e reflete na turbidez das águas (figura 78).



Figura 78: Ponto 4 de análise das águas na bacia do Ribeirãozinho, local de erosões marginais e solo exposto, contribuindo para alto índice de S.T.D. e Turbidez das águas.

Gráfico 15: Variação dos índices de Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de coleta de água da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



Fonte: Adalto Moreira Braz (2015)

Por último, é necessário ressaltar que a temperatura das águas e do ar não apresentaram grandes amplitudes. Devido as coletas em cada bacia hidrográfica terem sido realizadas em apenas um dia, as diferenças entre as temperaturas, tanto do ar como das águas, são influenciadas apenas pelo horário em que a coleta foi realizada.

A salinidade, que também é um importante parâmetro quanto a qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas, principalmente em áreas dominadas pela pecuária, como

é o caso das bacias hidrográficas estudadas, apresentou índices iguais a 0 em ambas bacias hidrográficas, sem representatividade para as análises realizadas.

As implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas das bacias hidrográficas em estudo foram analisadas para cada ponto individualmente, e, a seguir serão discutidas estas implicações para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

O **ponto 1**, apresenta o O.D. e o O.R.P. em classe Especial, turbidez e S.T.D em classe I e somente a C.E. em classe II. Foi mensurado com 11 g/m³ de sedimentos em suspensão, segundo maior valor mensurado na bacia.

Devido sua proximidade com a estrada, o livre acesso do gado e as condições ambientais em que se encontram neste trecho do córrego, este ponto foi enquadrado na classe I. Por esta ser uma das poucas estradas e a principal de acesso às propriedades rurais da região, existe certa movimentação de veículos sobre ela. Em campo é possível notar que a movimentação exerce influência no carregamento de sedimentos para o curso d'água e para suas proximidades. Além disso, na figura 79 é possível observar que há o acesso do gado pelas margens esquerda do curso d'água, ocasionando pisoteio das margens, fato que contribui tanto para o aumento do escoamento superficial nas margens do córrego, como para o potencial transporte de sedimentos em suspensão.



Figura 79: Pisoteio do gado nas margens do córrego. Ponto de coleta 1, na primeira barragem da bacia do Lajeado Amarelo.

A classe I, segundo o CONAMA (2005), pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas.

A partir do transecto do ponto 1 (figura 80) é possível representar de maneira ilustrativa que toda a seção do lado esquerdo ao ponto de coleta, é ocupado por pastagens, sob uma encosta mais curta e relativamente mais declivosa. Totalmente ocupada por pastagens, avançando sobre as APPs e estando em contato diretamente com a margem do córrego. Estas pastagens foram classificadas, quanto ao manejo, como pasto não manejado (sem práticas de conservação).

Na margem direita, existe certa proteção exercida pelo campo sujo, destina à reserva legal em recomposição, que de certa forma funciona como um amortecimento (principalmente para a agricultura, logo acima) e proteção para além das APPs. As atividades agrícolas contribuem significativamente (em média, cerca de 70%) para cargas de poluentes hídricos. Águas de escoamento agrícola muitas vezes contêm contaminantes como nitrogênio, fósforo, agrotóxicos e sedimentos, que acometem tanto águas superficiais quanto subterrâneas. Existem diversas maneiras de reduzir os impactos da agricultura sobre a qualidade da água, cujo escopo de intervenção pode variar desde o nível da propriedade rural, ao da bacia hidrográfica, até o nível nacional (ANA, 2013, p. 53). E de maneira sistêmica, a poluição hídrica pode afetar, além do ambiente, a produtividade econômica da agricultura por destruir plantios, reduzir a qualidade das colheitas e/ou diminuir sua produtividade. Por exemplo, existe uma longa história de fracassos no campo da agricultura relacionada à salinização do solo e da água, associada a cultivos irrigados (ANA, 2013).

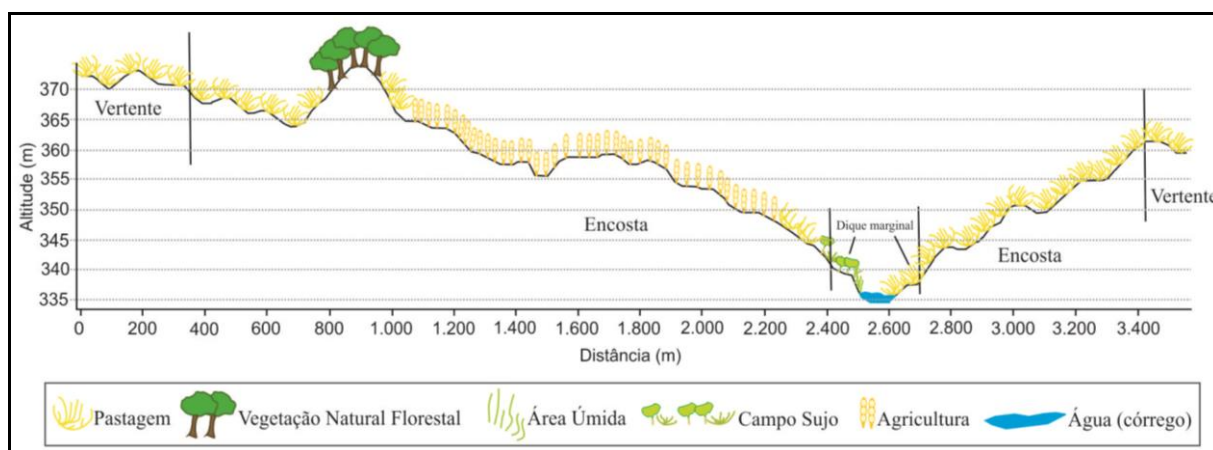


Figura 80: Transecto do ponto de coleta 1 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

O **ponto 2** apresenta O.D. na classe I, C.E. e O.R.P. na classe Especial, porém a turbidez apresentou valores indesejáveis enquadrando-se na classe II este ponto. Este ponto apresentou um índice um pouco mais reduzido de sedimentos em suspensão, com 5 g/m³. Fato notável para a redução, é que neste ponto temos áreas úmidas em ambas as margens do córrego (sob os diques marginais), na margem direita também é mantida uma faixa de campo

sujo (para além do dique), destinado a reserva legal em recomposição. Mesmo assim, é possível notar que este local também dá livre acesso do gado ao córrego, sendo verificadas marcas pisoteio nas margens do direito do córrego (figura 81).



Figura 81: Margem direita do ponto de coleta 2. Médio curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo. Entorno das APPs ocupado por agricultura.

Na margem esquerda, encontram-se ocupadas exclusivamente de pastagens, porém com uma declividade mais suavizada nesta seção, em relação ao ponto 1. Na margem direita, praticamente toda área de encosta é ocupada por agricultura (soja) e as vertentes por pastagens (pasto ralo sem manejo). De fato, apesar da agricultura representar um maior risco tanto para o escoamento e o transporte de sedimentos quanto para a qualidade das águas, o fato da faixa de reserva em recomposição (campo sujo) que é preservada para além da APP desta bacia hidrográfica, contribui para a boa conservação das águas (figura 82).

Na classe II, segundo CONAMA (2005), enquadram-se as águas que podem destinar-se à abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

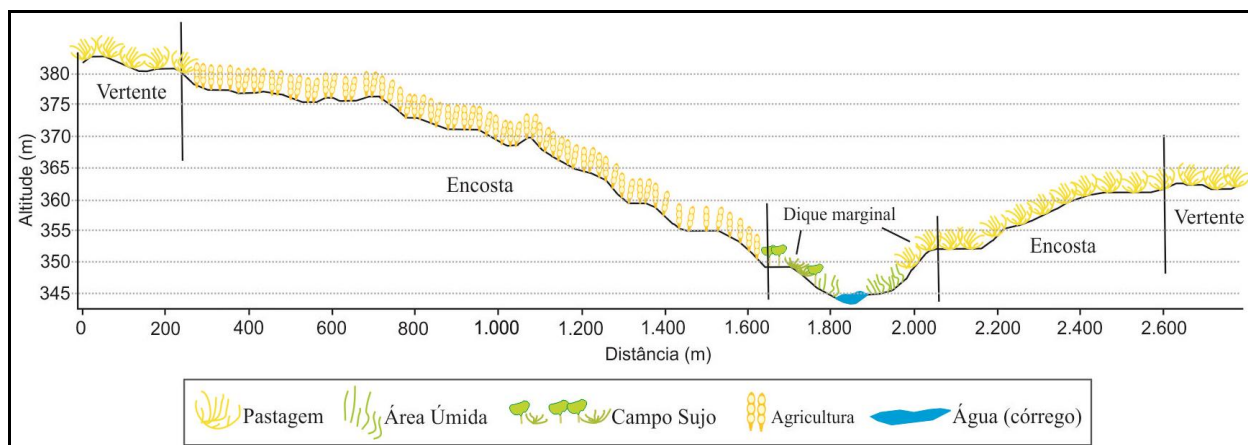


Figura 82: Transecto do ponto de coleta 2 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

O **ponto 3**, localizado no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, sendo o único ponto de coleta num trecho com vegetação ciliar e APP preservada em ambas as margens do córrego. A ocupação na vertente e encosta do lado direito do córrego se dá por pastagens manejadas, já da vertente e encosta até o contato com as APPs do lado esquerdo, a ocupação é feita por pastagens sem práticas conservacionistas (figura 83).

No ponto 3 todas os parâmetros apresentam-se na classe I, justificando seu enquadramento nesta classe. Este ponto é um dos locais de maior conservação ao longo do córrego, apresentando mata ciliar em seu entorno e APP protegida nas margens direita do córrego.

A classe I, segundo o CONAMA (2005), pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas.

Deste modo, as APPs e matas ciliares se mostraram com grande relevância para as águas, tendo este ponto (junto ao ponto 4) os menores índices de sedimentos em suspensão, com apenas 3 g/m³ e os índices de qualidade da água satisfatórios (figura 84).

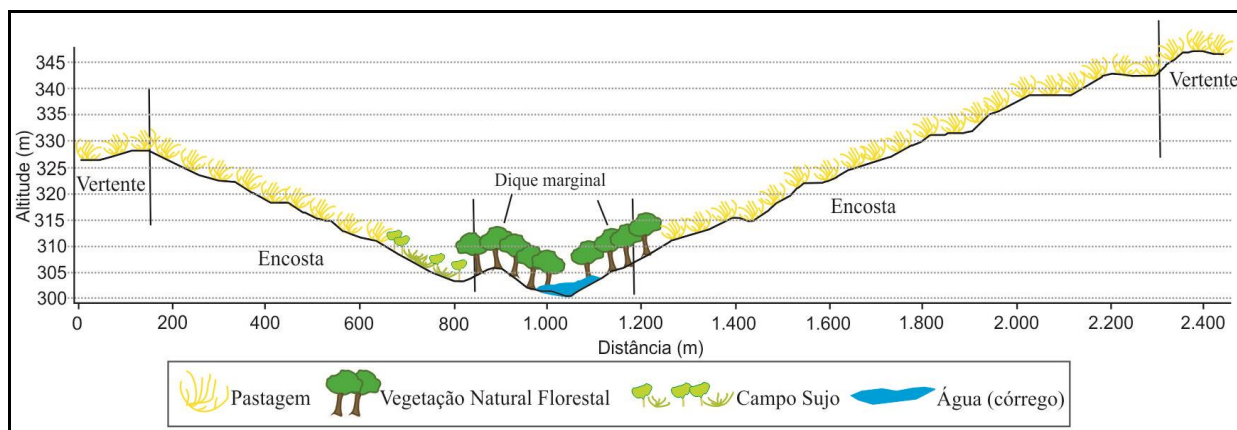


Figura 83: Transecto do ponto de coleta 3 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.
Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)



Figura 84: Mata ciliar em ambas as margens no ponto de coleta 3. Margem direita com APP preservada. Baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

O **ponto 4**, localizado no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo e amostrado em sua foz, apesar da considerável conservação em que se encontra o local, suas águas foram enquadradas na classe II, em função dos índices de C.E. e principalmente dos S.T.D. mensurados neste ponto. Mesmo com a preservação das margens direita se apresentando alta, devido este ponto estar na foz da bacia, que é caracterizado como um local de recebimento de parte dos sedimentos advindos do médio e alto curso da bacia e são aportados neste local. Os sedimentos em suspensão neste ponto de coleta foram (juntamente com o ponto 3) os menores observados dentre os pontos de amostra, com 3 g/m^3 .

Águas enquadradas na classe II, segundo CONAMA (2005) podem destinar-se à abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das

comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

Na margem direita, encontra-se um cenário ótimo, vertente e encosta com reservas legais (campo sujo em regeneração natural na vertente) e à meia encosta uma área considerável de vegetação natural florestal (cerrado) e em parte da APP nas proximidades com o curso d'água, vegetações típicas de campos úmidos (figura 85). Não obstante, esta situação contribui para esta localidade ter os menores índices da CN, apresentando um dos mais baixos índices de escoamento superficial ao longo da bacia hidrográfica.



Figura 85: Reserva legal (Cerrado) no entorno do ponto de coleta 4. Foz da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

A encosta do lado esquerdo do córrego se apresenta plana e com declives suavizados. É ocupada por algumas casas, que em seu conjunto formam ranchos (destinados principalmente ao lazer) às margens do rio Sucuriú (figura 86).

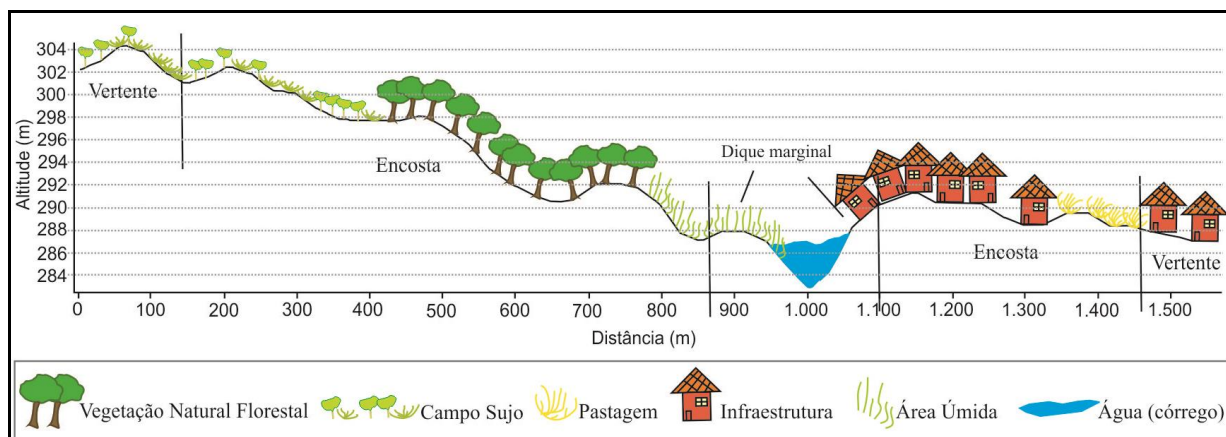


Figura 86: Transecto do ponto de coleta 4 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

O **ponto 5**, que se mostrou de maior preocupação quanto a qualidade das águas superficiais, sedimentos em suspensão e conservação ambiental na bacia hidrográfica foi amostrado no médio curso da bacia e no único afluente perene do córrego. Devido à grande quantidade de sedimentos carregados até o canal, este ponto apresentou altos valores de Turbidez e S.T.D.

Diferente da baixa quantidade de sedimentos em suspensão resultantes dos outros pontos, no ponto 5 são mensurados preocupantes 1.334 g/m^3 de água, ou ainda $1,334 \text{ Kg/m}^3$. Com o alto valor de sedimentos em suspensão, os valores de turbidez e S.T.D. foram afetados, apresentando também altos valores (distantes de todos os outros pontos), o que contribuiu para o enquadramento das águas, neste ponto, serem colocados na classe IV.

A classe IV, segundo o CONAMA (2005) é a pior classe para o enquadramento das águas superficiais, sendo seu uso muito restrito, destinando-se apenas à navegação; e à harmonia paisagística.

Este local é considerado como um dos mais preocupantes da bacia, pois a montante do ponto de coleta temos uma grande área de solo exposto e pastagem muito degradada, sendo possível verificar as características dessa feição com certa facilidade nas imagens de satélite. No lado esquerdo do afluente, temos uma grande área de pastagem degradada, sem práticas de conservação (figura 87). Ao lado direito, temos pastagens manejadas, e ainda é válido citar que após a faixa de área úmida em ambas as margens, temos uma faixa de campo sujo (reserva legal em regeneração natural) que pode ser uma possibilidade para a minimização dos impactos.

As florestas protegem os solos contra o impacto direto das gotas de chuva, além do que a presença de húmus, produzido pelas plantas e animais, proporciona maior estabilidade dos agregados, sob essas condições, evitando os efeitos da erosão acelerada. Dessa forma, à medida que grandes extensões de terra passam a abrigar a agricultura ou a pecuária, sem práticas de conservação, inicia um processo de degradação das terras, e as taxas de erosão começam a aumentar quase que imediatamente (GUERRA e MENDONÇA, 2014).



Figura 87: Degradação das águas no ponto de coleta 5 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo. Único afluente perene do curso d'água principal. APPs desprotegidas e falta de manejo no entorno do ponto de coleta.

Porém a situação a montante e as pastagens degradadas circundantes a este ponto contribuem de maneira direta para o aumento do escoamento superficial, a degradação das pastagens e das águas deste único afluente da bacia hidrográfica. Quanto aos sedimentos em suspensão, estes podem se tornar um problema ainda maior para este afluente, pela quantidade de sedimentos e pelas barragens retentoras destes sedimentos neste afluente. Uma antiga barragem a montante já está assoreada e seca, e atualmente o córrego existe apenas a jusante deste barramento desativado, mas com velocidade e quantidade de águas mais reduzidas.

Este problema pode continuar, já que mais abaixo deste afluente se encontra outro barramento, visto que estes sedimentos estão sendo aportados e parte carreados para esta barragem, caso não sejam desenvolvidas medidas de conservação e manutenção nesta barragem (abaixo) ainda ativa, logo esta situação poderá acarretar o assoreamento total deste afluente e do lago do barramento.

De toda a extensão da bacia do Lajeado Amarelo, este local é onde as medidas de recuperação/conservação devem ser iniciadas primeiramente, e o quanto antes. A área delimitada como situação de risco vem aumentando com o tempo e se nenhuma prática intervir, os problemas tendem a aumentar. Acima do ponto de coleta havia uma antiga barragem de terra, já assoreada, limitando a nascente e um antigo trecho deste afluente, que agora passa a correr abaixo desta antiga barragem (figura 88).

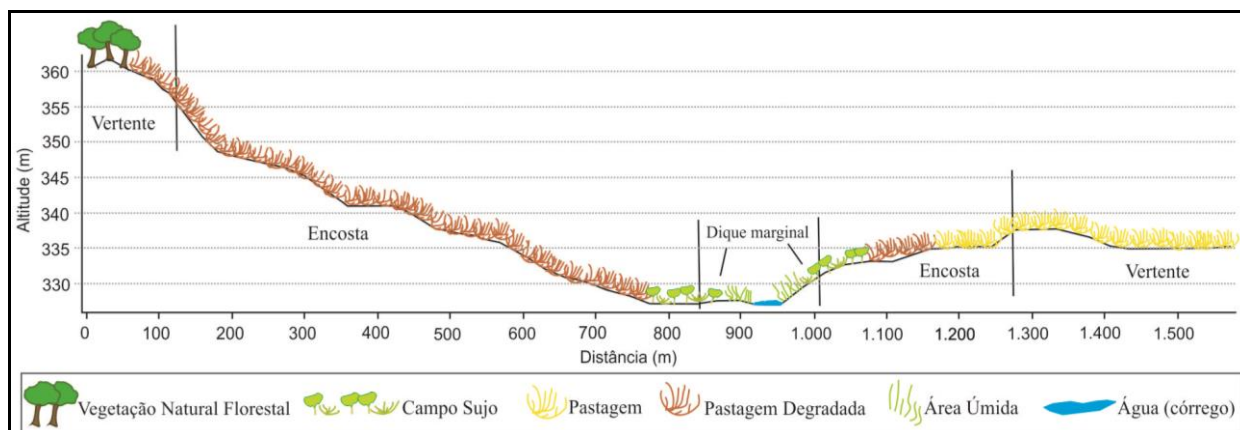


Figura 88: Transecto do ponto de coleta 5 na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Mais adiante, serão discutidas as implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, discutidas em cada um dos 5 pontos de coleta. De maneira geral, o cenário quanto a qualidade das águas superficiais nesta bacia hidrográfica se mostrou satisfatório, com resultados nas classes Especial e I e, apenas o ponto 3 sendo enquadrado na classe II. Os sólidos em suspensão apresentaram índices próximos de uma constante, sempre abaixo de 10 g/m^3 .

Localizado entre o alto e médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, o **ponto 1**, apresentou o O.D., Turbidez e S.T.D. na Classe I, O.R.P. na classe Especial, e, apenas o parâmetro de C.E. na classe IV. Portanto, este ponto de coleta tem suas águas superficiais enquadrados na classe I. Quanto aos sedimentos em suspensão, este ponto aparece como o segundo maior índice da bacia do Ribeirãozinho, sendo 7 g/m^3 .

O índice de O.D., mesmo estando na classe I, é o menor índice mensurado nesta bacia hidrográfica. As condições no entorno do ponto de coleta favorecem os baixos índices de C.E. Não existem vegetações ciliares, a área úmida é estreita e cercada por pastagens e as águas são de movimentação lenta (figura 89). Já a C.E. está relacionada diretamente com a “pureza” da água, já que quanto menor for a condutividade elétrica, mais pura é considerada a água. Acredita-se que os altos índices de C.E. estão ligados diretamente às pastagens e o alto número de animais nas proximidades do córrego, aliado, mais uma vez, à falta de proteção vegetativa em ambas as margens.



Figura 89: Falta de mata ciliar no ponto de coleta 1, médio curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

A classe I, segundo o CONAMA (2005), pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas.

Do lado esquerdo a cobertura da terra se dá por pastagens manejadas desde a vertente da bacia, até os limites da APP, ocupadas por vegetação de campo úmido, sem nenhuma presença de mata ciliar. Do lado direito, a cobertura da terra se dá também por pastagens, sendo as encostas ocupadas parte por pastagens sem manejo e parte por pastagens ralas, sem técnicas de conservação, que se estendem até a vertente da bacia, nesta seção transversal. As APPs da margem direita também são ocupadas por vegetações campestres de áreas úmidas, sem vegetação ciliar. Ambas as APPs não são respeitadas pela pecuária, tendo o gado livre acesso ao curso d'água (figura 90).

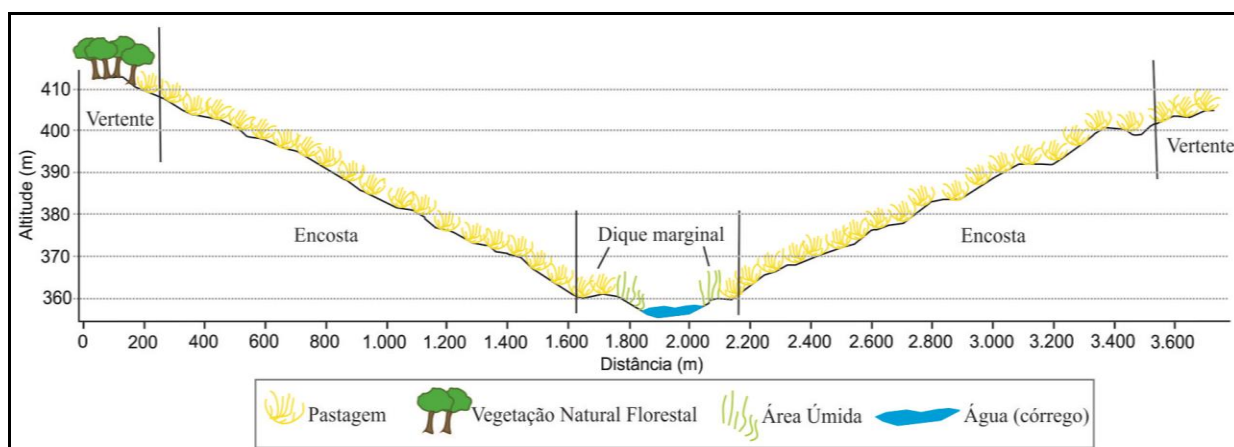


Figura 90: Transecto do ponto de coleta 1 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

O **ponto 2**, amostrado também entre o alto e médio curso da bacia está estrategicamente localizado na maior barragem do canal. Os sedimentos em suspensão neste ponto de coleta apresentaram 5 g/m^3 , o segundo valor mais baixo para a bacia. Este ponto, apresentou, em geral, índices satisfatórios quanto aos parâmetros mensurados. C.E., O.R.P., e S.T.D. foram enquadrados na classe Especial, O.D., apesar de relativamente baixo, foi enquadrado na classe I. O único fator preocupante corresponde ao índice de Turbidez, que foi enquadrado na classe IV, sendo o mais alto medido ao longo da bacia hidrográfica, e num ponto de coleta de certa importância para a bacia, o maior reservatório (barragem) do córrego.

Um rio, quando intercepta alguma barreira antrópica, destacando-se as barragens fluviais para diversas finalidades, estão sujeitos a alterações hidrológicas e sedimentológicas significativas, refletindo no comportamento do rio represado. O lago formado pela barragem altera a dinâmica hidráulica dos rios, através da modificação do perfil de equilíbrio do rio com aumento de seu nível de base, aumento da seção molhada e da redução da velocidade de escoamento, favorecendo a deposição dos sólidos transportados pela descarga fluvial (ZANIN, BONUMÁ e FRANCO, 2014).

Os índices mais baixos de O.D. e a turbidez são possivelmente explicados pelo mesmo motivo, pela falta de proteção e conservação do reservatório e, também, devido ao livre acesso do gado no entorno e no interior (margens) do reservatório. Com isso temos uma quantidade significativa de resíduos deixado pelo gado nas margens do reservatório, feições significativas de pisoteio (e possível compactação do solo) nas margens do reservatório, diferentes “caminhos do gado” direcionados desde a encontra até as margens do reservatório, contribuindo conseqüentemente à um maior escoamento e maior quantidade de partículas de sedimentos que são carregadas no reservatório. Este que já tem alguns locais assoreados. Tudo isso contribui para uma maior demanda de oxigênio, inexistente neste ambiente e para o aumento dos valores de turbidez nas águas deste barramento. Portanto, o ponto 2 foi enquadrado, também, na classe I.

A classe I, segundo o CONAMA (2005), pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas.

Nesta seção, há predomínio de pastagens em ambos os lados. As APPs (rio de 30 metros no entorno da barragem – Lei nº 12.651/2012) são compostas apenas por vegetações de

campo úmido, não sendo respeitadas sua preservação, tendo o gado livre acesso em ambas as margens da barragem, usada como bebedouro para o gado (figura 91).



Figura 91: Pastagens no entorno da barragem (margem direita) e falta de proteção das APPs no ponto de coleta 2 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Do lado esquerdo as pastagens são manejadas (com práticas de conservação). Do lado direito da seção, as pastagens na encosta são pastos não manejados e sobre a vertente as pastagens são caracterizadas como ralas e também não são aplicadas práticas conservacionistas (figura 92).

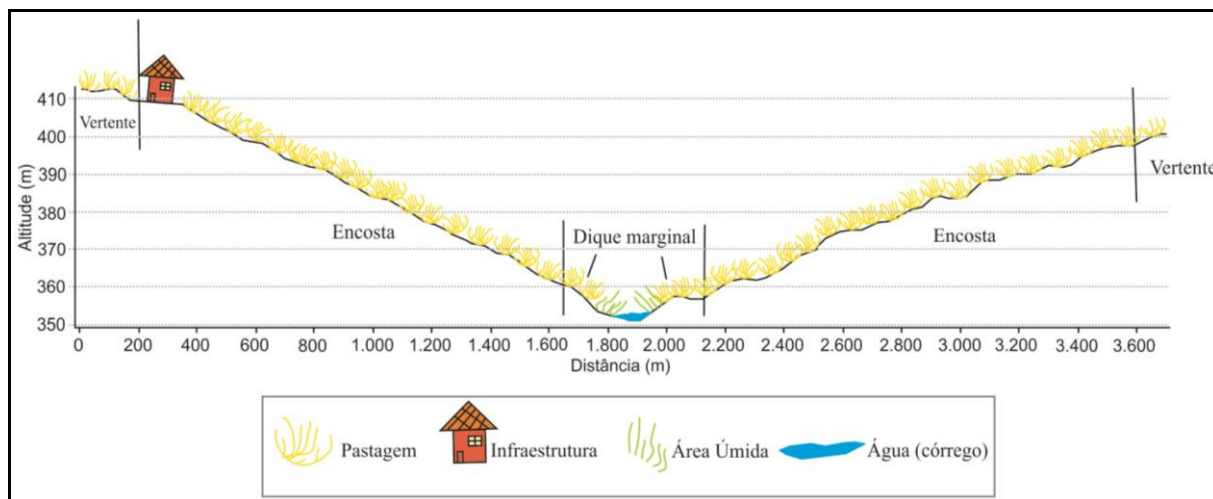


Figura 92: Transecto do ponto de coleta 2 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

O **ponto 3** foi o de maior preocupação para esta bacia hidrográfica, tendo suas águas classificadas na classe II. No ponto 3, apesar dos parâmetros de C.E. e O.R.P. estarem enquadrados na classe Especial e O.D. na classe I, temos a Turbidez e os S.T.D. enquadrados na classe II e o pH se mostrou como índice de águas alcalinas e permaneceu fora dos parâmetros aceitos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Os índices de Turbidez e S.T.D. estão, neste caso, diretamente relacionados. Possivelmente estes valores possuem uma relação estreita com as pastagens sem técnicas de conservação, presentes no lado direito do córrego. Aliado à esta situação, temos a falta (em mais um local) de vegetação ciliar, a estreita faixa de área úmida no entorno das águas e o livre acesso do gado por toda APP.

Segundo o CONAMA (2005), águas superficiais enquadradas na classe II podem destinar-se à abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

Este ponto de coleta e sua seção, também foram amostrados num local sem vegetação ciliar, porém com as APPs respeitadas pela pecuária (figura 93). Ponto de maior concentração de sedimentos em suspensão, apresentando 9 g/m³, localizado a jusante de três barragens e a montante da última barragem do córrego.

A jusante da represa, devido à regulação da vazão e resultante redução de fluxo, o rio perde potência de escoamento (*stream power*) e consequentemente sua capacidade de transporte de sedimentos, além do aporte de sedimentos de montante ser significativamente reduzido pelo barramento hídrico, chegando a uma capacidade de retenção de 100% em grandes barragens, causando impactos geomorfológicos catastróficos nos ambientes fluviais de jusante [...], pois com a redução do aporte de sedimentos, o rio aumenta sua capacidade de erosão (ZANIN, BONUMÁ e FRANCO, 2014, P. 6)



Figura 93: Vegetação campestre nas áreas úmidas, no entorno do ponto de coleta 3 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

No médio curso da bacia, o ponto 3 está numa seção de relevo mais ondulado. A encosta do lado direito da seção é mais longa e declivosa, ocupada por pastagens não

manejadas. No lado direito da seção, ocupada por pastagens contendo práticas de conservação, a vegetação natural florestal presente no transecto (figura 94) é uma pequena área de vegetação remanescente.

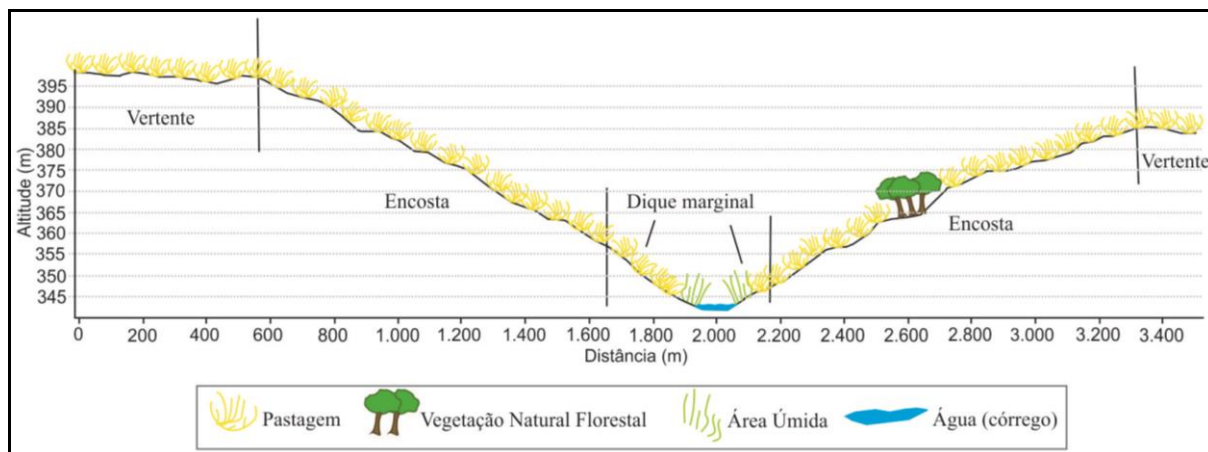


Figura 94: Transecto do ponto de coleta 3 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Localizado entre o médio e o baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, o **ponto 4** está numa das áreas mais delicadas quanto a conservação ambiental desta bacia hidrográfica.

O ponto 4 apresenta um índice de 4 g/m^3 , o menor valor de sedimentos em suspensão para a bacia do Ribeirãozinho. Apesar de amostrado numa área degradada, as águas deste ponto foram enquadradas na classe I. Embora o preocupante cenário em que se encontra, este ponto de coleta apresentou bons resultados para todos os parâmetros, enquadrados nas classes I e Especial, excetuando a C.E. que apresentou um alto índice e, por isso, enquadrou-se na classe III.

A classe I, segundo o CONAMA (2005), pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas.

Esta é uma área classificada como solo exposto, caracterizada por erosões marginais e alguns ravinamentos nas margens em direção ao córrego. Ambas as margens sofrem por estes processos de degradação. Não possuem matas ciliares, e, na margem direita as áreas de solo exposto ocupam a maior extensão das APPs, protegidas do acesso do gado (figura 95).



Figura 95: Feições erosivas na margem esquerda do ponto de coleta 4, baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Na margem esquerda, também são encontradas feições erosivas, e parte das APPs é protegida por uma faixa de campo sujo, destinado a reserva legal em recomposição (regeneração natural). A maior ocupação, assim como em toda a bacia hidrográfica, é feita por pastagens (nas vertentes e encostas). Pastos manejados pelo lado esquerdo da seção e pastagens (pasto sujo) sem práticas conservacionistas do lado direito da seção.

As erosões marginais são agravadas pela declividade no entorno, a falta de práticas conservacionistas, existem também os caminhos criados pelo gado em direção ao córrego, a falta de práticas para conter as erosões marginais, aliada à desproteção das APPs, agravam o transporte de sedimentos e estas partículas possivelmente contribuíram para o alto valor de C.E. apresentado neste ponto (figura 96).

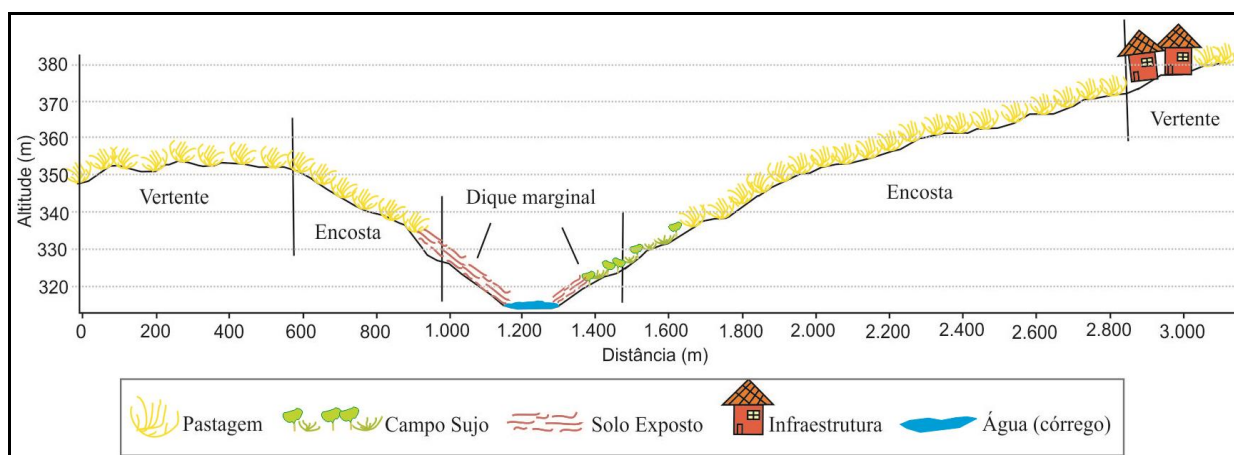


Figura 96: Transecto do ponto de coleta 4 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Por último, no baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, é amostrado o **ponto 5**. Este é o ponto, em que a cobertura e manejo da terra foram considerados como o mais satisfatório entre os pontos de coleta.

Este ponto apresentou os um dos melhores resultados para os parâmetros analisados individualmente e o melhor resultado geral para o enquadramento das águas superficiais, sendo o único ponto de coleta a obter o melhor enquadramento na bacia hidrográfica. Individualmente, os parâmetros de O.D. e Turbidez enquadraram-se na classe I, e C.E., O.R.P. e S.T.D. enquadraram-se na classe Especial.

Nestas condições, os sedimentos em suspensão, seguindo a tendência na bacia, se apresentou com um valor baixo de 6 g/m³. Prontamente, como esperado, este foi o único ponto desta bacia hidrográfica a ser enquadrado na classe Especial, quanto a qualidade das águas.

A classe Especial, segundo o CONAMA (2005) é a classe de maior utilidade e destinação para as águas, sendo as águas de melhor qualidade, enquadradas nesta classe. Portanto, águas da classe Especial distam-se à abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Estes resultados são facilmente explicados, já que o ponto 5 é um dos pontos na qual seu entorno é melhor conservado. Apesar de as APPs não possuírem vegetação ciliar, as mesmas encontram-se preservadas e em processo de regeneração natural.

O lado direito da seção é ocupado entre a vertente e encosta por pastos sujos sem práticas de conservação, porém com a quantidade reduzida do gado, apresentando assim, uma boa qualidade da pastagem.

Já no lado esquerdo do transecto (figura 97), temos uma disposição de cobertura da terra que contribui para cenário ótimo para a conservação da bacia hidrográfica (figura 98). Desde a vertente até as margens do córrego temos uma grande área de campos sujos destinados à constituição de reserva legal em processo de regeneração natural, na qual são preservados integralmente, blocos de cerrados (savana florestada), e APPs totalmente preservadas e também em processo de regeneração natural. Este cenário aliado ao relevo suave ondulado desta seção, contribui para a conservação do solo e das águas neste ponto.

Apesar de feições de solo exposto/erosão nas margens, atualmente este local encontra-se em processo de regeneração natural e, por isso, a preservação e a locação estratégica de Reserva Legal em Recomposição neste entorno contribuem de maneira direta, dentre outros benefícios, para a melhor qualidade das águas da bacia hidrográfica.

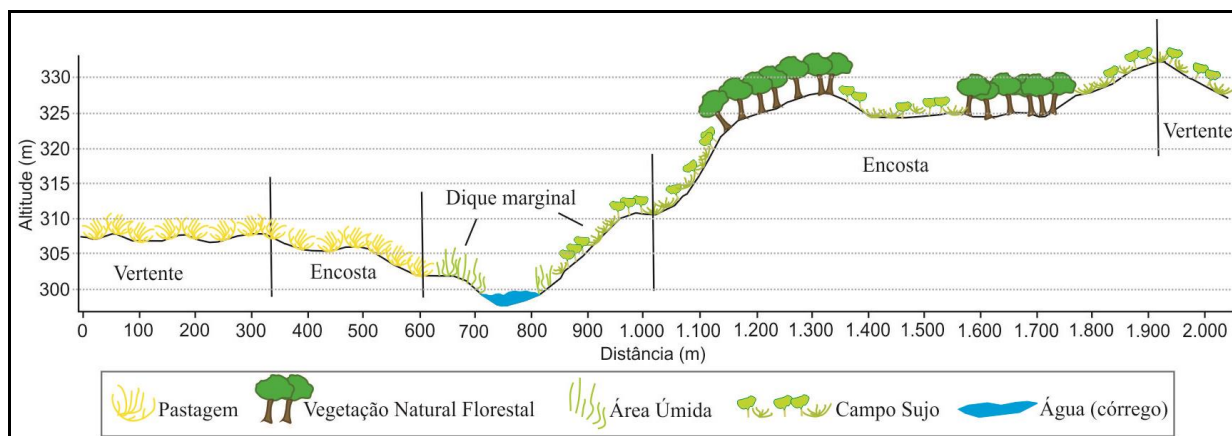


Figura 97: Transecto do ponto de coleta 5 na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)



Figura 98: Campo sujo na margem esquerda do ponto de coleta 5, baixo curso da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

O quadro a seguir sintetiza os principais fatores levados em consideração para as implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas do córrego Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho (quadro 18; quadro 19, respectivamente).

Quadro 18: Principais fatores de alteração da qualidade das águas nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Principais fatores de alteração da qualidade das águas nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo							
Pontos Monitorados	Mata Ciliar	APP Protegida (12.651/12)	Uso e Cobertura da Terra	Manejo	Parâmetros de Restrição	Enquadramento das Águas	Usos Recomendados da Água (357/05)
1	Ausente	Apenas ME*	Pastagem na ME; Agricultura e Pastagem na MD	Não Possui	-	I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação; Proteção das comunidades aquáticas
2	Ausente	Não	Pastagem na ME e Agricultura e Pastagem na MD	Não Possui	-	II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário; À aquicultura e pesca
3	Presente	Sim	Pastagens em ambas as margens	Apenas na MD	S.T.D. (III)	I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação; Proteção das comunidades aquáticas
4	Apenas na MD	Apenas MD**	Campo Sujo e Vegetação Natatural (Cerrado) na MD; Infraestruturas na ME	Não se Aplica	pH; S.T.D. (III)	II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário; À aquicultura e pesca
5	Não Possui	Sim	Pasto Degradado na ME; Área Degradada e Pasto Manejado na MD	Apenas na vertente da MD	Turbidez (IV); S.T.D. (IV)	IV	Navegação; À harmonia paisagística

Edição e Organização: Adalto Moreira Braz (2016).
Adaptado de: Silva (2013).
*ME: Margem Esquerda
**MD: Margem Direita

Quadro 19: Principais fatores de alteração da qualidade das águas nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Principais fatores de alteração da qualidade das águas nos pontos de coleta da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho							
Pontos Monitorados	Mata Ciliar	APP Protegida (12.651/12)	Uso e Cobertura da Terra	Manejo	Parâmetros de Restrição	Enquadramento das Águas	Usos Recomendados da Água (357/05)
1	Não Possui	Não	Pastagem em ambas as margens	Apenas na ME	C.E. (III)	I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação; Proteção das comunidades aquáticas
2	Não Possui	Não	Pastagem em ambas as margens	Apenas na ME	Turbidez (IV)	I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação; Proteção das comunidades aquáticas
3	Não Possui	Sim	Pastagem em ambas as margens	Apenas na ME	pH	II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário; À aquicultura e pesca
4	Não Possui	Sim	Solo exposto em ambas as margens; Pastagem em ambas os lados	Apenas na ME	C.E. (III)	I	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação; Proteção das comunidades aquáticas
5	Não Possui	Sim	Pastagem na MD; Campo Sujo e Vegetação Natatural (Cerrado) na ME	Não possui na MD; Não se aplica na ME	-	Especial	Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral

Edição e Organização: Adalto Moreira Braz (2016).
Adaptado de: Silva (2013).
*ME: Margem Esquerda
**MD: Margem Direita

Como observado ao longo deste capítulo, é possível compreender do que foi exposto, que a proteção e conservação das águas não constitui uma atividade isolada do manejo dos demais recursos naturais, então, os desafios no gerenciamento das águas estão diretamente relacionados com a conservação ambiental (RUHOFF e PEREIRA, 2004).

As implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais e sedimentos em suspensão mostraram-se nítidas em ambas bacias hidrográficas. A maior distinção ocorre em relação ao entorno dos pontos de coleta. Áreas com reservas legais em recomposição apresentam enquadramento em classes melhores e baixos valores de sedimentos em suspensão, por exemplo. Já as áreas de pastagem e principalmente pastagens degradadas, tiveram maior influência na quantidade de sedimentos em suspensão, elevando esses valores a níveis de preocupação para os cursos d'água. Consequentemente áreas sem de pastagem degradadas e/ou sem correto manejo, possuem enquadramento das suas águas em classes menos satisfatórias.

O manejo da terra consiste nas diversas formas de como são operacionalizados o uso e a cobertura deste espaço, desde atividades técnicas de preparo do solo, plantio, proteção contra a ação da água corrente (escoamento), adubação contra pragas e doenças, irrigação, entre outras. E depende não apenas do conhecimento técnico científico e do capital, como também dos traços históricos e culturais dos produtores (OLIVEIRA, 2014).

As transformações que os homens fazem ao longo das suas atividades produtivas, constroem e reconstroem espaços, ao longo da história. E cada tipo de uso, ocupação e manejo da terra, reflete diretamente na interação entre o subsistema natural, e os demais. Pois as águas pluviais e fluviais, lavam estes espaços e a água se interage física, química e biologicamente com estes, guardando propriedades que interferem na sua qualidade e consecutiva limitação de uso pelo homem (OLIVEIRA, 2014, p. 36).

Portanto, corroborando com a ANA (2012), conhecer a qualidade das águas é um fator essencial para sua gestão e consequentemente de bacias hidrográficas, na qual sua principal função é a produção de águas com qualidade e a manter a qualidade e o equilíbrio ambiental ao longo de suas extensões. A melhoria da qualidade das águas superficiais, em território brasileiro, é um esforço conjunto de vários setores da sociedade a ser mantido e continuado ao longo das próximas décadas. A ANA (2012) ainda ressalta a importância da tarefa de monitoramento da qualidade das águas e aponta para a integração das várias entidades, dentre elas, a comunidade científica, no cumprimento desta tarefa e na divulgação das informações quanto a qualidade das águas nas mais diversas regiões do Brasil.

4.5. Práticas conservacionistas e diretrizes ambientais

As propostas e práticas conservacionistas que foram direcionadas às bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho surgiram principalmente a partir de uma revisão bibliográfica, onde são exemplificadas de forma prática e/ou teórica, as técnicas aplicadas na recuperação de áreas degradadas, manejo do solo, manejo para fins conservacionistas (de bacias hidrográficas), planejamento ambiental, gestão ambiental, entre outras propostas. Num segundo momento, as propostas foram adaptadas, enquadradas e sugeridas de acordo com os cenários e necessidades encontradas nas bacias hidrográficas estudadas nesta pesquisa.

Devemos inicialmente compreender que o processo de colonização e ocupação do cerrado demonstrou que suas particularidades propiciam diferentes arranjos espaciais nos sistemas de manejo, demonstram que as vulnerabilidades foram ultrapassadas em quase todas as porções deste domínio, gerando processos de degradação ambiental na forma de erosões, desertificações, alterações nos sistemas fluviais, perda da capacidade produtiva dos solos e dentre muitos outros impactos que ocorrem no âmbito de bacias hidrográficas (GUERRA e JORGE, 2013).

Conforme surgem novas tecnologias ou maiores necessidades de produção, o homem modifica o espaço geográfico e intervém na dinâmica natural do meio ambiente. A geografia é uma ciência que tem forte base no planejamento, na gestão e na maneira de melhor pensar a organização dos espaços. E nós geógrafos, em geral, temos grandes atribuições que devem ser usadas para o planejamento dos ambientes naturais (BRAZ e MIRANDOLA, 2015, p. 69)

As experiências de manejo em bacias hidrográficas desenvolveram-se “historicamente a partir de medidas reativas a situações de degradação ambiental, verificadas em bacias hidrográficas intensamente exploradas pela agricultura (LANNA, 1995).

É importante destacar que apesar das propostas serem direcionadas à melhor conservação das bacias hidrográficas, as propriedades rurais é que normalmente são responsáveis pelas aplicações destas práticas. Assim, esta é a primeira dificuldade encontrada para desenvolver medidas a nível de conservação de bacias hidrográficas. E a partir desta dificuldade, é preciso pensar em diretrizes aplicáveis primeiramente a nível do objeto de estudo, as bacias hidrográficas, e num segundo momento cabíveis no âmbito das propriedades rurais nas quais suas terras permanecem na extensão das bacias hidrográficas.

Nos próximos tópicos, as diretrizes são apresentadas em duas seções, primeiramente quanto a qualidade das águas e mais adiante para o ordenamento do uso da terra e manejo integrado. Neste momento, as diretrizes deixam de estar direcionadas especificamente para as classes de manejo, e ganham maior abrangência, a nível de bacia hidrográfica. As propostas gerais, mesmo sendo subdivididas entre as práticas de manejo e propostas para a minimização da degradação da qualidade das águas, são propostas complementares, e se baseiam nas propostas específicas contidas nos mapas e tabelas apresentados.

4.5.1. Práticas de manejo para a conservação da qualidade das águas

As propostas para a conservação da qualidade das águas estão estreitamente ligadas com as práticas para o manejo integrado dos usos da terra que são aplicadas nas bacias hidrográficas, no entanto existem diretrizes que cabem especificamente para a melhor conservação das águas. As propostas aqui apresentadas, em sua maior parte são baseadas em ações orientadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), autoridade máxima na gestão das águas no Brasil.

O primeiro desafio para a gestão das águas é a conscientização dos agentes envolvidos, junto ao setor público.

Ações de educação e de conscientização podem alterar o comportamento das pessoas, criar capacidades e conduzir processos de mudança aos níveis da comunidade, municipal, regional e nacional. Entre as principais metas da educação e da conscientização estão: Mudança de comportamentos individualizados, Mudanças políticas, Fortalecimento da fiscalização, Pressões de investidores, consumidores ou comunidades sobre as empresas (ANA, 2013, p. 68).

Outro fato que pode atrapalhar, é a falta de dados e informações por parte do setor público, responsável pela fiscalização e monitoramento das águas no Brasil.

Conforme explica Richter (2015), há muitas razões para governos e comunidades não investirem suficientemente em conservação da água, entre elas as seguintes:

- A conservação de água é socialmente complicada por exigir mudança do comportamento de muitos indivíduos, ao contrário de uma decisão de cima para baixo de construir um reservatório ou uma adutora, que pode ser tomada de forma unilateral por um órgão do governo;
- No mundo inteiro, a maioria dos órgãos responsáveis pela água é dominada por engenheiros civis, muitos deles pouco familiarizados ou pouco dispostos a dominar a engenharia social das campanhas de conservação de água;

- Os fornecedores de água públicos e privados dependem de sua venda para manter o balanço anual no azul, e a conservação de água vai contra seu interesse de ganhar dinheiro;
- Muitos líderes políticos não querem dar ênfase à conservação de água por medo de que isso transmita à comunidade a ideia de que há escassez, desestimulando, assim, a transferência de novas empresas para a área;
- Os políticos que constroem grandes projetos de infraestrutura hídrica, como as represas, podem ganhar votos de uma parte da população que não entende que existem opções melhores para resolver a escassez de água.

Frequentemente tem-se encontrado medidas de conservação das águas envolvendo regiões dominadas por agricultura, o que não é o caso das bacias hidrográficas, sendo apenas a bacia do Lajeado Amarelo envolvida por alguns hectares de agricultura de soja. No entanto, algumas recomendações já feitas pela Agência Nacional de Águas (ANA), e direcionadas às áreas de agricultura, são cabíveis para as bacias hidrográficas em estudo, que em sua maior parte são ocupadas por pecuária.

Nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho, a situação geral quanto a qualidade das águas não se mostra como um cenário preocupante, porém são necessárias algumas medidas preventivas para que se possa manter a conservação das águas.

A primeira diretiva a ser pensada são ações de conscientização dos indivíduos envolvidos no âmbito das bacias hidrográficas. Ações educacionais e de conscientização são necessárias para ampliar o apoio público e gerar a vontade política para constantemente implementar melhorias (ANA, 2013). Richter (2015) explica que a implementação de uma boa governança hídrica exigirá solicitar e equilibrar a contribuição e a influência de interesses públicos e privados, porém, isso não significa que cada grupo deva se envolver profundamente em todas as instâncias.

A educação ambiental e as campanhas de conscientização são cruciais para geração de conhecimento entre as comunidades e de apoio à proteção e melhoria da qualidade da água. Esse apoio às melhorias da qualidade da água pode exercer pressões sobre tomadores de decisão e autoridades eleitas para que se empenhem na implementação da legislação e de regulamentos que visam à proteção da qualidade da água, à melhoria da fiscalização e à aplicação desses regulamentos (ANA, 2013, p. 67).

Nas bacias hidrográficas em estudo não existem indícios de poluição, no entanto, o principal risco quanto a qualidade das águas é a poluição por efluentes, condição que não é encontrada em nenhuma das bacias hidrográficas.

Nas áreas de agricultura na bacia do Lajeado Amarelo é preciso prevenir quanto ao uso de agrotóxicos e seu carreamento das encostas para o córrego. A ANA (2013) recomenda, neste caso, a redução da quantidade total de água aplicada aos cultivos, para que se diminua a lixiviação de nitratos e de outros componentes químicos, evitando seu transporte para corpos d'água. Uma das propostas da ANA (2013) para a prevenção contra a poluição das águas em propriedades rurais é a redução da necessidade de utilização de agrotóxicos. Uma alternativa para esta redução é a prática da agricultura orgânica ou biológica, que se afastam da utilização de produtos químicos sintéticos em favor da rotação de culturas, cobertura com matéria orgânica, compostagem, plantio direto e manejo integrado de pragas. Para reduzir o uso de agrotóxicos, também existe a possibilidade da adoção de técnicas de manejo integrado de pragas, que compreende práticas específicas de cultivo e uso de insetos benéficos para efetuar o controle de pragas. Utilizam-se controles naturais, como insetos, fungos ou bactérias benéficas, que podem consumir ou de outra forma atacar as pragas. Em certos casos, podem ser aplicados produtos químicos direcionados a tipos específicos de insetos; estes, porém, diferem dos inseticidas de amplo espectro, que podem afetar muitas espécies de insetos inofensivos ou benéficos (ANA, 2013). Nas áreas de pecuária, a prevenção da erosão do solo com a adoção de práticas de manejo e a correta utilização de fertilizantes e agrotóxicos é essencial para reduzir os impactos sobre a qualidade dos corpos d'água (ANA, 2012).

É de fundamental importância para a gestão dos recursos hídricos o estabelecimento de uma estratégia que visa ao manejo integrado da terra, da água e dos seres vivos. Esse enfoque ambiental, segundo a ANA (2013a), engloba princípios e metodologias coerentes e complementares à integração da gestão das águas com a gestão ambiental e do uso da terra, conforme preconizado pela Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997). Neste sentido, o conhecimento do uso, cobertura e manejo das terras e o seu grau de proteção e/ou impacto nas bacias hidrográficas é essencial para o estabelecimento de diretrizes contínuas e a identificação de áreas críticas/prioritárias.

A ampliação do monitoramento e da coleta de dados é sempre uma ótima alternativa para o direcionamento da atenção para problemas da qualidade da água (ANA, 2013). É sempre recomendado que se faça medições contínuas e quando possível expandir o número de pontos de coleta para o monitoramento da qualidade das águas.

A vegetação e o solo das bacias hidrográficas, influenciam o modo como a água se desloca sobre a bacia hidrográfica ou penetra nos aquíferos. Alguns tipos de vegetação usam mais água do que outros e folhas de diversos tamanhos e formatos interceptam quantidade variável de precipitação, resultando em taxas de evaporação diferentes (RICHTER, 2015).

Em geral, portanto, um plano de bacia hidrográfica, segundo a ANA (2013a) é composto dos seguintes módulos:

- Diagnóstico integrado quanto à situação dos recursos hídricos em termos de qualidade e quantidade e as relações de interdependência com o meio físico e as atividades socioeconômicas;
- Prognóstico quanto à condição futura dos recursos hídricos da bacia, cobrindo (a) um cenário tendencial; (b) uma prospecção quanto a cenários alternativos; e (c) as alternativas de compatibilização entre disponibilidades e demandas, bem como entre os interesses internos e externos à bacia, considerados esses cenários; e
- Plano propriamente dito, compreendendo (a) um conjunto de diretrizes e metas para que a visão de futuro adotada para a bacia seja construída no horizonte de planejamento; (b) um conjunto de intervenções para conquistar essa visão de futuro; (c) e um conjunto de indicadores para acompanhar a implementação do plano.

4.5.2. Práticas de manejo para a conservação dos usos da terra

As diretrizes quanto ao manejo e conservação das bacias hidrográficas são as propostas de maior importância para as bacias, que também refletem diretamente no cenário quanto a qualidade das águas.

“De um modo geral, as abordagens de planejamento das atividades antrópicas e do uso dos recursos naturais, baseadas em modelos clássicos, têm falhado por dissociarem as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais inerentes” (FERNANDES, 2002, p. 11).

Por isso, primeiramente as propostas são direcionadas a partir de práticas de manejo e então apresentados mapas e tabelas contendo propostas específicas, baseadas no uso, cobertura e manejo da terra. Essas propostas envolvem uma caracterização das classes e a viabilidade na mudança visando o melhor cenário para a conservação ambiental das bacias hidrográficas.

Ao tratarmos de manejo de bacias hidrográficas é importante ter a compreensão, conforme explica Fernandes (2002) que grande parte das práticas recomendadas para manejo integrado das bacias hidrográficas são de notório conhecimento de técnicos e usuários dos recursos naturais, entretanto, a implantação destas práticas não deve ser efetuada de maneira isolada e/ou pontualmente, evitando reflexos localizados e insignificantes.

Estas propostas foram baseadas no que Fernandes (2002) trata como as três linhas mestras do manejo integrado de bacias hidrográficas, representadas como vértices do

triângulo, exemplificadas na figura 99. Ou seja, o manejo de bacias hidrográficas deve sempre levar em considerações as situações de produção, preservação e recuperação.

As diferentes ênfases para cada um dos vértices estão em função das especificidades de cada bacia/sub-bacia hidrográfica. O equilíbrio destas ações básicas reflete concretamente ações de desenvolvimento e produção sustentados em nível de bacias hidrográficas. Logicamente, as ações/medidas recomendadas são funções de cada realidade biofísica e socioeconômicas das bacias trabalhadas (FERNANDES, 2002, p. 126-127).

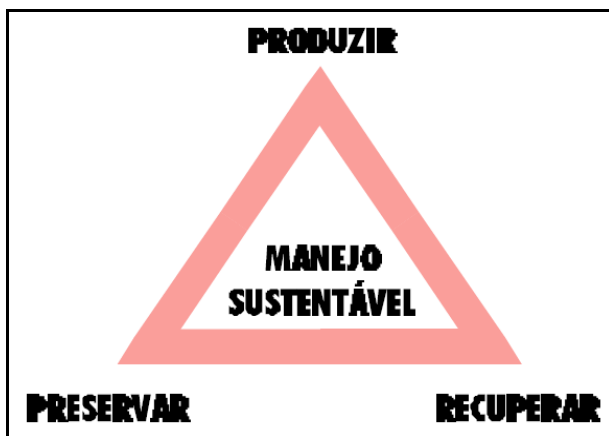


Figura 99: Ações de manejo integrado de bacias hidrográficas

Fonte: Fernandes (2002).

Na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo, o seguinte cenário é apresentado (figura 100 e quadro 20; quadro 21, respectivamente):

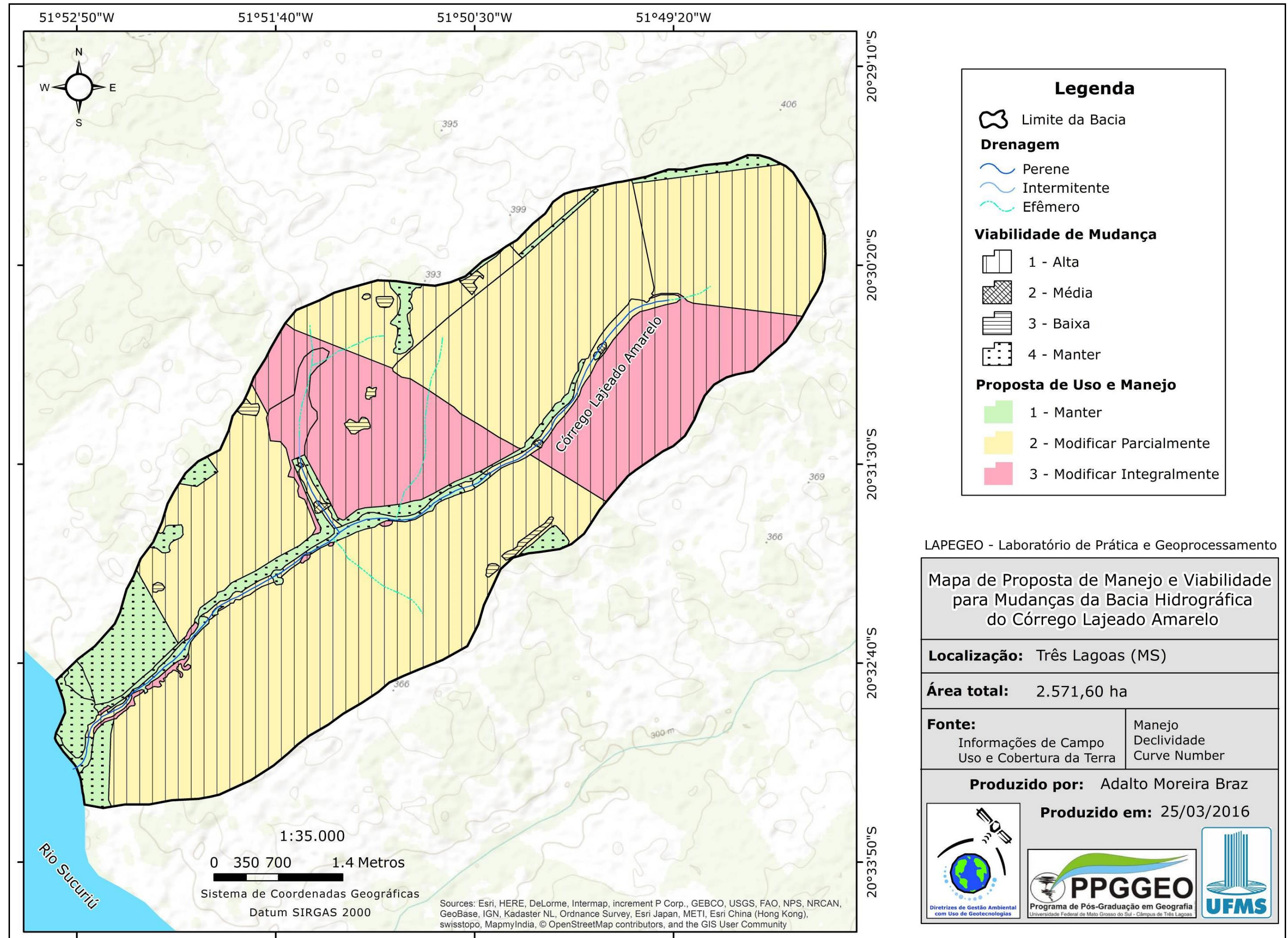


Figura 100: Mapa de propostas de manejo e viabilidade de mudanças da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo.

Quadro 20: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 1.

Classe	Descrição	Função atual	Magnitude de Impacto	Influência na Conservação	Proposta de Uso e Manejo	Justificativa	Viabilidade de mudança	Envolvidos
ADR	Área Degradada	Não possui valor funcional atribuído	3 - Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	O controle de áreas degradadas são de extrema importância para a proteção e conservação do meio ambiente. Nos últimos tempos têm se visto também uma preocupação econômica acerca de áreas degradadas, principalmente pela perda de áreas produtivas e o custo com a recuperação.	1-Alta	Proprietários rurais.
ANM	Agricultura não manejada	Econômica; Auxílio na recuperação da pastagem.	2 - Médio	2 - Média Influência	2-Modificar Parcialmente	O plantio de soja foi introduzido como forma de prática de manejo para melhora da pastagem em processo de degradação. Após o ciclo da soja e sua colheita, sua biomassa é mantida sobre o solo, como forma de adubação orgânica para uma nova pastagem que será implantada. Assim, aumenta-se a quantidade de matéria orgânica do solo e consequentemente contribui para uma pastagem de melhor qualidade. Além disso, a adubação verde contribui para uma melhor infiltração da água no solo.	1-Alta	Proprietários rurais
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal	Zonas reguladoras e mantenedoras do regime das águas. Fonte de biodiversidade.	1 - Baixo	2- Média Influência	2-Modificar Parcialmente	Ecossistemas frágeis, de alta complexidade ecológica. Proteção das nascentes. Regulação e manutenção do regime hidrodinâmico. Proteção aos cursos d'água e sua qualidade.	1-Alta	Proprietários das fazendas em que os cursos d'água fazem parte ou servem como divisa natural.
BRM	Barramentos	Dessedentação do gado e irrigação.	3 - Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	A construção de barragens em bacias hidrográficas tem sempre uma causa negativa à sua conservação. Apesar de quase sempre envolver necessidades às funções econômicas, acaba por alterar características naturais importantes quanto à conservação da bacia hidrográfica, principalmente aspectos relacionados ao curso d'água.	2-Média	Proprietários rurais que usam a área para dessedentação ou outras funções.
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição	Compor Reserva Legal das Propriedades rurais.	1 - Baixo	2 - Média Influência	1-Manter	Especificamente nesta bacia a escolha de áreas para recompor reserva legal foi algo estratégico. Todo o isolamento e regeneração natural é feito em faixas margeando o curso d'água principal e seu afluente, isolando de maneira correta parte das APPs.	4-Manter	Proprietários rurais que usam a área como Reserva Legal.
FGFL	Fragmentos Florestais	Não possui valor funcional atribuído.	1 - Baixo	3 - Pouca Influência	2-Modificar Parcialmente	São em geral pequenas concentrações de vegetação nativa (cerrado) que provavelmente abrigam espécies protegidas, portanto foram mantidas, mesmo que de extensão reduzida.	3-Baixa	Proprietários rurais, órgão ambiental responsável no município (IMASUL), ambientalistas e pesquisadores.
FLT	Floresta	Preservação da bacia hidrográfica e constituição de reserva legal.	1- Baixo	1 - Muito Influência	1-Manter	Vegetações Nativas/Florestas devem ser rigorosamente mantidas	4-Manter	Proprietários rurais, órgão ambiental responsável no município (IMASUL) e demais órgãos públicos, ambientalistas e pesquisadores.

Quadro 20: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 1 – continuação.

Classe	Descrição	Função atual	Magnitude de Impacto	Influência na Conservação	Proposta de Uso e Manejo	Justificativa	Viabilidade de mudança	Envolvidos
IFT	Infraestruturas - Sedes	Administração das fazendas, depósito de máquinas e materiais e moradia para os funcionários residentes nas propriedades rurais. O conjunto de ranchos tem como principal função o lazer no Rio Sucuriú.	2- Médio	4 - Sem Influência	1-Manter	As infraestruturas das propriedades rurais ao longo da bacia hidrográfica não se encontram em áreas de risco ou protegidas pela legislação (APP). Inicialmente não apresentam ameaças diretas à proteção e/ou conservação. Já o conjunto de ranchos, contendo inúmeras infraestruturas estão muito próximos das margens do Rio Sucuriú, tendo um grande fluxo de pessoas usando o local para lazer. Isso pode acabar por prejudicar a conservação tanto da bacia como do próprio rio, caso não exista uma conscientização, principalmente quanto ao correto destino do lixo produzido e dos aterramentos das margens do Rio Sucuriú para construção de "praias" particulares.	4-Manter	Não há necessidade de intervenção.
PD	Pasto Degradado	Criação de gado (pecuária)	3 - Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	Recuperar uma pastagem é mais viável (menos custos) do que estabelecer uma nova pastagem. Também, recuperando uma pastagem, em tese, é evitado a posse e desmatamento de uma nova área a ser convertida para produção. Além disso ao recuperar uma pastagem há um melhor aproveitamento da área produtiva já existente e uma nova oportunidade de manejo para esta classe, que consequentemente irá beneficiar à proteção ambiental.	1-Alta	Proprietários Rurais
PMN	Pasto Manejado	Criação de gado (pecuária)	2 - Médio	2- Média Influência	1-Manter	As pastagens representam uma extensa área da bacia hidrográfica, por isso a boa conservação das pastagens podem evitar diversos problemas (ambientais) futuros, dentre eles, principalmente as erosões. Por apresentarem um alto valor econômico para as propriedades, também se faz necessário as práticas de conservação destas classes, já que, evitando a degradação dos pastos também minimizam-se os gastos com a reparação dos pastos e os danos ambientais.	4-Manter	Proprietários rurais
PRMN	Pasto Ralo - Manejado	Criação de gado (pecuária)	2 - Médio	3 - Pouca Influência	2-Modificar Parcialmente	Se faz necessária uma intervenção quanto à melhora da qualidade da pastagem. Apesar de existirem alguns antigos (e desgastados) terraços e piquetes (muito extensos), em alguns locais o pasto se encontra degradado e com "manchas" de solo exposto e pela grande extensão dos piquetes não há uma dinâmica de roteamento do gado nos piquetes, o que pode se tornar um problema para o solo e a própria pastagem, como já mencionado.	1-Alta	Proprietários Rurais
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo	Criação de gado (pecuária)	3 - Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	Se faz necessária uma intervenção quanto à melhora da qualidade da pastagem. Em alguns locais o pasto se encontra degradado e com "manchas" de solo exposto e pela falta de piquetes não há uma dinâmica de roteamento do gado nem descanso de alguns locais da pastagem, o que pode se tornar um problema para o solo e degradar ainda mais pastagem. Recuperar uma pastagem é mais viável (menos custos) do que estabelecer uma nova pastagem. Também, recuperando uma pastagem, em tese, é evitado a posse e desmatamento de uma nova área à ser convertida para produção. Além disso ao recuperar uma pastagem há um melhor aproveitamento da área produtiva já existente e uma nova oportunidade de manejo para esta classe, que consequentemente irá beneficiar à proteção ambiental.	1-Alta	Proprietários rurais.

Quadro 20: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 1 – continuação.								
Classe	Descrição	Função atual	Magnitude de Impacto	Influência na Conservação	Proposta de Uso e Manejo	Justificativa	Viabilidade de mudança	Envolvidos
PSM	Pasto Sem Manejo	Criação de gado (pecuária).	3 - Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	Manter a qualidade da pastagem visando a conservação da bacia hidrográfica é a melhor proteção à produtividade e ao meio ambiente. Pensar, planejar e executar medidas mitigadoras para determinados problemas futuros de uma pastagem é mais viável (menos custos) do que estabelecer no futuro a restauração ou uma nova pastagem. Além disso, as práticas conservacionistas proporcionam um melhor aproveitamento da área produtiva já existente e a proteção contra impactos negativos à bacia hidrográfica.	1-Alta	Proprietários rurais
SMM	Silvicultura mal manejada	Silvicultura destinada à madeira de mercado.	2 - Médio	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	Os eucaliptos foram plantados paralelos às curvas de nível (declive do terreno), o que é princípio pode ser um problema para o escoamento superficial. Não há terraços entre as linhas de plantio, o que poderia ser uma prática simples e de grande valor para a conservação, já que esta área está próxima à nascente e a retenção de águas superficiais nesta área é importante para a manutenção hidrológica da bacia hidrográfica.	1-Alta	Empresa responsável pela silvicultura.
SR	Situação de Risco	Criação de gado (pecuária)	3 - Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	Esta é enquadrada como área de risco pois exerce influência direta na degradação do curso d'água, principalmente no escoamento superficial e aporte de sedimentos. Seus impactos diretos e indiretos exercem rápidas influências e tendem a aumentar caso não sejam tomadas medidas de mitigação e/ou recuperação desta classe.	1-Alta	Proprietários rurais
FOZ	Foz da Bacia Hidrográfica	Não possui valor funcional atribuído	1 - Baixo	1 - Muito Influência	1-Manter	Devido à formação do lago pela barragem do Rio Sucuriú (UHE Jupia), muitos dos córregos mais próximos sofreram influências. Nesta bacia hidrográfica, sua foz teve uma pequena área do curso d'água expandida, criando-se um espelho d'água em sua foz e expandindo seu curso d'água.	4-Manter	Empresa controladora da UHE.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 21: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2.

Classe	Descrição	Prazo de Mudança/Recuperação	Proposta para Conservação	Consideração
ADR	Área Degradada	2-Médio	Estas áreas degradadas devem ser recuperadas a começar pelo seu isolamento. Por não serem áreas de grande extensão o isolamento e a regeneração natural se mostram como propostas simples, diretas e com baixo custo.	As áreas degradadas são todas, pontualmente, localizadas nas margens dos rios, áreas mais baixas onde o gado faz seu caminho para beber água no curso d'água. Por se tratarem especificamente de áreas de pisoteio do gado, recomenda-se o cercamento da área e a regeneração natural.
ANM	Agricultura não manejada	2-Médio	Construção de obras de arte nos carregadores, curvas de nível no plantio, não aplicar agrotóxicos em período de chuvas, não retirar mais que o volume de água suportado pelo córrego para irrigação do plantio.	A área de agricultura surge com finalidade de correções da pastagem degradada e secundariamente com função econômica. A soja é plantada e posteriormente comercializada, porém a principal função deste plantio é servir como adubo verde e melhorar as propriedades do solo para que, após sua colheita, seja implantada uma nova pastagem de qualidade. Porém, não se deve esquecer que a agricultura, assim como as pastagens, merece um cuidado redobrado em seu manejo, e mesmo a agricultura sendo uma maneira de conservação para a pastagem, deve também ser manejada evitando-se assim, que a solução não potencialize ainda mais o problema.
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal	3-Longo	Preservação. Cercamento. Reflorestamento.	Quando possível, reflorestar as áreas mantendo uma elevada diversidade, compatível com o tipo de vegetação nativa. Poderão ser usadas técnicas como: plantio de mudas, nucleação, semeadura direta, indução e/ou condução da regeneração natural.
BRM	Barramentos	2-Médio	Manter a paisagem natural do local; Preservar a faixa de APP e implantar mata ciliar ou regenerar onde for possível; Impedir o livre acesso do gado; Realizar monitoramento sedimentológico do fundo do reservatório; Monitoramento da qualidade do aterro da barragem; Monitoramento da vazão e fluxo de água na tubulação de fundo e no curso d'água à jusante da barragem.	A construção de barragens deve ser muito bem planejada e envolver um estudo prévio das condições da bacia hidrográfica. Em geral, após a construção de uma barragem, deve ser estabelecida uma rotina de serviços necessários à sua manutenção. Material transportado, parâmetros hidrológicos e sedimentológicos, qualidade das águas e legislação vigente estão entre os serviços rotineiros.
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição	4-Andamento	Recompor a área a partir de reflorestamentos para acelerar a regeneração de florestas. Porém esta medida é facultativa, já que as áreas estão se regenerando naturalmente.	Existe uma extensão considerável em forma de uma faixa margeando os cursos d'água onde estas estão isoladas e em processo natural de regeneração. A escolha para a conversão dos pastos próximos às APPs em Reserva Legal em Recomposição é excelente para a conservação dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica. Apesar de apenas a margem direita estar beneficiada por esta proposta, isso mostra um grande avanço no valor ambiental dado à bacia pelos proprietários rurais responsáveis por esta escolha. A nascente também poderia ser uma das áreas beneficiadas por esta proposta. É importante ressaltar que esta faixa não é uma APP e sim uma faixa em suas adjacências destinada à Reserva Legal das propriedades rurais, que indiretamente acabam por aumentar a extensão de áreas protetoras dos cursos d'água.
FGFL	Fragmentos Florestais	3-Longo	Seria de grande valia para a bacia hidrográfica que estas áreas com pequenos fragmentos de vegetação natural continuassem preservadas e, principalmente, fossem expandidas por reflorestamento. Porém, é importante reconhecer que por localizarem, em geral, nos pastos (áreas produtivas) não há um interesse nas propostas de conservação, o que inviabiliza o aumento destas pequenas concentrações de vegetação.	Em geral os fragmentos mapeados encontram-se na vertente e encostas (meia vertente), em sua maioria. Estas áreas são de extrema importância para a proteção e conservação ambiental da bacia hidrográfica, algumas se mostrando também como área de recarga. A reconstituição e aumento desses fragmentos de vegetação nativa seriam de grande importância para a conservação ambiental, principalmente por suas localizações se mostrarem interessantes quando consideramos a bacia hidrográfica como um sistema ambiental.

Quadro 21: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2 – continuação.

Classe	Descrição	Prazo de Mudança/Recuperação	Proposta para Conservação	Consideração
FLT	Floresta	4-Andamento	Toda a vegetação deve ser mantida e preservada contra o desmatamento e queimadas (quando possível). A vegetação é único e principal uso com funções naturais de conservação para a bacia hidrográfica. Principalmente a vegetação ciliar desta bacia. Propomos ainda o reflorestamento imediado das margens do canal onde não há nenhum tipo de vegetação ciliar, principalmente nas áreas degradadas (solo exposto) próximas do curso d'água.	As vegetações nativas e florestas devem rigorosamente mantidas e preservadas. Esta classe é um dos principais fatores influentes na proteção do solo contra as atividades erosivas das águas pluviais e fluviais (no caso de matas ciliares) e no respectivo assoreamento dos leitos do canal, além de proporcionar a oxigenação das águas superficiais e, proteger e garantir a qualidade das águas como um todo. Nas APPs sem matas ciliares é aconselhável o reflorestamento e constituição da vegetação para maior proteção dos cursos d'água.
IFT	Infraestruturas - Sedes	4-Andamento	No lugar de propostas, serão feitas sugestões. Os principais riscos que podem ser oferecidos pelos moradores de cada propriedade rural e do conjunto de ranchos, são quanto ao despejo adequado dos resíduos domésticos (lixos). Quanto aos galpões de máquinas e utilitários agrícolas, deve-se tomar cuidados quanto ao despejo indevido, principalmente de óleos das máquinas e subprodutos inutilizados após o descarte, evitando a contaminação do solo e das águas.	No caso das infraestruturas devem ser tomados alguns cuidados quanto a contaminação do meio ambiente. Nenhuma construção das propriedades rurais encontra-se irregular em locais de sensibilidade ambiental ou protegidos pela legislação. Portanto não existem propostas a serem feitas, mas sim, sugestões para a prevenção de alterações e impactos ao meio ambiente. Para o conjunto de ranchos, onde construções estão em locais de maior sensibilidade, deve haver uma conscientização, principalmente quanto ao descarte de lixos e a conservação das margens do Rio Sucuriú. Recomenda-se, para os lotes onde existem áreas úmidas, que estas não sejam aterradas.
PD	Pasto Degradado	3-Longo	Recuperação de toda a área da pastagem degradada; quando da implantação de uma nova pastagem, arar e gradar o solo para o pré-plantio; correção e fertilização do solo (caso necessário); períodos de descanso; divisão por piquetes; construção de terraços do tipo magnum (melhor retenção da água); produção de forragem.	Nas áreas de pastagens em recuperação tem-se observado ao longo do tempo aumentos no teor de matéria orgânica dos solos e na cobertura vegetal da área, que garantem melhor aproveitamento da água, evitando a possibilidade de compactação e de erosão das áreas de pastagens, além de dificultar a infestação por plantas daninhas. Uma vez recuperada, a pastagem submetida a manejo adequado tanto da planta quanto do solo, pode persistir durante décadas, sem necessidade de reforma (OLIVEIRA e CORSI, 2005, p. 21).
PMN	Pasto Manejado	4-Andamento	Manter as práticas de menjo da pastagem. A nível de continuação podem ser aplicadas práticas de caráter edáfico e/ou de caráter mecânico. É de grande valia a construção de terraços do tipo magnum (retenção de água). Também devem ser evitadas e controladas as queimadas nas pastagens. Devem ser colocados bebedouros no pasto, evitando que o gado use água do rio para dessedentação.	As pastagens são grandes causadoras de erosões e degradação dos solos. Esta é o tipo de uso encontrado na bacia que deve envolver o maior número de práticas conservaionistas. Os terraços são grandes aliados na conservação das pastagens e do meio ambiente, evitando prejuízos econômicos e ambientais. Devem-se evitar o excesso de animais para que não se compacte o solo, para isso deve-se dividir o pasto em piquetes para a rotação dos animais (como já vem sendo feito). Quando necessário também deve haver a adubação e a otimização do solo para a renovação dos pastos.
PRMN	Pasto Ralo - Manejado	2-Médio	Maior divisão dos piquetes; Construção de terraços; Renovação (reforma) da pastagem degradada; Fertilização visando a melhor qualidade do pasto (caso necessário correção do solo).	Apesar de ser considerado como pasto manejado, há uma necessidade de intervenção e melhora do manejo desta classe. Os extensos piquetes e os terraços já desgastados já não são tão funcionais. É necessário, quanto antes a intervenção e o manejo adequado, inpedindo assim, que a degradação deste pasto seja acelerada.
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo	2-Médio	Implantação de piquetes adequados e sistema roteamento do gado; Construção de terraços do tipo magnum (melhor retenção da água); Recuperação da pastagem degradada; Aração e gradagem a cada ciclo de implantação da pastagem; Fertilização visando a melhor qualidade do pasto (caso necessário correção do solo). Devem ser colocados bebedouros no pasto, evitando que o gado use água do rio para dessedentação.	Nestas áreas são encontradas pastagens já próximas à degradação, com alguns locais de solo exposto (devido ao pasto ralo). Há uma rápida necessidade de intervenção e melhora do manejo desta classe. Na maior parte não são encontrados piquetes, nem terraços. É preciso intervir e manejar estas áreas o mais rápido possível, evitando o aceleramento da degradação e a perda de produtividade destes pastos e, consequentemente, a diminuição da conservação ambiental na bacia hidrográfica.

Quadro 21: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – 2 – continuação.

Classe	Descrição	Prazo de Mudança/Recuperação	Proposta para Conservação	Consideração
PSM	Pasto Sem Manejo	2-Médio	Se faz necessária uma intervenção quanto à melhora da qualidade da pastagem. Existem piquetes dividindo estes pastos, mas com grandes extensões, também não existem terraços. O acesso do gado ao curso d'água deve ser intemrrompido com o uso de cercas, aliado a esta medida, recomenda-se a implantação de mais bebedouros dentro do pasto, evitando a necessidade de utilização do curso d'água para dessedentação dos animais.	É preciso investir em práticas para a conservação das pastagens antes da degradação e/ou dos impactos ao meio ambiente. A viabilidade para a proteção e desenvolvimento de práticas conservacionistas é mais alta e compensatória enquanto danos produtivos e ambientais ainda não estiverem surgidos.
SMM	Silvicultura mal manejada	1-Curto	Construir terraços de base estreita, de maneira que influencie o mínimo possível no plantio e colheita da silvicultura mas que somam-se à práticas para a conservação ambiental. Quando da próxima colheita, sugere-se o remodelamento da direção das linhas de plantio, passando a ser transversal às curvas de nível.	Muitas plantações florestais foram estabelecidas com enorme sucesso no hemisfério sul, em países não tradicionalmente importantes como produtores de madeira para fins industriais, como o Brasil, a África do Sul, o Chile, a Nova Zelândia etc. Esse acontecimento é considerado uma das marcantes características da silvicultura moderna, e está, no geral, promovendo uma modificação substancial no padrão mundial de produção de madeira, assim como no mercado mundial de produtos florestais (LIMA, 1996, p. 33).
SR	Situação de Risco	2-Médio	Recuperação de toda a área da pastagem degradada, considerada aqui como uma área de risco. Recomenda-se a reforma completa desta pastagem. Quando da implantação de uma nova pastagem, arar e gradar o solo para o pré-plantio; Se possível não utilizar fertilizantes, evitando o carreamento destas partículas até a nascente; Após a reforma da pastagem, manter períodos de descanso; Divisão por piquetes; construção de terraços do tipo magnum (melhor retenção da água); produção de forragem. Manter as áreas mais próximas da cabeceira do curso d'água isoladas e promover o reflorestamento desta área.	Esta é uma área que pode ser usada como exemplo dos problemas acarretados pela falta de manejo em classes de uso produtivo. É uma área de pastagem degradada, que por agravar e influenciar diretamente o transporte de sedimentos para o curso d'água e assoreamento de sua nascente, tornou-se uma área de risco para a bacia hidrográfica. Portanto, deve ser a classe de maior urgência quanto ao manejo e intervenções visando a conservação ambiental da bacia.
FOZ	Foz da bacia hidrográfica	4-Andamento	Não despejar resíduos ou lixos dos ranchos no Rio. Manter as margens onde são usadas por banhistas sempre limpas e conservadas. Nas áreas dos ranchos, não promover o desmatamento das margens do rio para formar "praias".	Esta área na foz da bacia hidrográfica para o rio Sucuriú é onde seu curso d'água foi alargado devido o barramento da UHE. Na maior parte da área, atualmente existe um conjunto de ranchos, utilizado principalmente para o lazer, dentre eles o principalmente atrativo são os rios. Para isso, é importante haver uma conscientização para manter a conservação ambiental na área, conciliando o lazer com a qualidade dos rios.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, o seguinte cenário é apresentado (figura 101 e quadro 22; quadro 23, respectivamente):

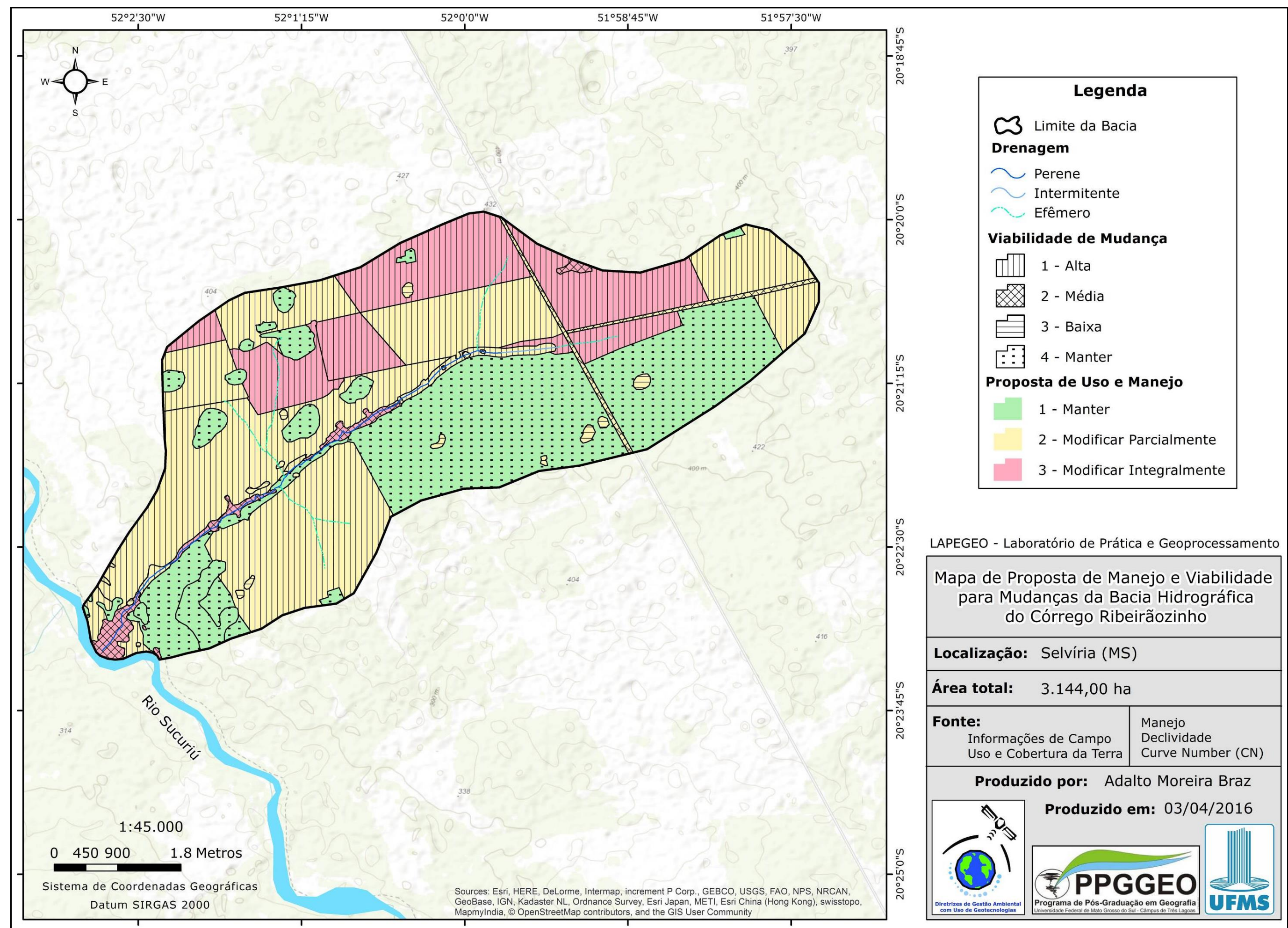


Figura 101: Mapa de propostas de manejo e viabilidade de mudanças da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Quadro 22: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 1.								
Classe	Descrição	Função atual	Magnitude de Impacto	Influência na Conservação	Proposta de Uso e Manejo	Justificativa	Viabilidade de mudança	Envolvidos
ADR	Área Degradada	Não possui valor funcional atribuído	3-Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	O controle, monitoramento e recuperação de áreas degradadas (e erosões) são de extrema importância para a proteção e conservação do meio ambiente. Nos últimos tempos têm se visto também uma preocupação econômica acerca de áreas degradadas, principalmente pela perda de áreas produtivas e o custo com a recuperação.	2-Média	Proprietários rurais.
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal	Zonas reguladoras e mantenedoras do regime das águas. Fonte de biodiversidade.	1-Baixo	2- Média Influência	2-Modificar Parcialmente	Ecossistemas frágeis, de alta complexidade ecológica. Proteção das nascentes. Regulação e manutenção do regime hidrodinâmico. Proteção aos cursos d'água e sua qualidade.	1-Alta	Proprietários das fazendas em que os cursos d'água fazem parte ou servem como divisa natural.
BRM	Barramentos	Dessedentação do gado.	3-Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	A construção de barragens em bacias hidrográficas tem sempre uma causa negativa à sua conservação. Apesar de quase sempre envolver necessidades às funções econômicas, acaba por alterar características naturais e importantes quanto à conservação da bacia hidrográfica, principalmente aspectos relacionados ao curso d'água.	2-Média	Proprietários rurais que usam a área para dessedentação.
CSE	Colheita de Silvicultura de Eucalipto	Solo à ser preparado para um novo ciclo de silvicultura.	1-Baixo	4 - Sem Influência	1-Manter	A silvicultura aparece com uma classe de uso quase que insignificativa para a bacia hidrográfica, sendo que apenas parte do plantio é localizado dentro de seus limites. Os impactos da silvicultura são mais voltados ao próprio Rio Sucuriú do que ao Córrego Ribeirãozinho. Mesmo com o solo exposto na vertente da bacia, não é uma área considerável para que impacte diretamente o sistema da bacia analisada.	1-Alta	Empresa responsável pela silvicultura.
CSP	Campo Sujo - Pastagem	Criação de gado (pecuária) em pequena escala.	2-Médio	3 - Pouca Influência	3 - Modificar Integralmente	O pasto está alto e com presença de vegetação arbórea-arbustiva. Pouco usado para a pecuária, com um número baixo de gado em circulação. Porém, devido estar em APP torna-se uma ocupação/atividade irregular. Devendo ser retirado o gado o quanto antes e manter a esta área como Reserva em Recomposição, devido a APP.	1-Alta	Proprietários rurais.
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição	Compor Reserva Legal das Propriedades rurais.	1-Baixo	2 - Média Influência	1-Manter	Provável área de antiga pastagem que atualmente encontra-se protegida como área de Reserva Legal em Recomposição, em função do licenciamento ambiental da propriedade.	4-Manter	Proprietários rurais que usam a área como Reserva Legal.
EED	Estrada de Efeito Danoso	Estrada antiga, é o principal acesso saindo da rodovia MS-112 fazendo a ligação até as propriedades rurais de toda esta região.	3-Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	Proteção da Nascente.	2-Média	Proprietários, órgão ambiental responsável no município (IMASUL), Prefeitura Municipal de Selvíria
EMP	Estrada Mal Planejada	Único acesso para a propriedade rural e para um traçado de caminho.	3-Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	Proteção da Nascente e prevenção contra a degradação das áreas de risco.	2-Média	Proprietário da fazenda na qual a estrada dá acesso.
FGFL	Fragmentos Florestais	Não possui valor funcional atribuído.	1-Baixo	2 - Pouca Influência	2-Modificar Parcialmente	São em geral pequenas concentrações de vegetação nativa (cerrado - arbórea-aberta) que provavelmente abrigam espécies protegidas, portanto foram mantidas, mesmo que em extensão reduzida.	3-Baixa	Proprietários rurais, órgão ambiental responsável no município (IMASUL), ambientalistas e pesquisadores.

Quadro 22: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 1 – continuação.

Classe	Descrição	Função atual	Magnitude de Impacto	Influência na Conservação	Proposta de Uso e Manejo	Justificativa	Viabilidade de mudança	Envolvidos
FLT	Floresta	Preservação da bacia Hidrográfica e constituição de Reserva Legal.	1-Baixo	1 - Muita Influência	1-Manter	Vegetações Nativas/Florestas devem ser rigorosamente mantidas	4-Manter	Proprietários rurais, órgão ambiental responsável no município (IMASUL) e demais órgãos públicos, ambientalistas e pesquisadores.
IFT	Infraestruturas	Administração das fazendas, depósito de máquinas e materiais e moradia para os funcionários residentes nas propriedades rurais.	1-Baixo	4 - Sem Influência	1-Manter	As infraestruturas ao longo da bacia hidrográfica não se encontram em áreas de risco ou protegidas pela legislação (APP). Inicialmente não apresentam ameaças diretas à proteção e/ou conservação.	4-Manter	Não há necessidade de intervenção
PD	Pasto Degradado	Criação de gado (pecuária)	3-Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	Recuperar uma pastagem é mais viável (menos custos) do que estabelecer uma nova pastagem. Também, recuperando uma pastagem, em tese, é evitado a posse e desmatamento de uma nova área à ser convertida para produção. Além disso ao recuperar uma pastagem há um melhor aproveitamento da área produtiva já existente e uma nova oportunidade de manejo para esta classe, que consequentemente irá beneficiar a proteção ambiental.	1-Alta	Proprietários Rurais
PMN	Pasto Manejado	Criação de gado (pecuária)	1-Baixo	2- Média Influência	1-Manter	As pastagens representam uma extensa área da bacia hidrográfica, por isso a boa conservação das pastagens podem evitar diversos problemas (ambientais) futuros, dentre eles, principalmente as erosões. Por apresentarem um alto valor econômico para as propriedades, também se faz necessário as práticas de conservação destas classes, já que evitando a degradação dos pastos também se minimizam os gastos com a reparação dos pastos e os danos ambientais.	4-Manter	Proprietários rurais
PRMN	Pasto Ralo - Manejado	Criação de gado (pecuária)	2 - Médio	3 - Pouca Influência	2-Modificar Parcialmente	Se faz necessária uma intervenção quanto à melhora da qualidade da pastagem. Apesar de existirem alguns antigos (e desgastados) terraços e piquetes (muito extensos), em alguns locais o pasto se encontra degradado e com "manchas" de solo exposto, e pela grande extensão dos piquetes não há uma dinâmica de roteamento do gado nos piquetes, o que pode se tornar um problema para o solo e a própria pastagem, como já mencionado.	1-Alta	Proprietários Rurais
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo	Criação de gado (pecuária)	3 - Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	Se faz necessária uma intervenção quanto à melhora da qualidade da pastagem. Em alguns locais o pasto se encontra degradado e com "manchas" de solo exposto e pela falta de piquetes não há uma dinâmica de roteamento do gado, nem descanso de alguns locais da pastagem, o que pode se tornar um problema para o solo e degradar ainda mais pastagem. Recuperar uma pastagem é mais viável (menos custos) do que estabelecer uma nova pastagem. Também, recuperando uma pastagem, em tese, é evitado a posse e desmatamento de uma nova área à ser convertida para produção. Além disso ao recuperar uma pastagem há um melhor aproveitamento da área produtiva já existente e uma nova oportunidade de manejo para esta classe, que consequentemente irá beneficiar à proteção ambiental.	1-Alta	Proprietários rurais.

Quadro 22: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 1 – continuação.								
Classe	Descrição	Função atual	Magnitude de Impacto	Influência na Conservação	Proposta de Uso e Manejo	Justificativa	Viabilidade de mudança	Envolvidos
PSM	Pasto Sem Manejo	Criação de gado (pecuária).	3 - Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	Manter a qualidade da pastagem visando a conservação da bacia Hidrográfica é a melhor proteção à produtividade e ao meio ambiente. Pensar, planejar e executar medidas mitigadoras para determinados problemas futuros de uma pastagem é mais viável (menos custos) do que estabelecer no futuro a restauração ou uma nova pastagem. Além disso, as práticas conservacionistas proporcionam um melhor aproveitamento da área produtiva já existente e a proteção contra impactos negativas à bacia hidrográfica.	1-Alta	Proprietários rurais e órgão ambiental responsável no município (IMASUL).
PSSM	Pasto sujo sem manejo	Criação de gado (pecuária).	3 - Alto	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	O pasto está alto e com presença de vegetação arbórea-arbustiva. Nas áreas de erosão, deve-se suspender o acesso ao gado, cercá-las e iniciar o processo recuperação destas áreas. Quanto a pastagem, deve-se manter sua qualidade visando a conservação da bacia hidrográfica e a produtividade. O controle, monitoramente e recuperação das erosões são de extrema importância para a proteção e conservação do meio ambiente. Nos últimos tempos têm se visto também uma preocupação econômica acerca de áreas degradadas, principalmente pela perda de áreas produtivas e o custo com a recuperação.	1-Alta	Proprietários rurais e órgão ambiental responsável no município (IMASUL).
SMM	Silvicultura mal manejada	Silvicultura destinada à produção de celulose.	2 - Médio	4 - Sem Influência	2-Modificar Parcialmente	Os eucaliptos foram plantados transversal às curvas de nível (declive do terreno), o que é princípio básico para um bom manejo. Porém existem estradas na direção do declive sem camalhões ou bigodes, que deve deve ser uma preocupação, principalmente pela força do escoamento superficial que pode afetar a planície de inundação, ao final do plantio.	1-Alta	Empresa responsável pela silvicultura.
SR	Situação de Risco	Não possui valor funcional atribuído	3 - Alto	4 - Sem Influência	3 - Modificar Integralmente	As erosões apresentam grandes riscos ambientais à bacia hidrográfica. Seus impactos diretos e indiretos exercem rápidas influências e tendem a aumentar caso não sejam tomadas medidas de mitigação e/ou recuperação destas classes.	1-Alta	Proprietários rurais

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 23: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2.

Classe	Descrição	Prazo de Mudança/Recuperação	Proposta para Conservação	Consideração
ADR	Área Degradada	3-Longo	As áreas degradadas devem ser recuperadas principalmente pelo seu isolamento, regeneração natural e/ou reflorestamento. Estas são as maneiras mais simples e diretas na recuperação ou regeneração de áreas degradadas. No caso de áreas com estágios avançados de degradação, recomenda-se o uso de técnicas de bioengenharia e intervenção mecânica para a recuperação das áreas afetadas.	No caso desta bacia hidrográfica, a maior área degradada se encontra ao longo do canal, com grandes processos erosivos. Estas erosões devem ser cercadas e isoladas e recuperadas. Recomenda-se para o reflorestamento a escolha de espécies nativas, adaptadas às condições e ao solo do local a ser restaurado. Espécies que ofereçam frutos são sempre boas opções para atrair também espécies de fauna. No exutório da bacia, a melhor maneira de recuperá-lo, é mitigando os impactos e recuperando as erosões canal acima, regenerando a mata ciliar e desenvolvendo um bom manejo com práticas conservacionistas ao longo da bacia, para que a carga de sedimentos transportado diminua. Esta área já se encontra isolada e em regeneração natural. No alto curso da Bacia, a existência de uma área degradada isolada pode ser corrigida por técnicas de manejo, descompactando o solo, reformando a pastagem e deixando a área em pousio o tempo necessário para que o pasto se torne produtivo novamente e a área recuperada.
AUSPF	Área Úmida sem Proteção florestal	2-Médio	Preservação. Reflorestamento. Cercamento. Distribuição adequada dos usos da terra.	Quando possível, reflorestar as áreas mantendo uma elevada diversidade, compatível com o tipo de vegetação nativa. Poderão ser usadas técnicas como: plantio de mudas, nucleação, semeadura direta, indução e/ou condução da regeneração natural.
BRM	Barramentos	1-Curto	Manter a paisagem natural do local; Preservar a faixa de APP e implantar mata ciliar ou regenerar onde for possível; Impedir o livre acesso do gado; Realizar monitoramento sedimentológico do fundo do reservatório; Monitoramento da qualidade do aterro da barragem; Monitoramento da vazão e fluxo de água na tubulação de fundo e no curso d'água à jusante da barragem.	A construção de barragens deve ser muito bem planejada e envolver um estudo prévio das condições da Bacia Hidrográfica. No bacia do Ribeirãozinho a construção de uma série de barragens é algo à se preocupar quanto à sua conservação, já que há registro de outros arrombamentos em barragens, gerando impactos presentes até o momento neste bacia. Em geral, após a construção de uma barragem, deve ser estabelecida uma rotina de serviços necessários à sua manunção. Material transportado, parâmetros hidrológicos e sedimentológicos, qualidade das águas e legislação vigente estão entre os serviços rotineiros.
CSE	Colheita de Silvicultura de Eucalipto	1-Curto	Quanto menos tempo o solo permanecer descoberto melhor será para o meio ambiente. O corte escalonado, seguindo dos talhões de cotas mais altas para os de cotas mais baixas, contribuem para o bom manejo da silvicultura. No intervalo de plantio, é necessário que se faça as correções adequadas no solo em uso. Recomenda-se também a renovação dos terraços e bigodas das estradas em declive.	Áreas de colheita de silvicultura normalmente irão "surgir" entre os ciclos de plantio, em média a cada 7 anos. Merecem uma atenção especial devido à desproteção do solo, e quanto mais rápido for o replantio, melhor será para a conservação do meio ambiente.
CSP	Campo Sujo - Pastagem	1-Curto	Devido ao estado e qualidade do pasto atualmente não são necessárias medidas conservacionistas urgentes. Há pouco gado em circulação nesta pastagem. A preocupação deve existir quando surgir a necessidade de uso mais intenso destes pastos. Neste caso devem ser realizadas as práticas básicas de conservação dos pastos (piquetes e terraços).	A pastagem é irregular e esta área deve ser usada estritamente como função protetora para o canal e consequentemente para a bacia hidrográfica. Os animais devem ser retirados o mais rápido possível e a área cercada. Sendo esta classe, passando a ser área de regeneração ambiental.
CSRC	Campo Sujo - Reserva Legal em Recomposição	4-Andamento	Recompor a área a partir de reflorestamentos para acelerar a regeneração de florestas. Porém esta medida é facultativa, já que as áreas estão se regenerando naturalmente.	Existe uma área considerável na margem esquerda da bacia ocupada por Campo Sujo destinado à composição de Reserva Legal. Em alguns pontos isolados a regeneração apresenta estágios mais avançados que em outros locais (apenas com vegetação rasteira). A escolha para a conversão dos pastos em Reserva Legal em Recomposição é excelente, sendo o baixo curso da bacia, próximo à planície de inundação do Rio Sucuriú e ao seu canal os locais/elementos mais beneficiados pela Reserva Legal em Recomposição. Em alguns locais foram escolhidas as áreas adjacentes ao canal da bacia do Ribeirãozinho em sua APP. Portanto a iniciativa tomada deve ser mantida e de forma faculdade acelerada a recomposição florestal.
EED	Estrada de Efeito Danoso	1-Curto	Construção de obras de arte para o amortecimento dos atuais impactos e prevenção dos futuros impactos.	Valetas de proteção; bacias de acumulação; Caixa coletora; Caixa em contenção; Bigodes; Camalhões
EMP	Estrada Mal Planejada	1-Curto	Construção de obras de arte para o amortecimento dos atuais e prevenção dos futuros impactos. Planejar as estradas em nível, sempre que possível.	Bidoges; valetas de proteção; bacias de acumulação

Quadro 23: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2 – continuação.

Classe	Descrição	Prazo de Mudança/Recuperação	Proposta para Conservação	Consideração
FGFL	Fragmentos Florestais	3-Longo	Seria de grande valia para a bacia hidrográfica que estas áreas com pequenos fragmentos de vegetação natural continuassem preservados e, principalmente, fossem expandidas (quando possível) por reflorestamento. Porém, é importante reconhecer que por localizarem, em geral, nos pastos (áreas produtivas) não há um interesse nas propostas de conservação, o que inviabiliza o aumento destas pequenas concentrações de vegetação.	Em geral os fragmentos mapeamendos encontram-se na vertente e enconstas (meia vertente) da bacia. Estas áreas são de extrema importância para a proteção e conservação ambiental da bacia hidrográfica, algumas se mostrando também como área de recarga hidrológica. A reconstituição e aumento desses fragmentos de vegetação nativa seriam de grande importância para a conservação ambiental, principalmente por suas localizações se mostrarem interessantes quando consideramos a bacia hidrográfica como um sistema ambiental.
FLT	Floresta	4-Andamento	Toda a vegetação deve ser mantida e preservada contra o desmatamento e queimadas (quando possível). A vegetação é o único e principal uso com funções naturais de conservação para a bacia hidrográfica. Principalmente a (pouca) vegetação ciliar desta bacia. Propomos ainda o reflorestamente imediato das margens do canal onde não há nenhum tipo de vegetação ciliar, principalmente nas áreas de solo exposto (erosão) presentes ao longo do canal.	As vegetações naturais florestais (arbórea-aberta - cerrado e floresta estacional semidecidual aluvial - mata atlântica) devem ser rigorosamente mantidas e preservadas. Esta classe é um dos principais fatores influentes na proteção do solo contra as atividades erosivas das águas pluviais e fluviais (no caso de matas ciliares) e no respectivo assoreamento dos leitos do canal, além de proporcionar a oxigenação das águas superficiais e, proteger e garantir a qualidade das águas de modo geral. Nas áreas de solo exposto/degradadas (erosão) sugerimos o imediato reflorestamento, assim como nas APPs pouco vegetadas desta bacia hidrográfica.
IFT	Infraestruturas	4-Andamento	No lugar de propostas, serão feitas sugestões. Os principais riscos que podem ser oferecidos pelos moradores de cada propriedade rural, quanto ao despejo inadequado dos resíduos domésticos (lixos). Quanto aos galpões de máquinas e utilitários agrícolas, deve-se tomar cuidados quanto ao despejo indevido, principalmente de óleos das máquinas e subprodutos inutilizados após o descarte, evitando a contaminação do solo e das águas.	No caso das infraestruturas devem ser tomados alguns cuidados quanto a contaminação do meio ambiente. Nenhuma construção encontra-se irregular em locais de sensibilidade ambiental ou protegidos pela legislação. Portanto não existem propostas a serem feitas, mas sim, sugestões para a prevenção de alterações e impactos ao meio ambiente.
PD	Pasto Degradado	2-Médio	Recuperação de toda a área da pastagem degradada; quando da implantação de uma nova pastagem, arar e gradar o solo para o pré-plantio; correção e fertilização do solo (caso necessário); períodos de descanso; divisão por piquetes; construção de terraços do tipo magnum (melhor retenção da água); produção de forragem (opcional).	Em pastagens em recuperação tem-se observado ao longo do tempo aumentos no teor de matéria orgânica dos solos e na cobertura vegetal da área, que garantem melhor aproveitamento da água, evitando a possibilidade de compactação e de erosão das áreas de pastagens, além de dificultar a infestação por plantas daninhas. Uma vez recuperada, a pastagem submetida a manejo adequado tanto da planta quanto do solo, pode persistir durante décadas, sem necessidade de reforma (OLIVEIRA e CORSI, 2005, p. 21).
PMN	Pasto Manejado	4-Andamento	Manter as práticas de manejo da pastagem. A nível de continuação podem ser aplicadas práticas de caráter edáfico e mecânico. É de grande valia a construção de terraços do tipo magnum (conservação da água) ou terraços de base larga (contensão de erosões). Também devem ser evitadas e controladas as queimadas nas pastagens. Devem ser colocados bebedouros no pasto, evitando que o gado use água do rio para dessedentação.	As pastagens são grandes causadoras de erosões e degradação dos solos. Este é o tipo de uso encontrado na bacia que deve envolver o maior número de práticas conservaionistas. Os terraços são grandes aliados na conservação das pastagens e do meio ambiente, evitando prejuízos econômicos e ambientais. Devem-se evitar o excesso de animais para que não se compacte o solo, para isso deve-se dividir o pasto em piquetes para a rotação dos animais (como já vem sendo feito). Quando necessário também deve haver a adubação e a otimização do solo para a renovação dos pastos.
PRMN	Pasto Ralo - Manejado	2-Médio	Maior divisão dos piquetes; Construção de terraços; Renovação (reforma) da pastagem degradada; Fertilização visando a melhor qualidade do pasto (caso necessário a correção do solo).	Apesar de ser considerado como pasto manejado, há uma necessidade de intervenção e melhora do manejo desta classe. Os extensos piquetes e os terraços desgastados já não são tão funcionais. É necessário, quanto antes a intervenção e o manejo adequado, inpedindo assim, que a degradação deste pasto seja acelerada.
PRSM	Pasto Ralo - Sem Manejo	2-Médio	Implantação de piquetes adequados e sistema roteamento do gado; Construção de terraços do tipo magnum (melhor retenção da água); Recuperação da pastagem degradada; Aração e gradagem a cada ciclo de implantação da pastagem; Fertilização visando a melhor qualidade do pasto (caso necessário correção do solo).	Nestas áreas são encontradas pastagens já próximas à degradação, com alguns locais de solo exposto (devido ao pasto ralo). Há uma rápida necessidade de intervenção e melhora do manejo desta classe. Na maior parte não são encontrados piquetes nem terraços. É preciso intervir e manejar estas áreas o mais rápido possível, evitando o aceleramento da degradação e a perda de produtividade destes pastos e, conseqüentemente, a diminuição da conservação ambiental na bacia hidrográfica.

Quadro 23: Diretrizes ambientais e propostas de manejo e conservação para a bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho – 2 – continuação.				
Classe	Descrição	Prazo de Mudança/Recuperação	Proposta para Conservação	Consideração
PSM	Pasto Sem Manejo	2-Médio	Se faz necessária uma intervenção quanto à melhora da qualidade da pastagem. Existem piquetes dividindo estes pastos, porém não existem terraços. Há uma necessidade de terraços nas áreas de maior declive próximas da nascente e do canal. Devem ser colocados bebedouros para o gado e cercado o acesso ao canal. As áreas de pastagem dentro da APP devem ser isoladas e regeneradas.	É preciso investir em práticas para a conservação das pastagens antes da degradação e/ou dos impactos ao meio ambiente. A viabilidade para a proteção e desenvolvimento de práticas conservacionistas é mais alta e compensatória enquanto danos produtivos e ambientais ainda não tenham surgidos.
PSSM	Pasto sujo sem manejo	3-Longo	Isolar as áreas degradadas e promover sua recuperação; Construção de terraços de base larga, principalmente nas proximidades das erosões; Correção mecânicas do solo nas áreas próximas às erosões (descompctação); Caso seja mantido a quantidade de animais não será necessário a divisão de maior número de piquetes; Construção de bebedouros no pasto, para evitar que o gado vá até o canal beber água; Reflorestamento das margens do canal, para evitar o assoreamento das áreas pisoteadas pelo gado.	Em geral, a pastagem se encontra em bom estado de conservação, apesar de não ser aplicado nenhum tipo de manejo. O descuido quanto ao acesso do gado ao canal, proporcionou o surgimento de ravinas, impulsionadas pela compactação do solo em função do caminho do gado até o canal, para beber água. Estas áreas merecem uma atenção especial e uma rápida intervenção, pois é grande seu potencial de crescimento, de assoreamento e aumento do transporte de sedimentos no canal. Estas erosões coincidem também com as áreas de maior declividade onde esta classe está presente, realçando a necessidade da construção de terraços para conter a força do escoamento superficial. Deve-se atentar ao número de animais nesta classe, sendo que atualmente há espaço para mais animais, podendo transferir animais de outros pastos com uso intensivo para estes locais, equilibrando a produtividade e qualidade da pastagem ao sistema ambiental.
SMM	Silvicultura mal manejada	1-Curto	Construção de bigodes e camalhões nas estradas e caixas de retenção (caso necessário). Construir terraços de base estreita, de maneira que influencie o mínimo possível no plantio e colheita da silvicultura.	Muitas plantações florestais foram estabelecidas com enorme sucesso no hemisfério sul, em países não tradicionalmente importantes como produtores de madeira para fins industriais, como o Brasil, a África do Sul, o Chile, a Nova Zelândia etc. Esse acontecimento é considerado uma das marcantes características da silvicultura moderna, e está, no geral, promovendo uma modificação substancial no padrão mundial de produção de madeira, assim como no mercado mundial de produtos florestais (LIMA, 1996, p. 33).
SR	Situação de Risco	3-Longo	Seguindo as recomendações propostas por Filizola et al. (2011) sugerimos a implantação de faixas de vegetação natural (prática de caráter vegetativo), inseridas preferencialmente de maneira transversal às curvas de nível do terrno, formando literalmente, barreiras naturais perenes, quebrando a energia do escoamento da enxurrada e a deposição dos sedimentos transportados.	Degradações ambientais e as erosões, em geral, podem acontecer de maneira natural ou serem aceleradas pela ação antrópica. No caso das classes de solo exposto encontradas na bacia todas são de ações antrópicas. E como observado, a maior área solo exposto é a de aporte de sedimentos na foz da bacia, causada de maneira sistêmica pelas pelos longos processos erosivos presentes canal acima. Estes impactos podem ser evitados se pensarmos a bacia hidrográfica como um sistema ambiental, onde temos relações intrínsecas entre os diversos usos. Como é o caso das erosões marginais, causadas pelo rompimento de antigas barragens de terra no canal, e que são intensificadas pela falta de manejo, controle e recuperação ambiental destas áreas.

Fonte: Adalto Moreira Braz (2016)

Com os mapas e as informações contidas nas tabelas, pretendemos avançar quanto as técnicas propostas por Fernandes (2010) para cumprir os requisitos das técnicas à serem aplicadas em manejo integrado de bacias hidrográficas, esclarecidas a seguir:

- Controle integrado de erosão, através de técnicas seccionadoras de rampa (terraceamento, associado a faixas de retenção, sulcos em nível). Estes sistemas serão implantados em conformidade com a geometria da sub-bacia²¹;
- Controle do uso de fertilizantes, através de amostragens periódicas dos solos;
- Implantação de sistemas de cultivo mínimo e plantio direto;
- Adaptação do sistema viário à geometria da sub-bacia e implantação de sistemas de drenagem;
- Planejamento do uso e cobertura da terra, de acordo com as unidades geomorfológicas distribuídas nas bacias hidrográficas, levando-se em conta as áreas de preservação permanente;
- Distribuição estratégica das áreas de reservas (veredas, rebordas de chapadas);
- Divisão de pastagens em consonância com a geometria das respectivas bacias hidrográficas;
- Estabilização de ravinamento acelerado e métodos preventivos em áreas suscetíveis;
- Sistemas de drenagens de estradas compatíveis com as condições geomorfopedológicas das áreas adjacentes;
- Reflorestamento de áreas degradadas e de áreas críticas.

Finalmente, corroborando com Bertoni e Lombardi Neto (2012), entende-se que os trabalhos de manejo do solo e da água de maneira geral, têm sido decorrentes de ações isoladas a nível de propriedade rural. Além disso, estes trabalhos carecem de visão ampla do todo (sistêmica) e faltam aproveitamentos integrados dos recursos naturais. Neste contexto, bacias hidrográficas sendo tratadas como unidades básicas das atividades são entendidas como uma área fisiográfica drenada por cursos d'água constituem uma unidade ideal para o planejamento integrado e o manejo dos recursos naturais visando sua conservação.

²¹ Quanto à criação dos terraços, a ANA (2013) lembra que os terraços podem diminuir a erosão e o escoamento superficial de terras sob cultivo de pastagens e são de grande importância para a prevenção contra a poluição em encostas mais acentuadas. Os terraços podem ser criados de várias maneiras, porém utilizando-se de motoniveladora, é o processo de maior rendimento, conforme exemplificado no anexo 4.

4.5.3. Propostas Imediatas

As propostas imediatas são determinações que deverão priorizar a prevenção ao invés de optar pela correção. Para assim, evitar novos ambientes degradados e antepor a manutenção para conservação das bacias hidrográficas e as necessidades de proteção dos ambientes desses ambientes. E no caso dos que já estão a caminho da degradação, corrigir a partir dos menores sinais de impactos.

Estas propostas focam em ações direcionadas à problemas específicos, diferente das práticas de manejo para conservação dos usos da terra e qualidade das águas (apresentadas anteriormente) que são direcionadas às bacias como um todo.

Considerou-se como imediatas as propostas para as Áreas de Preservação Permanente (APP), áreas de grande importância para a conservação das águas e das bacias hidrográficas como um todo. São propostas soluções de preservação e recuperação das APP, focando nas áreas degradadas das bacias hidrográficas, que em geral, estão dentro ou próximas das APP. Também foram consideradas propostas imediatas a recuperação das pastagens, estas que são as maiores extensões de uso da terra nas bacias e que sua conservação reflete diretamente na conservação das bacias hidrográficas.

4.5.3.1 Áreas de Preservação Permanente e nascentes

Os principais problemas encontrados nas Áreas de Preservação Permanente das bacias hidrográficas são a falta de matas ciliares ao longo das APPs, áreas degradadas (erosões) e o não cumprimento da legislação quanto ao uso das APPs. Para a preservação e conservação destas áreas, devemos pensar, primeiramente, na legislação que regem estes interesses e também em seus benefícios e funcionalidades ambientais. Os instrumentos da legislação ambiental protegem as APPs de forma parcial e inflexível. Porém, é necessário integrar estas áreas às dinâmicas de ocupação das bacias hidrográficas e dar-lhes funções socioambientais, para além de simples faixas de proteção nas margens dos rios.

A recomendação imediata é a retirada do gado das APPs, posteriormente cercar o acesso do gado nos limites estabelecidos conforme recomendação da legislação vigente (Lei nº 12.651/12). Sendo necessário respeitar 30 metros para cada margem ao longo do córrego, um raio de 50 metros no entorno das nascentes dos canais perenes e, para os reservatórios formados pelos barramentos nos córregos (muito usados como bebedouro para o gado) preservar, também, uma faixa de 30 metros no entorno lagos formados.

Em ambas bacias hidrográficas foram encontradas áreas degradadas por erosão e/ou solo exposto nos limites das APPs ou muito próximas a elas. Os casos de maior atenção foram

mapeados na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho. Desta maneira, a maior parte das propostas para as APPs constam em soluções para prevenção e recuperação destas áreas, pensando em sua revitalização e proteção.

As propostas para preservação das APPs e suas matas ciliares envolvem principalmente a regeneração, com a escolha de espécies que possam beneficiar o sistema água-solo-planta.

Segundo os especialistas, a mata ciliar é um dos elos da relação água/solo/planta, e atua como instrumento de captação e controle dos recursos hídricos, uma vez que retém parte dos sedimentos e poluentes que são carregados para os cursos d'água. Além disso, oferece oportunidades de lazer e abrigo para a fauna silvestre, em muitos casos, responsável pela disseminação da vegetação. (AQUINO, 2012, p.133).

Durigan *et al.* (2011) estabelece três técnicas de recuperação da cobertura vegetal do cerrado, sendo a (1) Regeneração Natural, (2) Enriquecimento e (3) Plantio Convencional. A regeneração florestal destes ambientes requer análises que levem em consideração os aspectos fisiográficos e socioambientais da região à ser recuperado. A visão sistêmica, segundo Aquino (2012) possibilita um diagnóstico integrado, no qual é determinada a seguinte trajetória para as bacias hidrográficas em estudo:

- A extensão da área a ser recuperada e a intensidade da degradação destas APPs;
- A localização e o dimensionamento dos remanescentes da cobertura florestal;
- As informações sobre as redes hidrográficas e viárias;
- Os bens e serviços mais importantes, o uso, cobertura e manejo da terra e as possíveis atividades regionais que sirvam para melhorar meios de subsistência e de proteção aos recursos naturais (água, solo, diversidade biológica etc.).

Conforme explica Aquino (2012), essas medidas podem ser aplicadas a praticamente todos os planos, programas e projetos socioambientais com maleabilidade suficiente para serem ajustados às particularidades e exigências dos diferentes setores econômico-ambientais.

Os cuidados primários essenciais para a preservação das APPs e principalmente das nascentes são (SÃO PAULO, 2009a):

- Isolamento da área de captação;
- Distribuição adequada do uso e cobertura da terra;
- Eliminação das instalações (infraestruturas) rurais das APPs;
- Redistribuição do desenho e configuração das estradas;
- Conservação de toda a bacia de contribuição. Relação entre área de contribuição e a de preservação permanente.

A seguir são apresentadas vantagens e desvantagens da regeneração natural (quadro 24) e de diferentes técnicas de recuperação da vegetação (quadro 25) e semeadura direta (quadro 26):

Quadro 24: Recuperação florestal via regeneração natural.

Técnica de Plantio	Vantagens	Desvantagens	Recomendações
Abandono da área	Procedimento mais barato	Processos de regeneração podem ser lentos	Excluir os fatores de degradação
Condução da regeneração natural	Procedimento barato e acelera a cobertura vegetal	Há necessidade de proximidade com a mata preservada, da presença de sementes e mudas jovens, animais dispersores e polinizadores e de raízes no solo.	

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 25: Recuperação florestal via plantio de mudas.

Técnica de Plantio	Vantagens	Desvantagens	Recomendações
Plantio em linha	Rápida cobertura do solo	Alto custo de implantação	Proximidade com viveiro de mudas
	Menor manutenção com capim		Disponibilidade e espécies diferentes
	Redução dos custos com manutenção	Dificuldades em obter mudas	Disponibilidade de recursos humanos e financeiros
Plantio em ilhas	Menor quantidade de mudas	Cobertura lenta do solo	Indicado para locais onde já existe regeneração natural, de difícil acesso ou com pouca mão-de-obra e/ou recursos.
	Menor custo de implantação	Dificuldades em operacionalizar	
		Aumento nos custos com manutenção	
Adensamento	Não é necessária diversidade de espécies	-	Indicado para áreas que possuem mata nativa mas que não preenchem toda a APP
	Preenche as APPs com “falhas” na cobertura		
Enriquecimento	Povoar com indivíduos de diferentes espécies a APP empobrecida	Dificuldade na obtenção de mudas com diversidade	Indicada para áreas empobrecidas e que não possuam fontes de sementes próximas

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 26: Recuperação florestal via semeadura direta.

Técnica de Plantio	Vantagens	Desvantagens	Recomendações
Plantio direto com plantadeira	Baixo custo de implantação	Alta mortalidade de sementes	Disponibilidade de maquinário; terrenos mecanizáveis; indicada para grandes áreas
	Baixo custo de manutenção	Pouca informação sobre as espécies mais indicadas	
Plantio direto com vincón/tornado	Baixo custo de implantação	Alta mortalidade de sementes	Disponibilidade de maquinários; terrenos mais acidentados
	Baixo custo de manutenção	Pouca informação sobre as espécies mais indicadas	
Plantio manual	Pode ser associado à agroflorestal	Maior mão de obra inicial	Áreas de difícil acesso; pequenas áreas

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Rodrigues e Gandolfi (2011) estabelecem 10 itens²² que podem ser seguidos para a recuperação florestal de matas ciliares. Estes itens constituem atividades que podem integrar projetos na tentativa de recuperação das formações ciliares em APP (quadro 27).

Quadro 27: Atividades para a recuperação de áreas degradadas.

Itens	Atividades propostas para a recuperação
1	Isolamento da área
2	Retirada dos fatores de degradação
3	Eliminação seletiva ou desbaste de espécies competidoras
4	Adensamento de espécies com uso de mudas ou sementes
5	Enriquecimento de espécies com uso de mudas ou espécies
6	Implantação de consórcios de espécies com uso de mudas ou sementes
7	Introdução e condução de propágulos autóctones (banco de sementes e regeneração natural)
8	Transferência ou transplante de propágulos alóctones
9	Implantação de espécies pioneiras atrativas à fauna
10	Enriquecimento com espécies de interesse econômico

Fonte: Rodrigues e Galdolfi (2001).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

A primeira recomendação é uma das imediatas para a recuperação preservação de APPs é o isolamento destas áreas. Antecedendo tomadas de decisões para sua recuperação encontram-se sempre a recomendação para cercá-las e isolar, no caso das atividades de pecuária em seu entorno, para protegê-las da entrada do gado. Até mesmo nos projetos de recuperação florestal das matas ciliares e vegetações das APPs, é recomendado o cercamento para proteção das espécies vegetativas que ali irão se desenvolver após o reflorestamento ou até mesmo em processo de regeneração natural.

²² O detalhamento das atividades por a partir dos itens propostos por Rodrigues e Gandolfi (2011) podem ser consultados em sua obra, nas páginas 241 a 244

Calculou-se as áreas das APPs das bacias hidrográficas que ainda não possuem vegetação florestal ou estão sem cercas e o resultado para as áreas que precisam ser isoladas, assim como a estimativa dos valores para o cercamento das APPs, são apresentados a seguir.

A bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo contabilizou 19,14 Km de extensão das APPs. No entanto, existem áreas de campo sujo que já estão cercadas, isolando as APPs. Suprimindo estas áreas já cercadas, obtém-se então, uma área de 11 Km de extensão ainda livres, sendo necessário executar o cercamento (tabela 08).

A bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho, possui 19,55 Km de extensão das APPs. Uma área considerável nas margens esquerda é cercada e isolada formando campos sujos que constituem reserva legal em recomposição, portanto suprimindo estas áreas já isoladas restaram 11,03 Km de extensão que necessitam de cercamento (tabela 09).

Os valores são baseados na proposta de Cury e Carvalho Júnior (2011), onde calcula-se o gasto do material por quilômetros das cercas.

Tabela 08: Estimativa de custos para construção de cerca convencional para isolamento das APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo*.

Itens	Unidade (R\$)	Quantidade/Km	Custos/Km
Mourões/esticador ¹	48,80	6	292,80
Lascas ²	10,50	250	2.625,00
Arame ³	290,00	5	1,450,00
m.d.o. (Km)	1.000,00	1	1.000,00
Total/Km			R\$ 5.367,80
Total/APP			R\$ 59.045,80

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011)

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, Mato Grosso

¹Média de dois mourões a cada Km (14 a 16cm com 2,8m de altura)

² Média de uma lasca a cada 4m (8 a 10cm 2,2m de altura)

³ Cerca com cinco fios

Tabela 09: Estimativa de custos para construção de cerca convencional para isolamento das APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho*.

Itens	Unidade (R\$)	Quantidade/Km	Custos/Km
Mourões/esticador ¹	48,80	6	292,80
Lascas ²	10,50	250	2.625,00
Arame ³	290,00	5	1,450,00
m.d.o. (Km)	1.000,00	1	1.000,00
Total/Km			R\$ 5.367,80
Total/APP			R\$ 59.206,83

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011)

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, Mato Grosso

¹Média de dois mourões a cada Km (14 a 16cm com 2,8m de altura)

² Média de uma lasca a cada 4m (8 a 10cm 2,2m de altura)

³ Cerca com cinco fios

A partir de estudos (teóricos, técnicos e práticos) sabe-se que para recuperar as matas ciliares é recomendado usar uma elevada diversidade de espécies de árvores, que são adaptadas às características fisiográficas da região onde pretende-se fazer o plantio das espécies, desta maneira, garantindo que a regeneração da vegetação ciliar seja completada com êxito.

Os passos para a escolha da melhor técnica de recuperação devem levar em consideração os seguintes itens (CURY e CARVALHO JÚNIOR, 2011):

- Identificar os fatores de degradação e eliminá-los (ex.: isolar área);
- Avaliar o histórico de degradação do uso e cobertura da terra;
- Identificar se existe potencial para regeneração natural (ex.: ocorrência de vegetação natural espontânea e matas preservadas próximas “fontes de sementes”).

Na recuperação da cobertura vegetal no entorno das APPs e nascentes devem ser feitas algumas observações antecedendo os procedimentos práticos para a recuperação, dentre eles, estão em destaque (SÃO PAULO, 2009a):

- Escolha do sistema de reflorestamento (implantação, enriquecimento, regeneração, nucleação);
- Escolha das espécies;
- Combinação das espécies;
- Distribuição das espécies no campo;
- Plantio e manutenção.

Outro ponto a ser observado é a heterogeneidade ao longo da faixa de APP do córrego, que será ocupada pela mata ciliar, os tipos de solos e relevo destas faixas, a dinâmica hidrológica (encharcamento) e a ocupação das terras ao redor. Isso influenciará na adequada distribuição das espécies e sua melhor adaptação (ATTANASIO, 2006).

Como a maior parte das APPs das Bacias Hidrográficas são ocupadas por áreas úmidas (varjões), deve-se optar por espécies que resistam à umidade. Já nas áreas onde as faixas de APP ocupam solos secos e relevo mais alto, opta-se por espécies diferentes, de terras secas (ATTANASIO, 2006).

Quanto à proximidade com as áreas periodicamente encharcadas e as condições de umidade do solo, Attanasio (2006) recomenda a seguinte disposição para o reflorestamento das APPs em nascentes e cursos d'água (figura 102).

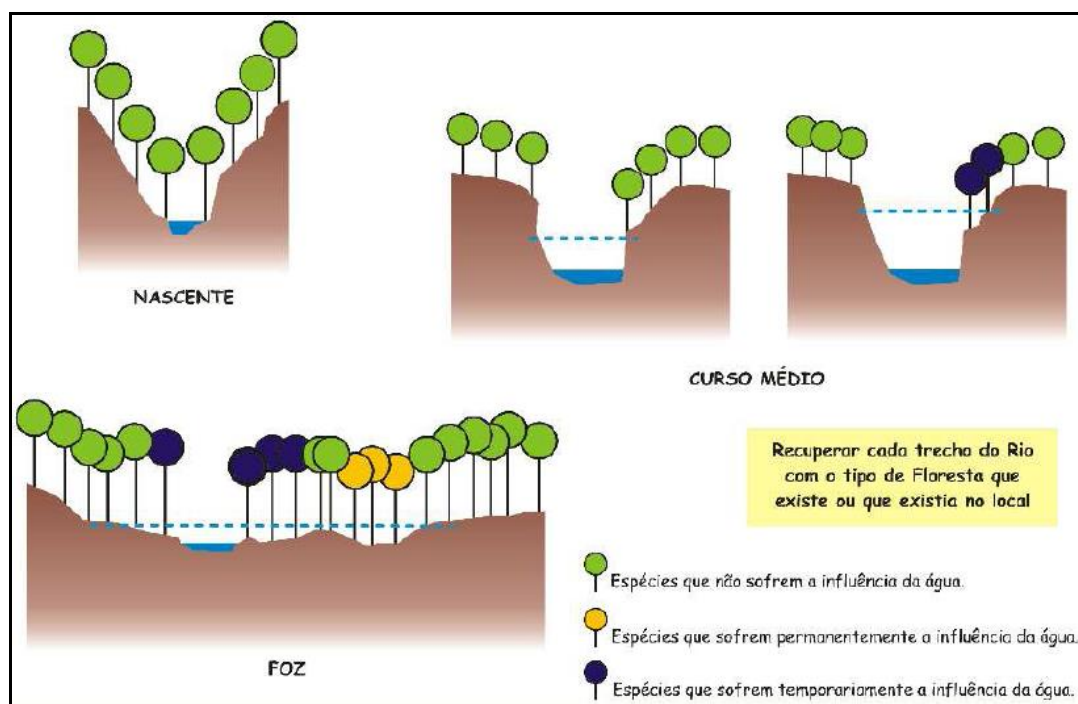


Figura 102: Condições ao longo do córrego que determinam as espécies a serem utilizadas.

Fonte: Attanasio (2006)

Além disso, recomenda-se a regeneração em blocos que são compostos por linhas de preenchimento (figura 103), que têm como principal função o rápido recobrimento da área e são compostas por espécies pioneiras e secundárias iniciais que crescem rápido e promovem grande cobertura da área, por possuírem copa grande. Também fazer parte dos blocos de regeneração as linhas de diversidade, que formarão a floresta madura e são compostas por espécies pioneiras, secundárias iniciais e clímax (ATTANASIO, 2006).

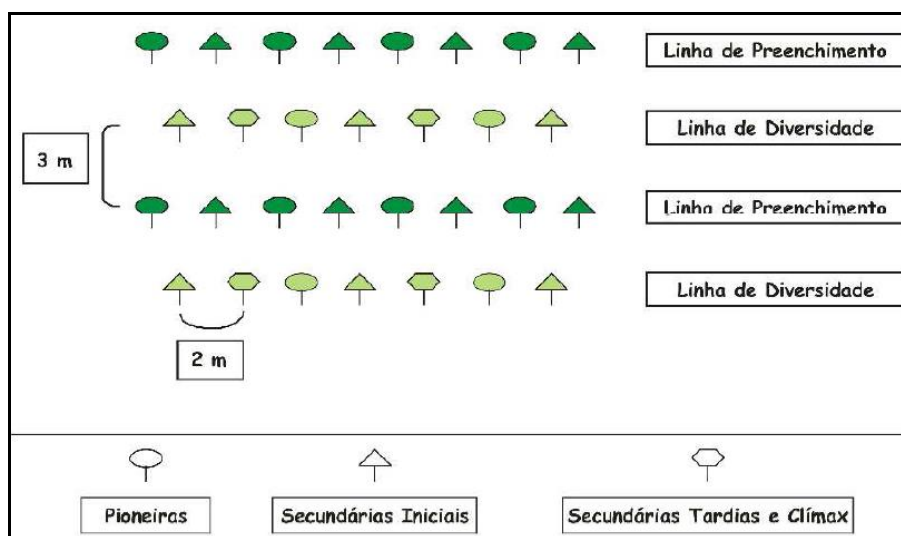


Figura 103: Plantios em linhas de preenchimento e diversidade.

Fonte: Attanasio (2006)

A escolha das espécies para o plantio deve levar em conta vários aspectos. Durigan *et al.* (2011) destacam os seguintes:

- Não se plantam espécies florestais em áreas onde a vegetação original era cerrado. Árvores de floresta não toleram os solos de cerrado e morrem em pouco tempo. O ideal seria, sempre, procurar plantar as espécies que ocorriam naturalmente na área a ser recuperada, mas nem sempre é possível resgatar essa informação;
- De modo geral, as plantas de cerrado não toleram encharcamento do solo. Porém, há espécies que ocorrem tanto no cerrado quanto na mata-galeria e podem ser utilizadas também para plantio às margens dos córregos;
- Deve-se procurar utilizar no plantio o maior número possível de espécies, pois no cerrado não se pode contar com entrada de muitas espécies por chuva de sementes vindas de longe;
- A vegetação de cerrado é composta por árvores, arbustos e plantas ainda menores, e as técnicas de produção de mudas são conhecidas para poucas espécies, geralmente arbóreas ou algumas arbustivas. Embora o ideal fosse o plantio de espécies de todos os tipos e tamanhos e até mesmo capins nativos;
- Não se plantam árvores onde elas nunca existiram. É preciso observar que, em regiões de cerrado, muitas vezes a vegetação natural nas áreas próximas dos rios é um campo úmido, sem árvores. Essas áreas precisam ser conservadas como são, com sua diversidade de ervas e capins.

Quanto às espécies a serem escolhidas para a recuperação florestal, Aquino (2012) faz a seguinte relação para a melhor escolha quanto aos grupos ecológicos (quadro 28):

Quadro 28: Síntese dos Grupos Ecológicos.

Síntese dos Grupos Ecológicos				
Características	Pioneiras	Secundárias Iniciais	Secundárias Tardias	Climáticas
Crescimento	muito rápido	rápido	médio	lento ou muito lento
Madeira	muito leve	leve	medianamente dura	dura e pesada
Tolerância à sombra	muito intolerante	intolerante	tolerante no estágio juvenil	tolerante
Altura das árvores (m)	4 a 10	20	20 a 30 (alguns até 50)	30 a 45 (alguns até 60)
Regeneração	banco de sementes	banco de plântulas	banco de plântulas	banco de plântulas

Fonte: Aquino (2012).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 28: Síntese dos Grupos Ecológicos – continuação.

Síntese dos Grupos Ecológicos				
Características	Pioneiras	Secundárias Iniciais	Secundárias Tardias	Climáticas
Dispersão de sementes	ampla (zoocoria: alta diversidade de animais); pelo vento, a grande distância	restrita (gravidade); ampla (zoocoria: poucas espécies animais); pelo vento, a grande distância	principalmente pelo vento	ampla (zoocoria: grandes animais); restrita (gravidade)
Tamanhos de frutas e sementes	pequeno	médio	pequeno a médio mas sempre leve	grande e pesado
Dormência das sementes	induzida (foto ou termorregulada)	sem	sem	inata (imaturidade do embrião)
Idade da 1ª reprodução (anos)	prematura (1 a 5)	prematura (5 a 10)	relativamente tardia (10 a 20)	tardia (mais de 20)
Tempo de vida (anos)	muito curto (menos de 10)	curto (10 a 25)	longo (25 a 100)	muito longo (mais de 20)
Ocorrência	capoeiras, bordas de matas, clareiras médias e grandes	florestas secundárias, bordas de clareiras, clareiras pequenas	florestas secundárias e primárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas, dossel floresta e sub-bosque	florestas secundárias em estágio avançado de sucessão, florestas primárias, dossel e sub-bosque

Fonte: Aquino (2012).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Por fim, Durigan *et al.* (2011) recomendam uma série de espécies visando a recuperação da vegetação do Cerrado, o quadro de espécies pode ser consultado no anexo 3 desta dissertação.

Baseado nos valores estabelecidos por Cury e Carvalho Júnior (2011) são sugeridos aproximadamente os valores que possivelmente seriam gastos para a recuperação florestal em ambas as bacias hidrográficas a partir de diferentes métodos de recuperação florestal. Estes valores são colocados aqui não para serem referências, mas sim uma percepção aproximada de valores que poderiam ser utilizados na recuperação florestal de áreas de interesse.

A área considerada para os valores da recuperação florestal da vegetação nas APPs das bacias hidrográficas levou em consideração as classes de uso presentes nas APPs. Classes de água e vegetação natural florestal não foram levadas em consideração, por não serem possível ou não haver necessidade de recuperação florestal. Subtraindo as áreas desta classe chegamos a área bruta da APP a ser restaurada, porém para obter a área real a ser restaurada, subtraiu-se ainda 5%, chegando aos valores de 33,08 ha de área total a ser restaurada nas APPs da bacia

hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo e 58,89 ha de área total a ser restaurada nas APPs da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.

Os valores podem ser verificados nas tabelas a seguir (tabela 10 a tabela 16) de acordo com o método a ser utilizado²³.

Tabela 10: Estimativa de custos para recuperação florestal via plantio de mudas em linhas para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo*.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Mudas (espaçamento 3x3 m) ¹	1,60	1111	1777,60
Fertilizantes (Kg) ²	1,39	55,6	77,20
Calcário (Kg) ³	0,04	55,6	2,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,80
Dessecante pós-emergente (Kg) ⁴	15,20	2	30,40
m.d.o. (diária) ⁵	35,00	7,4	259,20
Solsolador (hora/máquina) ⁶	120,00	0,5	60,00
Furadeira (hora/máquina) ⁷	120,00	3	360,00
Pulverizadora (hora/máquina)	120,00	0,5	60,00
Total/ha	R\$ 2640,30		
Total/APP (33,08 ha)	R\$ 87.341,12		

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

**Valor descontando 5% de áreas que não são possíveis de reflorestar

1. Valores sem adicional de frete, que pode variar de R\$ 1,30 a 2,70 (Km)
2. 50 g de NPK por cova
3. 50 g de calcário por cova
4. Média de glifosato indicado para espécies de Braquiária
5. Média de 150 mudas plantadas por dia
6. Equipamento acoplado com três hastes centrais
7. Covas com até 30 cm de profundidade

²³ Como alternativa à estimativa de custos, existe a plataforma “#Quanto é? Plantar Floresta”. Esta plataforma serve para estimar o investimento para recuperar uma floresta em uma área e a receita que essa floresta poderia gerar. Disponível em: <http://quantoefloresta.escolhas.org/>

Tabela 11: Estimativa de custos para recuperação florestal via plantio de mudas em ilhas para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Mudas (25 ilhas /ha) ^{1,6}	1,60	225	360,00
Fertilizantes (Kg) ²	1,39	55,6	77,21
Calcário (Kg) ³	0,04	55,6	2,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,84
Dessecante pós-emergente (Kg) ⁴	15,20	2	30,40
m.d.o. (diária) ⁵	35,00	7,4	259,23
Pulverizadora (hora/máquina)	120,00	0,5	60,00
Total/ha	R\$ 802,69		
Total/APP (33,08 ha)	R\$ 26.552,98		

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

1. Valores sem adicional de frete, que pode variar de R\$ 1,30 a 2,70 (Km)
2. 50 g de NPK por cova
3. 50 g de calcário por cova
4. Média de glifosato indicado para espécies de Braquiária
5. Média de 150 mudas plantadas por dia
6. Ilhas compostas por 9 mudas e distantes 20 m umas das outras

Tabela 12: Estimativa de custos para recuperação florestal via plantio de mudas em ilhas para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho*.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Mudas (25 ilhas /ha) ^{1,6}	1,60	225	360,00
Fertilizantes (Kg) ²	1,39	55,6	77,21
Calcário (Kg) ³	0,04	55,6	2,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,84
Dessecante pós-emergente (Kg) ⁴	15,20	2	30,40
m.d.o. (diária) ⁵	35,00	7,4	259,23
Pulverizadora (hora/máquina)	120,00	0,5	60,00
Total/ha	R\$ 802,69		
Total/APP (58,89 ha)	R\$ 47.270,41		

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

**Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

1. Valores sem adicional de frete, que pode variar de R\$ 1,30 a 2,70 (Km)
2. 50 g de NPK por cova
3. 50 g de calcário por cova
4. Média de glifosato indicado para espécies de Braquiária
5. Média de 150 mudas plantadas por dia
6. Ilhas compostas por 9 mudas e distantes 20 m umas das outras

Tabela 13: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo*.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Sementes nativas (Kg) ¹	15,0	30	450,00
Sementes de leguminosas (Kg)	3,50	30	105,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,80
Dessecante pós-emergente (L)	52,00	0,5	26,00
m.d.o. (diária)	120,00	0,5	60,00
Plantadeira	120,00	0,5	60,00
Pulverizadora para dessecante	120,00	0,5	60,00
Total/ha	R\$ 749,80		
Total/APP (33,08 ha)	R\$ 24.803,38		

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

1. O custo e a quantidade são médias das sementes indicadas para floresta

Tabela 14: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho*.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Sementes nativas (Kg) ¹	15,0	30	450,00
Sementes de leguminosas (Kg)	3,50	30	105,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,80
Dessecante pós-emergente (L)	52,00	0,5	26,00
m.d.o. (diária)	120,00	0,5	60,00
Plantadeira	120,00	0,5	60,00
Pulverizadora para dessecante	120,00	0,5	60,00
Total/há	R\$ 749,80		
Total/APP (58,89 ha)	R\$ 44.155,72		

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

1. O custo e a quantidade são médias das sementes indicadas para floresta

Tabela 15: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Lajeado Amarelo*.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Sementes nativas (Kg) ¹	15,0	30	450,00
Sementes Leguminosas (Kg)	3,50	30	105,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,80
Dessecante pós-emergente seletivo (L)	52,00	0,5	26,00
m.d.o. (diária)	35,00	1	35,00
1º Gradeamento ²	120,00	0,5	60,00
2º Gradeamento	120,00	0,5	60,00
3º Gradeamento	120,00	0,5	60,00
Semeadeira ³	120,00	0,5	60,00
Niveladora ⁴	120,00	0,5	60,00
Pulverizadora para dessecante	120,00	0,5	60,00
Total	R\$ 989,80		
Total/APP (33,08 ha)	R\$ 32.742,58		

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

1. O custo e a quantidade são médias das sementes indicadas para floresta

2. As grades são necessárias para diminuir a população de braquiária

3. Equipamentos: Vincón, Tornado ou Jan

4. Incorporar a semente no solo

Tabela 16: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho*.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Sementes nativas (Kg) ¹	15,0	30	450,00
Sementes Leguminosas (Kg)	3,50	30	105,00
Formicida granulado (Kg)	11,50	1,2	13,80
Dessecante pós-emergente seletivo (L)	52,00	0,5	26,00
m.d.o. (diária)	35,00	1	35,00
1º Gradeamento ²	120,00	0,5	60,00
2º Gradeamento	120,00	0,5	60,00
3º Gradeamento	120,00	0,5	60,00
Semeadeira ³	120,00	0,5	60,00
Niveladora ⁴	120,00	0,5	60,00

Tabela 16: Estimativa de custos para recuperação florestal via semeadura direta com plantadeira para as APPs da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho* - continuação.

Materiais/Insumos	Unidade (R\$)	Quantidade/ha	Custos/ha
Pulverizadora para dessecante	120,00	0,5	60,00
Total			R\$ 989,80
Total/APP (58,89 ha)			R\$ 58.289,32

Fonte: Cury e Carvalho Júnior (2011).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

*Ano de referência 2011, região de Canarana, MT

1. O custo e a quantidade são médias das sementes indicadas para floresta
2. As grades são necessárias para diminuir a população de braquiária
3. Equipamentos: Vincón, Tornado ou Jan
4. Incorporar a semente no solo

Para melhores condições de manutenção das matas ciliares, Attanasio (2006) recomenda:

- Preparo do solo de acordo com as condições locais, evitando o revolvimento do solo de maneira intensiva para que o solo não fique descoberto;
- Fazer sulcos que não devem ser muito profundos, evitando o desbarrancamento das laterais durante as chuvas fortes e covear, ou simplesmente covear e plantar;
- A retirada das mudas dos saquinhos ou tubetes deve ser realizada com cuidado para evitar a quebra do torrão;
- No plantio, o colo da muda (zona entre caule e raiz) deve ficar no mesmo nível da superfície do terreno;
- Estaquear o plantio;
- Adubar para que as mudas cresçam mais rapidamente e resistam melhor às adversidades;
- Controlar as formigas;
- Realizar controle periódico de ervas invasoras.

Por fim, pensando na recuperação florestal das APPs e nascentes, e na sua preservação, é possível gerar inúmeros benefícios para bacias hidrográficas. Cury e Carvalho Júnior (2011) expõem os principais benefícios das matas ciliares para uma Bacia Hidrográfica:

- Garantir a estabilidade do solo, evitar a sua erosão e o deslizamento de terra;
- Evitar que partículas sólidas, poluentes e resíduos, como defensivos agrícolas, sejam levados até os cursos de água, provocando sua contaminação e assoreamento;
- As copas das árvores amortecem os impactos das águas das chuvas sobre o solo, evitando sua compactação;

- Garantir alimento para os peixes e outros animais aquáticos;
- Contribuir para manter a estabilidade da temperatura das águas devido ao clima formado sob as copas das árvores;
- Conectar fragmentos florestais, “formando corredores” que servem como refúgio para os animais silvestres;
- Evitar a escassez da água e assegurar fontes duradouras, mais limpas e próprias para o consumo.

4.5.3.2 Conservação de Pastagens

A pecuária é a atividade de maior extensão nas bacias hidrográficas e muito comum ao município de Três Lagoas/MS. O Ministério do Meio Ambiente apontou que o Brasil possuía, entre 2005 e 2006, o maior rebanho bovino do mundo e cerca de 260 milhões de hectares de pastagens e 170 milhões de cabeças de gado (MMA, 2006).

A criação de pastagens, assim como qualquer monocultura, diminui a diversidade vegetal local, e conseqüentemente reflete na redução também da diversidade animal. A intensidade de forrageamento compromete a manutenção e regeneração do sistema florestal, devido ao pisoteio do gado, e, desta forma a vegetação arbustiva é lentamente substituída pela vegetação herbácea (CARVALHO, SCHILITTLER e TORNISIELO, 2000). Os autores ainda afirmam que a não manutenção dos pastos propiciam o empobrecimento em nutrientes do solo e facilitam a erosão, devido principalmente ao pisoteio do gado. Portanto, a atividade de pastagem, se mal manejada, tem um alto potencial de riscos ambientais para bacias hidrográficas.

As práticas conservacionistas à serem desenvolvidas nas pastagens relacionam-se diretamente com o solo e o resguardo quanto a sua degradação. Segundo Silva (2014) a degradação do solo diz respeito a interferências sobre seu estado natural, quando promovidas modificações físicas, químicas ou biológicas. Ou seja, consiste em tudo aquilo que está relacionado à destruição do solo. O problema da degradação dos solos se torna grave quando é acelerado por intervenções antrópicas. No caso das pastagens, Silva (2014) ressalta que as principais intervenções contribuintes para a degradação dos solos são:

- Exploração desordenada de florestas, mediante queimadas e derrubadas;
- O uso contínuo e indiscriminado de agroquímicos diversos;
- O uso agrícola intensivo e repetitivo com as mesmas culturas;

- Poluições por dejetos, lançadas no meio ambiente, e carregadas até as águas (por escoamento superficial), contribuindo para sua contaminação.

As propostas para a conservação das pastagens visam tanto sua qualidade como a qualidade ambiental das bacias hidrográficas. A conservação das pastagens se torna importante por ocupar grandes extensões em ambas bacias hidrográficas e, em alguns momentos, estar relacionado a problemas de escoamento, degradação e invasão de uso em APP.

Desta maneira, abaixo são listadas as principais práticas a serem aplicadas, de maneira geral e consideradas as mais comuns e simples para a pecuária da região. Visam a prevenção contra a degradação do meio ambiente por pastagens mal manejadas encontradas nas bacias hidrográficas:

- Divisão dos pastos por piquetes;
- Evitar excesso de animais nos piquetes²⁴;
- Manter a pastagem com boa qualidade (e densidade) adequada de acordo com espécie e quantidade de animais;
- Sistema de rotação dos animais, a partir da divisão dos piquetes;
- Com a rotação dos animais nos piquetes, reservar espaços de “descanso” para evitar superutilização da pastagem, sua degradação e a compactação do solo;
- Construir terraços ao longo das áreas de pastagens, principalmente em declive. Os terraços irão conter a força do escoamento superficial e trará melhor retenção de água aos pastos;
- Distribuição de bebedouros no pasto para evitar que o gado tenha acesso ao córrego;
- Deve-se não só controlar como também tentar evitar as queimadas nas pastagens, impedindo o empobrecimento do solo;
- Deve-se sempre que necessário fazer a renovação (reforma/manutenção) dos pastos, bem como sua correção e fertilização (se necessário);
- Sempre que as pastagens forem renovadas, recomenda-se a aração e gradagem (correção mecânica) do solo no pré-plantio;

²⁴ A divisão de piquetes está relacionada também ao excesso/divisão de animais nestes. Na revisão apresentada por Cândido (2002) o autor apresenta métodos para medição da estrutura do pasto onde as metodologias podem auxiliar nestas duas diretrizes apresentadas neste tópico da dissertação.

- Quando necessário e oportuno, há a possibilidade de produzir forragens nos pastos;
- A aplicação das geotecnologias para o monitoramento do vigor das pastagens, a partir da utilização de índices de vegetação²⁵ pode ser uma alternativa viável para o manejo e conservação dos pastos;
- Em geral, prezar sempre pela conservação do solo e pela renovação das pastagens, evitando a degradação.

Portanto, corroborando com Santos et al. (2014), o planejamento conservacionista das propriedades rurais que compõem os limites das bacias hidrográficas, deve ser feito visando o planejamento de suas atividades agrosilvipastoris, de acordo com a vocação, aptidão e ordenamento dos usos da terra. Conforme afirmam os autores, cada solo apresenta uma característica química, física, morfológica e biológica que, relacionadas com o relevo, dará uma capacidade de exploração, a qual deve ser respeitada visando a conservação do meio ambiente.

4.5.3.3 Recuperação de Áreas Degradadas

As bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho apresentaram áreas de erosão, em sua maior extensão, ao longo das APPs. Por isso, uma das propostas imediatas são as diretrizes para mitigação e/ou recuperação destas áreas degradadas, este que é um dos piores problemas ambientais que afetam as bacias hidrográficas.

Conforme explicam Guerra e Mendonça (2014), existem uma série de medidas que podem ser propostas, principalmente envolvendo as atividades no meio rural, objetivando a conservação dos solos e a recuperação das áreas degradadas. Dentre as medidas, os autores destacam o reflorestamento, o não-uso da queimada, adoção de medidas para controlar o avanço das voçorocas (plantio e construção de pequenos diques e muro de gabião, rotação de culturas, manutenção da cobertura vegetal em épocas críticas durante o ano, terraceamento, cultivo em curva de nível, cultivo direto, agricultura orgânica, manutenção de faixas com vegetação permanente, canalização da água em direção a áreas não suscetíveis à erosão, cobertura com vegetação em cortes de estradas e margem de rios, manutenção da umidade do solo, aumento da rugosidade do solo, práticas de aragem, plantio de espécies vegetais, etc.),

²⁵ Para maiores detalhes quanto à conceitos e metodologias dos mais diversos índices de vegetação, consultar a obra de Ponzoni, Shimabukuro e Kuplich (2012).

sendo estes alguns dos exemplos de práticas de manejo adequado que podem permitir o uso da terra, resultando numa melhor conservação das bacias hidrográficas.

As áreas degradadas foram caracterizadas em sua maioria como ravinas nas margens dos córregos e áreas de pisoteio do gado nas APPs, além disso, na bacia do Ribeirãozinho existem uma grande área de assoreamento em sua foz, devido ao transporte de sedimentos e seu aporte neste local, que também foi considerada como área degradada.

As práticas conservacionistas são diretrizes apontadas para o controle e/ou prevenção de erosões, neste tópico serão apresentadas soluções visando impedir o surgimento ou reduzir avanço das áreas degradadas, principalmente das ravinas. Existem três conjuntos de práticas mais comuns para estas situações, segundo Santos et al. (2014), estas práticas podem ser de caráter:

- Vegetativo: ações que envolvem o plantio e o manejo da vegetação;
- Edáfico: servem para melhorar a fertilidade do solo e condições de plantio;
- Mecânico: visa evitar o escoamento da água das chuvas (enxurradas).

É importante ressaltar, corroborando com Guerra e Mendonça (2014), que existem inúmeros benefícios potenciais quando são adotadas estratégias adequadas de práticas conservacionistas, principalmente dos solos. Porém, comumente estas práticas são implantadas somente em locais que já estejam passando por processos de degradação, o que acaba por se tornar um erro.

Quando se fala em recuperação de áreas degradadas primeira ideia a que se remete é o reflorestamento da área que se pretende recuperar. E esta questão é justamente um ponto importante nas bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho, por apresentarem a maioria de suas áreas degradadas em locais de APP que estão desprovidas de vegetação, conforme já discutido. Para tanto, Machado e Torres (2012) explicam que áreas cobertas por florestas, em geral, apresentam menores problemas com relação aos processos erosivos em razão de a vegetação favorecer a infiltração e dificultar o escoamento superficial da água (quadro 29; quadro 30).

Quadro 29: Relação entre chuvas, cobertura vegetal e escoamento superficial.

Tipologia da área	% de chuva retida no local	% escoada
Bacias naturais/florestas	80 a 100	0 a 20
Bacias com ocupação agrícola/cultivos	40 a 60	40 a 60
Bacias com ocupação residencial	40 a 50	50 a 60
Bacias com ocupação urbana pesada	0 a 10	90 a 100

Fonte: Machado e Torres (2012), adaptado de Revista CREA/RJ, nº28, 2000.

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Quadro 30: Relação entre cobertura vegetal e perda de solos.

Vegetação	Perdas de terra (Kg/Ha/ano)	Tempo para desgaste de 15 cm (anos)
Mata original	4	440.000
Pastagem	400	4.000
Cafezal	900	2.000
Soja	20.100	85
Algodão	26.600	70

Fonte: Machado e Torres (2012), adaptado de Branco e Rocha (1977); Schultz (1978), Galetti (1973).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016)

Para se entender conceitos importantes no âmbito da recuperação de áreas degradadas, Aquino (2012) esclarece que a maior importância da recuperação é trazer novamente as funções ecológicas e/ou econômicas do ambiente e não refazer o ambiente original,

Embora a recuperação de áreas degradadas implique, vez por outra, os debates sobre como deverá ficar a área após o plantio, suscitando diferenças conceituais entre restauração e reabilitação florestal, importa criar condições satisfatórias para a proteção dos solos desprovidos ou com cobertura florestal rarefeita. Ou seja, em vez de refazer o ambiente original (restauração), o objetivo deve ser a recuperação das funções ecológicas e/ou econômicas do ambiente. Em determinadas situações, admite-se mesclar o plantio de árvores e arbustos da região com espécies nativas de rápido crescimento, adaptadas às condições locais (AQUINO, 2012, p.133).

Finalmente, abaixo são pontuadas as ações previstas para a recuperação das áreas degradadas e o apoio para a conservação das bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho. As propostas foram baseadas num plano de recuperação criado por Mongin (2012)²⁶ e adaptadas de acordo com a situação das bacias hidrográficas em estudo.

As propostas constam em:

- Recuperar dez hectares de áreas por ano (total de 79.56 ha somando áreas das duas bacias hidrográficas) já em processo de degradação, por meio da construção de estruturas de contenção das águas das chuvas e também de contenção das erosões;
- Desenvolver acordo com um viveiro municipal para a retirada das mudas à serem utilizadas na recuperação das áreas degradadas. Estima-se a necessidade de uma produção de 60.000 mudas/ano;
- Nas áreas que for possível, conduzir para a regeneração natural da vegetação, porém quando necessário, utilizar do reflorestamento no entorno das áreas degradadas, acelerando o processo de recuperação ambiental;

²⁶ Neste plano, o autor prevê sua execução ao longo de 10 anos, podendo envolver iniciativas públicas, privadas e voluntárias (pesquisadores e projetos independentes), porém aplicando-o para uma área maior, o triângulo da desertificação no Nordeste brasileiro, que contém problemas ambientais considerados de grande dificuldade de recuperação.

- Isolar (cercar) as áreas degradadas evitando o acesso dos animais;
- Em caso de áreas em estágio avançado de degradação, prover a utilização de práticas mecânicas e de bioengenharia;
- Nas áreas de escoamento superficial elevado, existe a alternativa da construção de barraginhas²⁷ para conter as enxurradas nas áreas de declividade e evitar que o escoamento acarrete erosões nas áreas mais baixas (e sem proteção) das bacias hidrográficas;
- Implementar tecnologias de produção agropecuária consonantes com as condições edafoclimáticas locais;
- A capacitação para os produtores rurais e demais envolvidos visando disseminar tecnologias sustentáveis de produção agropecuária visando a produção aliada à conservação ambiental;
- Acompanhar e auxiliar o processo de implementação das práticas adotadas;
- Disseminar as experiências e os resultados obtidos como exemplo para produtores rurais e como exemplo de estudo de caso em pesquisas/projetos na universidade e demais interessados.

Para atingir os objetivos propostos, são recomendadas as seguintes ações:

- Recuperação de áreas degradadas visando:
 1. Controlar o escoamento superficial (pequenas barragens);
 2. Aumentar a infiltração (recarga dos aquíferos) da água no perfil do solo, para reduzir ao máximo o volume da enxurrada (terraços);
 3. Recuperar a cobertura vegetal no entorno destas áreas para reduzir ao máximo a energia de impacto das gotas de chuva e diminuir o tempo de concentração do escoamento superficial erosivo (revegetação);
 4. Recuperar a capacidade agropecuária do solo em áreas degradadas fora dos limites das APPs (unidades demonstrantes);

As propostas acima, apensar de em alguns momentos englobar ações para áreas já degradadas, em geral estão direcionadas à prevenção. Adiante estão algumas práticas direcionadas à reversão de problema, à recuperação das áreas já degradadas.

²⁷ Para construção de barraginhas gasta-se na média de uma hora em solo macio e úmido e uma hora e meia em solo firme e seco. O custo médio varia de R\$120,00 a R\$180,00, dependendo da região. O melhor período para construir as barraginhas é na época das chuvas ou até quatro meses após esse período. Para a construção das barraginhas é indicado o uso de pá carregadeiras trator de esteira ou retroescavadeira, e em alguns casos podem ser construídas manualmente (BARROS et al., 2013). Mais detalhes sobre benefícios e técnicas de construção das barraginhas, consultar a circular técnica de Barros et al. (2013).

Conforme explicam Santos et al. (2014), o principal objetivo é evitar que a água da chuva escorra sobre o solo e caia com maior força nas partes mais baixas do terreno ou em áreas já existentes de erosão, provocando o desbarrancamento de suas paredes. Uma maneira de evitar esta situação é construindo ao redor das erosões barreiras físicas para desviar o escoamento superficial da água, de preferência terraços ou valas. No caso de o volume de água desviada ser grande, é necessária a construção de bacias de captação para a retenção do volume de água, até que se infiltre no solo ou evapore. O número e espaçamento entre as bacias de captação dependerá do tamanho e declive do terreno que se pretende proteger.

Os autores ainda recomendam que se deve adequar a inclinação das paredes da voçoroca de modo que elas fiquem com uma conformação de talude, permitindo o plantio da vegetação a ser utilizada na revegetação da erosão. É recomendável que também dentro das erosões sejam colocados obstáculos nos caminhos formados pelas águas, de maneira a reduzir sua velocidade de escoamento. Irá fará com que, aos poucos, a terra trazida pela enxurrada se acumule, ao invés do solo chegar aos rios, açudes etc. (SANTOS et al., 2014).

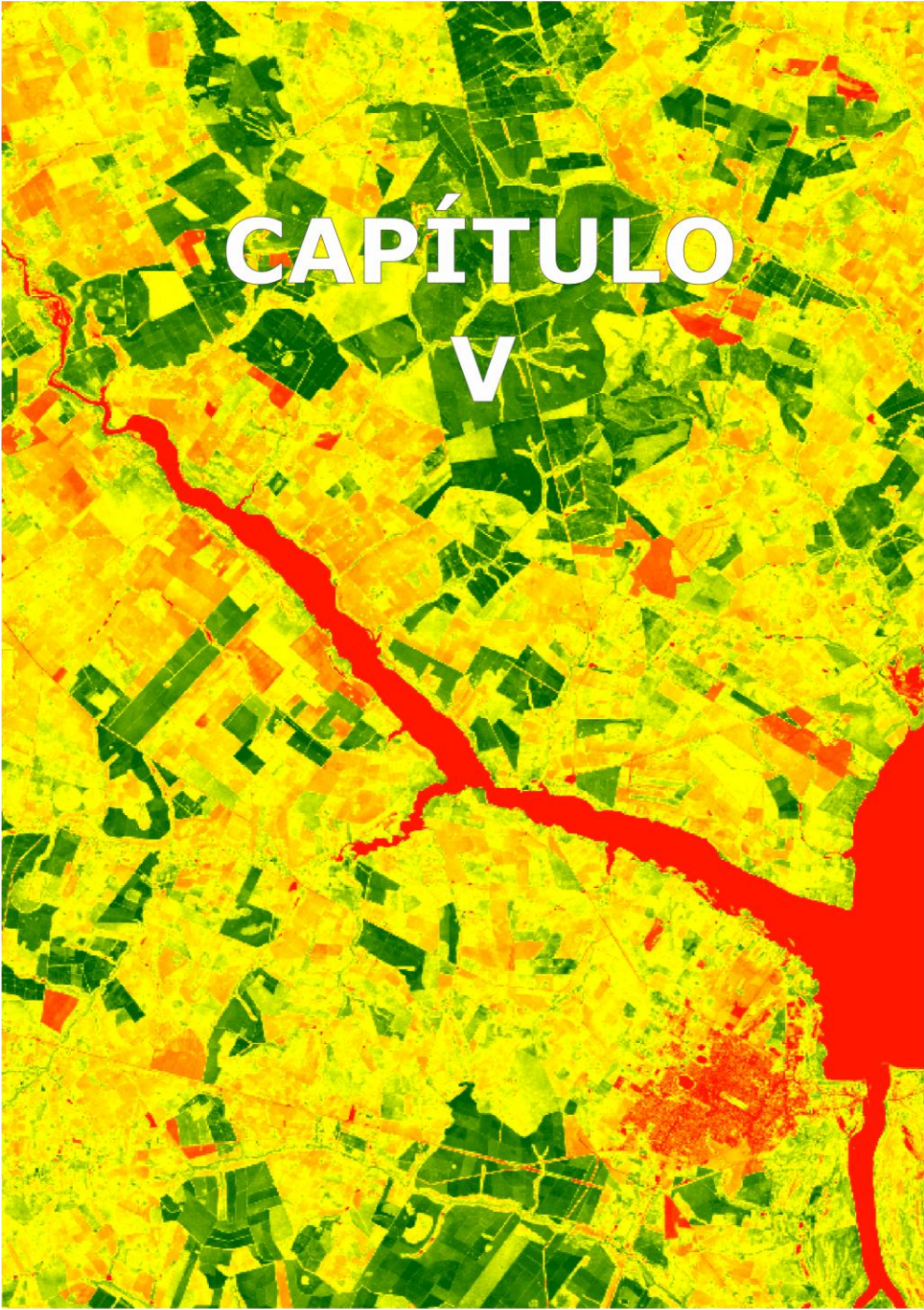
Em situações mais favoráveis é recomendável utilizar um consórcio de árvores nativas, com plantas leguminosas fixadoras de nitrogênio; frutíferas; palmáceas de gêneros variados, e outras espécies oleaginosas, para incrementar a dinâmica da sucessão florestal, e propiciar melhor ciclagem de nutrientes, proteção mais adequada ao solo contra processos erosivos, maior atratividade à fauna, e maior resistência a pragas e doenças e às intempéries climáticas. É recomendável que os plantios combinem espécies de diferentes categorias sucessionais e, de acordo com a rusticidade, exigências edafoclimáticas e fase de crescimento, distribuem as espécies em quatro grupos distintos: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas (AQUINO, 2012, p.134-135).

Bertoni e Lombardi Neto (2012) recomendam como solução para a recuperação de áreas degradadas tomar a chamada assistência concentrada, em áreas de demonstração/necessidade, que levarão à formação do que os autores chamam de distritos conservacionistas. Ou seja, ao invés de tomar grandes áreas isoladas para solução dos problemas de degradação (denominada assistência indiscriminada), os autores recomendam a determinação das áreas de demonstração, áreas menores e sistemáticas, que formação os distritos conservacionistas. Estas áreas são conjuntos de propriedades, de preferência cobrindo uma bacia hidrográfica completa, em extensão que seja suficiente para encerrar todos os problemas de mais provável ocorrência na região. Nas quais o Governo e/ou os proprietários rurais e produtores, a título de exemplo e demonstração, proporcionarão os meios necessários para a conservação de suas terras de acordo com os planos traçados para toda a bacia hidrográfica.

É necessário refletir sobre os modos de se manejar a terra, bem como o ordenamento dos usos, buscando sempre a prevenção contra o início dos mais diversos processos de degradação ambiental. É preciso manejar a terra buscando que toda a água da chuva infiltre

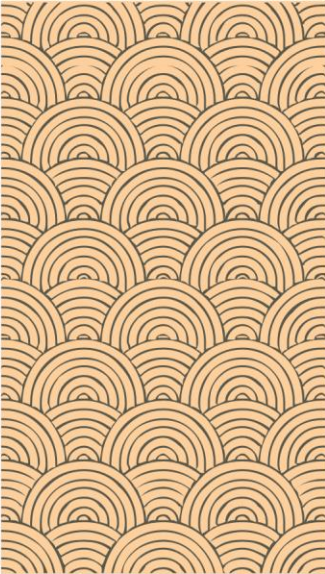
no solo e não chegue aos corpos d'água por escoamento superficial. “Todo programa de conservação do solo deve basear-se no uso de cada terreno de acordo com sua capacidade e em um tratamento conforme sua necessidade” (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012, p. 213).

Mais importante que olhar o passado, é preciso repensar o presente e planejar o futuro. Problemas existentes representam o presente e devem ser trazidas soluções para sua resolução. Com isso, refletir sobre de que maneira podem ser desenvolvidas planos para um planejamento adequado das bacias hidrográficas a longo prazo. Estas ações são algumas das inúmeras propostas passíveis de contribuição à conservação ambiental das bacias hidrográficas.

A satellite image showing a river valley. The river is a prominent red line winding through the landscape. The surrounding areas are a mix of yellow and green, representing different vegetation indices. The text 'CAPÍTULO V' is overlaid in white.

CAPÍTULO V

Landsat 8 (OLI)
223/74
02/08/2015
30 m de resolução espacial
NDVI - Bandas 4 e 5

A decorative pattern consisting of overlapping, concentric, wavy lines in a tan color.

"Não basta saber, é preciso
aplicar. Não basta querer,
é preciso também agir".

**Johann W.
von Goethe**

A decorative pattern consisting of overlapping, concentric, wavy lines in a red color.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A amplitude das discussões atuais acerca da questão ambiental dá conta de uma tomada de consciência, por uma parcela da sociedade, da necessidade de conservação de ambientes naturais, frente à possibilidade de perderem-se por completo os ecossistemas relativos a estes ambientes.

Este fato deriva de posturas éticas, maneiras de relacionamento com os ambientes naturais, ou mesmo, movidos por uma preocupação com a manutenção das condições de perpetuação da espécie humana, no seu atual estágio de evolução

Um dos desafios surgidos ao longo desta pesquisa foi à adaptação e a aplicação do conceito de manejo da terra e propostas conservacionistas para uma bacia hidrográfica, saindo de uma visão local e abrangendo o manejo a um sistema ambiental, além de não aplicar apenas em uma variável (ou cultura), mas agora aplicando às bacias hidrográficas como um sistema e pensando no manejo de diferentes fluxos e variáveis que estão inter-relacionadas.

Numa bacia hidrográfica, todos os seus elementos se interagem no âmbito de sua extensão, ou seja, toda a área drenada entre seus limites tem relação direta com os elementos nela contidos.

Ao analisar os resultados da pesquisa, pudemos verificar que em áreas onde existe a prática do manejo, isso exerce significativa influência na qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas estudadas.

Assim, as classes de uso e cobertura da terra com manejo, irão influenciar na melhor conservação ambiental da bacia (e consequentemente na melhor qualidade das águas) de acordo com o manejo empregado e as práticas conservacionistas aplicadas sobre os tipos de uso.

E que avaliar estes aspectos se torna parte importante no processo de entender a dinâmica ambiental de bacias hidrográficas.

Portanto, compreender bacias hidrográficas como unidades sistêmicas é fundamental para que se possam subsidiar medidas e ações de planejamento ambiental e manejo integrado que busquem o ordenamento do uso da terra e a preservação das águas, bem como minimizar os impactos causados por estas atividades.

Contudo, em função da alta complexidade dos sistemas ambientais, considera-se ainda muito distante a possibilidade de um entendimento completo de todos os arranjos e variáveis envolvidas em um sistema, as subdivisões do sistema, em subsistema e partes componentes podem possibilitar um melhor entendimento da estrutura e dinâmica, no caso as bacias hidrográficas dos córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho. A sequência da análise até o

nível mais elementar, portanto em escala de maior detalhe, certamente revela aspectos não considerados na escala do subsistema e do sistema. Esta subdivisão em unidades espaciais menores, ou seja, em partes componentes, possibilita a utilização de métodos de análise baseados na modelagem do comportamento de processos físicos, baseados na aplicação das geotecnologias, fornecendo um melhor entendimento do funcionamento destas unidades.

É preciso mencionar sobre um dos maiores desafios nesta pesquisa, o de entender e mapear as formas de manejo de maneira integrada nas bacias hidrográficas. Pensar no manejo como uma proposta de conservação para bacias hidrográficas e ainda visando a qualidade das águas e a relação entre os diversos usos nas bacias hidrográficas, ajudou a refletir no âmbito da pesquisa, sobre como adaptar uma metodologia consolidada de maneira que ela continue a contribuir numa pesquisa, agora sob uma nova ótica.

Sobre a metodologia empregada, ao adotar uma teoria que dê embasamento para uma metodologia a ser aplicada trouxe aspectos positivos para a compreensão da pesquisa. Ao tratar as bacias hidrográficas como sistemas, entende-se a soma de suas partes sob uma visão holística e integrativa, fazendo a conexão entre seus elementos para a compreensão do todo.

A análise do manejo e da conservação ambiental das bacias hidrográficas, evidenciou a complexidade da pesquisa de manejo em bacias hidrográficas enquanto sistemas ambientais. A estrutura da dinâmica de um sistema ambiental é complexa devido aos fluxos desencadeados pelos elementos componentes do sistema. Mesmo que a complexidade na compreensão de um sistema provoque resistências na abrangência do manejo de bacias hidrográficas, a pesquisa apresentou resultados satisfatórios quanto a aplicação do manejo visando a conservação ambiental das bacias hidrográficas, apresentando uma problemática de resolução exigente, todavia demonstrando que o manejo pode ser desenvolvido como um conjunto de práticas e diretrizes adequadas, em ações conjuntas, preocupando-se em não se restringir em diretrizes para conservação local, mas sim numa conservação sistêmica das bacias hidrográficas. Com isso, propôs-se direcionamentos quanto às práticas de proteção econômica (para alguns tipos de usos e exploração nas bacias hidrográficas) e ambiental (visando a preservação das bacias hidrográficas).

O enfoque da teoria geral dos sistemas foi interessante pois proporcionou uma perspectiva diferente sobre o manejo de bacias hidrográficas. O manejo, amplamente aplicado em nível local, específico para culturas ou algum tipo de problema (comumente envolvendo erosões), foi reconsiderado para ser aplicado a nível de bacia hidrográfica, relacionando todos os usos presentes nas bacias e suas devidas inter-relações.

A pesquisa abordou uma nova proposta metodológica quanto ao manejo de bacias hidrográficas sob uma perspectiva sistêmica, utilizando conceitos da ciência geográfica, e levando em consideração a metodologia proposta de Fernandes (2010) para o manejo integrado de bacias hidrográficas, tendendo manter a produção a partir de usos da terra, mas objetivando sempre sua conservação ambiental.

Especificamente sobre metodologia proposta por Fernandes (2010), esta possibilitou a compreensão do manejo sob uma visão integrada, conforme o próprio autor sugere. Trazer este conceito para a Geografia e aliar à uma teoria amplamente utilizada nesta ciência (teoria geral dos sistemas) abriu caminhos para uma perspectiva diferente quanto ao ordenamento e planejamento em bacias hidrográficas visando sua conservação.

O manejo integrado com fins de conservação se diferenciou dos estudos comuns de descrição de uso e cobertura da terra. Bacias hidrográficas são compostas por diferentes usos da terra ao longo de sua extensão, podendo ser de características naturais ou antrópicas. É o uso e cobertura da terra que irá ditar de forma direta a dinâmica ambiental e preservação de uma bacia hidrográfica. Porém é incorreto afirmar que uma classe de uso (pastagem, por exemplo) exerce os mesmos impactos em bacias hidrográficas, isso porque, o manejo irá diferenciar a maneira como o uso impacta ambientalmente uma bacia hidrográfica.

Se beneficiando da metodologia empregada, o manejo proporcionou o entendimento do uso e cobertura da terra, sua caracterização e completa avaliação quanto à conservação das bacias hidrográficas, permitindo um diagnóstico e prognóstico para cada classe de manejo mapeada. Além disso, o manejo permitiu inferências com maior consistência quanto às implicações do uso, cobertura e manejo da terra sob a qualidade das águas. Portanto consideramos importante não só o entendimento da dinâmica de uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas, mas também as diferentes formas de manejo sobre cada classe de uso, pois é o manejo que irá diferenciar a magnitude do impacto ou conservação de uma bacia hidrográfica.

Sobre as implicações do uso, cobertura e manejo da terra, nos remete primeiramente a pensar sobre a importância das atividades de campo nesta pesquisa. As atividades de campo sustentaram as coletas das amostras de água, validaram os mapeamentos de uso e cobertura da terra e foram imprescindíveis para verificações quanto as práticas de manejo.

Há de se fazer uma ressalva quanto ao período realizado para amostragem das águas pela pesquisa, que apesar de não ter sido realizada num intervalo de tempo maior mostrou-se relevante quanto ao objetivo proposto de avaliar a implicação do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais, utilizando os parâmetros pré-estabelecidos. Apesar

disso, a distribuição e número de pontos de coleta mostrou-se relevante e tornou possível obter representatividade das amostras e dos resultados das análises. Mesmo as coletas sendo feitas apenas no período de estiagem (seco), estas foram relacionadas com o mapeamento de uso, cobertura e manejo da terra para o mesmo período, fato que possibilitou realizar as considerações sobre suas implicações na qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas.

No entanto, é recomendável que sejam feitas análises sazonais contínuas do transporte de sedimentos em suspensão e qualidade das águas superficiais. Recomenda-se também a mensuração sazonal da vazão dos cursos d'água para avaliação e monitoramento da qualidade das águas e suas mudanças ao longo das estações do ano, bem como a carga total de sedimentos transportados pela bacia anualmente.

Uma das principais funções de bacias hidrográficas (além da importância para preservação e conservação ambiental) é a qualidade de suas águas. Estudar a dinâmica ambiental de uma bacia hidrográfica a partir das interações que ocorrem em sua extensão se faz importante no sentido de que estas interações irão refletir diretamente na qualidade das águas da bacia hidrográfica. Mensurar a qualidade das águas a partir de parâmetros indicadores em amostras ao longo do curso d'água foi esclarecedor quanto a situação atual da conservação das águas. Esta informação, quando cruzada junto ao mapeamento de manejo e as análises dos entornos dos pontos de coleta, auxiliaram na obtenção dos resultados quanto às implicações do uso, cobertura e manejo da terra na qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas.

Compreender a dinâmica do uso e cobertura das terras se tornou imprescindível para os mais diversos estudos envolvendo bacias hidrográficas. Para atingir os objetivos propostos nesta dissertação, entender o uso e cobertura da terra foi de suma importância. Isso porque, somente a partir desta informação, foi possível identificar as classes de manejo, que são intrínsecas ao uso e cobertura da terra. Finalmente estas duas variáveis (uso x manejo) que permitiram relacionar seus efeitos sobre os parâmetros de qualidade das águas e afirmar que a qualidade das águas é influenciada pelo tipo de uso, entretanto, quando o uso da terra se dá por diferentes técnicas de manejo é justamente esta variável que terá maior peso na influência sobre a conservação (e qualidade) das águas.

Com os resultados da implicação, verificou-se que o uso predominante de pastagens e a falta de manejo em grandes extensões desta classe afetam diretamente na qualidade das águas e no transporte de sedimentos em suspensão dos córregos.

Pontos de coleta em que nas suas adjacências são ocupados por pastagens, principalmente pastagens degradadas e/ou sem práticas de manejo apresentaram piores valores quanto as variáveis mensuradas para a qualidade das águas, em especial, maiores valores de sedimentos em suspensão, sólidos totais dissolvidos e turbidez. As pastagens, segundo a metodologia de modelagem de escoamento superficial (*Curve Number* – CN) apresentam o maior potencial de escoamento superficial, e justamente o escoamento junto do transporte de sedimentos até as áreas mais baixas das bacias hidrográficas acabam por afetar a quantidade de sedimentos em suspensão nas águas, que refletem nos valores de sólidos totais dissolvidos e turbidez.

A exemplo disso, pode ser citado o ponto 5 de coleta da bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo. Este ponto é cercado por uma grande área de pastagem degradada, caracterizada como uma classe de situação de risco no mapeamento de manejo. Este ponto apresenta o maior valor de sedimentos em suspensão, com 1.334 g/m³. Já o ponto 3 de coleta nesta mesma bacia hidrográfica, localizado em uma área com entorno de pastagens manejadas, APP respeitada, faixa de vegetação em regeneração natural (recomposição de reserva legal) no entorno da APP e vegetação ciliar, considerado um dos pontos de maior proteção das águas na bacia, apresenta um valor de apenas 3 g/m³ de sedimentos em suspensão. Da mesma maneira, quanto à qualidade das águas superficiais, podemos usar o ponto de coleta 5 da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, que dentre todos os pontos analisados foi o único a ser enquadrado na classe Especial da resolução 357/2005. Isso porque este ponto encontra-se numa área de reserva legal em recomposição, atualmente isolada e em regeneração natural da vegetação.

Daí a importância de se pensar práticas de manejo para a conservação das pastagens, mantendo o ordenamento e equilíbrio entre os usos das bacias hidrográficas com sua conservação ambiental.

A aplicação das geotecnologias e mapeamento do manejo em bacias hidrográficas, permitiu que o objetivo da pesquisa fosse alcançado, visto que a aplicação das geotecnologias se mostraram satisfatória para estudos desta temática em bacias hidrográficas e que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas adequadas para tais estudos.

Conhecer o espaço na qual se pretende desenvolver uma pesquisa é fundamental para obter resultados coerentes. O mapeamento aqui apresentado contribuiu de maneira significativa para o entendimento das bacias hidrográficas.

A tarefa de cartografar os espaços das bacias hidrográficas é imprescindível para compreender a dinâmica de funcionamento de um sistema ambiental. No sistema, os

processos acontecem de maneira inter-relacionada e uma das alternativas para entender o sistema é cartografando seu espaço e destacando os elementos de interesse para a análise desejada. Ao mencionar a importância da cartografia neste trabalho, entendemos que os mapas foram fundamentais nas análises espaciais e no cruzamento das informações de uso, cobertura e manejo da terra para avaliar as implicações na qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas aqui estudadas.

É importante ressaltar que algumas respostas poderiam ter sido mais consistentes se fossem disponibilizadas bases de dados em melhores escalas para a região. A exemplo da cobertura vegetal, topografia (declividade) e principalmente dos solos, o que proporcionaria maior riqueza de detalhe (realidade) para as bacias hidrográficas. Em se tratando especificamente do mapeamento de solos, apesar da atual escala (1:250.000) percebe-se uma grande generalização das informações. Seria de grande importância um mapa de solos com maior riqueza de detalhes, sendo uma variável importante para diretrizes do manejo integrado.

É evidente a urgência na demanda por dados espaciais no Brasil. Vivemos uma tímida melhora quando a esta adversidade, mas é preciso destacar que há um longo caminho a percorrer. Faltam base de dados consistentes e em escala de detalhes. Neste sentido, entendemos trabalhos como este, como importantes fontes de dados e geração de informações espaciais de porções do território brasileiro. É preciso conhecer o espaço, a dinâmica ambiental e a ocupação rural de bacias hidrográficas para pensar em diretrizes para sua conservação e base de dados espaciais com informações relevantes aos estudos que se pretendem realizar são importantes para atingir este objetivo.

O acesso aos dados gratuitos e de qualidade nos permite cada dia mais aprimorar técnicas e produzir informações de confiança numa gama ainda maior de aplicabilidades. As imagens de satélite e “mapeamentos base” disponibilizados gratuitamente à comunidade científica (e também livremente para qualquer cidadão) foram fundamentais para atingir os objetivos propostos, por auxiliar em inúmeras análises desta dissertação e finalmente contribuir para as considerações finais quanto aos resultados da pesquisa.

Além da disponibilização dos dados, outro fator importante de contribuição das geotecnologias na pesquisa foi a utilização de dados *multifontes*, ou seja, advindos de diferentes fontes, com o mesmo objetivo nas análises. Esta variedade de dados (imagens de satélite de diferentes sensores, com diferentes resoluções espaciais, cartas topográficas, etc.) são importantes pois tendem a enriquecer em detalhes as informações dos mapeamentos e das análises. Os diferentes dados representando a mesma área, com detalhes e datas diferentes, se

complementam e fazem com que a tarefa de interpretar o espaço e compreender a dinâmica do sistema se torne mais consistente.

Aliado ao fato de disponibilização dos dados gratuitos a aplicação das geotecnologias foi fundamental para se atingir os resultados. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi a ferramenta mais relevante nesta pesquisa. O potencial das geotecnologias aplicadas num estudo de manejo de bacias hidrográficas é importante devido sua capacidade (além das funções cartográficas), de identificação de ações e consequências no espaço estudado. Em vista disso, as geotecnologias foram uma boa estratégia enquanto metodologia e definição de critérios para o mapeamento das bacias hidrográficas.

Quanto aos mapas produzidos especificamente nesta dissertação, há que se destacar o mapa de manejo, elaborado a partir da metodologia adotada e o mapa de propostas e viabilidade para mudanças, elaborado a partir das matrizes de informações de manejo. O mapa de manejo se preocupou em caracterizar classes de uso em diferentes níveis (de técnicas aplicadas que contribuem para a conservação). O que possibilitou o melhor entendimento dos *impactos x conservação* por cada classe presente nas bacias hidrográficas, bem como a melhor compreensão das implicações do uso, cobertura e manejo da terra que estão nas adjacências de cada ponto de coleta de água.

O mapa de propostas e viabilidade de mudanças representou as zonas das bacias hidrográficas onde, a partir de todas as considerações sobre os resultados, avaliou-se necessário mantê-las, modifica-las parcialmente ou integralmente e definir quais as suas viabilidades de mudança. Isso fez com que fossem ressaltadas as áreas de maior atenção para o planejamento das bacias hidrográficas. E o nível de viabilidade para suas mudanças, deixando claro as zonas em que se considera serem de mudanças urgentes para a melhor conservação de cada bacia hidrográfica.

Portanto, ressaltamos que o uso das geotecnologias assegurou a implementação do banco de dados, compilação e armazenamento das informações base para início da pesquisa de cunho ambiental, manipulação, processamento, mapeamentos, quantificação das áreas e análise dos resultados, todos estes procedimentos subsidiaram o apontamento das diretrizes para a melhor conservação das bacias hidrográficas, um dos objetivos propostos nesta pesquisa.

Algumas diretrizes para conservação das bacias hidrográficas, foram propostas baseadas no conhecimento de causa das bacias hidrográficas ao longo desta pesquisa. Não é intenção das diretrizes para conservação, aqui propostas, serem estáticas e inflexíveis, ao contrário, as diretrizes propostas têm a função de estabelecer o equilíbrio entre a preservação e a

exploração (relação entendida aqui como conservação ambiental) que já ocorre ao longo das bacias hidrográficas, visando a conservação das bacias hidrográficas e principalmente de seus cursos d'água.

Identificar os tipos de problemas (alterações, impactos, etc.) não é tarefa das mais simples. No entanto, a sequência da identificação de um problema é propor medidas que possa reverter ou ao menos minimizá-lo. Por este motivo, houve a preocupação em identificar diretrizes para cada classe de manejo, de acordo com sua atual situação. Com a análise dos resultados e o conhecimento da atual conservação das bacias hidrográficas avançou-se para diretrizes que pudessem resultar no desenvolvimento de práticas no âmbito de um manejo integrado para as bacias hidrográficas, considerando-as como um sistema. As práticas de conservação como um dos resultados para o manejo são sempre desenvolvidas pontualmente, ou com um propósito específico para prevenção de impactos ou degradação a partir do uso da terra para culturas (usos) específicos. Então, abranger as práticas e o entendimento do manejo para as bacias hidrográficas sob a perspectiva sistêmica foi algo desafiador, mas que, acredita-se ter trazido resultados satisfatórios, e acima de tudo, propostas que se adequem em um cenário real com possibilidade de desenvolvimento, que possam conduzir para a melhor conservação das bacias hidrográficas.

Por meio dos dados de qualidade das águas obtidos, mapeamentos realizados e das diretrizes propostas, a pesquisa oferece importantes instrumentos para o planejamento ambiental das bacias hidrográficas, bem como uma referência bibliográfica para que estudos desta temática possam ser desenvolvidos em novas áreas.

Pensar em diretrizes para a melhoria da qualidade das águas superficiais nas bacias hidrográficas requer pensar, antes de tudo, em diretrizes quanto ao ordenamento do uso da terra e práticas de manejo. Então, acredita-se que as diretrizes propostas para o manejo das pastagens e da recuperação das Áreas de Preservação Permanente refletem diretamente na conservação das águas.

As diretrizes foram importantes no sentido de que, a partir de uma análise e um diagnóstico da situação atual das bacias hidrográficas, seja possível orientar propostas (chamadas aqui de práticas conservacionistas) que ultrapassem a simples análise e caracterização do manejo nas bacias hidrográficas. Ou seja, as diretrizes permitiram um avanço no trabalho, no sentido de deixar alternativas que possam contribuir, sob a visão sistêmica da pesquisa, para um cenário ideal de conservação ambiental, visando a proteção das APPs, nascentes, recursos hídricos e o equilíbrio entre a exploração e a preservação das bacias hidrográficas. Apontou-se, quanto aos aspectos gerais da conservação ambiental das

bacias hidrográficas, zonas a serem mantidas, modificadas parcialmente e modificadas integralmente, e a viabilidade para a mudança destas zonas. Assim, faz-se saber áreas de prioridade para o manejo e conservação. Os mapas indicando as propostas de manejo em zonas foram acompanhadas de tabelas que facilitam o entendimento do planejador e apontam as necessidades para cada bacia hidrográfica.

As pastagens por serem o uso de maior exploração ao longo das bacias hidrográficas receberam propostas específicas para seu manejo, pois a partir das implicações do uso, cobertura e manejo da terra sobre a qualidade das águas superficiais, considerou-se as pastagens a classe de uso de maior implicação nos resultados. Para tanto, houveram diretrizes baseadas em técnicas de manejo para as pastagens, de modo que possam refletir na conservação ambiental das bacias hidrográficas.

As áreas degradadas (erosões) foi outra classe em que se considerou necessária a elaboração de diretrizes específicas, para o caso das bacias hidrográficas em estudo. Em geral, as propostas para a minimizar os danos causados pelas áreas degradadas já existentes e por sua expansão, estão paralelamente entre as propostas de conservação das pastagens, pois a má utilização dos pastos, em alguns casos, foi responsável pelo surgimento de erosões. E também se relacionam diretamente com as propostas para proteção das APP e nascentes, pois a maior extensão de áreas degradadas estão dentro dos limites ou próxima das APPs, portanto suas diretrizes influenciam diretamente no controle das áreas degradadas das bacias hidrográficas.

As APPs em bacias hidrográficas são a principal forma de proteção de suas águas. Por isso, foi importante, em se tratando de um trabalho envolvendo bacia hidrográfica e a preocupação quanto à qualidade de suas águas, estabelecer diretrizes para a reabilitação da vegetação nas APPs das bacias hidrográficas. Buscou-se em autores com experiência técnica (e prática) as diretrizes para a recuperação da vegetação. Preocupando-se com o tipo correto da espécie a ser utilizada, a disposição do plantio e demais cuidados necessários, com intenção de que as diretrizes contidas neste trabalho possam ser utilizadas como um manual para estas atividades em bacias hidrográficas.

Portanto, revelou-se fundamental conhecer os objetos de pesquisa e interpretar a interação de suas partes componentes (elementos) que regem seu funcionamento enquanto um sistema ambiental, da qual, indiretamente todos nós estamos incorporados e influenciamos o sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, L. L. et al. Proposta de um Modelo para Gerenciamento da Qualidade de Água Superficial. In Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17 (SBRH), 2007, São Paulo. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2007. p. 1-18. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/7ed40a3a1eaff300dc1815f18f007af7_0bce6afeb849d72d3fa79644d5f80c19.pdf>. Acesso em: 13 set. 2015.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANDRADE, P. R. G. S. Enquadramento de Corpos de Água e Estudo de Impacto Ambiental: vinculações com o planejamento de recursos hídricos. In Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19 (SBRH), 2011, Maceió. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2011. p. 1-20. Disponível em: <<https://www.professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17392/material/TEXT0&20SOBRE%20ENQUADRAMENTO.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

Agência Nacional de Águas - ANA. **GEO Brasil: recursos hídricos**. Resumo executivo. Ministério do Meio Ambiente (MMA); Agência Nacional de Águas (ANA); Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p.

_____. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Cadernos de capacitação em recursos hídricos, v. 1. Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília: SAG, 2011. 64 p.

_____. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: SAG, 2011a. 50 p.

_____. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil**. Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília: ANA, 2012. 264 p.

_____. **Cuidando das Águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). 2. ed. Brasília: ANA, 2013. 157 p.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013a. 432 p.

_____. **Região Hidrográfica do Paraná: a maior demanda por recursos hídricos do país**. Agência Nacional de Águas (ANA), 2015. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/Bacias/parana.aspx>>. Acesso em: 02 jul 2015.

_____. **Divisão Hidrográfica do CNRH**. 2015a. Disponível em: <<http://www2.snirh.gov.br/arquivos/atlasrh2013/1-I-TEXTO.pdf>>. Acesso em: 03 jul 2015.

AQUINO, L. C. S. Recuperação Florestal de Margens de Reservatórios: proteção dos recursos hídricos, manutenção da biodiversidade e recomposição da paisagem. In: CAMPAGNOLLI, F.; DINIZ, N. C. (Orgs.). **Gestão de Reservatórios Hidrelétricos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. p. 61-73p.

ATTANASIO, C. M. **Manual de Recuperação de Matas Ciliares para Produtores Rurais**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006. 46 p.

BARELA, W. et al. As Relações entre Matas Ciliares, os Rios e os Peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001. p. 187-207.

BARROS, L. C. et al. **Integração entre barraginhas e lagos de múltiplo uso: o aproveitamento eficiente da água de chuva para o desenvolvimento rural**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2013 (Circular técnica).

BATISTELLA, M.; CRISCULO, C.; BOLFE, E. L. Satélites de Recursos Naturais como Suporte à Gestão Ambiental. In: BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. (Orgs.). **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008. p. 21-52.

BATISTELLA, M.; VALADARES, G. S.; BOLFE, E. L. Monitoramento da Expansão Agropecuária como Subsídio à Gestão Ambiental Estratégica na Região Oeste da Bahia, Brasil. In: BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. (Orgs.). **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008. p. 162-195.

BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. (Orgs.). **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008. 283 p.

BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Geoinformação e Ambiente: trazendo a ciência espacial para a Terra. In: BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. (Orgs.). **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008. p. 09-20.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975. 351p.

_____. **Teoria Geral dos Sistemas**. Rio de Janeiro. 7ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8ª ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355 p.

BIELENKI JÚNIOR, C.; BARBASSA, A. P. **Geoprocessamento e Recursos Hídricos: Aplicações Práticas**. São Carlos: EdUFSCar, 2012. 257 p.

BLASCHKE, T.; GLÄSSER, C.; LANG, S. Processamento de Imagens num Ambiente Integrado SIG/Sensoriamento Remoto – Tendências e Consequências. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Orgs.). **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores e Métodos Inovadores**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 11-18.

BLASCHKE, T.; KUX, H. (Orgs.). **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores e Métodos Inovadores**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 303 p.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. 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. p. 153-192.

BRASIL. Decreto nº 94.076, de 05 de março de 1987. Institui o Programa Nacional de MicroBacias Hidrográficas, e dá outras providências. DOU de 06 de março de 1987. Brasília DF. 1987. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=108101&norma=131009>>. Acesso em 07 jul 2015.

_____. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. DOU de 09 de janeiro de 1997. Brasília DF. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso 6 nov 2014.

_____. **Decreto-lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. DOU de 28 de maio de 2012. Brasília DF. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso 6 nov 2014.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357/2005**, 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. DOU de 18 de março de 2005. Brasília DF. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso 10 mar 2015.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 430/2011**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. DOU de 16 de maio de 2011. Brasília DF. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso 10 mar 2015.

BRAZ, A. M.; MIRANDOLA, P. H. **Geotecnologias Aplicada: uma análise ambiental da Bacia Hidrográfica do córrego carro queimado**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 145 p.

BUSCHINELLI, C. C. A. **Geotecnologias como ferramentas de apoio à certificação da qualidade no campo: noções gerais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 23 p.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Banco de dados Geográficos**. 1995. 227 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). INPE, São José dos Campos.

_____. et al. **Anatomia de sistemas de informações geográficas**. São José dos Campos: INPE, 1996. 205 p. (INPE-8094-RPQ/716). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.13.36>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

_____. et al. (Orgs.). **Geoprocessamento: Teoria e Aplicações**. INPE - Edição On-line, 1999. v.1

_____. Representação Computacional de Dados Geográficos. In: CASANOVA, M. *et al.* (Orgs.). **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados>>. p. 1-44.

_____. et al. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: DRUCK, S. *et al.* (Orgs.). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 1-26.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. (Orgs.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2004.

CAMPAGNOLLI, F.; DINIZ, N. C. (Orgs.). **Gestão de Reservatórios Hidrelétricos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 192 p.

CAMPESTRINI, H et al. **Enciclopédia das Águas de Mato Grosso do Sul**. Instituto Histórico e Geográfico de Mato Grosso do Sul (IHGMS). Campo Grande, MS. 2014. 328 p.

CÂNDIDO, M. J. D. **Métodos para Medicação da Estrutura do Pasto**. Revisão de Literatura para a disciplina de Métodos de Avaliação de Pastagens. Universidade Federal de Viçosa – Centro de Ciências Agrárias – Departamento de Zootecnia. Viçosa, MG: UFV, 2002. 20 p.

CARVALHO, N. O. et al. **Guia de Práticas Sedimentométricas**. Brasília: ANEEL. 2000. 154 p.

_____. **Hidrossedimentologia Prática**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.

CARVALHO, A. R.; SCHITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da Atividade Agropecuária com Parâmetros Físicos Químicos da Água. **Química Nova**. ed. 25, n 5, 2000. p. 618-622.

CASANOVA, M. et al. (Orgs.). **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados>>.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de Paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 95 p.

CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. dos. **Manejo de Bacias Hidrográficas**. (Material didático). Centro de Ciências Agrárias, UFES. Alegre, ES. 2006

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. São Paulo, 2009. 41 p. (Séries relatórios)

CHIRIBOGA, D. S.; SWENSON, J. J.; RODRÍGUEZ, F. A Experiência de uma Organização de Conservação com o Manejo de Sistemas de Informações Geográficas. In: BATISTELLA,

M.; MORAN, E. F. (Orgs.). **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008. p. 197-214.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo : Hucitec-Edusp, 1979. 106 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 313 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Sistemas Dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em geografia. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 89-110.

Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH. **ÍNDICE E INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA – REVISÃO DA LITERATURA**. Vol. 1. PNMA II- índices e indicadores. Recife, PE: CPRH, ([2000] década certa). 114 p. Disponível em: < <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

CUNHA, S. B. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 228-271

_____. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda., 2012. p. 219-238

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 43-79.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 388 p.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda., 2012. 250p.

CURY, R. T. S; CARVALHO JÚNIOR, O. **Manual para Restauração Florestal: florestas de transição**. Belém: IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2011. 78 p.

CRESTANA, S.; MINOTI, R. T.; NEVES, F. F. Modelagem e Simulação Aplicadas à Avaliação dos Impactos na Perda de Solo e dos Dejetos Suínos na Qualidade da Água de MicroBacias. In: GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. (Orgs.). **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microBacias Hidrográficas: manejo de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 167-199.

D'AGOSTINI, L. R.; SCHLINDWEIN, S. L. **Dialética da Avaliação do Uso e Manejo das Terras: Da classificação interpretativa a um indicador de sustentabilidade**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1998. 121 p.

DIAS, L. S.; BENINI, S. M. **Estudos ambientais aplicados em Bacias Hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2014. 161 p.

DURIGAN, G. *et al.* **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3ª ed.rev. e atual. São Paulo: SMA, 2011. 19 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja** – Região Central do Brasil 2004: Manejo do Solo. Sistema de Produção, n 1. **Embrapa Soja**, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/manejo.htm>>. Acesso em: 26 set. 2015.

ENZWEILER, J. **Amostragem de águas e parâmetros de qualidade**. GE117, 2010. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/9/Aula5.pdf>>. Acesso em maio 2014.

FERNANDES, M. R. Sub-Bacias Hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais. *In*: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 3. **Anais...** III Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte. Viçosa, MG. 2002.

_____. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas: fundamentos e aplicações**. Belo Horizonte: SMEA/CREA, 2010. 232 p.

FERREIRA, C. C. **Geotecnologias aplicada a Criação e Organização de Banco de Dados Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú - MS/BR**. 2011. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Três Lagoas.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à Análise Geoespacial: Teoria, Técnicas e exemplos para Geoprocessamento**. 1ed. São Paulo: Editora UNESP, 2014. 343 p.

FILIZOLA, H. F. et al. Controle dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) em áreas de solos arenosos. **Circular Técnico Embrapa**, v. 22, p. 1-7, 2011.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na Geografia Aplicada: Difusão e Acesso. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 17, p. 24-29, 2005.

FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128 p.

GARCIA G. J. **Sensoriamento Remoto: Princípios e interpretação de imagens**. São Paulo: Nobel, 1982. 357 p.

GIUSTI, D. A. et al. Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia do Rio Sucuriú, Costa Rica - MS. *In*: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20. (SBRH), 2013, Bento Gonçalves.

Anais... Porto Alegre: ABRH, 2013. p. 1-8. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/a496193cf90be266b6aa04cfe5fb0b50_dc2a21cf1278b92568d30eb960a9cffc.pdf>. Acesso em: 02 set. 2015.

GOMES, M. A. F. Manejo de Bacias Hidrográficas em Áreas de Afloramento do Aquífero Guarani. In: GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. (Orgs.). **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microBacias Hidrográficas: manejo de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 275-319

GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. (Orgs.). **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microBacias Hidrográficas: manejo de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 407 p.

GONÇALVES, F. **INTERAÇÕES ENTRE O AMBIENTE FÍSICO, USO E COBERTURA DA TERRA E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS NO CANAL FLUVIAL: A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTO ANASTÁCIO, OESTE PAULISTA (DEZ. 2009 – DEZ. 2010)**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente.

GRECHIA, L.; PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H. A influência da energia do relevo na qualidade e no enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre/RS. **Anais...** XVI Encontro de Geógrafos Brasileiros - Crise, Práxis e Autonomia: Espaços de Resistência e de Esperanças, 2010.

GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280 p.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. 1a. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 192p

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 181-227.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão e a Questão Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 282 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. (Manuais Técnicos em Geociências).

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Normais Climatológicas 1961 a 1990**. Brasília: INMET, 1992. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 18 mai. 2015.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Os satélites Landsat 5 e Landsat 7. **INPE/OBT/DGI**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php>; <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php>, 2009. Acesso em 22 ago. 2015.

IZZIPATO, F. J. **DIRETRIZES PARA ANÁLISE AMBIENTAL COM USO DE GEOTECNOLOGIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PINTO, TRÊS LAGOAS/MS**. 2013. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Três Lagoas.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Erosão e Movimentos de Massa – Recuperação de Áreas Degradadas com Técnicas de Bioengenharia e Prevenção de Acidentes. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. 1a. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 7-30.

JORGE, F. N.; UEHARA, K. Águas Superficiais. In: OLIVEIRA, A. M.; BRITO, S. N. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p. 101-109.

JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment-an Earth resource perspective**. New Jersey, Prentice Hall, 2000. 544p.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LIJERÓN, L. A.; PINTO, A. L. Qualidade das águas superficiais da Bacia do córrego Fundo, Aquidauana/MS. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, 4. **Anais...** IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal (SIMPAN). Corumbá, 2004.

LINHARES, B. V. **Análise da impermeabilização do solo na MicroBacia Hidrográfica do Córrego Hermógenes – Campinas/SP**. 2014. 71 f. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Instituto de Geociências (IG). Campinas.

LORENZZETTI, J. A. **Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Blucher, 2015. 293 p.

LORENZ-SILVA, J. L. **O esponjilito de Três Lagoas, MS: registro e caracterização com ênfase em micropaleontologia**. 2004. 113 f. Tese (Doutorado em Geologia) do Programa de Pós-Graduação em Geologia – Universidade Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). UNISINOS, São Leopoldo.

LOUREIRO, H. A. S.; FERREIRA, S. M. O Papel das Geotecnologias no Estudo das Feições Erosivas e de Movimentos de Massa no Brasil. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 95-125.

MACHADO, W.; STIPP, N. A. F. Caracterização do manejo de solo na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão dos Apertados-PR. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 45-73, 2003.

MACHADO, P. J. O; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 688p.

MEIRELLES, M. S. P; CÂMARA, G; ALMEIDA, C. M. (Orgs.). **Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 593 p.

MELLO, J. M. **Adoção de Sistema de Informação Geográfica**. Curitiba: Appris, 2015. 83 p.

MELO, R. O. et al. Produção de Sedimento Suspenso de uma Típica Bacia Hidrográfica Semi-Árida. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 8. **Anais...** VIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS - ENES, 2008, Campo Grande. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS - ENES, 2008.

MIRANDOLA, P. H. **Análise Geo - Ambiental Multitemporal para fins de Planejamento Ambiental: Um exemplo aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal Mato Grosso - Brasil**. 2006. 317 f. Tese (Doutorado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.

MIRANDOLA, P. H. **A trajetória da tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na pesquisa geográfica**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas, Três Lagoas, v. 1, n.1, p. 21-38, 2004.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 96 p.

_____. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraná**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006a. 240 p.

MONGIN, J. Medidas Corretivas à Erosão e Desertificação: Exemplo de Gilbués – PI. In: CAMPAGNOLLI, F.; DINIZ, N. C. (Orgs.). **Gestão de Reservatórios Hidrelétricos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. p. 61-73p.

MORAIS, A. C.; SANTOS, A. R. dos. (Orgs.). **Geomática & Análise Ambiental**. Vitória, ES: EDUFES, 2007. 182 p.

MOREIRA, R. **O Pensamento Geográfico Brasileiro: as matrizes da renovação**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2014.

NAMIKAWA, L. M. **Geoprocessamento livre no inpe**. (campo ausente ou vazio: 'editor') Criação, Representação e Visualização Digitais: Tecnologias Digitais de Criação, Representação e Visualização No Processo de Projeto. [s.n.] 2012. p. 90-123.

NOVO, E. M. L. M. Ambientes Fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 219-246.

_____. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

NUNES, F. G. Modelagem Hidrológica e Técnicas de Geoprocessamento na Estimativa da Impermeabilização do Solo e Escoamento Superficial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns – Goiânia (GO). **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 55-74, 2012.

OLIVEIRA, G. H. **As Implicações do Uso, Ocupação e Manejo da Terra na Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**. 2014. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Três Lagoas.

OLIVEIRA, A. M.; BRITO, S. N. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, 586p.

PAGOTTO, T. C. S.; SOUZA, P. R. (Orgs.). **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: subsídios à conservação e ao manejo do Cerrado: área prioritária 316-Jauru**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2006. 308 p.

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada**. Desenvolvimento de material didático ou instrucional - apostila de disciplina. UERGS, Caxias do Sul-RS. 2004.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R. dos; FIEDLER, N. C. (Orgs.). **Mapeamentos de área de preservação permanente no ArcGIS 9.3**. Alegre: CAUFES, 2010. 58 p.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação**. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989.

PINHO, C. M. D.; RENNÓ, C. D.; KUX, H. J. H. Avaliação de Técnicas de Fusão aplicadas à Imagem Quickbird. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4225-4232. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12615-PRE/7908). Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.20.14/doc/4225.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

PINTO, N. S. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1976.

PINTO, A. L.; MAURO, C. A. A importância do Ribeirão Claro para o Abastecimento de água da cidade de Rio Claro-SP. **Geografia Teorética**, v. 15. 1985.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da Eficiência da Utilização do Oxigênio Dissolvido como Principal Indicador de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino - GEOMAE** (Impresso), v. 1, p. 69-82, 2010.

PINTO, A. L. et al. Subsidio Geológico/Geomorfológico ao ordenamento do uso, ocupação e manejo do solo, visando a redução da perda de solo e a recuperação da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Relatório Final FUNDECT/MS**. UFMS. Três Lagoas, 2010, 242p.

PIROLI, E. L. **Introdução ao Geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010. 46 p.

Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul - PERH. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010. 194 p.

POLIANOV, H.; BARROSO, E. V. Geotecnia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 147-187.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2ª ed atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 176 p.

PORTO, R. L. L. et al. (Orgs.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (Coleção ABRH; v3), 1991. 414 p.

PORTO, R. L. L.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da Qualidade da Água. In: PORTO, R. L. L. et al. (Orgs.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (Coleção ABRH; v3), 1991. p. 27-66.

POTT, A. et al. Flora, inventário das Angiospermas no Complexo Aporé-Sucuriú. In: **Biodiversidade do Complexo Sucuriú: Subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado**. PAGOTTO, T. C. S.; SOUZA, P. R. (Org.). Campo Grande: Editora UFMS, 2006, p. 44-66. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Complexo_Apore_Sucuriu.pdf. Acesso em: 09 ago. 2015.

POTT, V. J.; POTT, A.; MOREIRA, S. N. Vegetação da Unidade de Planejamento e Gerenciamento da Bacia do Rio Sucuriú. **Revista GeoPantanal**, v. 9, p. 221-233, 2014.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle de erosão hídrica**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2009. 279 p.

PRUSKI, F. F. Prejuízos Decorrentes da Erosão Hídrica e Tolerância de Perdas de Solo. In: PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle de erosão hídrica**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2009. p. 13-23.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento Superficial**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2004. 87 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RICHTER, B. D. **Em Busca da Água:** um guia para passar da escassez à sustentabilidade. Tradução de Maria Beatriz de Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 188 p.

RISTOW, S. F. P. **Uso de geotecnologias livres para apoio à gestão de Bacias Hidrográficas:** prática com Quantum Gis (QGIS) - Versão 2.2.0. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC. Florianópolis: [s. n.], 2014. 75 p.

RODRIGUES, R. R; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares:** conservação e recuperação. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001. 320p.

RODRIGUES, R. R; GALDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: **Matas Ciliares:** conservação e recuperação. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001. 320p.

RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I. C. M. C. Importância do Fator Antrópico na Redefinição de Processos Geomorfológicos e Riscos associados em Áreas Urbanizadas no meio Tropical Úmido. Exemplos na Grande São Paulo In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas.** 1a. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 192p

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental:** subsídios da geoeologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoeologia das Paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. 3 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010. 222 p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Orgs.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas.** Tomo 1. Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. 1. ed. Fortaleza - Ceará: Edições UFC, 2011. v. 1. p. 29-47.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n16. 2005. p. 81-90.

_____. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 7ª ed. Uberlândia: EDUFU, 2009. 264p.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil:** subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

RUHOFF, A. L.; PEREIRA, R. S. Gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas: representações computacionais do ciclo hidrológico em sistemas de informações geográficas. **Revista Geosul.** Florianópolis: UFSC, v. 19, n. 38, jul.-dez. 2004, p. 185-205.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas Sete Lagoas.** Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SANTOS, H. G. et al. Estudo do Solo. In: BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. **Solos para Todos: perguntas e respostas**. (Dados Eletrônicos) Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014.

SANTOS, C. R.; ROCHA, P. C. A Influência da Temperatura da Superfície na Análise da Paisagem na Foz dos Rios Aguapeí e Peixe no Oeste Paulista, a partir de Imagens Landsat 8. In: DIAS, L. S.; BENINI, S. M. **Estudos ambientais aplicados em Bacias Hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2014. p. 75-86.

SÃO PAULO. **Preservação e Recuperação das Nascentes de Água e Vida**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. N.1 (2009). São Paulo: SMA, 2009.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente – São Paulo. **Cadernos da Mata Ciliar**. Departamento de Proteção da Biodiversidade, n. 1. São Paulo: SMA, 2009a. 36 p.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 236 p.

SILVA, C. A. Manejo Integrado em MicroBacias Hidrográficas. **Estudos Sociedade e Agricultura** (UFRJ), Rio de Janeiro, v. 3, p. 182-188, 1994.

SILVA, C. A. (Org.). **Geografia e Natureza: experiências e abordagens de pesquisas**. Dourados: Ed. UFGD, 2012. 256 p.

SILVA, L. O. S. **IMPLICAÇÕES DO USO, OCUPAÇÃO E MANEJO DA TERRA NA QUANTIDADE E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS-MS**. 2013. 231 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Três Lagoas.

SILVA, R. C. **Mecanização e Manejo do Solo**. São Paulo; Érica, 2014. 120 p.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2ª ed. São Carlos: RIMA, 2007.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Orgs.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Tomo 1. Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. 1. ed. Fortaleza - Ceará: Edições UFC, 2011. v. 1. 149 p.

SILVA, C. A. A.; PINTO, A. L. **Qualidade das águas superficiais do Rio Sucuriú, no município de Três Lagoas/MS**. 2009. Três Lagoas: UFMS, 19 p. Relatório. Disponível em: <<http://www.propp.ufms.br/gestor/titan.php?target=openFile&fileId=407>>. Acesso em: 12 set. 2015.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. **Estratégia Metodológica para Zoneamento Ambiental: a experiência aplicada na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 329 p.

SOARES FIHO, A.; COMUNELLO, E.; RIBEIRO, A. F. N. Geotecnologias na caracterização espaço-temporal do Uso do Solo em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, C. A. (Org.). **Geografia e Natureza: experiências e abordagens de pesquisas**. Dourados: Ed. UFGD, 2012. p. 227-256 p.

SOARES, R. B. et al. Aplicação de Técnica de Fusão em Imagens Landsat8/OLI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 4836-4843. Internet. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/marte2/2015/06.15.15.46.48>>. Acesso em: 01 set. 2015.

Soil Conservation Service – SCS. **National Engineering Handbook**. United States Department of Agriculture - USDA, 1972. Disponível em: <<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/?cid=stelprdb1043063>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 16, 1977.

SOUZA, D. F. O. **Assoreamento e a Qualidade Físico-químico das Águas Superficiais da Lagoa Maior em 2013/14 no município de Três Lagoas/MS**. 2015.113 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Três Lagoas.

SOUZA, I. M. **Sensoriamento Remoto Orbital aplicado a Estudos Urbanos**. Material Didático. INPE, São José dos Campos. 2012. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3BEFCJH>>.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; DIAS, N. S. Gestão de Recursos Hídricos: O Caso da Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga** (UNESP. CD-ROM), v. 1, p. 280-296, 2012.

STEVANUX, J. C. **O Rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR)**. 1993. 261 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) do Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar – Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Pesquisa de campo em Geografia**. GEOgraphia (UFF), Niterói/RJ, v. 7, p. 92-99, 2002.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Blucher, 2003. 400 p.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microBacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.1, p. 181-186, 2002.

TUCCI, C. E. M. et al. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre, RS: UFRGS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995.

_____. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

_____. **Modelos Hidrológicos**. 2ª ed. Colaboração da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina do Texto, 2011. 328 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE- SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator** – Revista de Geografia /UFC, ano 05, nº 10, 2006.

UHLMANN, G. W. **Teoria Geral dos Sistemas: do atomismo ao sistemismo** (Uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria). São Paulo: Centro Interdisciplinar de Semiótica da Cultura e da Mídia, 2002. 84p. <http://www.cisc.org.br/portal/biblioteca/teoria_sistemas.pdf>.

VALE, C. C. Por uma Metodologia para o Estudo das Áreas de Manguezais: uma visão sistêmica. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. **Geomorfologia: aplicação e metodologias**. São Paulo: Expressão Popular: UNESP. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2008. p. 117-131.

_____. Teoria Geral Do Sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre Lugar**, v. 6, p. 85-108, 2012.

VALLE JUNIOR, R. F. et al. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do Rio Uberaba – MG. **Caminhos de Geografia (UFU)**, v. 14, p. 1-11, 2013.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 282 p.

XAVIER-SILVA. J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001.

_____. Geoprocessamento em Estudos Ambientais: uma perspectiva sistêmica. In: MEIRELLES, M. S. P; CÂMARA, G; ALMEIDA, C. M. (Orgs.). **Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 23-53.

ZANIN, P. R.; BONUMÁ, N. B.; FRANCO, D. Monitoramento e Análise de Sedimentos Suspensos em Bacia Hidrográfica com Represamento Hídrico. In: XI Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2014, João Pessoa - PB. **Anais...** Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Alegre - RS: ABRH, 2014. v. XI.

ANEXOS

Anexo 2: Planilha de anotações da qualidade das águas.**DATA DA COLETA:** ____/____/____**PONTO 01** ____:____

pH	
O.D. (mg\L)	
O.D. (%)	
C.E	
Turbidez	
Temperatura do Ar	
Temperatura H ₂ O	
O.R.P	
T.D.S	
Salinidade	
Velocidade	
Transporte	

PONTO 02 ____:____

pH	
O.D. (mg\L)	
O.D. (%)	
C.E	
Turbidez	
Temperatura do Ar	
Temperatura H ₂ O	
O.R.P	
T.D.S	
Salinidade	
Velocidade	
Transporte	

PONTO 03 ____:____

pH	
O.D. (mg\L)	
O.D. (%)	
C.E	
Turbidez	
Temperatura do Ar	
Temperatura H ₂ O	
O.R.P	
T.D.S	
Salinidade	
Velocidade	
Transporte	

PONTO 04 ____:____

pH	
O.D. (mg\L)	
O.D. (%)	
C.E	
Turbidez	
Temperatura do Ar	
Temperatura H ₂ O	
O.R.P	
T.D.S	
Salinidade	
Velocidade	
Transporte	

PONTO 05 ____:____

pH	
O.D. (mg\L)	
O.D. (%)	
C.E	
Turbidez	
Temperatura do Ar	
Temperatura H ₂ O	
O.R.P	
T.D.S	
Salinidade	
Velocidade	
Transporte	

Anexo 3: Espécies recomendadas para plantio visando à recuperação da vegetação de cerrado.

Espécie	Nome	Porte	Abundância	Cerrado	Cerradão	Mata de Galeria
<i>Acosmium dasycarpum</i>	perobinha	árvore	rara	x		
<i>Acosmium subelegans</i>	amendoim-falso	árvore	comum	x	x	
<i>Acrocomia aculeata</i>	macaúba	palmeira	rara		x	
<i>Aegiphila lhotskyana</i>	tamanqueira	árvore	comum	x		
<i>Agonandra brasiliensis</i>	tatu, pau-marfim	árvore	Rara	x	x	x
<i>Alibertia edulis</i>	marmelada	árvore	variável		x	
<i>Alibertia sessilis</i>	marmelada	árvore	variável		x	
<i>Amaioua guianensis</i>	canela-de-veado	árvore	Variável		x	
<i>Anadenanthera falcata</i>	angico-preto	árvore	Comum	x	x	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	angico-vermelho	árvore	Comum		x	
<i>Andira anthelmia</i>	angelim-amargoso	árvore	Rara	x	x	
<i>Anemopaegma arvense</i>	catuaba	subarbusto	Variável	x		
<i>Annona coriacea</i>	marolo	árvore	Comum	x	x	
<i>Annona crassiflora</i>	Araticum	árvore	Comum	x	x	
<i>Annona dioica</i>	araticum	arbusto	Variável	x	x	
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	peroba-do-campo	Árvore	Comum	x	x	
<i>Astronium fraxinifolium</i>	gonçalo-alves	Árvore	Rara	x	x	x
<i>Attalea geraensis</i>	catolé, indaiá	palmeira acaule	variável	x		
<i>Bauhinia rufa</i>	unha-de-vaca	arbusto, arvoreta	Comum	x	x	
<i>Bowdichia virgilioides</i>	sucupira-preta, sucupira-roxa	árvore	Rara	x	x	
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	mama-cadela	arbusto, arvoreta	variável	x		
<i>Butia paraguayensis</i>	butiá	palmeira acaule	Variável	x		
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	murici-de-flor-rosa	árvore	Variável	x	x	
<i>Byrsonima crassa</i>	murici	árvore	Comum	x	x	
<i>Byrsonima intermedia</i>	murici-miúdo	arbusto	Comum	x	x	
<i>Byrsonima</i>	murici	Árvore	Rara	x		

<i>verbascifolia</i>						
<i>Calophyllum brasiliense</i>	guanandi	árvore	Variável			X
<i>Campomanesia adamantium</i>	gabirola	arbusto	Comum	X		
<i>Campomanesia pubescens</i>	gabirola	arbusto	Comum	X		
<i>Caryocar brasiliense</i>	pequi	árvore	Comum	X	X	
<i>Casearia sylvestris</i>	guaçatonga, erva-de-lagarto	arbusto, árvore	Variável	X	X	X
<i>Cochlospermum regium</i>	algodão-do- campo	arbusto	Comum	X		
<i>Connarus suberosus</i>	pau-ferro	arvoreta, arbusto	Rara	X		
<i>Copaifera langsdorffii</i>	óleo-de-copaíba	árvore	Comum	X	X	X
<i>Couepia grandiflora</i>	genciana	árvore	Variável	X	X	
<i>Curatella americana</i>	Lixeira	Árvore	Variável	X	X	X
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	ipê-de-flor- verde	árvore	rara	X		
<i>Dalbergia miscolobium</i>	jacarandá- violeta	árvore	Comum	X	X	
<i>Dendropanax cuneatum</i>	maria-mole	Árvore	Variável			X
<i>Dimorphandra mollis</i>	Faveira	árvore	Comum	X	X	
<i>Diospyros brasiliensis</i>	caqui-do- cerrado	árvore	Rara		X	
<i>Diospyros hispida</i>	caqui-do- cerrado	arbusto ou árvore	Comum	X	X	
<i>Dipteryx alata</i>	cumbaru, baru	Árvore	Comum		X	
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	Balsemim	Árvore	Comum		X	
<i>Enterolobium gummiferum</i>	timburi-do- cerrado	Árvore	Rara	X		
<i>Eriotheca gracilipes</i>	paineira-do- campo	Árvore	Variável	X	X	
<i>Eriotheca pubescens</i>	Paineira	Árvore	Rara	X	X	
<i>Erythrina mulungu</i>	Mulungu	Árvore	Rara	X		X
<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	Mercúrio	Árvore	Comum	X	X	X

<i>Erythroxylum suberosum</i>	Mercúrio	arbusto, arvoreta	Comum	X		
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Mercúrio	arbusto, arvoreta	Comum	X		
<i>Eugenia dysenterica</i>	Cagaita	arbusto, árvore	Rara	X	X	
<i>Eugenia klotzchiana</i>	pera-do-cerrado	Arbusto	Comum	X		
<i>Eugenia pitanga</i>	pitanga-do-cerrado	Arbusto	Rara	X		
<i>Gochnatia polymorpha</i>	candeia, cambará	Árvore	Comum		X	X
<i>Guapira noxia</i>	maria-mole	Árvore	Rara	X	X	
<i>Guapira opposita</i>	maria-mole	Árvore	Variável	X	X	
<i>Hancornia speciosa</i>	Mangaba	Árvore	Rara	X	X	
<i>Hexachlamys edulis</i>	Uvaia	Árvore	Rara		X	X
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	jatobá-do-cerrado	Árvore	Rara	X	X	
<i>Inga laurina</i>	ingá-do-cerrado	Árvore	Rara		X	X
<i>Jacaranda caroba</i>	Caroba	Arbusto	Comum	X		
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Caroba	Árvore	Comum	X		
<i>Kielmeyera coriácea</i>	para-tudo	Árvore	Rara	X	X	
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	para-tudo	Árvore	Rara	X	X	
<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro	Árvore	Rara	X	X	X
<i>Lamanonia ternata</i>	Piquirana	Árvore	Rara		X	
<i>Leucochlorum incuriale</i>	angico-rajado	Árvore	Rara	X		
<i>Luehea grandiflora</i>	açoita-cavalo	árvore, arbusto	Rara	X	X	
<i>Lithraea molleoides</i>	aroeira-mansa	Árvore	Rara		X	X
<i>Machaerium acutifolium</i>	jacaranda-do-campo	Árvore	Comum	X	X	
<i>Machaerium brasiliense</i>	Sapuva	Árvore	Comum		X	
<i>Machaerium villosum</i>	jacarandá-paulista	Árvore	Variável		X	
<i>Magnolia ovata</i>	magnólia-do-brejo	Árvore	Comum			X
<i>Myrcia língua</i>	brasa-viva	Árvore	Comum	X		
<i>Myrcia tomentosa</i>	jaboticaba-brava	Árvore	Rara	X	X	

<i>Nectandra cuspidata</i>	Canelão	Árvore	Comum		X	X
<i>Ocotea corymbosa</i>	Canelinha	Árvore	Comum		X	X
<i>Ocotea pulchella</i>	Canela	Árvore	Comum	X	X	X
<i>Ouratea spectabilis</i>	Batiputá	Árvore	Rara	X		
<i>Pera obovata</i>	Pimenteira	Árvore	Comum		X	X
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	candeia, paratudo	Arvoreta	Comum	X		
<i>Plathymenia reticulata</i>	vinhático-do-campo	Árvore	Comum	X	X	
<i>Platypodium elegans</i>	amendoim-do-campo	Árvore	Comum	X	X	
<i>Pouteria ramiflora</i>	Abiu	Árvore	Variável		X	X
<i>Pouteria torta</i>	abiu-do-cerrado	árvore	Comum	X	X	
<i>Protium heptaphyllum</i>	amescla, breu	Árvore	Comum		X	X
<i>Prunus myrtifolia</i>	pessegueiro-bravo	Árvore	Rara		X	X
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	Embiruçu	Árvore	Variável	X	X	
<i>Psidium cinereum</i>	Goiabinha	Arbusto	Comum	X		
<i>Psidium guineense</i>	Araçá	Arvoreta	Rara	X	X	
<i>Pterodon pubescens</i>	faveiro, sucupira	Árvore	Comum		X	
<i>Qualea cordata</i>	Carvãozinho	Árvore	Comum	X	X	
<i>Qualea grandiflora</i>	pau-terra	Árvore	Comum	X	X	
<i>Qualea multiflora</i>	pau-terra-miúdo	Árvore	Comum	X	X	
<i>Qualea parviflora</i>	pau-terrinhá	Árvore	Variável	X	X	
<i>Rapanea gardneriana</i>	Capororoca	Árvore	Comum		X	x
<i>Rapanea guianensis</i>	Capororoca	Árvore	Variável	X		
<i>Rapanea umbellata</i>	Capororoca	Árvore	Comum		X	X
<i>Roupala montana</i>	carne-de-vaca	Árvore	Variável	X	X	
<i>Rourea induta</i>	botica-inteira	Arbusto	Rara	X		
<i>Salvertia convallariodora</i>	pau-de-arara	Árvore	Rara	X	X	
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Mandiocão	Árvore	Variável	X	X	
<i>Sclerolobium aureum</i>	Carvoeiro	Árvore	Rara	X	X	
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Passariúva	Árvore	Variável		X	
<i>Senna rugosa</i>	Fedegoso	Arbusto	Comum	X	X	
<i>Senna velutina</i>	Fedegoso	Arbusto	Comum	X		

<i>Solanum lycocarpum</i>	fruta-de-lobo	arvoreta, arbusto	Comum	X		
<i>Strychnos pseudoquina</i>	quina-do-cerrado	Árvore	Rara	X	X	
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Barbatimão	Árvore	Comum	X		
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	Barbatimão	Árvore	Comum	X	X	
<i>Styrax camporum</i>	Laranjeira	Árvore	Comum	X	X	
<i>Styrax ferrugineus</i>	Laranjeira	árvore	Comum	X	X	
<i>Syagrus flexuosa</i>	coco-babão	Palmeira	Rara		X	X
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	Palmeira	Comum		X	X
<i>Tabebuia aurea</i>	ipê-amarelo	Árvore	Variável	X		
<i>Tabebuia ochracea</i>	ipê-amarelo	Árvore	Variável	X	X	
<i>Tapirira guianensis</i>	peito-de-pombo	Árvore	Comum		X	X
<i>Terminalia argentea</i>	capitão, pau-de-bicho	Árvore	Variável		x	
<i>Terminalia brasiliensis</i>	capitão-do-campo	Árvore	Variável		X	X
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	Quaresmeira	Árvore	Comum		X	X
<i>Virola sebifera</i>	ucuúba-do-cerrado	Árvore	Comum		X	
<i>Vitex montevidensis</i>	Tarumã	Árvore	Rara			X
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Cinzeiro	Árvore	Variável	X	X	
<i>Vochysia tucanorum</i>	cinzeiro, pau-de-tucano	Árvore	Comum	X	X	
<i>Xylopia aromática</i>	pindaíba, pimenta-de-macaco	Árvore	Comum	X	X	X
<i>Zeyheria montana</i>	bolsa-de-pastor	Arbusto	Variável	X		
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	ipê-tabaco	Árvore	Comum		X	

Comum: geralmente mais de 50 indivíduos/ha; Rara: geralmente menos de 10 indivíduos/ha.

Fonte: Durigan *et al.* (2011).

Anexo 4: Custos e benefícios de práticas conservacionistas do solo.

Práticas	Benefícios	Custos/Desvantagens
1. Terraço	• Reduz a movimentação do solo por transporte, mas não elimina a erosão.	• Custos de construção e manutenção; • A erosão continua; • Perdas de áreas de produção, quando são formados terraços de base estreita murunduns; • Movimento no subsolo na formação dos terraços, reduzindo o rendimento das culturas, principalmente quando são formados murunduns.
2. Preparo tradicional	• Preparo primário do solo mais barato quando comparado a outro sistema de preparo.	• Altas perdas de solo por erosão.
3. Preparo	• Reduz a erosão do solo quando comparado ao preparo tradicional.	• Sistema de preparo do solo mais caro.
4. Preparo mínimo	• Reduz a erosão do solo quando comparado ao preparo convencional; • Mais barato do que o preparo convencional e de custo semelhante ao tradicional; • Produtividade das culturas pouco mais alta.	• As perdas de solo por erosão são reduzidas, mas não eliminadas.
5. Plantio direto	• Sistema de preparo do solo mais barato, em função da eliminação de algumas operações; • Reduz o uso de nutrientes (fósforo); • O replantio após chuvas intensas é eliminado; • Aumenta a infiltração de água e reduz as enxurradas; • Reduz os riscos de baixa produtividade em anos de pouca chuva; • Reduz a erosão do solo a níveis mínimos; • Reduz os custos de construção de terraços; • Altas taxas de germinação devido à estabilidade da temperatura do solo e maiores chances de plantio em condições ótimas.	• A adequação de áreas plantadas requer aumento nos custos; • O nivelamento da área pode ser necessário inicialmente; • Acréscimos no uso de herbicidas e nos custos; • Maior consumo de N, quando a rotação de culturas não for adequada.

Práticas	Benefícios	Custos/Desvantagens
6. Adubação verde	• Reduz a infestação de pragas, doenças e ervas daninhas; • Reduz a utilização de fertilizantes nas culturas de verão; • Reduz a perda de solo por erosão; • Pode ser uma alternativa mais econômica do que o trigo durante o inverno; • A cultura pode ser usada como alternativa para a produção comercial de sementes, grãos, forragem e silagem.	• Aumentam os custos de preparo do solo, sementes e semeadura; • Custos de colheita ou de roçagem e/ou de incorporação da cultura.
7. Rotação de culturas	• Aumenta a produtividade das culturas; • Reduz a ocorrência de doenças e o custo de utilização de defensivos agrícolas; • Reduz a necessidade de fertilizantes; • Reduz as perdas de solo; • Conserva a umidade do solo.	• Os lucros em curto prazo podem ser prejudicados pela não utilização de monoculturas mais lucrativas; • Necessidade de nível mais alto de capacitação do produtor quanto ao manejo do solo/culturas.

Fonte: Machado e Stipp (2003).

Organização e edição: Adalto Moreira Braz (2016).