

**Universidade Federal de Uberlândia**  
**Instituto de Biologia**

**Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade  
ambiental de cursos d'água no Cerrado**

**Regina Célia Gonçalves**

**Uberlândia / MG**

**2012**

Regina Célia Gonçalves

**Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade  
ambiental de cursos d'água no Cerrado**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Uberlândia como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Ecologia e Conservação de Recursos  
Naturais

Orientador

Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

UBERLÂNDIA

Março – 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

G635L 2012 Gonçalves, Regina Célia, 1982-  
Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental de cursos d'água no cerrado / Regina Célia Gonçalves. -- 2012.  
72 f. : il.

Orientador: Giuliano Buzá Jacobucci.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Qualidade ambiental - Teses. 3. Cerrado - Teses. 4. Odonata - Teses. I. Jacobucci, Giuliano Buzá. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

---

CDU: 574

Regina Célia Gonçalves

**Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade  
ambiental de cursos d'água no Cerrado**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia como parte das exigências para obtenção  
do título de Mestre em Ecologia e Conservação de  
Recursos Naturais

Aprovada em 30 de Março de 2012.

---

Prof. Dr. Juliano José Corbi

USP-São Carlos

---

Prof. Dra. Katia Gomes Facure Giaretta

UFU

---

Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

UFU (Orientador)

UBERLÂNDIA

Março – 2012

*Dedico este estudo ao meu filho  
João Vítor e aos meus pais, José  
Carlos e Vilma. Amo vocês!*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar a vida, a capacidade de pensar e, principalmente, forças para concluir esta etapa!

Aos meus pais, José Carlos e Vilma, pelo amor, carinho, apoio e, principalmente, por me auxiliarem a educar meu filho João Vítor, nos meus momentos de ausência.

Ao meu filho João Vítor, pelo amor, por entender meus momentos de ausência e, também, pelo apoio, durante as minhas “pesquisas”. Tenho certeza que você será um ótimo pesquisador.

Aos meus irmãos Rômulo e Rogério, a minha cunhada Lílian e aos meus sobrinhos Gustavo, Vitória e Pedro, por entenderem meus momentos de ausência. Vocês são especiais!

Ao meu orientador, Dr. Giuliano Buzá Jacobucci, primeiro por ter me aceitado como orientanda e, depois, pelo auxílio. Obrigada por tudo!

Aos amigos Carolina Arantes, Vanessa Gonçalves, Luis Paulo Pires, Renata Guimarães, Flávio Roque e Alexandre Franchin. Obrigada pelo apoio nos momentos difíceis, pelas leituras dos textos e, principalmente pelo auxílio durante as coletas. Vocês foram fundamentais e essa conquista também é de vocês.

Aos amigos da Água e Terra, pelo apoio e pelo auxílio na realização das análises laboratoriais e também na confecção dos mapas de uso e ocupação do solo. Vocês foram essenciais para a realização desse trabalho!

A amiga Adriane Ribeiro. Obrigada pela compreensão, pela amizade, pelo auxílio, pelas responsabilidades assumidas em função das minhas ausências e pelas incansáveis leituras de todo o material produzido. Você é mais que uma amiga. Obrigada por tudo!

A todos os amigos da E.E. Deiró Eunápio Borges que sempre estiveram na torcida para que eu vencesse mais essa batalha!

À Secretaria de Educação do estado de Minas Gerais, pela oportunidade de estudo!

A todos os professores que fizeram parte da minha vida. Cada um deixou sua contribuição para a minha formação profissional e pessoal e, em consequência, contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada!

Ao professor Dr. Alcimar do Lago Carvalho, pela confirmação da identificação dos gêneros das larvas de Odonata.

À Dra. Kátia Gomes Facure Giaretta, pelo auxílio nas análises multivariadas.

Aos professores Dr. Juliano José Corbi, Dra. Kátia Gomes Facure Giaretta e Dra. Solange Cristina Augusto, por terem aceitado o convite para participar da banca.

A UFU e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, bem como a todos os funcionários do Instituto de Biologia.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para conclusão deste trabalho.

Muito Obrigada!

*“Pedras no caminho? Guardo todas, um dia vou construir um castelo...”*

*Fernando Pessoa*

## INDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	8
2.1. Área de Estudo .....	8
2.2. Coleta de amostras de água para análises físico-químicas e microbiológicas e cálculo do IQA – Índice de Qualidade das Águas.....	17
2.3. Avaliação da integridade ambiental através de protocolo de condições ecológicas .....	20
2.4. Avaliação da integridade ambiental através do uso e ocupação do solo .....	21
2.5. Coleta de larvas de Odonata .....	22
2.6. Triagem e identificação dos organismos .....	22
2.7. Análise dos dados .....	23
3. RESULTADOS .....	25
3.1. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos.....	25
3.2. Índice de Qualidade das Águas - IQA .....	27
3.3. Protocolo de condições ecológicas .....	27
3.4. Uso e ocupação do solo .....	28
3.5. Assembleias de Odonata.....	29
3.6. Comparação dos descritores de integridade ambiental com os descritores das assembleias .....	32
3.7. Relação entre as assembleias de larvas de Odonata e os parâmetros físico-químicos da água .....	34
4. DISCUSSÃO.....	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
7. ANEXO.....	56
8. APÊNDICE.....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização dos cursos d'água amostrados. ....	10
Figura 2: Córrego Bons Olhos. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	11
Figura 3: Córrego Cabeceira do Lageado. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta.....	11
Figura 4: Córrego da Fazenda Capim Branco. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	12
Figura 5: Córrego da Areia. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta.....	12
Figura 6: Córrego Liso. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	13
Figura 7: Córrego do Lobo. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta.....	14
Figura 8: Córrego Marimbondo. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	14
Figura 9: Córrego do Óleo. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta.....	15
Figura 10: Córrego do Panga. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	15
Figura 11: Córrego da Fazenda São José. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta.....	16
Figura 12: Córrego da Fazenda Sucupira Cassu. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	16
Figura 13: Córrego Terra Branca. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta .....	17
Figura 14: Classificação dos corpos d'água estudados, de acordo com o Protocolo de Avaliação da Integridade Ambiental. A elipse apresenta os ambientes impactados; o retângulo pontilhado agrupa os ambientes alterados, enquanto que o retângulo com linha contínua indica os ambientes naturais. ....	28
Figura 15: Proporção dos usos e ocupações do solo, registrados no entorno dos corpos d'água estudados .....	29

Figura 16: Diagrama de Ordenação dos cursos d'água através da Análise de Componentes Principais (PCA).....33

Figura 17: Diagrama de ordenação da CCA com todos os gêneros de Odonata e os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água registrados nos corpos d'água estudados. Os círculos representam os trechos de amostragem (CP = Capim Branco; SC = Sucupira Cassu; PA = Panga; SJ = São José; AR = Areia; MA = Marimbondo; CB = Capim Branco; TB = Terra Branca; OL = Óleo; BO = Bons Olhos; LI = Liso; LO = Lobo), enquanto que os triângulos representam os gêneros de Odonata registrados.....36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cursos d'água estudados, classificados de acordo com o nível de conservação. .....	9
Tabela 2: Metodologias utilizadas para as análises físico-químicas e microbiológicas.	18
Tabela 3: Pesos atribuídos a cada um dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA. ...	19
Tabela 4: Limites do IQA.....	20
Tabela 5: Classificação dos ambientes .....	21
Tabela 6: Resultado médio dos padrões físico-químicos e microbiológicos da água ....	26
Tabela 7: Composição das assembleias de larvas de Odonata nos corpos d'água estudados .....	30
Tabela 8: Índices de Diversidade de Shannon Wiener ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou	31
Tabela 9: Correção dos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) .....	32
Tabela 10: Autovalores canônicos.....	34

## RESUMO

Gonçalves, R. C. 2012. Larvas de Odonata como bioindicadores da qualidade ambiental de cursos d'água no Cerrado. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 72p.

O monitoramento biológico tem sido apresentado como um método eficaz na determinação da qualidade da água, pois utiliza a estrutura de comunidades como um indicador do grau de poluição. Dentre os grupos de invertebrados que têm sido utilizados como bioindicadores, destacam-se os insetos da ordem Odonata. Esses insetos possuem a fase larval aquática e a adulta aérea, estão presentes nos mais diversos ambientes, desde rios, riachos e lagos, até poças temporárias ou brejos. Em ambientes aquáticos associados ao Cerrado ainda é bastante restrito o número de trabalhos realizados com macroinvertebrados, principalmente com Odonata. O objetivo geral deste estudo foi avaliar o potencial de larvas de Odonata como bioindicadores da qualidade de cursos d'água de Cerrado, testando as seguintes hipóteses: i) existe correspondência entre os parâmetros descritores das assembleias (riqueza e diversidade) de Odonata e índices de integridade ambiental relacionados às características da água e estrutura do habitat e, ii) fatores abióticos, como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, dentre outros são determinantes para a presença de determinados gêneros de Odonata nos corpos d'água. O estudo foi realizado em 12 cursos d'água localizados nos municípios de Uberlândia e Uberaba e apresentando diferentes níveis de conservação. Para a avaliação da qualidade das águas, foram coletadas amostras para análise dos seguintes parâmetros: cor aparente, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrato, oxigênio dissolvido (OD), pH, sólidos totais, turbidez, temperatura e coliformes termotolerantes. Para a avaliação das condições ecológicas dos trechos estudados foi aplicado um protocolo de avaliação rápida. Os dados do uso e ocupação do solo das áreas foram obtidos por meio de fotointerpretação de imagens de satélite atuais (imagens do sensor TM da Landsat de 05/10/2010 - cena 220, órbita 072). Para a coleta das larvas de Odonata, em cada curso d'água, foram selecionados trechos de 100 m. Esse trecho foi dividido em 20 segmentos de 5 m, sendo que para a realização da amostragem foram sorteados cinco desses segmentos. Em cada segmento selecionado, foi obtida uma amostra, utilizando-se uma rede tipo D com malha de 0,25 mm. Foi padronizado um esforço amostral de seis minutos em cada segmento, arrastando-se a rede junto ao sedimento e na vegetação marginal. Para caracterização das comunidades de larvas de Odonata foram utilizados os parâmetros riqueza e diversidade. Para a avaliação da relação dos indicadores ambientais com os parâmetros descritores das assembleias de Odonata utilizou-se uma PCA. Para avaliar a relação entre as assembleias de larvas de Odonata e os parâmetros físico-químicos da água foi utilizada uma CCA. Foram encontrados 101 indivíduos, pertencentes a seis famílias e 21 gêneros. As maiores abundâncias foram registradas nos córregos Liso, Óleo e São José, sendo que os córregos Liso e da Fazenda São José também apresentaram as maiores riquezas. Verificou-se um predomínio de gêneros pertencentes à família Libellulidae. Na PCA, verificou-se uma correlação negativa entre as métricas de integridade ambiental e os descritores de assembleia de Odonata. O Eixo 1 da PCA explicou 58,18% das variações, enquanto que o Eixo 2 explicou apenas 29,66%. A CCA não apresentou resultados significativos para nenhum dos eixos. Assim, não foi verificada uma relação significativa entre a abundância dos táxons e a variação nos parâmetros ambientais nos corpos d'água estudados. No entanto, verificou-se que há uma tendência de alguns gêneros necessitarem de condições ambientais mais íntegras para sua ocorrência,

enquanto que outros são mais tolerantes. Os resultados obtidos, embora não totalmente conclusivos, sugerem que os gêneros de Odonata apresentam potencial de utilização como bioindicadores da qualidade ambiental.

**Palavras-chave:** IQA, macroinvertebrados bentônicos, estrutura de habitat, fatores abióticos.

## ABSTRACT

Gonçalves, R. C. 2012. Odonata larvae as bioindicators of environmental quality of Cerrado watercourses. MSc. Thesis. UFU. Uberlândia-MG. 72p.

Biological monitoring is an effective method for determining the quality of water because it uses the community structure as an indicator of the degree of pollution. Among the groups of invertebrates that are used as bioindicators, deserve mention insects of the Odonata order. These insects have aquatic larval stage and are present in diverse aquatic environments such as rivers, streams, lakes and even temporary ponds or marshes. In aquatic environments associated with the Cerrado it is still fairly limited the number of studies performed with macroinvertebrates, mainly Odonata. The aim of this study was to evaluate the potential of Odonata larvae as bioindicators of the quality of Cerrado watercourses, testing the following hypotheses: i) there is correspondence between assemblage parameters (richness and diversity) of Odonata and indices of environmental integrity related to the characteristics of water and habitat structure, and ii) abiotic factors such as pH, temperature, dissolved oxygen, and others are crucial to the presence of certain genera of Odonata in the watercourses. The study was conducted in 12 watercourses in Uberlândia and Uberaba (MG – Brazil), with different levels of conservation. For the evaluation of water quality samples were collected for analysis of the following parameters: apparent color, biochemical oxygen demand, total phosphorus, nitrate, dissolved oxygen, pH, total solids, turbidity, temperature and fecal coliforms. For the evaluation of ecological conditions of the sites studied we applied a rapid assessment protocol. The data on the use and occupation of the areas was obtained by photointerpretation of current satellite images (sensor images of Landsat TM 05/10/2010 - Scene 220, orbit 072). For the sampling of Odonata larvae in each watercourse were selected stretches of 100 m. This section was divided into 20 segments of 5 m, and to perform the sampling were randomly selected five of these segments. In each selected segment, a sample was obtained, using a D-type network with a mesh of 0.25 mm. A standardized sampling effort of six minutes was used in each segment, dragging the net along the sediment and riparian vegetation. To characterize the Odonata larval communities richness and diversity were used. To evaluate the relationship of environmental indicators with the descriptors of the Odonata assemblages a PCA was used. To evaluate the relationship between the assemblages of Odonata larvae and physico-chemical parameters of water a CCA was used. We recorded 101 individuals, belonging to six families and 21 genera. The highest abundances were recorded in Liso, Óleo and São José streams, and the Liso and São José streams also had the highest richness. There was a predominance of genera belonging to the family Libellulidae. In PCA, there was a negative correlation between the metrics of environmental integrity and descriptors of Odonata assemblage. The Axis 1 of PCA explained 58.18% of the variance, while Axis 2 explained only 29.66%. The CCA did not show significant results for any of the axes. Thus, there was no significant relationship between the abundance of taxa and variation in environmental parameters for the water bodies studied. However, there was a trend of some genera to occur at better environmental conditions, while others are more tolerant. These results obtained, although not conclusive, indicate that the genera of Odonata have the potential to be used as environmental quality bioindicators.

**Keywords:** IQA, benthic macroinvertebrates, habitat structure, abiotic factors.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos têm sofrido forte pressão de atividades antrópicas (MORENO & CALLISTO, 2005). Alguns dos principais impactos decorrentes destas atividades que alteram o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, de forma mais frequente, são as fontes de poluição industrial, urbana, agropecuária e de mineração; a regulação da vazão dos rios através da construção dos barramentos (represas e reservatórios); a sedimentação, decorrente da supressão da vegetação e da ocorrência de processos erosivos, dentre outros (QUEIROZ et al., 2008).

Os efeitos combinados da urbanização e das demais atividades antrópicas, associados ao rápido crescimento populacional são facilmente visualizados nos ecossistemas aquáticos (POMPEU et al., 2005; KÖNIG et al., 2008). Dessa forma, o planejamento e a gestão dos recursos hídricos dependem de informações confiáveis, relacionadas à qualidade e à quantidade de água (BRAGA et al., 1999).

Diversas metodologias têm sido utilizadas visando o monitoramento da qualidade hídrica (KÖNIG et al., 2008). O uso de variáveis físicas e químicas, principalmente através de índices de qualidade da água, é um método bastante utilizado para essa finalidade (DA-SILVA & JARDIM, 2006). Determinados índices podem proporcionar um valor global da qualidade de água, incorporando valores individuais de uma série de parâmetros (RIZZI, 2001), uma vez que a utilização desses índices baseia-se no fato de que, ao alterar o ambiente, o homem afeta as variáveis hídricas e, pela análise destas, pode-se inferir a integridade ambiental (KÖNIG et al., 2008).

De acordo com Donadio e colaboradores (2005), o uso de indicadores físico-químicos da qualidade da água consiste no emprego de variáveis que se relacionam com as alterações ocorridas no ambiente, sejam essas alterações de origem antrópica ou de

origem natural. Uma das metodologias utilizadas para a avaliação da qualidade das águas consiste no índice de qualidade da água (IQA), que permite que os corpos d'água sejam classificados em diferentes classes de acordo com os valores obtidos nos cálculos (BILICH & LACERDA, 2005).

Além da qualidade das águas, a análise do ambiente físico do entorno dos corpos d'água é essencial, uma vez que possibilita a avaliação do nível de alteração ambiental, sendo, portanto, considerada uma importante ferramenta para os programas de monitoramento (CALLISTO et al., 2001). Para tanto, podem ser utilizados protocolos de avaliação rápida da qualidade de habitats, nos quais são atribuídas pontuações, baseadas em observações diretas das condições avaliadas (CALLISTO et al., 2001; 2004).

Com o avanço das pesquisas sobre o gerenciamento dos recursos hídricos, bem como em decorrência da necessidade de se verificar as reais consequências da contaminação dos corpos d'água para a biota aquática, recomenda-se que sejam estabelecidas associações dos métodos físico-químicos de avaliação da qualidade das águas, com métodos biológicos, permitindo assim uma caracterização mais completa dos ambientes aquáticos (CALLISTO et al., 2004; POMPEU et al., 2004).

O monitoramento biológico tem sido apresentado como um método eficaz na determinação da qualidade da água, pois utiliza a estrutura de comunidades relacionadas ao ambiente como um indicador do grau de poluição (FLEITUCH et al., 2002). O uso de indicadores biológicos requer um entendimento detalhado acerca das características e relações existentes entre os diversos componentes dos sistemas biológicos, que são afetados pela tolerância a poluentes específicos e outros estressores (QUEIROZ et al., 2008). As respostas biológicas fornecem subsídios para avaliar a qualidade de

recreação, estética, ecológica e de saúde dos ambientes aquáticos (JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998).

No Brasil, o biomonitoramento começa a se consolidar como uma ferramenta útil e barata na avaliação da qualidade das águas continentais (QUEIROZ et al., 2008), uma vez que as metodologias de análise da qualidade das águas baseavam-se principalmente em parâmetros físico-químicos (ALBA-TERCEDOR, 1996), deixando em segundo plano os processos biológicos que estudam as relações entre os organismos aquáticos e o meio, bem com as relações estabelecidas entre estes organismos (AGENCES DE L'EAU, 1993). Os custos associados à análise da água, os tempos de resposta e as lacunas no conhecimento levaram à procura por novas estratégias e os métodos biológicos passaram a ser utilizados de modo complementar às metodologias tradicionais de avaliação da qualidade da água (MENDES & OLIVEIRA, 2004).

Dentre as comunidades utilizadas atualmente como bioindicadores, os macroinvertebrados são os mais considerados na aplicação de métodos biológicos de monitoramento dos ecossistemas aquáticos continentais. Os macroinvertebrados são organismos cuja abundância varia bastante, não estando ainda as razões para esse fato completamente estabelecidas (MICHALETZ et al., 2005), mas sabe-se que essa variabilidade pode estar relacionada a diversos fatores como a cobertura de macrófitas (GERRISH & BRISTOW, 1979), a quantidade de determinados peixes (SVENSSON et al., 1999), uma vez que algumas espécies incluem macroinvertebrados em sua dieta (MOTTA & UIEDA, 2004), a produtividade (HANSON & PETERS, 1984; MICHALETZ et al., 2005) e as características estruturais dos ambientes aquáticos como velocidade da corrente, tipo de substrato e, sobretudo a poluição (AGENCES DE L'EAU, 1993).

As principais razões para a utilização de macroinvertebrados na aplicação de métodos biológicos são atribuídas aos diferentes níveis de tolerância que as espécies apresentam aos poluentes, aos ciclos de vida relativamente longos, à vida sedentária e à abundância destes organismos no ambiente aquático (STRIEDER et al., 2006).

Dentre os grupos de invertebrados que têm sido utilizados como bioindicadores, destacam-se os insetos da ordem Odonata. Esses insetos possuem a fase larval aquática e a adulta aérea, possuem ciclo de vida longo, com a fase larval podendo chegar a dois anos (CORBET, 1980). Além disso, estão presentes nos mais diversos corpos d'água, desde rios, riachos e lagos, até poças temporárias ou brejos (CORBET, 1999). Algumas espécies são consideradas indicadoras de alteração do meio, aumentando sua abundância quando a vegetação ripária é alterada, enquanto outras tendem a ocorrer apenas em áreas pouco alteradas (FERREIRA-PERUQUETTI & DE MARCO JR, 2002; DE MARCO & PEIXOTO, 2004). Do ponto de vista ecológico, os Odonata são exclusivamente predadores (MUGNAI et al., 2010) e, como a maior parte das espécies necessita de condições restritas para sua ocorrência em um determinado ambiente, são muito sensíveis às mudanças ambientais, podendo ser utilizados como bioindicadores da qualidade da água (CARVALHO & NESSIMIAN, 1998; ROSEMBERG & RESH, 1993).

As larvas de Odonata têm sido utilizadas como modelos ecológicos em estudos teóricos e como bioindicadores (JOHNSON et al., 1995; CHOVANEC & RAAB, 1997; VAN BUSKIRK & SCHMIDT, 2000). No entanto, é importante ressaltar que o conhecimento da fauna de Odonata ainda é incipiente, principalmente no que se refere aos imaturos (ASSIS et al., 2004), uma vez que a maior parte dos estudos existentes estão relacionados à ocorrência das formas adultas.

Embora várias espécies sejam tolerantes à variação de parâmetros ambientais

(ROBACK & WESTFALL, 1967), sua abundância e diversidade podem ser afetadas por fatores físicos, químicos e biológicos. Modificações antrópicas na paisagem podem afetar as três classes de fatores, diretamente através da entrada de compostos tóxicos, alteração dos processos de erosão e deposição, e indiretamente, através de efeitos mediados pelas teias tróficas (BEAVAN et al., 2001). Desse modo, a abundância e a diversidade de Odonata podem refletir o efeito antrópico cumulativo no ambiente (CLARK & SAMWAYS, 1996; CORBET, 1999; WORTHEN, 2002).

De maneira geral, pode-se dizer que a composição e a distribuição espacial da fauna de macroinvertebrados de água doce, inclusive dos Odonata, está relacionada a fatores ambientais, principalmente à velocidade da corrente e ao tipo de substrato (MERRIT & CUMMINS, 1984; ALLAN, 1995; NEMETH, 1998).

O hábito bentônico das larvas de Odonata faz do substrato um dos principais determinantes na sua distribuição e abundância (ASSIS et al., 2004). Ainda de acordo com Assis et al. (2004), o tipo de substrato, particularmente em ambientes lóticos, pode variar muito, temporal e espacialmente, principalmente no que se refere à sua estrutura física, composição orgânica, estabilidade e heterogeneidade.

Partículas menores, como areia e silte, são mais instáveis, uma vez que podem ser carregadas rio abaixo; substratos compostos por pedras e/ou matacões são mais estáveis, pois permanecem fixos mesmo quando expostos a velocidade de correntezas elevadas (ALLAN, 1995). Já partículas orgânicas menores que 1,0 mm, geralmente são utilizadas como alimento (AFONSO & HERNY, 2002), enquanto que o material orgânico proveniente da vegetação ciliar é utilizado para a fixação dos organismos, fornecendo-lhes abrigo e, também, na alimentação (UIEDA & GAJARDO, 1996).

No ambiente aquático, baixos valores de pH, oxigênio dissolvido e a presença de cloreto e nitrito, podem limitar a distribuição de algumas espécies e alterar a abundância

relativa de espécies tolerantes e intolerantes (ROBACK & WESTFALL, 1967; WATSON et al., 1982; CARCHINI & ROTA 1985; CANNINGS & CANNINGS, 1987; ROMERO, 1988; CORBET, 1999; SANTOS, 2006). Alterações na pressão de predação podem reduzir a sobrevivência larval (CROWDER & COOPER, 1982; JOHNSON et al., 1995) e modificar a composição das assembleias de Odonata (MORIN, 1984). Mudanças da cobertura vegetal associada aos ambientes aquáticos também podem alterar a diversidade local de Odonata, modificando a disponibilidade de substratos, que, por sua vez, repercute na seleção de sítios de oviposição, na eficiência de forrageamento e na fuga de predadores (CORBET, 1999).

Sistemas aquáticos distintos estão presentes nas diferentes fitofisionomias do Cerrado, com cursos d'água bem definidos como nas Matas Ciliares e de Galeria ou pouco definidos como nas Veredas. A investigação desses sistemas aquáticos é altamente justificável sob a perspectiva de sua complexidade ecológica. Além disso, o impacto resultante da expansão agrícola, com o desmatamento abusivo da vegetação e utilização indiscriminada de fertilizantes e agrotóxicos nas áreas rurais, assim como a pressão exercida pela incorporação imobiliária, poluição industrial e doméstica nas áreas urbanas têm resultado em profundas alterações ou mesmo no desaparecimento de sistemas aquáticos do Cerrado, sendo as iniciativas de pesquisa e preservação desses ambientes prioritários.

Ainda é bastante restrito o número de trabalhos realizados com macroinvertebrados em ambientes aquáticos associados ao Cerrado, principalmente com Odonata (BRUNO, 2012). Desse modo, a presente proposta busca ampliar as poucas investigações com Odonata realizadas em sistemas aquáticos de Cerrado, na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi avaliar o potencial de larvas de Odonata como bioindicadores da qualidade de cursos d'água de Cerrado, testando as seguintes hipóteses: i) existe correspondência entre os parâmetros descritores das assembleias (riqueza e diversidade) de Odonata e índices de integridade ambiental relacionados às características da água e estrutura do habitat e, ii) fatores abióticos, como pH, temperatura, oxigênio dissolvido, são determinantes para a presença de determinados gêneros de Odonata nos corpos d'água.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido em doze cursos d'água localizados nos municípios de Uberlândia e Uberaba, situados na região do Triângulo Mineiro, mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais.

O clima dominante na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, assim como em outras áreas situadas no bioma Cerrado, classifica-se, de acordo com Köppen como Aw, caracterizando-se pela ocorrência de invernos secos e verões chuvosos (ANTUNES, 1986; TONIETTO et al., 2006). A temperatura média do mês mais frio é superior a 22°C e a precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm (RESENDE et al., 1996).

Os doze cursos d'água selecionados apresentavam diferentes níveis de conservação, quais sejam: altamente modificados, moderadamente modificados e com baixo nível de modificação. Para a escolha das áreas, antes de qualquer análise, considerou-se como cursos d'água altamente modificados aqueles situados em área urbana, com vegetação ripária escassa ou ausente e leito modificado por canalização parcial ou por despejo de resíduos sólidos. Corpos d'água com baixo nível de modificação encontravam-se em locais com pequeno nível de perturbação antrópica, com vegetação natural preservada e em quantidade considerável (mais de 50% da vegetação natural preservada). Foram considerados como moderadamente modificados aqueles corpos d'água situados próximos a áreas destinadas a atividades agropecuárias e que apresentavam vegetação ripária com algum tipo de modificação. Na Tabela 1, encontram-se apresentados os cursos d'água estudados, agrupados de acordo com sua classificação inicial.

**Tabela 1: Cursos d'água estudados, classificados de acordo com o nível de conservação.**

<b>Altamente Modificados</b>	<b>Moderadamente Modificados</b>	<b>Baixo Nível de Modificação</b>
Bons Olhos	Marimbondo	Caça e Pesca (Cabeceira do Lageado)
Liso	Terra Branca	Fazenda São José
Lobo	Fazenda Capim Branco	Panga
Óleo	Areia	Fazenda Sucupira Cassu

O mapa da figura 1 indica a localização dos trechos de amostragem nos cursos d'água.

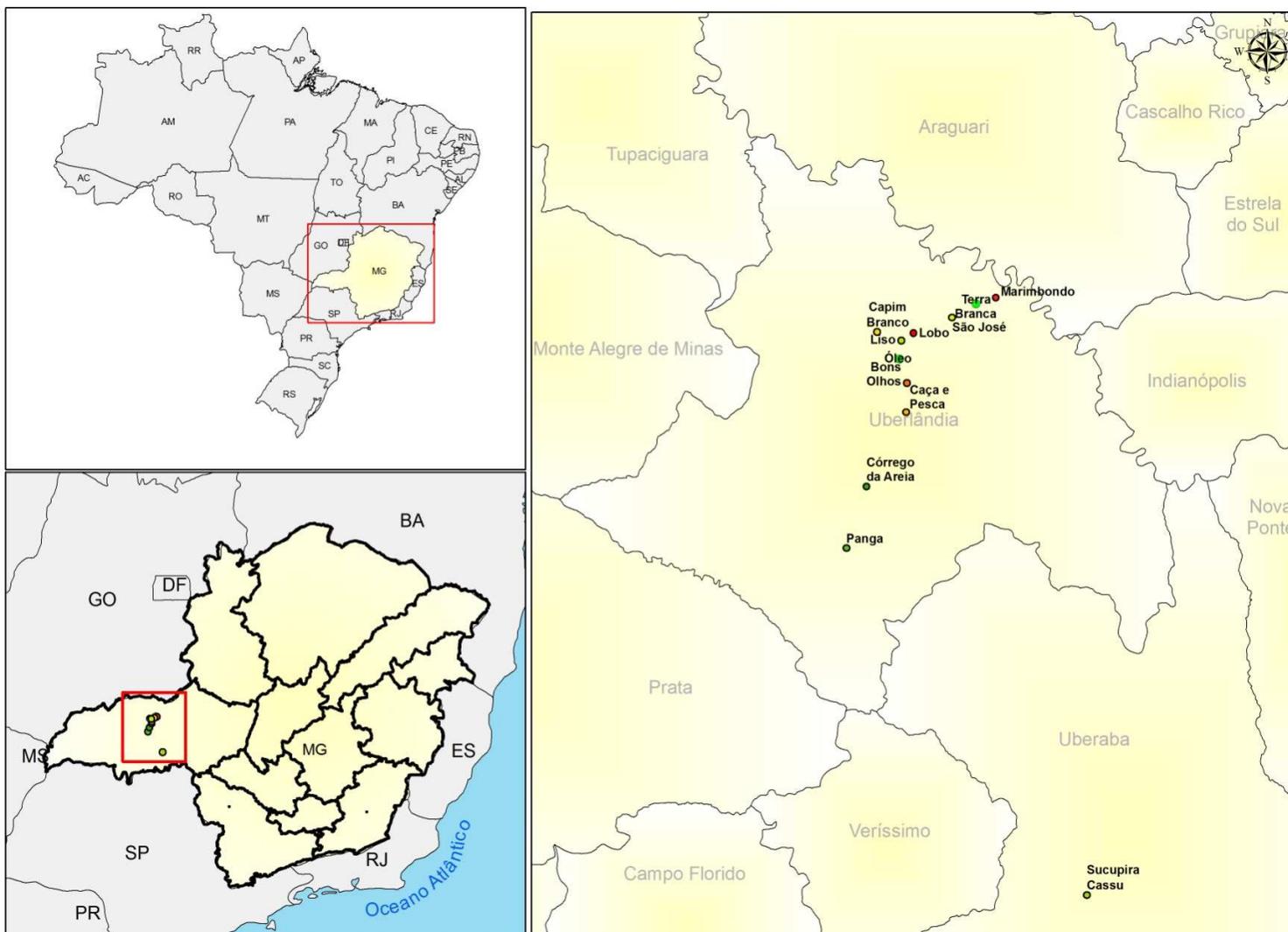


Figura 1: Mapa com a localização dos cursos d'água amostrados.

O córrego Bons Olhos (Figura 2) localiza-se no bairro Jardim das Palmeiras, na zona urbana do município de Uberlândia ( $18^{\circ}56'56,0''\text{S}$  e  $48^{\circ}18'00,4''\text{O}$ ). É um curso d'água que recebe efluentes domésticos, além de apresentar resíduos sólidos depositados em suas margens (GUIMARÃES, 2008). Apresenta uma pequena quantidade de vegetação natural em suas margens, porém já alterada.



**Figura 2: Córrego Bons Olhos. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego do Caça e Pesca (Cabeceira do Lageado -  $18^{\circ}59'24,7''\text{S}$  e  $48^{\circ}18'07,3''\text{O}$ ) está localizado no interior do Clube de Caça e Pesca Itororó, no município de Uberlândia (Figura 3), em uma área coberta por campo cerrado, além da presença de solos hidromórficos.



**Figura 3: Córrego Cabeceira do Lageado. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego da Fazenda Capim Branco (Figura 4), também no município de Uberlândia ( $18^{\circ}52'32,7''\text{S}$  e  $48^{\circ}20'35,6''\text{O}$ ), encontra-se em uma área caracterizada pela presença de pastagens e pequenas áreas de vegetação natural, sendo estas restritas, principalmente à foz deste curso d'água, no rio Uberabinha.



**Figura 4: Córrego da Fazenda Capim Branco. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

Situado na zona rural do município de Uberlândia ( $19^{\circ}05'39,3''\text{S}$  e  $48^{\circ}21'49,0''\text{O}$ ), o córrego da Areia (Figura 5), em seu trecho estudado, apresenta vegetação ciliar composta, basicamente por gramíneas (áreas de pastagem).



**Figura 5: Córrego da Areia. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego Liso localiza-se próximo ao Distrito Industrial de Uberlândia ( $18^{\circ}53'18,7''\text{S}$  e  $48^{\circ}18'26,4''\text{O}$ ), rodeado pelos bairros Maravilha, Pacaembu, Jardim Brasília, Maria Rezende, parte do bairro Roosevelt, Esperança, Jardim América I e II, Nossa Senhora das Graças, Santa Rosa, Liberdade, Cruzeiro do Sul e Residencial Gramado (RICETO et al., 2011). Apresenta elevado grau de ocupação humana, com pequena faixa de vegetação ciliar, além da ocorrência de processos erosivos em suas margens (Figura 6).



**Figura 6: Córrego Liso. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego do Lobo, também chamado de Carvão ( $18^{\circ}52'41,0''\text{S}$  e  $48^{\circ}17'18,7''\text{O}$ ), está localizado na área urbana da cidade de Uberlândia, entre os bairros Esperança, Liberdade e Jardim América. A vegetação nativa encontra-se bastante alterada (Figura 7), sendo verificada, em suas margens, a presença de entulhos e processos erosivos (GUIMARÃES, 2008).



**Figura 7: Córrego do Lobo. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego do Marimbondo ( $18^{\circ}49'49,3''S$  e  $48^{\circ}09'51,6''O$ ) atravessa o Parque Estadual do Pau Furado, na zona rural do município de Uberlândia (Figura 8). Antes do curso d'água chegar ao Parque, verifica-se a existência de áreas de agricultura e, também, destinadas à atividade pecuária. Já em seu interior, o córrego apresenta vegetação mais preservada, além da existência de cachoeiras.



**Figura 8: Córrego Marimbondo. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

Também na área urbana de Uberlândia ( $18^{\circ}54'53,5''S$  e  $48^{\circ}18'35,7''O$ ) encontra-se o córrego do Óleo (Figura 9). Este localiza-se entre os bairros Luizote de Freitas e Tubalina. Praticamente não existe vegetação ciliar nativa, apenas algumas espécies frutíferas plantadas em uma das margens desse curso d'água. Além disso, destaca-se a

presença de grande quantidade de resíduos sólidos depositados às margens e, também, no fundo do córrego.



**Figura 9: Córrego do Óleo. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego do Panga ( $19^{\circ}10'51,3''S$  e  $48^{\circ}23'42,6''O$ ) localiza-se na Estação Ecológica do Panga, situada a 30 km ao sul do centro do município de Uberlândia. Nessa unidade de conservação são encontradas fitofisionomias típicas de Cerrado, incluindo formações florestais, como a Mata Mesófila (de Galeria e de Encosta) e a Mata Xeromórfica (SCHIAVINI, 1992). Na figura 10, a seguir, são indicadas algumas características do ponto de coleta.



**Figura 10: Córrego do Panga. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

Localizado muito próximo ao perímetro urbano de Uberlândia (18°51'26,4"S e 48°13'50,2"O), o córrego da Fazenda São José (Figura 11) encontra-se no interior de uma área de vegetação bastante preservada. No entanto, em seu entorno, são observadas áreas bastante antropizadas, compostas por silvicultura e pecuária.



**Figura 11: Córrego da Fazenda São José. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego da Fazenda Sucupira Cassu (Figura 12) é o único ponto de amostragem situado no município de Uberaba / MG (19°40'40,8"S e 48°02'37,3"O). Apresenta vegetação ciliar bastante preservada e, grande parte do seu percurso se dá no interior de uma área de Floresta Estacional Semidecidual. No entanto, em sua bacia de drenagem, existem grandes áreas destinadas ao cultivo de cana-de-açúcar.



**Figura 12: Córrego da Fazenda Sucupira Cassu. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

O córrego Terra Branca (Figura 13), está localizado na zona rural do município de Uberlândia (18°50'20,2''S e 48°11'38,1''O), em uma área em que são desenvolvidas atividades agropecuárias. A vegetação ciliar é restrita a uma pequena faixa. Em uma das margens, verifica-se a ocorrência de processos erosivos decorrentes de enchentes.



**Figura 13: Córrego Terra Branca. Em A, imagem de satélite do ponto de coleta (raio de 1 km) e, em B, fotografia do ponto no momento da coleta**

## **2.2. Coleta de amostras de água para análises físico-químicas e microbiológicas e cálculo do IQA – Índice de Qualidade das Águas**

Foram realizadas duas campanhas de amostragem, sendo uma entre os meses de outubro/novembro de 2010 e outra nos meses de fevereiro/março de 2011. Em cada campanha, foram coletadas amostras de água sub-superficial, ou seja, a uma profundidade média de 20 cm da lâmina d'água de cada curso d'água. As amostras foram fixadas e acondicionadas segundo técnicas e métodos descritos pela *American Public Health Association* (APHA, 2005). Em seguida, foram colocadas em caixas térmicas, contendo gelo, para que a temperatura das mesmas fosse mantida entre 4 e 10°C, até a chegada ao laboratório.

Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, nitrato, fósforo total, DBO, sólidos totais, além da análise da quantidade de coliformes termotolerantes. Cabe ressaltar que esses parâmetros foram escolhidos porque tem a capacidade de demonstrar a qualidade das águas, além do fato de que seus resultados são utilizados para o cálculo do IQA.

As análises dos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez e temperatura da água foram realizadas *in loco*, com o auxílio de instrumentação portátil devidamente calibrada (pHmetro DIGIMED DM-2P; oxímetro da marca Lutron- modelo DO-5519; condutivímetro da marca Lutron - modelo CD-4301; e turbidímetro DIGIMED DM-TU). As análises dos demais parâmetros foram realizadas de acordo com metodologias estabelecidas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), conforme visualizado na Tabela 2.

**Tabela 2: Metodologias utilizadas para as análises físico-químicas e microbiológicas**

Parâmetro	Unidade	Método de Análise	Limite de Quantificação
DBO	mg/L	SMEWW 5210 B	0,1
Fósforo total	mg/L	SMEWW 4500 B/E P	0,01
Nitrato	mg/L	Ácido fenildissulfônico	0,01
Oxigênio dissolvido	mg/L	SMEWW 4500 CO	0,1
pH	-	SMEWW 4500 H <sup>+</sup> B	0,01
Sólidos totais	mg/L	SMEWW 2540 B	10
Turbidez	UNT	SMEWW 2130 B	0,01
Coliformes termotolerantes (fecais)	NMP/100mL	SMEWW 9221 E.2	2,0

Como o objetivo das análises físico-químicas e microbiológicas era caracterizar os corpos d'água objetos desse estudo, optou-se por apresentar como resultados a média das duas amostragens, para cada um dos parâmetros analisados.

Através do resultado das análises dos parâmetros listados, foi efetuado o cálculo do IQA (Índice de Qualidade das Águas). Este índice baseia-se no resultado dos nove parâmetros analisados: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro, são atribuídos pesos específicos (Tabela 3).

**Tabela 3: Pesos atribuídos a cada um dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Peso (wi)</b>
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO	0,10
Nitratos	0,10
Fosfatos	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: IGAM/SEMAD (2007).

A partir desses pesos, o IQA foi calculado através do produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=0}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA – índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido através da curva média específica de qualidade, que é calculada através de equação própria, para cada um dos parâmetros;

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Os valores do índice variam entre 0 e 100, sendo atribuídas diferentes classificações de qualidade da água em função da faixa de IQA obtida (Tabela 4).

**Tabela 4: Limites do IQA**

<b>Nível de Qualidade</b>	<b>Faixa</b>
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: IGAM/SEMAD (2007).

Para o cálculo do IQA utilizado nesse estudo, foram utilizadas as médias de cada um dos parâmetros envolvidos no cálculo deste índice.

### **2.3. Avaliação da integridade ambiental através de protocolo de condições ecológicas**

Para cada um dos cursos d'água foi aplicado um protocolo de avaliação rápida das condições ecológicas do local (CALLISTO et al., 2002).

A partir desse protocolo (Anexo A), foram avaliados 22 parâmetros, sendo que os locais com condições naturais receberam os maiores escores, enquanto que às áreas alteradas foram atribuídos menores valores. O nível de integridade foi avaliado de acordo com informações do uso e ocupação do solo, incluindo dados sobre a cobertura vegetal, presença de poluentes (análise visual) e tipo de substrato. Os somatórios dos escores variaram de 0 a 100, sendo os ambientes classificados em três categorias (Tabela 5).

**Tabela 5: Classificação dos ambientes**

Faixa de pontuação	Classificação do ambiente
0 a 40 pontos	Ambiente Impactado
41 a 60 pontos	Ambiente Alterado
A partir de 61 pontos	Ambiente Natural

Fonte: Callisto et al. (2002).

#### **2.4. Avaliação da integridade ambiental através do uso e ocupação do solo**

Os dados do uso e ocupação do solo das áreas foram obtidos por meio de fotointerpretação de imagens de satélite atuais (imagens do sensor TM da Landsat de 05/10/2010 - cena 220, órbita 072). Para cada curso d'água, foi analisado o uso do solo em um raio de um quilômetro, perfazendo uma área de 314 hectares.

A partir dessa análise, foram encontradas 17 categorias de uso do solo: agricultura, área em regeneração, área urbanizada, áreas de cultivo de banana, silvicultura, campo cerrado, áreas cobertas com cana-de-açúcar, cerrado, estradas e acessos, florestas, gramíneas, corpos d'água (lagoas), mata ciliar, parques e unidades de conservação, pastagem, solo exposto e várzea/campo hidromórfico.

Para facilitar a interpretação dos dados, os usos do solo foram agrupados em área urbana, área antropizada (pastagens, cultivos, vias de acessos, solo exposto), vegetação natural (área em regeneração, campo cerrado, cerrado, florestas, parques e unidades de conservação) e outros (várzea e corpos d'água).

Para cada uma dessas categorias foi calculada a porcentagem de área ocupada, sendo que para a comparação com os demais descritores ambientais (IQA e Condições Ecológicas), utilizou-se a proporção de cobertura de vegetação nativa.

Os mapas de uso e ocupação do solo, de cada um dos cursos d'água estudados encontram-se no Apêndice A.

## **2.5. Coleta de larvas de Odonata**

Em cada local de coleta foram selecionados trechos de 100 m de extensão do curso d'água, com a maior representatividade possível de substratos, em áreas de remanso e corredeira. O trecho estabelecido foi dividido em 20 segmentos de 5 m, sendo que para a realização da amostragem foram sorteados cinco desses segmentos.

Em cada segmento selecionado, foi obtida uma amostra, utilizando-se uma rede tipo D (adaptado de FERREIRA-PERUQUETTI, 2004) com malha de 0,25 mm, comumente utilizada em estudos com insetos aquáticos (MELO, 2003; SILVEIRA et al., 2004).

Foi padronizado um esforço amostral de seis minutos em cada segmento, arrastando-se a rede junto ao sedimento e na vegetação marginal. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos etiquetados, fixado em solução de formaldeído (10%) e transportado ao laboratório para processamento.

Foram realizadas duas amostragens em cada curso d'água: a primeira ocorreu nos meses de outubro/novembro de 2010 e a segunda em fevereiro/março de 2011.

## **2.6. Triagem e identificação dos organismos**

Todo o material recolhido foi triado em placas de Petri, utilizando-se estereomicroscópio com aumento de 20 a 50x.

A identificação das larvas de Odonata ocorreu em três etapas. Inicialmente os organismos foram separados em famílias, utilizando-se chaves de identificação específicas (WESTFALL, 1984; 1987; ROLDÁN-PÉREZ, 1988; WESTFALL Jr. & MAY, 1996; NEEDHAM et al., 2000; CARVALHO et al., 2002; COSTA et al., 2004; COSTA et al., 2006).

Para cada família, os indivíduos foram separados em morfotipos, de acordo com suas diferenças morfológicas mais evidentes. Os exemplares morfotipados foram identificados em nível de gênero. Em alguns casos, as larvas foram identificadas apenas em nível de família devido à impossibilidade de determinação do gênero, pelas dimensões reduzidas dos exemplares. Em seguida, os exemplares foram enviados a especialista da Universidade Federal do Rio de Janeiro para confirmação da identificação.

## **2.7. Análise dos dados**

Para caracterização das assembleias de larvas de Odonata foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Riqueza: correspondente ao número total de gêneros presentes em cada um dos cursos d'água estudados;
- Diversidade: incluindo o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e o índice de equitabilidade de Pielou ( $J$ ). Estes índices foram calculados através do programa PAST.

Para a avaliação da relação dos indicadores ambientais (IQA, Condições Ecológicas e Cobertura de Vegetação Nativa) com os parâmetros descritores das assembleias de Odonata (abundância, riqueza e diversidade) utilizou-se uma análise de

componentes principais (PCA). A PCA foi realizada no programa Fitopac 2.0, na qual os pontos de coleta foram ordenados em relação aos vetores das métricas utilizadas. Para tal análise, os dados foram “estandardizados”, de modo a reduzir a variância existente entre eles (SHEPHERD, 2004).

Para avaliar a relação entre as assembleias de larvas de Odonata e os parâmetros físico-químicos da água foi utilizada Análise de Correspondência Canônica (CCA). Essa técnica é uma análise direta de gradientes que permite encontrar padrões que relacionam as diferenças nas comunidades bióticas às diferenças nas variáveis ambientais entre os locais de coleta. Após a CCA, foi realizado um teste de Monte Carlo para avaliação da significância do Eixo 1 da CCA. Tanto a CCA, quanto o teste de Monte Carlo foram realizados através do programa Fitopac 2.0. Como o teste não apresentou resultados significativos para nenhum dos eixos, os resultados obtidos foram utilizados para a análise descritiva. Além disso, para analisar a correlação dos parâmetros em cada um dos dois eixos, foram considerados os parâmetros com escores das variáveis ambientais maiores que 0,4 (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

A avaliação da matéria orgânica a ser degradada foi realizada utilizando-se o parâmetro DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio. Este apresentou resultados, para a maioria dos pontos, menores que 5,0 mg/L (Tabela 6). No entanto, para os córregos do Óleo e Liso, os valores apresentaram-se maiores que 8,0 mg/L, demonstrando uma maior quantidade de material de origem orgânica a ser degradada, com predomínio de esgotos domésticos.

As concentrações de fósforo total obtidas foram bastante baixas, visto que a presença deste parâmetro foi detectada apenas em quatro locais: córregos do Óleo, Fazenda Sucupira Cassu, Terra Branca e Marimbondo. Nestes, as concentrações variaram de 0,014 mg/L, no córrego Marimbondo, a 0,071 mg/L, no córrego do Óleo. Para os demais trechos de amostragem, os resultados foram expressos como menores que 0,01 mg/L (limite de detecção da metodologia analítica).

Para o nitrato, foram observadas concentrações variando de 0,023 mg/L, no córrego da Areia, a 0,745 mg/L no córrego do Óleo. Os valores mensurados para os sólidos totais variaram de 16 mg/L, no Caça e Pesca, a 106,75 mg/L, no córrego do Lobo. A turbidez variou de 0,46 UNT, no Córrego Cabeceira do Lageado (Caça e Pesca), a 15,315 UNT, no córrego Marimbondo.

**Tabela 6: Resultado médio dos padrões físico-químicos e microbiológicos da água**

Parâmetro	Unidade	Liso	Óleo	Lobo	Terra Branca	Areia	Bons Olhos	Capim Branco	Marimbondo	São José	Sucupira	Caça e Pesca	Panga
DBO	mg/L	8,5	8,3	2	3,2	2,2	2	2	4,3	2,3	4,2	1,5	1,4
Fósforo total	mg/L	< 0,01	0,071	< 0,01	0,016	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01	0,018	< 0,01	< 0,01
Nitrato	mg/L	0,63	0,745	0,361	0,492	0,023	0,397	0,045	0,089	0,031	0,074	0,031	0,048
Oxigênio dissolvido	mg/L	5,8	5,85	6	5,45	7,1	6,4	7,65	6,83	8,35	8,3	8,1	8
pH	-	7,11	7,135	7,45	6,935	6,94	7,225	7,24	6,945	5,825	7,025	5,655	6,39
Sólidos totais	mg/L	125	62,75	106,75	62,75	41,25	54	35,25	68,5	42,5	72,5	16	17
Turbidez	UNT	6,54	7,9	3,84	3,74	10,81	3,72	12,315	15,315	10,78	10,7	0,46	3,33
Temperatura	°C	25,1	21,35	21,25	22	23,5	21,65	22,25	20,2	21,25	20,45	20	21,5
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1030	812,5	812	1600	325	807	178	325	275,5	476,5	16,5	16

A colimetria apresentou resultados variando entre 16 NMP/100 mL e 1600 NPM/100 mL. Resultados superiores a 1000 NMP/100 mL foram observados nos córregos Liso e Terra Branca.

### 3.2. Índice de Qualidade das Águas - IQA

A partir dos resultados obtidos para os parâmetros analisados, efetuou-se o cálculo do IQA e, em seguida, a classificação dos córregos de acordo com esse índice (Tabela 7).

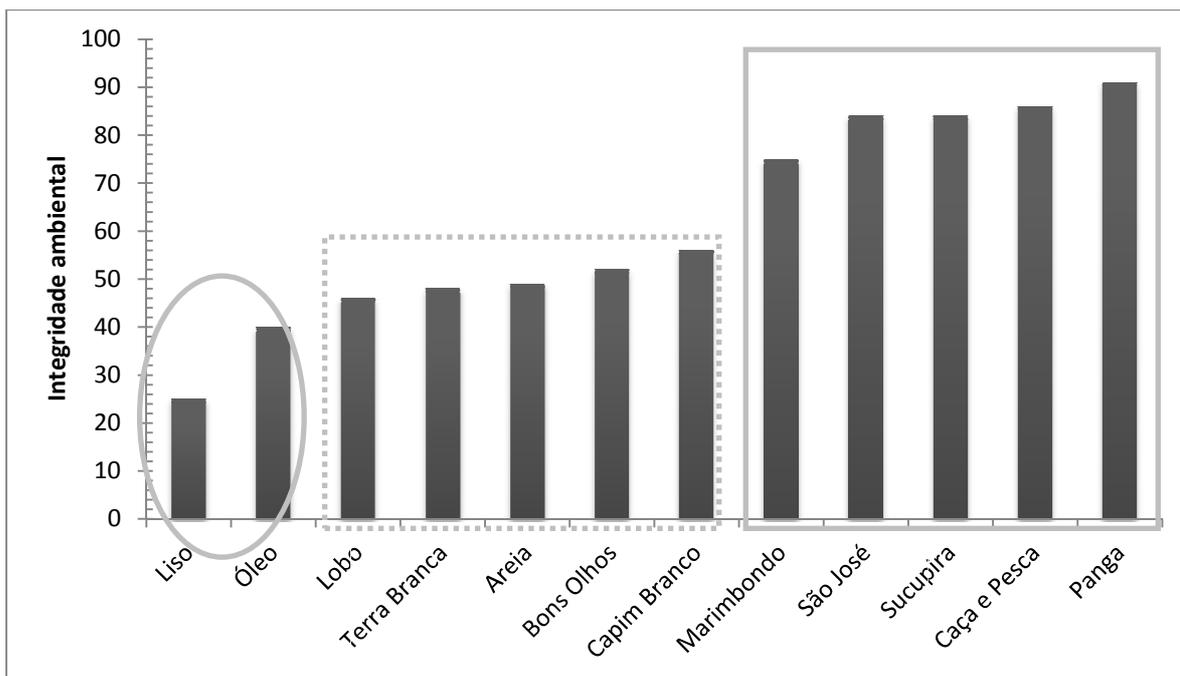
Verificou-se que os córregos Terra Branca, Liso e Óleo apresentaram valores de IQA que permitiram classificar suas águas como de qualidade média. Para os demais corpos d'água os resultados estiveram entre 70 e 90 e, por isso, apresentaram águas de boa qualidade.

**Tabela 7: Resultados do Cálculo do IQA**

	Panga	Caça e Pesca	Capim Branco	Areia	Sucupira	Marimbondo	Bons Olhos	São José	Lobo	Terra Branca	Óleo	Liso
IQA	83,6	79,1	77,8	75,2	73,3	71,7	71,6	71	70,5	65,7	64,4	63,8
Classificação	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Média	Média	Média

### 3.3. Protocolo de condições ecológicas

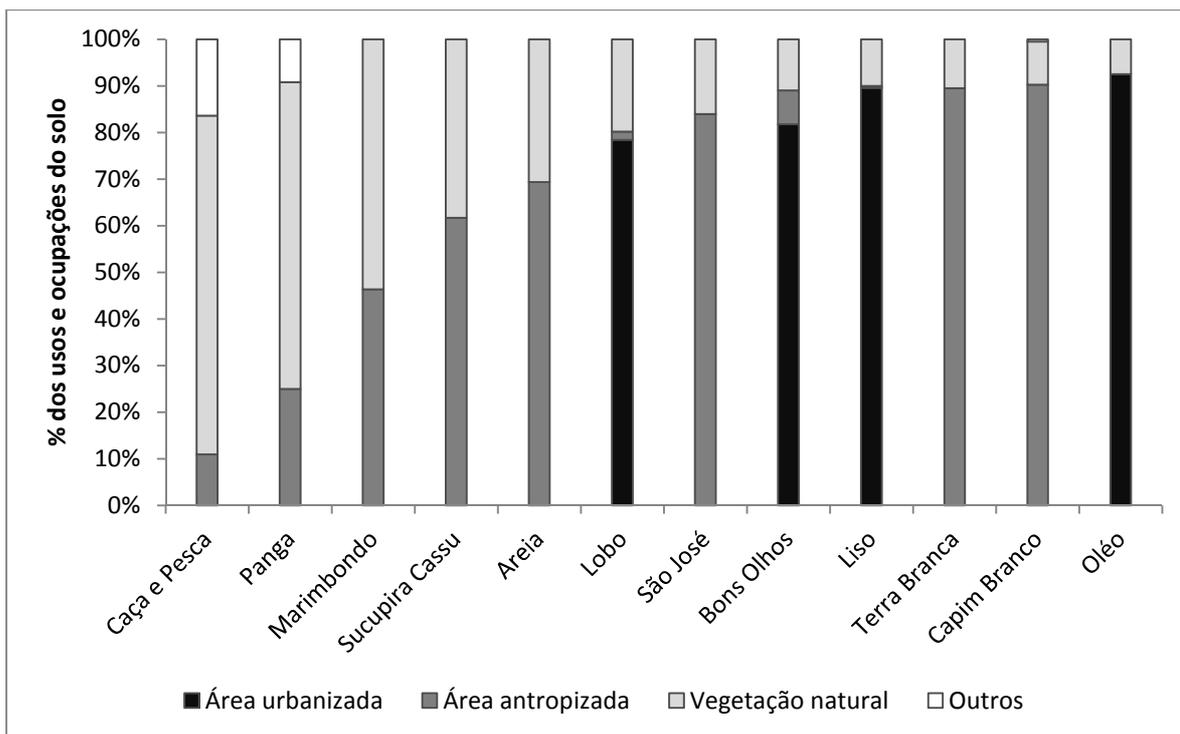
Através da utilização do Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas, foram obtidos os resultados apresentados na Figura 14. Conforme pode ser observado, apenas os córregos Liso e Óleo foram classificados como impactados, enquanto que os córregos Marimbondo, das Fazendas São José e Sucupira Cassu, Cabeceira do Lageado (Caça e Pesca) e Panga, foram classificados como naturais.



**Figura 14: Classificação dos corpos d'água estudados, de acordo com o Protocolo de Avaliação da Integridade Ambiental. A elipse apresenta os ambientes impactados; o retângulo pontilhado agrupa os ambientes alterados, enquanto que o retângulo com linha contínua indica os ambientes naturais.**

### 3.4. Uso e ocupação do solo

A análise do uso e ocupação do solo indicou o predomínio de áreas antropizadas no entorno dos córregos da Fazenda Sucupira Cassu, Fazenda São José, Terra Branca, Fazenda Capim Branco e da Areia. Já os córregos Cabeceira do Lageado (Caça e Pesca), do Panga e do Marimbondo apresentaram-se com vegetação mais preservada, conforme pode ser observado na Figura 15, a seguir.



**Figura 15: Proporção dos usos e ocupações do solo, registrados no entorno dos corpos d'água estudados**

### 3.5. Assembleias de Odonata

Foram encontrados 101 indivíduos, pertencentes a seis famílias e 21 gêneros (Tabela 7). As maiores abundâncias foram registradas nos córregos Liso, Óleo e São José, sendo que os córregos Liso e da Fazenda São José também apresentaram as maiores riquezas ( $n = 7$ ). O menor resultado para os parâmetros abundância e riqueza foi registrado no córrego Bons Olhos, uma vez que nesse curso d'água foram encontradas apenas duas larvas, pertencentes a dois gêneros distintos.

Calculando-se o índice de diversidade, verificou-se que o córrego da Fazenda São José foi o mais diverso, uma vez que apresentou resultado igual a 1,807. Com relação ao índice de equitabilidade, observou-se que os córregos Bons Olhos, Lobo e Sucupira apresentaram valores iguais a 1,0, indicando maior homogeneidade na ocorrência dos organismos.

Tabela 7: Composição das assembleias de larvas de Odonata nos corpos d'água estudados

Sub-ordem	Família	Gênero	Areia	Marimbondo	Capim Branco	Terra Branca	Bons Olhos	Liso	Lobo	Óleo	Caça e Pesca	Panga	São José	Sucupira		
Anisoptera	Gomphidae	<i>Progomphus</i>	4	5	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0		
		<i>Phyllocycla</i>	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Phyllogomphoides</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	
		<i>Gomphoides</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Zonophora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	
	Libellulidae	<i>Anatya</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
		<i>Dytemis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
		<i>Elasmothermis</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	
		<i>Erythrodiplax</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	
		<i>Orthemis</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	
		<i>Perithemis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
		<i>Tramea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
		NI	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
		Corduliidae	<i>Neocordulia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1
			<i>Aeschnosoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	NI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Aeshnidae	<i>Castoraeschna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
	Zygoptera	Calopterigidae	<i>Mnesarete</i>	2	0	1	0	0	0	0	6	1	1	2	1	
			<i>Argia</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Coenagrionidae	<i>Oxyagrion</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0
NI			0	0	0	0	1	0	7	2	2	0	0	0	1	
<b>Abundância total</b>			<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>5</b>		
<b>Riqueza de gêneros</b>			<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>5</b>		

**Tabela 8: Índices de Diversidade de Shannon Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou**

	Areia	Bons Olhos	Caça e Pesca	Capim Branco	Liso	Lobo	Marimbondo	Óleo	Panga	São José	Sucupira	Terra Branca
<b>H'</b>	1,427	0,693	1,04	1,277	1,608	0,693	0,796	1,461	1,04	1,807	1,609	0,950
<b>Equitabilidade</b>	0,887	1	0,946	0,921	0,827	1	0,725	0,908	0,946	0,928	1	0,865

### 3.6. Comparação dos descritores de integridade ambiental com os descritores das assembleias

Na análise de componentes principais, verificou-se uma correlação negativa entre as métricas de integridade ambiental (IQA, Vegetação Nativa e Integridade Ambiental) e os descritores das assembleias de Odonata (abundância, riqueza e diversidade), para o Eixo 1 (Tabela 9).

O Eixo 1 da PCA explicou 58,18% das variações, enquanto que o Eixo 2 explicou 29,66%.

**Tabela 9: Correlação dos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA)**

<b>Métrica</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
Protocolo de Integridade Ambiental	0,349	0,499
IQA	0,411	0,348
Vegetação Nativa	0,392	0,373
Riqueza	- 0,431	0,437
Diversidade	- 0,366	0,514
Abundância	- 0,482	0,181

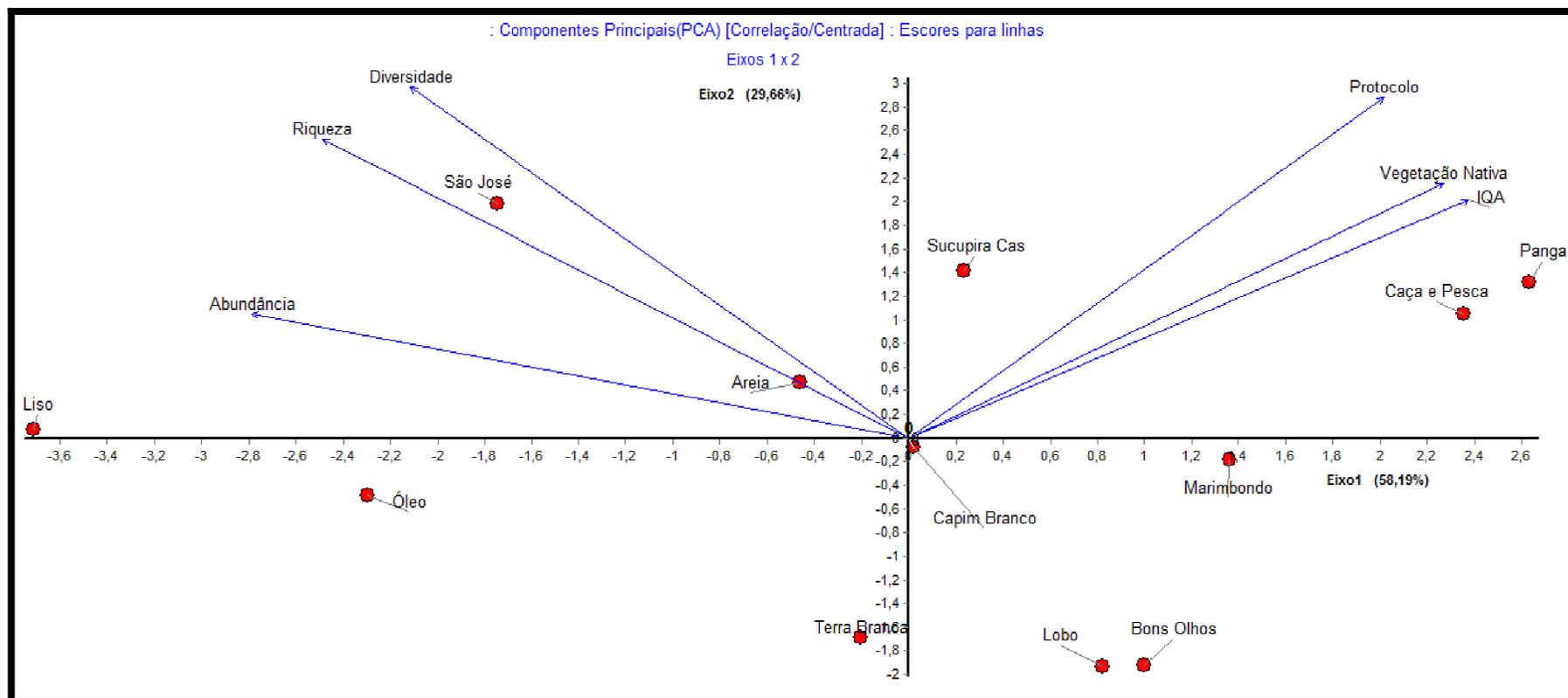


Figura 16: Diagrama de Ordenação dos cursos d'água através da Análise de Componentes Principais (PCA)

### 3.7. Relação entre as assembleias de larvas de Odonata e os parâmetros físico-químicos da água

A análise de correspondência canônica (CCA), não apresentou resultados significativos para nenhum dos eixos, no entanto, conforme já mencionado na metodologia, a mesma foi utilizada apenas para uma análise descritiva.

Os dois primeiros eixos explicaram 40% da variância, conforme pode ser observado na Tabela 10.

**Tabela 10: Autovalores canônicos**

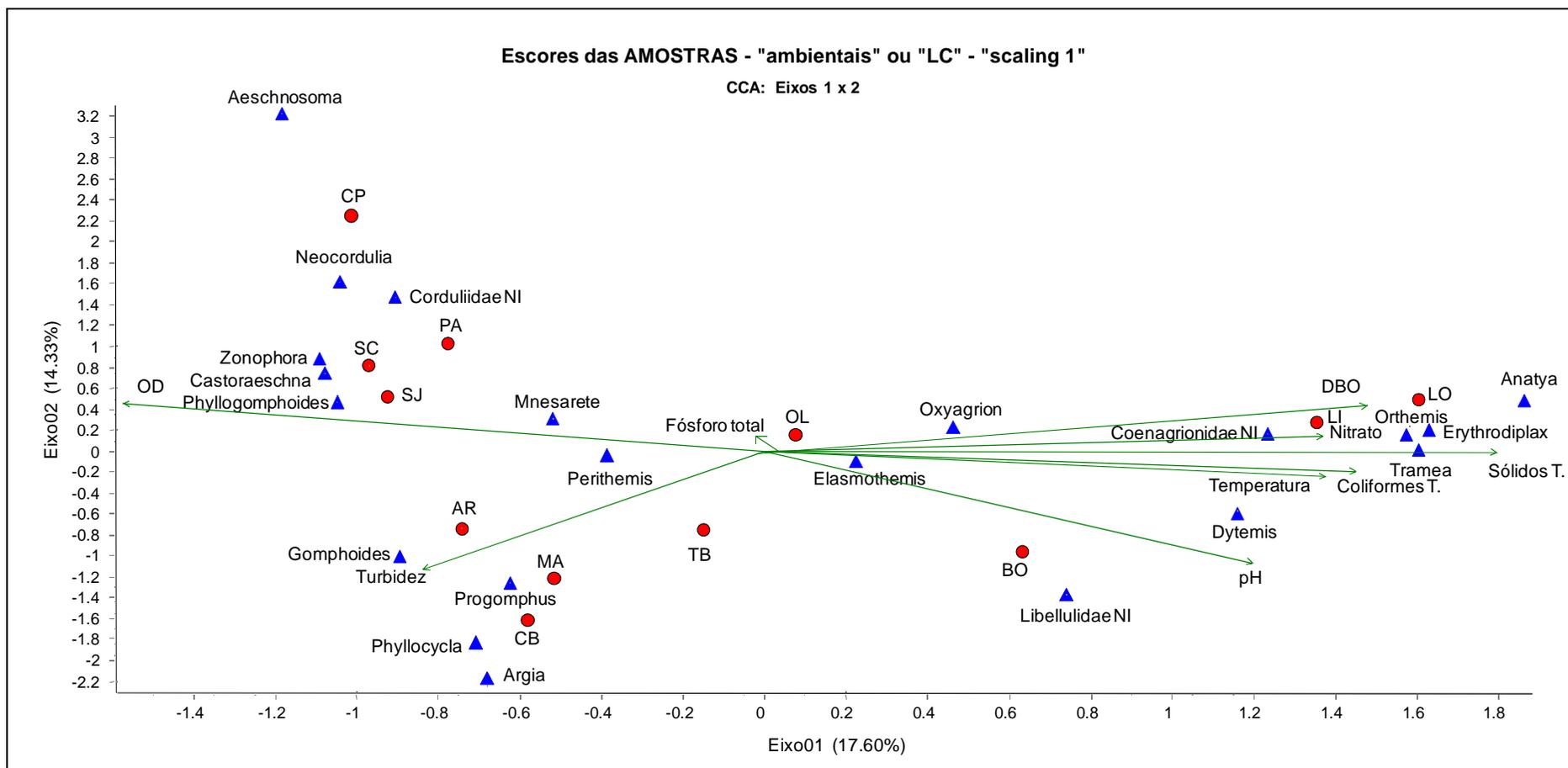
Autovalores	AV	%Iner.T	%Cum.I.T.	%Iner.Can.	%Cum.I.C.
AV1	0.8553	17.598	17.598	22.091	22.091
AV2	0.6963	14.327	31.925	17.984	40.075
AV3	0.5749	11.829	43.755	14.849	54.924
AV4	0.5274	10.851	54.606	13.621	68.545
AV5	0.4778	9.830	64.436	12.340	80.885
AV6	0.3987	8.205	72.641	10.299	91.184
AV7	0.2195	4.516	77.156	5.669	96.853
AV8	0.0719	1.480	78.636	1.858	98.711
AV9	0.0499	1.027	79.663	1.289	100.000

O primeiro eixo da CCA (Figura 17) separou os córregos da área urbana, no lado positivo. As variáveis mais importantes foram sólidos totais (0,916), nitrato (0,765), coliformes termotolerantes (0,739), temperatura (0,701), DBO (0,697) e pH (0,609) correlacionadas positivamente; e oxigênio dissolvido (0,801) e turbidez (0,427), correlacionadas negativamente. Valores elevados para esses parâmetros foram observados nos córregos Liso (LI) e Lobo (LO). Além disso, o diagrama da CCA indica que os gêneros *Dytemis*, *Tramea*, *Erythrodiplax*, *Orthemis* e *Anatya* apresentaram uma tendência de associação com estes parâmetros, uma vez que se distribuíram muito próximos aos seus vetores.

O segundo eixo da CCA separou os córregos situados em áreas mais bem preservadas no lado positivo. As variáveis turbidez (0,577) e pH (0,547) apresentaram-se como as mais significativas, correlacionando-se negativamente com esse eixo. Os córregos Areia, Marimbondo e da Fazenda Capim Branco apresentaram os maiores valores de turbidez e, nesses corpos d'água, verificou-se o predomínio de larvas dos gêneros *Gomphoides*, *Progomphus*, *Phyllocycla* e *Argia*.

Já os córregos da Fazenda Sucupira Cassu, São José, Cabeceira do Lageado (Caça e Pesca) e Panga apresentaram-se mais relacionados a maiores concentrações de oxigênio dissolvido. Nesses locais verificou-se o predomínio de larvas pertencentes aos gêneros *Zonophora*, *Castoraeschna* e *Phyllogomphoides*.

Os demais cursos d'água apresentaram padrões intermediários.



**Figura 17: Diagrama de ordenação da CCA com todos os gêneros de Odonata e os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água registrados nos corpos d'água estudados. Os círculos representam os trechos de amostragem (CP = Capim Branco; SC = Sucupira Cassu; PA = Panga; SJ = São José; AR = Areia; MA = Marimondo; CB = Capim Branco; TB = Terra Branca; OL = Óleo; BO = Bons Olhos; LI = Liso; LO = Lobo), enquanto que os triângulos representam os gêneros de Odonata registrados.**

#### 4. DISCUSSÃO

A análise do IQA demonstrou que os menores valores foram encontrados naqueles corpos d'água que apresentaram maiores DBOs e também maiores concentrações de coliformes termotolerantes. Os maiores aumentos em termos de DBO, em um corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. Corroborando com resultados obtidos em outros estudos (SILVA & UENO, 2008; TORRES et al., 2009, VASCONCELOS et al., 2006), foram observados os maiores resultados de DBO nos córregos urbanos, principalmente, nos córregos Liso e Óleo, que recebem esgotos domésticos, enquanto que as maiores concentrações de coliformes termotolerantes foram registradas também em córregos urbanos e em áreas próximas a pastagens (SILVA & UENO, 2008).

Nesse estudo, verificou-se que os menores resultados para a turbidez foram registrados naqueles cursos d'água que apresentaram a maior quantidade de vegetação nativa no seu entorno e menor proporção de áreas destinadas às atividades antrópicas, corroborando com os estudos realizados por Donadio et al. (2005) e Primavesi et al. (2002), que apontaram maiores valores para turbidez em corpos d'água situados em áreas agrícolas do que naqueles em áreas florestadas, demonstrando que a vegetação desempenha papel importante na contenção de sólidos que podem ser carreados para os corpos d'água.

Além disso, a erosão das margens dos cursos d'água, bem como o lançamento de esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também podem provocar elevações na turbidez das águas, reduzindo a taxa fotossintética da vegetação enraizada submersa e das algas, afetando, em consequência a produtividade das comunidades aquáticas (CETESB, 2009).

Com relação à composição da fauna de Odonata, foram encontrados indivíduos pertencentes a 21 táxons. Destes, não foi possível identificar o gênero de apenas três larvas, em função das pequenas dimensões dos indivíduos, bem como da ausência de porções corporais importantes para a identificação.

Verificou-se o predomínio de táxons pertencentes à subordem Anisoptera (17 táxons), sendo que a família Libellulidae contribuiu com a ocorrência de oito gêneros. Com relação à subordem Zygoptera, observou-se o predomínio da Coenagrionidae, visto que esta foi representada por 03 (três) gêneros. Nos estudos realizados por Costa (1971), Carvalho & Nessimian (1998), Ferreira-Peruquetti & Fonsenca-Gessner (2003), Assis e colaboradores (2004), Costa & Oldrini (2005) e Ravanello (2007), foi observado padrão de ocorrência semelhante, ou seja, o predomínio das famílias Libellulidae e Coenagrionidae em ambientes lóticos.

Os gêneros *Progomphus* e *Mnesarete* foram os gêneros mais abundantes, uma vez que foram representados por 14 indivíduos, de cada um desses gêneros, que correspondeu a 13,86% do total. Em estudo realizado por Camelo e colaboradores (2009), em ambientes lênticos e lóticos do município de Uberlândia, verificou-se que os gêneros *Progomphus* e *Neocordulia* foram os mais abundantes.

A presença do gênero *Progomphus* pode ser explicada pelo tipo de hábitat que esse gênero ocupa, bem como pelo seu tipo de hábito, visto que este tem preferência por ambientes lóticos com fundo arenoso (COSTA et al., 2004). O gênero *Progomphus* foi encontrado nos córregos Areia, Capim Branco, Marimbondo, São José e Terra Branca, enquanto que o gênero *Neocordulia* foi registrado nos córregos Cabeceira do Lageado (Caça e Pesca), Panga, São José e Sucupira Cassu. Todos esses corpos d'água apresentaram substrato arenoso em pelo menos uma parte de sua extensão e, por esse motivo, o gênero *Progomphus* pode ter sido favorecido.

Espécies do gênero *Phyllocycla* apresentam hábito fossador e também costumam estar associadas a ambientes com substrato arenoso e, também, a outros sedimentos finos (CARVALHO & NESSIMIAN, 1998). Neste estudo, larvas pertencentes a esse gênero foram encontradas nos córregos da Areia, Capim Branco e Marimbondo, que apresentaram substrato formado principalmente por areia.

Já com relação ao gênero *Mnesarete*, Carvalho & Nessimian (1998) afirmam que este possui preferência por ambientes lóticos. Representantes do gênero *Erythrodiplax* foram encontrados apenas no córrego Liso, em locais em que foi registrada a ocorrência de áreas de remanso. De acordo com Nessimian (1995), este gênero está normalmente associado a ambientes lênticos, sendo descrito como um gênero típico de águas paradas.

Segundo De Marmels (1988) e Carvalho & Nessimian (1998), o gênero *Orthemis* é típico de sistemas lênticos (brejos, poças temporárias ou permanentes e lagos, geralmente de fundo arenoso) podendo ocorrer também em remansos de cursos d'água. Também pode ser encontrado em ambientes lóticos com áreas de deposição e detritos. No presente estudo, larvas desse gênero foram encontradas somente no córrego Liso.

Larvas do gênero *Argia* são características de ambientes lóticos, podendo ser encontradas em áreas de erosão e depósito. Apresentam como sedimento preferencial as pedras (CARVALHO & NESSIMIAN, 1998), corroborando com as características predominantes no córrego da Fazenda Capim Branco, onde foram encontradas nesse estudo.

Em estudo realizado por Assis e colaboradores (2004), verificou-se que indivíduos do gênero *Tamea* somente foram encontrados associados à vegetação de

remanso. No presente estudo, esse gênero foi encontrado apenas no córrego Liso, curso d'água urbano, com trechos lênticos e com áreas de depósito de sedimentos.

Já representantes do gênero *Anatya*, de acordo com Carvalho & Nessimian (1998), apresentam preferência por ambientes lênticos, possivelmente incluindo pântanos e brejos, existindo ainda dúvidas sobre o tipo de substrato mais adequado para esses indivíduos: macrófitas e/ou detritos. Considerando-se o levantamento realizado no presente estudo, verificou-se que esse gênero somente foi encontrado no córrego Lobo. Neste, verificou-se um predomínio de substrato formado por cascalho e areia, bem como a presença de macrófitas margeando o leito desse córrego.

Para o gênero *Erythrodiplax*, Carvalho & Nessimian (1998) relatam a preferência por ambiente lêntico (brejos, poças, pântanos e lagos) e, também, sua ocorrência em ambiente lótico, principalmente em áreas de nascente, demonstrando maior ocorrência em locais com substrato formado por detritos, sedimentos e macrófitas. Esse gênero foi encontrado apenas no córrego Liso, curso d'água, conforme já mencionado, formado por diversas poças, bem como sedimento apresentando maior quantidade das partículas mais finas (argila e silte), facilitando a adsorção de matéria orgânica.

De acordo com Carvalho & Nessimian (1998), o gênero *Oxiagrion* também é característico de ambiente lótico sendo encontrado, principalmente, em áreas de depósito contendo sedimento formado por detritos/matéria orgânica e também em locais com ocorrência de macrófitas. Nesse estudo, esse gênero foi encontrado somente nos córregos Liso e Óleo. Estes se situam em área urbana do município, recebem o lançamento de esgotos domésticos e apresentam os maiores resultados para o parâmetro DBO, evidenciando uma maior quantidade de matéria orgânica.

No presente estudo, através da análise da PCA, não foi evidenciado um padrão que pudesse relacionar os indicadores ambientais (IQA, Protocolo de Avaliação e Proporção de Vegetação Nativa) aos parâmetros descritores das assembleias de Odonata (abundância, riqueza e diversidade). No entanto, verificou-se uma tendência de valores maiores para os descritores das assembleias serem registrados em cursos d'água de menor qualidade e integridade ambiental. De acordo com Ferreira-Peruquetti (2004), a riqueza em espécies de Odonata em áreas alteradas pela retirada da mata ciliar, pelo represamento e pela presença de monoculturas é significativamente aumentada, mas com perda de espécies importantes para o sistema e a possibilidade de invasão de outras espécies no sistema alterado. Tal fato ocorre porque o efeito da perturbação é tamponado pelos novos ambientes criados pela ação dos agentes perturbadores e estes ambientes parecem ser favoráveis a muitas espécies de Odonata (FERREIRA-PERUQUETTI & DE MARCO JR., 2002).

Em estudo realizado no Peru, comparando-se córregos de áreas preservadas, no interior de uma unidade de conservação, e córregos em áreas perturbadas do entorno, verificou-se maior riqueza nas áreas perturbadas (LOUTON et al., 1996). De acordo com Ferreira-Peruquetti (2004), esse fato está associado à presença de “espécies daninhas”, que pertencem às famílias Coenagrionidae, Aeshnidae e, principalmente Libellulidae. Angermeier & Karr (1994) afirmam que a ocorrência dessas espécies daninhas indica a degradação dos sistemas naturais e a consequente diminuição de sua integridade biológica.

Não foi observada relação entre o uso e ocupação do solo e a riqueza de Odonata. Em estudo realizado por Ometo e colaboradores (2000), também não foi evidenciada relação entre a riqueza de macroinvertebrados e o uso do solo. Esse mesmo autor sugere que apenas mudanças bruscas na utilização do solo, como a substituição de

uma área de vegetação por pastagem, podem determinar as condições locais dos córregos, contribuindo para a alteração nos descritores das comunidades de macroinvertebrados.

Nesse estudo, além da análise de correspondência canônica (CCA), foi feito o teste de Monte Carlo, o qual indicou que as variáveis ambientais apresentadas não exerceram forte influência na distribuição dos gêneros de Odonata.

No entanto, observou-se, através da CCA que há uma tendência dos gêneros de Odonata distribuírem-se ao longo de um gradiente de qualidade ambiental. Os gêneros *Zonophora*, *Castoraeschna* e *Phyllogomphoides*, por exemplo, foram encontrados naqueles cursos d'água com maiores valores de Oxigênio Dissolvido (OD) e menores teores de matéria orgânica e nutrientes. Já os gêneros *Anatya*, *Erythrodiplax*, *Tramea* e *Orthemis* foram observados nos cursos d'água com maiores concentrações de nitrato, coliformes termotolerantes, sólidos totais, além dos maiores valores de DBO, caracterizando os locais de menor qualidade ambiental.

Como os cursos d'água não apresentaram diferenças significativas, em termos de qualidade ambiental, os resultados apresentaram-se apenas como uma tendência. Em situações de amostragem de córregos com diferenças mais acentuadas (considerando os parâmetros físicos e químicos), poderia ser esperada uma relação mais forte da diferença da composição de gêneros de Odonata em cursos d'água com diferentes níveis de qualidade ambiental.

Os resultados obtidos sugerem que os diversos gêneros de Odonata apresentam particularidades para sua ocorrência, demonstrando a possibilidade de utilização destes como indicadores de qualidade ambiental.

Comparando-se a distribuição das famílias e dos gêneros de Odonata, pode-se afirmar que, para fins de biomonitoramento, a identificação em nível de gênero é mais

adequada, quando comparada ao nível de família, uma vez que gêneros de uma mesma família foram encontrados em ambientes mais degradados e, também, em ambientes intermediários, como aconteceu com os gêneros da família Libellulidae.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos, não foi evidenciado um padrão que pudesse relacionar os indicadores ambientais (IQA, Protocolo de Avaliação e Proporção de Vegetação Nativa) aos parâmetros descritores das assembleias de Odonata (abundância, riqueza e diversidade). No entanto, verificou-se uma tendência de valores maiores para os descritores das assembleias serem registrados em cursos d'água de menor qualidade e integridade ambiental.

Também não foram observados resultados significativos que relacionassem a presença dos gêneros de Odonata à qualidade dos cursos d'água estudados. Porém, observou-se, novamente, uma tendência de ocorrência dos gêneros de Odonata ao longo de um gradiente de qualidade ambiental, uma vez que alguns gêneros necessitam de melhores condições ambientais para sua ocorrência, enquanto que outros são mais tolerantes. Alguns gêneros, como *Neocordulia* e *Zonophora*, foram amostrados apenas em ambientes preservados, podendo ser indicativos de que esses gêneros podem ser utilizados como indicadores ambientais.

No entanto, espera-se que em situações de amostragem em cursos d'água com diferenças mais acentuadas exista uma relação mais evidente entre a ocorrência de gêneros de Odonata e os diferentes níveis de qualidade ambiental.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A.A. & HENRY, R. 2002. Retention of particulate organic matter in tropical headstream. *Hydrobiologia*. v.482, p.161-166.

AGENCES DE L'EAU, 1993 – Étude bibliographique des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux de surface continentales. – Synthèse bibliographique. *Etude Inter Agences* n° 35. I.D.E. Environnement.

ALBA-TECEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCIA (SIAGA), ano 4, Almeria. *Anais...* Almeria: [s.n.], p.203-213.

ALLAN, J. D. 1995. *Stream ecology: structure and function of running waters*. London: Chapman & Hall. 388p.

ANGERMEIER, P. I.; KARR, J. R. 1994. Biological integrity versus biological diversity as policy directives-Protecting biotic resources. *Bioscience* v.44, n.10, p.690-697.

ANTUNES, F.Z. 1986. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, v.12, n. 38, p.9-13.

APHA. *Standard methods*. 2005. 21<sup>a</sup> ed. Washington, DC: American Public Health Association.

ASSIS, J. C. F.; CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. 2004. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.48, n.2, p.273-282.

BEAVAN, L.; SADLER, J.; PINDER, C. 2001. The invertebrate fauna of a physically modified urban river. *Hydrobiologia*, v.445, p.97-108.

BILICH, M. R.; LACERDA, M. P. C. 2005. *Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento*. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Goiânia.

BRAGA, B. PORTO, M. & TUCCI, C. E. M. 1999. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. p.637-652. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. (Eds). *Águas Doces no Brasil*. Escrituras, São Paulo, 717p.

BRUNO, C. G. C. 2012. *Avaliação da contaminação de córregos de Cerrado por metais pesados utilizando-se larvas de Odonata como bioindicadores*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia.

CALLISTO, M., MORETTI, M., GOULART, M. D. C. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v.6, n.1, p.71-82.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO; M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Carlos, v.13, n 1, p.91-98.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, Jr., J. F.; MORENO, P. 2004. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: UFMG, v.1, p.1-12.

CAMELO, F. R. B.; FERREIRA, W. R.; SOUSA, E. F.; GUIMARAES, R. M.; MARTINS, F. A.; OLIVERIA, L. E. ; JACOBUCCI, G. B. 2009. Diversidade de larvas de Odonata de uma área de Cerrado em Uberlândia, Minas Gerais. In: *IX Congresso de Ecologia do Brasil*, São Lourenço. Resumos do IX Congresso de Ecologia do Brasil.

CANNINGS, R.A. & CANNINGS, S.G. 1987. The Odonata of some saline lakes in British Columbia, Canada: ecological distribution and biogeography. *Advances in*

*Odonatology*, v.3, p.7-22.

CARCHINI, G.; ROTA, E. 1985. Chemico-physical data on the habitats of rheophile Odonata from central Italy. *Odonatologica*, v.14, n.3, p.239-245.

CARVALHO, A. L. & J. L. NESSIMIAN. 1998. Odonata do estado do Rio de Janeiro, Brasil: Hábitats e hábitos das larvas, p.3-28. In: J. L. Nessimian & A. L. Carvalho (ed.). *Ecologia de insetos aquáticos. Série Oecologia Brasiliensis*, v.V. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, xvii + 309 p.

CARVALHO, A. L.; WERNECK-DE-CARVALHO, P. C.; CALIL, E. R. 2002. Description of the larvae of two species of *Dasythemis* Karsch, with a key to the genera of Libellulidae occurring in the states of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil (Anisoptera). *Odonatologica*, v.31; p. 23-33.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2009. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. *Série Relatórios*. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente.

CHOVANEC, A; RAAB, R. 1997. Dragonflies (Insecta, Odonata) and the ecological status of newly created wetland - examples for long-term bioindication programmes. *Limnologia*, v. 27; p. 381-392.

CLARK, T. E.; SAMWAYS, M. J. 1996: Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. *Journal of Applied Ecology*, v. 33, p.1001-1012.

CORBET, P. S. 1980. A Biology of Odonata. *Annual Review of Entomology*, v.25; p.189-217.

CORBET, P. S. 1999. *Dragonflies - Behaviour and Ecology of Odonata*. Harley Books, Colchester, 829 p.

COSTA, J.M.; OLDRINI, B.B. 2005. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, v.107, p. 1-15.

COSTA. 1971. Contribuição ao conhecimento da fauna odonitológica do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Atas da Sociedade Biológica*. Rio de Janeiro, v. 14; n. 506; p.193-194.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. 2004. Chave para as famílias e gêneros das larvas de Odonata citadas para o Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 99, p.1-43.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. 2006. *Insetos imaturos - metamorfose e identificação*. Ribeirão Preto: Holos, 249 p.

CROWDER, L. B.; COOPER, W. E. 1982. Habitat structural complexity and the interactions between bluegills and their prey. *Ecology*, v. 63; p-1802-1813.

DA-SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. 2006. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP. *Química Nova*. v. 29; n. 4; p. 689-694.

DE MARCO, P. Jr. & PEIXOTO, P. E. C. 2004. Population dynamics of *Heterina rosea* and its relationship to abiotic conditions (Zygoptera: Calopterygidae). *Odonatologica*, v. 33; p. 17-25.

DE MARMELS, J. 1988. Odonata Del Estado Trachira. *Revista Científica Unet*, v. 2; n. 1; p. 91-111.

DONÁDIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. 2005. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; DE MARCO JUNIOR, P. 2002. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata de riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 19, n. 2, p. 317-327.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; FONSECA-GESSNER, A. A. 2003. Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia*. v.20. n.2. p.219-224.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S. 2004. *Odonata (libélulas) do município de Luís Antônio, São Paulo, Brasil: relação com o uso do solo e riqueza faunística*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

FLEITUCH, T. SOSZKA, H., KUDELSKA, D.; KOWNACKI, A. 2002. Macroinvertebrates as indicators of water quality in rivers: a scientific basis for Polish standart method. *Archives of Hydrobiology Supplement*, v. 3-4; p. 225-239.

GERRISH, N; BRISTOW, J. M. 1979. Macroinvertebrates associated with aquatic macrophytes and artificial substrates. *Journal of Great Lakes Reserch*, v.5; p. 69-72.

GUIMARÃES, R. M. 2008. *Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade ambiental de afluentes do Rio Uberabinha, Uberlândia, Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia.

HANSON, J. M.; PETERS, R. H. 1984. Empirical prediction of crustacean zooplankton biomass and profundal macrobenthos in lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 41; p. 439-445.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2007. *Relatório de Monitoramento das Águas Superficiais da Bacia do Rio Paranaíba, em 2006*. Belo Horizonte: SEMAD – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais.

JOHNSON, D. M.; MARTIN, T. H.; MAHATO, M.; CROWDER, L. B.; CROWLEY, P. H. 1995. Predation, density dependence, and the life histories of dragonflies: a field experiment in a freshwater community. *Journal of North American Benthological Society*; v. 14; n. 4; p. 547-562.

JUNQUEIRA, V.M. e CAMPOS, S.C.M.. 1998. Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.10. p.125-135.

KÖNIG, R.; SUZIN, C. R. H, RESTELLO, R. M; HEPP, L. U. 2008. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. v 3. n. 1.; p. 84-93.

LOUTON, J. A.; GARRISON, R. W; FLINT, O. S. 1996. The Odonata of Parque Nacional Manu, Madre Dios, Peru; Natural History, species richness and comparisons with other Peruvian sites. p.431-449. In. WILSON, D. E.; SANDOVAL, A. (eds). *Manu: The Biodiversity of Southeastern Peru*. Washington, Smithsonian Institution.

MELO, A. S. 2003. Diversidade de macroinvertebrados em riachos. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C., (Orgs.). 2003. *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Ed. UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. p. 69-90.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. 2004. *Qualidade da água para consumo humano*. 1ª ed. Lisboa: Lidel. (Edições técnicas).

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishes. 722 p.

MICHALETZ, P. H.; DOISY, K. E.; RABENI, C. F., 2005 – Influences of productivity, vegetation, and fish on macroinvertebrate abundance and size in Midwestern USA impoundments. *Hydrobiologia*, v. 543; p. 147-157.

MORENO, P., CALLISTO, M. 2005. Indicadores ecológicos e a vida na lama. *Ciência Hoje*, v. 213; p. 68-71.

MORIN, P.J., 1984. The impact of fish exclusion on the abundance and species composition of larval odonates: results of short-term experiments in a North Carolina farm pond. *Ecology*, v. 65, n. 1, p. 53-60.

MOTTA, R. L.; UIEDA, V. S. 2004. Diet and trophic groups of an aquatic insect community in a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, v. 64; n. 4; p.809-817.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. 2010. *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Technical Books. 176p.

NEEDHAM, J.G., WESTFALL, M.J., JR. and MAY, M.L., 2000. *Dragonflies of North America*. Scientific Publishers, Gainesville.

NEMETH, R.S. 1998. The effect of natural variation in substrate architecture on the survival of juvenile bicolor damselfish. *Environ. Biol. Fishes*. v. 53; p. 129-141.

NESSIMIAN, J. L. 1995. Abundância e biomassa de macroinvertebrados de um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 55, n.4, p. 661-683.

OLIVEIRA FILHO, A.T., ALMEIDA, R.J., MELLO, J.M. & GAVILANES, M.L. 1994a. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica* 17:67-85.

OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A.; BALLESTER, M.V.R.; GESSNER, A; KRUSCHE, A.; VICTORIA, R.L.; WILLIAMS, M. 2000. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of Piracicaba river basin, southeast Brazil. *Freshwater Biology*, Oxford, v.44, p.327-337.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; HUGHES, R. 2004. Restoration of the das Velhas River basin, Brazil: challenges and potential. *In: Proceedings of Fifth International Symposium on Ecohydraulics, Aquatic Habitats: Analysis & Restoration*: Madrid, Spain, Published by IAHR, Vol. I; p. 589-594.

POMPEU, P.S.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M. 2005. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. *American Fisheries Society Symposium*, v. 42; p. 11-22.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R. de; PRIMAVESI, A.C.; OLIVEIRA, H. T. de. 2002. Water quality of Canchim's creek watershed in São Paulo, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v.45, n.2, p.209-217.

QUEIROZ, J. F.; MOURA E SILVA, M. S. G; TRIVINHO-STRIXINO, S. 2008. *Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 91p.

RAVANELLO, 2007. *Diversidade e Abundância de Larvas de Odonata (Insecta) em nove rios da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Uruguai – Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó.

RESENDE, M.; KER, J.C. & BAHIA FILHO, A.F.C. 1996. Desenvolvimento sustentado do cerrado. *In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., eds. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV-DPS, p.169-199.

RICETO, A.; SILVA, E. I., GUIMARÃES, A. A. 2001. Uma Reflexão sobre os Impactos em Sistemas Ambientais Urbanos: Estudo de Caso da Microbacia do Córrego Liso no Município de Uberlândia – MG. *Caminhos da Geografia*. v.12. n.37. p.230-238.

RIZZI, N. E. 2001. Índices de qualidade de água. *Revista Técnica da Sanepar*. n.15. p. 11-20.

ROBACK, S. S.; WESTFALL Jr., M. J. 1967. New records of Odonata from the United States and Canada with water quality data. *Transactions of the American Entomological Society*, v. 93; p. 101-124.

ROLDÁN-PÉREZ, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia. 217p.

ROMERO, M. F. 1988. New data on the ecological tolerance of some rheophilous Odonata in Mediterranean Europe (Sierra Morena, Southern Spain). *Odonatologica*, 17: 121-126.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman Hall, 1993. p. 1-9.

SANTOS, D. 2006. A. *Influência de fatores ambientais na distribuição das formas imaturas de odonata (Insecta) em um trecho do Riacho Marambaia - Ilha da Marambaia, RJ*. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.

SCHIAVINI, I. *Estrutura de comunidades arbóreas de Mata de Galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG)*. 1992. Tese (Doutorado em Ecologia) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

SHEPHERD, G. J. *FITOPAC-SHELL 1.5: Manual do usuário*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004.

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 14, n. 1, p. 82-86, 2008.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R.C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. *Comunicado Técnico*. n. 19. São Paulo: EMBRAPA, 2004.

STRIEDER, M. N.; SCHERER, R. T.; VIEGAS, G. Biomonitoramento da qualidade da água das águas em arroios na bacia hidrográfica do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Unirevista*. v.1. n.1. p. 47-56. Jan./2006.

SVENSSON, J. M.; BERGMAN, E.; ANDERSSON, G., 1999 – Impact of cyprinid reduction on the benthic macroinvertebrates community and implications for increased nitrogen retention. *Hydrobiologia* 404: 99-112.

TONIETTO, J.; VIANELLO, R.L.; REGINA, M.A. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola em Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 32-55, 2006.

TORRES, J. L. R. et al. Morfometria e qualidade da água da microbacia do ribeirão da Vida em Uberaba-MG. *Global Science and Technology*. v. 2, n. 1. p. 1-9, 2009.

UIEDA, V.S. & GAJARDO, I.C.S.M. 1996. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. *Naturalia*. 21: 31-47.

VAN BUSKIRK, J.; SCHMIDT, B. R. 2000. Predator-induced phenotypic plasticity in larval newts: trade-offs, selection, and variation in nature. *Ecology*, 81: 3009-3028.

VASCONCELOS, F. C. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 73, n. 2, p.177-181, 2006.

WATSON, J. A. L. A truly terrestrial dragonfly larva from Australia (Odonata: Cordullidae). *Journal of the Australian Entomological Society*, 21, p. 309-311. 1982.

WESTFALL, M. J. & M. L. MAY, 1996. Damselflies of North America. *Scientific Publishers*, Gainesville.

WESTFALL, M.J., Jr., 1984, "Odonata", in *Aquatic Insects of North America*, ed by Merritt & Cummins, Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa, pp. 126-176. (Keys to genus).

WESTFALL, Jr., M. J. Immature insects. In: STEHR, F. W. (Ed.). *Order Odonata*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1987, p. 95-114.

WORTHEN, W. B. 2002. The structure of larval odonate assemblages in the Enoree River Basin of South Carolina. *Southeastern naturalist*, 1(3): 205-216.

## **7. ANEXO**

### **ANEXO A**

### **PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA**

Protocolo de Avaliação Rápida de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) EEPA,1987).

Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 a 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

Descrição do Ambiente	
Localização:	
Data de Coleta: ____/____/____	Hora da Coleta:
Tempo (situação do dia):	
Modo de coleta (coletor):	
Tipo de Ambiente: Córrego ( ) Rio ( )	
Largura média:	
Profundidade média:	
Temperatura da água:	

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 Pontos
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem / agricultura / monocultura / reflorestamento	Residencial / comercial / Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto / lixo)	Alterações de origem industrial / urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo / industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva / cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo / industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento / canalizado

Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas,  
modificado do protocolo de Hannaford et al (1997).

Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve, moderada ou severamente alteradas).

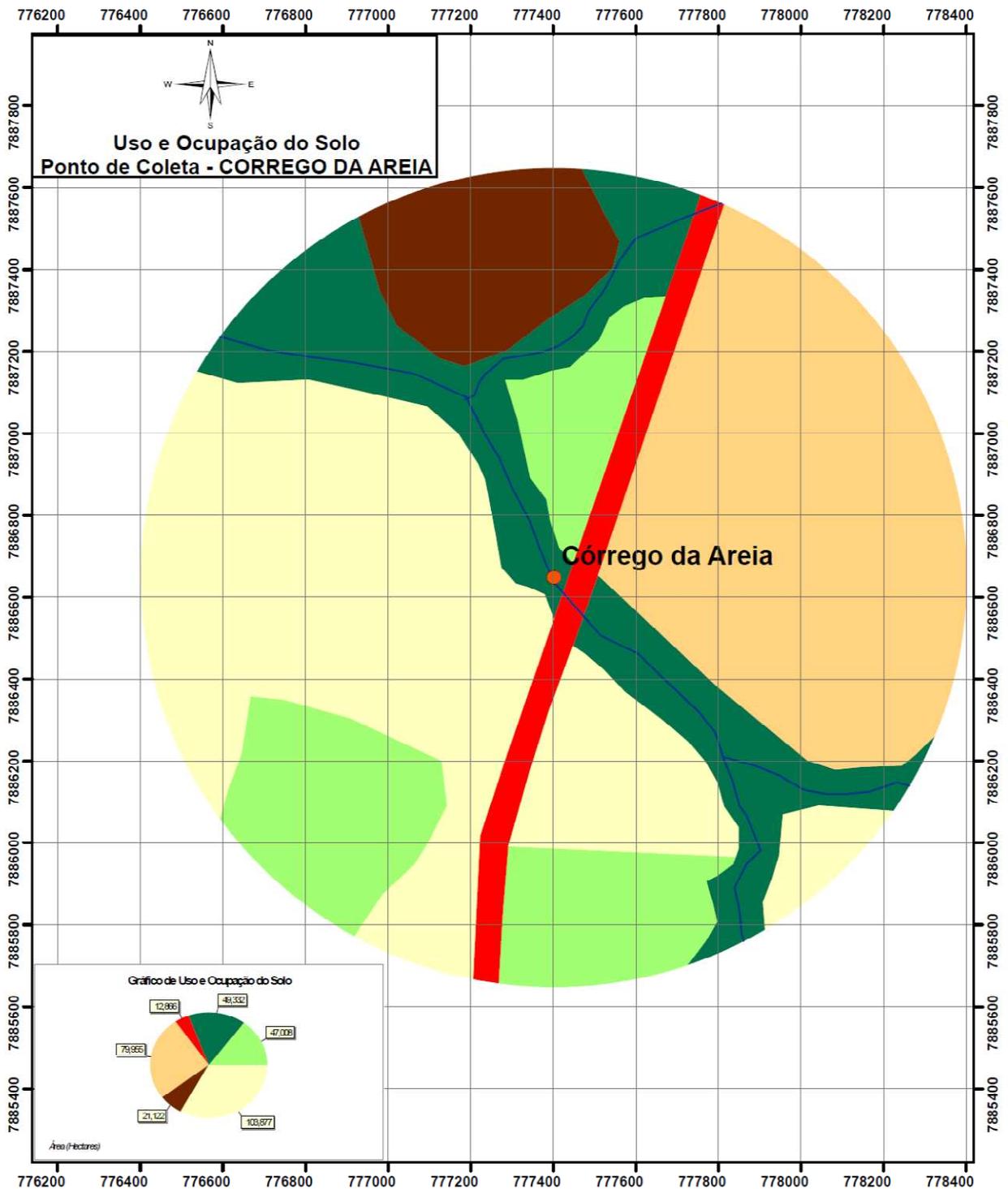
Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipo de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados ; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados	Menos de 10% de habitats diversificados, ausência de habitats óbvia, substrato rochoso instável para fixação dos organismos
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio	Rápidos ou corredeiras inexistentes
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de Substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	Seixos abundantes; cascalho comum	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama	Mais de 75% do fundo coberto por lama
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
		pontes; evidência de modificação há mais de 20 anos		
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal"	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal"	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 a 30% da margem com erosão	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 a 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.)	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifíton	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifíton abundante e biofilme	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (aguapé)

## **8. APÊNDICE**

### **APÊNDICE A**

#### **MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**



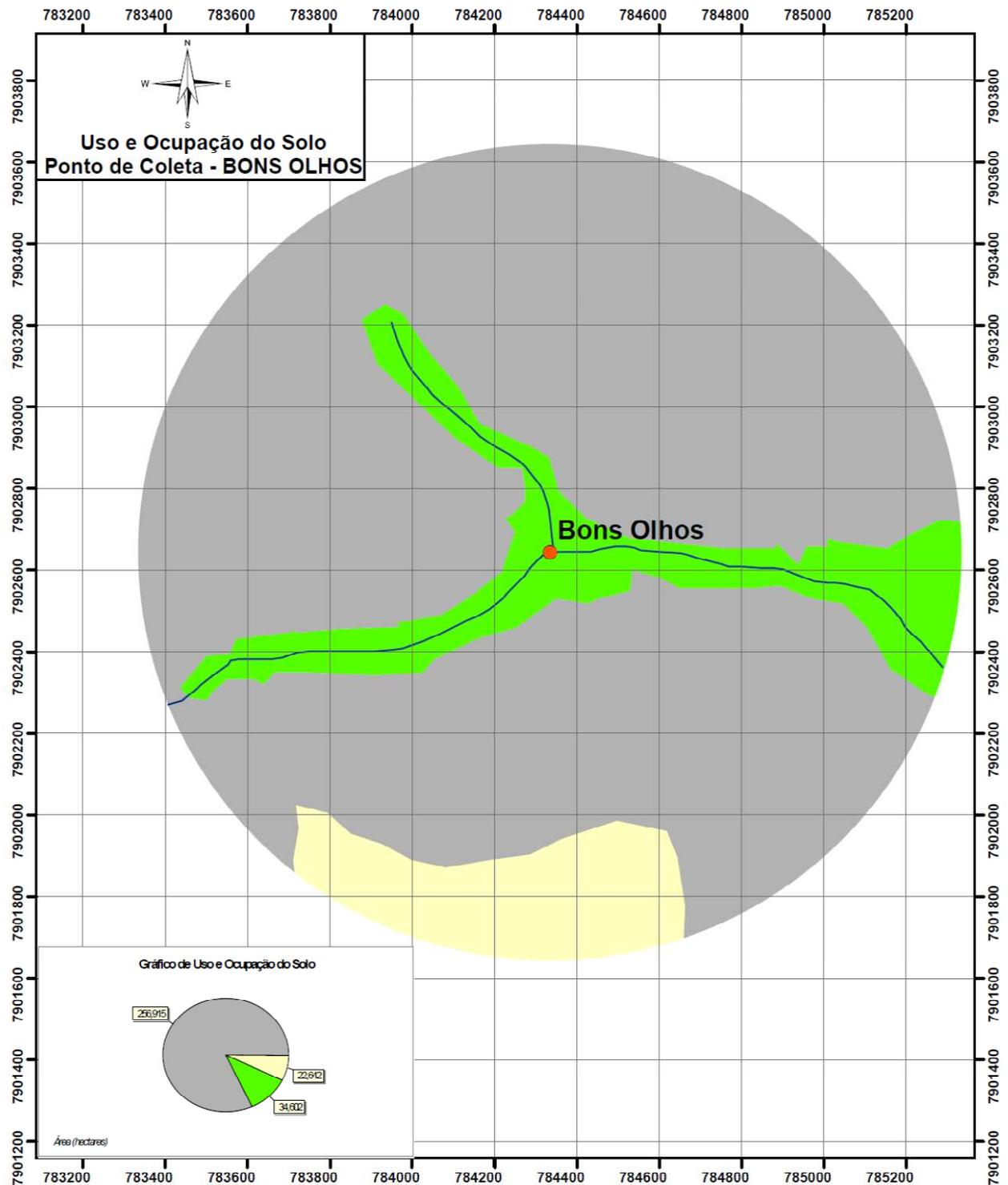
**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- ~ Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo
- Agricultura
- Cerrado em Regeneração
- Estrada
- Mata Ciliar
- Pastagem
- Silvicultura

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969



### Legenda

- Pontos Coleta Regina Célia
- Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
- Cerrado em Regeneração
- Pastagem
- Área Urbanizada

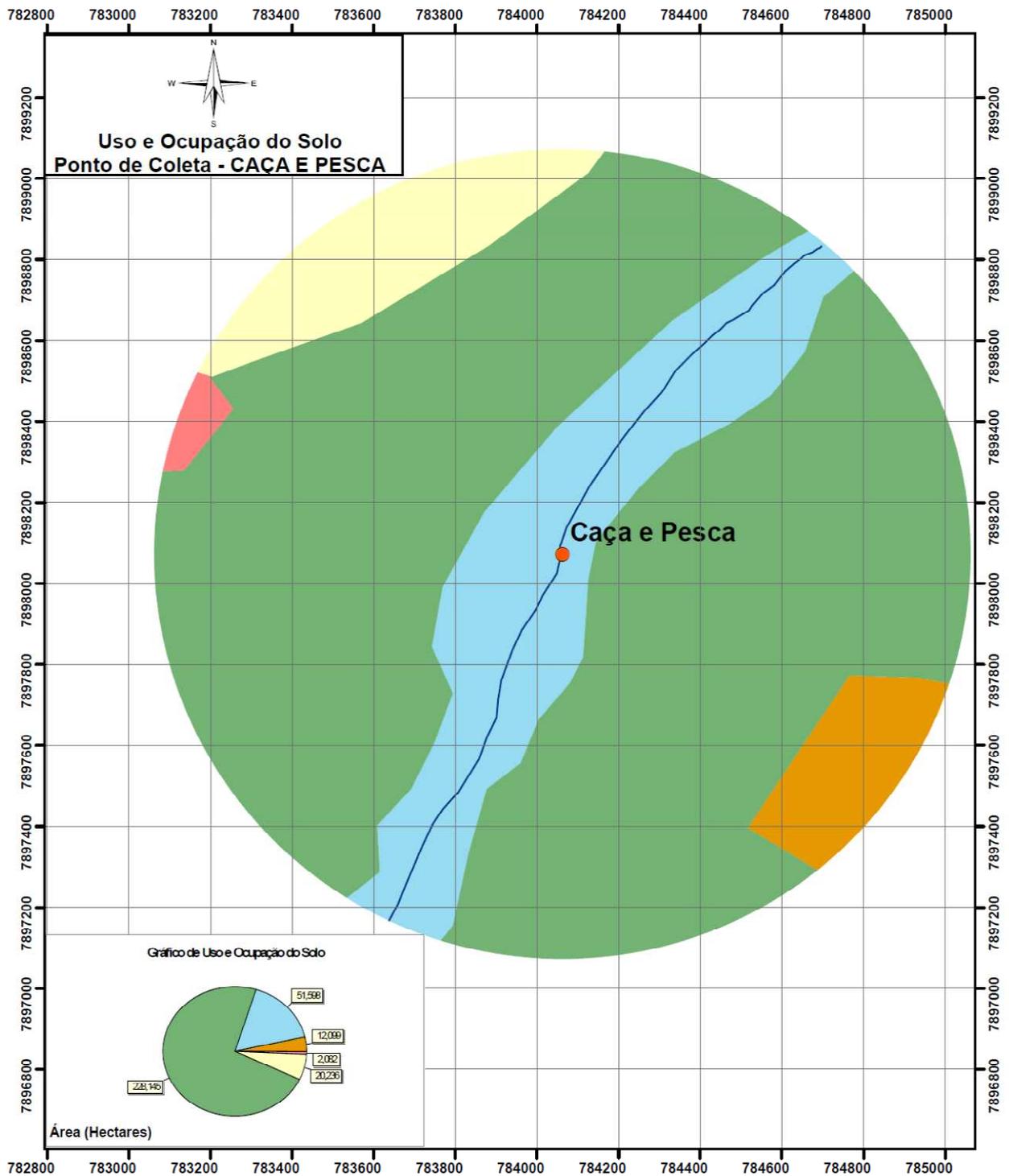
Escala: 1:12.000

1 cm = 120 m



Sistema de Coordenadas:

Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969



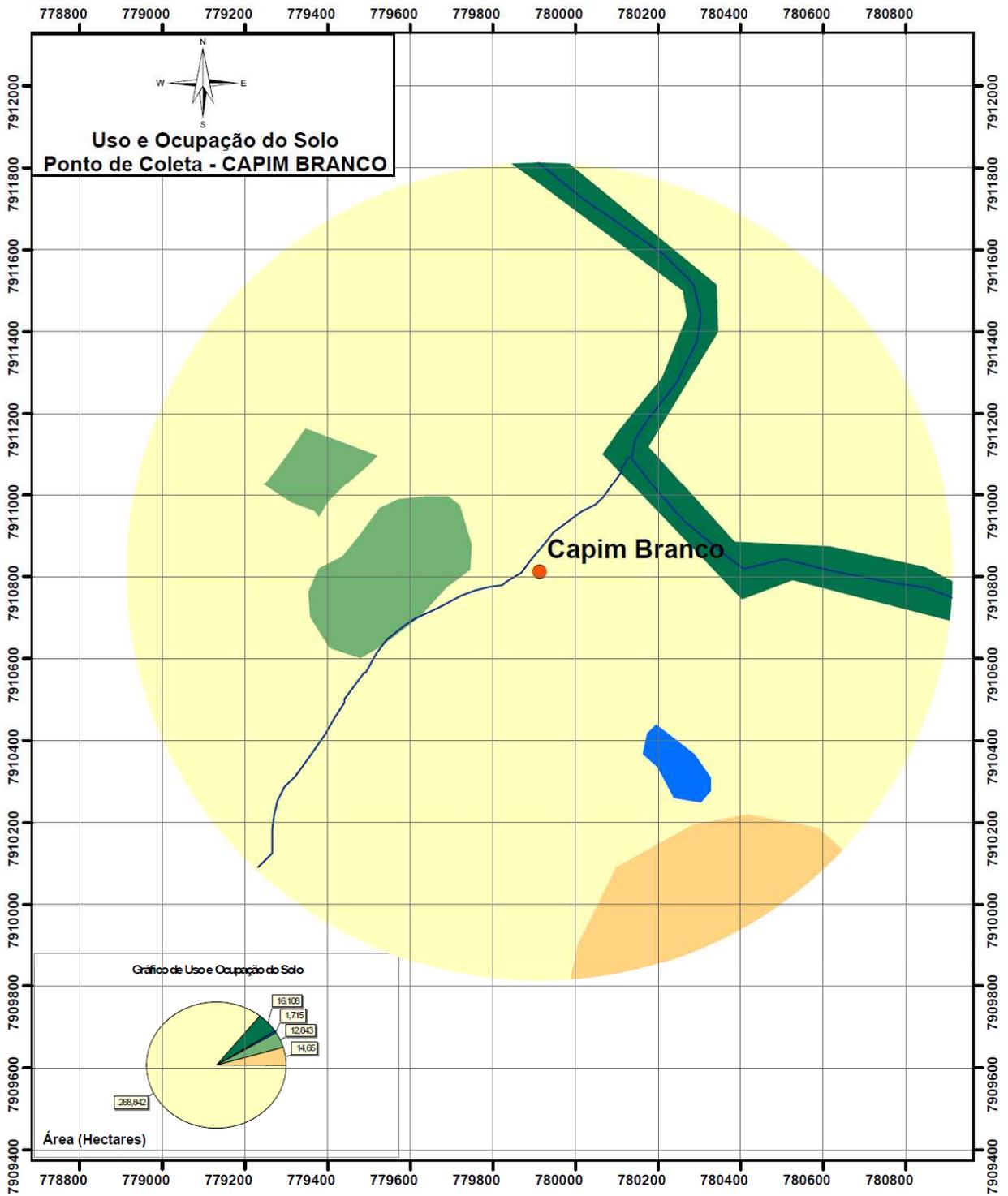
**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- ~ Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
- Agropecuária
- Cerrado
- Pastagem
- Solo Exposto
- Área de Várzea

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969



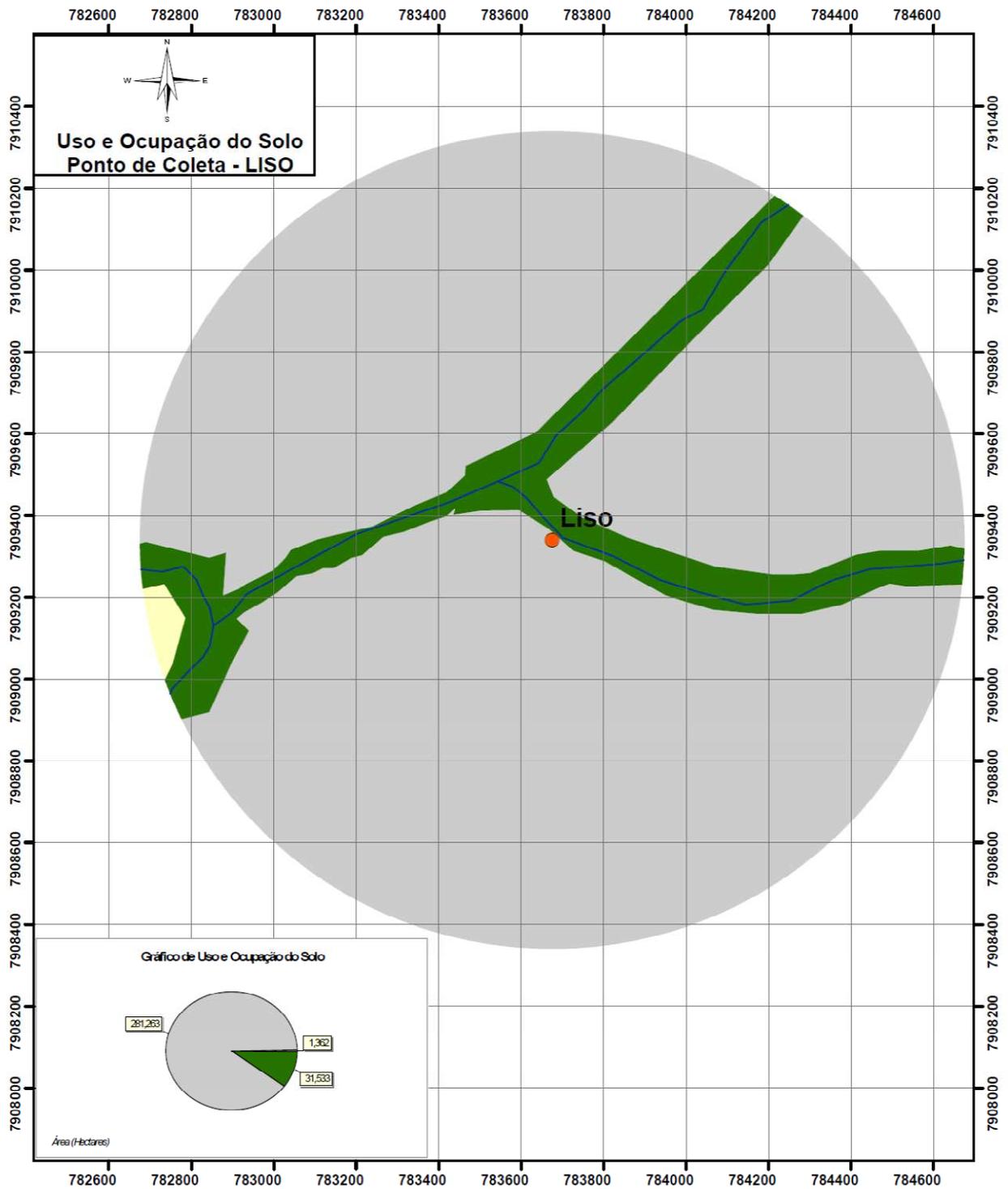
**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- ~ Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
- Agricultura
- Cerrado
- Lagoa
- Mata Ciliar
- Pastagem

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969

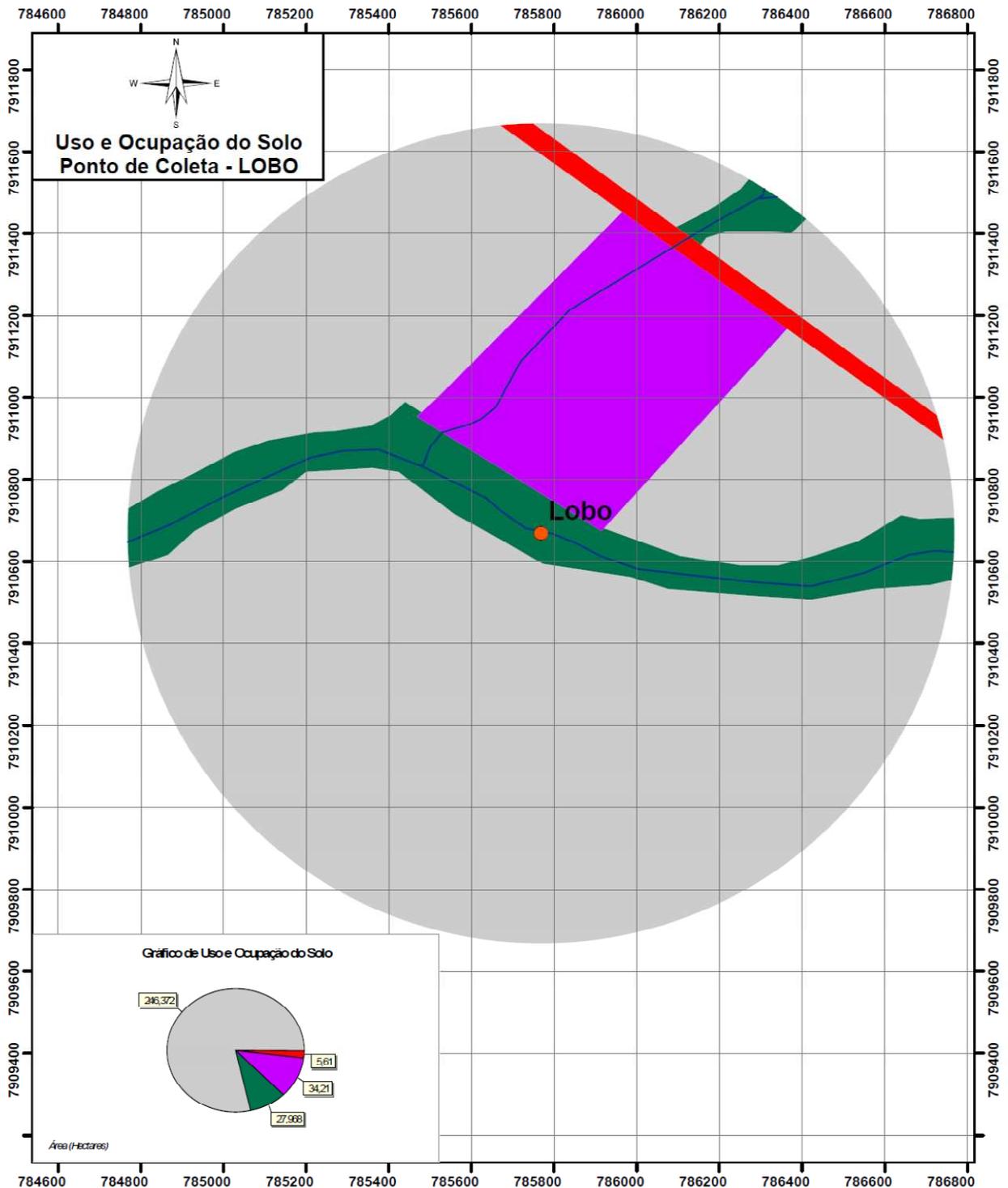


**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
- Mata Ciliar
- Pastagem
- Área Urbanizada

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969



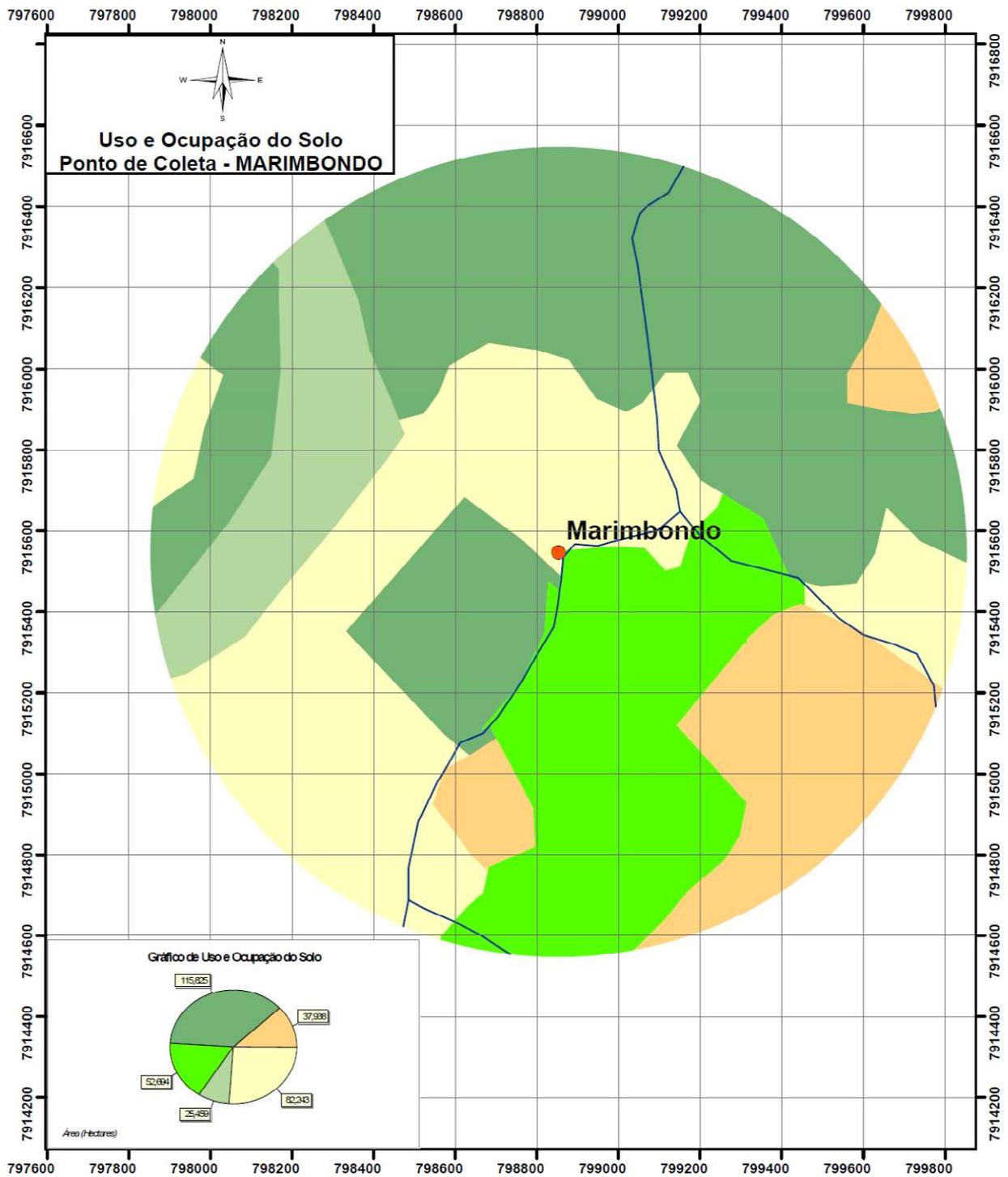
**Legenda**

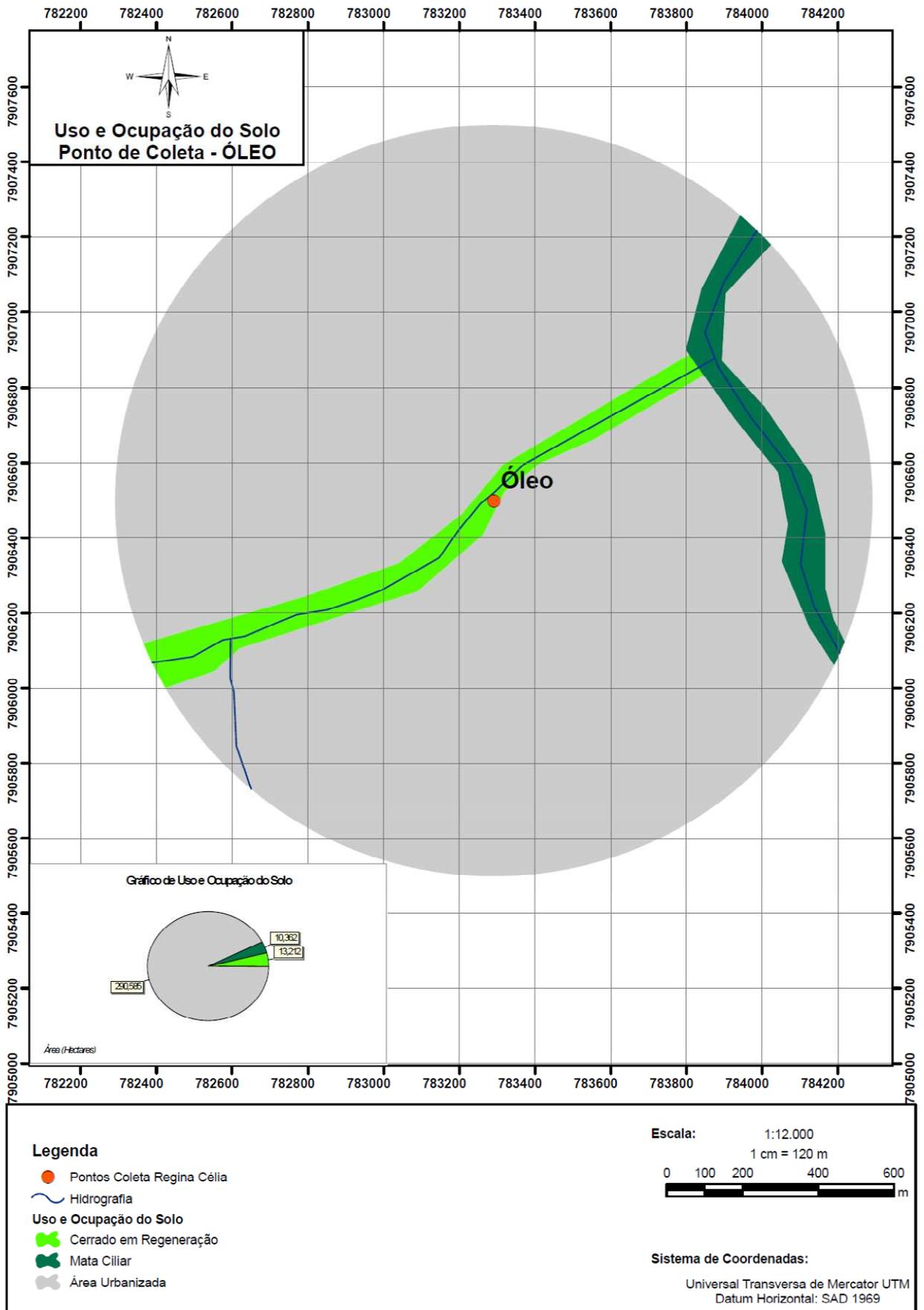
- Pontos Coleta Regina Célia
- Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
- Estrada
- Mata Ciliar
- Parque
- Área Urbanizada

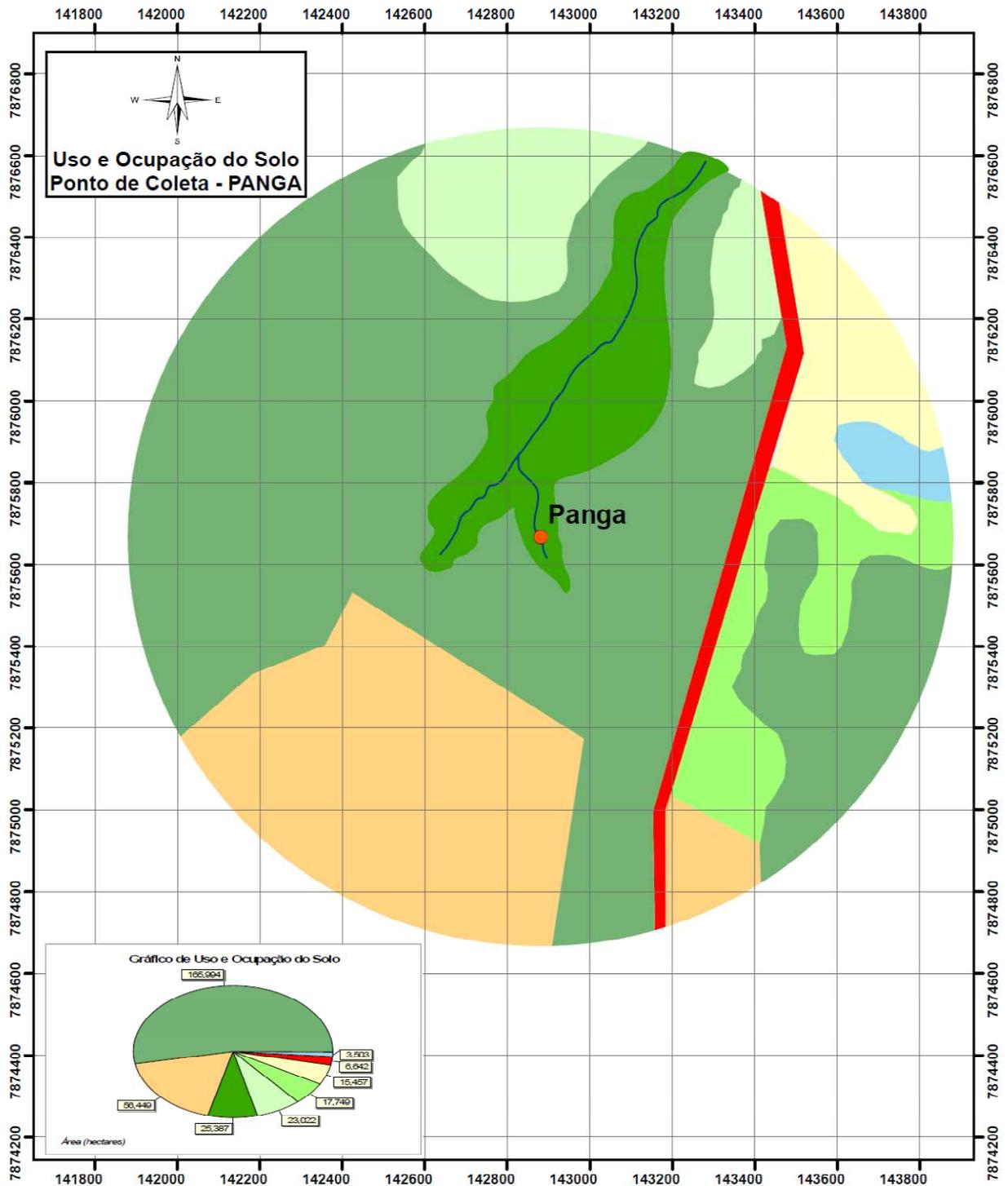
**Escala:** 1:12.000  
 1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

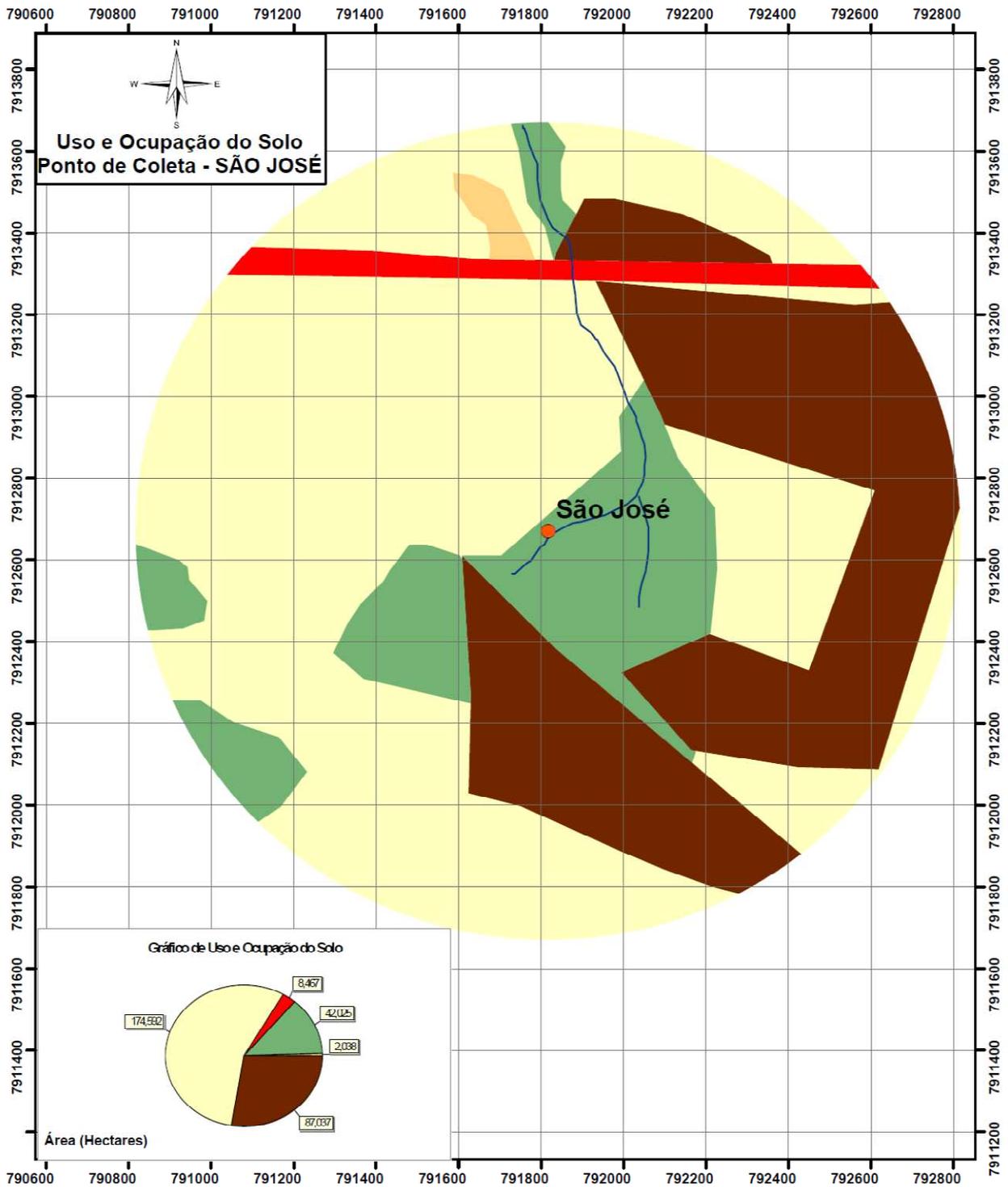
**Sistema de Coordenadas:**  
 Universal Transversa de Mercator UTM  
 Datum Horizontal: SAD 1969







<b>Legenda</b>		<b>Escala:</b> 1:12.000 1 cm = 120 m 
<ul style="list-style-type: none"> <li> Pontos Coleta Regina Célia</li> <li> Hidrografia</li> <li><b>Uso e Ocupação do Solo</b></li> <li> Agricultura</li> <li> Campo Cerrado</li> <li> Campo Hidromórfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Campo Hidromórfico / Mata Ciliar</li> <li> Cerrado</li> <li> Cerrado em Regeneração</li> <li> Estrada</li> <li> Pastagem</li> </ul>	
<b>Sistema de Coordenadas:</b> Universal Transversa de Mercator UTM Datum Horizontal: SAD 1969		



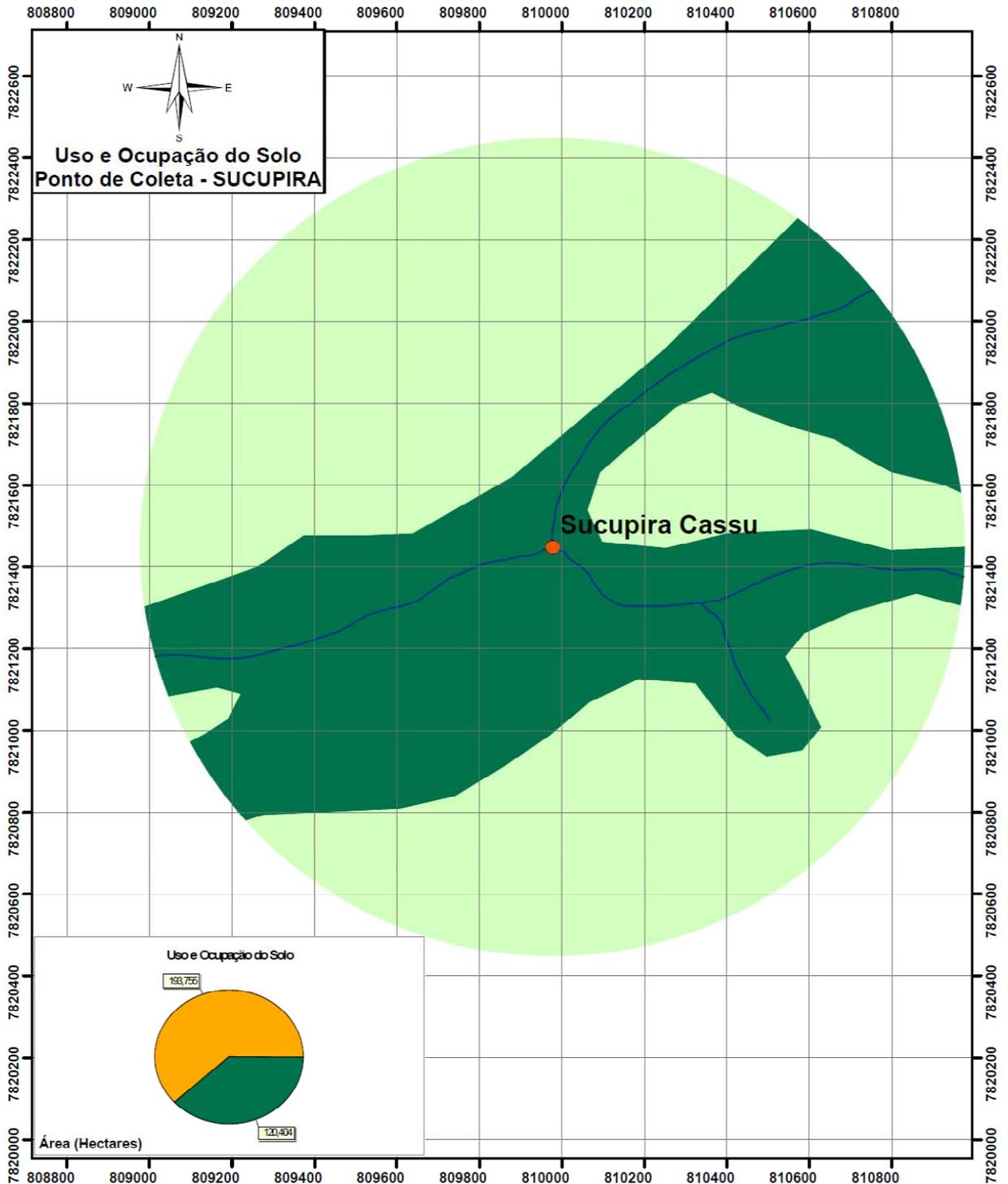
**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
  - Agricultura
  - Cerrado
  - Estrada
  - Pastagem
  - Silvicultura

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969



**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- ~ Hidrografia

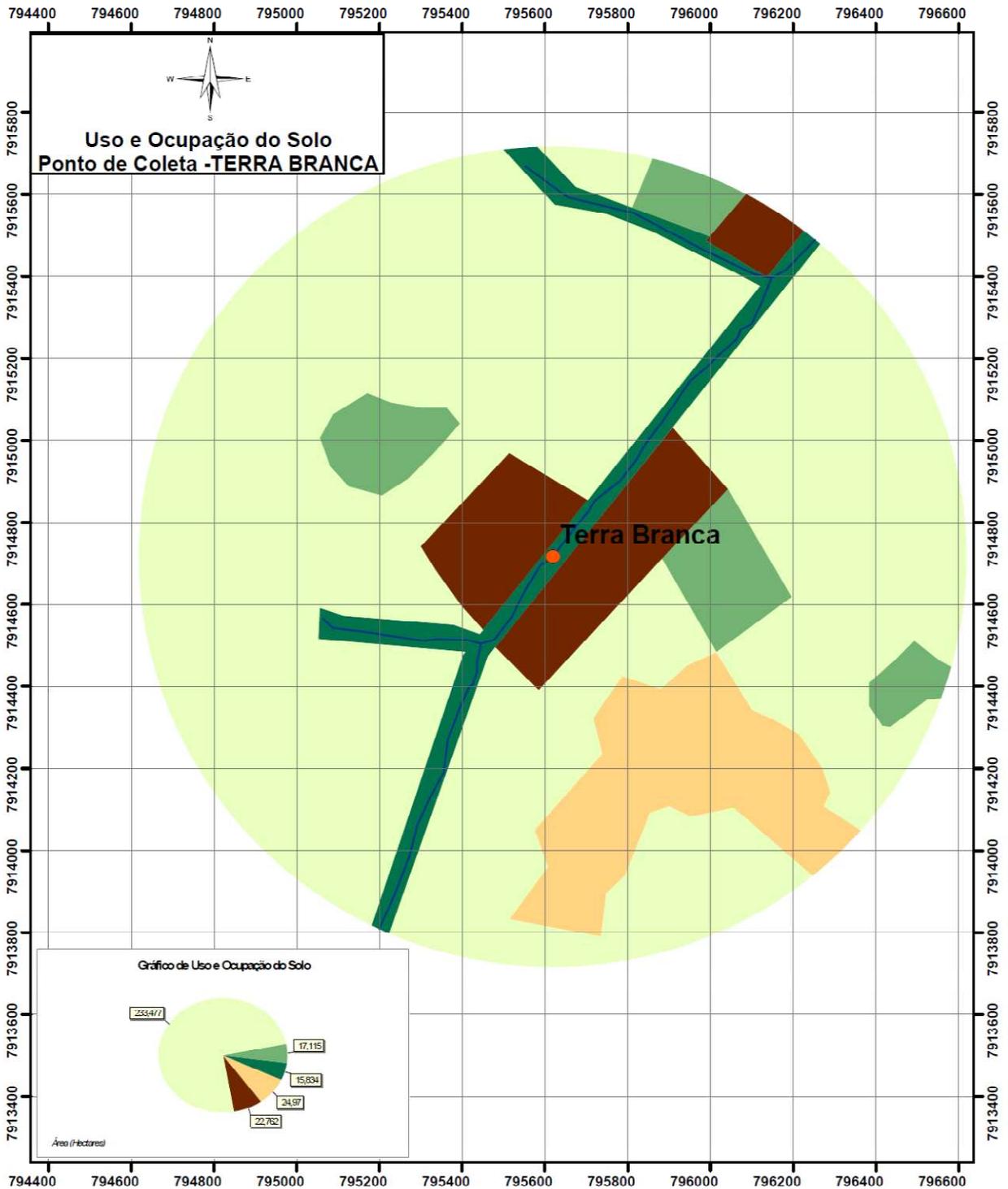
**Uso\_Solo\_Sucupira**

- Cana-de-Açúcar
- Floresta Estacional Semi-Decidual

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969



**Legenda**

- Pontos Coleta Regina Célia
- Hidrografia
- Uso e Ocupação do Solo**
- Agricultura
- Cerrado
- Mata Ciliar
- Pastagem
- Silvicultura

**Escala:** 1:12.000  
1 cm = 120 m

0 100 200 400 600 m

**Sistema de Coordenadas:**  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Datum Horizontal: SAD 1969