



ESTUDO HIDROAMBIENTAL PARA A PROTEÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DA
BACIA DO CÓRREGO RIACHÃO, EM MAMBAÍ-GO

Contrato de Prestação de Serviços No. 164/2023

Produto 4: Relatório Final

1

Preparado por

GREENDATA

Mambaí, 21 de fevereiro de 2024



ÍNDICE

1. Introdução	03
2. Caracterização Físico-Biótica da Bacia do Córrego Riachão	03
3. Características Socioeconômicas da Bacia do Córrego Riachão	13
4. Características Edafológicas e Hidrológicas da Bacia do Riachão	15
5. Conclusão da Caracterização Pedológica e Hidrológica da Bacia	21
6. Revisão da Legislação e das Políticas Hidroambientais Existentes	21
7. Zoneamento do Risco à Erosão e à Sedimentação da Bacia do Riachão	23
8. Zoneamento da Bacia do Córrego Riachão visando sua Segurança Hídrica	29
9. Conclusão da Revisão da Legislação Ambiental e do Zoneamento da Bacia	33
10. Resumo Executivo	33
11. Referências	34

2

ESTUDO HIDROAMBIENTAL PARA A PROTEÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DA BACIA DO CÓRREGO RIACHÃO, EM MAMBAÍ-GO

1. Introdução

Este é Relatório Final do Estudo supracitado, onde foram compilados e resumidos os principais resultados apresentados nos três Relatórios anteriores, já aprovados. Nesse sentido, o presente Relatório Final contém todas as informações técnicas e recomendações necessárias para a gestão e conservação do estratégico manancial de abastecimento do Município de Mambai que, uma vez implementadas, garantirão a necessária segurança hídrica da cidade.

Nesse sentido, o presente Relatório é apresentado seguindo a estrutura e a sequência dos três Relatórios prévios, iniciando com a Caracterização da Bacia do Córrego Riachão (Relatório 1) até as Recomendações de Zoneamento e Gestão Territorial do manancial (Relatório 3), passando pela proposição de Políticas Públicas capazes de construir a necessária governança hidro-ambiental da bacia.

2. Caracterização Físico-Biótica da Bacia Hidrográfica do Córrego Riachão

A bacia hidrográfica do Córrego Riachão, que está totalmente inserida no município de Mambai-GO e na APA das Nascentes do Rio Vermelho, foi tomada no presente Estudo como a área de drenagem a montante da ponte da estrada Mambai-Cocos, na saída da cidade (Figura 1).

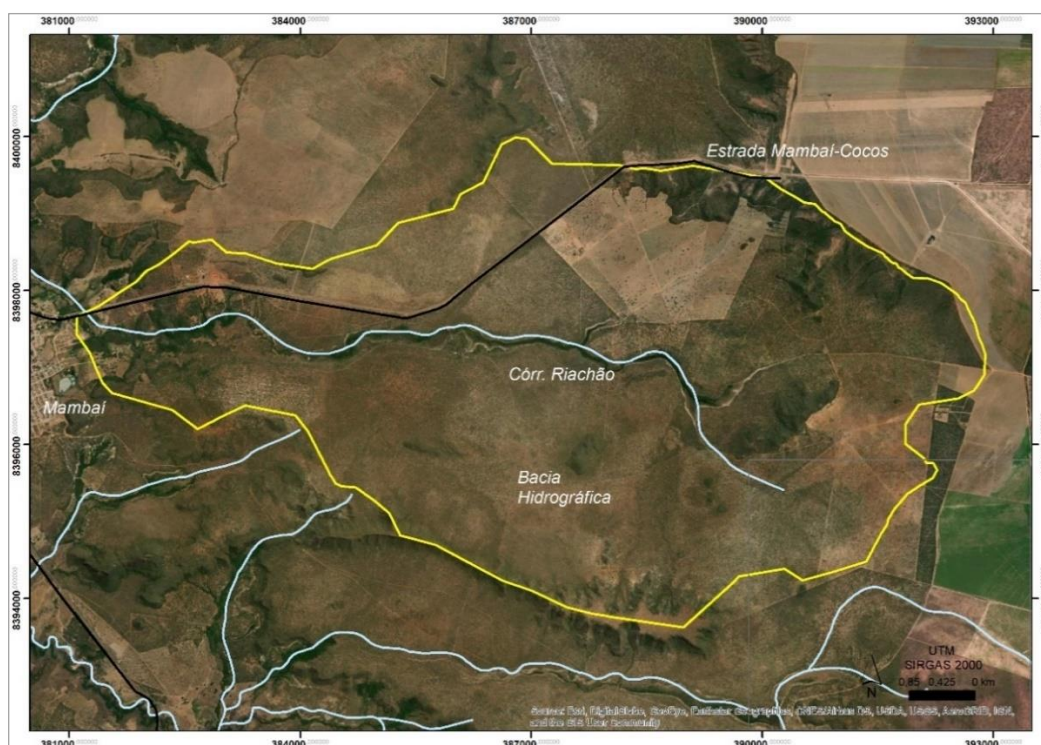


Figura 1. Bacia hidrográfica do córrego Riachão, em Mambai-GO (em amarelo).

As principais características fisiográficas da bacia hidrográfica do Córreg. Riachão são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características fisiográficas da Bacia Hidrográfica do Córrego Riachão.

Característica	Área (ha)	Perímetro (km)	Compr. Rio (km)	Declividade Média (%)	Altitude (m)
Valor	4.414	44,1	10,6	3,4%	701 a 931

2.1. Geologia da Bacia

A geologia da Bacia do Córreg. Riachão é composta pelos arenitos do Grupo Urucuia, em sua porção superior, junto à divisa da Bahia, de depósitos Colúvio-eluviais, resultantes da erosão do arenito Urucuia, em sua parte intermediária, e de calcáreos do Grupo Bambuí/Sistema Lagoa do Jacaré, junto ao seu exutório (Figura 2).

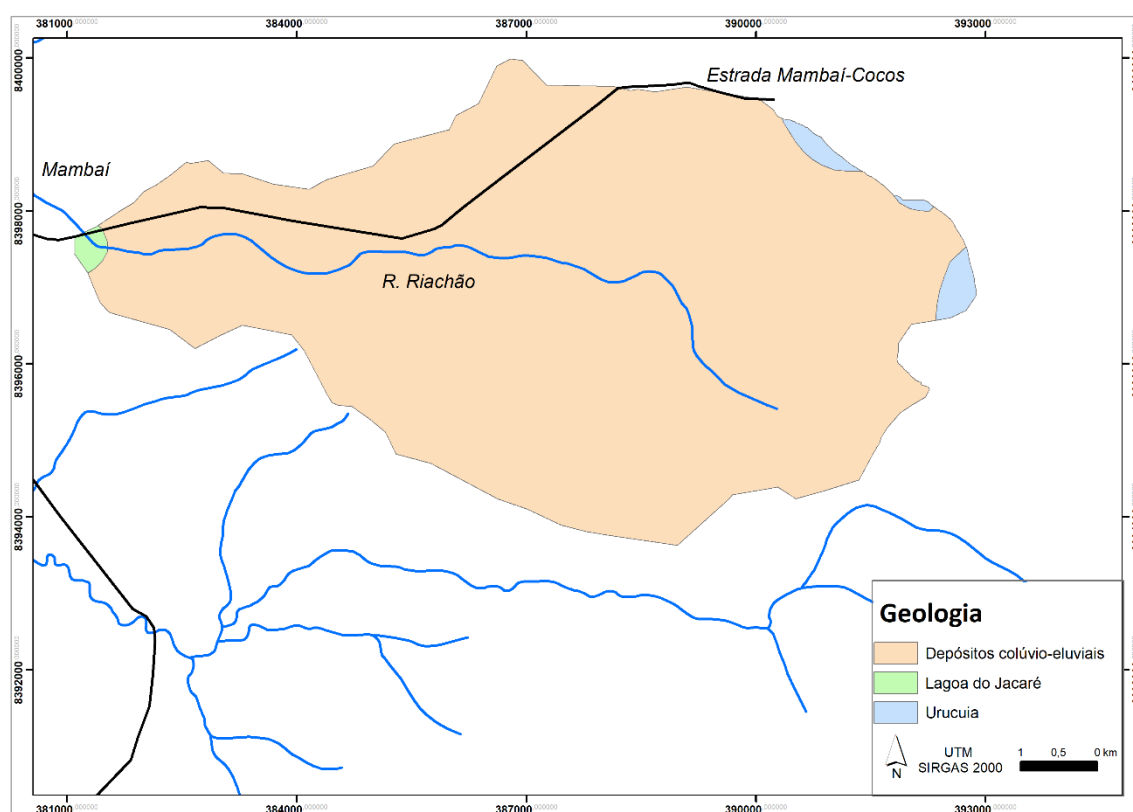


Figura 2. Geologia da Bacia Hidrográfica do Córreg. Riachão.

Tanto o sistema Urucuia como os depósitos colúvio-eluviais apresentam uma alta permeabilidade, facilitando a infiltração e a recarga dos aquíferos, o mesmo não ocorrendo para o sistema Bambuí/Lagoa do Jacaré, constituído de calcáreos e pelitos. Como se verá abaixo, a geologia da bacia foi determinante da formação dos seus solos, o que determinará aspectos importantes do manejo da mesma.

2.2. Solos da Bacia

Os principais solos da Bacia do Cór. Riachão são: i) O Latossolo Vermelho Amarelo textura média (com 2.024 ha), em sua parte mais elevada, ii) O Neossolo Quartzarênico (1.760 ha), na porção intermediária da bacia, e iii) O Neossolo Litólico Urucuia (247 ha), nas bordas das serras. Cambissolos (310 ha) e Chernossolos (63 ha) são também presentes na bacia, mas em menor proporção, sendo os últimos concentrados na sua porção inferior, junto ao exutório.

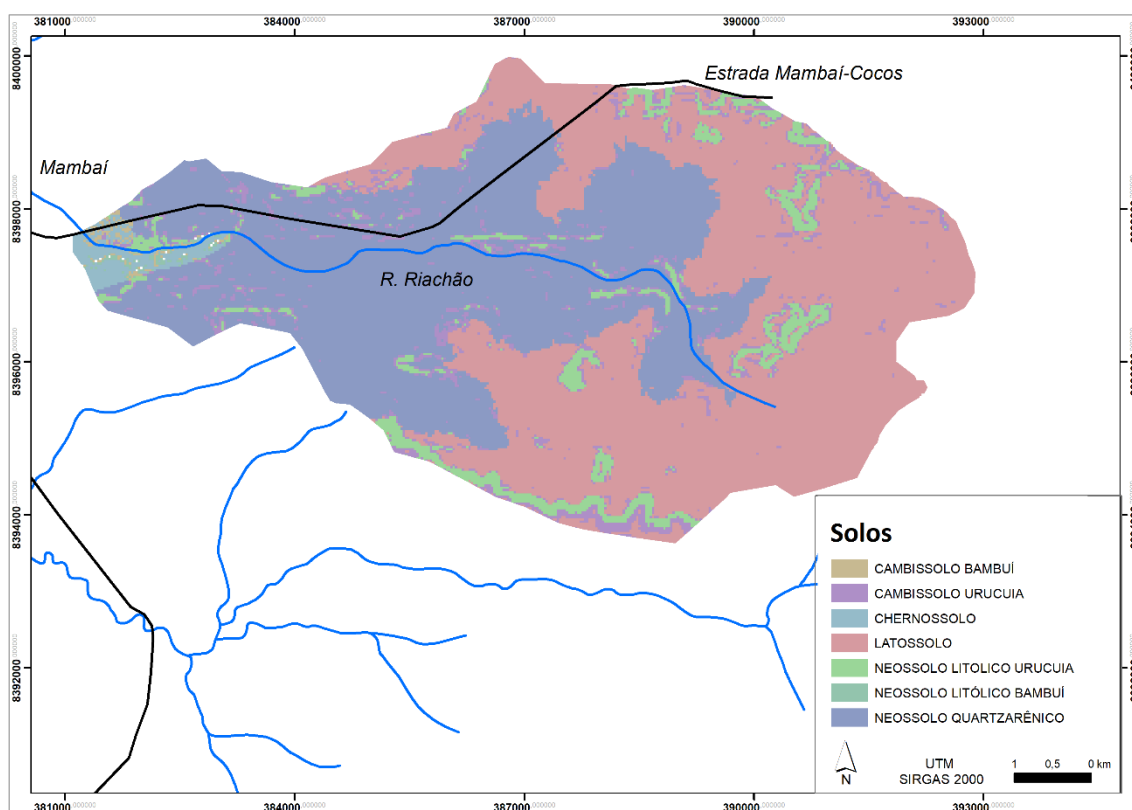


Figura 3. Solos da Bacia Hidrográfica do Cór. Riachão. **Fonte:** Embrapa.

Amostras de solos foram retiradas na bacia para análise físico-química, cujos resultados serão apresentados no próximo Relatório, de forma a caracterizar os potenciais agrônômicos e as principais limitações edafológicas, bem como as melhores práticas de manejo.

2.3. Altimetria e Declividade da Bacia

O mapa de altimetria da Bacia do Cór. Riachão é apresentado na Figura 4. Nesta Figura, observa-se que a altitude da bacia varia entre 700 e 930 m, seguindo as características da geologia e da geomorfologia locais.

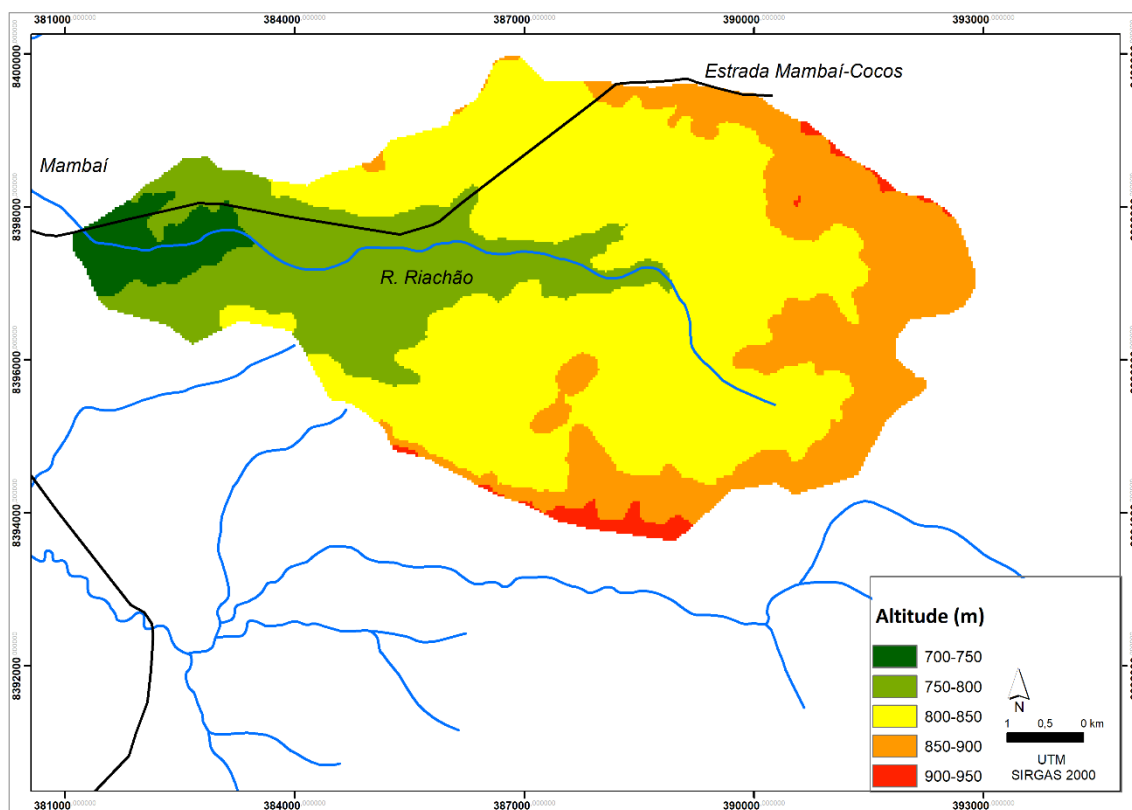


Figura 4. Altimetria da Bacia do Cór. Riachão. Fonte: NASA/SRTM.

A Figura 5 apresenta o mapa de *declividade da bacia*, obtido através de processamento digital do mapa de altimetria, no SIG. A partir deste mapa, observa-se que a bacia tem relevo suave-ondulado, com a declividade variando entre 0 e 32%, com uma declividade média de 3,4%.

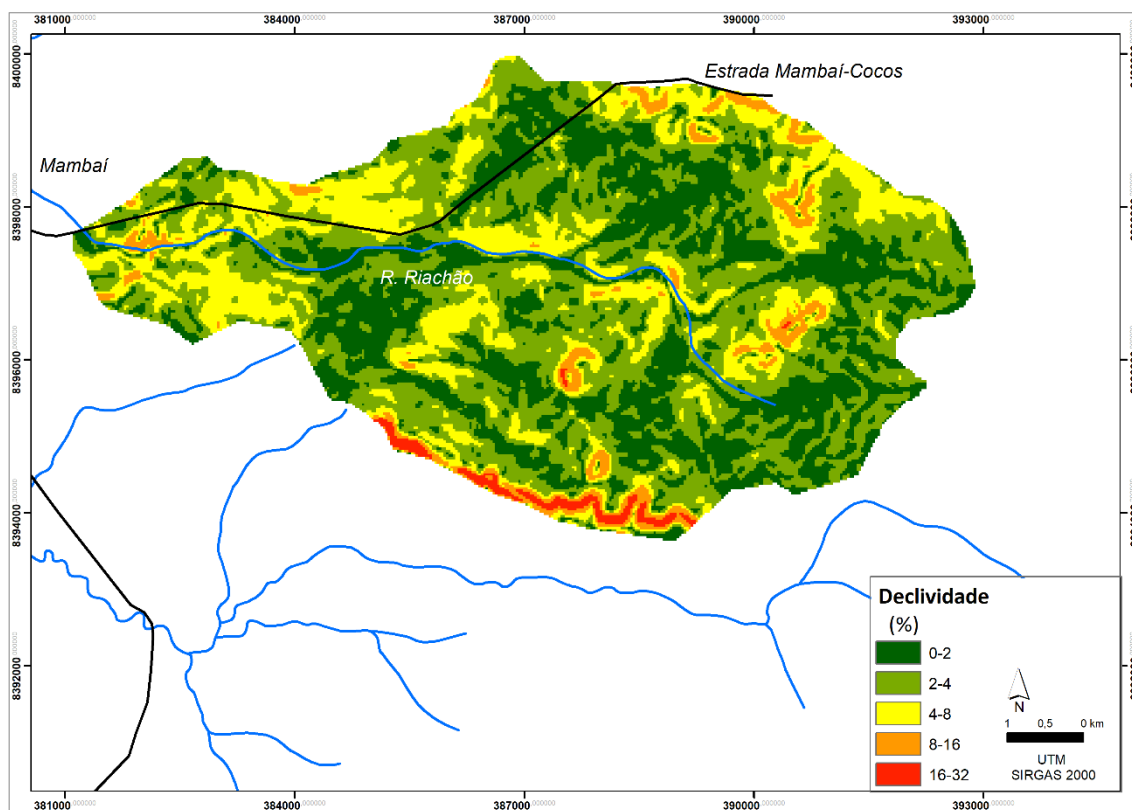


Figura 5. Mapa de Declividade da Bacia do Cór. Riachão.

2.4. Uso e Cobertura do Solo da Bacia

O mapa de Uso e Cobertura do Solo da Bacia do Cór. Riachão foi obtido da Coleção 7.1 do MapBiomas/MMA, e é apresentado na Figura 6. De acordo com esta Figura, os principais usos e coberturas do solo da bacia são a Formação Campestre / Campo Cerrado (2.702 ha), Formação Savânica (1.320 ha), e Pastagem (260 ha). Formações Florestais, compostas de matas ciliares e galerias, cobrem apenas 41 ha da bacia.

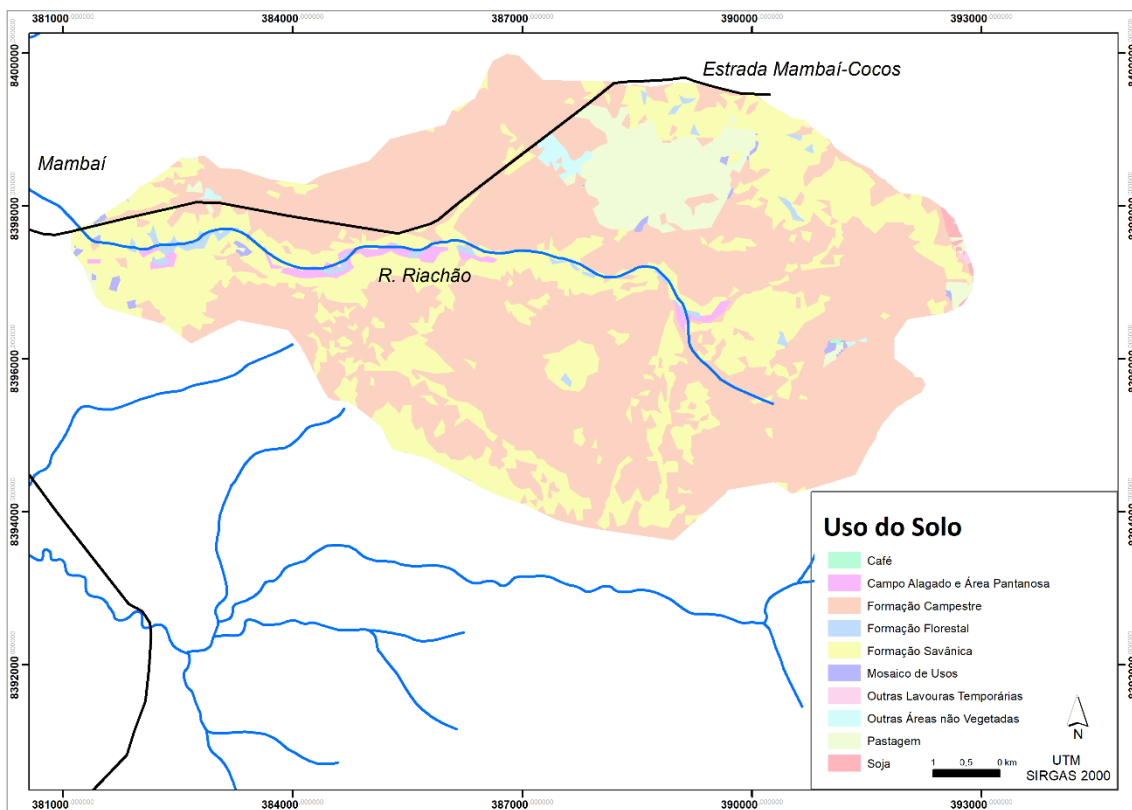


Figura 6. Uso e Cobertura Bacia Hidrográfica do Córreg. Riachão. Fonte: Mapbiomas.

Apesar de grande parte da bacia ter sido classificada como formações vegetais naturais, sabe-se que praticamente toda a sua área é utilizada por pecuária extensiva, cujo manejo alterou significativamente o ecossistema savânico original. Este tema será aprofundado oportunamente em Relatório posterior.

No caso da área de pastagem, que ocorre na parte superior da bacia (cor verde claro), entre a estrada e o córrego Riachão, parte dela atualmente é utilizada como lavoura de soja/milheto (200 ha), uso que não apareceu explicitamente na legenda do Mapbiomas, uma vez que este tipo de atividade é muito recente na bacia.

2.5. Mapa de Potencial de Escoamento Superficial

O mapa do potencial de escoamento superficial da bacia foi obtido a partir do cruzamento dos mapas geológico e de solos (acima), com o primeiro fornecendo informações a respeito da *permeabilidade dos aquíferos* (sistemas P1-P4), e o segundo dados sobre a *permeabilidade do solo* (Classes A-D do NRCS, 2009). A Figura 7 apresenta o mapa resultante desse cruzamento no SIG.

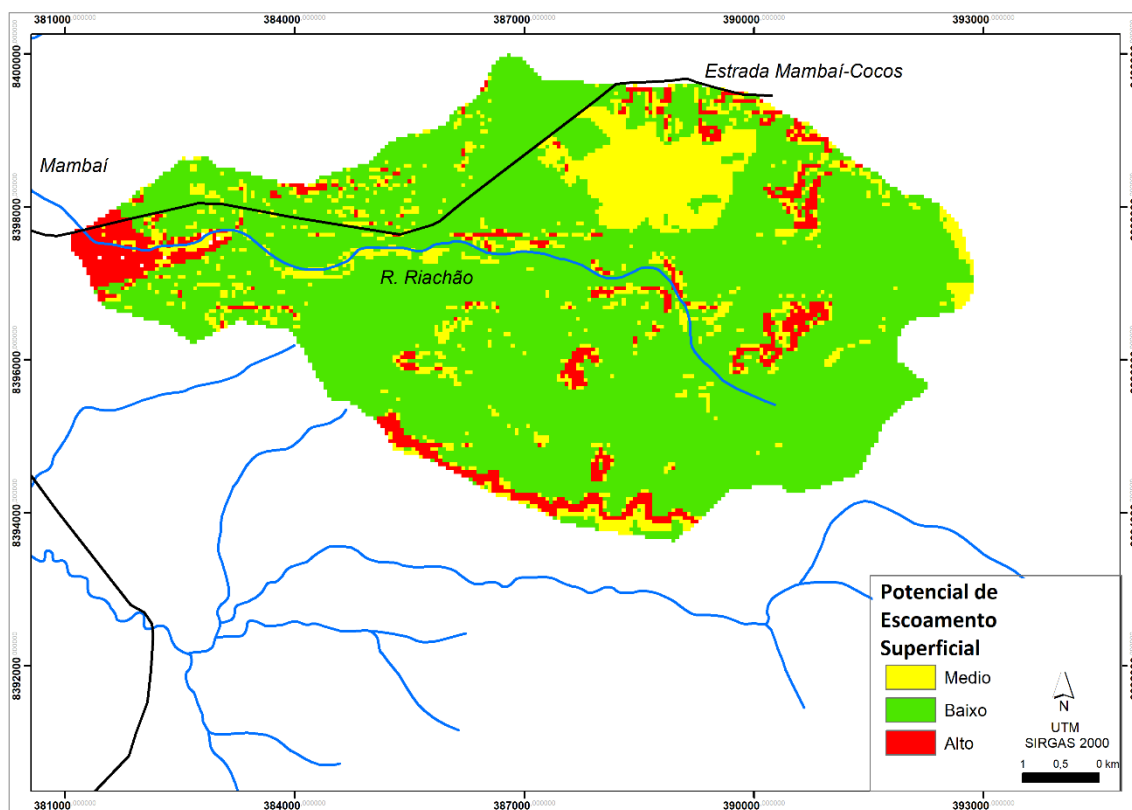


Figura 7. Potencial de Escoamento Superficial da Bacia do Córrego Riachão.

De acordo com a Figura 7, 78,6% da área da bacia apresentam *Baixo* Potencial de Escoamento Superficial, 14,4% apresentam *Médio* potencial, e apenas 7% apresentam *Alto* potencial. As duas últimas correspondem a áreas escarpadas e aquelas onde aflora o Grupo Bambuí, próxima ao exutório da bacia.

2.6. Mapa de Potencial de Recarga de Aquíferos

Este mapa foi obtido de maneira inversa ao mapa de Potencial de Escoamento Superficial (acima), uma vez que os dois processos são recíprocos, ou seja, áreas de *alto* potencial de recarga na bacia apresentam *baixo* potencial de escoamento superficial, e vice-versa. O mapa do Potencial de Recarga de Aquíferos da bacia do Córrego Riachão é apresentado na Figura 8.

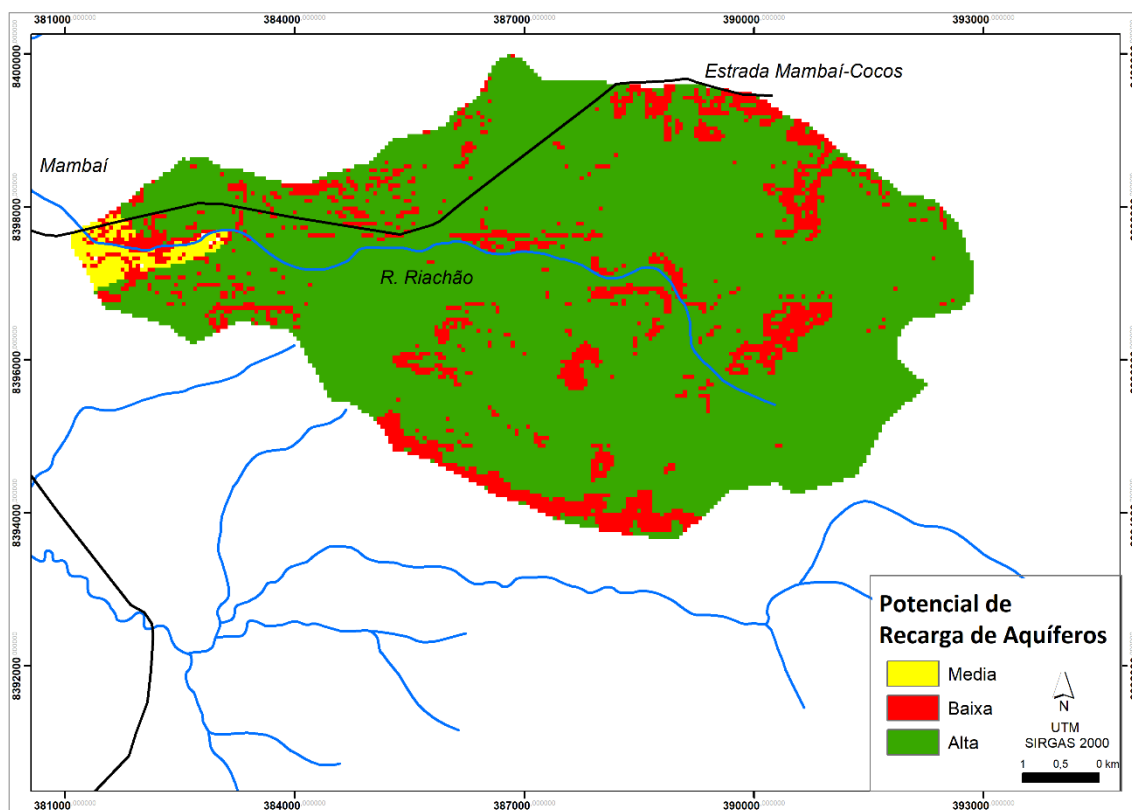


Figura 8. Potencial de Recarga de Aquíferos da Bacia do Cór. Riachão.

Na Figura 8, as áreas com Baixo potencial de recarga de aquíferos representam 12,9% da bacia, as com Médio potencial 1,5%, e as de Alto potencial cobrem 85,7% da bacia. Estes dados confirmam a alta permeabilidade da bacia, em função de sua geologia e pedologia de caráter coluvial-eluvial.

2.7. Mapa de Erodibilidade dos Solos

A partir do Mapa de Solos (Figura 3), bem como da textura das principais classes pedológicas da bacia (Horizonte A), obtida de estudos anteriores, foi gerado o *Mapa de Erodibilidade dos Solos* (K, Figura 9), utilizando-se para isso a equação de Chaves (1996), desenvolvida para a região dos Cerrados:

$$K = 0,00043 \cdot (AF + SIL) / CO + 0,000437 \cdot AR + 0,000862 \cdot SIL$$

Onde: K = erodibilidade do solo ($t h (MJ mm)^{-1}$)

AF = % de areia fina do solo

AR = % de areia do solo

SIL = % de silte do solo

CO = % de carbono orgânico do solo

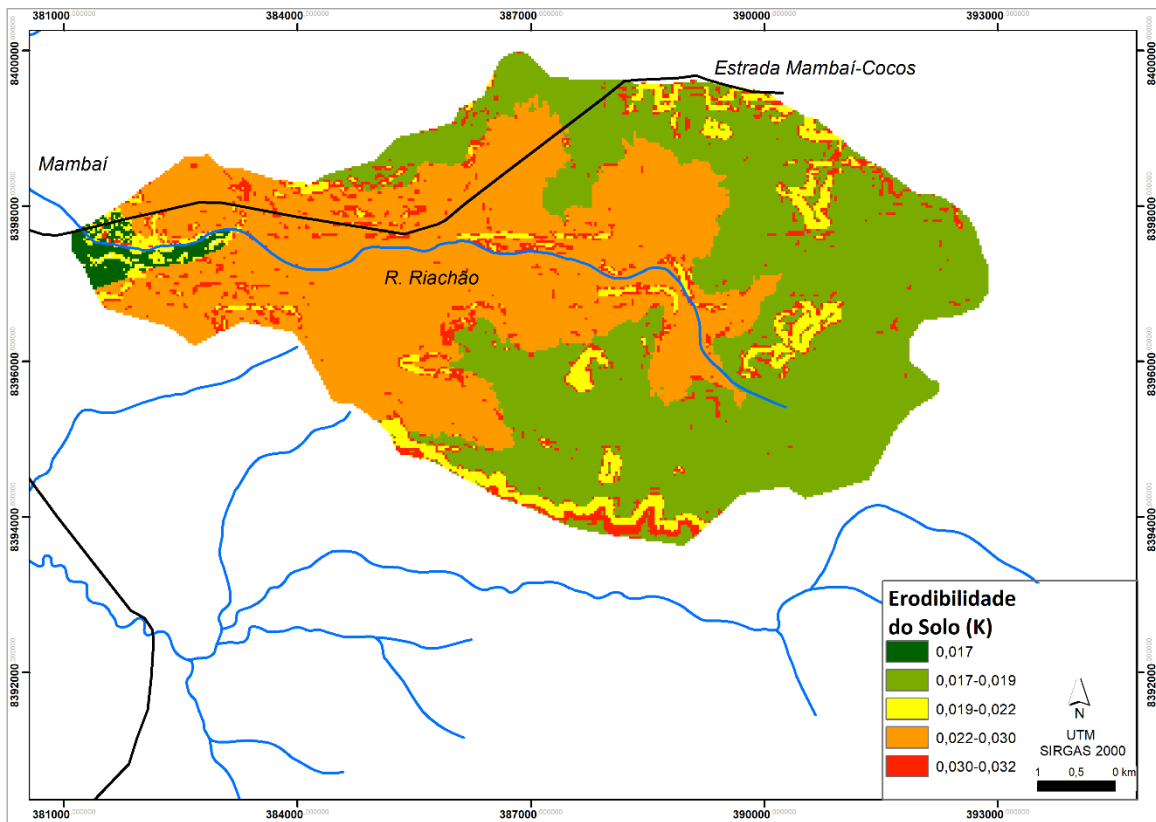


Figura 9. Erodibilidade dos Solos (K) da Bacia do Cór. Riachão.

De acordo com a Figura 9, a erodibilidade dos solos da bacia do Cór. Riachão varia de $0,017 \text{ t h (MJ mm)}^{-1}$ a $0,032 \text{ t h (MJ mm)}^{-1}$, considerada média-alta em relação à média dos solos brasileiros. Os solos mais erodíveis da bacia são o Cambissolo e os Neossolos Quartzarênico e Litólico, mostrados nas cores laranja e vermelho na Figura 9.

2.8. Mapa do Fator C da USLE

O Fator C representa o fator de uso e cobertura do solo da Equação Universal de Perda de Solo (Wischmeier & Smith, 1978), que varia entre 0 e 1, em função do grau de cobertura do solo e de copas das plantas. Para a bacia do Cór. Riachão, o Fator C foi obtido através da literatura, tais como Chaves et al. (2004) e Fonseca et al., (2021). O mapa do Fator C da USLE para a bacia é apresentado na Figura 10.

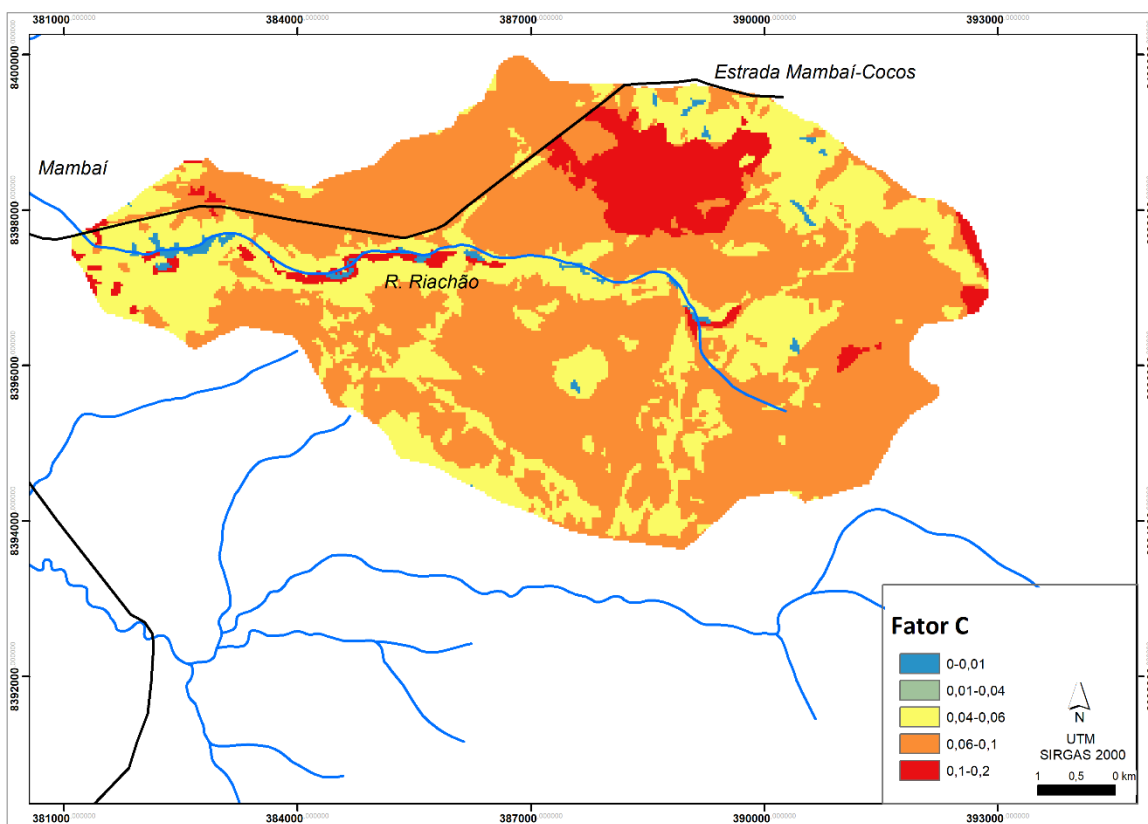


Figura 10. Mapa do Fator C (USLE) da Bacia do Córreg. Riachão.

Como indica a Figura 10, os maiores valores do Fator C estão associados com as áreas de menor cobertura vegetal da bacia do Riachão, tais como pastagens e coberturas savânicas menos densas, como as formações campestres.

2.9. Mapa de Vulnerabilidade à Contaminação da Água por Pesticidas

Este mapa, que é fundamental para o adequado zoneamento ambiental da bacia, foi obtido através do cruzamento do teor de argila dos solos e do mapa da distância dos diversos pontos da bacia ao córrego Riachão, seguindo-se a metodologia descrita por Chaves & Souza (2015), e é apresentado na Figura 11.

Como indica este Mapa, as áreas mais próximas do córrego Riachão e aquelas com menor teor de argila do solo foram as que apresentaram maior vulnerabilidade à contaminação da água por pesticidas, indicadas na cor vermelha na Figura 11. Por outro lado, as áreas em verde representam os locais de menor vulnerabilidade, e onde a utilização de pesticidas traria menores riscos à contaminação da água.

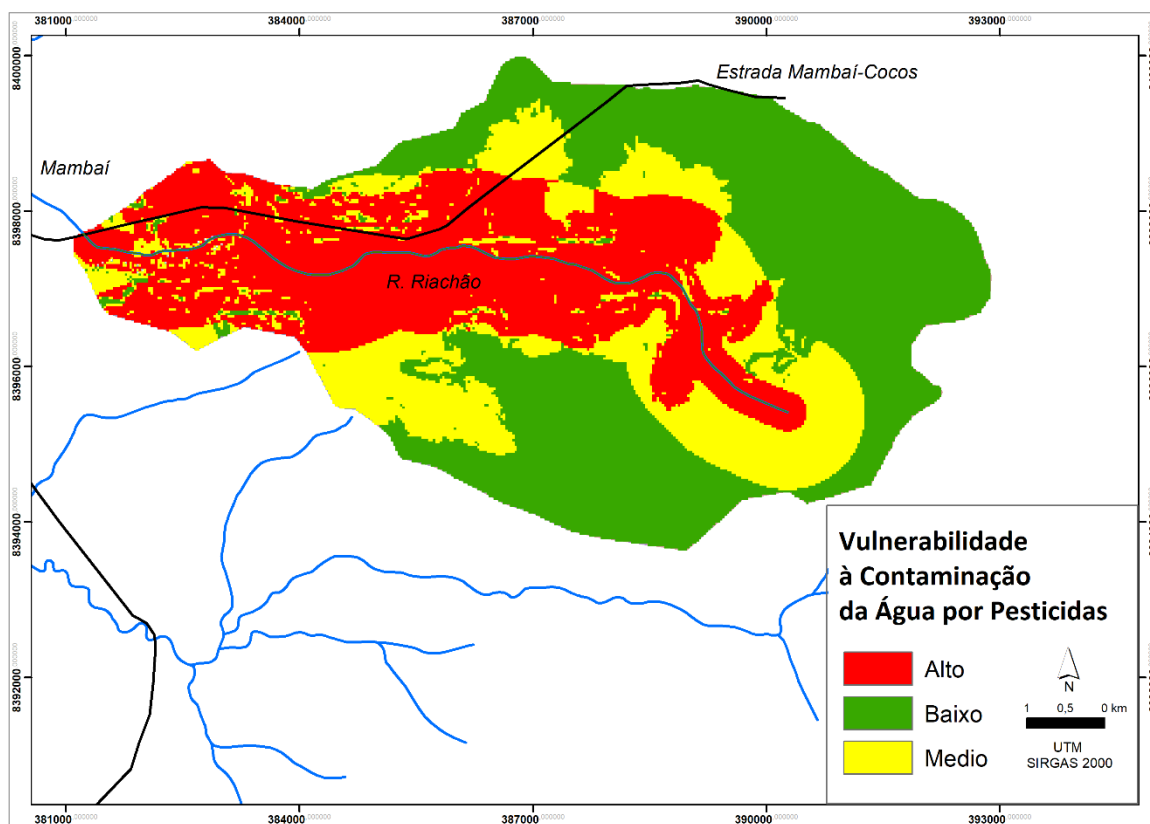


Figura 11. Mapa de Vulnerabilidade à Contaminação da Água por Pesticidas da Bacia do Córrego Riachão.

3. Características Socioeconômicas da Bacia do Córrego Riachão

Estando totalmente inserida no município de Mambai-GO na APA das Nascentes do Rio Vermelho, a bacia do córrego Riachão, considerada a sua porção a montante da ponte da estrada Mambai-Cocos, é delimitada em sua porção oeste pela divisa de Estado Goiás-Bahia, nos contrafortes da Serra Geral de Goiás.

A bacia considerada no presente Estudo (Figura 1) é eminentemente rural, com predomínio de pecuária bovina extensiva, sendo esta atividade economia realizada em fazendas e chácaras, cobertas predominantemente com formações savânicas e campestres (Figura 6).

Estima-se que cerca de 5% da população do município de Mambai, de 10 mil habitantes, viva na bacia do córrego Riachão, sendo que muitos proprietários de imóveis rurais da bacia vivam na cidade, já que esta está situada junto ao exutório da bacia. A porção ao norte do córrego Riachão apresenta um uso (pecuário) ligeiramente mais intensivo que a porção sul, já que a primeira é cortada pela rodovia Mambai-Cocos, e a última carece de acesso viário adequado, mantendo-a mais preservada (Figura 1).

O córrego Riachão, em função de sua adequada quantidade e qualidade de água, é responsável por quase 100% do abastecimento das áreas urbanas e rurais do município de Mambai, através da captação da Saneago (Figura 12) e de canais (regos) de abastecimento, para comunidades rurais, situadas ao sul do córrego (Figura 13).



Figura 12. Barragem de derivação da Saneago, no córrego Riachão.

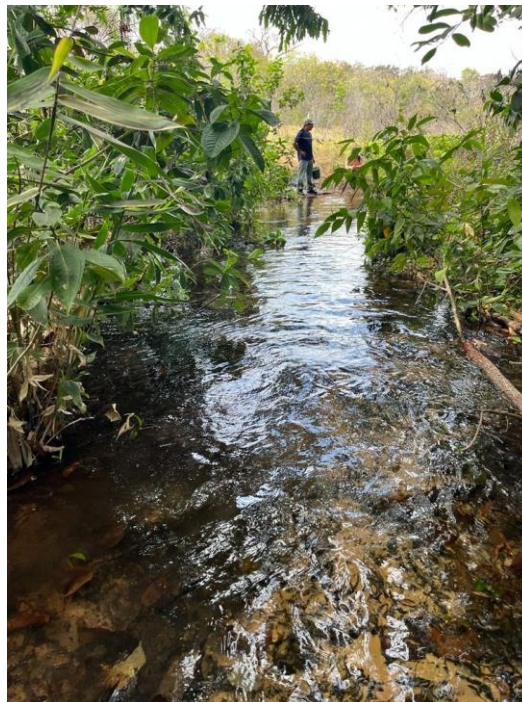


Figura 13. Canal de abastecimento de água (rego).

4. Características Edafológicas e Hidrológicas da Bacia do Córrego Riachão

4.1 Edafologia da Bacia do Córrego Riachão

Para garantir uma representatividade edafológica das principais unidades de solos da bacia do córrego Riachão, foram obtidas, em 24 de agosto de 2023, amostras de solo em cinco pontos (micro-trincheiras) da bacia (Figuras 14 e 15), na profundidade de 0-25 cm, para subsequentes análises físicas (textura do solo) e químicas (de rotina), no Laboratório. Os resultados completos das análises físico-químicas de solo estão nos *Apêndices* deste Relatório.

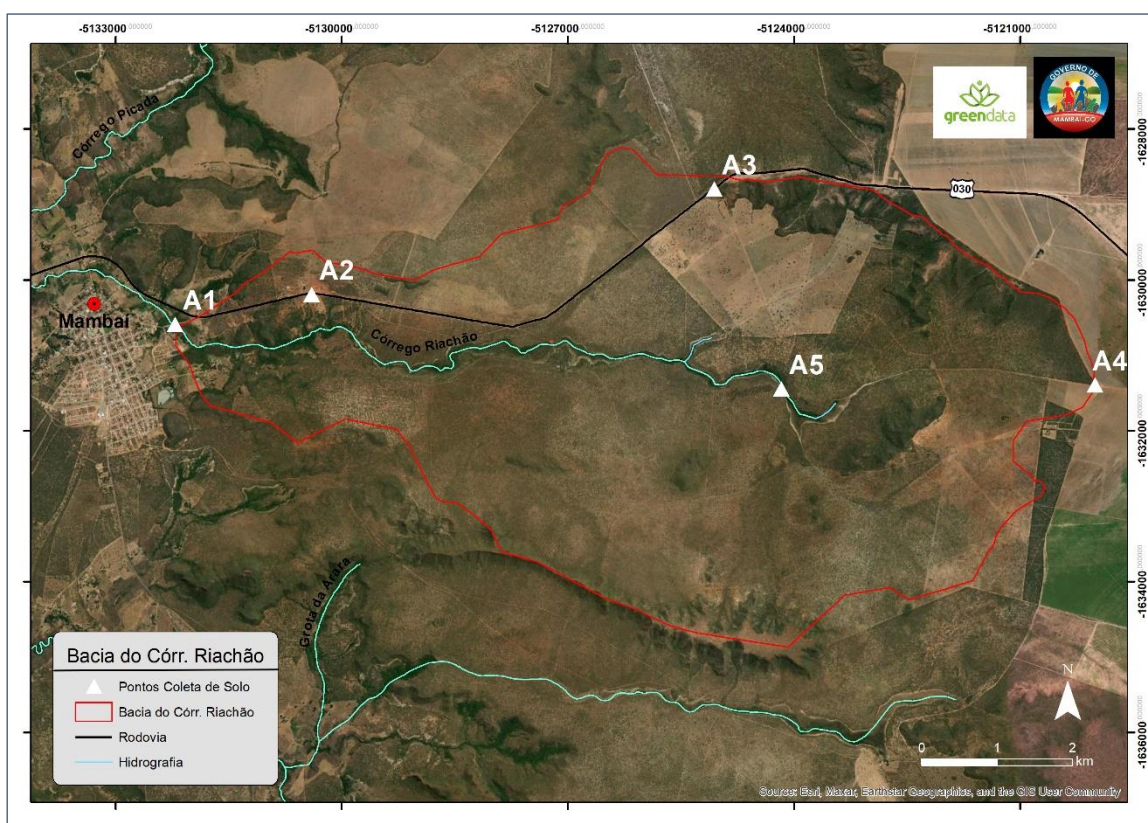


Figura 14. Pontos de coleta de amostras de solo na bacia do córrego Riachão (agosto 2023).



Figura 15. Amostragem de solo na bacia.

4.1.1. Textura do Solo

Em termos de *textura*, os solos da bacia do córrego Riachão, que foram formados sobre o *colúvio* do arenito do Sistema Urucuia (a leste), e sobre o *pelito* do Sistema Bambuí (a oeste da Figura), possuem uma textura predominantemente *arenosa*, com teores de areia variando entre 82% e 92%, e teores de argila entre 5% e 15%.

Em função desta textura grosseira, a *capacidade de retenção de água* dos solos da bacia do Córrego Riachão é muito baixa, tornando-os vulneráveis a veranicos e a secas prolongadas. Além disso, a pequena coesão dos solos arenosos da bacia do Riachão torna-os propensos ao processo erosivo, que pode resultar no assoreamento do curso d'água.

4.1.2. Fertilidade do Solo

Em termos de *fertilidade do solo*, excetuando-se a amostra A-1, situada no exutório da bacia, obtida em Chernossolo eutrófico, derivado do Sistema Bambuí, todas as outras amostras foram classificadas como *distróficas* (saturação de bases < 50%), indicando uma baixa fertilidade natural.

Além disso, o *pH dos solos* da bacia é bastante ácido ($\text{pH} < 7,0$), em função da mineralogia da rocha matriz (arenito), incluindo o Chernossolo (amostra A-1, com $\text{pH} = 6,7$), que é derivado de rocha calcárea.

Por outro lado, a *saturação de alumínio-S.A.* das amostras analisadas, excetuando-se aquela obtida no Chernossolo (amostra A-1), é bastante elevada (S.A. > 50%), indicando

a natureza ácida dos solos derivados de arenito e, portanto, tóxica para as plantas, exceto para as espécies nativas do Cerrado, naturalmente adaptadas àquela acidez.

Em termos de *matéria orgânica do solo*, excetuando-se a amostra A-5, todas as quatro outras apresentaram teores acima de 8%, indicando valores condizentes com a presença de vegetação ou pastagem natural, e conseqüentemente, do baixo grau de antropização da bacia.

4.2. Hidrologia do Córrego Riachão

4.2.1. Vazão do Córrego Riachão

A medição da vazão do Córrego Riachão foi feita em dois pontos estratégicos do curso d'água, no dia 24 de agosto de 2023 (meados da estação seca), de forma a caracterizar o processo hidrológico na bacia.

O primeiro (Seção 1) foi no exutório da bacia, junto à ponte da BR-030, e o segundo (Seção 2) foi no meio curso do córrego, junto à área de captação de água pelos carros-pipa (Figura 16).

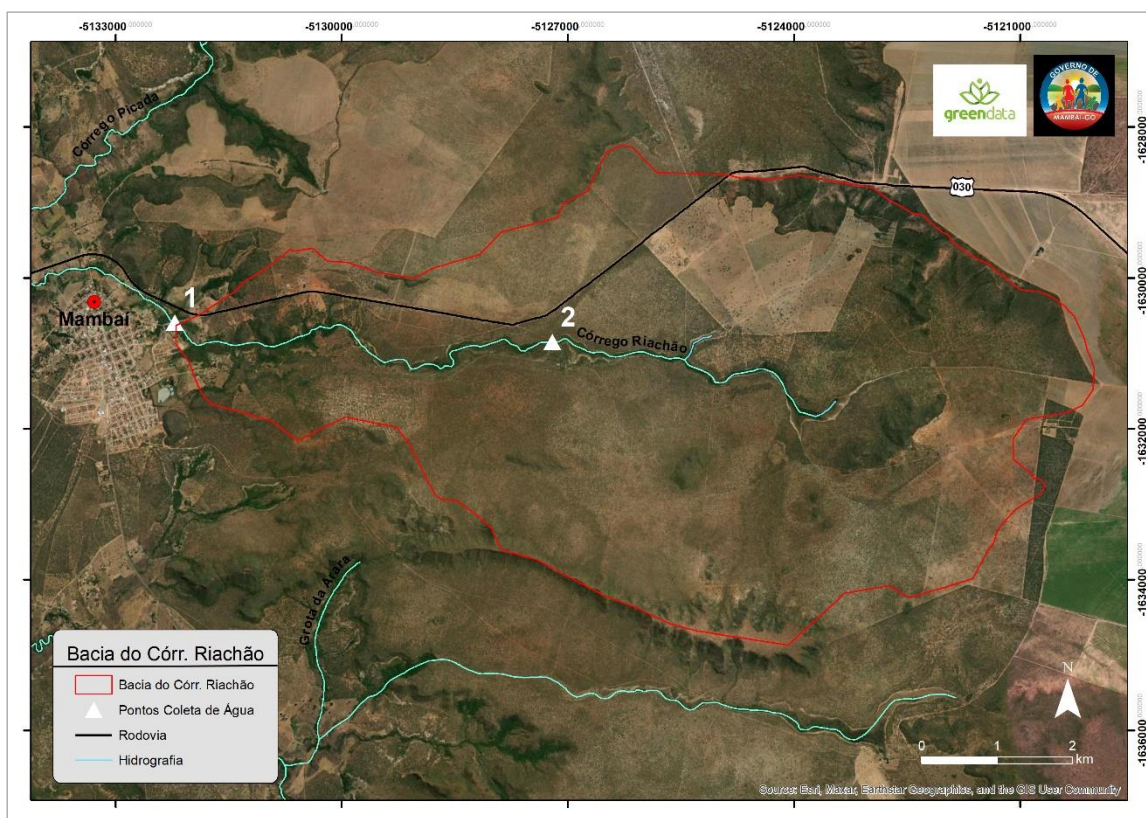


Figura 16. Seções onde foram realizadas medição de vazão no córrego Riachão.

O método de medição de vazão utilizado foi a de *Verticais de Mesma Largura*, em trecho retilíneo do córrego, utilizando Micromolinetes AOTT Tipo C-2, com contador Digital

(Figura 17), seguindo as recomendações do USDI-BLM (1997), como indicado na Figura 18.



Figura 17. Micromolinete de medição de vazão.

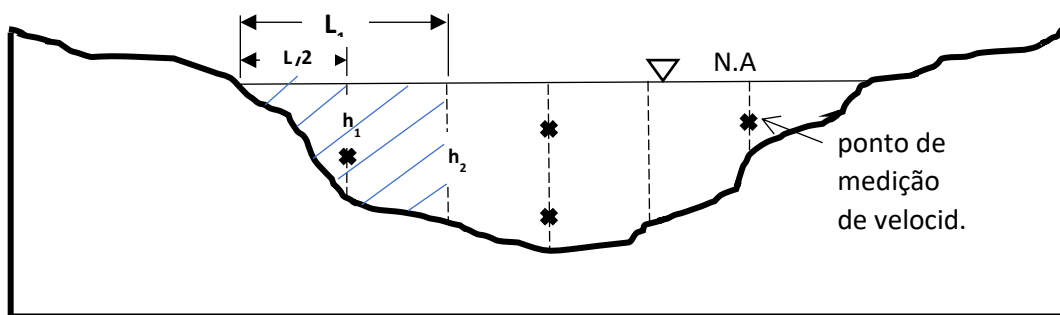


Figura 18. Esquema de seção de vazão típica, no método de verticais de mesma largura.

Como as profundidades das verticais das seções foram todas inferiores a 1,0 m, fez-se apenas uma medição de velocidade, com $H_{mol} = 1/3 H_{vert}$ (Figura 5). Em função da velocidade do fluxo da seção e de sua profundidade mínima, foi utilizada uma das 5 hélices do Micro-molinete, de forma a se obter a velocidade mais acurada possível, sendo que cada hélice tinha uma equação do tipo:

$$V = a N + b$$

Onde: V = velocidade do fluxo na vertical (m/s), N = No. de voltas da hélice em 30 seg., a, b = parâmetros específicos da hélice escolhida (Figura 19). A Tabela 2 indica as coordenadas das duas seções de medição de vazão, bem como os valores medidos em 24 de agosto de 2023.



Figura 19. Medição de vazão no córrego Riachão.

Tabela 2. Seções de medição de vazão no córrego Riachão e a respectiva vazão medida.

Seção	Local	Latitude	Longitude	Data Medição	Vazão (m ³ /s)
1	Ponte BR-30	14,490853	46,103466	24/8/2023	0,214
2	Médio curso	14,493082	46,058486	24/8/2023	0,173

Como indicado na Tabela 2, as vazões do córrego Riachão medidas no mês de agosto de 2023 foram de 0,214 m³/s na seção junto à ponte da BR-030, e de 0,173 m³/s no médio curso do rio, junto ao ponto de abastecimento de carros pipa (Figura 3). Essas vazões estão condizentes com o tamanho da bacia e com a época do ano (meados do período seco).

Entretanto, considerando que duas captações de água, através de canais de terra em meia encosta, construídos na margem esquerda do córrego Riachão, existem rio acima das duas seções medidas (Figura 7), as vazões indicadas na Tabela 1 são inferiores à vazão natural do córrego. Estudos de vazão anteriores, realizados com flutuadores, indicam que as tomadas d'água equivaleriam a 0,08 m³/s (80 L/s).

De toda forma, as vazões do córrego Riachão, medidas em seu período mais baixo, são suficientes para o abastecimento da cidade de Mambai, bem para o atendimento de outros usos da bacia, como pequenas irrigações e dessedentação animal. Novas medições de vazões serão realizadas nas mesmas seções do córrego no mês de Janeiro de 2024, para se conhecer o deflúvio no período úmido.

4.2.2. Qualidade da Água do Córrego Riachão

As análises físico-químicas e biológicas completas das duas seções do córrego Riachão, coletadas em 24/08/2023 (Figura 20), são apresentadas nos Apêndices deste Relatório. Os principais parâmetros de qualidade da água são apresentados na Tabela 3.



Figura 20. Análise de qualidade da água no córrego Riachão.

Tabela 3. Principais parâmetros de qualidade da água das seções do córrego Riachão.

Seção	pH	Turbidez (NTU)	Coliformes /100 ml	Óleos e Graxas (mg/L)	Mercúrio (mg/L)	Arsênio (mg/L)	Cianobact. (cel./mL)
A1	5,57	0,40	450	13,54	<0,0003	<0,0003	9
A2	6,53	2,04	450	13,68	<0,0003	<0,0003	278

De acordo com a Tabela 3, bem como os resultados constantes do Apêndice 2, a água nas duas seções do córrego Riachão se apresenta com *boa qualidade* na data amostrada, estando todos os parâmetros dentro das faixas aceitáveis estabelecidos pela Res. CONAMA No. 357/05. Entretanto, recomenda-se o tratamento de água simplificado



para o consumo humano, principalmente para a redução dos sólidos sedimentáveis (< 0,1 mL/L) e dos coliformes presentes.

5. Conclusão da Caracterização Pedológica e Hidrológica da Bacia

Foram coletadas de amostras de solo e de água, bem como realizadas medições de vazão em pontos estratégicos da bacia e do córrego no mês de agosto de 2023, seguidas de análises laboratoriais de escritório apropriadas, onde as principais conclusões foram:

- Os solos da bacia do córrego Riachão são predominantemente arenosos, com alta permeabilidade, baixa retenção de água, ácidos, e de baixa fertilidade;
- Em função dessas características, os solos da bacia são vulneráveis a períodos de veranicos, e ao processo de erosão e sedimentação;
- A vazão do córrego Riachão foi de 0,173 m³/s e 0,214 m³/s, medida no meio curso e no exutório da bacia, respectivamente, suficientes para o abastecimento humano e de atividades rurais na bacia;
- Essas vazões não incluem as duas tomadas d'água realizadas através de canais de terra, construídos na margem esquerda da bacia, onde são derivados aproximadamente 0,06 m³/s (60 L/s);
- Amostras de qualidade de água obtidas em dois pontos do córrego Riachão indicam que a o mesmo apresenta boa qualidade, e dentro das faixas toleráveis da Res. CONAMA No. 357//05;
- Entretanto, para o consumo humano, se recomenda o tratamento de água simplificado, principalmente no tocante ao controle dos sólidos totais suspensos e dos coliformes fecais.

21

6. Revisão da Legislação e das Políticas Hidroambientais Existentes

Visando à garantia da segurança hídrica e da sustentabilidade ambiental da Bacia do Córrego Riachão, foram revisadas Legislações Federal, Estadual, e Municipal afeitas ao tema, buscando atender aos aspectos de proteção de mananciais e a outros critérios de vulnerabilidade ambiental. Dentre elas, estão os seguintes marcos legais:

- Código Florestal Brasileiro-CFB (Lei No. 12.651/12)
- Decreto de criação da APA-NRV (2001)
- Código Florestal de Goiás-CFG (Lei No. 18.104/13)
- Lei Federal de Pagamentos por Serviços Ambientais-PSA (Lei No. 14.119/21)

6.1. Legislação sobre Áreas de Proteção Permanente-APP

No caso dos *Códigos Florestais Brasileiro e Goiano*, ressalta-se a importância da necessidade da preservação das Áreas de Proteção Permanente-APP ripárias, que, no caso do córrego Riachão (com largura inferior a 10 m), seria de, no mínimo:

- Rio: 30 m em cada margem (Art. 4º.-I-a, do CFB, e Art. 9º-I-a, do CFG)
- Vereda: 50 m, em projeção horizontal, a partir da área encharcada (Art. 4º. -XI do CFB e Art. 9º - VIII do CFG);
- Nascentes: raio de 50 m (Art. 4º. IV do CFB)

Considerando que o córrego Riachão possui grande parte de sua extensão coberta por veredas e várzeas inundáveis, se deve tomar a *faixa mínima de 50m de APP* em cada uma das margens.

No caso das nascentes do córrego Riachão, num total de quatro, a Lei Municipal No. 12/2005 estipula que as APPs do córrego devem ter uma área de *300m de raio em torno das mesmas*. Além disso, a mesma Lei estabelece que, *acima do ponto de captação de água* as Saneago no córrego, situada no meio curso do rio, *a APP deve ser de 100 m* (Art. 3º. Par. I da Lei No. 12/2005).

22

6.2. Legislação sobre Restrição de Uso do Solo

O *Decreto de criação da APA-NRV*, onde está incluída a bacia do córrego Riachão, estabelece algumas restrições de uso do solo na área da APA, tais como:

- I - implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, que impliquem danos ao meio ambiente e afetem os mananciais de água;
- II - *realização de obras de terraplanagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem alteração das condições ecológicas locais*, principalmente nas zonas de vida silvestre;
- III - exercício de atividades capazes de provocar a *erosão das terras, o assoreamento das coleções hídricas ou coloque em risco os aquíferos*;
- IV - exercício de atividades que impliquem matança, captura ou molestamento das espécies da biota regional;
- V - *despejo nos cursos d'água, incluídos na área da APA das Nascentes do Rio Vermelho, de efluentes, resíduos ou detritos*, capazes de provocar danos ao meio ambiente;
- VI - visita turística desordenada junto ao patrimônio espeleológico.

Já a *Lei Municipal No. 12/2005* proíbe o desmatamento, o pisoteio por animais, e a gradagem do solo nas áreas das nascentes, veredas, matas ciliares, matas ripárias e matas de galeria do Córrego Riachão (Art. 2º.).

Estas restrições são importantes limitações de uso, considerando a vulnerabilidade da bacia do córrego Riachão em termos de escoamento superficial, erosão do solo, sedimentação, e risco de contaminação da água por pesticidas, alguns destes tratados explicitamente no Decreto da APA-NRV (acima).

7. Zoneamento do Risco à Erosão e à Sedimentação da Bacia do Córrego Riachão

Os Mapas de Risco à Erosão e à Sedimentação da bacia do Córrego Riachão foram gerados através do cruzamento dos mapas temáticos de Erodibilidade do Solo (Fator K da USLE), do mapa do fator de Uso e Manejo do Solo (Fator C da USLE), de Comprimento de Rampa (Fator L da USLE) e de Declividade de Vertente (Fator S da USLE), bem como o fator de Práticas Conservacionistas (Fator P da USLE).

Os Riscos à Erosão e à Sedimentação da Bacia foram calculados pelo Modelo InVEST-SDR (NCP, 2023), utilizando o fator de Erosividade da Chuva local (Fator R da USLE), obtida através de dados de precipitação média mensal da Estação Pluviométrica de Posse-GO, medida durante os últimos 20 anos.

O Modelo InVEST-SDR é baseado na Equação Universal de Perda de Solo-USLE, mas contém rotinas adicionais de estimativa de exportação, retenção, e aporte de sedimento, em diferentes pontos das vertentes e da bacia.

23

7.1 Risco à Erosão na Bacia

No caso do Risco de Erosão, o mesmo foi considerado *Alto* caso a perda de solo média anual nas vertentes da bacia, calculada pelo Modelo InVEST-SDR, ultrapassasse a Tolerância à Perda de Solo dentro da fazenda (T_{on} , tomada como sendo 4,2 t/ha.ano), e *Baixo* caso ocorresse o contrário (Fonseca et al., 2021), ou seja:

- Se $A > T_{on}$: *Alto Risco à Erosão*; ou
- Se $A < T_{on}$: *Baixo Risco à Erosão*.

Nas áreas com Alto Risco à Erosão na bacia, haveria alta probabilidade de degradação permanente do solo por erosão, o que levaria ao seu empobrecimento e, eventualmente, ao seu abandono por parte dos proprietários. Para evitar esse problema, as mesmas deveriam ser protegidas com práticas mecânicas e/ou vegetativas apropriadas.

7.2. Risco à Sedimentação na Bacia

Já no caso do Risco à Sedimentação ao manancial, o mesmo foi considerado *Alto* quando o valor de sedimento exportado de um certo pixel, na vertente, calculado pelo Modelo InVEST-SDR, fosse maior que 1,0 t/ha.ano (T_{off}), e Baixo caso o contrário ocorresse (Fonseca et al., 2021). Ou seja:

- Se $A > T_{off}$: *Alto Risco à Sedimentação*; ou

- Se $A < T_{off}$: *Baixo Risco à Sedimentação*.

Nas áreas da bacia com Alto Risco à Sedimentação, haveria grande contribuição de sedimentos para os cursos d'água, devendo aquelas serem protegidas contra a erosão através da adoção de práticas mecânicas e/ou vegetativas adequadas.

7.3. Medidas e Práticas Conservacionistas para a Bacia do Riachão

Uma vez mapeadas as áreas hidroambientalmente vulneráveis da Bacia do Córrego Riachão, foram identificadas medidas e práticas conservacionistas indicadas para sua proteção, as quais são apresentadas a seguir.

7.3.1. Medidas de Proteção de Áreas Vulneráveis / Protegidas

As medidas de proteção de Áreas Vulneráveis e/ou Protegidas da bacia, definidas através das análises hidroambientais no presente Estudo, bem como os Marcos Legais apresentados anteriormente, foram definidas através de *Buffers* e *Zonas de Limitação de Uso*, conforme detalhamento abaixo.

7.3.1.1. *Buffers de Proteção relativos aos Cursos d'Água do Córrego Riachão*

Considerando os marcos legais Federal, Estadual, e Municipal, bem como a vulnerabilidade hidroambiental do córrego Riachão, foram definidas os seguintes *Buffers* de Proteção da rede de drenagem da bacia:

- Buffer* de 300 m ao redor das quatro nascentes da bacia;
- Buffer* de 100 m em cada margem dos cursos d'água do córrego Riachão, nos trechos a montante da captação de água da Saneago;
- Buffer* de 50 m em cada margem dos cursos d'água do córrego Riachão, nos trechos a jusante da captação de água da Saneago.

7.3.1.2. *Práticas para o Controle de Erosão e Sedimentação*

Nas áreas com perda de solo acima da tolerância à erosão na bacia ($A > 4,2$ t/ha.ano), são recomendadas as seguintes práticas conservacionistas:

- Terraços em Nível* (base larga): para áreas de pastagem da bacia (Figura 21);
- Terraços em Nível* (base larga) e *Plantio Direto* (Fig. 22): para áreas de agricultura.



Figura 21. Terraço em nível em área de pastagem.



Figura 22. Exemplo de plantio direto na palha, em área de agricultura.

No caso do terraceamento em nível, os mesmos devem seguir as recomendações técnicas de Bertoni & Lombardi Neto (1991) relativamente ao espaçamento vertical entre terraços, e à área de seção transversal, considerando o tipo de solo e a declividade da vertente.

O Terraceamento em Nível e o Plantio Direto, se dimensionadas e implantadas corretamente, são capazes de reduzir a erosão em mais de 80% nas vertentes da bacia do córrego Riachão, permitindo que a perda de solo nas áreas vulneráveis fique abaixo do valor tolerável. Semelhantemente, o risco de sedimentação aos cursos d'água do córrego seria reduzido proporcionalmente, diminuindo consideravelmente o assoreamento do rio.



7.3.1.3. *Uso Sustentável de Pesticidas*

Nas áreas da bacia do Córrego Riachão com Médio e Alto Risco de Contaminação por Pesticidas, recomendam-se, para as áreas de lavoura da bacia, práticas de manejo de defensivos e do solo que reduzem significativamente o risco (Chaves & Souza, 2015), seja por lixiviação do pesticida, seja por escoamento superficial.

- i. Substituição de pesticidas com alta *mobilidade, persistência e toxicidade* (Classes I-Vermelho e II-Amarelo do MAPA), por defensivos mais seguros (baixa mobilidade, persistência, e toxicidade, Classe III-Azul e IV-Verde do MAPA), reduzindo grandemente o Risco de Contaminação da Água superficial e subterrânea (Chaves & Souza, 2015);
- ii. Substituição do Preparo Convencional do Solo por Plantio Direto, que apresenta um reduzido risco de lixiviação e transporte superficial de pesticidas (Chaves & Souza, 2015);
- iii. Construção de terraços em nível, reduzindo o risco de enxurradas e transporte de pesticidas a jusante.

As três práticas acima seriam capazes de reduzir significativamente o Risco de Contaminação da água superficial e subterrânea por pesticidas, conforme demonstrado cientificamente por Chaves & Souza (2015).

7.4. Gestão do Risco de Contaminação por Derramamentos Acidentais na Rodovia

A bacia do Córrego Riachão é cortada pela rodovia Mambai-Cocos (GO/BR-030) no sentido leste-oeste, numa distância total de 20 km (Figura 23), com trânsito significativo de materiais perigosos, tais como pesticidas para lavouras, combustíveis etc.

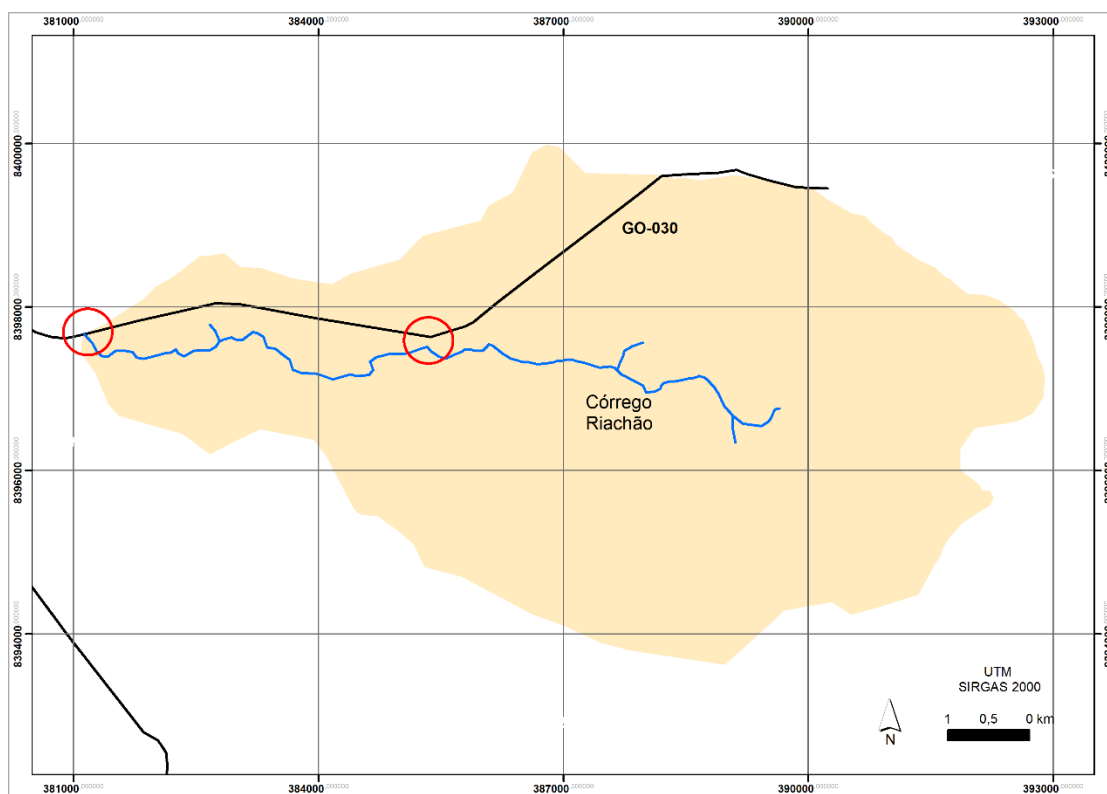


Figura 23. Rodovia GO-030 que cruza a bacia do Córrego Riachão, com detalhes de trechos de risco de contaminação por derramamento de produtos perigosos (em vermelho).

Além da ponte que cruza o córrego Riachão, junto à cidade de Mambai, há um ponto crítico onde a rodovia chega a uma distância de apenas 100 m do córrego (Figura 24), apresentando estes um alto risco de escoamento de produtos perigosos, os quais poderiam contaminar o curso d'água, e comprometer o abastecimento hídrico da população de Mambai.



Figura 24. Baixada na rodovia GO-030 com risco de contaminação do Córrego.

São recomendadas duas medidas de Controle de Risco de Contaminação por derramamento de produtos perigosos na bacia do Riachão:

- Sinalização em todo o trecho de 10 km da rodovia, com placas indicando a presença de Manancial de Abastecimento (Figura 25); e
- Caixa separadora de Água e Óleo, no trecho de baixada próximo ao córrego (Figura 26).

No caso de derramamento acidental de combustíveis na baixada próxima ao córrego Riachão, a caixa separadora de água e óleo (Norma NBR 14.605), que deve ser instalada na parte a jusante da estrada, na saída da canaleta de drenagem, permitiria que os produtos ficassem retidos na mesma, mesmo sob condições de chuva, em função de sua menor densidade.



Figura 25. Exemplo de sinalização da existência de manancial de abastecimento, para instalação no trecho da GO-030.

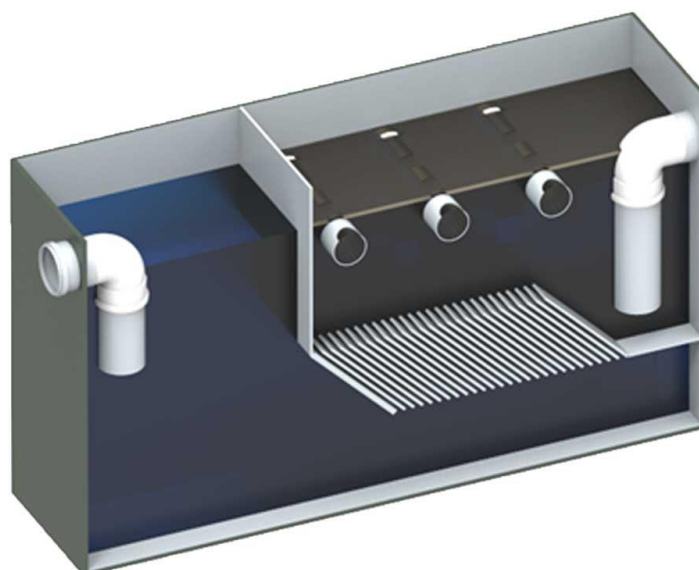


Figura 26. Caixa separadora de Água e Óleo, para instalação na baixada da GO-030, próximo ao Córrego Riachão.

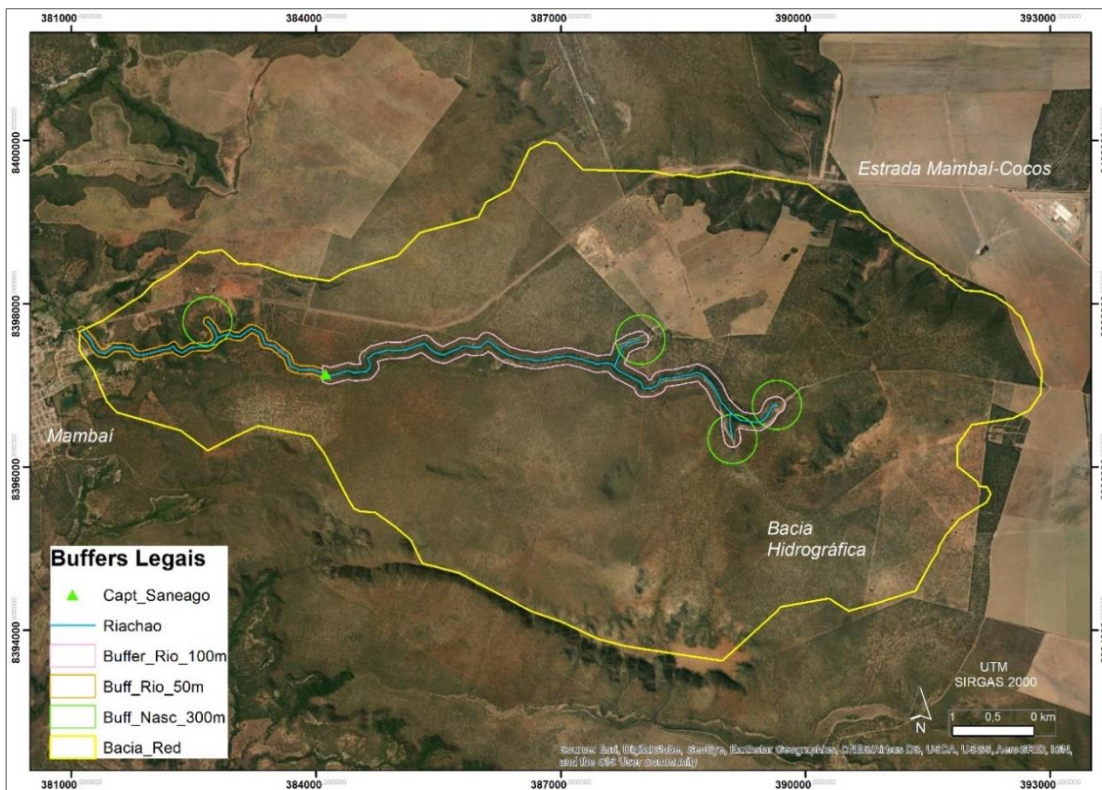
8. Zoneamento da Bacia do Córrego Riachão visando sua Segurança Hídrica

29

Conforme descrito na Metodologia deste Documento, a seguir são apresentados os mapas de *Zonas de Exclusão de Uso* (Buffers Ripários) e *Áreas de Risco de Erosão* e de *Contaminação por Pesticidas*.

8.1. Buffers Ripários da Bacia

As zonas de proteção ripárias da Bacia do Riachão, definidas pela legislação vigente, são apresentadas nas Figuras 27 e 28, destacando-se as APPs de cursos d'água (50 e 100 m), e de nascentes (300 m), distâncias essas medidas a partir de cada margem do rio.



30

Figura 27. *Buffers* ripários da Bacia do Córrego Riachão, em função da legislação atual.

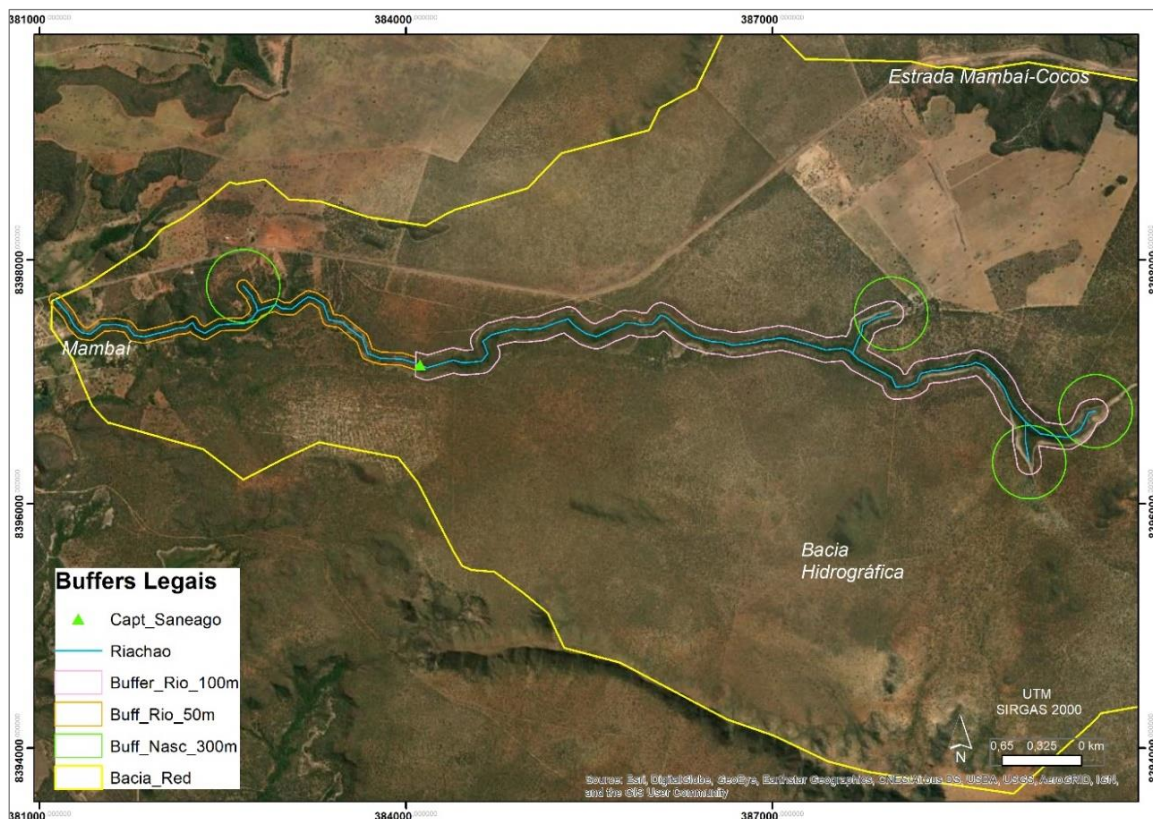


Figura 28. Detalhe dos *buffers* ripários propostos para a Bacia do Córrego Riachão.

As dimensões e características geográficas dos Buffers Ripários dimensionados para a bacia do córrego Riachão, indicadas nas Figuras 7 e 8 acima, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Dimensões e características dos Buffers Ripários da bacia do Córrego Riachão.

Tipo de Buffer	Quantidade	Área total (ha)	Perímetro (m)	Obs.
APP de 50 m	01	38	7.818	Ambas as margens
APP de 100 m	01	148	14.903	Ambas as margens
APP Nascentes	04	114	7.540	Total de 4 buffers
Total	06	300	30.261	-

De acordo com a Tabela 3, os buffers ripários dimensionados para a bacia do Riachão representam uma área total de 300 ha e um perímetro total de 30.261 m. Estas áreas devem ser mantidas na condição natural e protegidas com cercas ou outra estrutura que impeça o acesso de animais e pessoas não autorizadas aos cursos d'água, visando sua proteção.

8.2. Áreas com Risco de Erosão

O Zoneamento da Bacia do Córrego Riachão relativamente às áreas de alto Risco de Erosão é apresentado na Figura 29, e as suas dimensões são listadas na Tabela 4.

31

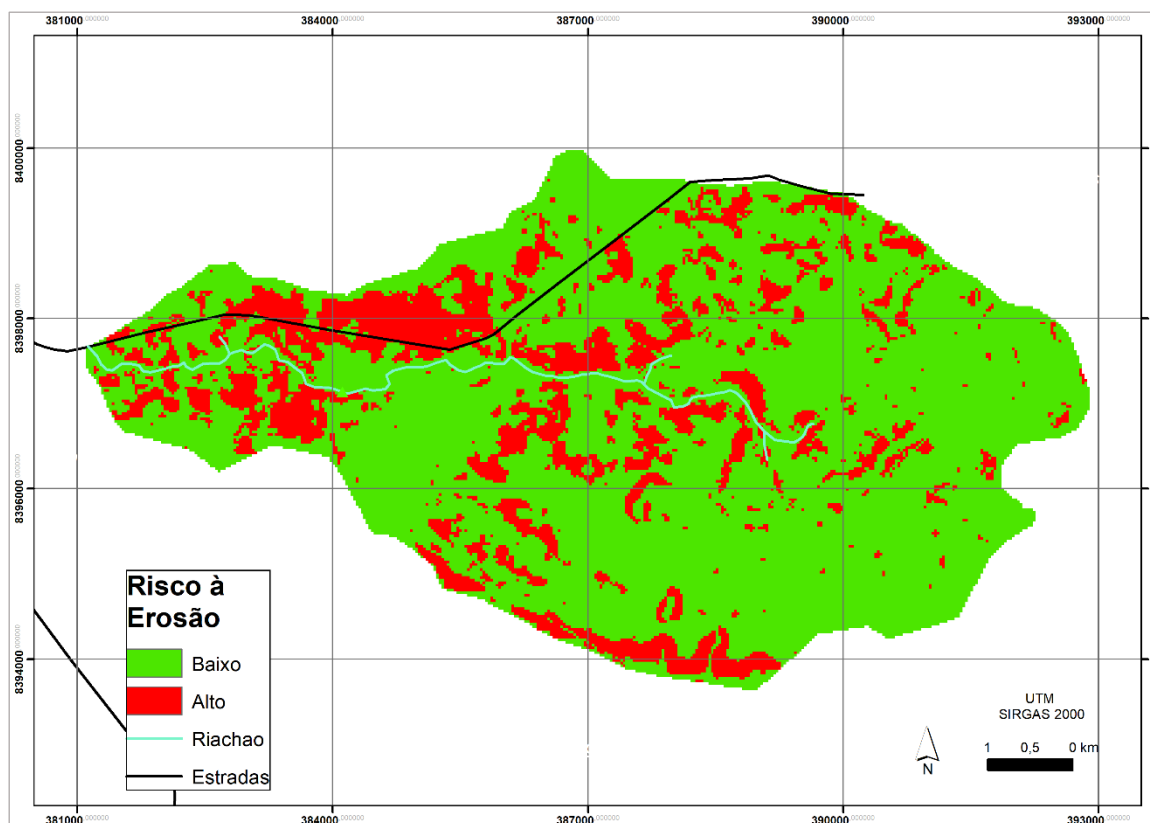


Figura 29. Zoneamento da Bacia do Córrego Riachão relativo ao Risco de Erosão.

Tabela 4. Risco à Erosão na Bacia do Riachão.

Risco	Área total (ha)	% da Área
Alto Risco	897	20
Baixo Risco	3.377	80
Total	4.274	100

De acordo com a Tabela 4 acima, 20% (897 ha) da área total da bacia do Córrego Riachão apresentam Alto Risco à Erosão (e, conseqüente, à sedimentação), e devem ser protegidos com práticas conservacionistas tais como terraceamento em nível (Figura 1) e plantio direto (Figura 30), para evitar os processos de degradação do solo e assoreamento dos cursos d'água.

8.3. Áreas com Risco à Contaminação da Água por Pesticidas

O Zoneamento da Bacia do Córrego Riachão relativamente às áreas de alto *Risco de Contaminação da Água por Pesticidas* é apresentado na Figura 30, e as dimensões correspondentes são listadas na Tabela 5.

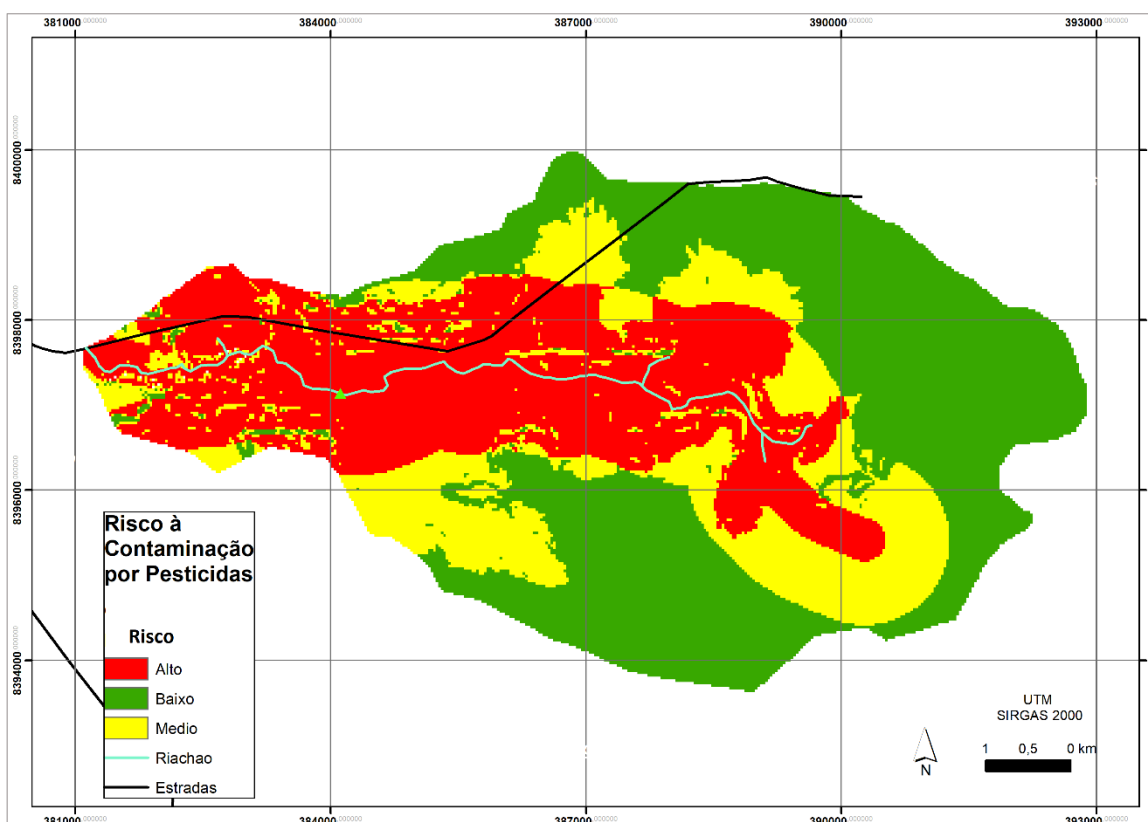


Figura 30. Zoneamento da Bacia do Córrego Riachão relativo ao Risco Contaminação da Água por Pesticidas.

Tabela 5. Áreas da bacia com Alto Risco à Contaminação da Água por Pesticidas.

Risco	Área total (ha)	% da Área
Alto Risco	594	23
Médio Risco	1013	39
Baixo Risco	1003	38
Total	4.274	100

De acordo com a Tabela 5, um total de 23% (594 ha) da bacia do Córrego Riachão apresenta *Alto Risco de Contaminação* da Água por Pesticidas, em função do solo arenoso, da pequena distância das vertentes ao rio e à água subterrânea.

Essa área de Alto Risco deveria ser objeto de fiscalização e de orientação sobre o uso sustentável de pesticidas, seguindo-se o estabelecido na *Lei No. 14.785/2023*, bem como os Normativos associados, incluindo os seguintes processos:

- Prescrição e observação do Receituário Agrônomo,
- Regulagem de Pulverizadores,
- Manejo Integrado de Pragas, e
- Descarte Seguro de embalagens.

33

9. Conclusão da Revisão da Legislação e do Zoneamento Hidroambiental da Bacia

O Zoneamento Hidroambiental da bacia seguir a Legislação vigente no tocante aos normativos hidrológicos e ambientais vigentes, bem como as boas práticas de manejo e conservação do solo. Além disso, foram recomendadas medidas de proteção do manancial contra acidentes com materiais perigosos, os quais, uma vez adotados, permitirão o atingimento da Segurança Hídrica do curso d'água e da população mambaiense.

10. Resumo Executivo

O presente Estudo visou a Caracterização, o Zoneamento Hidroambiental, e o estabelecimento de Políticas de Gestão e Conservação da Bacia do Córrego Riachão, que abastece 100% da população mambaiense.

Para tanto, foram levantados dados primários e secundários da Bacia, e realizadas simulações hidroambientais, capazes de mapear as vulnerabilidades do manancial, permitindo o seu Zoneamento Ambiental, de forma a garantir sua segurança hídrica atual e futura.

Nesse sentido, foram identificadas áreas vulneráveis relativas à Erosão do Solo, à Sedimentação dos Cursos d'Água, ao Escoamento Superficial, e à Contaminação da Água por Pesticidas, bem como definidos limites de proteção das APPs ripárias, visando ao atendimento da legislação e à proteção do Manancial.



Amostras de solo e de água coletadas localmente, bem como medições de vazão e outros estudos hidrológicos indicaram o bom potencial de abastecimento de água da bacia, mesmo com as vulnerabilidades ambientais existentes, principalmente em termos da alta erodibilidade dos solos.

Entretanto, o Zoneamento Hidroambiental proposto, bem como as medidas de proteção contra contaminação por acidentes com cargas perigosas, permitem que gestores públicos e privados sejam capazes de dar à Bacia do Riachão a necessária segurança hídrica, fundamental para o desenvolvimento e a sustentabilidade o Município de Mambai.

11. Referências

- CHAVES, Henrique Marinho Leite; BRAGA, B.; DOMINGUES, A. F. ; SANTOS, D. . Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água (ANA): Teoria. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 9, n.3, p. 5-14, 2004.
- CHAVES, Henrique Marinho Leite; SOUZA, M. A. Índice para a avaliação do risco de contaminação da água por pesticidas: desenvolvimento e validação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, p. 286-297, 2015.
- FONSECA, MARIA RITA SOUZA; UAGODA, ROGÉRIO; CHAVES, Henrique Marinho Leite. Rates, factors, and tolerances of water erosion in the Cerrado Biome (Brazil): A meta-analysis of runoff plot data. EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS, v. 147, p. 33-46, 2021.
- USDA-NRCS. National Engineering Handbook, Ch. 7. Washington, 2007.

34

Mambai, 21 de fevereiro de 2024.

Henrique M. L. Chaves, Eng. Agr., PhD (Coordenador) – CREA/DF 5.819

Maria Rita S. Fonseca, Geógrafa, PhD (Analista) – CREA/DF 12.869

Greendata- Cento de Gestão e Inovação Socioeconômica e Ambiental

CNPJ: 38.159.266/0001-54



ANEXOS

Arquivos e Mapas Digitais Diversos (Zipados)