



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

**DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO BOM JARDIM, BRASILÂNDIA/MS**

**LUCIANO GRECHIA**

**Três Lagoas – MS  
2011**

**LUCIANO GRECHIA**

**DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO BOM JARDIM, BRASILÂNDIA/MS**

**Três Lagoas – MS  
2011**

**LUCIANO GRECHIA**

**DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
CÓRREGO BOM JARDIM, BRASILÂNDIA/MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação – Mestrado em  
Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração  
Análise Geoambiental e Produção do Território,  
como exigência final para obtenção do Título de  
Mestre em Geografia, sob orientação do Prof<sup>o</sup>.  
Dr<sup>o</sup>. André Luiz Pinto.

**Três Lagoas – MS  
2011**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**LUCIANO GRECHIA**

### **DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BOM JARDIM, BRASILÂNDIA/MS**

Dissertação aprovada como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Geografia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. André Luiz Pinto  
Departamento de Ciências Humanas, UFMS/CPTL

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Arnaldo Yoso Sakamoto  
Departamento de Ciências Humanas, UFMS/CPTL

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. João Osvaldo Rodrigues Nunes  
Departamento FCT/UNESP – Presidente Prudente

**Três Lagoas, 29 de abril de 2011**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Adão Grechia e Maria Tereza Canali Grechia, pela experiência, carinho e principalmente por sempre acreditarem em mim. E aos meus irmãos Vanderlei Grechia e Rosimeire Grechia pela amizade e companheirismo e força. E por fim e não menos importante a minha esposa Karina Fátima de Souza, pela preocupação, auxílio, companheirismo, mesmo nos momentos mais difíceis.

## AGRADECIMENTOS

- Ao Programa de Pós-Graduação, nível Mestrado, em Geografia - com área de concentração em ANÁLISE GEOAMBIENTAL E PRODUÇÃO DO TERRITÓRIO no Campus de Três Lagoas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPTL);
- A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT/MS)
- Ao orientador André Luiz Pinto, por ter acreditado em mim e me proporcionar um horizonte amplo de conhecimento;
- Aos meus professores da graduação em geografia da UFMS do campus de Aquidauana/MS e de Três Lagoas/MS e da Pós-Graduação – Mestrado em Geografia do campus de Três Lagoas/MS, por me indicarem os caminhos a serem percorridos;
- Aos meus pais Adão Grechia e Maria Tereza Canali Grechia, pelo amor, carinho, confiança e apoio;
- A minha esposa Karina Fátima de Souza (flor de lírio) pelo amor, carinho, companheirismo e luta, sempre acreditando e me apoiando;
- Aos meus irmãos e família pelo apoio Vanderlei, Vaine e Carol; Rosimeire, Odair, Bruno e Breno;
- A minha cunhada Karla, minha sogra Terezinha e meus sobrinhos Marcelo, Bruno, Rodrigo e Pedro e meu cunhado Lucas, pela confiança;
- A minha prima e primo (adquiridos) Rosângela e Steve. E minha tia e tio (também adquiridos) Maria e Geraldo, pela força e pelas preces;
- Ao meus amigos Elder, Jaque, Marlon, Juca, André, Bertolin, Rato, Crisão, Douglas, Edão, Thiago, Falcão, Silvio, Rodolfo (Nerdão), Ivan, Gerardo, Sócrates, Gustavo (Hooo) e em especial ao senhor Mieceslau (Mie), Juliana e Rodrigo Simão (Grilo);
- Aos companheiros do mestrado e da faculdade, Rodrigo Lima, Laís, Hermiliano, Fernando, Fábio, Edson, Eduardo, Mauro, João Cândido, Gustavo Henrique, Bruno;
- A todos que colaboraram direta ou indiretamente para que esse trabalho pudesse ser realizado;

## EPÍGRAFE

### ***A Internacional***<sup>1</sup>

**Letra:** Eugéne Pottier<sup>2</sup>

*De pé ó vítimas da fome  
De pé famélicos da terra  
Da idéia a chama já consome  
A crosta bruta que a soterra  
Cortai o mal bem pelo fundo  
De pé, de pé, não mais senhores  
Se nada somos em tal mundo  
Sejamos tudo ó produtores.*

*Senhores patrões chefes supremos  
Nada esperamos de nenhum  
Sejamos nós que conquistemos  
A terra mãe livre comum  
Para não ter protestos vãoos  
Para sair deste antro estreito  
Façamos com nossas mãos  
Tudo o que a nós nos diz respeito.*

*O crime do rico a lei o cobre  
O Estado esmaga o oprimido  
Não há direito para o pobre  
Ao rico tudo é permitido.  
À opressão não mais sujeitos  
Somos iguais todos os seres  
Não mais deveres sem direitos  
Não mais direitos sem deveres*

*Abomináveis na grandeza  
Os reis da mina e da fornalha  
Edificaram a riqueza  
Sobre o suor de quem trabalha.  
Todo o produto de quem sua  
A corja rica o recolheu  
Querendo que ele o restitua*

*O povo quer só o que é seu.  
Nós fomos de fumo embriagados  
Paz entre nós guerra aos senhores  
Façamos greve de soldados  
Somos irmãos trabalhadores.  
Se a raça vil cheia de galas  
Nos quer à força canibais  
Logo verá que nossas balas  
São para os nossos generais*

*Pois somos do povo os ativos  
Trabalhador forte e fecundo  
Pertence a terra aos produtivos  
Ó parasita deixa o mundo.  
Ó parasita que te nutres  
Do nosso sangue a gotejar*

*Se nos faltarem os abutres  
Não deixa o sol de fulgurar*

*Bem unidos façamos  
Nesta luta final  
Uma terra sem amos  
A Internacional*

*Bem unidos façamos  
Nesta luta final  
Uma terra sem amos  
A Internacional*

#### **Interpretação:**

**Banda:** Garotos Podres<sup>3</sup>;

**Vocalista:** Prof. Dr. José Rodrigues Mão Júnio  
(Mão)

<sup>1</sup> Nome do poema que deu origem ao “Hino Internacional dos Trabalhadores”, assim consagrado em 1910 no Congresso da II Internacional;

<sup>2</sup> Lutador sobrevivente da Comuna de Paris, Eugéne Pottier, escreveu em 1871 o poema “A Internacional” e o publicou em junto a uma coletânea em 1887;

<sup>3</sup> Álbum: Garotozil de Podrezepam, 2003.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo entender os processos de formação de feições erosivas na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, localizada no município de Brasilândia, estado de Mato Grosso do Sul. Para a análise desses processos optou-se pela construção de cartas morfométricas e análises de variáveis coadjuvantes, que associadas permitiram melhor compreensão da dinâmica erosiva do relevo da área da bacia. As cartas morfométricas constituem-se em documentos cartográficos elaborados com base nas informações contidas nas cartas topográficas, ou seja, curva de nível, altimetria e de acordo com a disposição dos canais fluviais, segundo metodologias propostas por De Biasi (1970-1992), Spiridonov (1981), Mendes (1993), Zacharias (2001), Sanchez (1991-1993), Cunha (2001) entre outros. Assim, foi elaborada a carta clinográfica que tem por objetivo demonstrar as declividades das áreas da bacia; a carta de dissecação horizontal, que indica a dissecação do canal fluvial dentro de cada sub-bacia no sistema; a carta de dissecação vertical indica os patamares altimétricos pelos quais os canais fluviais escoam ao longo de sua extensão. Por fim, a junção desses três documentos cartográficos deu origem à carta de energia potencial do relevo, carta essa que demonstra áreas de possíveis ocorrências de processos erosivos e consecutivamente de degradação ambiental. Aliados a esses documentos e suas interpretações foram elaborados também, em campo, perfis de solo e coletas de amostras dos mesmos para análise granulométrica e de coloração. Além disso, foi realizado em campo coleta de amostras de água ao longo do canal principal da bacia, a fim de identificar a quantidade de sedimentos em suspensão, transportados pelo canal, bem como a velocidade e vazão do fluxo d'água. Para tanto, foram utilizados como base teórica os autores Pinto e Lorenz Silva (2010). Fez-se necessário também a construção da carta de uso, ocupação e disposição da vegetação da área em dois momentos distintos, um de 1974, com base nas cartas topográficas do DSG, e outro com imagens de satélite de 2011. Com essas cartas foi possível identificar o tipo e disposição da vegetação, e ainda a forma de uso da terra da bacia. Por fim, para o entendimento, localização e especificação tipológica dos processos erosivos foi construída a carta de atributos geomorfológicos da bacia com base nas variáveis anteriores. Portanto, foi possível concluir que embora em terreno de baixa declividade e potencial erosivo notou-se na bacia feições erosivas pronunciadas e em evolução, pois não apenas o grau de declividade é indicativo de erosão, as variáveis como o tipo de solo, manejo e ocupação também devem ser levadas em conta, pois, ambas são importantes na elaboração de planejamento e ordenamento de uso da terra a fim de minimizar impactos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia Hidrográfica; Potencial Erosivo; Cartas Morfométricas; Carta de atributos Geomorfológicos.



## RESUMEN

Este estudio busca comprender los procesos de formación de las La erosión características en la cuenca de lo aroyo Bom Jardim, localizado en Brasilândia, estado de Mato Grosso do Sul. Para el análisis de estos procesos se decidió a por la contrucción de cartas morfométricas y análisis de las variables morfométricas coadyuvante, lo que permitió una mejor comprensión de la dinâmica erosiva de la cuenca. Las cartas morfométricas se contituyen en documentos cartográficos elaborado a partir de información contenida en las cartas topográficas las curvas de nivel, altimetria y de conformidad con la disposición de canales fluviales, de acuerdo con los métodos propuestos por De Biasi (1970-1992), Spiridonov (1981), Mendes (1993), Zacharias (2001), Sanchez (1991-1993), Cunha (2001) entre otros. Así, fue elaborada la carta clinográfica que tiene por objeto demostrar la inclinación de las areas de la cuenca; la carta de diseccion horizontal que indica la disección del canal fluvial dentro de cada sub-cuenca en el sistema; la carta de diseccion vertical que indica los niveles altimétricos a través del cual los canales fluviales que drenan en toda su longitud; Por último, la combinación de estos tres documentos cartográficos dio origen la carta de energia potencie de el relieve, carta esta, que demuestra areas de posible ocurrencias de la erosión y la degradación del medio ambiente consecutiva. Aliado con estos documentos y sus interpretaciones se también elaboró, en el campo, los perfiles del suelo y las muestras recogidas para el análisis de La misma textura y color. Ademàs, fue realizado en el campo de la recogida de muestras de agua a lo largo del canal principal de la cuenca, para identificar la cantidad de sedimento en suspension transportados por el canal, así como la velocidad y el caudal de flujo de agua. Por lo tanto, fue utilizado como la base teórica los autores Pinto e Lorez Silva (2010). Hace necesario también la construcción de la carta de uso, ocupación y la disposición de la vegetación de la area en dos diferentes momentos uno en 1974 basadas en las cartas topograficas de lo DSG, e otro en 2009. Con esas cartas fue possible identificar el tipo y la disposición de la vegetación, e incluso la forma del uso de la tierra de la cuenca. Por ultimo, para lo entendimiento, la ubicación y especificação tipológica de los procesos de la erosion fue construido la carta de los atributos geomorfológicos de la cuenca basado en las variables anteriores. Por lo tanto, se puede concluir que en terreno de baja inclinación y potencie erosive se observó en la cuenca la erosión características pronunciada y en evolución, por lo tanto, no suelo el grado de inclinación es indicative de la erosión, variables tales como tipo de suelo, la gestión y la ocupación también debe tenerse en cuenta, ya que ambos son importantes en la preparación de la planificación y la ordenación de la tierra a fin de minimizar los impactos.

**PALABRAS CLAVE:** Cuencas Hidrográficas; Potencial Erosible; Cartas Morfométricas; Carta de los atributos Geomorfológicos.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> – Exemplo da metodologia para delimitação das sub-bacias, da medição da distância e da elaboração das classes de Dissecção Horizontal.                                           | 18 |
| <b>Figura 2</b> – Exemplo da metodologia para delimitação das sub-bacias, da mensuração da distância e da elaboração das classes da carta de Dissecção Vertical.                                 | 20 |
| <b>Figura 3</b> - Localização das estações de coletas d' água na bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS                                                                                     | 31 |
| <b>Figura 4</b> - Proposta de classificação aloestratigráfica para os depósitos coluviais e aluviais quaternários da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraná reunidos no Alogrupo Alto Rio Paraná. | 35 |
| <b>Figura 5</b> – Bloco-Diagrama com o esboço do terraceamento da região do Alto Paraná segundo Stevaux et. al. (2004).                                                                          | 35 |
| <b>Figura 6</b> – Embasamento da Aloformação Paranaíba, e destaque da localização da bacia do córrego Bom Jardim, no município de Brasilândia/MS                                                 | 37 |
| <b>Figura 7</b> – Pedocomparador com algumas amostras de solos da bacia.                                                                                                                         | 38 |
| <b>Figura 8</b> – Copo de Becker de 500 ml                                                                                                                                                       | 39 |
| <b>Figura 9</b> – Placa de Petry e Balança de Precisão                                                                                                                                           | 39 |
| <b>Figura 10</b> – Grau Pistilo                                                                                                                                                                  | 39 |
| <b>Figura 11</b> – Peneiras 0,062, 2 mm e base                                                                                                                                                   | 39 |
| <b>Figura 12</b> – Mapa de localização e articulação do município de Brasilândia/MS                                                                                                              | 44 |
| <b>Figura 13</b> – Sub-bacias da bacia do Alto Paraguai                                                                                                                                          | 46 |
| <b>Figura 14</b> – Sub-bacias da bacia do Paraná                                                                                                                                                 | 46 |
| <b>Figura 15</b> – Localização da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS                                                                                                      | 47 |
| <b>Figura 16</b> – Carta Base da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS                                                                                                       | 50 |
| <b>Figura 17</b> – Carta Clinográfica da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS                                                                                               | 52 |
| <b>Figura 18</b> – Planície de inundação do Rio Paraná                                                                                                                                           | 54 |

**Figura 19** – Planície de inundação no médio curso do córrego Bom Jardim, próximo a ponte do assentamento Pedra Bonita, com declividade oscilando entre 0 – 0,5%.  
55

**Figura 20** – Divisor do patamar estrutural da área agricultável com a reserva Cisalpina, planície de inundação com menos de 0,5% de declividade.  
55

**Figura 21** – Relevo comumente encontrado na área agricultável da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS  
55

**Figura 22** – Área desmatada das cabeceiras das principais nascentes do córrego Bom Jardim na aldeia Ofaié-Xavante  
56

**Figura 23** – Carta de Dissecação Horizontal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS  
57

**Figura 24** – Barranca a margem direita do canal do córrego Bom Jardim nas proximidades da foz com o córrego Sete de Setembro (Médio curso).  
59

**Figura 25** – Curso do Bom Jardim encaixado no arenito Caiuá na Fazenda Alvorada II, a montante da foz com o córrego Sete de Setembro. (Médio curso)  
59

**Figura 26** – Carta de Dissecação Vertical da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS  
60

**Figura 27** – Carta de Energia Potencial do Relevo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS  
62

**Figura 28** – Enchente no trecho canalizado do córrego. Aviação que corta cidade de Brasilândia, em 2006.  
65

**Figura 29** – Rompimento de ponte sobre o córrego Bom Jardim provocada pela cheia de 2006.  
65

**Figura 30** – Mapa da disposição do Perfil Horizontal (Y – Z) e dos Perfis Transversais (A – J).  
69

**Figura 31** – Perfil Longitudinal do canal principal da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS  
70

**Figura 32** – Perfis Transversais: A--- B, C --- D, E --- F, G --- H e I --- J  
72

**Figura 33** – Mapa de disposição litológica e localização dos perfis de coletas de solo na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS  
77

**Figura 34** – Final da ravina, alto curso do Bom Jardim, reserva indígena Ofaié-Xavante.  
78

**Figura 35** – Cabeceiras da ravina, alto curso do Bom Jardim, reserva indígena Ofaié-Xavante  
78

- Figura 36** – Perfil 1 – Interior da ravina no alto curso do Bom Jardim, na reserva indígena Ofaié-Xavante 78
- Figura 37** – Perfil 2 – margem direita do córrego Sete de Setembro, na rodovia MS 40 79
- Figura 38** – Perfil 3 – margem esquerda do córrego Sete de Setembro, na rodovia MS 40 79
- Figura 39** – Elevação próximo a cidade de Brasilândia, divisor de águas entre as bacias do córrego Sete de setembro e Aviação 80
- Figura 40** – Elevação próximo a cidade de Brasilândia, divisor de águas entre as bacias do córrego Sete de setembro e Aviação 80
- Figura 41** – Perfil 4 – margem de uma estrada rural, próxima a cidade de Brasilândia, alto curso do córrego Aviação 81
- Figura 42** – Perfil 5 – estrada rural à margem direita do córrego Aviação, logo após a malha urbana de Brasilândia 82
- Figura 43** – Barranca do córrego Aviação, em seu médio curso, margem esquerda, a cerca de 10 km da cidade de Brasilândia em direção a sua foz. Perfil 6 83
- Figura 44** – Barranco à margem esquerda do córrego Aviação, perfil 6 83
- Figura 45** – Perfil 6 – localizado na barranca do córrego Aviação, a jusante da malha urbana de Brasilândia 83
- Figura 46** – Calha do córrego Aviação em seu médio curso a jusante da malha urbana da cidade de Brasilândia 84
- Figura 47** – Disposição das camadas no barranco à margem direita do córrego Aviação a jusante da malha urbana da cidade de Brasilândia 84
- Figura 48** – Perfil 7 – barranco à margem direita do córrego Aviação 85
- Figura 49** – Margem esquerda do córrego Bom Jardim, assentamento “Pedra Bonita” 86
- Figura 50:** Caixa de empréstimo da estrada rural que liga o assentamento Pedra Bonita à Brasilândia 86
- Figura 51** – Perfil 8 – localizado no final do médio curso da bacia 86
- Figura 52** – Voçoroca ao longo de uma estrada, no médio curso da bacia 87
- Figura 53** – Voçoroca com grande entalhamento já atingindo o lençol freático, avançando em direção a estrada rural 87

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 54</b> – Perfil 9 – voçoroca as margens de estrada vicinal, na margem esquerda do Bom Jardim, em seu médio curso                                             | 88  |
| <b>Figura 55</b> – Estrada rural, médio curso entre os perfis 10 e 11                                                                                                  | 89  |
| <b>Figura 56</b> – Disposição das vertentes médio curso                                                                                                                | 89  |
| <b>Figura 57</b> – Perfil 10 – na margem de uma estrada rural na vertente direita da bacia                                                                             | 89  |
| <b>Figura 58</b> – Perfil 11 – na margem de uma estrada rural na vertente direita da bacia                                                                             | 90  |
| <b>Figura 59</b> – Perfil 12 – margem da rodovia MS 395, que liga Brasilândia à Bataguassu                                                                             | 91  |
| <b>Figura 60</b> – Perfil 13 – continuação da estrada rural pós-cruzamento com a rodovia MS 395                                                                        | 92  |
| <b>Figura 61</b> – Voçoroca no final da área agricultável da bacia, na divisa da reserva Cisalpina, com aproximadamente 300 m de extensão                              | 93  |
| <b>Figura 62</b> – Cone de dejeção de sedimentos erodidos pela voçoroca no final da área agricultável da bacia, invadindo a planície de inundação na reserva Cisalpina | 93  |
| <b>Figura 63</b> – Perfil 14 – barranca no interior da voçoroca no final da área agricultável da bacia                                                                 | 93  |
| <b>Figura 64</b> – Domínios Morfoclimáticos. Brasileiros (Áreas Nucleares – 1965)                                                                                      | 95  |
| <b>Figura 65</b> – Carta de uso e ocupação da terra e a distribuição vegetal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS – 1974                       | 97  |
| <b>Figura 66</b> – Carta de uso e ocupação da terra e a distribuição vegetal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS – 2011                       | 100 |
| <b>Figura 67</b> – Carta de Atributos Geomorfológicos da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS                                                     | 104 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> – Classe de declividade da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS                                                                                                               | 15 |
| <b>Tabela 2:</b> Classes da carta de dissecação horizontal para a bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                                                                          | 19 |
| <b>Tabela 3</b> – Classes de dissecação vertical para a bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS                                                                                     | 20 |
| <b>Tabela 4</b> – Agrupamento das cartas classes das cartas de declividade, dissecação horizontal e vertical para a bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                        | 21 |
| <b>Tabela 5</b> – Classes de energia potencial do relevo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                                                                                | 21 |
| <b>Tabela 6</b> – Localização das estações de monitoramento d'água na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                                                                      | 32 |
| <b>Tabela 7</b> – Quantificação da carta base bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                                                                                              | 51 |
| <b>Tabela 8</b> – Classes de declividade da carta clinográfica da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                                                                          | 53 |
| <b>Tabela 9</b> – Classes de declividade da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, segundo facilidades de ocupação rural, Brasilândia/MS.                                                         | 53 |
| <b>Tabela 10</b> – Classes de dissecação horizontal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.                                                                                     | 58 |
| <b>Tabela 11</b> – Classes de dissecação vertical da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS                                                                                        | 61 |
| <b>Tabela 12</b> – Classes de energia do relevo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS                                                                                          | 63 |
| <b>Tabela 13</b> – Velocidade média, área e vazão nas estações de monitoramento na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, no ano de 2009                                                          | 74 |
| <b>Tabela 14</b> – Transporte de sedimentos em suspensão nas estações de monitoramento ao longo de bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, em toneladas (t), nos anos de 2009 e 2010. | 75 |
| <b>Tabela 15</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 1                                                                                                               | 79 |

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 16</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisado nos perfis 2 e 3                                                                     | 80  |
| <b>Tabela 17</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 4                                                                         | 81  |
| <b>Tabela 18</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 5                                                                         | 82  |
| <b>Tabela 19</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 6                                                                         | 84  |
| <b>Tabela 20</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 7                                                                         | 85  |
| <b>Tabela 21</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 8                                                                         | 87  |
| <b>Tabela 22</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 9                                                                         | 88  |
| <b>Tabela 23</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 10                                                                        | 89  |
| <b>Tabela 24</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 11                                                                        | 90  |
| <b>Tabela 25</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 12                                                                        | 91  |
| <b>Tabela 26</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 13                                                                        | 92  |
| <b>Tabela 27</b> – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 14                                                                        | 94  |
| <b>Tabela 28</b> – Quantificação dos tipos de uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim – 1965/67 em 1974                                       | 98  |
| <b>Tabela 29</b> – Quantificação dos tipos de uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim – 2009                                                  | 101 |
| <b>Tabela 30</b> – Evolução de uso e ocupação da terra, entre 1965/67 em 1974 a 2009 e alterações na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. | 102 |

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1** – Graus de limitação na ocupação rural, segundo a declividade da área  
17

**Quadro 2** – Classificação dos valores de densidade de drenagem e simbologia respectiva.  
28

**Quadro 3** – Proposta de Tricart (1965) para a construção da Carta Geomorfológica.  
43



## SUMÁRIO

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                          | <b>1</b>  |
| <b>2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E TÉCNICAS OPERACIONAIS.....</b>                                                   | <b>3</b>  |
| <b>2.1 – Revisão Bibliográfica</b>                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>2.2 – Técnicas Operacionais</b>                                                                              | <b>13</b> |
| <b>2.2.1 – Cartas Morfométricas</b>                                                                             | <b>13</b> |
| 2.2.1.1 – Carta Base                                                                                            | 13        |
| 2.2.1.2 – Carta Clinográfica                                                                                    | 14        |
| 2.2.1.3 – Carta de Dissecção Horizontal                                                                         | 17        |
| 2.2.1.4 – Carta de Dissecção Vertical                                                                           | 19        |
| 2.2.1.5 – Carta de Energia Potencial do Relevo                                                                  | 20        |
| <b>2.2.2 – Morfometria e Fluviometria da bacia</b>                                                              | <b>21</b> |
| <u>2.2.2.1 – Morfometria da bacia</u>                                                                           | 22        |
| 2.2.2.1.1 – Índice de circularidade ( $I_c$ )                                                                   | 22        |
| 2.2.2.1.2 – Índice entre o compr. do canal e a área da bacia ( $I_{co}$ )                                       | 23        |
| 2.2.2.1.3 – Hierarquia Fluvial                                                                                  | 23        |
| 2.2.2.1.4 – Padrão de Drenagem                                                                                  | 24        |
| 2.2.2.1.5 – Classificação Genética dos Canais                                                                   | 24        |
| 2.2.2.1.6 – Classificação Geométrica                                                                            | 25        |
| 2.2.2.1.7 – Escoamento Global                                                                                   | 27        |
| 2.2.2.1.8 – Densidade de Rios                                                                                   | 27        |
| 2.2.2.1.9 – Densidade de Drenagem                                                                               | 28        |
| 2.2.2.1.10 – Classificação da Morfologia                                                                        | 29        |
| 2.2.2.1.11 – Perfil Longitudinal                                                                                | 29        |
| 2.2.2.1.12 – Perfil Transversal                                                                                 | 29        |
| <u>2.2.2.2 – Análise Fluviométrica da bacia</u>                                                                 | 30        |
| 2.2.2.2.1 – Velocidade e Vazão                                                                                  | 32        |
| 2.2.2.2.2 – Competência de Transporte Fluvial                                                                   | 32        |
| <b>2.2.3 – Geologia da Bacia</b>                                                                                | <b>33</b> |
| <b>2.2.4 – Granulometria e Análise Textural dos Solos da Bacia</b>                                              | <b>37</b> |
| <b>2.2.5 – Carta de uso, ocupação da terra e disposição da cobertura vegetal da bacia do córrego Bom Jardim</b> | <b>40</b> |
| <b>2.2.6 – Carta de Atributos Geomorfológica</b>                                                                | <b>41</b> |
| <b>3 – LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>                                                  | <b>43</b> |
| 3.1 – O município de Brasilândia                                                                                | 43        |
| 3.2 – A bacia do córrego Bom Jardim                                                                             | 45        |

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.1 – Histórico da bacia                                                                                        | 48         |
| <b>4 – CARTAS MORFOMÉTRICAS.....</b>                                                                              | <b>49</b>  |
| 4.1 – Carta Base                                                                                                  | 49         |
| 4.2 – Carta de Clinográfica                                                                                       | 51         |
| 4.3 – Carta de Dissecação Horizontal                                                                              | 56         |
| 4.4 – Carta de Dissecação Vertical                                                                                | 59         |
| 4.5 – Carta de Energia Potencial do Relevo                                                                        | 61         |
| <b>5 – MORFOMETRIA E FLUVIOMETRIA DA BACIA.....</b>                                                               | <b>64</b>  |
| 5.1 – <u>Morfometria da bacia</u>                                                                                 | 64         |
| 5.1.1 – Índice de circularidade ( $I_c$ )                                                                         | 64         |
| 5.1.2 – Índice de Comprimento do canal e a área da bacia ( $I_{co}$ )                                             | 64         |
| 5.1.3 – Hierarquia Fluvial                                                                                        | 65         |
| 5.1.4 – Padrão de Drenagem                                                                                        | 65         |
| 5.1.5 – Classificação Genética dos Canais                                                                         | 65         |
| 5.1.6 – Classificação Geométrica dos Canais                                                                       | 66         |
| 5.1.7 – Escoamento Global                                                                                         | 66         |
| 5.1.8 – Densidade de Rios                                                                                         | 66         |
| 5.1.9 – Densidade de Drenagem                                                                                     | 67         |
| 5.1.10 – Classificação do Relevo                                                                                  | 67         |
| 5.1.11 – Perfis da Bacia                                                                                          | 67         |
| 5.1.12 – Perfil Longitudinal                                                                                      | 70         |
| 5.1.13 – Perfis Transversais                                                                                      | 71         |
| 5.2 – <u>Análise Fluviométrica da bacia</u>                                                                       | 74         |
| 5.2.1 – Velocidade e Vazão                                                                                        | 74         |
| 5.2.2 – Competência de Transporte Fluvial                                                                         | 75         |
| <b>6 – GRANULOMETRIA E ANÁLISE TEXTURAL DAS AMOSTRAS DE SOLOS DA BACIA DA BACIA.....</b>                          | <b>76</b>  |
| <b>7 – USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA VEGETAL DAS TERRAS DA BACIA.....</b>                                             | <b>94</b>  |
| 7.1 – Carta de uso e ocupação da terra e distribuição da vegetação da bacia do córrego Bom Jardim, do ano de 1974 | 96         |
| 7.2 – Carta de uso e ocupação da terra e distribuição da vegetação da bacia do córrego Bom Jardim, do ano de 2009 | 98         |
| <b>8 – GEOMORFOLOGIA DA BACIA.....</b>                                                                            | <b>102</b> |
| <b>9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                              | <b>108</b> |
| <b>10 – REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....</b>                                                                        | <b>110</b> |

## INTRODUÇÃO

A dinâmica erosiva do relevo de uma bacia hidrográfica segue um padrão de ordem natural quanto ao escoamento transporte e deposição de sedimentos, quando o mesmo se encontra estável, ou em equilíbrio dinâmico. Na análise do sistema integrado, numa perspectiva holística, todos os fatores que compõem esse sistema atuam no fluxo de troca de energia e matéria, gerando assim diferentes graus de dinamização dos elementos componentes deste. Para a análise dos processos atuantes no sistema utilizou-se como objeto de estudo o recorte espacial das delimitações topográficas de uma bacia hidrográfica. Nesse sentido, a bacia hidrográfica escolhida foi do córrego Bom Jardim, localizada no município de Brasilândia, estado de Mato Grosso do Sul. A escolha da bacia se justifica pelo fato de que nessa, em um estudo anterior realizado na mesma área pode-se observar vários processos erosivos em áreas de declividade relativamente suave, o que nos levou a busca da compreensão destes.

A forma de uso e ocupação da bacia possui uma grande variação, pois em suas delimitações encontram-se pelo menos cinco grupos diferentes, dos quais cada um desses grupos mantém relações distintas com a forma de uso e ocupação da terra. A comunidade indígena Ofaié-Xavante ocupa parte do alto curso da bacia e está localizada na nascente do córrego Bom Jardim; a malha urbana do município e toda sua infra-estrutura está localizada na porção norte do médio curso; as famílias de ex-ribeirinhos reassentados ocupam o final do médio e início do baixo curso. Esses ex-ribeirinhos foram colocados ali pela Companhia Energética de São Paulo – CESP. No baixo curso encontra-se a reserva Cisalpina, e por fim, as médias e grandes propriedades de pecuaristas encontram-se em todo o alto e médio curso, na área entendida como “área agricultável da bacia”.

Desde a nascente até a foz, a forma de plantio e de criação de gado extensivo de corte e o manejo da terra são inadequados, pois não se empregam, em mais de 92% das propriedades, práticas conservacionistas de uso e manejo dessas terras, propiciando o aceleração dos processos erosivos que avançam sobre a área urbana e sobre propriedades rurais, em especial no alto e médio curso da bacia. Além das formas inadequadas de uso da terra acrescentam-se também as elevadas precipitações na bacia, com média anual de 1.200mm, (segundo

AGRITEMPO, 2008), o que proporcionam escoamento e transporte de sedimentos orgânicos e inorgânicos em grande quantidade para o canal principal. Estes vão sendo depositados nas áreas em que a energia diminui, em especial nas áreas com menor declividade, o que no caso da bacia em questão, compreende a área da reserva Cisalpina que deságua no rio Paraná, assoreando-o com os sedimentos carregados pelo canal principal da bacia, comprometendo assim a qualidade e quantidade das águas superficiais.

Diante disso, para o entendimento dos processos atuantes na bacia foram elaboradas cartas morfométricas como: a clinográfica, a de dissecação horizontal, de dissecação vertical e de energia potencial do relevo, além da carta de uso e ocupação da terra e também a carta geomorfológica. A construção e análise dessas cartas aliadas às análises morfométricas, granulométricas e de fluviometria e vazão permitiram o entendimento da dinâmica dos processos erosivos na bacia do córrego Bom Jardim, proporcionando a indicação das fragilidades ou limitações de uso para as áreas rurais e urbanas da bacia, conforme suas particularidades e características morfológicas e/ou morfopedológicas.

Sendo assim, o presente trabalho inicia-se com uma breve reflexão sobre natureza e apropriação do relevo, procurando analisá-lo de uma perspectiva de integração de todos os elementos constituintes, como as “leis da sociedade” em conflito com as “leis da natureza”, tecendo conceitos que buscam chegar a uma concepção de análise holística do sistema, tomando como unidade de análise a bacia hidrográfica. Para tanto, abordam-se as questões metodológicas de construção de documentos cartográficos hábeis à análise, que tem como objetivo principal quantificar os atributos das formas do relevo passíveis de serem analisados através de sua geometria, seguindo metodologias já existentes de construção e de análise desses documentos e propondo adaptações quando necessárias.

Nos capítulos 1 e 2 têm-se a revisão bibliográfica e as técnicas operacionais adotadas neste trabalho. Os capítulos 3 à 7 apresentam os resultados das cartas e das análises, no capítulo 8 apresentam-se algumas considerações com base na carta geomorfológica e por fim o capítulo 9 apresenta as considerações finais.

Os documentos cartográficos gerados visam não apenas as áreas de possíveis ocorrências de processos morfológicos e/ou morfopedológicos, mas também apontam áreas de possíveis ocorrências de degradação ambiental e as

limitações de uso para cada área expressas segundo metodologias propostas por Ramalho Filho e Beeker (1995) para atividades rurais.

Em síntese, constatou-se que os documentos cartográficos elaborados quando comparados com a realidade, ou seja, em campo, apresentaram-se bastante satisfatórios quanto à representação do fenômeno e/ou estado do relevo. No entanto, Sanchez (1993) afirma que “a cartografia é um meio, uma técnica, e nunca o fim de um trabalho ou pesquisa geográfica”. Sendo assim, espera-se que as informações contidas nesse trabalho sejam levadas em consideração na adoção de propostas para ordenamento, recuperação e manejo, e na aplicação de técnicas que garantam a minimização da perda de solo e de produtividade desse sistema e, por conseguinte, melhore a qualidade da água e tenha-se um melhor aproveitamento do solo, para que assim seja possível melhorar o nível de qualidade de vida das pessoas, sem qualquer distinção cultural e da classe social a qual o indivíduo ou o seu grupo pertença.

## **2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E TÉCNICAS OPERACIONAIS**

### **2.1 – Revisão Bibliográfica**

As abordagens teóricas metodológicas do presente trabalho apóiam-se em metodologias que norteiam a construção e análise de documentos cartográficos, visando à representação com maior clareza e fidelidade da realidade da bacia do córrego Bom Jardim que espacializam-se e são frutos das formas de apropriação da terra e da visão de territorialidade da sociedade local, sob o âmbito da visão holística, pois segundo Milton Santos, [...] “só através de um ponto de vista holístico é que se pode compreender uma totalidade. Enquanto a compreensão de um aspecto é necessária à apreensão do todo, é inadmissível negligenciar qualquer uma das partes constituintes” [...] (SANTOS, 1992, p.52).

Diante dessa perspectiva, para analisar a dinâmica erosiva do relevo nota-se que essa pode ocorrer em dois processos distintos, que estão intimamente interligados, ou seja, os processos naturais (endógenos, exógenos), e os processos antrópicos, (atividades diversas exercidas pelo homem sobre o relevo). Assim, Valter Casseti (1995) aponta que:

O relevo, como componente desse estrato geográfico no qual vive o homem, constitui-se em suporte das interações naturais e sociais. Refere-se, ainda, ao produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas, de grande interesse geográfico, não só como objeto de estudo, mas por ser nele – relevo – que se reflete o jogo das interações naturais e sociais. (CASSETI, 1995, p. 34).

Toda e qualquer atividade desenvolvida pelo homem sobre a natureza reflete os interesses desse, como indivíduo e/ou sociedade, de acordo com o sistema de produção em vigência. Dessa forma, os processos das relações sociedade-natureza vêm se modificando ao longo do tempo até os dias de hoje.

A utilização espontânea da natureza, onde está implícita a dilapidação de suas riquezas, esboçou-se nas primeiras etapas da sociedade e se acentuou na época feudal, porém, alcançou um grau máximo no curso da sociedade capitalista. *“O capitalismo cria a grande produção e a competição, que levam aparelhada a dilapidação da capacidade produtiva da terra”*. Marx (1967). (CASSETI, 1995, p. 21).

O homem se apropria da “natureza natural”, a dita “primeira natureza”, e a modifica transformando-a em “segunda natureza” por meio do uso de técnicas que possibilitem a extração de matéria prima para atender suas necessidades. Para tanto, Caseti (1995, p. 17) afirma que “a transformação da natureza pelo emprego de técnica, com finalidade de produção, é um fenômeno social, representado pelo trabalho”, e ainda para o mesmo autor [...] “a forma de apropriação e de transformação da natureza responde pela existência dos problemas ambientais”.

Nesse processo de transformação da “primeira natureza” criando a “segunda natureza”, entende-se que a “primeira natureza” é aquela que precede a história humana, desde o pré-cambriano até o “alvorecer” da existência humana, caracterizada pelo “equilíbrio climático” entre o potencial ecológico e a exploração biológica, onde todas as transformações são gerenciadas pelas “leis da natureza”. A “segunda natureza” é aquela que de algum modo sofreu um tipo de transformação, direta ou indiretamente, ligada ao aparecimento do homem em algum momento no final do Pleistoceno, direcionados pelas “leis da sociedade” e o avanço das técnicas de apropriação, de acordo com o modo de produção que geram impactos. (CASSETI, 1995, p. 12). Hobsbawm (2000) (*apud* Rodrigues, 2009, p. 170), afirma que atualmente “somos capazes de tornar inabitado o mundo, devido os venenos, a poluição ou ao modo pelo qual a indústria modifica a atmosfera”.

Muitos estudiosos fizeram, e fazem reflexões acerca dos problemas ambientais propondo a utilização de diferentes estratégias na busca de minimização de impactos sobre este. Atualmente têm-se realizado discussões sobre as formas adequadas de apropriação dos ambientes para que assim se promova um uso consciente dos recursos naturais gerando cada vez menos impactos.

Os problemas ambientais evidenciam em grande medida as derivações da relação sociedade-natureza nas mais diversas escalas de análise, onde o objetivo mais recente tem sido conceber estratégias de aproveitamento e utilização dos recursos naturais de maneira mais proveitosa e com menor impacto possível, compatibilizando atividades econômicas com qualidade ambiental. (CARVALHO, 2009, p. 201).

Para a análise dos estudos relacionados a questões ambientais procurou-se delimitar um determinado espaço de atuação e aplicação de técnicas e gerenciamento – um sistema – delimitado dentro do espaço. A delimitação de um sistema de análise aborda questões metodológicas que definem esse sistema como sendo capaz de mensuração e análise. Assim para Christofolletti (1999).

Os sistemas ambientais representam entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma das suas características inerentes. A organização desse sistema vincula-se com a estruturação e funcionamento de (e entre) seus elementos, assim como resulta da dinâmica evolutiva. Em virtude da variedade de elementos componentes e dos fluxos de interação, constituem exemplos de *sistemas complexos*. (CHRISTOFOLETTI, 1999, cap. 3, p. 35).

A análise desse sistema apoiou-se na teoria geral dos sistemas que compreende os objetos de estudo como um conjunto de elementos que se relacionam entre si, sendo que cada elemento pode ser estudado individualmente e cada um dos conjuntos pode ser considerado um sistema e estudado como tal.

Segundo Christifolletti (1979).

[...] A definição precisa de um sistema estabelece que se deve considerá-lo como uma entidade *discreta* e *isolada*, para que possa ser analisado. Ao ser delimitado, o sistema constitui conjunto unitário, completo [...] Para que a descrição quantitativa dos sistemas possa ser realizada, duas questões devem ser solucionadas: quantas e quais variáveis escolher? Quais as técnicas de mensuração a serem empregadas? [...] (CHRISTIFOLETTI, 1979, p. 5 - 7)

O conceito de sistema foi introduzido na geomorfologia por Chorley e Kennedy (1971), e segundo esses autores:

Um sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis (isto é, fenômenos que são passíveis de assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis um com os outros e opera conjuntamente como um todo complexo de acordo com determinado padrão. Chorley e Kennedy (1971) (*apud* CHISTOFOLETTI, 1999, p. 46).

Com isso, para Thomazini e Cunha [200-].

Quanto à composição dos sistemas, é preciso considerar a matéria, a energia e a estrutura que constituem o sistema. Para a geomorfologia, considerando os fluxos de matéria e energia é possível compreender, através da relação entre seus elementos, a morfogênese do relevo e conseqüentemente sua estrutura.

Dentre os conceitos de abordagem geográfica, o conceito geossistêmico, para a geomorfologia, representa uma análise holística da paisagem a ser estudada e acreditamos que para a análise geomorfológica seja suficientemente adequado. O conceito de “Geossistema” foi adaptado da ecologia, o ecossistema, que é definido como área relativamente homogênea de organismos integrados com seu ambiente. Assim, Sotchava (1962):

Introduz o termo geossistema na literatura soviética com a preocupação de estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos enfocando os aspectos integrados dos elementos naturais na entidade espacial em substituição aos aspectos dinâmicos biológicos do ecossistema. SOTCHAVA (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 42).

Para Sotchava (1997) (*apud* Christofolletti, 1999, p.42) a principal conexão do geossistema está na interação da sociedade com a natureza, pois todos os fatores econômicos e sociais são levados em consideração em sua análise. Salienta também que os geossistemas são dinâmicas flexíveis, abertos e hierarquizados, com estágio de evolução temporal cada vez mais influenciado pelo homem. Essa abordagem se apóia em três escalas de análise a topologia, a regional e a planetária, sendo que em escala geossistêmica decrescente definem-se os geocóros, os geômeros e os geótopos, com análise taxo-cronológicas sobre a



categoria de complexos naturais. Para Bertrand (2004), Geossistema consiste num sistema que:

[...] situa-se entre a 4ª e a 5ª grandeza temporo-espacial. Trata-se, portanto, de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo. Nos níveis superiores a ele só o relevo e o clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais. Nos níveis inferiores, os elementos biogeográficos são capazes de mascarar as combinações de conjunto. (BERTRAND, 2004, p. 146)

Nessa abordagem, Bertrand propõe um sistema taxonômico de hierarquização da paisagem constituído por seis níveis temporo-espaciais decrescentes, que compreendem unidades superiores sendo a zona, o domínio e a região, nos quais os elementos climáticos e estruturais são mais relevantes e as unidades inferiores, onde estão o geossistema o geofácies e geótopo, caracterizados pelos elementos biogeográficos e antrópicos.

Em ambas as análises procurou-se estabelecer uma escala de grandeza específica para o geossistema, propondo subdivisões baseadas nos aspectos biogeográficos das paisagens.

Monteiro (1978) (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 43) considera o geossistema como sendo um:

sistema singular, complexo, onde interagem os elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, e onde os elementos, sócio econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do sistema”.

Segundo Christofolletti (1999) “nessa proposta surge à possibilidade de se confundi- lá com a abrangência da organização espacial”. No geossistema o produto do subsistema sócio-econômico entra como *input* interferindo nos processos de fluxo de matéria e energia que se repercute na resposta da estruturação do geossistema. Na perspectiva da análise holística dos sistemas ambientais físicos não se pode excluir o conhecimento provindo dos estudos do sistema sócio-econômico considerando seus componentes e processos sem omitir o estudo sobre o comportamento e tomada de decisões políticas.

Nesse sentido, Christofolletti (1999) aponta que:

Como os geossistemas possuem grandeza territorial, a caracterização espacial torna-se aspecto inerente. Por essa razão, é preciso que se faça o estudo analítico da morfologia e do funcionamento dessas unidades. Por outro lado, como sistemas abertos possuem relacionamento com outros sistemas, sendo também necessário conhecer as relações internas entre os componentes e as interações entre sistemas diferenciados. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 44)

Uma das alternativas para trabalhar ou identificar unidades de planejamento físico-territorial, no Brasil, tem sido a abordagem ecodinâmica e morfodinâmica da paisagem proposta por Tricart (1977). Essa abordagem possibilita a delimitação espacial de unidades cujos processos atuais podem ser considerados semelhantes, por isso é possível classificar essas unidades quanto a sua estabilidade (forma e processo), singularidade e grau de recorrência (diversidade ambiental), fragilidade ou vulnerabilidade no que se refere às interfaces antrópicas entre outras discriminações úteis na esfera do planejamento e gestão territorial característico. (RODRIGUES, 2001).

A paisagem como método de análise geográfica é entendida na teoria geossistêmica como o “todo” explicitado pela inter-relação dos elementos constituintes de um determinado espaço geográfico.

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo-indivíduo é próprio fundamento do método de pesquisa. (BERTRAND, 2004 p.141).

Compreende-se que a paisagem é fruto de processos pretéritos que direta ou indiretamente contribuíram para a paisagem tal qual a conhecemos atualmente, e esses processos influenciam desde a escala local até a escala global.

Com base nesses conceitos, entende-se que uma das delimitações que abranja diversos elementos que se inter-relacionam dentro de um mesmo sistema consiste na delimitação topológica de uma bacia hidrográfica entendida como um suporte de aplicação de técnicas de análise e de gestão ambiental.

A bacia hidrográfica é utilizada tanto como “unidade de análise” quanto como “unidade de gerenciamento”. O primeiro caso apresenta um caráter

eminentemente técnico científico, já o segundo é eminentemente político-administrativo. (CARVALHO, 2009, p. 202).

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento “já era reconhecida por muitos conservacionistas como John Powel e Clarece King, e utilizada na China antiga para o planejamento urbano” (CARVALHO, 2009). Na década de 1960 a bacia hidrográfica começou a ser incorporada pelos estudiosos de geografia. Atualmente esse conceito é previsto na Lei 9.433 08/01/97, Secretaria de Recursos Hídricos/Ministério do Meio Ambiente (1999) que estipula a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento:

A bacia passa a ser a unidade de planejamento, integrando políticas para a implementação de ações conjuntas visando o uso, a conservação e a recuperação das águas. Ocorre, porém, que a delimitação territorial por bacia hidrográfica pode ser diferente da divisão administrativa, ou seja, da divisão por estados e municípios. Nesse sentido, a gestão por bacia hidrográfica pode proporcionar uma efetiva integração das políticas públicas e ações regionais, o que por si só é bastante positivo. (SRH/MMA, 1999)

Segundo Botelho e Silva (2007) “entendida como célula básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica permite reconhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos de interação que nela ocorrem” (p.153). Para tanto, tomou-se esse sistema como análise de processos geomorfológicos de modelação do relevo, entendendo que a transformação desse sistema influencia na dinâmica do escoamento superficial, propicia graus diferenciados de resistência do relevo quanto às ações dos agentes externos e processos que modelam a sua morfologia. Assim, a bacia hidrográfica, dentre as possíveis abordagens para a delimitação de uma área de estudo, é entendida como uma unidade da paisagem passível de mensuração e análise, pois esse sistema agrega todos os componentes do espaço geográfico e proporciona a inter-relação dos elementos de forma integrada e compensatória, sempre em busca de seu equilíbrio dinâmico.

A denominação conceitual sobre microbacia, subacia e bacia hidrográfica torna-se relativa à medida que cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, dentro de uma determinada malha hídrica, constituindo em relação à última, uma subacia. Nesse sentido, adota-se para essa dissertação o conceito de bacia hidrográfica.

Conceitualmente, bacia hidrográfica.

corresponde a um sistema biofísico e sócio-econômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, áreas de recreação, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats correspondentes as unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e outra adjacente (ROCHA, *et. al.* 2000)

Segundo Barrella (2001) (*apud* Teodoro *et. al.* 2007), a bacia hidrografia é entendida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes. Estes são formados nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram-se no solo para formação de nascentes e abastecimento do lençol freático. Nessa perspectiva, Christofolletti (1980) salienta que em caráter sistêmico a bacia hidrográfica corresponde a um sistema aberto que recebe influência de outros subsistemas como substrato geológico, pedológico e climatológico. A complexa interação dos elementos dentro do sistema hidrográfico torna-o, como apontam Guerra e Cunha (1996), excelente unidade de gestão dos subsistemas naturais e sociais, pois nessa óptica é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. Ainda de acordo com esses autores, a bacia hidrográfica também tem sido utilizada como unidade de planejamento e gerenciamento, compatibilizando os diversos usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade, como também, do construído e do produtivo.

Guerra e Cunha (1996) alertam que se deve considerar que o uso de uma bacia hidrográfica das mais variadas formas e por diferentes grupos sociais pode gerar impactos diferenciados que serão sentidos por toda a bacia.

[...] as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante nos fluxos energéticos de saída (descargas, cargas sólidas e dissolvidas [...]) (GUERRA e CUNHA, 1996, p. 37.)

Lima e Zakia (2000) (*apud* Teodoro, et. al. 2007) afirmam que todo impacto que ocorra dentro dos limites do sistema da bacia hidrográfica será, pelo próprio sistema, minimizado com alterações que levem em busca de um equilíbrio dinâmico.

[...] a abordagem sistêmica pode ser acrescentada ao conceito geomorfológico da bacia hidrográfica. Para esses autores as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico. Lima e Zakia (2000) (*apud* Teodoro et. al., 2007, p. 138).

Para Christofolletti (1999), “a análise morfológica não se refere apenas aos indicadores sobre os elementos componentes do sistema. Há um conjunto de indicadores utilizados para fornecer informações sobre o conjunto integrativo do sistema” (p.52). Contudo, no contexto da análise da bacia hidrográfica torna-se relevante a análise morfométrica e topográfica compondo assim o quadro morfológico da bacia.

Portanto, para contribuir no entendimento e planejamento das bacias hidrográficas faz-se necessário o conhecimento da sua morfologia e dos seus processos erosivos atuantes. Para tanto, foram elaboradas e analisadas as cartas morfométricas, conjuntamente com a sedimentologia da área e a forma de uso, ocupação atual da terra, para subsidiarem a geração e interpretação da carta geomorfológica da bacia. Essas possibilitam a identificação de processos que estão ocorrendo e indicam, com apoio da carta de energia do relevo, as áreas de maior ou menor vulnerabilidade potencial erosiva.

As cartas morfométricas constituem-se num documento cartográfico que envolve a classificação de dados que ocorrem de forma contínua na superfície terrestre, trata-se então de cartas coropléticas que procuram localizar os valores dos dados mapeados (CUNHA, 2001). Neste tipo de carta, as variáveis analisadas estão implícitas a ocorrência de generalização, devido à necessidade do estabelecimento de intervalos de classes, visto que é impossível a representação plena da continuidade dos fenômenos (ZACHARIAS, 2001). Um dos desafios impostos é o de estabelecer classes que atendam tanto os objetivos da pesquisa, quanto os que

representam de forma eficaz as características morfológicas da bacia, e que sejam de fácil leitura e assimilação, subsidiando o entendimento dos processos de dissecação e transporte de sedimentos da bacia, que provocam o empobrecimento do solo e comprometimento das águas. Esse processo pode ocorrer por lixiviação ou por redução da camada arável, queda da textura e da fertilidade e o aumento da porosidade, facilitando a infiltração de contaminantes.

De Biasi (1992) explica que as classes podem variar de acordo com a realidade da área de estudo.

[...] a representação da declividade apresenta como problemática central a escolha de classes adequadas tanto ao objetivo do trabalho como ao local estudado [...] a definição das classes de declividade poderá ter um caráter eminentemente particular, ou seja, o autor escolhe as classes que ele necessita para seu trabalho, mas é recomendável que utilizemos o que já está estabelecido por lei para os diferentes usos e ocupação territorial [...] (DE BIASI, 1992. p. 47).

Para aplicação da técnica na construção das cartas morfométricas utiliza-se um sistema delimitável, no caso, uma bacia hidrográfica, nos quais os componentes inseridos nesse sistema, como sua composição e geometria são passíveis de mensuração. Cunha (2001) salienta que a representação cartográfica de qualquer fenômeno constitui um esquema simplificado da realidade que objetiva facilitar a apreensão do objeto do estudo mapeado. Desse modo, trata-se de uma abordagem dedutiva, na qual, a partir de técnicas cartográficas conhecidas procura-se representar situações particulares. Contudo, é importante pontuar que a cartografia configura-se como uma técnica auxiliar em relação à Geografia.

Por isso, a cartografia geomorfológica se caracteriza por um tripé - técnica, ciência e arte - expressa em um documento cartográfico, espacializando fatos e fenômenos geomorfológicos que contribuem para o entendimento dos processos pretéritos na consolidação da forma atual do relevo/solo e, consecutivamente aponta caminhos para qual a paisagem/relevo/solo deve se direcionar considerando a particularidade de cada fenômeno e local.

Entretanto, a cartografia geomorfológica constitui-se em um tipo de mapeamento cuja complexidade é inerente ao próprio objeto de representação. O relevo apresenta uma diversidade de formas e de gênese que são geradas por complicados mecanismos que atuam no presente e que atuaram no passado. Desse modo, uma cartografia geomorfológica eficiente deve indicar todos estes elementos

levantados como essenciais para o entendimento do relevo. Segundo Ross (1991) (*apud* SILVA, 2006, p. 4), “interpretar o relevo não é simplesmente saber identificar padrões e formas ou tipos de vertentes e vales, não é simplesmente saber descrever o comportamento geométrico das formas, mas saber identificá-las e correlacioná-las com os processos atuais ou pretéritos, responsáveis por tais modelados, e com isso estabelecer não só a gênese, mas também, sua cronologia, ainda que relativa”. Expressando-se em um único documento cartográfico que registra as características do relevo relacionadas ao sistema morfológico como processo-resposta.

Nesse contexto, elaborou-se a carta de atributos geomorfológicos que demonstra especificamente áreas vulneráveis correlacionando declividade e dissecação das vertentes, uso e ocupação das mesmas, análises do solo e processos que nelas (vertentes) ocorrem. Para Tricart (1977) a cartografia geomorfológica não deve somente indicar as formas de relevo, mas sim interpretá-las com base em sua constituição litológica/pedológica e nos processos atuantes sobre tais litologias. No entanto, este trabalho traz análises que possibilitam o entendimento da área da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim que se encontram bastante debilitadas quanto aos aspectos físicos e estruturais, o que por sua vez reflete diretamente na produção agrícola, perda de solo e na qualidade das águas da bacia, atingindo assim a população inserida nesse sistema.

## **2 2 – TÉCNICAS OPERACIONAIS**

Para a operacionalização da pesquisa fez-se necessário a realização dos procedimentos abaixo relacionados.

### **2.2.1 – Construção de Cartas Morfométricas**

Na construção das cartas morfométricas foram utilizados metodologias conhecidas de elaboração desses tipos de documentos cartográficos, mesclando técnicas manuais e digitais. Como as já utilizadas por Zacharias (2001), definidas como técnicas semi-automáticas compostas do escaneamento das cartas topográficas e digitalização dos elementos vetoriais em software AutoCAD 2011.

### **2.2.1.1 – Carta Base da Bacia**

O primeiro produto elaborado foi a carta base da bacia gerada a partir das informações extraídas das cartas topográficas que mapeiam a área de estudo, sendo a carta de Brasilândia/MS folha SF. 22-V-D-I e a carta de Dracena/SP folha SF. 22-V-D-II, ambas em escala de 1:100.000, confeccionadas pelo Diretório de Serviços Geográficos (DSG), órgão do Exército Brasileiro, sobre base de fotografias aéreas dos anos de 1965/67 e impressas no ano de 1974, em comparação com a imagem de satélite Landsat\_5\_TM de 08/ago./2009. As cartas topográficas e a imagem de satélite, pós-composição (RGB) no SPRING 5.1.3, foram digitalizadas e importadas no ambiente do software AutoCAD-2008. O uso da imagem permitiu que algumas formas fossem atualizadas, como, por exemplo, a área urbana, entre outros. No software foram delimitadas com os layers a área da bacia, as curvas de nível, cotas topográficas, limite urbano, rodovias e estradas, e principalmente a rede hidrográfica composta dos canais efêmeros, definidos pela orientação das curvas de nível, e os intermitentes e perenes já apresentados na carta.

Assim, originou-se o produto final, ou seja, a carta base da bacia. Esse produto cartográfico serviu de orientação para os demais produtos como a carta Clinográfica, de Dissecação Horizontal, de Dissecação Vertical, de Energia do Relevo, de Uso e Ocupação da terra e Geomorfológica que são os documentos referentes a essa dissertação. O software AutoCAD-2008 foi escolhido, pois possibilita a extração de informações como área, perímetro, comprimento dos canais, entre outras informações numéricas relevantes, o que permitiu também a análise da morfometria da bacia.

### **2.2.1.2 – Carta Clinográfica**

A carta clinográfica é um documento cartográfico elaborado a partir da interpretação das informações das curvas de nível de uma carta topográfica. Essa representação auxilia nos trabalhos relacionados a questões ambientais, principalmente quando essas questões estão relacionadas com processos erosivos de desmoronamento, transporte e dissecação visando o ordenamento e restrições de ocupação do relevo.

Mario De Biasi (1992) relata que:



A carta clinográfica tem sido utilizada de maneira quase que obrigatória, nessas duas últimas décadas, em trabalhos ligados às Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, juntamente com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade de ventos, entre outras, permitindo assim, com suas correlações, uma melhor compreensão e um equacionamento dos problemas que ocorrem no espaço analisado. (DE BIASI, 1992, p.1).

A construção desse documento baseia-se num procedimento matemático por meio de uma fórmula que leva em consideração a equidistância das curvas de nível e o espaçamento dessas na carta topográfica, e apresenta o resultado em graus, ou no nosso caso, porcentagem, pois como afirma De Biasi (1992) a adoção das classes de declividades em porcentagem é mais cômoda de ser trabalhada.

$$D = \frac{n \times 100}{E}$$

**D** = Declividade, em porcentagem;  
**n** = Equidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);  
**E** = Espaçamento entre as curvas de nível (distância Horizontal).

Aplicando-se a fórmula acima, mensurando-se os espaçamentos entre as curvas de nível, estipula-se a amplitude de declividade e os limites das classes. Foram estabelecidas 15 classes de declividades para analisar de forma mais detalhada as características do relevo da bacia, pois se trata de uma área com declividade bastante suave, chegando ao máximo a 7,5% de declividade nas áreas mais íngremes da bacia, como apresentadas na **tabela 1**.

**Tabela 1** – Classe de declividade da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS

| Nº | Classes de declividade em (%) | Distância na carta em (cm) | Distância real em (m) |
|----|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1  | 0,0 – 0,5                     | 8,0 – <                    | 8.000 – <             |
| 2  | 0,5 – 1,0                     | 4,0 – 8,00                 | 4.000 – 8.000         |
| 3  | 1,0 – 1,5                     | 2,6 – 4,00                 | 2.600 – 4.000         |
| 4  | 1,5 – 2,0                     | 2,0 – 2,60                 | 2.000 – 2.600         |
| 5  | 2,0 – 2,5                     | 1,6 – 2,00                 | 1.600 – 2.000         |
| 6  | 2,5 – 3,0                     | 1,3 – 1,60                 | 1.300 – 1.600         |
| 7  | 3,0 – 3,5                     | 1,1 – 1,30                 | 1.100 – 1.300         |
| 8  | 3,5 – 4,0                     | 1,0 – 1,10                 | 1.000 – 1.100         |
| 9  | 4,0 – 4,5                     | 0,9 – 1,00                 | 900 – 1.000           |
| 10 | 4,5 – 5,0                     | 0,8 – 0,90                 | 800 – 900             |
| 11 | 5,0 – 5,5                     | 0,7 – 0,80                 | 700 – 800             |
| 12 | 5,5 – 6,0                     | 0,67 – 0,70                | 670 – 700             |
| 13 | 6,0 – 6,5                     | 0,62 – 0,66                | 620 – 660             |
| 14 | 6,5 – 7,0                     | 0,55 – 0,61                | 550 – 610             |
| 15 | 7,0 – 7,5                     | 0,53 – 0,55                | 530 – 550             |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011).

A metodologia da construção da carta de declividade consiste em traçar retas entre as curvas de nível da carta topográfica, medindo sua distância e assim estabelecer classes em porcentagem correspondentes a essas distâncias. De Biasi (1992) propõe classes de 3 em 3%, mas podendo ser adequadas a realidade da área de estudo.

A definição das classes de declividades poderá ter um caráter eminentemente particular, ou seja, o autor escolhe as classes que ele necessita para seu trabalho, mas, é recomendável que utilizemos o que já está estabelecido por lei para os diferentes usos e ocupação territorial. (De Biasi, 1992, p. 4).

Porém, essa classificação generalizaria a área que possui em sua grande maioria 3,0% de declividade, e declividade máxima de apenas 7,5%. Para tanto, fez-se necessário a utilização de uma “nova proposta” para que a área da bacia, correspondente a reserva CISALPINA criada e mantida pela Companhia Energética de São Paulo (CESP) que se encontra permanente alagada, representando 49,50% da área total da bacia, pudesse ser representada por uma classe, na qual, a mesma foi enquadrada na classe de 0, a 0,5%, de declividade.

Outra adaptação foi realizada em relação às retas traçadas para a definição das classes entre a delimitação da bacia em relação à primeira curva de nível. O critério utilizado foi o mesmo, porém, nas seções que não possuem cotas definidas mediu-se a distância entre as cotas e essas pela diferença do valor altimétrico entre as cotas. Exemplo: entre as cotas 377 e 373 estabeleceram-se as cotas 374, 375, 376, isso também foi atribuído segundo conhecimentos prévios do terreno com o auxílio de Global Positioning System (GPS). Os percentuais de declividade apontados pela carta clinográfica quando utilizada no planejamento ambiental direcionam os usos e ocupação do espaço, seja ele urbano ou agrícola.

Mario De Biasi e Herz (1989) (*apud* De Biasi, 1992), correlacionando com a legislação vigente, com a declividade representada em porcentagem, propõem os seguintes limites de uso.

<-5% - Limite urbano – industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e da EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S. A.  
5 – 12% - Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns adotam as cifras de 10% e/ou 13%. A

diferença é muito pequena, pois esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura. (CHIARINI e DONZELLI, 1973).

12 – 30% - O limite de 30% é definido por legislação federal – Lei 6766/79 – também chamada de Lei Lehmann, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.

30 – 47% - O Código Florestal, fixa o limite de 25° (47%), como limite de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas. Lei N.º 4771/65 de 15/09/65.

> 47% - O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa situada entre 25° (47%) a 45° (100%), "não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes". (DE BIASI 1992, p. 4 - 5).

Segundo Ferreira. (2000, et. al.)

A declividade é uma importante característica das terras, e que deve ser inventariada para fins de planejamento conservacionista, sendo o principal fator condicionador da capacidade de uso das terras agrícolas (Lepsch, 1983). As áreas quase planas, com até 2% de declividade, sobre as quais o escoamento superficial é lento e que oferecem poucos problemas quanto à erosão hídrica, exigem práticas simples de conservação. À medida que aumenta o grau de declive, aumentam também os riscos de erosão e a exigência de práticas conservacionistas em áreas cultivadas intensivamente. (Ferreira et. al. 2000, p.10)

Assim, no **quadro 1**, Ramalho Filho e Beek (1995) indicam uma metodologia de análise mais restritiva para área rural, em que acima de 3% de declividade já se apresentam algumas limitações de uso rural.

| Classes         | Declividade (%) | Classificação             | Facilidades na Ocupação Rural                                                                                                             |
|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Especial</b> | 0,0 – 0,1       | Área Alagada              | Aqüicultura                                                                                                                               |
| <b>A</b>        | 0,1 – 3,0       | Plano - Muito Suave       | Apto a qualquer uso agrícola                                                                                                              |
| <b>B</b>        | 3,0 – 6,0       | Muito Suave - Suave       | Depende da subclasse, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.                                  |
| <b>C</b>        | 6,0 – 9,0       | Suave - Suave Ondulado    | Restrita a agricultura, mas apta para agricultura moderna desde que use técnicas de manejo e conservação do solo.                         |
| <b>D</b>        | 9,0 – 12,0      | Suave Ondulado - Ondulado | Susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo. Permite pastoreio, reflorestamento e a manutenção da vegetação natural. |
| <b>E</b>        | > – 12,0        | Ondulado - Forte Ondulado | Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original.                                                                       |

**Quadro 1** – Graus de Limitação na ocupação Rural, Segundo a Declividade da Área.

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011), adaptação da classificação de Ramalho Filho e Beek (1995).

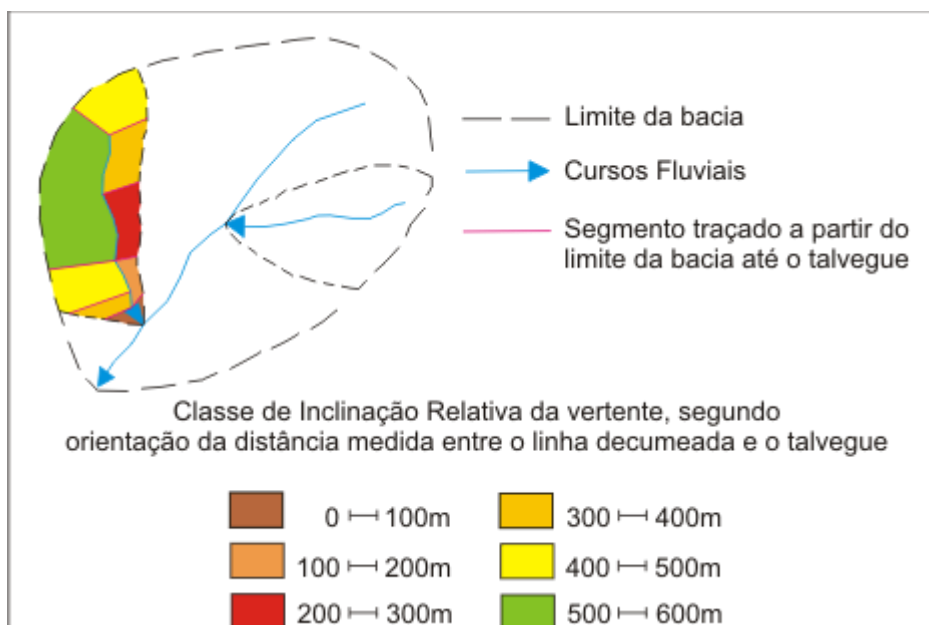
No entanto, a análise dos dados da bacia foi feita utilizando a proposta de Ramalho Filho e Beek (1995), pois a área urbana da bacia responde por apenas 1,05 % da área total da bacia, sendo assim 98,95% da bacia pertence a área rural.

#### **2.2.1.3 – Carta de Dissecação Horizontal**

Para elaboração dessa carta é necessário que se delimite as subacias de todos os segmentos que dão origem aos canais fluviais, sejam eles efêmeros, intermitentes ou perenes. Para isso necessitar-se-ia de pares de fotografia aérea, porém, como não foi possível o acesso a esses documentos, utilizou-se então a interpretação das curvas de nível no qual, chegou-se a um resultado bastante satisfatório, quando os mesmos foram comparados em campo. Esse documento foi construído seguindo recomendações, porém com adaptações, de Spiridonov (1981), na qual primeiramente identifica-se a máxima distância entre a linha de cumeada e o talvegue fluvial, com o objetivo de estabelecer a variação do referido parâmetro, posteriormente elabora-se as classes adaptando essa a medida da necessidade.

Em seguida, as áreas entre o talvegue e a linha de cumeada foram classificadas de acordo com a sua distância, por meio do uso do escalímetro, em que foram demarcadas as classes estabelecidas para a área de estudo. O uso do escalímetro facilita em muito o processo de elaboração desta carta (SILVA e PINTO, 2006).

A **figura 1** mostra o esboço da elaboração da carta de Dissecação Horizontal e a **tabela 2** as classes da Dissecação Horizontal.



**Figura 1** – Exemplo da metodologia para delimitação das sub-bacias, da medição da distância e da elaboração das classes de Dissecação Horizontal.

**Fonte:** GRECHIA, Luciano (2011), adaptado de Sato e Cunha (2007)

**Tabela 2** – Classes da carta de dissecação horizontal para a bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Nº | Classes de Dissecação Horizontal (m) | Distância na Carta |
|----|--------------------------------------|--------------------|
| 1  | 0 – 100                              | 0 – 0,1 cm         |
| 2  | 100 – 200                            | 0,1 – 0,2 cm       |
| 3  | 200 – 300                            | 0,2 – 0,3 cm       |
| 4  | 300 – 400                            | 0,3 – 0,4 cm       |
| 5  | 400 – 500                            | 0,4 – 0,5 cm       |
| 6  | 500 – 600                            | 0,5 – 0,6 cm       |
| 7  | 600 – 700                            | 0,6 – 0,7 cm       |
| 8  | 700 – 800                            | 0,7 – 0,8 cm       |
| 9  | 800 – 900                            | 0,8 – 0,9 cm       |
| 10 | 900 – 1.000                          | 0,9 – 1,0 cm       |
| 11 | 1.000 – 2.000                        | 1,0 – 2,0 cm       |
| 12 | 2.000 – 3.000                        | 2,0 – 3,0 cm       |
| 13 | 3.000 – 4.000                        | 3,0 – 4,0 cm       |
| 14 | 4.000 – 5.000                        | 4,0 – 5,0 cm       |
| 15 | 5.000 – 6.000                        | 5,0 – 6,0 cm       |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011), adaptação da classificação de Spiridonov (1981).

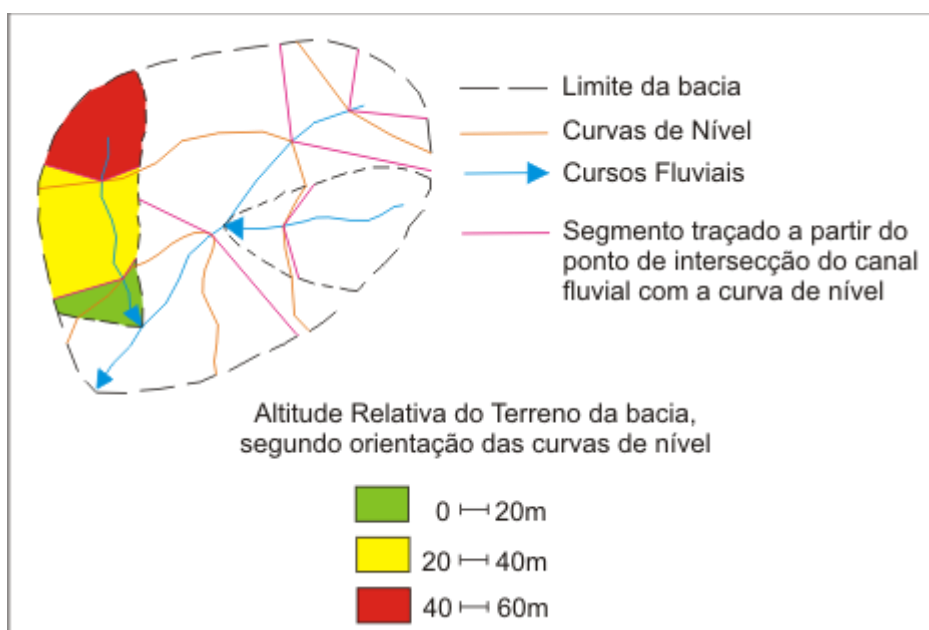
#### 2.2.1.4 – Carta de Dissecação Vertical

A carta de dissecação vertical segundo Cunha (2001), “tem como objetivo quantificar, em cada setor de cada sub-bacia hidrográfica, a altitude entre a linha de cumeada e o talvegue” (p.50). Para estabelecer as classes da carta de dissecação vertical foi adotada a proposta de Spiridonov (1981), onde o valor da equidistância

entre as curvas de nível retrata o desnível altimétrico, entre as classes. Foram feitas algumas adaptações em relação ao número de classes estabelecidas, como explica Sato e Cunha (2007).

Com base na delimitação dos canais, traça-se uma linha reta buscando a menor distância entre o ponto de intersecção da curva de nível no talvegue com o divisor de águas mais próximo. Este procedimento foi realizado em todas as intersecções. A seguir, para cada setor delimitado, classifica-se a altitude relativa dos terrenos de acordo com as classes estabelecidas, que devem seguir a eqüidistância das curvas de nível. (SATO e CUNHA, 2007, p. 8)

Com a orientação da carta base e as delimitações já estabelecidas pela carta de dissecação horizontal, a carta foi impressa e trabalhada de forma manual com auxílio do escalímetro definindo as menores distâncias entre o ponto de intersecção das curvas de nível com o talvegue, apresentado na **figura 2**.



**Figura 2** – Exemplo da metodologia para delimitação das subáreas, da mensuração da distância e da elaboração das classes da carta de Dissecação Vertical.

**Fonte:** GRECHIA, Luciano (2011), adaptação de Sato e Cunha (2007)

Após esse procedimento a carta foi novamente escaneada e digitalizada no AutoCAD-2011, foi refeita de forma digital e acrescentada à legenda, apresentada na **tabela 3**.

**Tabela 3** – Classes de dissecação vertical para a bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Nº | Classes de Dissecação Vertical | Cor na Carta |
|----|--------------------------------|--------------|
| 1  | 0 – 40                         | Verde        |
| 2  | 40 – 80                        | Amarelo      |
| 3  | 80 – 120                       | Vermelho     |
| 4  | 120 – 160                      | Marrom       |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011).

#### 2.2.1.5 – Carta de Energia Potencial do Relevo

A carta de energia potencial do relevo é um documento cartográfico de síntese construído a partir da combinação das informações extraídas das cartas Clinográfica, de Dissecação Horizontal e de Dissecação Vertical. Esse documento foi elaborado seguindo a proposta de Mendes (1993), e segundo a autora, a combinação dessas informações deve preconizar a região estudada. Dessa forma, foram estabelecidas oito classes, como expostas na **tabela 4**, que melhor se adequaram as classes das cartas anteriores.

**Tabela 4** – Agrupamento das cartas classes das cartas de declividade, dissecação horizontal e vertical para a bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Classe de Energia do Relevo | Declividade (%) | Dissecação Horizontal (m) | Dissecação Vertical (m) |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| Suavemente Suave            | 0 – 1           | > 5000                    | 0 – 40                  |
| Moderadamente Suave         | 1 – 2           | 3000 – 5000               | 40 – 80                 |
| Suave                       | 2 – 3           | 1000 – 3000               |                         |
| Suavemente Fraca            | 3 – 4           | 800 – 1000                |                         |
| Moderadamente Fraca         | 4 – 5           | 600 – 800                 | 80 – 120                |
| Fraca                       | 5 – 6           | 400 – 600                 | 120 – 160               |
| Suavemente Média            | 6 – 7           | 200 – 400                 |                         |
| Moderadamente Média         | > 7             | 0 – 200                   |                         |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011).

A combinação dos dados para elaboração da legenda da carta de energia do relevo segue critérios de análise das legendas anteriores, assim como na carta clinográfica entendida como documento base para elaboração dessa carta, as classes não passaram de 7,5% de declividade. Entendemos que a legenda deveria sofrer algumas alterações para se adequar a nossa realidade, sendo assim, foram criadas as classes apresentadas na **tabela 5**.

**Tabela 5:** Classes de energia potencial do relevo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| <b>Classes</b> | <b>Classe de Energia do Relevo</b> | <b>Distância Real (m)</b> | <b>Distância na Carta (cm)</b> |
|----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <b>1</b>       | <b>Suavemente Suave</b>            | > 5000                    | > 5,0                          |
| <b>2</b>       | <b>Moderadamente Suave</b>         | 3000 – 5000               | 3,0 – 5,0                      |
| <b>3</b>       | <b>Suave</b>                       | 1000 – 3000               | 1,0 – 3,0                      |
| <b>4</b>       | <b>Suavemente Fraca</b>            | 800 – 1000                | 0,8 – 1,0                      |
| <b>5</b>       | <b>Moderadamente Fraca</b>         | 600 – 800                 | 0,6 – 0,8                      |
| <b>6</b>       | <b>Fraca</b>                       | 400 – 600                 | 0,4 – 0,6                      |
| <b>7</b>       | <b>Suavemente Média</b>            | 200 – 400                 | 0,2 – 0,4                      |
| <b>8</b>       | <b>Moderadamente Média</b>         | 0 – 200                   | 0 – 0,2                        |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011).

Segundo esses critérios estabeleceram-se as cores para cada classe seguindo não apenas a questão estética, mas procurando harmonização entre as classes dessa carta com as demais.

## **2.2.2 – MORFOMETRIA E FLUVIOMETRIA DA BACIA**

### **2.2.2.1 – Morfometria da bacia**

A morfometria foi elaborada de acordo com a metodologia proposta por Christofolletti (1980), Jorge e Uehara, (1998) e Moreira; Pires Neto, (1998). As análises morfométricas são de grande importância na aplicação de técnicas apropriadas que visem à minimização de impactos gerados pelo uso e ocupação inadequado da área com riscos iminentes a população e ao comprometimento parcial ou de todo o sistema.

A análise de bacia hidrográfica teve início em 1945, com o engenheiro hidráulico Robert E. Horton e posteriormente com Arthur N. Strahler, como cita Christofolletti (1980).

A análise de bacia hidrográfica começou a apresentar caráter mais objetivo a partir de 1945, com a publicação do notável trabalho do engenheiro hidráulico Robert E. Horton, que procurou estabelecer as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias. A Horton cabe a primazia de efetuar a abordagem quantitativa das bacias de drenagem, e o seu estudo serviu de base para a nova concepção metodológica e originou inúmeras pesquisas por parte de vários seguidores. Não é justo que esqueça, na utilização e na expansão dessa nova perspectiva, da influência exercida por Arthur N. Strahler e dos seus colaboradores da Universidade de Colúmbia. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 106)



Com a carta base foi possível identificar a delimitação da bacia que auxiliaram na identificação dos índices apontados por Christofolleti (1980): *Índice de forma (IC)* e do *Índice entre o comprimento e a área da bacia (ICo)*, a rede de drenagem, que torna capaz a mensuração da hierarquia fluvial, a classificação genética e geométrica dos canais fluviais, o escoamento global, densidade de rios, densidade de drenagem e, através da interpretação das curvas de nível foi possível determinar o perfil longitudinal do canal e os perfis transversais da bacia, além de proporcionar mensurações de forma e disposição do relevo, dados importantes principalmente quando se estudam processos erosivos, já que a organização espacial dos canais é controlada pelas características geológicas e geomorfológicas da bacia, bem como da pedologia e da cobertura vegetal.

#### 2.2.2.1.1 – Índice de Circularidade (*Ic*)

Entre várias formas de caracterização da forma da bacia destaca-se o índice de circularidade (*Ic*) proposto por V.C.Miller, em 1953, (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, p.114). Índice definido pela fórmula

$$Ic = \frac{A}{Ac}$$

Onde: **Ic**: Índice de circularidade  
**A**: Área da bacia  
**Ac**: Área do círculo

Esse índice compara a área da bacia com a área de um círculo de mesmo perímetro, no qual o valor máximo a ser obtido é 1,0, e quanto maior o valor, mais próxima da forma circular estará a bacia de drenagem definido pela fórmula.

#### 2.2.2.1.2 – Índice entre o comprimento do canal e a área da bacia (*ICo*)

Esse índice é apresentado por Christofolleti (1980), é utilizado para interpretar tanto a forma quanto o processo de alargamento ou alongamento da bacia hidrográfica

A significação desse índice advém do fato de podermos utilizar figuras geométricas simples como ponto de referência. Quando o valor do *ICo* estiver próximo de 1,0, a bacia apresenta forma semelhante ao quadrado; quando o valor for inferior ao da unidade, a bacia apresenta forma alargada, e quanto maior for o valor, acima da unidade, mais alongada será a forma da bacia. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.115).

O Índice entre o comprimento e a área da bacia (**ICo**) pode ser obtido dividindo-se o diâmetro da bacia pela raiz quadrada da área, segundo a fórmula.

$$ICo = \frac{D_b}{\sqrt{A}}$$

Onde: **ICo**: Índice entre o comprimento e a área da bacia  
**A**: Área da bacia  
 $\sqrt{A}$ : Raiz quadrada da área

### 2.2.2.1.3 – Hierarquia Fluvial

A Hierarquia Fluvial consiste no processo de estabelecer a classificação de determinado curso d'água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra para facilitar os estudos morfométricos como: análise linear, areal, e hipsométrica sobre a bacia hidrográfica. Dentre as classificações existentes optou-se pela de Horton e Strahler (*apud* CRISTOFOLETTI, 1980, p.106)

Robert Elmer Horton, em 1945, propôs de modo mais completo os critérios de hierarquização fluvial, na qual classifica os cursos d'água dividindo-os em canais de primeira, segunda, terceira, quarta ordem, e assim sucessivamente.

Para Horton, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários, ou seja, correspondem diretamente as nascentes; os canais de segunda ordem, somente recebem tributários de primeira ordem; os canais de terceira ordem recebem tributários de primeira e segunda ordem; os canais de quarta ordem recebem tributários de ordens inferiores e assim sucessivamente. (*apud* CRISTOFOLETTI, 1980, p. 106 - 107).

Alguns anos mais tarde, em 1952, Arthur Newell Strahler propõem uma nova hierarquização que foi adotada por vários pesquisadores, julgando que a proposta de Horton não proporcionava decisões subjetivas.

Para Strahler, os menores canais, sem tributários, são considerados de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluente de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem com a confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das duas ordens inferiores. E assim sucessivamente. (*apud* CRISTOFOLETTI, 1980, p. 106 e 107).

Embora semelhantes os tipos de classificação, na classificação final da rede de drenagem Horton considera todo o canal principal como sendo o da ordem final estabelecida, já para Strahler, a classificação do canal principal vai se alterando à medida que tributários de ordens superiores vão se acoplando a ele.

#### 2.2.2.1.4 – Padrão de Drenagem

Segundo Christofoletti (1980, p. 103) “os Padrões de Drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região”, podendo ser classificado segundo seu escoamento global, geneticamente e geométricamente.

#### 2.2.2.1.5 – Classificação Genética dos Canais

Para Christofoletti, (1980, p.102-103) em sentido puramente descritivo, os rios individualmente podem ser classificados “considerando a linha geral do escoamento dos cursos de água em relação à inclinação das camadas geológicas”. Assim, os canais individualmente analisados tendem a mostrar-nos que tipo de inclinação ou até a formação geológica da área onde ele corre, podendo ser classificados como:

- i – *conseqüentes* são aqueles cujo curso foi determinado pela declividade da superfície terrestre, em geral coincidindo com a direção das camadas. Tais rios formam cursos de lineamento reto em direção a baixada, compondo uma drenagem paralela;
- ii – *subseqüentes* são aqueles cuja direção de fluxo é controlada pela estrutura rochosa, acompanhando sempre uma zona de fraqueza, tal como uma falha, junta, camada rochosa delgada ou facilmente erodível. Nas áreas sedimentares, correm perpendicularmente à inclinação principal das camadas;
- iii – *obseqüentes* são aqueles que correm em sentido inverso a inclinação das camadas ou a inclinação original dos rios conseqüente. Em geral, descem das escarpas até o rio subseqüentes;
- iv – *resseqüentes* são aqueles que fluem na mesma direção dos rios conseqüentes, mas nascem em nível mais baixo. Em geral, nascem no reverso de escarpas e fluem até desembocar em um subseqüente;
- v – *inseqüentes* estabelecem-se quando não há nenhuma razão aparente para seguirem uma orientação geral preestabelecida, isto é, quando nenhum controle da estrutura geológica se torna visível na disposição espacial da drenagem. Os rios correm de acordo com as particularidades da morfologia, em direções variadas. São comuns nas áreas onde a topografia

é plana e em áreas de homogeneidade litológica, como nas graníticas. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.102 - 103).

#### 2.2.2.1.6 – Classificação Geométrica dos Canais

Segundo Christofolletti (1980) ao se utilizar critérios geométricos para a análise da forma, na qual está disposta a rede de drenagem, pode-se identificar o terreno onde o canal está escoando. Essas drenagens podem ser classificadas como:

a) *drenagem dendrítica* – apresenta configuração em forma de “árvore”, e designa um padrão tipicamente desenvolvido em rochas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontais, formando ângulos agudos de gradação variada, mas sem chegar nunca a um ângulo reto.

Essa classificação de padrão de drenagem se subdivide em três: pinadas, subparalelas e anastomosados.

O padrão pinado apresenta-se como tributário paralelo e unindo-se ao rio principal em ângulos agudos. No tipo dendrítico subparalelo, os ângulos formados nas confluências dos rios subsidiários e principal são tão pequenos, fazendo ambas as categorias como simples paralelas. O padrão dendrítico anastomosado é característico das planícies de inundação, consistindo de canais que bifurcam e se confluem de maneira aleatória. (CHRISTOFOLETTI, 1980 p.103 - 105).

b) *drenagem treliça* - corresponde à drenagem, geralmente, disposta em estruturas falhadas, nas cristas anticlinais ou em estruturas sedimentares homoclinais, dando origem a drenagem composta de ângulos retos nas confluências dos canais.

c) *drenagem retangular* - essa configuração de drenagem reflete uma modificação da drenagem treliça, e é consequência da influência exercida pela falha ou pelo sistema de juntas ou de diáclases. A presença desse padrão está relacionada à composição diferente das camadas horizontais ou homoclinais. Essa denominação é devido aos canais correrem paralelamente uns aos outros, também é conhecida como *calda equina* ou *rabo da cavalo*. Esse tipo de formação se dá em áreas de vertentes com declividade acentuada ou controle estrutural, subdividindo-se em duas outras drenagens.

a) *drenagem retangular colinear*, quando os cursos de água assemelham-se à disposição geral, mas sem a regularidade da configuração paralela; b) *drenagem paralela colinear*, quando formada por cursos paralelos e alternativamente superficiais e subterrâneos, encontrado em áreas de rios intermitentes fluindo sobre materiais porosos e de lineamento aproximadamente retilíneo. (CRHISTOFOLETTI, 1980 p.105).

d) *drenagem radial* – apresenta-se como raios de uma roda saindo do centro para as partes exteriores. Esse tipo de drenagem divide-se em duas:

- *centrífuga*, quando as correntes são do tipo conseqüente e divergem a partir de um ponto ou área que se encontra em posição elevada, como as desenvolvidas em domos, cones vulcânicos, morros isolados e em outros tipos de estruturas isoladas de forma dômica;
- *centrípeta*, quando os rios convergem para um ponto ou área central, localizada em posição mais baixa, como as desenvolvidas em bacias sedimentares periclinais, crateras vulcânicas ou depressões topográficas. A configuração centrípeta é comum e sua designação pode ser aplicada a um grande conjunto de disposição em que a drenagem converge para um ponto comum. (CRHISTOFOLETTI, 1980 p.105).

e) *drenagem anelar* - esse tipo de drenagem se assemelha a anéis de dentro do tronco de uma árvore. São drenagens típicas de áreas dômicas profundamente entalhadas, em estruturas com camadas duras e frágeis onde as drenagens fluem pelas rochas menos resistentes.

f) *desarranjadas ou irregulares* - são aquelas que sofreram algum tipo de desorganização por bloqueio ou erosão, e ainda não conseguiu se reestruturar.

#### 2.2.2.1.7 – Escoamento Global

As redes de drenagens podem ser classificadas pelo escoamento global que segue critérios de onde se dá o deflúvio do canal. Essa classificação permite entendermos o sistema de maneira integrada, e os processos que ocorrem numa determinada bacia serão direcionados para outro sistema subsequente. Sendo assim, as bacias podem ser classificadas como:

- a) *exorreicas*, quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano, isso é, quando as bacias desembocam no nível marinho;
- b) *endorreicas*, quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando em lagos ou dissipando-as nas areias do deserto, ou perdendo-se nas depressões castiças;

- c) *arreicas*, quando não à nenhuma estruturação na bacia hidrográfica, como nas areias desérticas onde a precipitação é negligenciável a atividade dunária é intensa, obscurecendo as linhas e os padrões de drenagem;
- d) *criptorreicas*, quando as bacias são subterrâneas, como nas areias cársticas. A drenagem subterrânea acaba por surgir em fontes ou integrar-se em rios subaéreos. (CRHISTOFOLETTI, 1980 p.102).

#### 2.2.2.1.8 – Densidade de Rios

A densidade de rios ( $D_r$ ) é a relação entre o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Sua finalidade é comparar a frequência ou a quantidade de cursos d'água existentes na bacia delimitada, determinando assim a magnitude da mesma.

Esse cálculo é obtido pela divisão do número de canais ( $N$ ) pela área da bacia ( $A$ ), por meio da fórmula proposta por Robert. E. Horton (1945) (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, p.115), sendo:

$$D_r = \frac{N}{A}$$

Onde:  **$D_r$** : Densidade de rios  
 **$N$** : Número de canais  
 **$A$** : Área da bacia

#### 2.2.2.1.9 – Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem ( $D_d$ ) consiste na relação do comprimento total dos canais de escoamento ( $L_t$ ) com a área ( $A$ ) da bacia. Para contabilizar o comprimento de todos os canais da bacia fez-se uso da ferramenta PROPERTIES do AutoCAD 2011. Assim aplicou-se os valores à fórmula proposta por Horton (1945), (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, p.115-116), na qual:

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

Onde:  **$D_d$** : Densidade de drenagem  
 **$L_t$** : Comprimento total dos canais  
 **$A$** : Área da bacia

O **quadro 2** abaixo foi elaborado por Beltrame (1994) apresenta uma classificação e suas respectivas simbologias para valores obtidos após a aplicação da fórmula de densidade de drenagem.

| VALORES DA (Dd) em (Km/km <sup>2</sup> ) | QUALIFICAÇÃO DA (Dd) | SÍMBOLO |
|------------------------------------------|----------------------|---------|
| Menor que 0,50                           | Baixa                | DD1     |
| de 0,50 a 2,00                           | Mediana              | DD2     |
| De 2,01 a 3,50                           | Alta                 | DD3     |
| Maior que 3,50                           | Muito Alta           | DD4     |

**Quadro 2** – Classificação dos Valores de Densidade de Drenagem e Simbologia Respetiva.

**Fonte:** BELTRAME (1994, p. 84).

A partir da avaliação da densidade de drenagem pode se conhecer o potencial da bacia, o que consecutivamente nos conduzirá aos pontos mais ou menos críticos em relação aos processos erosivos na esculturação dos canais. Em geral, terrenos relativamente impermeáveis apresentam densa rede de drenagem, enquanto que os mais permeáveis possuem densidade menor.

Segundo Christofolletti (1980):

O cálculo da densidade da drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais da bacia de drenagem. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.116)

#### 2.2.2.1.10 – Classificação da Morfologia

O relevo de uma bacia hidrográfica exerce grande influência sobre a velocidade do escoamento das águas afetando, portanto, o tempo que a água da chuva leva para concentrar-se no leito do canal, constituindo assim a rede de drenagem da bacia.

As curvas de nível são uma representação gráfica do relevo médio da bacia e indicam as variações do relevo com base no nível do mar. Assim, a interpretação das curvas de nível torna-se de grande importância principalmente quando se estudam processos erosivos, já que a organização espacial dos canais é controlada pelas características geológicas e geomorfológicas desta bacia (JORGE; UEHARA, 1998).

#### 2.2.2.1.11 – Perfil Longitudinal

Segundo Christofolletti (1980), “o perfil longitudinal de um rio mostra a sua declividade ou gradiente, sendo a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento de determinado curso de água da bacia permite a identificação visual de sua declividade, comparando a altimetria e o comprimento do canal principal.” Ainda para o mesmo autor, o perfil longitudinal resulta do trabalho que o rio executa para manter o equilíbrio entre a capacidade e a competência de um lado, com a quantidade e o calibre da carga detrítica de outro, através de toda a sua extensão. Segundo Leopold, Wolman e Miller (1964, p. 251), o perfil longitudinal é dependente, sendo controlado pelas seguintes variáveis: débito, carga detrítica fornecida ao canal, tamanho dos detritos, resistência ao fluxo, velocidade, largura, profundidade e declividade.

#### **2.2.2.1.12 – Perfis Transversais**

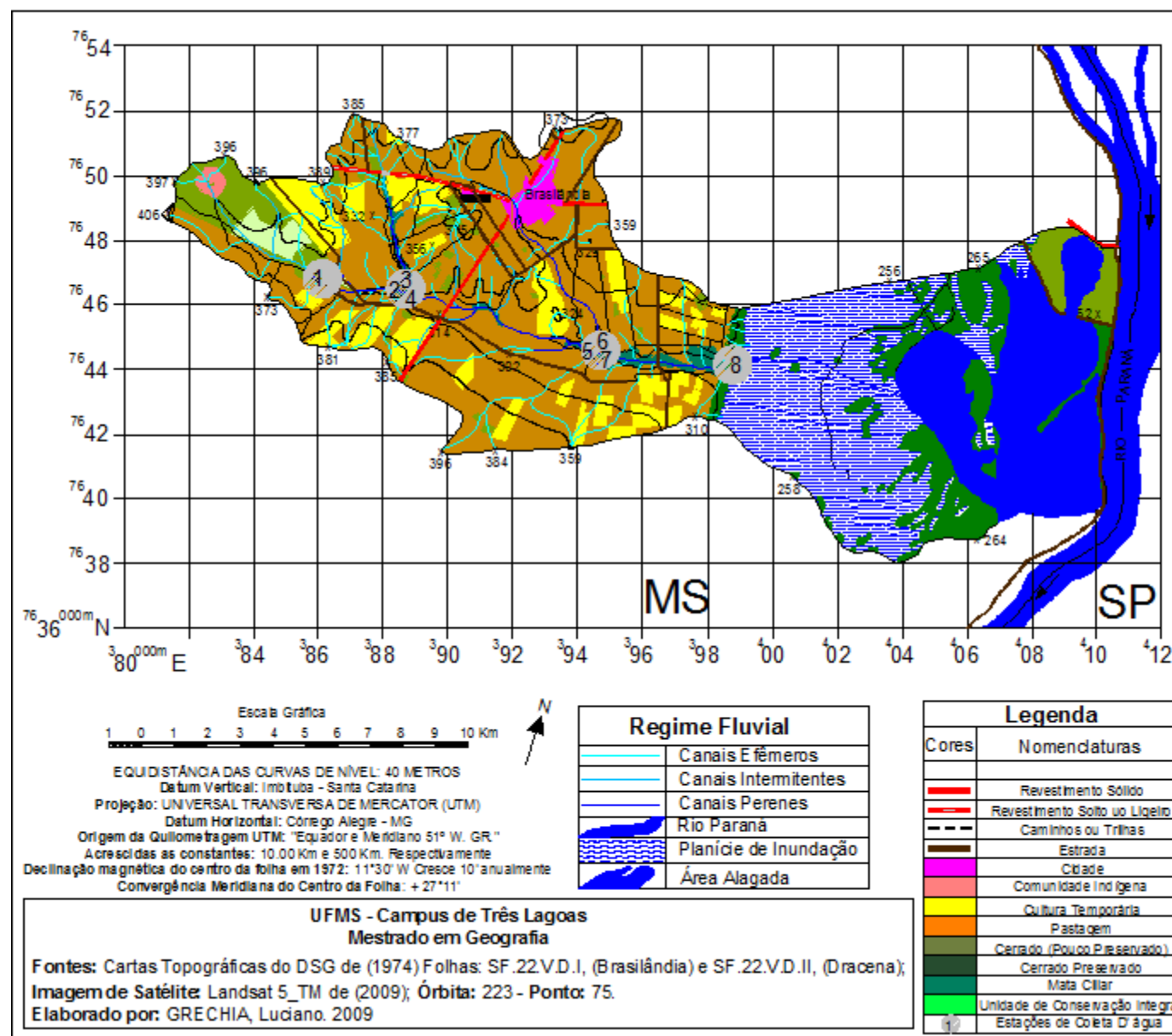
Outro aspecto fundamental na geometria do canal consiste em verificar as variações apresentadas pelas variáveis geométricas ao longo do canal, cuja análise se processa pela comparação das características observadas em diversas seções transversais (CHRISTOFOLETTI, 1976).

Os perfis transversais de um canal devem ser efetuados em diferentes seções do canal, isso permite a identificação da largura, profundidade do canal e a velocidade da água, que sofrem modificações ao longo de toda a extensão do canal. Lançando mão dos princípios indicados dos perfis transversais foram elaborados perfis transversais entre a vertente da margem direita para a vertente da margem esquerda da bacia em relação ao curso fluvial, para que possa visualizar a disposição das vertentes e o fundo de vale nas seções.

#### **2.2.2.2 – Análise Fluviométrica da Bacia**

Para mensuração da fluviometria da bacia foram monitorados, sempre na metade de cada estação do ano, desde o verão de 2009 a primavera de 2010, oito estações amostrais, **figura 3 e tabela 6**, da qual foram coletados dados nas 25 campanhas a campo. Como metodologias de análise foram utilizadas as propostas de Christofolletti (1980); Pinto *et. al.* (2010).





**Figura 3 - Localização das estações de coletas d' água na bacia do córrego Bom Jardim, Brasília/MS**

**Tabela 6 – Localização das estações de monitoramento d'água na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.**

| Estações de Coleta | Coordenadas Geográficas | Localização na bacia     | Ponto de referência                      |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------------|
|                    |                         |                          |                                          |
| 1                  | 21° 16' 715" S          | Córrego Bom Jardim       | Final da reserva indígena Ofaié-Xavante  |
|                    | 52° 05' 837" W          |                          |                                          |
| 2                  | 21° 16' 868" S          | Córrego Bom Jardim       | Antes da foz do córrego Sete de Setembro |
|                    | 52° 02' 394" W          |                          |                                          |
| 3                  | 21° 16' 846" S          | Córrego Sete de Setembro | Foz do córrego Sete de Setembro          |
|                    | 52° 04' 378" W          |                          |                                          |
| 4                  | 21° 16' 863" S          | Córrego Bom Jardim       | Após a foz do córrego Sete de Setembro   |
|                    | 52° 04' 375" W          |                          |                                          |
| 5                  | 21° 17' 950" S          | Córrego Bom Jardim       | Antes da foz do córrego Aviação          |
|                    | 52° 00' 892" W          |                          |                                          |
| 6                  | 21° 17' 944" S          | Córrego Aviação          | Foz do córrego Aviação                   |
|                    | 52° 00' 884" W          |                          |                                          |
| 7                  | 21° 17' 940" S          | Córrego Bom Jardim       | Após a foz do córrego Aviação            |
|                    | 52° 00' 879" W          |                          |                                          |
| 8                  | 21° 18' 203" S          | Córrego Bom Jardim       | Divisa com a RPPN – Cisalpina            |
|                    | 51° 58' 614" W          |                          |                                          |

Elaborado por: OLIVEIRA, Gustavo (2011)

#### 2.2.2.2.1 – Velocidade e Vazão

Nas oito estações de monitoramento estacional (Primavera, Verão, Outono e Inverno) foi realizado o cálculo da área da seção de coleta e verificado a velocidade do fluxo d'água na seção, com o uso do molinete – Medidor de Fluxo Global (FP 101 – GLOBAL FLOW PROBE) – que dá automaticamente a velocidade. Assim foi possível calcular a vazão, resultado obtido pelo cálculo da área em relação a velocidade do fluxo de água, tendo em vista que maior vazão corresponde a maior fluxo d'água.

A vazão de um canal fluvial é muito variável, dependendo exclusivamente do comportamento sazonal das precipitações ao longo de um ano e podendo variar também de ano para ano. (JORGE; UEHARA 1998, p. 104)

#### 2.2.2.2.2 – Competência de Transporte Fluvial

A competência fluvial pode ser demonstrada pela carga de sedimento dos cursos de água que representam a ação erosiva que as águas exercem sobre todo o entorno da bacia e no fundo dos leitos.

Christofolletti (1981) salienta que o modo de utilização realizada nas áreas drenadas pela bacia hidrográfica repercute diretamente na composição química das águas, sendo que os dejetos, detritos e poluentes lançados pelas áreas urbanas e industriais causam modificações acentuadas na concentração de matéria dissolvida, repercutindo no balanço biológico das águas, nos processos de corrosão e nos de sedimentação.

A carga do leito do rio é composta por partículas de granulometria maior, como as areias e cascalhos que são transportadas através da saltitação, deslizamento ou rolamento na superfície do leito.

Para as coletas em campo de sedimento em suspensão nas oito estações selecionadas ao longo do canal principal do Bom Jardim e na foz de seus principais afluentes, utilizaram-se frascos plásticos de 500 ml, os quais foram introduzidos nas áreas de maior velocidade do canal, até o fundo, sem que este afundasse no leito arenoso, para receber o fluxo de fundo e os sedimentos em rolamento, saltitação e em suspensão.

Para a mensuração do sedimento em suspensão, inicialmente pesa-se em balança analítica de precisão – Bel UM ark as membranas filtrantes – de 4,7 microns de espessura, em estér de celulose. Em seguida os frascos são agitados e colocados 100 ml no conjunto de filtração - bomba à vácuo Tecnal TE 058. Após esses procedimentos iniciais colocam-se os filtros na estufa de secagem MR 04ES por 24 horas a 60°C. Para finalizar o procedimento os filtros são pesados novamente e comparados com seus pesos iniciais, esses são convertidos em metros cúbicos m<sup>3</sup> para calcular os valores de transporte correspondentes as vazões nas estações de coleta.

### **2.2.3 – Geologia da Bacia**

No contexto geotectônico o eixo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim marca a posição de um alinhamento regional paralelo ao Mega Alinhamento Guapiara, reconhecido por Riccomini (1997) como um dos mais extensos marcos tectônico brasileiros. Com o mesmo padrão direcional da referida estrutura, (SE-NW), a região do Alto Paraná abriga também cerca de 200 km a nordeste, o Alinhamento Rio Tietê. (LORENZ SILVA, et. al. 2003).

Salun *et. al.* (2010) afirma que:

Na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, ocorrem depósitos arenosos quaternários descontínuos sobre as rochas da Bacia Bauru e da Formação Serra Geral. Esses depósitos são referidos na literatura como solos, depósitos eluviais, formações superficiais, Formação Paranavaí, Formação Piquerobi e Formação Cachoeirinha. (Sallun et. al., 2010 p. 312).

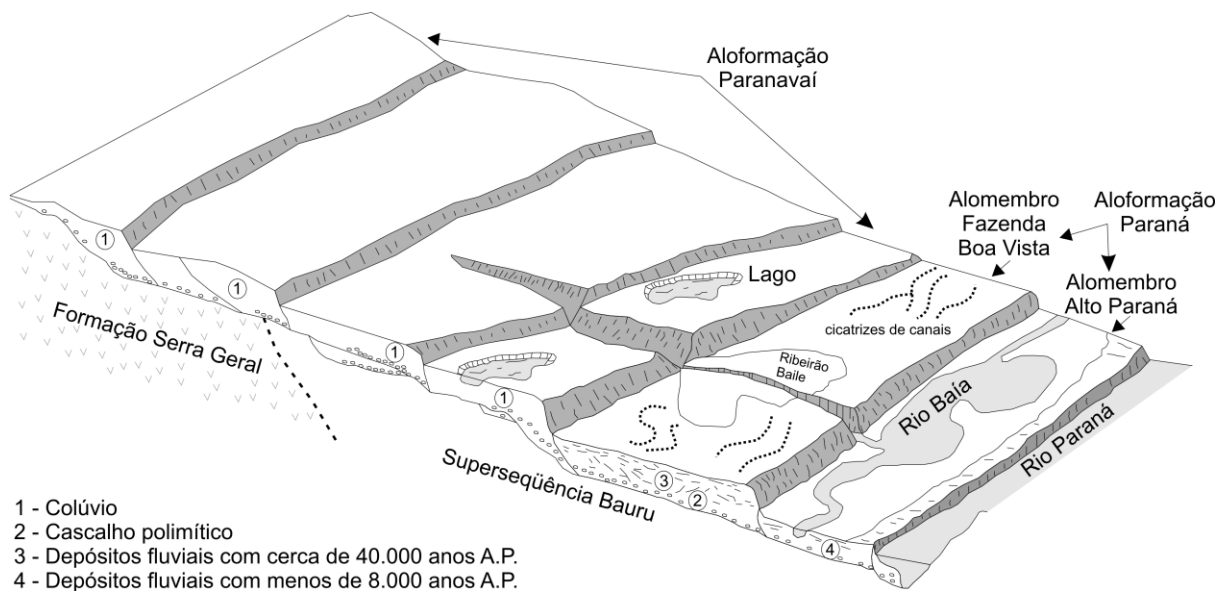
Os depósitos quaternários superpostos às rochas mesozóicas na bacia hidrográfica do Alto Rio Paraná representam a sedimentação em diversos compartimentos geomorfológicos desta bacia, esses depósitos são ainda relativamente pouco conhecidos, e genericamente agrupados como coluviais e aluviais. Porém, esses depósitos sedimentares são correlativos de importantes fases de evolução geológica cenozóica que marcou profundamente a paisagem atual. (Sallun et. al. 2007).

A bacia do córrego Bom Jardim está contida na supersequência do Grupo Bauru, que segundo Soares *et. al.* (1990) (*apud* PINTO, 2007) divide-se nas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília, respectivamente, da base para o topo. Nos limites da bacia são encontrados a formação Caiuá e Santo Anastácio, recobertas pela Aloformação Paranavaí, no alto em médio curso, que corresponde a área agricultável da bacia, e pela Aloformação Paraná formado por terraços de origem fluvial associados à paleodrenagem, na área que corresponde a várzea da reserva Cisalpina, caracterizado por deposição de sedimentos colúvios aviolares datados do pleistoceno superior, como Sallun *et. al.* destaca nas **figuras 4 e 5**.

| Eon         | Era       | Período  | Época       | Estágio      | Idade (Ma)        | ALOESTRATIGRAFIA                                                                                                               |
|-------------|-----------|----------|-------------|--------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fanerozoico | Cenozoico | Neógeno  | Pleistoceno | Superior     | Holoceno<br>0,011 | Alomembro Alto Paraná<br>Alomembro Rio do Peixe<br>Alomembro Paranapanema<br>Alomembro Fazenda Boa Vista<br>ALOFORMAÇÃO PARANÁ |
|             |           |          |             | Médio        | 0,126             | ALOFORMAÇÃO PARANAVAÍ                                                                                                          |
|             |           |          |             | Quaternário  | 0,781             |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Inferior     | 1,806             |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Gelasiano    | 2,588             | SUPERSEQUÊNCIA BAURU                                                                                                           |
|             | Mesozóico | Cretáceo | Superior    | Campaniano   | 70,6              |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Santoniano   | 83,5              |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Coniaciano   | 85,8              |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Turoniano    | 89,3              |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Cenomaniano  | 93,5              |                                                                                                                                |
|             |           |          |             |              | 99,6              |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Albiano      | 112               |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Aptiano      | 125               |                                                                                                                                |
|             |           |          | Inferior    | Barreniano   | 130               | FORMAÇÃO SERRA GERAL                                                                                                           |
|             |           |          |             | Hauteriano   | 136,4             |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Valanginiano | 140,2             |                                                                                                                                |
|             |           |          |             | Berriasiano  | 145,5             |                                                                                                                                |

**Figura 4** - Proposta de classificação aloestratigráfica para os depósitos colúvies e alúvies quaternários da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraná reunidos no Alogrupo Alto Rio Paraná.

**Fonte:** Sallun et al (2007, p. 63)



**Figura 5** – Bloco-Diagrama com o esboço do terraceamento da região do Alto Paraná segundo Stevaux et. al. (2004).

**Fonte:** Sallun et. al. (2007, p. 63)

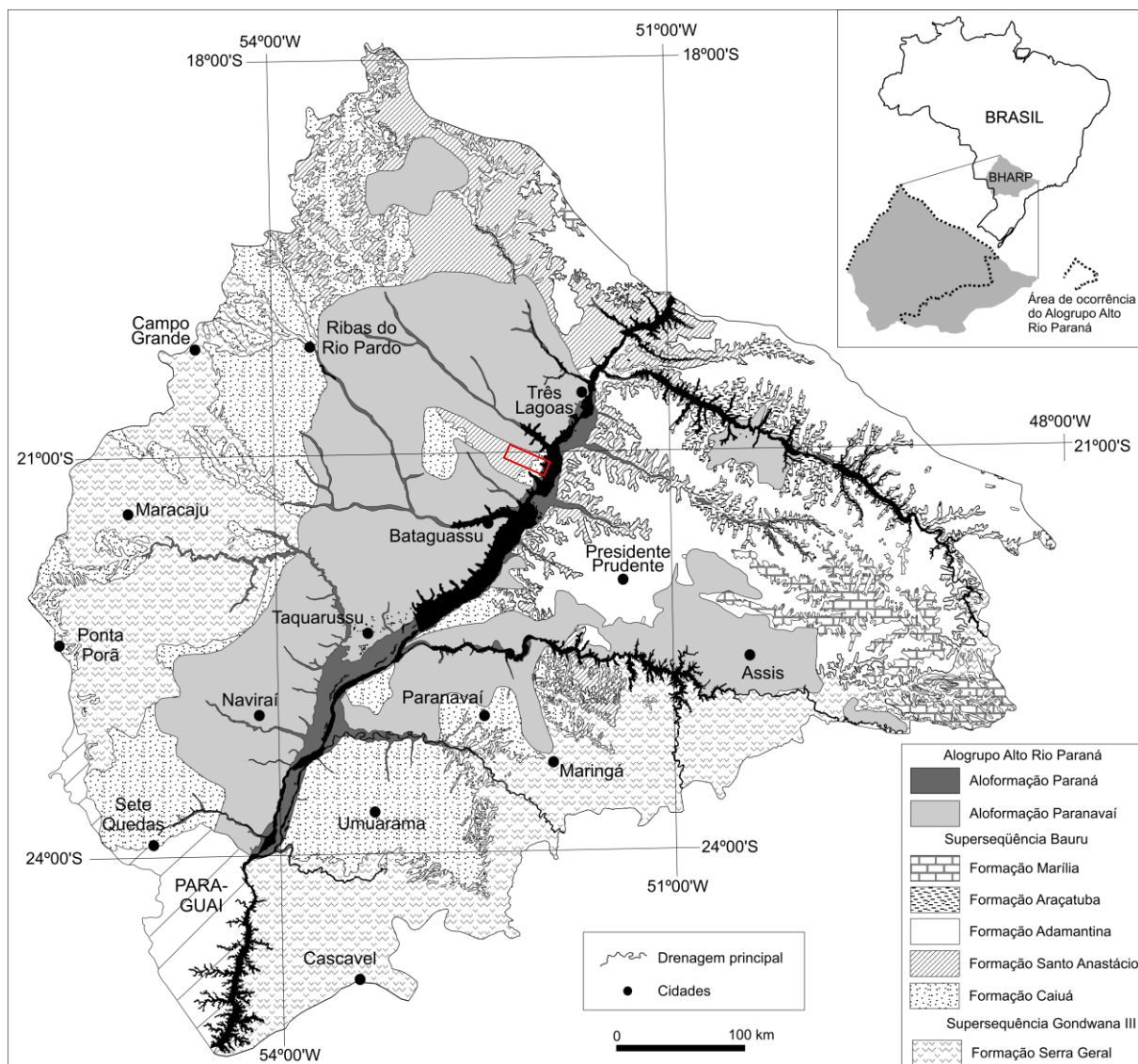
A Formação Caiuá, em subsuperfície, caracteriza-se pela presença de um pacote predominantemente psamítico, constituído de arenitos vermelho-vinho a

marrom acastanhados, composto por grãos de quartzo, de granulometria variando de muito fina a média, grãos com boa esfericidade cobertos por película ferruginosa, subarredondados, em geral pouco argilosos, localmente calcíferos, podendo apresentar em sua porção basal, próximo ao contato com os basaltos Serra Geral, arenitos sílticos, marrom avermelhados, médios, calcíferos. (DE PAULA; SILVA et. al. 2005, p. 79)

A formação Santo Anastácio sucede da formação Caiuá um pacote de origem fluvial. Em sua parte inferior destaca-se um arenito cinza-pardo, vermelho-arroxeadado ou creme, encontrando-se sempre envolto por uma película limonitizada. A granulação é predominantemente fina, esporadicamente média e grosseira, mostrando a presença de um cimento síltico e carbonático, que gradativamente vai aumentando; detectam-se sempre tênues intercalações síltico-argilosas tornando-se mais espessas para cima. Em sua camada superior apresenta arenito fino a médio, com predominância de terrenos arenosos em detrimento de constituintes pelíticos de coloração marrom-avermelhado ou pardacento, de seleção média com cimento silicoso e carbonático mais freqüente. (Atlas Multirreferencial de Mato Grosso do Sul, 1990, p. 11).

As formações do Alogrupo Rio Paraná correspondem a Aloformação Alto Paraná na foz do canal fluvial do Bom Jardim na reserva Cisalpina e a Aloformação Paranavaí, que compreende a área agricultável da bacia do córrego Bom Jardim. A Aloformação Paranavaí é constituída por sedimentos com maior contribuição de areia fina a silte grosso (Sallun; Suguio, 2006; Sallun et. al., 2008), onde abrigam Latossolos Vermelhos que ocorrem no oeste paulista, às margens dos rios Paraná e Paranapanema, noroeste do Paraná e centro-leste do Mato Grosso do Sul, cuja principal característica é a grande profundidade, homogeneidade, boa drenagem e significativa presença de óxidos de ferro. (Sallun et. a./, 2010 p. 313).

A **figura 6** mostra a disposição das formações geológicas da região.



**Figura 6** – Embasamento da Aloformação Paranavaí, e destaque da localização da bacia do córrego Bom Jardim, no município de Brasilândia/MS.

**Fonte:** Adaptado de Sallun et. al. (2007, p. 64)

#### 2.2.4 – Granulometria e Análise Textural das Amostras de Solos da Bacia

Para a análise granulométrica, foi realizado em campo a limpeza de barrancos ao longo das estradas e dentro de feições erosivas dando origem aos perfis desolo a serem analisado. Inicialmente após a limpeza, os perfis foram fotografados e feitos teste de textura desse solo, por meio do grau de penetração da ponta de uma faca. Em seguida foram recolhidos amostras desse solo nas caixas do pedamostrador, que comporta 44 caixas de  $64\text{cm}^3$ , ou seja, 64ml cada, apresentado na **figura 7**. As coletas das amostras foram selecionadas de acordo

com as mudanças apresentadas nos horizontes do solo, sobretudo segundo as mudanças na coloração dos horizontes.



**Figura 7** – Pedocomparador, com algumas amostras de solos da Bacia.

Após a coleta em campo, iniciou-se o processo de análise realizado no laboratório de geologia LABGEO/DCN (UFMS/CPTL) sob a orientação do Prof. Dr. José Luiz Lorenz Silva. No laboratório foram separados e pesados um volume padrão para cada amostra de solo, sendo esse de 20ml. O valor do peso dividido pelo volume deu origem a de densidade da amostra. A densidade da amostra subtraindo a densidade do quartzo (2,65), mineral resistato e predominante nas amostras, deu origem ao Índice de Orgânicos e Leves (I.O.L.). Esse índice foi preconizado por Lorenz Silva (2003). O valor obtido foi considerado proporcional ao conteúdo orgânico presente na amostra sob análise. Valores negativos de IOL são indicativos da presença de minerais mais pesados do que o quartzo.

A granulometria foi obtida a partir do peneiramento do volume de 20ml das amostras de solo, onde cada amostra foi manualmente destorrada do Grau Pistilo, e em seguida passado simultaneamente pelo jogo de peneiras contendo duas malhas (2,0mm e 0,062mm) e a base. O material retido na primeira peneira com malha de 2,0mm, corresponde aos grânulos de das rochas que originaram tais solos, sendo em sua grande maioria grãos de quartzo; o material retido na segunda peneira com malha de 0,062mm, corresponde às areias com fração arenosa, e o material retido na base corresponde à fração fina composta por grãos de silte e argila. O material retido em cada peneira foi pesado e atribuído uma porcentagem



em relação à amostra. As **figuras 8, 9, 10 e 11** mostram os materiais usados em laboratório.



**Figura 8 – Copo de Becker de 500 ml**



**Figura 9 – Placa de Petry e Balança de Precisão**



**Figura 10 – Grau Pistilo**



**Figura 11 – Peneiras 0,062, 2 mm e base**

Em laboratório foram realizadas também análises colorimétricas como o auxílio da tabela de Munsell.

Segundo Botelho et. al. (2006).

A cor é uma das mais importantes características do solo, sendo considerada na sua identificação e na sua descrição no campo, além de ser um atributo diferencial para muitas classes de solos nos sistemas de classificação. A matéria orgânica e os óxidos de ferro são os principais agentes responsáveis pela cor dos solos (BOTELHO et. al. 2006, p. 1179)

Ainda para o mesmo autor.

A presença de matéria orgânica o solo apresenta coloração escura aos horizontes superficiais e em A matéria orgânica confere cor escura aos horizontes superficiais e em alguns horizontes subsuperficiais (iluviação). Cores vermelhas, amarelas e brunadas são atribuídas à presença de óxidos de ferro, enquanto a presença de cores acinzentadas está relacionada aos ambientes de redução e remoção dos óxidos de ferro, em condições

hidromórficas. Cores avermelhadas são atribuídas à presença de hematita e índices de avermelhamento são propostos para quantificar este óxido de ferro em solos (BARRON; TORRENT, 1986). Solos ricos em quartzo e pobres em matéria orgânica e óxidos de ferro apresentam cores claras e esbranquiçadas (AZEVEDO; DALMOLIN, 2004) (BOTELHO et. al. 2006, p. 1180)

A coloração foi determinada em laboratório comparando uma porção do solo seco com as cores apresentadas na tabela de Munsell.

## **2.2.5 – CARTAS DE USO, OCUPAÇÃO DA TERRA E DISPOSIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DA BACIA DO CÓRREGO BOM JARDIM**

A visualização, em diferentes momentos da forma de uso, ocupação e disposição da cobertura vegetal de um determinado lugar auxilia na interpretação de processos pretéritos que geraram a configuração atual da paisagem, buscando associar os sistemas integrados na formação dessas. Nesse sentido, os documentos cartográficos elaborados propõem demonstrar a “evolução” da forma de uso, ocupação e disposição da cobertura vegetal, tendo em vista que a classificação não pode ser considerada como certa ou errada, mas sim adequada, ou significativa, sujeita a inadequações como descrita no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006). Em função disso Diniz (1984 *apiud* IBGE, 2006) enfatiza que “as classificações só podem ser julgadas na esfera do adequado – inadequado significativa – não-significativa, e jamais na do certo e errado”. (IBGE – *Manual Técnico de Uso da Terra*, 2006 p. 35)

Assim, para a análise do uso, ocupação da terra e disposição da vegetação da bacia do córrego Bom Jardim foram elaboradas duas cartas. A primeira produzida com base nas cartas topográficas do Departamento de Serviço Geográfico – DSG, Folhas: SF.22.V.D.I, (Brasilândia) e SF.22.V.D.II, (Dracena). As fotografias aéreas que originaram as cartas impressas em 1974 são do ano de 1967 (carta de Brasilândia) e do ano de 1965 (carta de Dracena) ambas na escala 1: 60.000. Assim, utilizou-se o ano de impressão como ano de referência na carta de uso, ocupação da terra e disposição da cobertura vegetal da bacia. As cartas foram digitalizadas e trabalhadas em ambiente do software AutoCAD 2008. A segunda carta foi construída com base na imagem de satélite Landsat 5\_TM de agosto de

2009, órbita: 223 - ponto: 75, trabalhadas inicialmente no software Spring 5.1.6, e posteriormente finalizada no AutoCAD-2008, utilizando também, quando relevante, as informações das cartas topográficas.

Os documentos elaborados junto às cartas de energia do relevo e as demais análises deram a visão geral das áreas que necessitam de maior atenção quanto à vulnerabilidade erosiva, caracterizada principalmente pelo poder das águas pluviais, associados a fragilidade do solo, reduzida cobertura vegetal nativa e ao uso, ocupação e manejo inadequados, tanto as margens dos canais fluviais como ao longo de toda a vertente da bacia.

## **2.2.6 – CARTA DE ATRIBUTOS GEOMORFOLÓGICOS**

Segundo Troppmair (1970 apud Carrijo, 2003) desde o começo do século XX se tem a necessidade de um documento cartográfico que retrate o relevo, pois as cartas topográficas só dispunham de dados altimétricos, sem dar ao leitor a noção de declividade e da formas das vertentes.

Várias são as propostas de construção desse tipo de documento tendo em vista que não há um padrão mundial, porém as mais difundidas são as do sistema francês, preconizado por Tricart (1965 apud Cunha et. al., 2003) que trabalha na confecção de cartas com o emprego de “elementos” denominados “porções indivisíveis” e cuja reunião compõe as formas, e o sistema alemão que baseia-se nos estudos de Kugler, que fundamenta-se nas “formas” do relevo e busca “expressar o aspecto, tamanho, ocorrência e dureza petrográfica”. (CARRIJO, 2003, p.45).

Segundo Troppmair (1970 apud Carrijo, 2003), na verdade deve-se buscar uma adequação às necessidades de cada estudo.

Cabe a cada geomorfólogo a tarefa de escolher, após uma análise criteriosa, o sistema ou a combinação de sistemas (procurando aproveitar o que há de melhor em cada um) que tenha maior aplicabilidade, não somente para ele, mas para todos que lidam com a geomorfologia.” Troppmair (1970 apud CARRIJO, 2003 p.45).

Portanto, a carta de atributos geomorfológicos foi elaborada segundo a proposta do Centro de Geografia Aplicada de Strasbourg, França (Tricart, 1965 apud

CUNHA *et al.*, 2003 p. 2) que enfatiza a importância de se mapear as formações superficiais, interpretando tanto o grau de resistência destas, como da litologia que as sustentam.

Segundo Tricart (1975).

As cartas geomorfológicas detalhadas devem fornecer uma análise de todos os elementos do relevo, constituindo-se em um documento complexo que gera difíceis problemas cartográficos a serem resolvidos, os quais devem-se, em grande parte, à necessidade de sobreposição de símbolos e cores. Tricart (1975 apud CUNHA *et. al.*, 2003).

Tricart (1965 apud CUNHA *et. al.*, 2003) sugere que a construção de tal documento cartográfico vise representar os dados geomorfológicos mapeados sobre a base cartográfica digital. O autor considera necessário que contenham quatro tipos de informação:

1. *Morfometria* – que pode ser representada, segundo o autor (op. cit.), por um fundo topográfico que contenha as drenagens e curvas de nível. Podem ainda ser acrescentados outros dados como declividade das vertentes, hierarquia da rede de drenagem, altura das bordas de terraços, de cornijas ou rebordos erosivos, desde que estes dados não prejudiquem a legibilidade da carta.

2. *Morfografia* – identificada através dos diversos símbolos que localizam e espacializam as formas de relevo representando a extensão destas. Estes símbolos devem já transmitir a noção dos processos que deram origem a tais formas.

3. *Morfogênese* – os símbolos que representam as formas devem trazer embutidas sua origem, a fim de tornar distinguíveis os processos morfogenéticos atuantes na área. Pretende-se elaborar a legenda através do agrupamento dos símbolos em grandes grupos de modelados, conforme a proposta do autor (op. cit.).

4. *Cronologia* – deve representar em que momento da história morfogenética da região as formas ou o conjunto destas se desenvolveram. Tal representação pode ser elaborada através do uso de cores. Este tipo de informação, segundo Tricart (1965), constitui-se no de mais difícil obtenção, assim como no mais complexo e de difícil precisão na cartografia geomorfológica.

Além destes dados, Tricart (1965) recomenda como essencial a representação, nas cartas geomorfológicas, dos dados referentes ao arcabouço estrutural que podem ser mapeados em dois níveis:

a) Feições estruturais – representadas através de símbolos, como as falhas e o front cuneiforme;

b) Dados litológicos – representados por tramas coloridas, sendo as litologias mais resistentes indicadas por cores compactas e as menos resistentes por tramas coloridas cada vez mais espaçadas de acordo com o grau de incoerência do material.

Essa proposta foi organizada **quadro 3**, para melhor entendimento

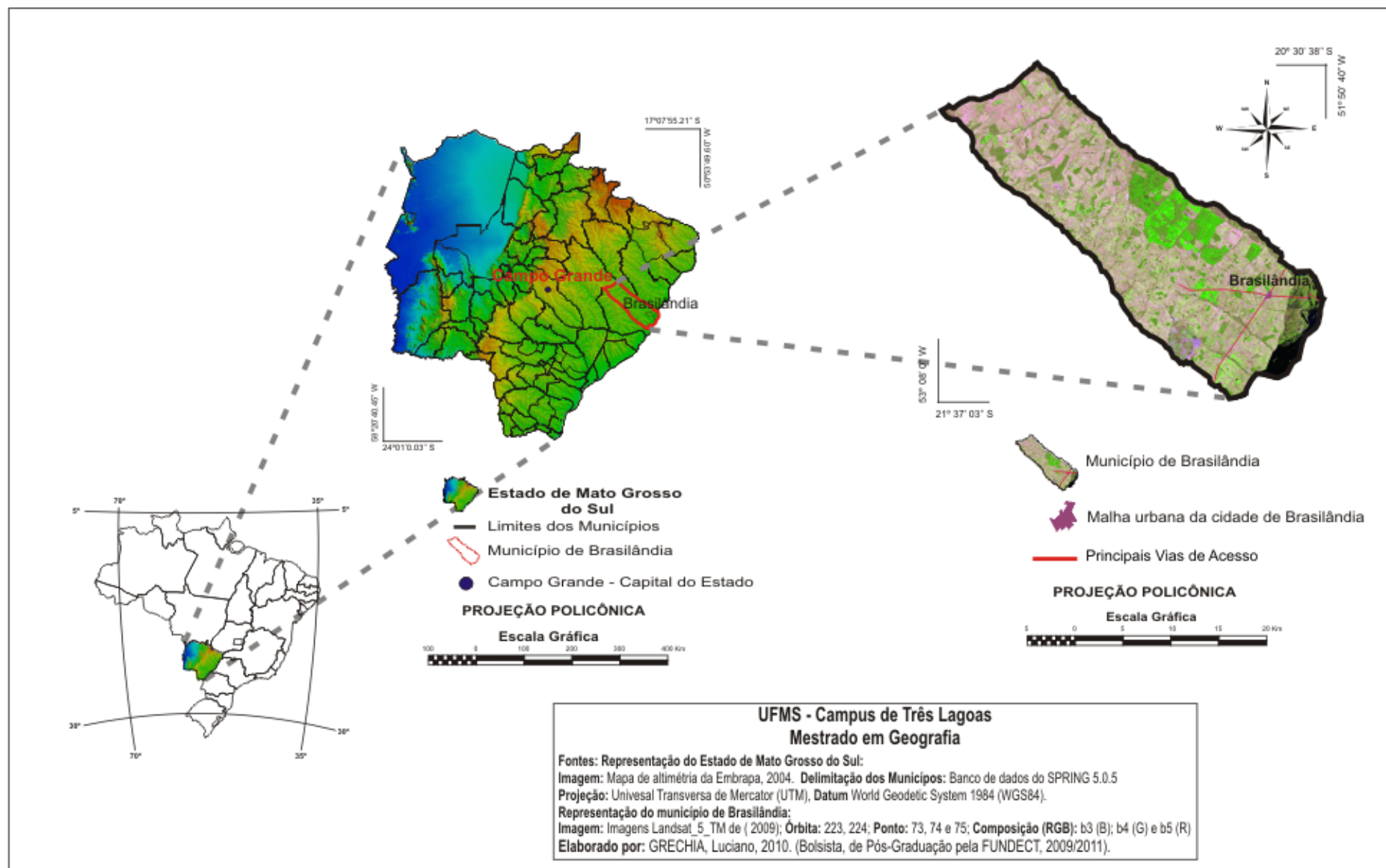
| Elementos                                        | Comentários                                                                                                |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Litologia e formações superficiais</b>        | Ênfase na resistência dos materiais.                                                                       |
| <b>Formas de vertentes</b>                       | Não apresenta simbologia para a identificação das formas, somente para identificar os tipos de escoamento. |
| <b>Rupturas topográficas</b>                     | Apresenta simbologia que identifica diversos graus de desníveis.                                           |
| <b>Colos</b>                                     | Apresenta simbologia específica para identificar a presença de colos topográficos.                         |
| <b>Rupturas topográficas em cursos fluviais.</b> | Apresenta simbologia que permite identificar a magnitude de tais rupturas.                                 |
| <b>Agrupamento das feições morfográficas.</b>    | Apresenta grupo específico para o modelado antrópico.                                                      |
| <b>Morfometria</b>                               | Contempla curvas de nível e linha de cumeada como aspectos morfométricos.                                  |
| <b>Uso de cores</b>                              | Sugere o uso de cores para a cronologia e grau de resistência da litologia.                                |

**Quadro 3** – Proposta de Tricart (1965), para a construção da Carta Geomorfológica.

### 3 – LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 – O Município da Brasilândia

O município de Brasilândia, **figura 12**, pertence à microrregião de Três Lagoas e meso região do leste de Mato Grosso do Sul, possui uma área de aproximadamente 5.806.89 Km<sup>2</sup>, e situa-se entre as coordenadas geográficas 20°30' e 21°37' de Latitude Sul (S) e 51°50' e 53°08' de Longitude Oeste (W), com altitude aproximada de 400 m acima do nível do mar. (PINTO, *et. al.* 2010, p. 42.).



**Figura 12 – Mapa de localização e articulação do município de Brasilândia/MS**

A população do município, como ocorreu na maioria das cidades brasileiras interioranas, também sofreu uma redução de sua população rural e aumento da população urbana entre os anos de 1980 e 1990, e também houve um crescimento da população total da cidade, embora que timidamente, passando de 10.400 no ano de 1970 para 12.622 no ano de 1980, e um novo aumento no ano de 2009. Atualmente o município dispõe de uma população de 11.804 habitantes (IBGE - Censo Demográfico, 2010), sendo 8.005 habitantes na área urbana e na área rural 3.799 habitantes distribuídos em 704 propriedades rurais. Sobressaindo a pecuária extensiva de corte, com 541.238 cabeças, que utilizam 33.008 hectares de pastagem. As lavouras são pouco expressivas, abrangendo apenas 707 hectares de permanente e 1.455 hectares de temporárias (IBGE - Censo Agropecuário, 2006).

Segundo site oficial do município de Brasilândia, de acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano/PNUD (2000) Brasilândia – MS, a densidade demográfica do município é de 2,03 hab./km<sup>2</sup>, o PIB do município é cerca de R\$ 184.342.177,00 reais, sendo que o PIB per capita gira em torno dos R\$ 14.631,46 reais, e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de aproximadamente 0,757.

Segundo Pinto *et. al.* (2010) o clima no município de Brasilândia possui duas estações bem definidas, uma estação chuvosa e outra seca, que segundo a classificação de Koppen é o **Aw**, definido como *clima tropical úmido*, com temperaturas médias de 23,7°C, enquanto a média do mês mais quente (Fevereiro) é de 26,4°C, e o mês mais frio (Julho) é de 19,4°C. Entretanto é comum na região temperaturas de 30,0°C no verão e de 14,0°C no inverno.

A região está disposta sobre terrenos cretáceos do Grupo Bauru, formação Santo Anastácio, compostos por arenitos bastante porosos, facilmente desagregados, frequentemente laterizados, onde repousam espesso e constante solo arenoso (ATLAS MULTIREFERENCIAL, 1990). Pinto *et. al.* (2010) ressalta ainda que o município esteja sobre terrenos sotopostos por arenitos do Grupo Bauru (formações Santo Anastácio e Caiuá), unidades que se caracterizam por alta porosidade e permeabilidade e a grande facilidade de desagregação. Segundo a mesma fonte, os solos predominantes na região são arenosos, espessos e resultantes da meteorização das rochas psamíticas que fazem o embasamento regional.

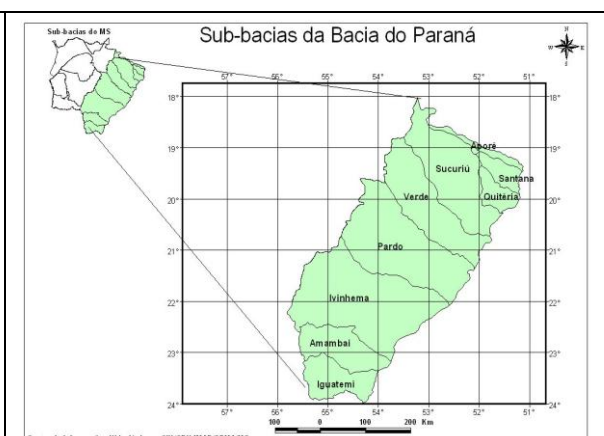
### **3.2 – Bacia do Córrego Bom Jardim**

O estado de Mato Grosso do Sul é dividido por duas grandes bacias hidrográficas: a Bacia do Alto Paraguai (BAP) **figura 13**, e a Bacia do Rio Paraná **figura 14**. A bacia do Alto Paraguai encontra-se dividida em seis subbacias: Apa, Nabileque, Negro, Taquarí, Miranda e Correntes. A bacia do Rio Paraná é dividida em nove subbacias: Iguatemi, Amambai, Ivinhema, Pardo, Verde, Sucuriú, Quitéria, Santana e Aporé.



**Figura 13:** Sub-bacias da Bacia do Alto Paraguai

Fonte: EMBRAPA (2000)

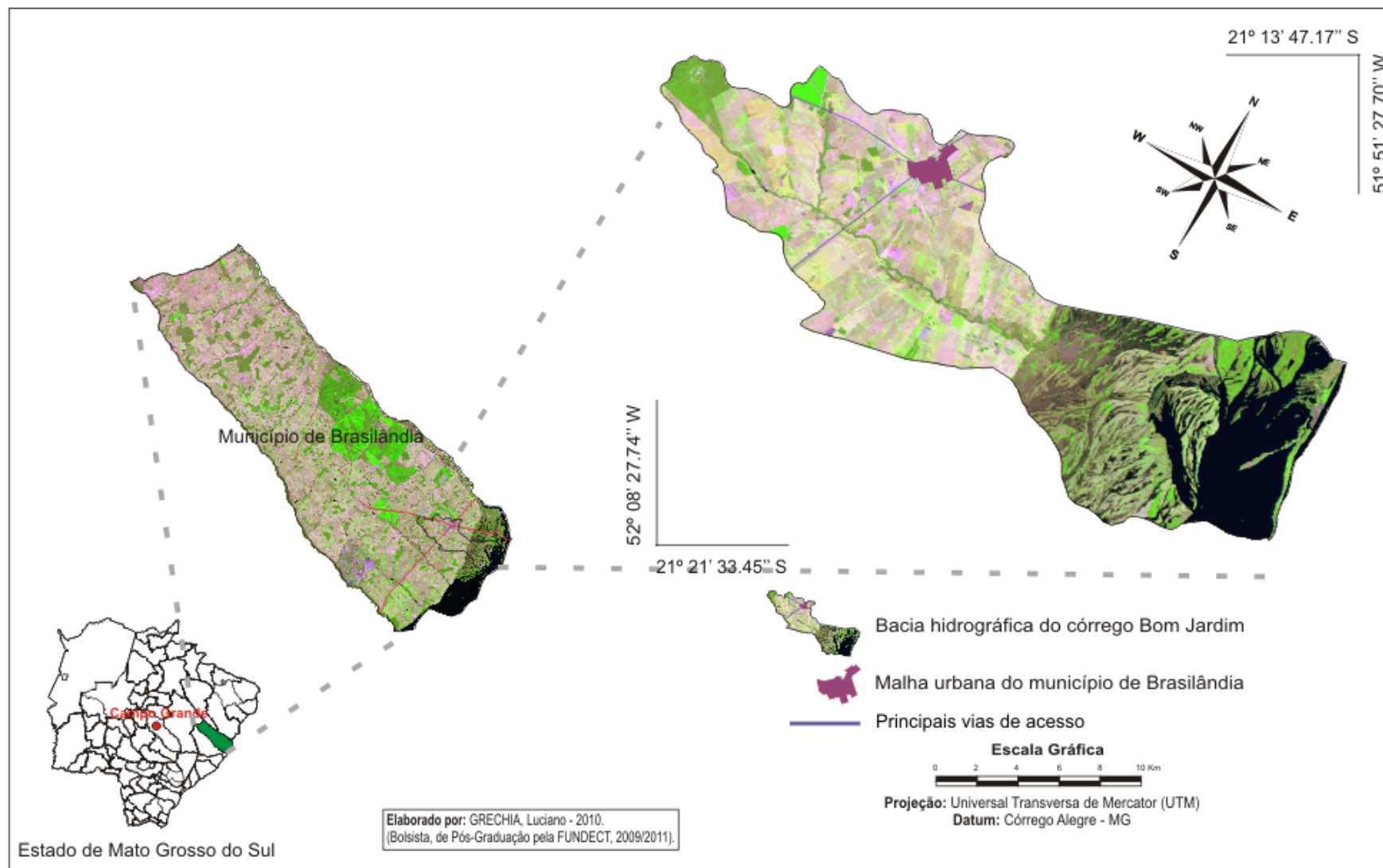


**Figura 14 –** Sub-bacias da Bacia do Paraná

Enfatizando a bacia do Rio Paraná, da qual o córrego Bom Jardim é afluente, essa teve três fases principais de sedimentação que ocorreram no decorrer do Siluro-Devoniano, Permo-Carbonífero e Jurássico Superior-Cretáceo Inferior e duas fases bastante longas de erosão ou não deposição no Neodevoniano e no Mississipiano, e de taxas reduzidas de sedimentação, no intervalo Triássico-Jurássico. (IBGE, 1997).

A **figura 15** mostra a articulação da bacia com o município de Brasilândia e o Estado de Mato Grosso do Sul.





**Figura 15** – Mapa de localização e articulação da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasília/MS

A bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim encontra-se entre as coordenadas geográficas de 21°21'33.45" e 21°13'47.17" de latitude S e 52°08'27.74" e 51°51'27.70" de longitude W, e abrange uma área de 194.866 Km<sup>2</sup>. Essa é uma região drenada por inúmeras bacias que drenam terrenos do Planalto Arenítico-Basáltico interiores, de idade cretácea, do Grupo Bauru, formação Santo Anastácio, na qual flui para o rio Paraná. Nesse arcabouço litológico predominam os arenitos, nos quais se sobrepõe pacotes colúvio-aluviais recentes, status que predominam entre os 12 km que separam o núcleo urbano brasilandense da calha do rio Paraná. (PINTO, *et. al.* 2010, p. 42.).

### **3.2.1 – Histórico da Bacia**

Os maiores impasses da área se dão em torno dos ex-ribeirinhos, reassentados pela CESP e dos índios Ofaié-Xavante. No alto curso da bacia do córrego Bom Jardim encontra-se a reserva da comunidade indígena Ofaié-Xavante e grandes proprietários de terras, que ocupam suas terras na maioria das vezes com pastagem para o gado de corte. O médio curso abrange grandes e médios proprietários, ribeirinhos reassentados – assentamento rural “Pedra Bonita” – e a malha urbana do município a cidade de Brasilândia. E no baixo curso, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – CISALPINA.

Grandes transformações ocorreram na bacia com a formação do lago da UEE Sergio Motta (Porto Primavera), que em 7 de novembro de 1998 iniciou o processo de enchimento do lago em duas etapas, sendo concluída em março de 2001. Simultaneamente a esse fato ocorreu o deslocamento dos índios Ofaié-Xavante e dos ribeirinhos afetados pela instalação da reserva Cisalpina.

Segundo Dutra (1996) com o enchimento do lago da represa da UHE Sergio Motta (Porto Primavera), os índios Ofaié–Xavante, que ocupavam a margem direita do rio Paraná no município de Brasilândia, tiveram que ser retirados devido à inundação e transferidos para outra área, o que gerou conflito.

De acordo com Gonçalves e Carvalho (2005) a situação foi confortada quando a Companhia Energética de São Paulo (CESP) comprou uma área destinada à criação da reserva indígena Ofaié de 484 ha (1997), que no caso corresponde à nascente do córrego Bom Jardim. Porém, devido ao tamanho insuficiente da área adquirida, a falta de curso natural de água e a necessidade de

desmatamento e correção do solo para tornar-se agricultável houve uma segunda negociação com proposta de ampliação da área. Após um longo debate entre os índios e a CESP, o direito indígena fora conquistado, porém, de acordo com Mangolim (1993), os Ofaié viviam da caça, da pesca e coletas de fruta e mel. Atualmente, após a aquisição da nova área pela CESP, os Ofaié vivem do plantio de pequenas lavouras (milho, mandioca, feijão, arroz), da fruticultura e do pomar caseiro, da piscicultura e criação de animais de pequeno (galinha, porco, carneiro) e grande porte (bovino de leite e corte).

Além dos indígenas, a área que se encontra permanentemente alagada e seu entorno, que hoje pertence à reserva – Cisalpina moravam nessas áreas famílias ribeirinhas, pessoas que viviam da pesca. Essas famílias foram reassentadas pela CESP, cerca de 12 km do canal do rio Paraná, na divisa da área dita agricultável da bacia com a reserva Cisalpina, reserva esta onde não é permitido exercícios de nenhum tipo de atividade econômica, pois, essa área é destinada apenas para preservação da vida selvagem.

## **4 – CARTAS MORFOMÉTRICAS**

### **4.1- Carta Base**

A carta base da bacia possibilitou a mensuração de inúmeros fatores, dentre os quais foram utilizados na análise morfométrica. Houve dificuldade para estabelecer a delimitação apropriada da bacia, pois o baixo curso encontra-se em área de várzea composta por centenas de paleocanais reativados pelo enchimento do lago da represa UHE Sérgio Motta (Porto Primavera).

Para tanto, segundo as orientações da carta topográfica chegou-se ao que se acredita ser a delimitação mais apropriada, porém não exata. No entanto, os dados de maior relevância são ressaltados para a área que chamamos de área agricultável da bacia, e obviamente não ignorando o baixo curso, assim como se apresenta na **figura 16**.

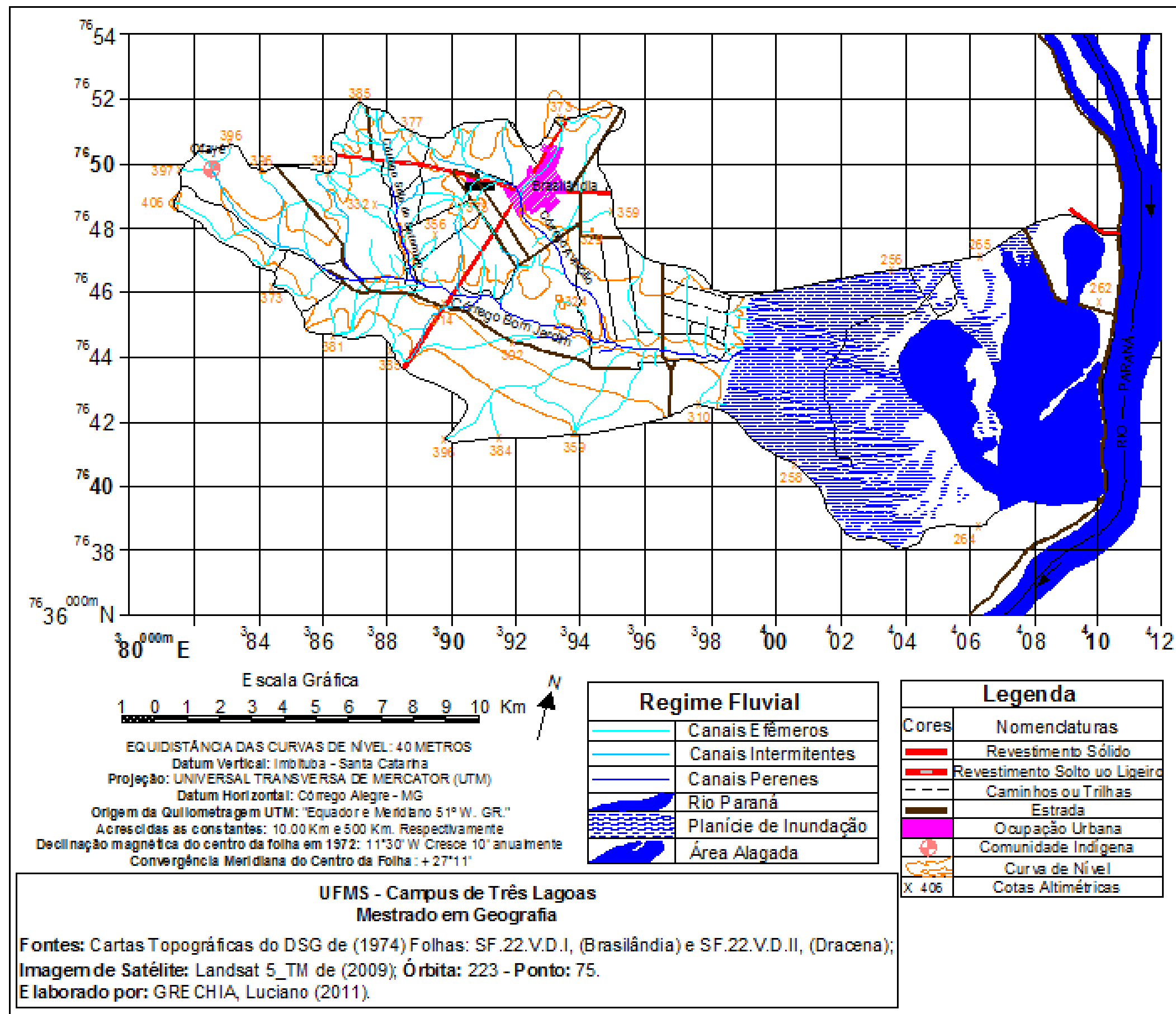


Figura 16 – Carta Base da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS

A confecção da carta base da bacia no ambiente do software AutoCAD-2008 permitiu a delimitação da bacia e o uso de seu pacote estatístico, a mensuração de medidas lineares e areais, como apresentadas na **tabela 7**.

**Tabela 7** – Quantificação da carta base bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Discriminação              | Quantidade (número) | Área em (Km <sup>2</sup> ) | Comprimento em (Km) |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Área agricultável da bacia |                     | 106,158                    |                     |
| Área referente à Cisalpina |                     | *88,708                    |                     |
| Perímetro da bacia         |                     |                            | 84,594              |
| Canais efêmeros            | 84                  |                            | 40,751              |
| Canais intermitentes       | 9                   |                            | 19,681              |
| Canais perenes             | 8                   |                            | 184,141             |
| Canal principal            | 1                   |                            | 32,927              |
| Total dos Canais           | 101                 |                            | 237,468             |
| Área total da bacia        |                     | 194,866                    |                     |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2009). Informações extraídas da Carta Base.

\* - Valor já incluso na área permanentemente alagada de 29,561Km<sup>2</sup> ou seja, 15,17%.

Essas informações foram utilizadas na análise morfométrica da bacia.

## 4.2 – Carta Clinográfica

A **figura 17** mostra que a carta clinográfica da bacia do córrego Bom Jardim, no município de Brasilândia/MS, apresenta-se com quinze classes de declividade representada por cores distintas de acordo com sua inclinação, sendo que quanto mais inclinada mais escura.

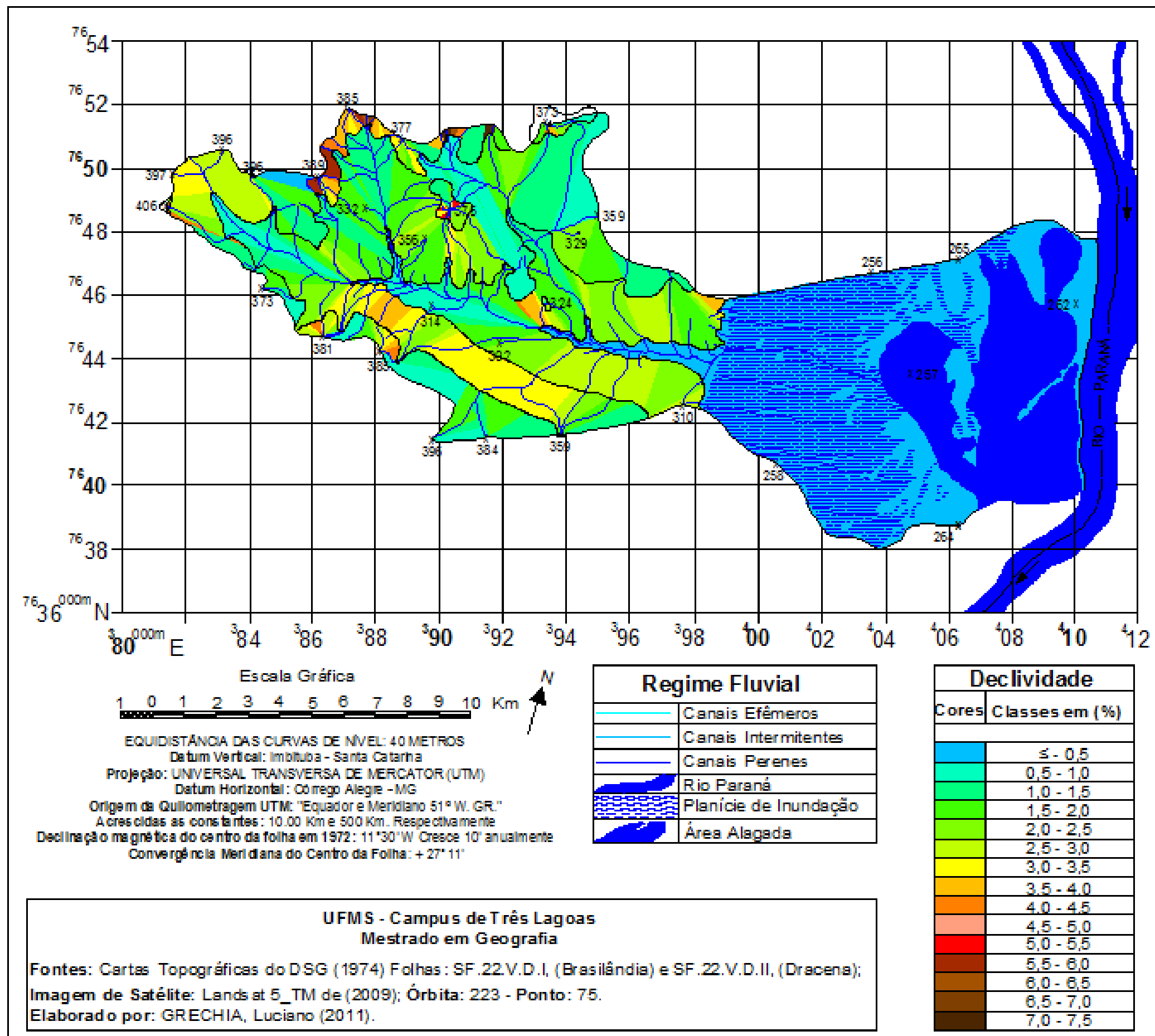


Figura 17 – Carta Clinográfica da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS

A **tabela 8** expressa a quantificação em km<sup>2</sup> e em porcentagem geradas a partir da análise das informações expostas na carta clinográfica.

**Tabela 8** – Classes de declividade da carta clinográfica da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Nº                         | Classes de Declividade em (%) | Área em (Km <sup>2</sup> ) | (%)           |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------|
| *1                         | *0 – 0,5                      | *91,463                    | *46,94        |
| 2                          | 0,5 – 1,0                     | 12,940                     | 6,65          |
| 3                          | 1,0 – 1,5                     | 23,107                     | 11,86         |
| 4                          | 1,5 – 2,0                     | 21,241                     | 10,91         |
| 5                          | 2,0 – 2,5                     | 18,857                     | 9,67          |
| 6                          | 2,5 – 3,0                     | 13,364                     | 6,86          |
| 7                          | 3,0 – 3,5                     | 9,070                      | 4,66          |
| 8                          | 3,5 – 4,0                     | 2,636                      | 1,35          |
| 9                          | 4,0 – 4,5                     | 1,150                      | 0,59          |
| 10                         | 4,5 – 5,0                     | 0,0                        | 0,00          |
| 11                         | 5,0 – 5,5                     | 0,120                      | 0,06          |
| 12                         | 5,5 – 6,0                     | 0,584                      | 0,29          |
| 13                         | 6,0 – 6,5                     | 0,143                      | 0,07          |
| 14                         | 6,5 – 7,0                     | 0,048                      | 0,02          |
| 15                         | 7,0 – 7,5                     | 0,143                      | 0,07          |
| <b>Área total da bacia</b> |                               | <b>194.866</b>             | <b>100,00</b> |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011).

\* - Valor já incluso a área permanentemente alagada de 29,561Km<sup>2</sup>, ou seja, 15,17%.

A análise da carta de clinográfica, figura 16, pelos dados da tabela 8, foi feita a partir da proposta de Ramalho Filho e Beek (1995), **tabela 9**, na qual descreve que a declividade é uma importante característica das terras, e que deve ser inventariada para fins de planejamento conservacionista, sendo o principal fator condicionador da capacidade de uso da terra em áreas rurais.

**Tabela 9** – Classes de declividade da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, segundo facilidades de ocupação rural, Brasilândia/MS.

| Classes          | Declividade (%) | Classificação do Relevo | Área (Km <sup>2</sup> ) | Facilidades na Ocupação Rural                                                                                           | %     |
|------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>*Especial</b> | 0,0 – 0,1       | Área Alagada            | 29,561                  | Aquicultura                                                                                                             | 15,17 |
| <b>A</b>         | 0,1 – 3,0       | Plano - Muito Suave     | 151,411                 | Apto a qualquer uso agrícola                                                                                            | 77,66 |
| <b>B</b>         | 3,0 – 6,0       | Muito Suave - Suave     | 13,560                  | Depende da subclasse, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.                | 7,00  |
| <b>C</b>         | 6,0 – 9,0       | Suave - Suave Ondulado  | 0,334                   | Restrita a agricultura rudimentar, mas apta para agricultura moderna, com uso técnicas de manejo e conservação do solo. | 0,17  |
| <b>D</b>         | 9,0 – 12,0      | Suave                   | 0,0                     | Susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo. Permite pastoreio, reflorestamento e a                | 0,0   |

|              |          |                           |                |                                                                     |            |
|--------------|----------|---------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
|              |          | Ondulado - Ondulado       |                | manutenção da vegetação natural.                                    |            |
| <b>E</b>     | > - 12,0 | Ondulado - Forte Ondulado | 0,0            | Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original. | 0,0        |
| <b>Total</b> |          |                           | <b>194,866</b> |                                                                     | <b>100</b> |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011), segundo adaptação das classificações de De Biasi (1992) e Ramalho Filho & Beek (1995).

Com orientação na tabela 9 foram feitas as análises da declividade da bacia, na qual chegamos aos seguintes resultados:

A classe (**especial**) – **Área Alagada**, **figura 18**. Essa classe foi criada por nós para que pudéssemos representar, com maior clareza, a área com declividade de 0,1 – 0,5, que no caso da bacia em questão corresponde a área permanentemente alagada, que apresenta 29,561Km<sup>2</sup>, ou seja, 15,17% da área total da bacia.



**Figura 18** – Planície de inundação do Rio Paraná

A classe (**A**) com o relevo – **Plano – Muito suave** apresenta declividade entre 0,1 - 3,0%. Esta classe está presente em quase toda a área da bacia, abrangendo 151.411Km<sup>2</sup>, ou seja, 77.66% da área total da bacia. Pode-se observar que esta classe é a mais significativa na bacia, situada entre o médio e baixo curso, **figuras 19 e 20**, sendo considerada uma bacia com declividade predominantemente muito suave, onde nesta área o escoamento superficial ou enxurrada é muito lento. O terreno não oferece limitação ao uso de máquinas agrícolas e não existe erosão hídrica significativa, exceto em vertentes cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão.





**Figura 19** – Planície de inundação no médio curso do córrego Bom Jardim, próximo a ponte do assentamento Pedra Bonita, com declividade oscilando entre 0 – 0,5%.



**Figura 20** – Divisor do patamar estrutural da área agricultável com a reserva Cisalpina, planície de inundação com menos de 0,5% de declividade.

A classe **(B)** com o relevo – **Muito Suave – Suave**, **figura 18**, que apresenta declividade com uma variação entre 3,0 - 6,0% abrangem uma área de 13,560Km<sup>2</sup>, ou seja, 7,00%, da área total da bacia. Esta classe é também bastante expressiva na bacia em relação às demais, e concentra-se mais no médio e alto curso da bacia, **figura 21**, onde também se localiza a área urbana.

Quanto ao uso e ocupação antrópico esta classe apresenta-se boa para o desenvolvimento de atividades agrícolas, porém, com algumas restrições, sendo preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo devido a fragilidade dos solos caracterizado pelo alto índice de areia na análise granulométrica, na qual predominam os arenitos do Grupo Bauru (Formações Santo Anastácio) e Formação Caiuá. Essas unidades litoestratigráficas caracterizam-se por alta porosidade e permeabilidade e a grande facilidade de desagregação e transporte de sedimentos.



**Figura 21** – Relevo comumente encontrado na área agricultável da bacia do córrego Bom Jardim Brasilândia, MS.

A classe (C) – **Suave - Suave ondulado**, **figura 22**, que apresenta declividade entre 6,0 – 12,0% ocupam uma área de 0,334Km<sup>2</sup>, ou seja, 0,17% da área total da bacia, e pode ser encontrado no médio e no alto curso da bacia, com maior expressão nas áreas das cabeceiras de seus principais afluentes, o córrego Sete de Setembro e o córrego Aviação. Embora de pouca expressividade, esta classe aliada ao mau uso, ocupação e manejo das terras representa grande risco, principalmente para a cidade de Brasilândia na época das chuvas, pois a mesma é cortada pelo córrego Aviação em trecho canalizado, causando enchentes em diversos bairros da cidade, e devido à força e velocidade que a água alcança ao passar pela área canalizada, no final da mesma, já na área rural, notam-se grandes ravinas e início de voçorocamento.



**Figura 22** – Área desmatada das cabeceiras das principais nascentes do córrego Bom Jardim, na aldeia Ofaié-Xavante.

As classes (D, E e F) não possuem representatividade na bacia.

#### 4.3 – Carta de Dissecação Horizontal

Na elaboração da carta de Dissecação Horizontal, **figura 23**, também se evidenciou quinze classes, mostradas na **tabela 10**, as quais representam o grau de dissecação dentro dos limites de cada subacia da bacia do córrego Bom Jardim.

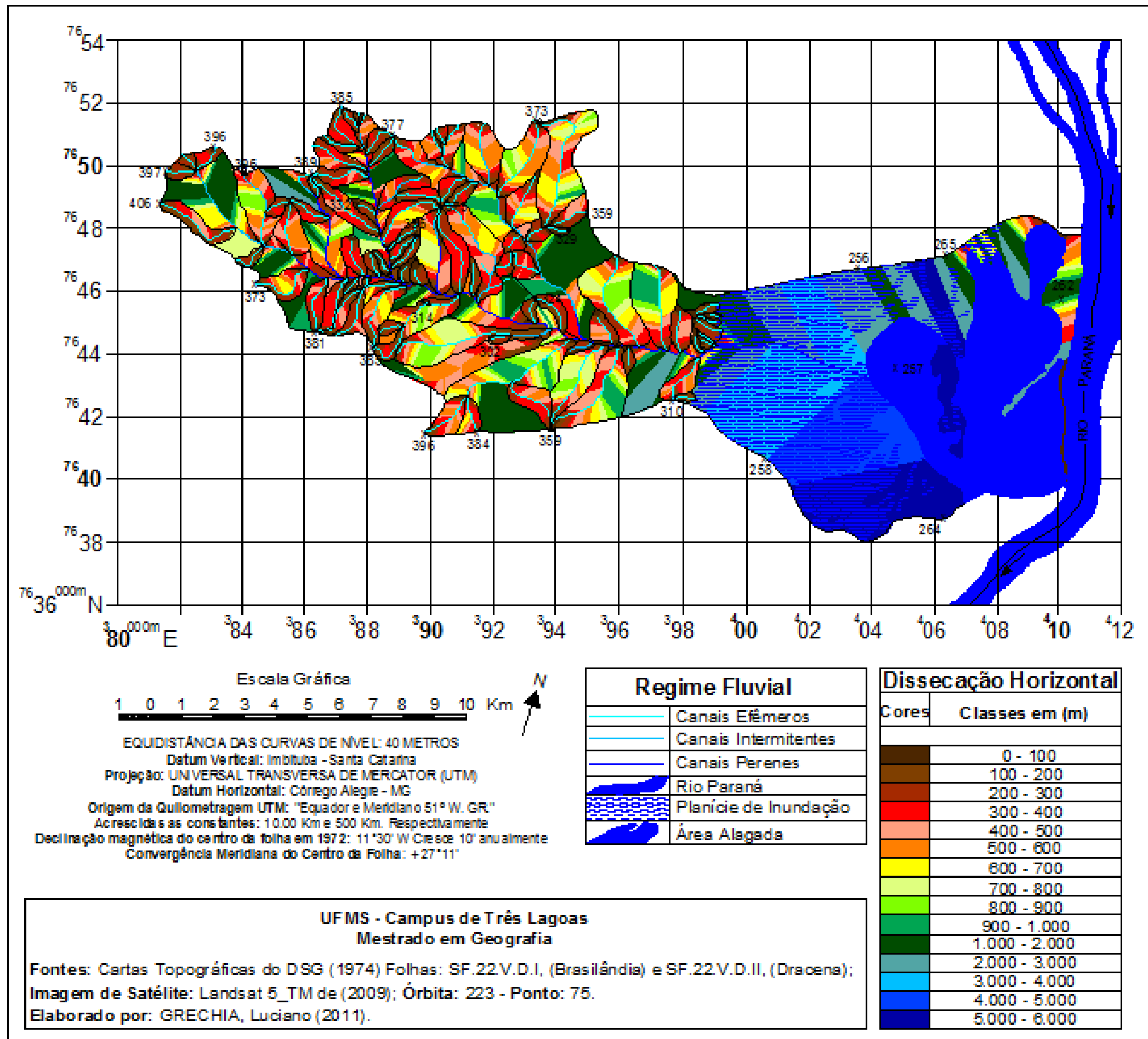


Figura 23 – Carta de Dissecação Horizontal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia /MS

**Tabela 10** – Classes de dissecação horizontal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Nº                         | Classes de dissecação (em m) | Área (em Km²)  | (%)           |
|----------------------------|------------------------------|----------------|---------------|
| 1                          | 0 – 100                      | 7,913          | 4,07          |
| 2                          | 100 – 200                    | 10,558         | 5,41          |
| 3                          | 200 – 300                    | 12,467         | 6,39          |
| 4                          | 300 – 400                    | 14,190         | 7,29          |
| 5                          | 400 – 500                    | 12,192         | 6,25          |
| 6                          | 500 – 600                    | 11,965         | 6,14          |
| 7                          | 600 – 700                    | 7,843          | 4,02          |
| 8                          | 700 – 800                    | 7,215          | 3,70          |
| 9                          | 800 – 900                    | 6,033          | 3,09          |
| 10                         | 900 – 1.000                  | 5,702          | 2,94          |
| 11                         | 1.000 – 2.000                | 19,784         | 10,15         |
| 12                         | 2.000 – 3.000                | 13,671         | 7,01          |
| 13                         | 3.000 – 4.000                | 13,308         | 6,83          |
| 14                         | 4.000 – 5.000                | 9,437          | 4,86          |
| *15                        | *5.000 – 6.000               | *42,588        | *21,85        |
| <b>Área total da bacia</b> |                              | <b>194,866</b> | <b>100,00</b> |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2010).

\* - Valor incluso a área permanentemente alagada de 29,561 Km², ou seja, 15,17%.

Analisando a carta de dissecação horizontal, figura 23 e tabela 10, constatou-se que houve um predomínio das classes de dissecação horizontal de 1.000 a 6.000m, que representam um desnível suave e aparecem em 50,70% da área total da bacia. Essas áreas correspondem à área de várzea, ocupando parte do médio curso e todo o baixo curso da bacia, além de 15,17% desta ser permanentemente alagada.

Os maiores desníveis estão distribuídos por todo o alto e parte do médio curso e são geralmente encontrados nas nascentes e nas confluências de canais, ocupando uma área de aproximadamente classes de 0 – 400m representam 23,16% da área total da bacia. Dentre essas, as classes estabelecidas apontam a possibilidade de ocorrência de erosão na área onde se encontram dispostas no mapa. Dentre as quinze classes, as classes 1 e 2 que correspondem as classes de 0 – 100 e 100 – 200m, apresentam canais curtos, retilíneos e de fluxo de água mais velozes e abrangem apenas 9,48% da área total da bacia. Embora o valor seja relativamente pequeno, esse chama a atenção pelos locais em que aparece na carta, ou seja, nas áreas de nascente do córrego Sete de Setembro e do córrego Aviação e na foz do Sete de Setembro, ambos a margem esquerda do canal principal, promovendo o entalhamento do canal nessas seções.

Em pontos isolados no alto curso, nas nascentes do canal principal do Bom Jardim, surgem canais curtos de primeira ordem e que constitui área de risco

potencial de erosão, e no médio, à margem direita juntamente a área de ruptura do relevo, é marcada por pequenos cursos fluviais curtos, perpendiculares ao canal principal, bem entalhado, **figura 24 e 25**, constituindo-se também em área de risco elevado de erosão.



**Figura 24** – Barranca a margem direita do canal do córrego Bom Jardim, nas proximidades da foz com o córrego Sete de Setembro (Médio curso).



**Figura 25** – Curso do Bom Jardim, encaixado no arenito Caiuá, na Fazenda Alvorada II, a montante da foz com o córrego Sete de Setembro. (Médio curso).

As altitudes médias, em relação as outras altitudes da bacia, são representadas pelas classes de 500 a 1.000m e correspondem a 26,14% da área total, essas classes são encontradas em quase toda a bacia correspondendo ao médio curso de cada subacia. “Essas classes de dissecação representam inclinações média, com barrancos de 2 metros, em vale em ‘V”.

#### 4.4 – Carta de Dissecação Vertical

A carta de dissecação vertical, **figura 26 e tabela 11**, têm como objetivo indicar as áreas de potencial erosivo quanto às rupturas de nível do relevo das subacias, que são indicadas pelas curvas de nível da carta topográfica, o que demonstrará maior velocidade no fluxo d’água e consecutivamente maior poder erosivo.

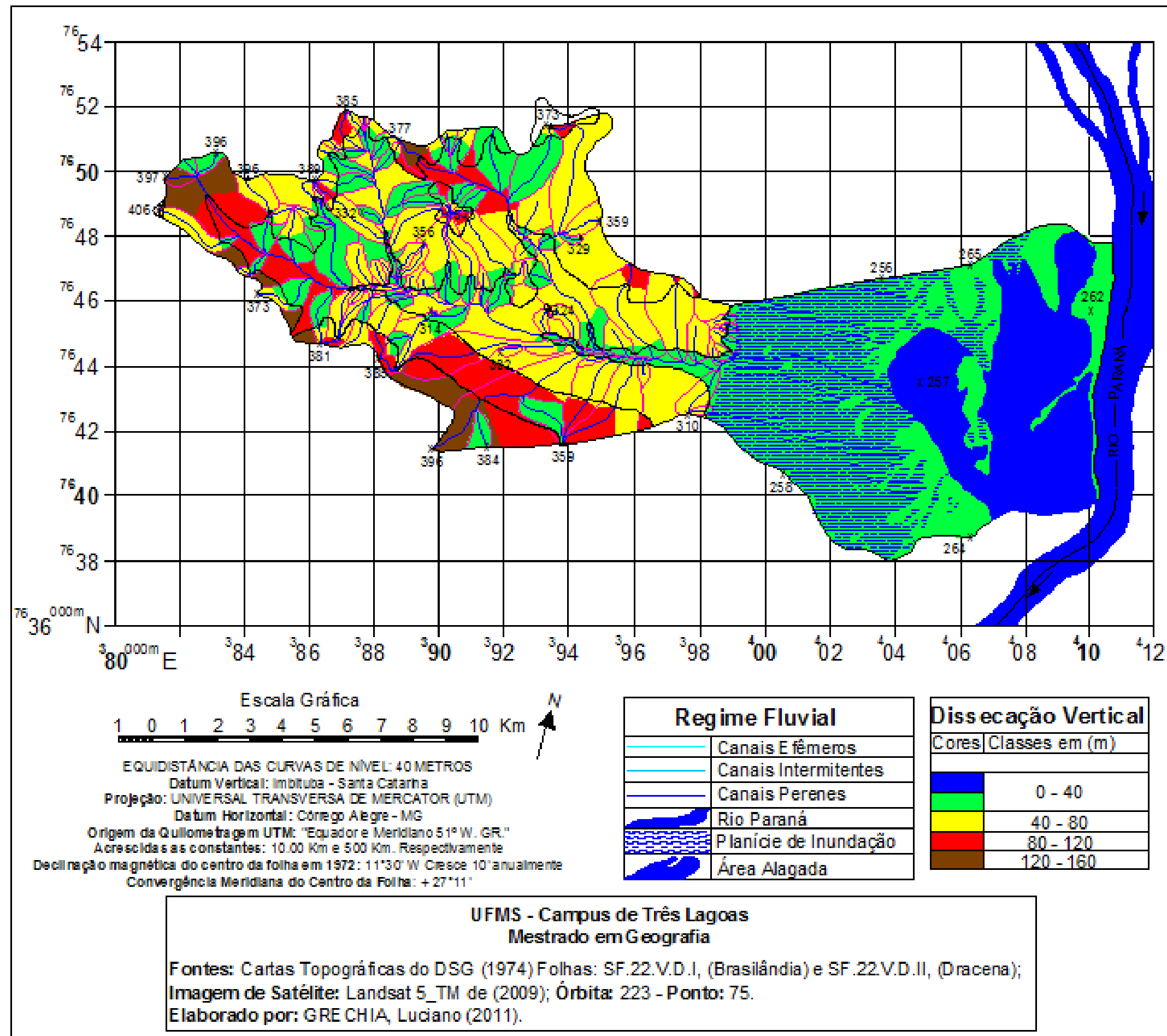


Figura 26 – Carta de Dissecação Vertical da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS

**Tabela 11** – Classes de dissecação vertical da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Nº                | Classes   | Área em (Km²)  | (%)        |
|-------------------|-----------|----------------|------------|
| *1                | *0 – 40   | *116,166       | *59.63     |
| 2                 | 40 – 80   | 54,657         | 28.04      |
| 3                 | 80 – 120  | 17,707         | 9.08       |
| 4                 | 120 – 160 | 6,336          | 3.25       |
| <b>Área Total</b> |           | <b>194,866</b> | <b>100</b> |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2010).

\* - Valor incluso a área permanentemente alagada de 29,561Km², ou seja, 15,17%

Pode-se notar pelos dados da **tabela 11**, extraídos da **figura 23**, que a representação da classe de 0 – 40m ocupa toda a área da reserva Cisalpina, (área de várzea), e no final do alto e início do médio curso, apresentando 44, 46% da área, porém, juntamos a essa classe a área alagada, o que elevou para 59,63%. Essa classe representa dissecação muito fraca quanto à esculturação do relevo e transporte de sedimento.

A classe 2, de 40 – 80m apresenta maior ocorrência na área dita agricultável, ocupando 28,04% da área. As áreas de ocorrência desse desnível do canal, embora ainda seja considerado um desnível fraco, responde pelas áreas de solo recoberto por pastagem e que apresentam grandes feições erosivas.

A classe 3, de 80 – 120m de cor vermelha na carta é bastante expressiva na margem direita do canal, isso se dá pelo fato de que nessa margem da bacia os canais são mais alongados, assim o canal passa por quatro patamares altimétricos ao longo do seu curso.

A classe 4, de 120 – 160m representa maior potencial erosivo, localiza-se nas cabeceiras do córrego Bom Jardim, do córrego Aviação e em boa parte da margem direita ocupando 3,25% da área total da bacia.

#### 4.5 – Carta de Energia Potencial do Relevo

A **figura 27** mostra a carta de energia potencial do relevo construída a partir das informações das cartas anteriores.

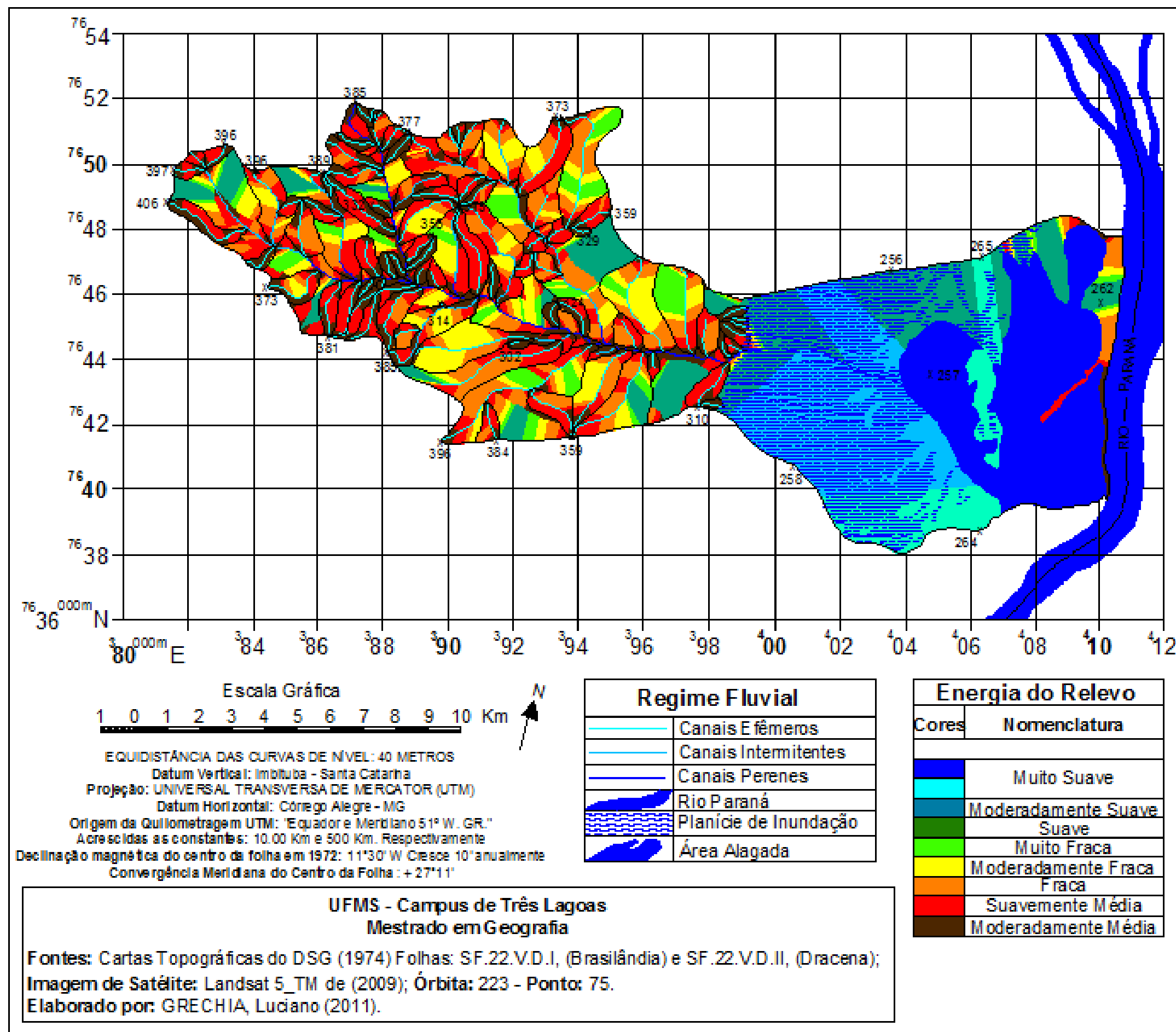


Figura 27 – Carta de Energia Potencial do Relevo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS



A **tabela 12** refere-se aos dados extraídos da carta de energia potencial do relevo, na qual mostra uma legenda modificada, pois entendeu-se que a realidade da área fica mais bem nomeada com essa nomenclatura proposta.

**Tabela 12:** Classes de energia do relevo da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Nº                         | Descriminação das Classes | Área em (Km²)  | (%)           |
|----------------------------|---------------------------|----------------|---------------|
| *1                         | *Muito Suave              | *40,945        | *21,01        |
| 2                          | Moderadamente Suave       | 25,388         | 13,03         |
| 3                          | Suave                     | 25,475         | 13,07         |
| 4                          | Muito Fraca               | 8,623          | 4,43          |
| 5                          | Moderadamente Fraca       | 17,489         | 8,97          |
| 6                          | Fraca                     | 23,651         | 12,14         |
| 7                          | Suavemente Média          | 29,811         | 15,30         |
| 8                          | Moderadamente Média       | 23,484         | 12,05         |
| <b>Área Total da Bacia</b> |                           | <b>194.866</b> | <b>100,00</b> |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011).

\* - Valor incluso a área permanentemente alagada de 29,561Km², ou seja, 15,17%.

Os resultados mostraram que na bacia a classe com maior energia potencial do relevo é a moderadamente média, que representa 12,05% da área total e, dispersa ao longo dos canais fluviais pelo alto e médio curso e nas nascentes dos córregos afluentes – Sete de Setembro e Aviação. Na área agricultável da bacia mostrou-se bastante expressiva as classes moderadamente fraca, fraca e suavemente média, representada pelas cores amarela, laranjada e vermelha. Essas classes juntas recobrem uma área de 70,951Km², ou seja, 36,41% da área total da bacia e 66,83% da área agricultável, ou seja alta representatividade. Embora seja uma energia potencialmente “fraca”, essa energia aliada a outros fatores tende a se tornar mais grave.

As classes de maior expressividade são muito suave, moderadamente suave e suave, representando 47,11%, da qual 15,17% desse valor pertence a área permanentemente alagada da reserva Cisalpina dentro dos limites da bacia. A área alagada da bacia possui energia de relevo muito suave, o que lhe confere inexpressiva energia de transporte sobressaindo à deposição na planície de inundação que intercepta os sedimentos antes de alcançar o a calha do Rio Paraná.

Diante disso, entende-se que desponta na bacia baixa energia potencial do relevo com potencial erosivo muito baixo. No entanto, as elevadas precipitações, em especial nas estações de verão e primavera, proporcionam aliadas as baixas

coesões dos materiais inconsolidados que recobrem a bacia (ver capítulo 6), uma maior facilidade de dissecação e transporte de sedimentos.

## 5 – MORFOMETRÍA E FLUVIOMETRIA DA BACIA

### 5.1- Morfometria da bacia

Com os dados extraídos da carta base foi possível a mensuração morfométrica apresentada pela formas e disposição e quantificação dos canais fluviais e das curvas de nível, segundo CHRISTOFOLETTI (1980).

#### 5.1.1- Índice de Circularidade (*Ic*)

O primeiro parâmetro a ser analisado é o índice de circularidade da bacia, estipulado pela delimitação da bacia relacionando a área do círculo com a área da bacia, ambos com os mesmos perímetros. Assim:

$$Ic = \frac{A}{Ac} = Ic = \frac{194,866}{569,472} = Ic = 0,34$$

O Índice de Circularidade (*Ic*) da bacia foi baixo (0,34) entendendo que o valor máximo alcançado é 1,0. Assim, define-se que a forma da bacia apresenta-se propícia ao escoamento em relação às enchentes.

#### 5.1.2 – Índice entre o comprimento do canal e a área da bacia (*ICo*)

Outro índice é o *ICo*, apresentado por Christofolleti (1980), é utilizado para interpretar tanto a forma quanto o processo de alargamento ou alongamento da bacia hidrográfica, Assim.

$$ICo = \frac{D_b}{\sqrt{A}} = Ico = \frac{84,594}{13,95} = ICo = 6,09$$

O **ICo** da bacia foi bastante elevado, o que indica que não seria passível à enchentes, pois, sua forma propicia um fácil escoamento da águas.

Embora os fatores tenham apresentado resultados positivos quanto a não ocorrência de enchentes, nos deparamos com cenários contraditórios, como podemos ver nas **figuras 28, e 29**.



**Figura 28** – Enchente no trecho canalizado do córrego Aviação, que corta cidade de Brasilândia, em 2006.



**Figura 29** – Rompimento de ponte sobre o córrego Bom Jardim, provocada pela cheia de 2006.

**Fontes:** Foto 27: MARQUES, A., 2006 / Foto 28: Silva, E. A., 2006.

### 5.1.3 – Hierarquia Fluvial

Utilizando a classificação proposta por Strahler (1952), o córrego Bom Jardim classifica-se como um canal de **terceira ordem**, pois “[...] os canais de terceira ordem surgem da confluência de canais de segunda ordem, podendo receber afluente de primeira e de segunda ordem [...]”. (*apud* Christofolletti, 1980, p. 106).

### 5.1.4 – Padrão de Drenagem

A cada tipo de padrão de drenagem atribui-se uma classificação que corresponde à forma na qual os canais fluviais estão dispostos, sendo essas geométricas ou genéticas.

### 5.1.5 – Classificação Genética dos canais

Pela classificação genética, os cursos d’água da bacia do córrego Bom Jardim se mostram como **consequente**, segundo Christofolletti (1980, p.102), são

“aqueles cujo curso foi determinado pela declividade da superfície terrestre, em geral coincidindo com a direção das camadas”. Tais rios formam cursos de lineamento reto em direção a baixada.

#### 5.1.6 – Classificação Geométrica dos canais

Segundo o critério geométrico da disposição fluvial, os canais da bacia do córrego Bom Jardim são classificados como sendo **dendríticos**, que, segundo Christofolletti (1980, p.103), “esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais”, e ainda **subparalelo**, que segundo o mesmo autor, são canais que se caracterizam por conter ângulos formados nas confluências dos rios subsidiários e principal, fazendo ambas as categorias como simples paralelas, dando indicativo de uma análise geomorfológica prévia da área da bacia.

#### 5.1.7 – Escoamento Global

A bacia do córrego Bom Jardim classificada segundo o critério do escoamento global se enquadra como sendo uma bacia “**exorreicas**”, ou seja, “quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano” (CRHISTOFOLETTI, 1980, p.102).

#### 5.1.8 – Densidade de Rios

A densidade de rios da bacia do córrego bom Jardim apresenta-se baixa, como mostra o resultado obtido pela fórmula proposta por Christofolletti (1980).

$$Dr = \frac{N}{A} \text{ Assim: } Dr = \frac{101}{194.866} = Dr = 0.518$$

Cerca de 50% da bacia é drenada por canais superficiais, o índice é relativamente grande, pois a área drenada da bacia é de cerca de 55% da área total da mesma, ficando os outros 45% ocupados pela área de várzea e pela área perenemente alagada.

### 5.1.9 – Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem da bacia do córrego Bom Jardim apresenta-se como mediana segundo a classificação de Beltrame (1994), seguido da simbologia DD2.

$$Dd = \frac{Lt}{A} : \text{Assim: } Dd = \frac{237.468}{194.866} = Dd = 1.218$$

### 5.1.10 – Classificação do Relevo

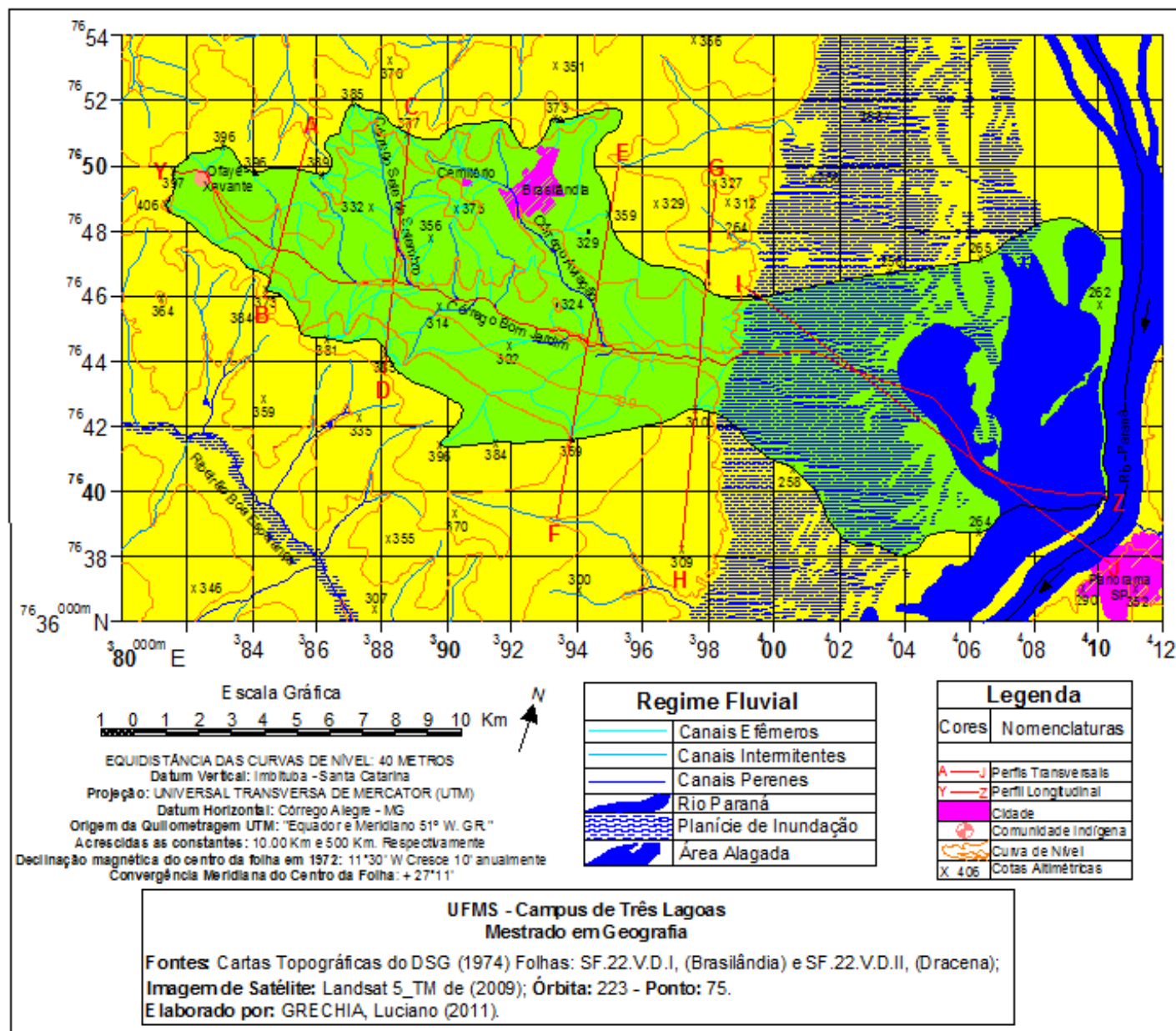
O relevo da bacia pode ser classificado quanto a sua amplitude, que é dada pela diferença de altitude entre a cota do topo (nascente do canal principal) e a cota do fundo do vale (fz). Assim, a amplitude da bacia é de 149 m e sua rampa é de 32,8 Km, sendo assim, a rampa tem um desnível médio de 4,52 metros por quilômetro.

Segundo Kudrnovoská (1948 e 1969 em Demeck, 1972) (*apud* MOREIRA; PIRES NETO, 1998 p. 80 e 81), uma bacia com amplitude de 149 m classifica-se como um relevo de **Colinas Dissecadas**, com um grau de inclinação da rampa de 8°, que segundo o mesmo autor em relação à declividade é gradiente, com um ângulo entre aproximadamente 5° e 10°, possui um gradiente de 8,75 a 17,6%, sendo classificado como declividade Moderada. Para IPT (1981) (*apud* MOREIRA, PIRES NETO, 1998 p. 81), com amplitude de 149 m e com gradiente predominante de 5 a 15% apresentando **Morros** com **Encostas Suaves**.

### 5.1.11 – Perfis da bacia

O traçado dos perfis transversais foram realizados em relação aos pontos cotados apresentados na carta topográfica, pois, só dessa maneira foi possível definir os perfis por meio das curvas de nível e cotas de ambas as margens da bacia em relação ao córrego Bom Jardim. Com as cotas e curvas definidas podem-se traçar com precisão os perfis, como pode ser visto na **figura 30**, perfis de **A** a **J**.

O perfil longitudinal foi traçado em concordância com o canal principal da bacia, estendendo da nascente até a foz do canal do córrego Bom Jardim, também representado na **figura 30**, perfil de **Y a Z**.

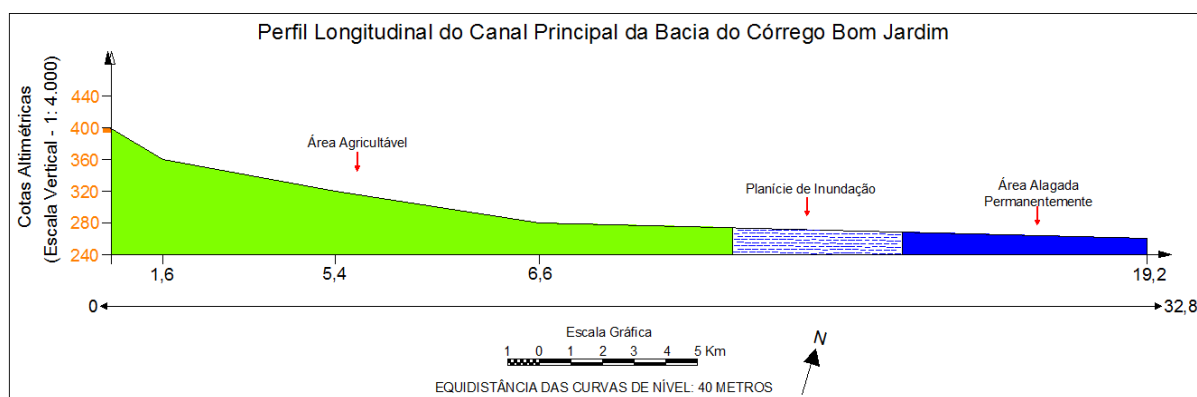


**Figura 30 – Mapa da disposição do Perfil Horizontal (Y – Z) e dos Perfis Transversais (A – J)**

### 5.1.12 – Perfil Longitudinal

O perfil longitudinal de um canal fluvial mostra a sua declividade, sendo de representação visual em relação à altimetria e o comprimento de determinado curso de água, para as diversas localidades situadas entre as nascentes e a foz.

O canal principal da bacia, segundo a orientação das cartas topográficas não apresenta sua nascente no topo mais alto da bacia na cota de 406m. As cartas indicam que a nascente principal localiza-se em um morro próximo ao topo, com cota altimétrica de 396m, constatado em campo e representado na **figura 31**.



**Figura 31** – Perfil Longitudinal do canal principal da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

O perfil longitudinal do canal principal da bacia mostra que contrário ao restante do canal, entre as cotas 396 m e 360, o canal sofre um desnível de 36m em uma distância de 1,7Km, onde apresenta um desnível médio de 21m por Km, muito acima da média, o que caracterizaria que nesta seção as águas possuiriam maior velocidade do fluxo e de transporte de sedimentos. Porém, por se tratar da região da nascente e da secção do canal ser cortada por barragens ilegais em seu leito, o volume de água ainda é bastante moderado, não exercendo assim grande poder de transporte de sedimentos.

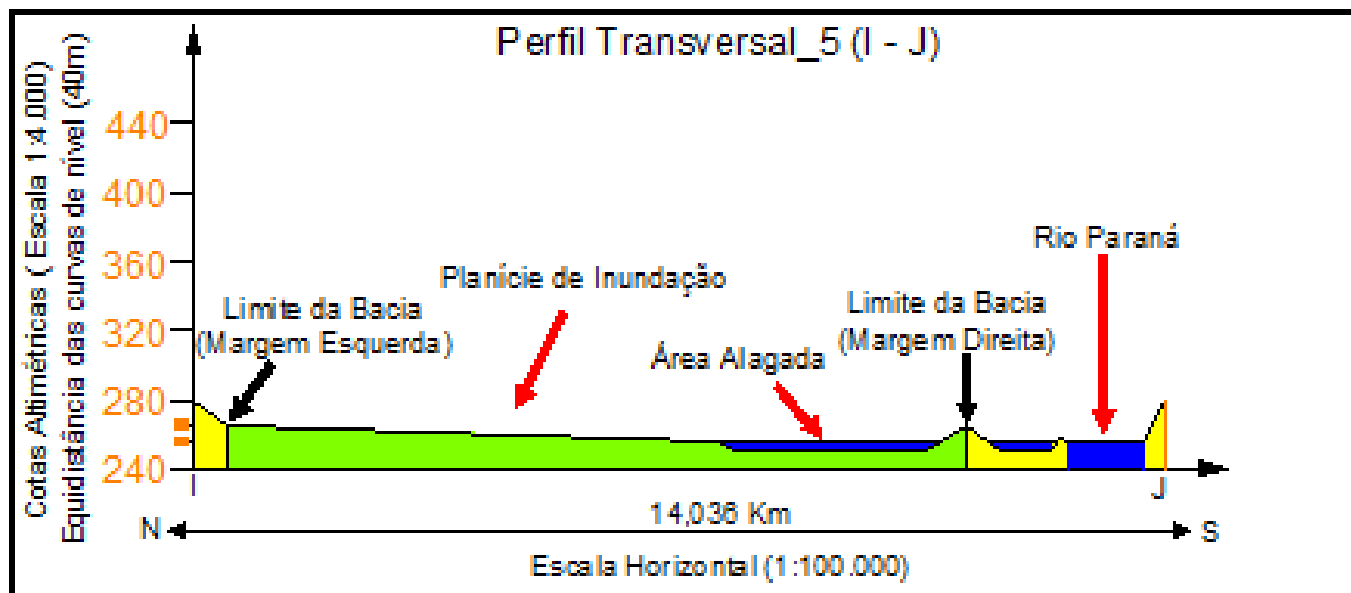
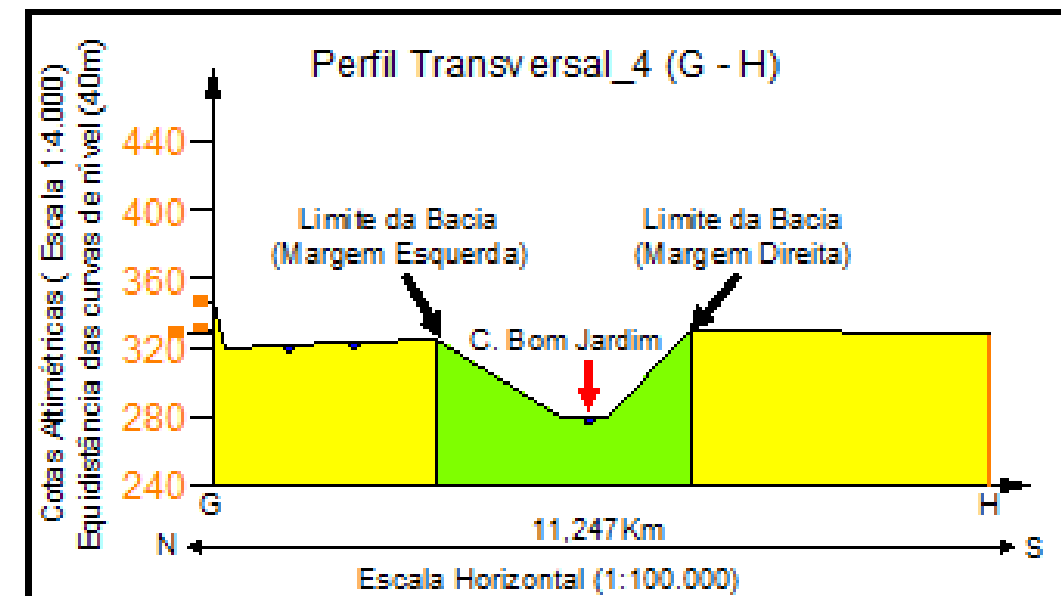
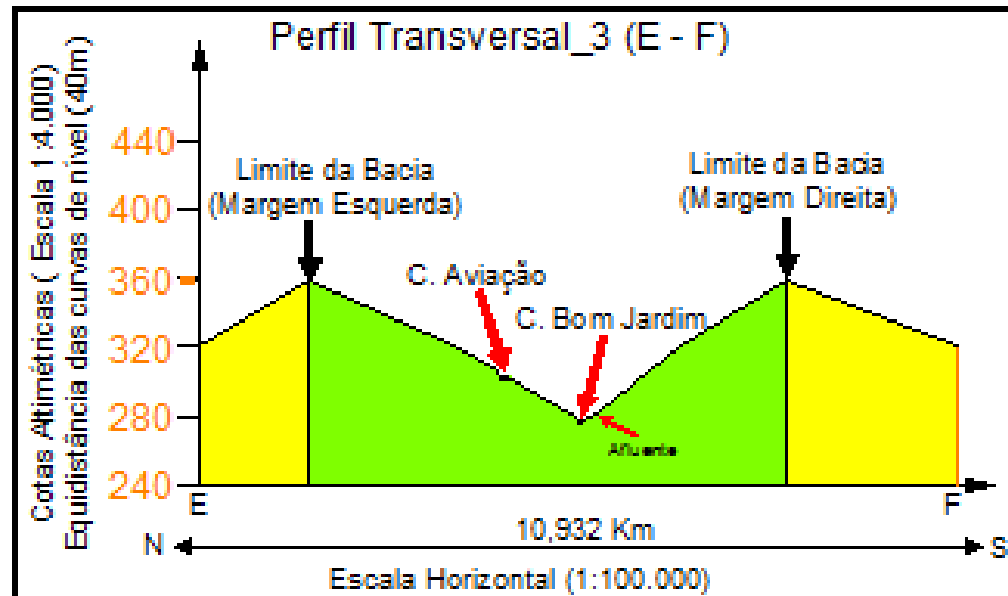
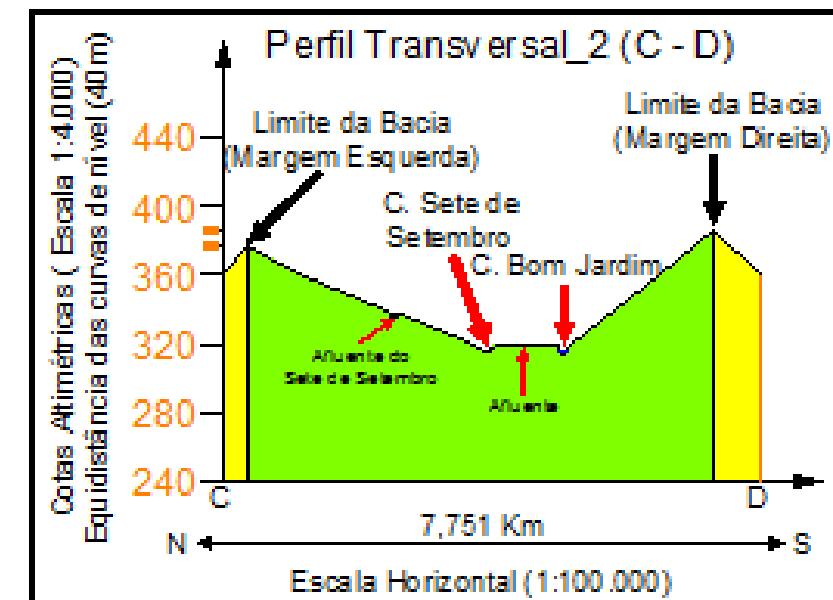
Entre as cotas 360m e 320m o canal principal recebe o córrego Sete de Setembro, canal afluente, fazendo com que aumente o fluxo de suas águas e também o poder de transporte de sedimentos. Alguns quilômetros a jusante, entre a cota 280m e a área de várzea, o canal principal recebe outro afluente, o córrego Aviação, que corta a área urbana do município na qual, segundo análise feita por Lorenz Silva (2010), nas seções a jusante dos afluentes citados “ocorrem depósitos localizados de seixos bem arredondados de calcedônia, arenito, quartzito e ágata”.



Próximo a foz, que corresponde a planície de inundação do rio Paraná, com o desnível médio de 1m/Km, o canal encontra-se em débito quanto ao seu poder de transporte, exercendo apenas a função de deposição de todo o sedimento transportado pelo canal desde a nascente até essa seção.

#### **5.1.13 – Perfis Transversais**

Os locais onde foram traçados os perfis foram selecionados primeiro pela forma da bacia e em segundo pelas cotas altimétricas definidas nas cartas topográficas. A **figura 32** apresenta os perfis (A – B, C – D, E – F, G – H) indicando a área agricultável da bacia, e (I – J) indicando a planície de inundação do Rio Paraná que faz parte simultaneamente da bacia do córrego Bom Jardim e da reserva Cisalpina.



**Fontes:** Cartas Topográficas do DSG de (1974) Folhas: SF.22.V.D.I, (Brasilândia) e SF.22.V.D.II, (Dracena).  
**Elaborado por:** GRECHIA, Luciano (2011).

**Figura 32 – Perfis Transversais da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS**

O alto curso da bacia, representado pelo perfil A – B mostra a disposição de um vale em “V” com declividade média entre as duas vertentes de 2,5%. A vertente “A” (margem esquerda) é mais alongada, proporcionando ao longo dessa o aceleração das águas escoadas, apresentando maior poder de erosivo. A vertente “B” (margem direita) apresenta inclinação da rampa semelhante à vertente “A”, porém, com área de drenagem menor. O perfil “C” – “D” representa o início do médio curso, disposto nesse local devido à confluência do afluente Sete de Setembro com o canal principal do Bom Jardim. Esse perfil mostra que nessa seção as vertentes formam um vale de “fundo plano”, sendo que a vertente “C” (margem esquerda), que é cortada pelo córrego Sete de Setembro, é alongada, mais que no perfil anterior, porém mais suavizada à medida que se aproxima do fundo do vale, já na cabeceira sua declividade chega a 3,0%. Na vertente “D” (margem esquerda) a rampa é bem menos alongada, porém apresenta em alguns setores declividade de até 5,0%, o que aumenta o poder erosivo e apresenta certas restrições quanto ao uso de suas terras, segundo Ramalho Filho & Beek (1995).

O perfil “E” – “F” representa o meio do médio curso traçado nesta seção, pois, é onde ocorre a confluência do córrego Aviação com o córrego Bom Jardim. Esse perfil apresenta uma formação de vale em “V”, com semelhança entre as duas vertentes, apresentando 3,5% de declividade em grande parte da vertente “F” (margem esquerda) com a maioria absoluta do solo coberto por pastagem, e no fundo do vale a declividade é de 0,5%, demonstrando onde começa a região aplainada rumo a ruptura estrutural que separa a reserva Cisalpina da área agricultável da bacia. O perfil “G” – “H” representa o final do médio curso, com formação de vale de “fundo plano” em uma proporção menor das vertentes e do aplainamento do fundo do vale que o do perfil anterior. Ambas as vertentes possuem formas e características semelhantes, com declividade de 2,0%, porém, o fundo do vale apresenta declividade de 0,5%, caracterizando uma área de deposição de sedimentos.

O baixo curso é representado pelo perfil “I” – “J” numa seção transversal ao rio Paraná após a linha de falha estrutural do relevo que propicia desnível de aproximadamente 20 metros. A seção “J” (margem direita do córrego Bom Jardim e margem direita do Rio Paraná) corresponde à ruptura do relevo e início da área de várzea, com declividade menor, igual e até menor que 0,5%, formada pelos basculamentos do rio Paraná em períodos pretéritos, composto de centenas de

paleocanais reativados com o enchimento do lago da represa da UHE Sergio Motta (Porto Primavera). Essa área compreende a reserva Cisalpina, tomando uma área de 88,708Km<sup>2</sup> da bacia, incluindo uma área de 29,651Km<sup>2</sup> que se encontra permanentemente alagada. A vertente “J” corresponde a margem esquerda do rio Paraná localizada na cidade de Panorama e exutório das águas da bacia do córrego Bom Jardim localizado na margem direita da calha do Rio Paraná.

A disposição das vertentes da bacia do córrego Bom Jardim mostraram-se, em algumas áreas, propícia a formação de processos erosivos devido suas disposições, porém, esses dados configuram-se em uma das variáveis de análise para o entendimento dos processos erosivos, devendo servir de enriquecimento a outras análises.

## 5.2 – Análise Fluviométrica da Bacia

### 5.2.1 – Velocidade e Vazão

Entre as oito estações de monitoramento verificou-se que a estação 1, localizada na fazenda Campanário, apresentou menor área do leito fluvial, velocidade e consecutiva vazão. A maior área, velocidade de fluxo e vazão foi registrada na estação 7 localizada a jusante da confluência do córrego Bom Jardim com o córrego Aviação, na fazenda Almeida, **Tabela 13**.

**Tabela 13** – Velocidade média, área e vazão nas estações de monitoramento na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, no ano de 2009.

| Estação | Curso Hídrico    | Velocidade (m/s) | Área (m <sup>2</sup> ) | Vazão (m <sup>3</sup> /s) |
|---------|------------------|------------------|------------------------|---------------------------|
| 1       | Bom Jardim       | 3,00             | 0,73                   | 2,19                      |
| 2       | Bom Jardim       | 4,00             | 6,22                   | 24,88                     |
| 3       | Sete de Setembro | 4,00             | 2,69                   | 10,76                     |
| 4       | Bom Jardim       | 4,00             | 16,48                  | 65,92                     |
| 5       | Bom Jardim       | 8,00             | 10,64                  | 85,12                     |
| 6       | Aviação          | 6,00             | 4,41                   | 26,46                     |
| 7       | Bom Jardim       | 9,00             | 20,11                  | 180,99                    |
| 8       | Bom Jardim       | 6,00             | 18,08                  | 108,48                    |

**Organizado por:** OLIVEIRA, Gustavo (2011)

Esse fator associa-se a quantidade de sedimentos carregados pelas águas pluviais, principalmente pelo canal do córrego Aviação nos períodos chuvosos, carregam ao canal fluvial grande carga de sedimentos, erodidos das vertentes

desprotegidas. Nesse sentido, quando a velocidade do fluxo diminui ocorre a deposição de sedimentos, mesmo que a vazão remonte em um grande volume. Notou-se que nem sempre a maior vazão implica em maior transporte de sedimentos em suspensão no canal fluvial.

### 5.2.2 – Competência de Transporte Fluvial da Bacia

O maior transporte monitorado ao longo de 2009 e 2010 foi na estação 2 na foz do córrego Sete de Setembro na fazenda Alvorada II, quando mediu-se 9.530,40 g/m<sup>3</sup>/s, no verão de 2010. A mais baixa, na estação 6 na foz do córrego Aviação, com apenas 0,08 g/m<sup>3</sup>/s. A competência de transporte no verão de 2010 foi bem superior a registrada na mesma estação de 2009. Já em 2009, o maior transporte ocorreu no outono, com 2.533,90g/m<sup>3</sup>/s e não no verão, como ocorreu em 2010.

A estação 1 localizada próxima à nascente, é cercada por mata ciliar pela reserva legal da fazenda Campanário, com exceção do inverno da estação 6, foi a que registrou os menores transportes, como demonstrado na **Tabela 14**.

**Tabela 14** – Transporte de sedimentos em suspensão nas estações de monitoramento ao longo de bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, em toneladas (t), nos anos de 2009 e 2010.

| Estações | Valores em Toneladas |                 |                 |                  |
|----------|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|
|          | Verão (2009)         | Outono (2009)   | Inverno (2009)  | Primavera (2009) |
| 1        | 48,10                | 44,45           | 8,39            | 15,33            |
| 2        | 114,95               | 243,84          | 710,91          | 49,76            |
| 3        | 24,12                | 278,40          | 89,32           | 43,04            |
| 4        | 919,02               | 1.417,30        | 898,15          | 461,44           |
| 5        | 137,76               | 1.315,08        | 485,20          | 1.094,19         |
| 6        | <b>1.538,46</b>      | 194,00          | 204,64          | 52,92            |
| 7        | 147,81               | <b>2.533,90</b> | 579,16          | 723,96           |
| 8        | 314,58               | <b>1.952,64</b> | <b>1.708,56</b> | <b>1.193,28</b>  |

| Estações | Verão (2010)    | Outono (2010)   | Inverno (2010) | Primavera (2010) |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| 1        | 86,40           | 10,66           | 9,34           | 27,42            |
| 2        | <b>9.530,40</b> | 96,42           | 320,40         | 526,05           |
| 3        | 114,57          | 172,16          | 102,32         | 1.028,70         |
| 4        | 1.216,35        | 60,98           | 708,54         | <b>3.795,25</b>  |
| 5        | 295,20          | 450,60          | 542,12         | 893,76           |
| 6        | <b>5.108,22</b> | 0,08            | 14,57          | 378,43           |
| 7        | 837,59          | <b>5.435,58</b> | 623,12         | 1.287,00         |
| 8        | 786,45          | 75,94           | 1.543,98       | 1.569,40         |

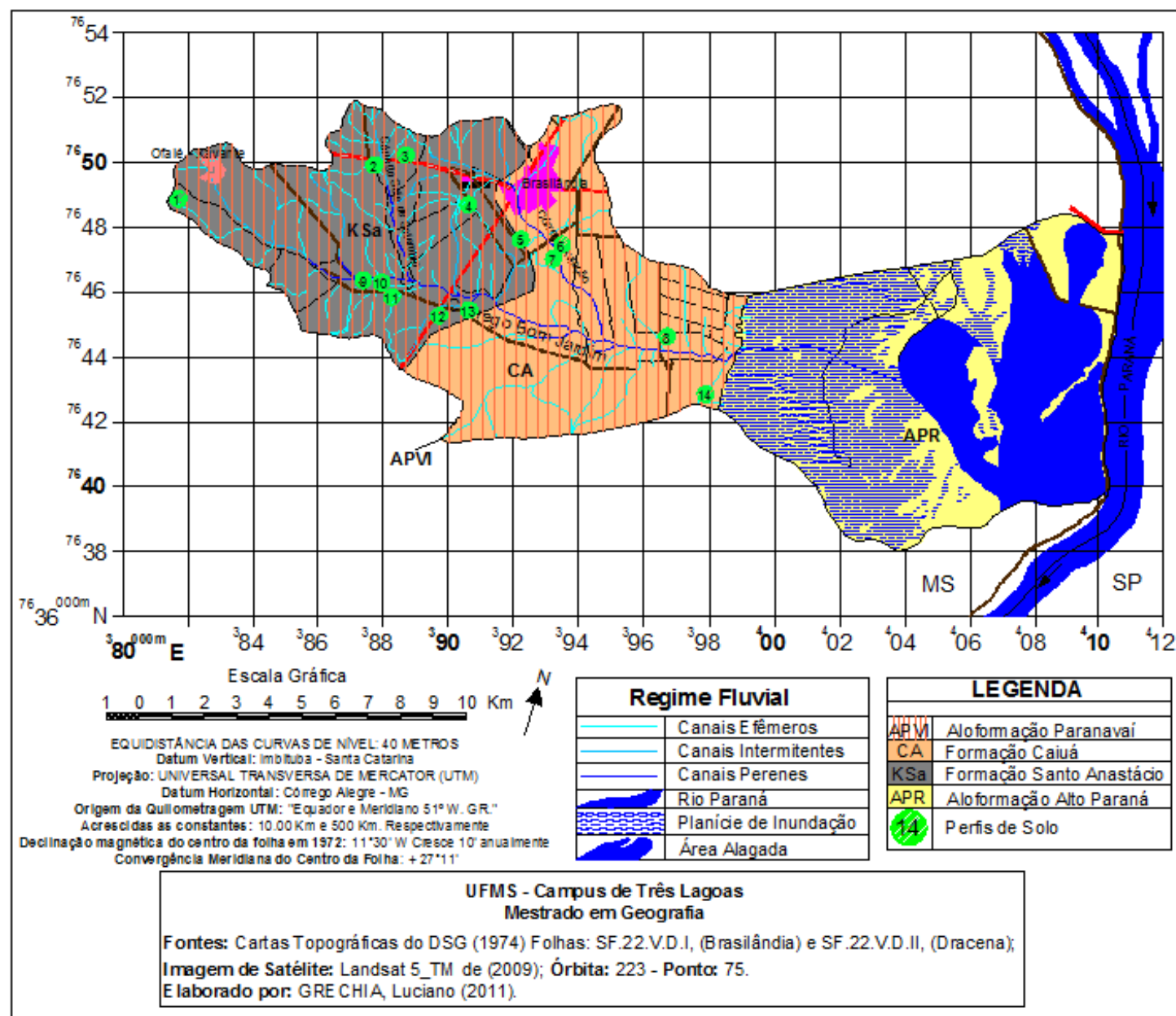
Organizado por: OLIVEIRA, Gustavo H. (2011)

As estações que apresentaram maior valor de transporte de sedimento em suspensão dentro do canal fluvial do córrego Bom Jardim corresponderam ao reflexo

da ação erosiva que as águas exercem sobre as vertentes da bacia, transportados por meio do escoamento superficial para o canal fluvial do córrego Bom Jardim. A relação da vazão entre o transporte de sedimentos em suspensão apresentou dados variados, por exemplo, no outono de 2009 foram registrados na estação 7 vazão de  $180\text{m}^3/\text{s}$ , e sedimento em suspensão de 2.533 toneladas, o maior de 2009. A estação 8 apresentou  $108\text{m}^3/\text{s}$  de vazão e 1.952 toneladas de sedimento no período estacional de 2009. A maior carga de transporte de sedimentos em suspensão foi registrada nas estações 2,6 no verão e na estação 7 no outono de 2010. No entanto, pode-se notar que no período chuvoso tanto em 2009 quanto em 2010 foram os que apresentaram maior quantidade de sedimentos transportados em suspensão.

## **6 – GRANULOMETRIA E ANÁLISE TEXTURAL DAS AMOSTRAS DE SOLOS DA BACIA DA BACIA**

O mapa da distribuição das formações geológicas foi elaborado compilando informações extraídas de publicações de Sallun (2007; 2010). Os perfis de solo foram determinados segundo a acessibilidade ao local e pela existência de feição erosiva e de barrancos escarpados ao longo das estradas e nas margens dos canais fluviais. Procurou-se seguir perfis longitudinais e transversais ao longo das vertentes das margens direita e esquerda do canal principal da bacia, **figura 33**.



**Figura 33** – Mapa de disposição litológica e localização dos perfis de coletados de solo na bacia do córrego Bom Jardim, Brasília/MS

Dentre os 14 perfis de solos onde foram coletadas as amostras seguindo a mudança da coloração dos horizontes, destacamos aqueles que demonstraram maior variedade quanto a coloração e de diferenciação nos horizontes.

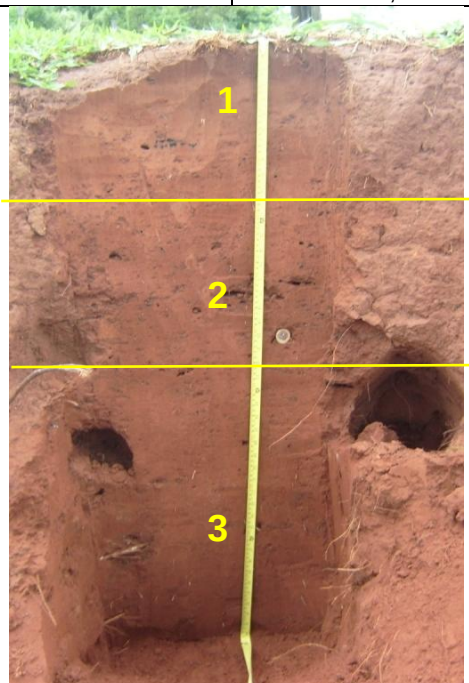
O perfil 1, **figura 36**, corresponde a parede de ravina com profundidade de 100 cm no ponto mais elevado da bacia, cota 406m, na reserva indígena Ofaié-Xavante, localizado entre as coordenadas 21° 14' 99" latitude S e 52 07' 77" longitude W, em uma área recoberta por pastagem **figuras 34 e 35**.



**Figura 34** – Final da ravina, alto curso do Bom Jardim, reserva indígena Ofaié-Xavante.



**Figura 35** – Cabeceiras da ravina, alto curso do Bom Jardim, reserva indígena Ofaié-Xavante.



**Figura 36** – Perfil 1 – Interior da ravina no alto curso do Bom Jardim, na reserva indígena Ofaié-Xavante.

A coloração predominante do perfil é vermelho escuro, segundo classificação de Munsell – 2.5YR 3/6 sendo 3 Value (valor) e 6 Chroma (croma), relacionada



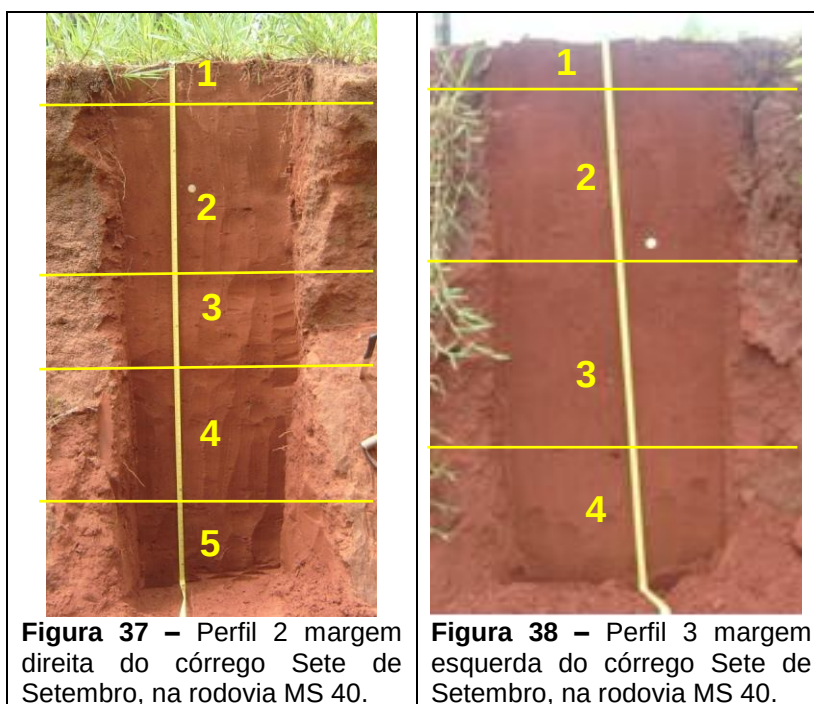
também a formação Paranavaí, que sobrepõe a formação Santo Anastácio. O solo apresenta-se compactado, com média resistência a penetração da ponta da faca, porém de fácil desagregação, indicado pela alta porcentagem de material fino nas amostras como mostra a **tabela 15**. As setas indicam restos de carvão derivados de inúmeras queimadas feitas pelos antigos proprietários para limpeza de pastagens e de capoeiras.

**Tabela 15** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 1

| Horizontes   | Vol. A.     | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulo (%) | Areias (%)   | Finos (%)   |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 1            | 20ml        | 17,1        | 0,85        | 2,65        | 1,80        | 0,1         | 90,05        | 9,35        |
| 2            | 20ml        | 18,4        | 0,92        | 2,65        | 1,73        | 0,1         | 91,84        | 7,60        |
| 3            | 20ml        | 17,8        | 0,89        | 2,65        | 1,76        | 0,1         | 90,44        | 8,48        |
| <b>Total</b> | <b>60ml</b> | <b>53,3</b> | <b>0,88</b> | <b>2,65</b> | <b>1,77</b> | <b>0,3</b>  | <b>90,80</b> | <b>8,63</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 2, **figura 37**, localiza-se à margem direita do córrego Sete de Setembro próximo a sua nascente coordenadas geográficas 21°14'77" latitude S 52°04'90" longitude W e o perfil 3 **figura 38**, na margem esquerda do referido córrego, coordenadas geográficas 21°14'84" latitude S e 52°04'18" longitude W. Ambos localizados nas margens da rodovia MS 40, à margem esquerda do córrego Bom Jardim.



Os perfis 2 e 3 apresentam coloração predominante vermelho escuro, segundo classificação de Munsell – 2.5YR 3/6, sem resistência a penetração da ponta da faca. Seus resultados granulométricos apresentam-se na **tabela 16**.

**Tabela 16** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisado nos perfis 2 e 3

| Horizontes          | Vol. A.      | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulo (%) | Areias (%)   | Finos (%)    |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>Perfil 2 – 1</b> | 20ml         | 19,5        | 0,97        | <b>2,65</b> | 1,68        | 0,51        | 91,28        | 8,20         |
| <b>Perfil 2 – 2</b> | 20ml         | 19,7        | 0,98        | <b>2,65</b> | 1,67        | 0,00        | 92,38        | 7,61         |
| <b>Perfil 2 – 3</b> | 20ml         | 19,0        | 0,95        | <b>2,65</b> | 1,70        | 0,00        | 93,68        | 6,31         |
| <b>Perfil 2 – 4</b> | 20ml         | 19,4        | 0,97        | <b>2,65</b> | 1,68        | 0,00        | 93,29        | 6,70         |
| <b>Perfil 2 – 5</b> | 20ml         | 20,4        | 1,02        | <b>2,65</b> | 1,63        | 0,49        | 92,15        | 7,35         |
| <b>Total</b>        | <b>100ml</b> | <b>98,0</b> | <b>0,98</b> | <b>2,65</b> | <b>1,67</b> | <b>0,20</b> | <b>92,55</b> | <b>7,24</b>  |
|                     |              |             |             |             |             |             |              |              |
| <b>Perfil 3 – 1</b> | 20ml         | 19,8        | 0,99        | <b>2,65</b> | 1,66        | 0,00        | 91,91        | 8,08         |
| <b>Perfil 3 – 2</b> | 20ml         | 20,2        | 1,01        | <b>2,65</b> | 1,64        | 0,00        | 89,60        | 10,39        |
| <b>Perfil 3 – 3</b> | 20ml         | 19,2        | 0,96        | <b>2,65</b> | 1,69        | 0,0         | 89,06        | 10,93        |
| <b>Perfil 3 – 4</b> | 20ml         | 19,6        | 0,96        | <b>2,65</b> | 1,69        | 0,00        | 87,75        | 12,24        |
| <b>Total</b>        | <b>80ml</b>  | <b>78,8</b> | <b>0,98</b> | <b>2,65</b> | <b>1,67</b> | <b>0,00</b> | <b>89,59</b> | <b>10,40</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 4, **figura 41**, localiza-se em um pequena elevação próxima a cidade de Brasilândia, e atua como divisor de águas entre as bacias dos córregos Aviação e Sete de Setembro, entre as coordenadas 21°15'58" latitude S e 52°03'16" longitude W. Mostrado nas **figuras 39 e 40**.



**Figura 39** – Elevação próxima a cidade de Brasilândia, divisor de águas entre as bacia do córrego Sete de setembro e Aviação



**Figura 40** – Elevação próximo a cidade de Brasilândia, divisor de águas entre as bacia do córrego Sete de setembro e Aviação



**Figura 41** – Perfil 4 – margem de uma estrada rural, próxima a cidade de Brasilândia, alto curso do córrego Aviação

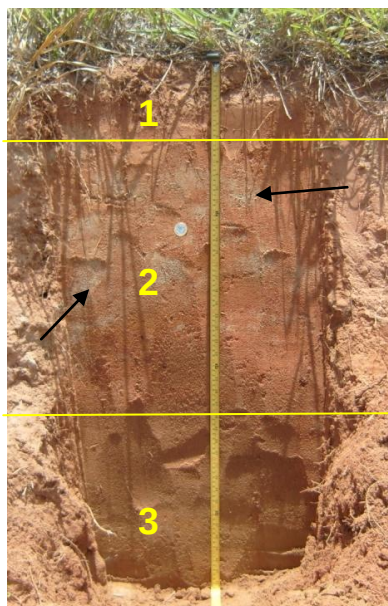
Esse perfil se mostra mais coeso, com resistência a penetração da faca, predomínio de coloração vermelho escuro, segundo classificação de Munsell – 2.5YR 3/6. Quanto à granulometria não se pode notar grandes alterações em relação aos demais perfis, como mostra a **tabela 17**.

**Tabela 17** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 4

| Horizontes   | Vol. A.     | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulo (%) | Areias (%)   | Finos (%)   |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 1            | 20ml        | 19,9        | 0,99        | 2,65        | 1,66        | 0,50        | 89,94        | 9,54        |
| 2            | 20ml        | 18,3        | 0,91        | 2,65        | 1,74        | 0,54        | 89,61        | 9,83        |
| 3            | 20ml        | 20,3        | 1,01        | 2,65        | 1,64        | 0,49        | 90,14        | 9,35        |
| 4            | 20ml        | 20,0        | 1,00        | 2,65        | 1,65        | 0,00        | 90,50        | 9,50        |
| <b>Total</b> | <b>80ml</b> | <b>78,5</b> | <b>0,98</b> | <b>2,65</b> | <b>1,67</b> | <b>0,38</b> | <b>90,06</b> | <b>9,55</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 5, **figura 42**, está localizado ao longo da estrada rural a jusante da cidade de Brasilândia, próximo da calha do córrego Aviação em sua margem direita, coordenadas geográficas sob a coordenadas 21°15'88" latitude S e 52°02'26" longitude W.



**Figura 42** – Perfil 5, estrada rural à margem direita do córrego Aviação, logo após a malha urbana de Brasilândia

A coloração predominante do perfil é amarelo acastanhado, com mosqueado de cinza, segundo classificação de Munsell – 10YR 6/8. O solo apresenta-se sem coesão e sem resistência a penetração da ponta da faca, indicando alta porcentagem de areias nas amostras, como demonstra a **tabela 18**. As setas indicam mesclas de material muito fino de coloração branco acinzentado ao longo de todo o perfil.

**Tabela 18** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 5

| Horizontes | Vol. A. | P.A. | D.A. | D.Q. | I.O.L. | Grânulo (%) | Areias (%) | Finos (%) |
|------------|---------|------|------|------|--------|-------------|------------|-----------|
| 1          | 20 ml   | 19,3 | 0,96 | 2,65 | 1,69   | 0,51        | 93,26      | 6,21      |
| 2          | 20 ml   | 19,8 | 0,99 | 2,65 | 1,66   | 1,55        | 91,91      | 6,56      |
| 3          | 20 ml   | 20,5 | 1,02 | 2,65 | 1,63   | 0,0         | 92,68      | 7,31      |
| Total      | 60 ml   | 59,6 | 0,99 | 2,65 | 1,66   | 0,67        | 92,61      | 6,71      |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 6, **figura 45**, localiza-se ao longo da calha do canal do córrego Aviação, **figuras 43 e 44**, a jusante da cidade de Brasilândia em sua margem esquerda, entre as coordenadas geográficas sob a coordenadas 21°16'04" latitude S e 52°01'99" longitude W.





**Figura 43** – Barranca do córrego Aviação, em seu médio curso, margem esquerda, a cerca de 10 km da cidade de Brasilândia, em direção a sua Foz. Perfil 6.



**Figura 44** – Barranco à margem esquerda do córrego Aviação, perfil 6.



**Figura 45** – Perfil 6, localizado na barranca do córrego Aviação, a jusante da malha urbana de Brasilândia

O primeiro horizonte desse perfil, com profundidade até 36cm, apresenta-se duro e com presença de formigas e cupins, de coloração marrom amarelado escuro, segundo Munsell 10YR 4/4. Em seguida, camada turfosa de cor preta a marrom forte, segundo Munsell 7.5 YR 3/0 com conglomerados duros, e abaixo, terceira e quarta camadas, areia fina esbranquiçada entre 64cm a 120cm (profundidade máxima do perfil) que apresenta coloração amarela, segundo Munsell 10YR 7/1, sem coesão. Devido a proximidade da segunda com a terceira camada, a cor preta da segunda, por lixiviação, dá a cor levemente acinzentada a camada 3. Já a camada 4 é muito branca.

A turfa que aparece nesse perfil entre as profundidades de 36cm a 64cm, apresentou peso bem mais leve que o restante e com as mais diferentes porcentagens de areias e finos como mostra a **tabela 19**, possui odor de matéria orgânica em decomposição. Se retiradas as camadas 2 e 3, esse material proveniente da Aloformação Paranavai, possui fácil desagregação e transporte e baixa fertilidade, podendo gerar redução da produção ou até o caso extremo de desertificação.

**Tabela 19** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 6

| Horizontes   | Vol. A.      | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulos (%) | Areias (%)   | Finos (%)    |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1            | 20 ml        | 17,9        | 0,89        | 2,65        | 1,76        | 0,55         | 88,82        | 10,61        |
| 2            | 20 ml        | 12,5        | 0,62        | 2,65        | 2,03        | 4,00         | 76,00        | 20,00        |
| 3            | 20 ml        | 22,8        | 1,14        | 2,65        | 1,51        | 0,43         | 94,29        | 5,26         |
| 4            | 20 ml        | 22,4        | 1,12        | 2,65        | 1,53        | 0,00         | 90,62        | 9,37         |
| <b>Total</b> | <b>80 ml</b> | <b>72,6</b> | <b>0,94</b> | <b>2,65</b> | <b>1,71</b> | <b>6,85</b>  | <b>92,56</b> | <b>10,60</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 7, **figura 48**, localiza-se no barranco da margem direita do córrego Aviação, também em seu médio curso **figuras 46 e 47**, oposta ao perfil 6 nas coordenadas 21°17'05" latitude S e 52°01'08" longitude W, figuras 40, foi o que apresentou as maiores anomalias.



**Figura 46** – Calha do córrego Aviação em seu médio curso a jusante da malha urbana da cidade de Brasilândia.



**Figura 47** – Disposição das camadas no barranco à margem direita do córrego Aviação a jusante da malha urbana da cidade de Brasilândia.



**Figura 48** – Perfil 7, barranco à margem direita do córrego Aviação

O horizonte 2 apresentou alta porcentagem de grânulos, a maior de todas as amostras, representando uma faixa de seixo no perfil. O horizonte 3 apresentou a mais baixa porcentagem de finos e a mais alta porcentagem de areias. Já o horizonte 5, o horizonte da turfa, apresentou a mais baixa porcentagem de areias, alta porcentagem de grânulos, caracterizados por conglomerados que não destorrnaram no processo manual de pilamento no gral pistilo.

Com exceção da parte superior, que apresente coloração amarelo avermelhado, segundo Munsell 7.5YR 6/6, o horizonte da turfa nesse perfil aparece após 113 cm de profundidade. A partir de 113 cm de profundidade, o perfil se mostra como o anterior. Nesse perfil o horizonte da trufa apresentou coloração marrom forte, segundo Munsell 7.5 YR 3/0, com 14,55% de finos e 70,29% de areias como mostra a **tabela 20**.

**Tabela 20:** Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 7

| Horizontes   | Vol. A.       | P.A.         | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulos (%) | Areias (%)   | Finos (%)    |
|--------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1            | 20 ml         | 21,3         | 1,06        | <b>2,65</b> | 1,59        | <b>14,55</b> | 81,22        | 4,22         |
| 2            | 20 ml         | 20,8         | 1,04        | <b>2,65</b> | 1,61        | 0,0          | <b>98,55</b> | <b>1,44</b>  |
| 3            | 20 ml         | 14,9         | 0,74        | <b>2,65</b> | 1,91        | 0,0          | 83,22        | <b>16,77</b> |
| 4            | 20 ml         | 20,2         | 1,01        | <b>2,65</b> | 1,64        | 0,0          | 92,07        | 7,02         |
| 5            | 20 ml         | <b>10,1</b>  | 0,50        | <b>2,65</b> | 2,15        | <b>13,86</b> | <b>70,29</b> | <b>15,84</b> |
| 6            | 20 ml         | 21,1         | 1,05        | <b>2,65</b> | 1,60        | 0,47         | 89,09        | 10,42        |
| <b>Total</b> | <b>120 ml</b> | <b>108,4</b> | <b>0,90</b> | <b>2,65</b> | <b>1,75</b> | <b>4,24</b>  | <b>87,36</b> | <b>8,39</b>  |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)



A área indicada nos perfis 6 e 7, como mostra a figura 5 (p.38), corresponde a uma área de colúvio, depositado sobre a Aloformação Caiuá, que pode explicar o aparecimento dessa areia esbranquiçada como sendo sedimentos depositados em períodos pretéritos. O aparecimento da camada turfosa indica que sobre a mesma havia uma paleolagoa, sendo a turfa produto de decantação dos materiais orgânicos dessa lagoa. A camada que recobre a turfa corresponde aos sedimentos depositados da Aloformação Paranavaí, formação essa que recobre as camadas da formação Santo Anastácio do meio a montante da área agricultável e a formação Caiuá do meio da área agricultável a jusante da mesma.

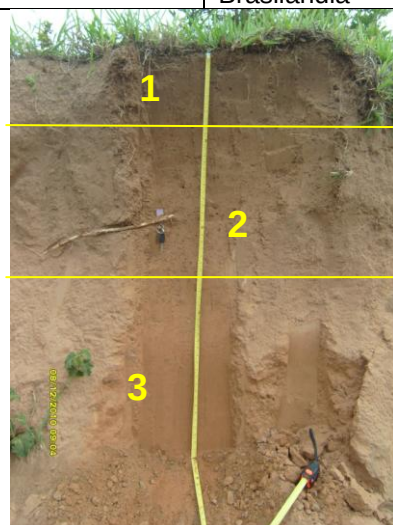
O perfil 8, **figura 51**, localiza-se na margem da estrada rural do assentamento Pedra Bonita próximo ao final do médio curso da bacia, coordenadas 21°17'86" latitude S e 51°59'72" longitude W. Foi coletado em uma caixa de empréstimo da estrada próximo ao canal do córrego Bom Jardim. **Figuras 49 e 50**



**Figura 49** – Margem esquerda do córrego Bom Jardim, assentamento “Pedra Bonita”



**Figura 50** – Caixa de empréstimo da estrada rural que liga o assentamento Pedra Bonita à Brasilândia



**Figura 51** – Perfil 8, localizado no final do médio curso da bacia.



Esse perfil apresentou uma coloração marrom avermelhado na parte superior, segundo Munsell 10YR 4/5, e na parte mais profunda 7.5 YR 5 8/5. Apresentou fraca resistência a penetração da faca. Em sua quantificação granulométrica houve a total ausência de grânulos e predominância das areias com 94,46% das amostras, como pode ser observado na **tabela 21**.

**Tabela 21** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 8

| Horizontes | Vol. A. | P.A. | D.A. | D.Q. | I.O.L. | Grânulos (%) | Areias (%) | Finos (%) |
|------------|---------|------|------|------|--------|--------------|------------|-----------|
| 1          | 20 ml   | 19,2 | 0,96 | 2,65 | 1,69   | 0,00         | 94,74      | 5,20      |
| 2          | 20 ml   | 18,2 | 0,91 | 2,65 | 1,74   | 0,00         | 94,50      | 5,49      |
| 3          | 20 ml   | 21,0 | 1,05 | 2,65 | 1,60   | 0,00         | 94,76      | 5,23      |
| Total      | 60 ml   | 58,4 | 0,97 | 2,65 | 1,65   | 0,00         | 94,69      | 5,13      |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 9, **figura 54**, corresponde a voçoroca localizada nas coordenadas geográficas: 21° 19' 05" de latitude S e 51° 59' 09" de longitude W na vertente direita do canal, bem próximo ao curso d'água (cerca de 30m) e próximo também da estação 1 de coleta d'água. A área é de solo hidromórfico, coberto por pastagem à jusante de um antigo represamento do curso fluvial que se rompeu a alguns anos atrás, devido ao forte volume d'água nos períodos chuvosos. Ver **figuras 52 e 53**.



**Figura 52** – Voçoroca ao longo de uma estrada, no médio curso da bacia.



**Figura 53** – Voçoroca com grande entalhamento já atingindo o lençol freático, avançando em direção a estrada rural.



**Figura 54** – Perfil\_9: Voçoroca as margens de estrada vicinal, na margem esquerda do Bom Jardim, em seu médio curso.

Próximo a superfície o perfil mostra uma pequena camada escura de coloração marrom avermelhado escuro, segundo Munsell – 5YR  $\frac{3}{4}$ . Entre os 12,0cm aos 95,0cm, o solo apresenta coloração vermelho amarelado, segundo Munsell 10YR 4/4. Entre os 95,0 cm e 160,0 cm, o solo apresenta coloração amarelo acastanhado, segundo Munsell 10 YR 7/2, com pequenos grânulos mosqueados de cor amarela e geralmente saturados de água. Em sua granulometria esse perfil apresentou média 0,5% de grânulos, 93,0% de areias e 6,3% de finos, ou seja, bastante arenoso e com pouca concentração de materiais de cimentação silte e argila, tornando-o frágil a contenção de erosão, mesmo estando em terreno de baixa declividade, como mostra a **tabela 22**.

**Tabela 22** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 9

| Horizontes   | Vol. A.      | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulos (%) | Areias (%)   | Finos (%)   |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 1            | 20 ml        | 19,8        | 0,99        | 2,65        | 1,61        | 1,51         | 91,91        | 6,56        |
| 2            | 20 ml        | 18,8        | 0,94        | 2,65        | 1,66        | 0,53         | 94,68        | 4,78        |
| 3            | 20 ml        | 17,8        | 0,89        | 2,65        | 1,71        | 0,56         | 93,82        | 5,61        |
| 4            | 20 ml        | 18,1        | 0,90        | 2,65        | 1,69        | 0,0          | 91,71        | 8,28        |
| <b>Total</b> | <b>80 ml</b> | <b>74,5</b> | <b>0,93</b> | <b>2,65</b> | <b>1,72</b> | <b>0,5</b>   | <b>93,02</b> | <b>6,30</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 10, **figura 57**, localiza-se na estrada rural, e se prolonga na margem esquerda do córrego Bom Jardim até o final da área agricultável da bacia, **figuras 55 e 56** entre as coordenadas geográficas: 21° 16' 93" de latitude S e 52° 05' 04" de longitude W em uma área coberta também por pastagem.



**Figura 55** – Estrada rural médio curso entre os perfis 10 e 11



**Figura 56** – Disposição das vertentes médio curso



**Figura 57** – Perfil 10 – na margem de uma estrada rural na vertente direita da bacia

Esse perfil apresenta coloração marrom amarelado, segundo Munsell 10 YR 5/8, com média 0,6% de grânulos, 91,9% de areias e 7,3% de finos, ou seja, bastante arenoso e com pouca concentração de materiais de cimentação silte e argila, tornando-o frágil a contenção de erosão, mesmo estando em terreno de declividade, como mostra a **tabela 23**.

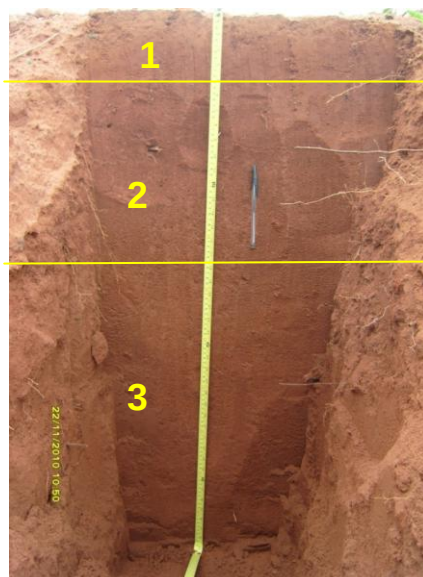
**Tabela 23** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 10

| Horizontes | Vol. A. | P.A. | D.A. | D.Q. | I.O.L. | Grânulos (%) | Areias (%) | Finos (%) |
|------------|---------|------|------|------|--------|--------------|------------|-----------|
| 1          | 20 ml   | 19,2 | 0,96 | 2,65 | 1,64   | 0,52         | 92,18      | 7,29      |
| 2          | 20 ml   | 17,4 | 0,87 | 2,65 | 1,73   | 0,57         | 91,52      | 6,89      |
| 3          | 20 ml   | 18,8 | 0,94 | 2,65 | 1,66   | 1,06         | 90,95      | 7,97      |
| Total      | 60 ml   | 55,4 | 0,92 | 2,65 | 1,73   | 0,72         | 91,87      | 7,40      |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 11, **figura 58**, localiza-se a margem da estrada vicinal, na vertente direita do canal principal, sob as coordenadas geográficas: 21° 16' 98" de latitude S

e 52° 04' 81" de longitude W, apresenta coloração predominantemente vermelha, ocupado por pastagens cultivadas.



**Figura 58** – Perfil 11 – na margem de uma estrada rural na vertente direita da bacia.

Esse perfil apresenta coloração vermelho escuro, de acordo com a classificação de Munsell – 2.5YR 3/6. Os valores granulométricos mostrados na **tabela 24** apresentaram média 0,3% de grânulos, 91,6 % de areias e 7,9% de finos, ou seja, bastante arenoso e com pouca concentração de materiais de cimentação silte e argila, tornando-o frágil a contenção de erosão, mesmo estando em terreno de declividade

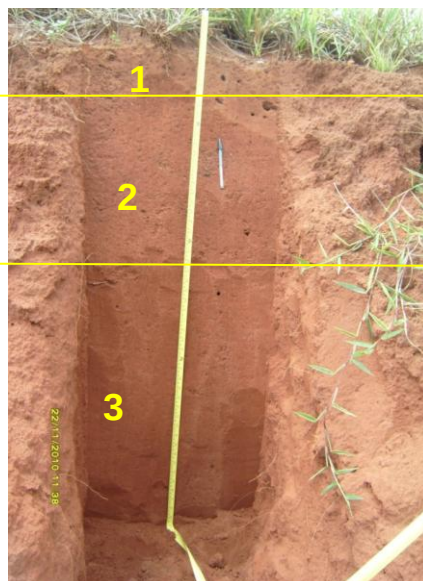
**Tabela 24** – Quantificação dos parâmetros granulométricas analisados no perfil 11

| Horizontes   | Vol. A.      | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulos (%) | Areias (%)   | Finos (%)   |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 1            | 20 ml        | 17,6        | 0,88        | 2,65        | 1,72        | 0,00         | 92,61        | 7,38        |
| 2            | 20 ml        | 18,5        | 0,92        | 2,65        | 1,68        | 0,54         | 92,43        | 7,02        |
| 3            | 20 ml        | 17,9        | 0,89        | 2,65        | 1,70        | 0,55         | 89,94        | 9,49        |
| <b>Total</b> | <b>60 ml</b> | <b>54,0</b> | <b>0,90</b> | <b>2,65</b> | <b>1,75</b> | <b>0,37</b>  | <b>91,66</b> | <b>7,96</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 12, **figura 59**, margem da rodovia, vertente direita do canal coordenadas geográficas: 21° 17' 39" de latitude S e 52° 03' 80" de longitude W, apresenta coloração predominantemente vermelha em uma área coberta por pastagem.





**Figura 59** – Perfil 12 – margem da rodovia MS 395, que liga Brasilândia à Bataguassu.

Esse perfil apresenta uma coloração vermelho escuro, conforme a classificação de Munsell – 2.5YR 3/6, com média 0,1% de grânulos, 93,7 % de areias e 6,0% de finos, **tabela 25**, ou seja, indica solo bastante arenoso e com pouca concentração de materiais de cimentação silte e argila, tornando-o frágil a contenção de erosão, mesmo estando em terreno de declividade.

**Tabela 25** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 12

| Horizontes | Vol. A. | P.A. | D.A. | D.Q. | I.O.L. | Grânulos (%) | Areias (%) | Finos (%) |
|------------|---------|------|------|------|--------|--------------|------------|-----------|
| 1          | 20 ml   | 19,0 | 0,95 | 2,65 | 1,70   | 0,00         | 93,71      | 5,75      |
| 2          | 20 ml   | 18,2 | 0,91 | 2,65 | 1,74   | 0,54         | 92,85      | 6,59      |
| 3          | 20 ml   | 17,5 | 0,87 | 2,65 | 1,78   | 0,00         | 94,28      | 5,71      |
| Total      | 60 ml   | 54,7 | 0,91 | 2,65 | 1,74   | 0,18         | 93,78      | 6,03      |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

O perfil 13, **figura 60**, localiza-se na margem da estrada, vertente direita do canal, coordenadas geográficas: 21° 17' 33" de latitude S e 52° 03' 49" de longitude W, apresenta uma coloração amarelada na superfície nos primeiros 34 cm, entre 34 e 47 cm aparece uma zona de transição dos horizontes.



**Figura 60** – Perfil 13 – continuação da estrada rural pós-cruzamento com a rodovia MS 395.

Esse perfil apresenta média de 0,2% de grânulos, 95,2 % de areias e 4,7% de finos, **tabela 26**, ou seja, esse solo se caracteriza como sendo bastante arenoso e com pouca concentração de materiais de cimentação silte e argila, tornando-o frágil a contenção de erosão, mesmo estando em terreno de declividade.

**Tabela 26** – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 13

| Horizontes   | Vol. A.      | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulos (%) | Areias (%)   | Finos (%)   |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 1            | 20 ml        | 20,8        | 1,04        | 2,65        | 1,61        | 0,96         | 97,59        | 2,40        |
| 2            | 20 ml        | 19,2        | 0,96        | 2,65        | 1,69        | 0,0          | 95,83        | 4,16        |
| 3            | 20 ml        | 18,3        | 0,91        | 2,65        | 1,74        | 0,0          | 93,44        | 6,55        |
| 4            | 20 ml        | 17,3        | 0,86        | 2,65        | 1,79        | 0,0          | 93,64        | 6,35        |
| <b>Total</b> | <b>80 ml</b> | <b>75,6</b> | <b>0,94</b> | <b>2,65</b> | <b>1,71</b> | <b>0,26</b>  | <b>95,23</b> | <b>4,76</b> |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011)

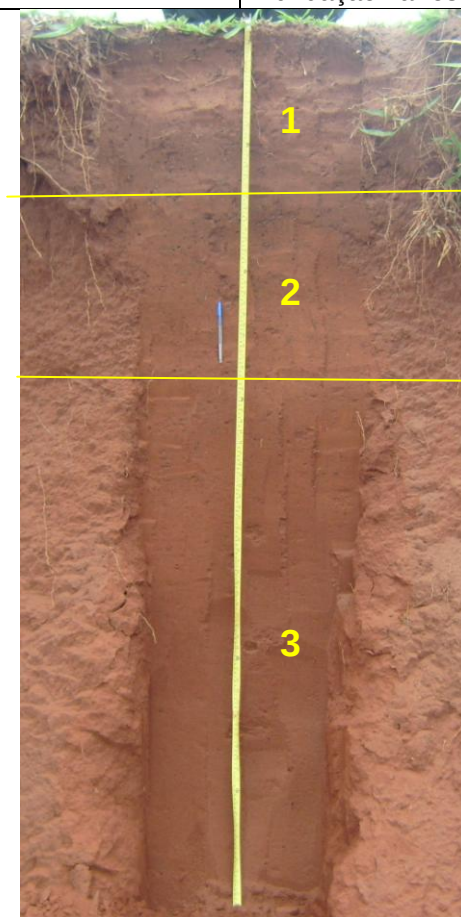
O perfil 14, figura 63, foi feito no interior de uma voçoroca, coordenadas 21°19'05" latitude S e 51°59'72" longitude W, localizada a montante da reserva Cisalpina **figuras 61 e 62** e recebe expressiva quantidade de material sedimentar ano a ano.



**Figura 61** – Voçoroca no final da área agricultável da bacia, na divisa da reserva Cisalpina, com aproximadamente 300 m de extensão



**Figura 62** – Cone de dejeção de sedimentos erodidos pela voçoroca no final da área agricultável da bacia, invadindo a planície de inundação na reserva Cisalpina



**Figura 63** – Perfil 14 – barranca no interior da voçoroca no final da área agricultável da bacia.

Esse perfil apresenta 150cm de predominância da coloração vermelho escuro, segundo classificação de Munsell – 2.5YR 6/3, com fácil penetração da faca e com grande concentração de areias, média de 91,74 %. Como apresentado na tabela 27.

**Tabela 27 – Quantificação dos parâmetros granulométricos analisados no perfil 14**

| Horizontes   | Vol. A.      | P.A.        | D.A.        | D.Q.        | I.O.L.      | Grânulos (%) | Areias (%)   | Finos (%)   |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| <b>1</b>     | <b>20 ml</b> | 18,7        | 0,93        | <b>2,65</b> | 1,72        | 0,53         | 90,90        | 8,55        |
| <b>3</b>     | <b>20 ml</b> | 18,4        | 0,92        | <b>2,65</b> | 1,73        | 1,63         | 88,58        | 9,78        |
| <b>4</b>     | <b>20 ml</b> | 19,2        | 0,96        | <b>2,65</b> | 1,69        | 0,52         | 88,54        | 10,93       |
| <b>Total</b> | <b>60 ml</b> | <b>56,3</b> | <b>0,93</b> | <b>2,65</b> | <b>1,72</b> | <b>0,88</b>  | <b>89,34</b> | <b>9,76</b> |

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011)

Por meio dos ensaios de sedimentologia constatou-se que a parte superior dos perfis, via de regra, são formados por grãos macrocristalinos de quartzo, avermelhados por matéria intersticial rica em óxidos e hidróxidos de ferro. Em geral, confirmou-se a predominância dos sedimentos areias ao longo das vertentes da bacia do córrego Bom Jardim. No baixo curso, os substratos são arenosos, claros e predominantemente minerogênicos, e em média as amostras apresentaram 0,79% grânulos, 91,7% de areias e 7,76% de finos, mostrando de modo geral a pouca coesão entre as partículas dos componentes do solo, verificado em campo com a “ponta da faca”. Essas análises quantitativas constituem certamente uma das variáveis que respondem a inúmeras feições erosivas dispersas por toda a bacia, mesmo em declividades suaves de 3 a 9%, sob fraca energia potencial do relevo. Só as turfas, nos perfis 6 e 7, e de 60 a 100cm no perfil 5, apresentaram textura mais compactada (dura), na grande maioria dos perfis a penetração da faca foi de fácil a muito fácil, destacando maior facilidade de penetração da faca também nos perfis 6 e 7 na camada branca do solo, logo abaixo da camada de turfa.

Conclui-se que as variáveis levantadas mostraram coerência com os substratos e ambientes acima descritos, sugerindo a viabilidade de seu uso como indicadores ambientais coadjuvantes dos tradicionais parâmetros geomorfológicos, hidrológicos e de uso e ocupação dos solos imediatos a bacia.

## **7 – USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA VEGETAL DAS TERRAS DA BACIA**

A área que compreende o município e a bacia passou por grandes mudanças desde 1965, ano de fundação do município, em comparação aos dias atuais. Para melhor visualização dessas alterações foram construídas duas cartas de uso e ocupação das terras da bacia, uma contendo informações extraídas das cartas



topográficas do DSG, do ano de 1966, e a outra informações extraídas da imagem de satélite Landsat\_TM\_5, órbita 223, ponto 75, de agosto de 2009.

Dentro dos limites do município de Brasilândia encontra-se a bacia do córrego Bom Jardim. Essa bacia abrange uma área que pertence ao domínio morfoclimático do Cerrado que, segundo Ab' Sáber (2003), inclui-se nos territórios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins (parte sul), Goiás, Bahia (parte oeste), Maranhão (parte sudoeste) e Minas Gerais (parte noroeste), como pode ser visto na **figura 64**, elaborado por Aziz Ab' Saber em 1965.



**Figura 64** – Domínios Morfoclimáticos. Brasileiros (Áreas Nucleares – 1965)  
**Fonte:** Aziz Ab' Saber. *Os Domínios de Natureza no Brasil*. 2003.

A área da bacia do córrego Bom Jardim possui características do domínio morfoclimático do cerrado, apresentando flora constituída por árvores herbáceas tortuosas e de aspecto seco, solo composto principalmente por Latossolos, areais quartzosos e podzólicos; esses tipos de solos são carentes em nutrientes e de fácil potencial erosivo. Esses processos erosivos se agravam devido a alta pluviosidade na região, que segundo Lombardi Netto (1992) proporcionam elevado potencial erosivo, e também pela remoção da vegetação nativa e inserção da cultura agropastoril, que tornam frágeis os horizontes “A”, provocando feições erosivas do tipo sulcamentos, ravinamentos e até voçorocamentos.

### **7.1 – Carta de uso e ocupação da terra e distribuição da vegetação da bacia do córrego Bom Jardim do ano de 1974**

Esse documento foi elaborado com base nas informações extraídas das cartas topográficas do DSG de impressa em 1974, Folhas: SF.22.V.D.I, (Brasilândia) e SF.22.V.D.II, (Dracena). As fotografias aéreas que originaram as cartas impressas em 1974, são do ano de 1967, Folha de Brasilândia e do ano de 1965, Folha de Dracena, ambas na escala 1:60.000. Porém, sua impressão ocorreu apenas em 1974. As cartas foram, digitalizadas e trabalhadas em ambiente AutoCAD/2008, apresentada na **figura 65**, e sua quantificação na **tabela 28**.

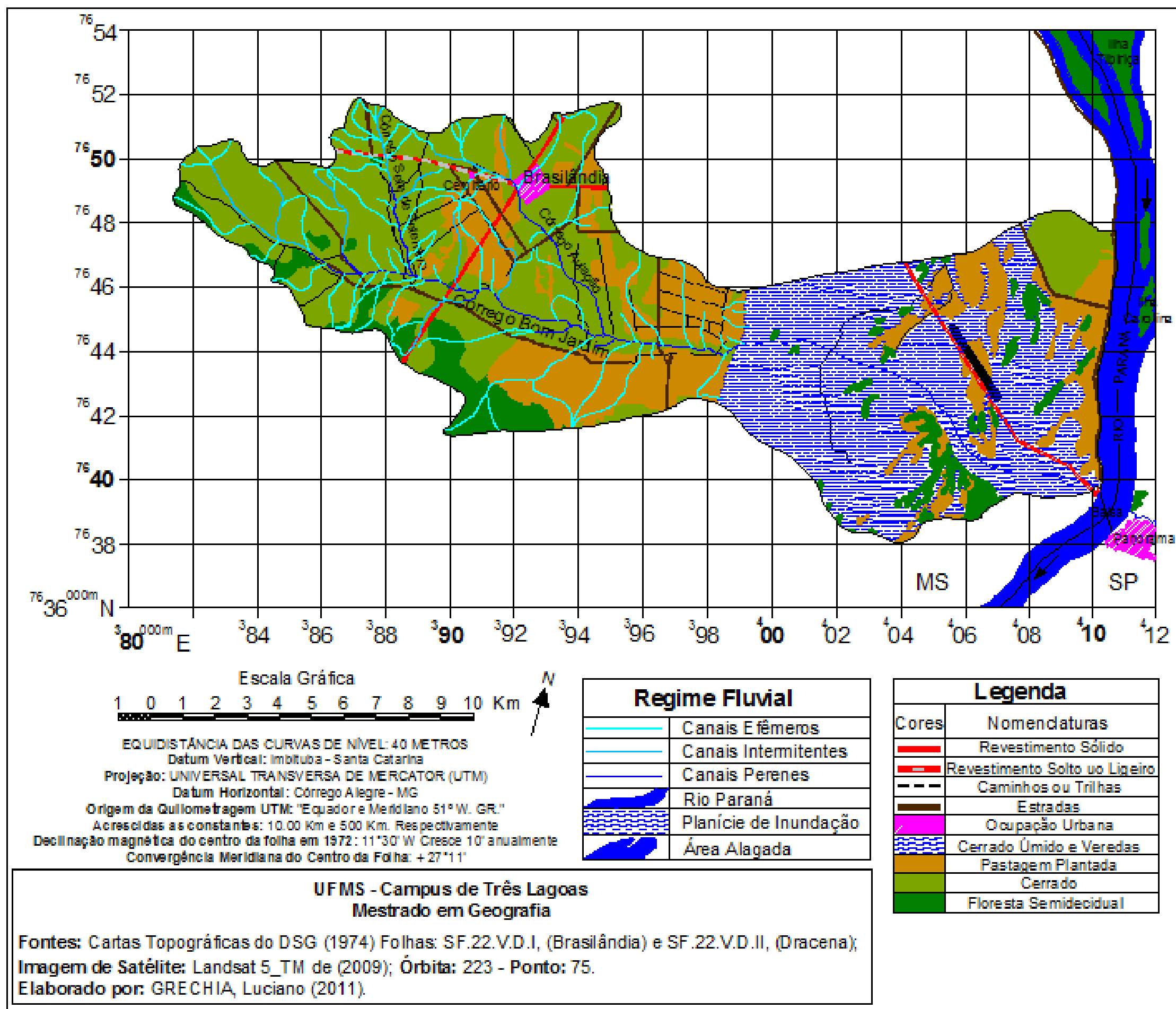


Figura 65 – Carta de uso e ocupação da terra e a distribuição vegetal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS - 1974

**Tabela 28 –** Quantificação dos tipos de uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim – 1965/67 em 1974

| <b>Discriminação</b>          | <b>Area em (Km²)</b> | <b>Percentual (%)</b> |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Ocupação Urbana</b>        | 0,762                | 0,39                  |
| <b>Rodovias e Estradas</b>    | 4,179                | 2,14                  |
| <b>Cerado Úmido e Veredas</b> | 59,321               | 30,45                 |
| <b>Cerrado</b>                | 69,729               | 35,79                 |
| <b>Floresta Semidecidual</b>  | 16,176               | 8,30                  |
| <b>Pastagem</b>               | 44,699               | 22,93                 |
| <b>Área total da bacia</b>    | <b>194,866</b>       | <b>100,00</b>         |

**Organizado por:** Grechia, Luciano (2011)

Essa carta mostra um grande predomínio da vegetação de cerrado ocupando 69,729 km² ou 35,79% da área total da bacia, seguida do cerrado úmido e veredas com área de 59,321 Km² ou 30,45%. O terceiro maior tipo de uso do solo é tomado pela pastagem, que ocupa 44,699 km² o que significa 22,93% da área, e em seguida a floresta semidecidual que ocupa 16,176 Km² , ou seja, 8,30% da área total da bacia. A área ocupada pelas estradas e rodovias corresponde a 4,179Km² ou 2,14%, maior que a área ocupada pela malha urbana que é de 0,762 Km² ou 0,39%.

Nesse documento cartográfico é bastante significativo a porção ocupada pelo cerrado e pela floresta semidecidual, e na porção que compreende ao cerrado úmido e veredas ainda não aparece a área de alagada, que pode ser vista na carta de 2009.

## **7.2 – Carta de uso e ocupação da terra e distribuição da vegetação da bacia do córrego Bom Jardim do ano de 2009**

Esse documento foi elaborado com base nas informações extraídas da imagem de satélite\_TM\_5, órbita 223, ponto 74, trabalhado anteriormente no software Spring 5.1.6 e finalizada no software AutoCAD-2008.

Dentre os dados apresentados, esse documento mostra uma separação entre a reserva Cisalpina (onde não se pode exercer nenhum tipo de atividade que gere renda) e a área onde são exercidas atividades de diferentes usos que geram renda. A essa área deu-se o nome de “Área Agricultável”. Nesse sentido, a área agricultável da bacia corresponde a 98,398Km², ou 50,49%, enquanto a área ocupada pela reserva Cisalpina corresponde a 45,52% ou seja, 88,708Km², dos

quais 29,561Km<sup>2</sup> encontram-se permanentemente alagados, como mostra a **figura 66**. A quantificação dos dados desse documento é apresentada na **tabela 29**.

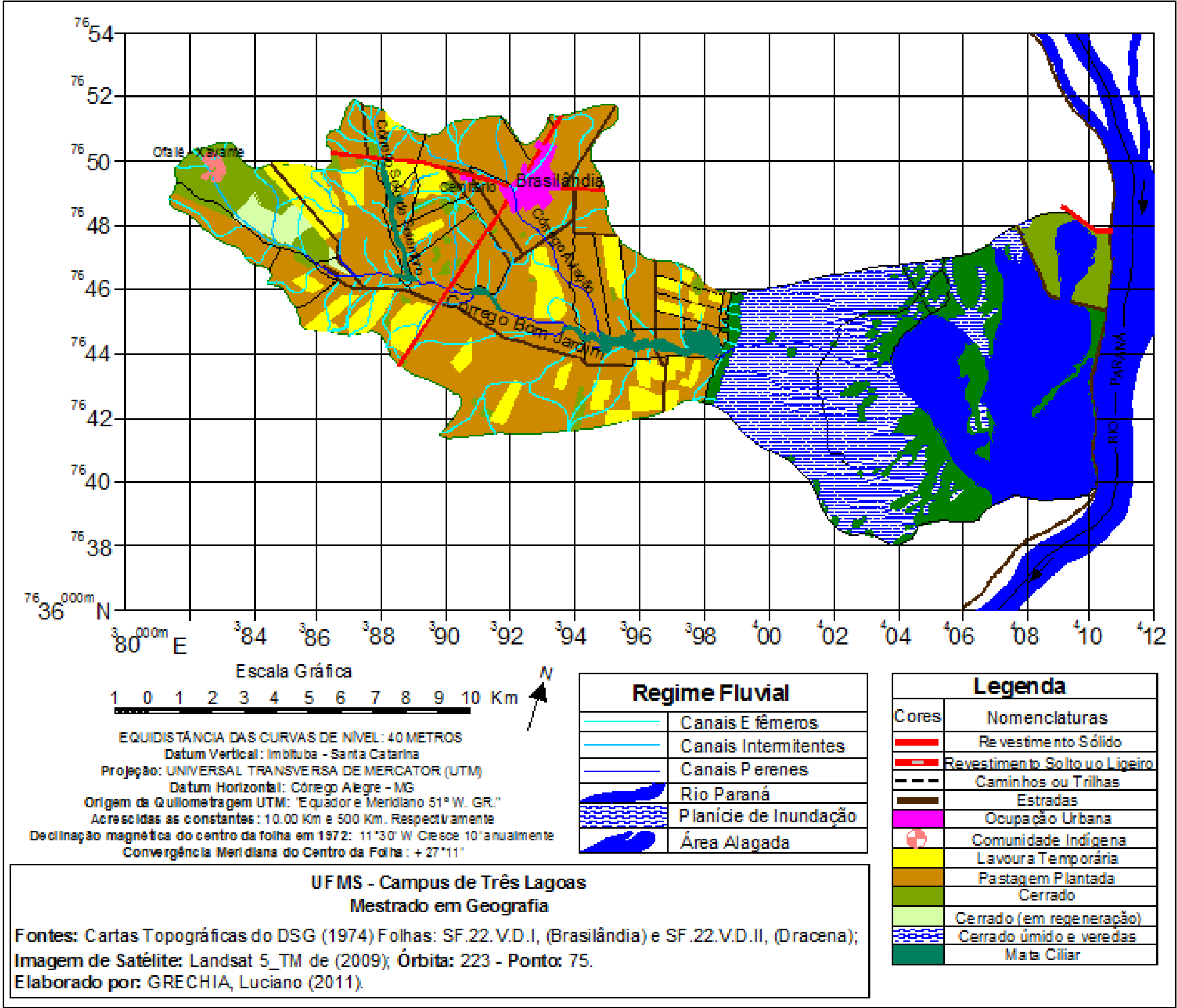


Figura 66 – Carta de uso e ocupação da terra e a distribuição vegetal da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS - 2011

**Tabela 29** – Quantificação dos tipos de uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim – 2008

| Discriminação                                                                               | Área em Km <sup>2</sup> | Percentual (%)                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| Rodovias e estradas                                                                         | 4,819                   | 2,35                                     |
| Cidade                                                                                      | 2,060                   | 1,04                                     |
| Laoura temporária                                                                           | 14,858                  | 7,51                                     |
| Pastagem plantada                                                                           | 72,719                  | 36,63                                    |
| Cerrado                                                                                     | 11,566                  | 5,82                                     |
| Cerrado (em regeneração)                                                                    | 2,374                   | 1,10                                     |
| Cerrado úmido e veredas                                                                     | 38,285                  | 19,52                                    |
| Floresta Semidecidual                                                                       | 16,213                  | 9,73                                     |
| Mata ciliar                                                                                 | 2,411                   | 1,13                                     |
|                                                                                             |                         |                                          |
| <b>Terra indígena</b>                                                                       | <b>7,760</b>            | <b>3,98</b>                              |
| <b>Área agricultável</b>                                                                    | <b>98,398</b>           | <b>50,49</b>                             |
| <b>Área da reserva Cisalpina na bacia</b>                                                   | <b>88,708</b>           | <b>45,52</b>                             |
| <b>Área alagada nos limites reserva Cisalpina na bacia (represa da U.H.E. Sergio Motta)</b> | <b>29,561</b>           | <b>15,17</b><br><b>(da área da RPPN)</b> |
| <b>Área da bacia</b>                                                                        | <b>194.866</b>          | <b>100,00</b>                            |

Organizado por: GRECHIA, Luciano (2011).

Da área dita agricultável, 73,90% da área é ocupada por pastagem plantada. Atualmente 3,39% são ocupadas por estradas e pela área urbana; 36,63% são ocupados com pastagem plantada; 7,51% com culturas temporárias como trigo, soja, milho, arroz e feijão, outros; 5,82% por cerrado, contando com a reservas dos índios Ofaié-Xavante, por que de reserva legal nas propriedades são apenas 1,10%, e 1,10% de cerrado em regeneração. Apenas 1,13% da área recoberta por matas ciliares visíveis em manchas esparsas ao longo de todos os canais da bacia do Bom Jardim e o que restou de floresta semidecidual só é encontrada na reserva Cisalpina.

A porção correspondente a floresta semidecidual se manteve praticamente a mesma, 16,213 Km<sup>2</sup>, ou seja, 9,73%, porém, hoje só é encontrada na reserva Cisalpina. Houve redução do cerrado úmido e veredas, essa redução equivale a área alagada pelo enchimento do lago da represa da UHE Sergio Motta, que teve seu enchimento completo em 2001.

Comparando os resultados obtidos dos dados de 1974 e 2009, organizados na **tabela 30**, foram constatadas diversas alterações na bacia do córrego Bom Jardim que ocorreram devido aos diferentes tipos de uso do solo ao longo desses 37 anos.

**Tabela 30** – Evolução de uso e ocupação da terra, entre 1965/67 em 1974 a 2009, e alterações na bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

| Classes de Uso e Ocupação do Solo | 1974           |            | 2011           |              | Alteração      |              |
|-----------------------------------|----------------|------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|                                   | Área (km²)     | (%)        | Área (km²)     | (%)          | Área (km²)     | (%)          |
| Rodovias e estradas               | 4,179          | 2,14       | 4,819          | 2,35         | - 0,640        | - 0,21       |
| Cidade                            | 0,762          | 0,39       | 2,060          | 1,04         | 1,298          | 0,64         |
| Laoura temporária                 | 0,000          | 0,00       | 14,858         | 7,51         | 14,858         | 7,51         |
| Pastagem plantada                 | 44,699         | 22,93      | 72,719         | 36,63        | 28,020         | 13,70        |
| Cerrado                           | 69,729         | 35,79      | 11,566         | 5,82         | 58,163         | - 29,97      |
| Cerrado (em regeneração)          | 0,000          | 0,000      | 2,374          | 1,10         | 2,374          | 1,10         |
| Cerrado úmido e veredas           | 59,321         | 30,45      | 38,285         | 19,52        | 21,036         | 10,93        |
| Floresta Semidecidual             | 16,176         | 8,30       | 16,213         | 9,73         | 0,037          | 1,43         |
| Mata ciliar                       | --*            | --*        | 2,411          | 1,13         | --*            | --*          |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>194,866</b> | <b>100</b> | <b>194,866</b> | <b>100</b>   | <b>126,426</b> | <b>64,87</b> |
| Terra Indígena                    | --             | --         | <b>7,760</b>   | <b>3,98</b>  | --             | --           |
| Área Agricultável                 | --             | --         | <b>98.398</b>  | <b>50,49</b> | --             | --           |
| RPPN - Cisalpina                  | --             | --         | <b>88,708</b>  | <b>45,52</b> | --             | --           |
| Área alagada na Reserva           | --             | --         | <b>29,561</b>  | <b>15,17</b> | --             | --           |

\* informações diluídas entre outras vegetações

**Organizado por:** GRECHIA, Luciano (2011).

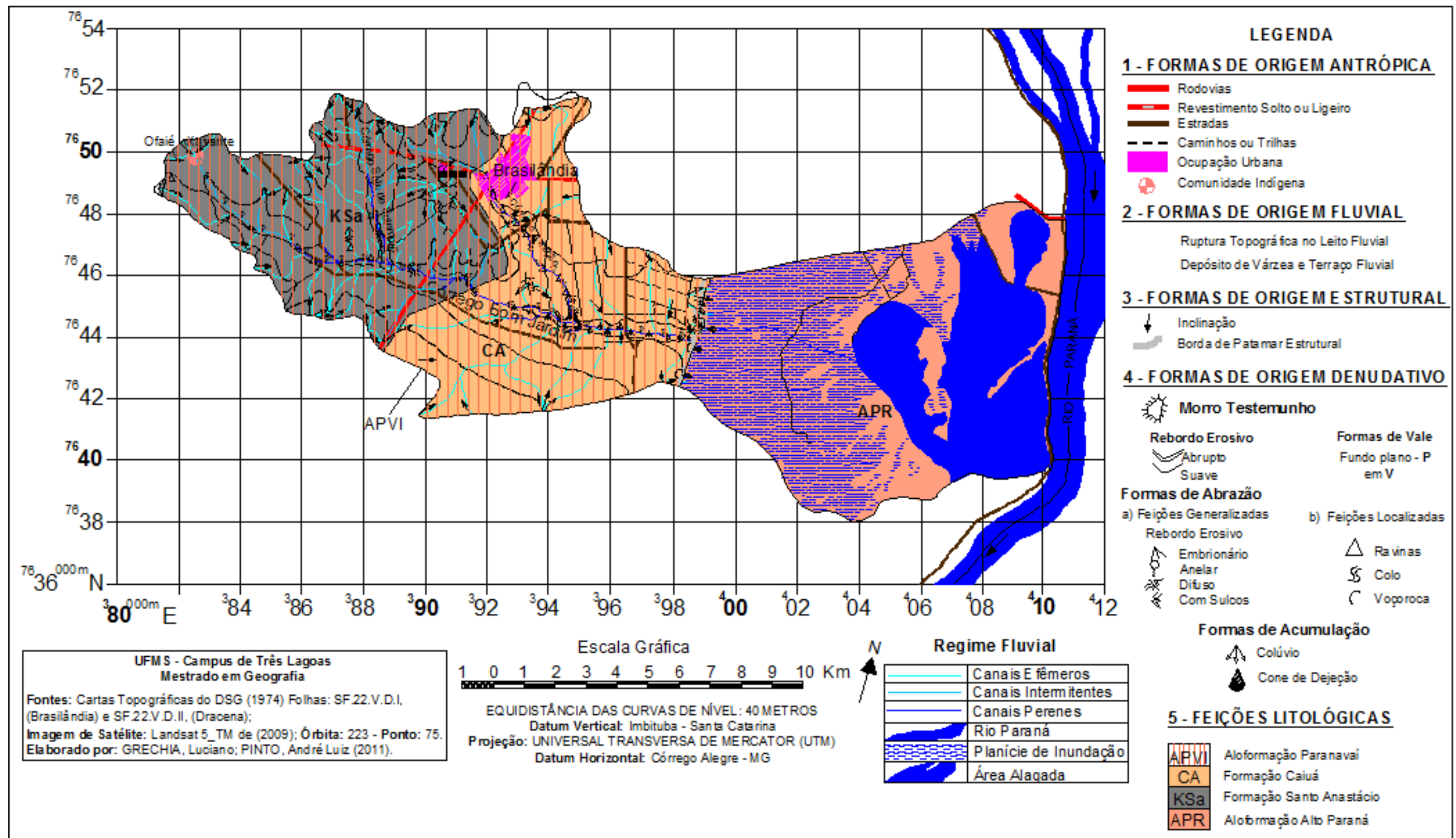
A vegetação nativa da área que pode ser vista na carta de 1974 cedeu lugar a pastagens plantadas e as lavouras temporárias, observada na carta de 2009, foi reduzida em 420,878km². Em 2009 aparecem 2,374Km² de cerrado em regeneração e as áreas recobertas por cerrado úmido e veredas sofreu alagamento numa área de 29,561Km². A vegetação semidecidual sofreu pouca alteração de 1974 para 2009, porém, essa atualmente só é vista na reserva Cisalpina, não estando presente na área agricultável.

O cultivo de culturas temporárias deve-se não somente ao aumento da população do município neste período, mas também à criação do assentamento Pedra Bonita, destinado a famílias de ribeirinhos, após a construção da U.H.E. Sergio Motta, pela CESP, além do crescimento da área recoberta pela malha urbana, que quase triplicou de tamanho passando de 0,762km² em 1974 para 2,060 Km² em 2009. Essa expansão de determinadas culturas beneficiam os habitantes do local, porém, a forma com que são introduzidas no ambiente geraram des controle do equilíbrio dinâmico do sistema.

## 8- GEOMORFOLOGIA DA BACIA



A carta de atributos geomorfológicos, **figura 67**, mostra os processos já existentes e potenciais da bacia, sendo ferramenta fundamental para a prevenção de possíveis fenômenos ligados a estrutura geológica e geomorfológica que possa causar danos ao ambiente e a população local. Na análise desse documento tomou-se como base todas as variáveis levantadas até o momento, procurando associar a formação de feições erosivas com as demais variáveis presentes por toda a bacia.



**Figura 67 – Carta de Atributos Geomorfológicos da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/ MS**

A bacia do córrego Bom Jardim apresenta apenas dois afluentes em expressão hídrica: o córrego Aviação e o córrego Sete de Setembro, ambos localizados à margem esquerda da bacia. O canal do córrego Sete de Setembro assenta-se sobre a formação Santo Anastácio, e o córrego Aviação possui sua nascente na formação Santo Anastácio e logo abaixo corre sobre a formação Caiuá. Porém, ambas as formações areníticas citadas são recobertas ainda pela Aloformação Paranavaí. A reserva Cisalpina, que corresponde a uma planície de inundação do rio Paraná no baixo curso da bacia encontra-se sobre a formação Serra Geral, recoberta pela supersequência Bauru, que por sua vez é coberta pela frágil e recente e ainda em formação a Aloformação Paraná. Essa área é composta por sedimentos agrupados como coluviais e aluviais, que no passado recebiam sedimentos do canal principal do Paraná em todas as suas fases de basculamento, e do rio Verde. Atualmente recebe sedimentos apenas das áreas que a circundam, no qual se insere a área agricultável da bacia do córrego Bom Jardim. Todo esse complexo deposicional, do baixo curso, cumpre a função de planície inundável, que com o enchimento da represa UHE Sérgio Motta (Porto Primavera) foram afogados ou aprisionaram água, criando em suas fases inúmeros paleocanais onde constata-se uma dinâmica hídrica variável de controle pluvial.

Os dois afluentes do córrego Bom Jardim – o córrego Sete de Setembro e o córrego Aviação – drenam a vertente esquerda da bacia, e ambos apresentam em suas nascentes as mais elevadas energias potenciais do relevo e declividade média, entre 5,0% e 7,0%. O alto curso da bacia é ocupado em parte pela reserva dos índios Ofaié-Xavante, que preserva principalmente a nascente do córrego Bom Jardim. Entretanto, logo nos limites da reserva em área de declividade de 6,0 a 7,0%, recoberto por pastagem, surgem ravinas que tendem a se intensificar devido ao pisoteio de gado, e o não uso de técnicas conservacionistas, como foi mostrado na figura 35 (p. 74). O canal principal, ao longo do seu alto curso, apresenta fundo de vale plano com presença não rara de ravinas próximas ao canal fluvial. No início do médio curso, também com vales de fundo plano, notam-se feições embrionárias e sulcos. No final do médio curso notam-se colúvios e um grande cone de dejeção na foz do córrego Aviação. O canal segue com feição de colúvios em vale plano até o canal atingir a planície de inundação do Rio Paraná na reserva Cisalpina, que se apresenta como grande cone de dejeção de sedimentos carregados desde a nascente. Na área de ruptura de relevo, entre a área agricultável, a bacia e a

planície de inundação do Rio Paraná, na reserva Cisalpina, nota-se a formação de grandes ravinas em evolução, as maiores em dimensão da bacia, que também carregam grande quantidade de sedimentos à reserva.

No alto curso e em parte do médio curso da bacia, na região do divisor da bacia do Sete de Setembro com o córrego Bom Jardim, em área composta essencialmente por pastagem, com 5,0% de declividade média, foram notadas várias feições erosivas, geralmente orientadas pelo pisoteio do gado que rapidamente se tornam ravinas em evolução. Caracteriza-se por uma área de alta densidade de drenagem com presença de vários canais efêmeros. A área está disposta sobre a Aloformação Paranaíba que recobre a formação Santo Anastácio, formação composta por arenito de coloração marrom-avermelhado a arroxeado de granulação fina a média, seleção geralmente regular a ruim, com grãos arredondados a subarredondados, coberto por película limonítica. Mineralogicamente constituído por quartzo, ocorrendo subordinadamente feldspato, acacedônia e opalas, e possui em seu baixo curso camada turfosa, com grande impermeabilidade, a cerca de 30cm da superfície, criando lâminas de águas freáticas que favorecem os processos erosivos.

No divisor dos afluentes pela margem esquerda do Sete de Setembro e direita do Aviação, encontra-se um pequeno morro testemunho, que apresenta elevada potencialidade erosiva, justamente em área de nascentes de canais de primeira ordem. Estes estão perdendo sua vegetação primitiva com a expansão urbana de Brasilândia e com a má utilização do solo pela pastagem plantada, com pouco e/ou nenhuma utilização de técnicas conservacionistas. Já na calha do córrego Sete de Setembro, em seu baixo curso, foi possível observar vales em “V”, antes da confluência com o córrego Bom Jardim.

O córrego Aviação, a jusante da malha urbana, apresenta 3,0% de declividade, o que caracterizaria boa para o uso agrícola, segundo Ramalho Filho e Becker (1995). A malha urbana com toda sua área impermeabilizada amplia o escoamento superficial que atinge o córrego Aviação logo no início de seu médio curso, onde o mesmo encontra-se canalizado, aumentando a velocidade de fluxo das águas que vertem para o córrego Bom Jardim. Nessa seção o solo apresenta-se com alta porcentagem de areias, cerca de 92,0%, com predominância das areias quartzosas esbranquiçadas, muito frágil, revelando formação de vales em “V” e enormes barrancos nas margens do canal, com cobertura vegetal predominante de

pastagem sem qualquer uso de prática conservacionista, ampliando a formação de processos erosivos como sulcos e ravinas e colos ao longo do canal e agravamento das formas já existentes, que tendem para o voçorocamento.

Do meio do médio curso até o final do mesmo predomina a formação Caiuá. A morfologia, segundo apresentado na análise morfométrica, no que se refere a amplitude entre a nascente e a foz classifica-se como colina dissecada em formato de morro com encosta suave, com mergulho para sudeste, em sentido perpendicular à direção da calha do Rio Paraná, com declividade média de 3,0%, porém, com ocorrências não raras de 7,0% em alguns pontos. Segundo Pinto *et. al.* (2010).

As coberturas atuais, em sua maior parte cobertas por herbáceas alóctones (*Brachiaria*), são predominantemente arenáceas e, secundariamente, arenorudáceas. Os depósitos neógenos recobrem litologias psamíticas avermelhadas (Arenitos Santo Anastácio e Caiuá), ambas em contato aflorante na margem direita do Córrego Bom Jardim, nas imediações a estação 2, 3 e 4. (PINTO *et. al.* 2010, p. 5)

Os sedimentos superficiais das Aloformações Paranaíba e Paraná são produto de pedogênese recente, sobretudo cenozóica, que exibem estrutura maciça homogênea e espessura variável (de métrica à decamétrica). Por meio dos ensaios granulométricos constatou-se que essas coberturas são formadas por grãos monocristalinos de quartzo, avermelhados por matéria intersticial rica em óxidos e hidróxidos de ferro.

No entanto, a carta geomorfológica reforça as análises anteriores mostrando que as feições erosivas sobressaem-se em materiais inconsolidados, pouco coesos e friáveis, de fácil desagregação, dissecação e transporte. O ordenamento do espaço rural requer cuidados extremos com a exposição dos solos às ações das águas correntes, em especial, nas estações de verão e primavera onde se concentram mais de 75% do total das precipitações. Necessitam-se além de práticas conservacionistas de cultivo, construções de estradas e instalações rurais, o manejo das pastagens e do gado e a urgente recomposição das matas ciliares para proteção das águas. Na área urbana, a infra-estrutura pública com a canalização do córrego Aviação, o asfaltamento da cidade e os aterros de estradas, levam grande quantidade de sedimentos aos canais fluviais por meio do escoamento superficial, constatado nas análises de sedimentos em suspensão carregados pelo córrego Bom Jardim e seus principais afluentes o Córrego Sete de Setembro e o córrego Aviação,

assoreando-os e reduzindo consideravelmente sua capacidade de vazão desses no período de estiagem. Esses processos acarretam no comprometimento da quantidade e da qualidade das águas superficiais da bacia, que simultaneamente geram problemas a população local.

## **9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pôde-se constatar que sozinhos os documentos cartográficos elaborados para a representação e identificação de processos erosivos na bacia do córrego Bom Jardim mostraram-se insuficientes, sendo necessário, portanto, a aglutinação de informações coadjuvantes que reforcem as análises, sendo estas extraídas em campo. A carta de energia potencial do relevo configura-se como o principal documento cartográfico morfométrico para a interpretação das demais informações, porém, deve-se ressaltar que para as conclusões apresentadas nessa dissertação foram de fundamental importância as coletas e análises de solos, além das análises de transporte de sedimentos em suspensão, vazão e análise morfométrica da bacia.

Contudo, a pesquisa apontou que além dessas variáveis, os valores culturais, entre outros também influenciaram nos processos geomorfológicos e na explicação do porquê de áreas com declividades suaves, com menos de 6,0%, com baixo potencial erosivo, apresentaram expressivas feições erosivas indicativas de processo evolutivos, que acompanham a história de formação e ocupação da bacia, retratadas nas cartas de uso e ocupação entre os anos de 1965/6 impressos em 1974 nas cartas topográficas, até 2009.

A evolução do uso e ocupação da terra da bacia é reflexo de um processo de escala maior. O aumento da população e do consumo atinge não somente aos grandes centros, mas o reflexo desse processo é sentido em todas as escalas, pois para suprir essas necessidades aumentam-se também as áreas de atuação das atividades antrópicas, o que, não necessariamente deve ser encarado como fator negativo ao sistema natural. O que se deve julgar é a forma de uso dos recursos naturais para atender essa demanda da população, formada entre outros, sobretudo, por um modo de consumo intenso, que no decorrer dos anos, vem sendo aplicado sem qualquer preocupação quanto à manutenção da qualidade do sistema. Nota-se

ainda que, mais de 80% das propriedades da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim utilizam parcialmente ou não se utilizam técnicas conservacionistas de uso, ocupação e manejo da terra. Esses usos inadequados são realizados em solos frágeis e pouco coesos, que se assentam sobre pacote de material inconsolidado derivados do arenito do grupo Bauru, formação Santo Anastácio e Caiuá, recobertos pela Aloformação Paranavaí. Sendo assim, essas unidades caracterizam-se por serem áreas que apresentam alta porosidade e permeabilidade, e grande facilidade de desagregação, que aliados ao grande volume de precipitação no período chuvoso, que se prolonga por até seis meses, de outubro a março, tornam o ambiente propício ao surgimento de feições erosivas, e consecutivamente a perda de solo fértil, o que foi observado em campo como erosão laminar, sulcos, ravinas e voçorocas.

Apesar da baixa declividade predominante na bacia do córrego Bom Jardim, oscilando entre 0,5 a 7,0%, com predominância de 2,0 a 4,0%, com potencial erosivo médio, nota-se que vários processos associam-se a fragilidade do solo e a utilização do mesmo, que além de proporcionarem a formação de feições erosivas, influem também na elevada competência fluvial de transportes de sedimentos, sobretudo no córrego Aviação. O seu assoreamento se caracteriza pela perda de solos, perda de produção e da produtividade, além do comprometimento da quantidade e da qualidade de suas águas superficiais e também grande quantidade de sedimentos depositados na reserva Cisalpina, comprometendo assim o funcionamento de seu complexo e frágil ecossistema.

Assim, pode-se comprovar que as cartas morfométricas são importantes “ferramentas” na contribuição das análises da dinâmica erosiva, potencial e real do relevo, porém, para o seu entendimento pleno faz-se necessário adotar uma visão holística de todas as variáveis do sistema natural construído, socioeconômico e produtivo, que possui pesos diferentes para cada ecossistema e até mesmo dentro deles.

## 10 – REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AB'SABER, A. N. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**, Ateliê Editorial, São Paulo, 2003.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Ed. da UFSC. Florianópolis, 1994.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Revista RA'E GA**. Tradução: Olga Cruz. Trabalho publicado, originalmente, na "Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest", Toulouse, v. 39 n. 3, p. 249-272, 1968, sob título: Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. Editora UFPR. Curitiba, n. 8, 2004, p. 141-152.

BIRKHOLZ, L. B.. Evolução do conceito de planejamento territorial. In: BRUNA, Gilda Collet (org). **Questões de organização do espaço regional**. São Paulo: Nobel: Ed da USP, 1983.

BOTELHO, M. R. et al. **Medida da cor em solos do Rio Grande do Sul com a carta de Munsell e por colorimetria** Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.4, p.1179-1185, jul-ago, 2006.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio Carlos e GUERRA, Antônio José Teixeira (Orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: editora Bertrand Brasil, 2007.

CARRIJO, B. R. Cartografia Geomorfológica com base em níveis de dissecação do relevo no médio curso do Rio Araguari-MG. **Caminhos de Geografia - Revista on-line 4(10)**. Instituto de Geografia UFU, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, 2003, p. 41 – 59.

CARVALHO, S. M. A contribuição dos estudos em bacias hidrográficas para a abordagem ambiental na geografia. In: **Espaço e Tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Francisco de Assis Mendonça; Cicilian Luiza Lowen-Sahr; Márcia da Silva (Orgs). – Curitiba: Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina (ADEMADAN), 2009. p. 201 – 218.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1995.



CHRISTOFOLETTI, A. **Geometria Hidráulica**. São Paulo: Noticia Geomorfologica, 1976, p. 3 – 37.

\_\_\_\_\_. Análise de bacia hidrográfica. In **Geomorfologia** Ed. Edgard Blücher, 2 ed, 1980 p. 102 – 121.

\_\_\_\_\_. Caracterização do sistema ambiental. In: **Modelagem de Sistemas Ambientais** São Paulo: Edgard Blücher, 1999. Cap.3 p.35-50

CUNHA, C. M. L.. A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental. 2001. 128 f. **Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente)** - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, L. A.; SANCHEZ, M. C.. A Cartografia do Relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental, Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA**. Rio Claro, v. 04, nº.01, 2003, p. 01-09.

DE BIASI, M. Cartas de Declividade de Vertentes: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, nº 21, p 8-12, 1970.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: Métodos de Representação e sua Confecção. **REVISTA DO DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**. USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo, nº 6, p. 45 – 61, 1992.

DE PAULA, F.; SILVA et. al. Estratigrafia de subsuperfície do grupo bauru (k) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, p. 77-88, 2005.

DUARTE, P. A.. **Fundamentos de Cartografia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. 148p. : II.

DUTRA, C. A. dos S. Ofaié – morte e vida de um povo. Campo Grande: Brasília, 1996.

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 95p.

GONÇALVES, F.; CARVALHO, A. G. B. M. de. **A realidade indígena em Mato Grosso do Sul: o caso dos Ofaié em Brasilândia/MS**. III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira – Presidente Prudente, 11 a 15 de novembro de 2005

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339. IBGE, Instituto Nacional de Geografia Estatística; Recursos naturais e meio ambiente: **uma visão do Brasil**. 2ª ed; Editora IBGE: Rio de Janeiro, 1997.

IBGE, Instituto Nacional de Geografia Estatística; **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Uso da Terra**. 2ª ed; Editora IBGE: Rio de Janeiro, 2006.

IBGE, Instituto Nacional de Geografia Estatística; Censo Agrolpecuário 2006 – Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?> > Acesso em 15/03/2011.

IBGE, Instituto Nacional de Geografia Estatística; Censo Demográfico 2010 – primeiros resultado. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> > Acesso em 15/03/2011.

JORGE, F. N.; UEHARA, K. Águas de Superfície. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (editores) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial Processes in Geomorphology**. W. H. Freeman & Co., San Francisco, EUA. 1964.

LOMBARDI NETO F.; MOLDENHAUER. W. C. **Erosividade da chuva sua distribuição e relação com perda de solo em Campinas, SP**. Bragantina, Campinas V.51, n.2, p. 189 – 196, 1992.

LORENZ-SILVA, J. L.; LEIPNITZ, I. I., 2003. Registro e Contexto de Ocorrência da Diatomácea Eunotia papilio (Ehrenberg) Hustedt na Região do Alto Paraná, MS. Acta Geológica Leopoldensia, 26(56):47-53.

MATO GROSSO DO SUL **Atlas Multirreferencial**. Secretaria Estadual de Planejamento e Coordenação Geral. Geologia. Campo Grande, 1990, p.11.

MANGOLIM, O. Ofaié-Xavante. In: \_\_\_\_\_, Povos indígenas no Mato Grosso do Sul – viveremos por mais 500 anos. Campo Grande, MS: Conselho Indigenista Missionário Regional de Mato Grosso do Sul, 1993, p. 38-42.

MENDES, I. A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba / SP. 1993. 171 f.: **Tese (Doutorado)** – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE Secretária de Recursos Hídricos (MMA/SRH). Aspectos conceituais da gestão das águas. **Curso introdução à gestão de recursos hídricos**. Brasília, 1999.

MOREIRA, C. V; PIRES, NETO, G. Clima e Relevo. In: Oliveira, A. M. S. & BRITO, S. N, A. (editores) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

Munsell. 1994. Munsell soil color charts. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, New York.

PLANO DE MANEJO PARA RESERVA CISALPINA. **Relatório encomendado pela CESP**. Departamento de Meio Ambiente. São Paulo, outubro de 2007, 173 p.

PINTO, A. L. Hidrogeologia e qualidade das águas subterrâneas da cidade de Três Lagoas/MS in: II Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades Águas Urbanas II, 2007, Londrina. **Anais do II Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades Águas Urbanas ii**. Londrina: Editora da UEL, 2007. p. 324 - 342

PINTO, A. L.; LORENZ SILVA, J. L.; FERREIRA, A. G.; BASSO, P. M.; GRECHIA, L.; OLIVEIRA, G. H. Subsidio Geológico/Geomorfológico ao ordenamento do uso, ocupação e manejo do solo, visando à redução da perda de solo e a recuperação da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Relatório Final FUNDECT/MS**. UFMS. Três Lagoas, 2010: 42p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. Ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RICCOMINI, C. 1997. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. vol. 27, n. 2, p. 153-162.

ROCHA, O; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: A bacia hidrográfica do rio Monjolinho: Uma abordagem Eossistêmica e a visão interdisciplinar. **Rima**. São Paulo, 2000. p.1-16.

RODRIGUES, A. M. A abordagem ambiental unifica as geografias? In: **Espaço e Tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Francisco de Assis Mendonça; Cicilian Luiza Lowen-Sahr; Márcia da Silva (Orgs). – Curitiba: Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina (ADEMADAN), 2009. 170 p.

RODRIGUES, C. A teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de geografia USP**. São Paulo, N° 14, p. 69-77, 2001.

SALLUN, A.E.M. & SUGUIO, K. Depósitos quaternários da região entre Marília e Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, p. 385-395, 2006.

SALLUN, A.E.M., SUGUIO, K., STEVAUX, J.C. Proposição formal do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). *Geologia USP :Série Científica*, v.7, n.2, p.49-70, 2007.

SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; AZEVEDO SOBRINHO, J.M. Sedimentologia da Aloformação Paranaíba, Bacia Hidrográfica do Alto do Paraná (SP, PR e MS). **Pesquisas em Geociências**, v. 35, p. 85-107, 2008.

SALLUN A. E. M.; CHRISTOFOLETTI S. R., SALLUN FILHO, W. AMARAL, R.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M.. ARGILOMINERAIS DA ALOFORMAÇÃO PARANAÍ (SP, PR E MS) São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 3, p. 311-319, 2010.

SANCHEZ, M. C. O propósito das cartas de declividade. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5, 1993, São Paulo. **Anais**. São Paulo: FFLCH - USP, 1993. p. 311-314.

SANCHEZ, M. C. Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. In: **Boletim de Geografia Teorética**. V. 11. No. 21-22. AGETEO. Rio Claro. SP. 1981.

SANTOS, M.. **Espaço e Método**. Ed. Nobel: 3ª ed. São Paulo, 1992.

SATO, S. E.; CUNHA, C. M. L. da. O Uso de Técnicas Morfométricas em áreas Litorâneas: Município de Monguaguá (SP). **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 5(2): 1-20, 2007

SILVA, D. L. Da; CUNHA, C. M. L. da. Análise Morfométrica da Bacia do Córrego do Lajeado (SP). Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Geografia. Caminhos de Geografia, **Revista on-line**. Uberlândia v. 9, n. 26 Jun/2008 p. 153 – 172.

SILVA, G. da; PINTO, A L. Aprimoramento de metodologias e técnicas cartográficas de mapeamento morfológico - estudo de caso: a bacia do córrego Fundo, Aquidauana, MS. **Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil**, 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.949-958.

SITE Oficial da Cidade de Brasilândia. Disponível em. < <http://www.brasilandia.ms.gov.br/portal1/intro.asp?ildMun=100150018> >. Acesso em 04/11/2009.

SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y El mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografia, 1981. 3v.

STEVAUX, J. C. & Takeda, A. M., 1994. Dinâmica sedimentar no canal do Rio Paraná. In: **Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia**, 6, Porto Alegre, Resumos Expandidos, (1) p.:284-287.

TEODORO, V. L. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **REVISTA UNIARA**, n.20, p. 136 – 157, 2007.

THOMAZINI, L da Silva, L. & CUNHA, C. M. L. **Análise da dissecação do relevo em áreas de expansão urbana: o caso da bacia do córrego castelo (bauru-sp)**. Rio Claro SP, [200-].

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, SUPREN/IBGE, 1977.

ZACHARIAS, A. A. Metodologias convencionais e digitais para a elaboração de cartas morfométricas do relevo. **Dissertação (Mestrado)** – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, Brasil. 2001. 166 p.: I