

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**ALTERAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DA PRESENÇA DE
DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO ANICUNS EM GOIÂNIA, GO.**

GISELE SILVEIRA DE BRITO

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Dissertação de Mestrado elaborada
junto ao Programa de Pós-
Graduação em Geociências e Meio
Ambiente para obtenção do título de
Mestre em Geociências

Rio Claro (SP)

2011

551.303 Brito, Gisele Silveira de
B862a Alterações ambientais decorrentes da presença de depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns em Goiânia, GO / Gisele Silveira de Brito. – Rio Claro : [s.n.], 2011
140 f. : il., figs., tabs., fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Eduardo Zaine

1. Sedimentação e depósitos. 2. Ocupação urbana. 3. Bacias hidrográficas. 4. Antropização. 5. Impacto ambiental.
I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

GISELE SILVEIRA DE BRITO

**ALTERAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DA PRESENÇA DE DEPÓSITOS
TECNOGÊNICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ANICUNS EM
GOIÂNIA, GO**

Dissertação de Mestrado elaborada
junto ao Programa de Pós-
Graduação em Geociências e Meio
Ambiente para obtenção do título de
Mestre em Geociências

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Dissertação defendida e aprovada em 20 de maio de 2011

Rio Claro (SP)

Dedico este trabalho à minha avó Rosalina que, mesmo com a vida repleta de adversidades, se tornou a mulher mais admirável que conheci.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, que possibilitou a elaboração do presente trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Eduardo Zaine, pela confiança, dedicação e profissionalismo, que foram essenciais não só para o desenvolvimento da pesquisa como também para meu crescimento pessoal.

Ao grande amigo e eterno orientador Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, pelo apoio, estímulo e inspiração.

Ao Prof. Dr. Antônio Roberto Saad, pelas contribuições e críticas, e pela atenção e carinho com que sempre me tratou.

Ao Prof. Dr. Márcio Roberto Magalhães de Andrade pela disponibilidade e valiosas sugestões concedidas durante o exame geral de qualificação.

Aos meus amigos, que sempre me apoiaram e me divertiram nos momentos de maior estresse, em especial a grande amiga Fernanda Ramos Cyríaco, que me ajudou das mais diversas formas, com companheirismo e sabedoria.

Às amigas e companheiras de República, Ana Paula, Ellen e Monique, pelo apoio, carinho e cumplicidade.

Ao companheiro Hugo Cardoso Brandão Peixoto, por me acrescentar algo novo todos os dias, me fazendo crescer além do que eu me achava capaz. Seu caráter, respeito e amor nunca deixarão de me arrebatam.

Aos meus pais, pelo amor imenso, apoio e dedicação. Pessoas incomparáveis, que são responsáveis por tudo de bom que existe em mim, e pelas mais maravilhosas lembranças. E às minhas irmãs Danielle e Roberta que, com seu jeito único, sempre me apoiaram e compreenderam, mesmo à distância.

"Não quero ter a terrível limitação de quem vive apenas do que é possível fazer sentido. Eu não: quero é uma verdade inventada."

(Clarice Lispector)

Resumo

O presente trabalho consiste no estudo e avaliação das alterações no meio ambiente decorrentes da presença de depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, na região sudoeste da cidade de Goiânia, Goiás. Os depósitos tecnogênicos são testemunhos da ação geológica humana e revelam características da transformação do ambiente natural pelas diferentes formas de apropriação do espaço. A pesquisa compreendeu as seguintes etapas: delimitação de unidades geoambientais; caracterização e mapeamento dos depósitos tecnogênicos presentes nas planícies e canais fluviais da bacia, destacando-se a dinâmica de formação e evolução dos depósitos, a influência da ação humana nesse processo e sua relação com os depósitos naturais; e a integração dos dados obtidos, evidenciando-se as principais alterações da bacia. A análise integrada do meio físico, biótico e do uso e ocupação do solo resultaram na delimitação de nove unidades geoambientais. A análise dos depósitos tecnogênicos implicou na determinação de cinco tipos de depósitos, classificados em construídos e induzidos. A avaliação da bacia indica os altos índices de impacto do meio ambiente decorrentes do processo de produção do espaço. A metodologia adotada se mostrou eficaz no estudo das alterações da bacia do ribeirão Anicuns e permitiu a compreensão da relação entre o homem e o meio.

Palavras-chave: Depósitos tecnogênicos. Bacias hidrográficas. Antropização. Impacto ambiental. Ribeirão Anicuns. Goiânia.

Abstract

This work consists in the study and evaluation of environment changes arising from the presence of technogenic deposits in the Anicuns river basin, in southwestern of Goiania city, Goiás. Technogenic deposits are witness of human geological action and reveal's features of the natural environment transformation through various forms of space appropriation. The research included the following steps: definition of geoenvironmental units, characterization and mapping of the technogenic deposits placed in floodplains and river channels, highlighting the formation dynamics and evolution of the deposits, the influence of human action in this process and its relationship with the natural deposits; the integration of data, evidencing the main changes of the basin. The integrated analysis of the physical, biotic and land use and occupation resulted in the delineation of nine environmental units. The analysis of technogenic deposits resulted in the determination of five types of deposits, classified as constructed and induced. The basin assessment indicates high levels of environmental impact resulting from the process of space production. The methodology was effective in the study of changes in the Anicuns basin and allowed the understanding of the relationship between man and environment.

Key-words: Technogenic deposits. Watersheds. Human disturbance. Environmental impact. Anicuns River. Goiânia.

Lista de Figuras

Figura 1. Localização da área de pesquisa, bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.	19
Figura 2. Mapa Geológico da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.	25
Figura 3. Mapa Pedológico da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.	26
Figura 4. Mapa Geomorfológico da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.	29
Figura 5. Mata ciliar antropizada na confluência entre o ribeirão Anicuns e o rio Meia Ponte.	33
Figura 6. Exemplo de Buritizal presente na nascente de um córrego no estado de Goiás. Fonte: www.overmundo.com.br	34
Figura 7. Limite do Parque Linear Macambira-Anicuns, Goiânia - Goiás.	36
Figura 8. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.	38
Figura 9. As principais características de um canal meandrante. Fonte: Allen (1964).	43
Figura 10. Os atalhos de corredeira e em colo, e o evento de avulsão. Fonte: Suguio e Bigarella (1990).	44
Figura 11. Ciclo hidrológico natural e urbano. Adaptado de www.aucklandcity.govt.nz , pela autora Gisele Silveira de Brito.	47
Figura 12. Ilustração cronológica da proposta conceitual de Ter-Stepanian. Fonte: Oliveira et al. (2001).	51
Figura 13. Mapa de localização das áreas de detalhe na bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.	71
Figura 14. Registro de material constituinte de um dique marginal artificial.	72
Figura 15. Registro das medidas de um dique marginal recém construído na margem direita do ribeirão Anicuns.	73
Figura 16. Afloramento descrito junto à margem direita do ribeirão Anicuns.	74
Figura 17. Registro fotográfico de parte dos rejeitos tecnogênicos identificados num afloramento na margem direita do ribeirão Anicuns.	74

Figura 18. Mapa de Uso e Ocupação do Solo da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.....	76
Figura 19. Criação de gado leiteiro em área urbana. Contato direto com água contaminada do ribeirão Anicuns.	78
Figura 20. Buritizal na porção oeste da bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - GO.....	79
Figura 21. Mapa das Unidades Geoambientais da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.....	81
Figura 22. Localização do Morro do Mendanha.	82
Figura 23. Remanescente de Cerradão no Morro do Mendanha.	83
Figura 24. Foto panorâmica da porção Leste da bacia do ribeirão Anicuns, com a localização da Unidade 2.	84
Figura 25. Foto panorâmica da porção centro-oeste da bacia, com a localização da Unidade 3.....	85
Figura 26. Unidade 4, Morro do Mendanha como referência. Muitos locais onde hoje se encontram loteamentos praticamente consolidados representavam áreas de aterro na imagem de satélite utilizada para mapeamento das unidades.....	86
Figura 27. Unidade 5, com localização do Morro do Mendanha, das Unidades 2 e 4, e da nascente do córrego da Cruz como referências.....	87
Figura 28. Vista geral da Unidade 5. Áreas de pastagem.	88
Figura 29. Unidade 6, faixa de mata ciliar pressionada pelas atividades agropecuárias.....	89
Figura 30. Mata ciliar preservada na nascente do córrego Quebra-Anzol, região sodoeste da bacia do ribeirão Anicuns.....	90
Figura 31. Solapamento da margem direita do córrego Quebra-Anzol, inserido na Unidade 6.....	91
Figura 32. Unidade 7, mata ciliar do córrego da Cruz, loteamento Jardins do Cerrado e descarte de entulho para ampliação do loteamento.....	92
Figura 33. Marginal Botafogo, trecho canalizado do córrego Botafogo.....	93
Figura 34. Mapa de distribuição dos depósitos tecnogênicos na bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - GO.	96
Figura 35. Mapeamento dos depósitos tecnogênicos em detalhe (Área 1).....	98
Figura 36. Mapeamento dos depósitos tecnogênicos em detalhe (Área 2).....	99
Figura 37. Planície de Inundação do ribeirão Anicuns, Goiânia-Goiás.	101

Figura 38. Perfil transversal esquemático indicando a estruturação e ocupação da planície de inundação. Sem escala.....	102
Figura 39. Perfil Estratigráfico descrito junto ao ribeirão Anicuns.	103
Figura 40. Rejeitos tecnogênicos identificados no afloramento descrito junto ao canal do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.....	104
Figura 41. Diferentes tons das planícies de inundação na imagem de satélite.	105
Figura 42. Fases de um loteamento na margem esquerda do córrego Macambira. Goiânia - GO. Fonte: Google Earth.	106
Figura 43. Loteamento Jardins do Cerrado avançando sobre a nascente do córrego da Cruz, ainda com a Mata Ciliar preservada.	107
Figura 44. Perfil transversal esquemático indicando e estrutura dos depósitos do ribeirão Anicuns. Sem escala.....	108
Figura 45. Dique marginal artificial recém construído na margem direita do ribeirão Anicuns, próximo à confluência com o córrego Botafogo, Goiânia - Goiás.....	109
Figura 46. Material constituinte do dique marginal artificial. Margem direita do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.....	110
Figura 47. Dique marginal com desenvolvimento de vegetação rasteira.	110
Figura 48. Perfil transversal esquemático indicando a estruturação e ocupação da barra de meandro na zona urbana da bacia do ribeirão Anicuns. Sem escala.	112
Figura 49. Evolução de uma barra de meandro do ribeirão Anicuns no período de três anos. Fonte: Google Earth.	113
Figura 50. Depósito de Entulho, margem direita do córrego Cavalto Morto.....	114
Figura 51. Comparação de texturas entre dois depósitos de entulho mapeados. Depósito formado pelo despejo de caminhões (direita) e depósito formado pelo despejo de moradores (esquerda). Fonte: Google Earth (2009).....	115
Figura 52. Depósito de Entulho junto à margem esquerda do córrego Botafogo, Goiânia - GO.	116
Figura 53. Depósito de entulho na margem esquerda do córrego Macambira.....	116
Figura 54. Depósito de entulho com presença de Mamona.	117
Figura 55. Buritizal e mata ciliar presente na nascente do córrego Quebra-Anzol..	119
Figura 56. Solo hidromórfico exposto e pisoteio de gado na nascente do córrego Quebra-Anzol.	119
Figura 57. Lixo depositado nas margens do canal do ribeirão Anicuns.	121

Figura 58. Remédios e outros materiais contaminantes encontrados em depósitos de entulho na bacia do ribeirão Anicuns. 123

Lista de Tabelas

Tabela 1. Atributos considerados na fotointerpretação da imagem de satélite para o mapeamento das principais feições tecnogênicas presentes na área de pesquisa. .68	
Tabela 2. Representação das feições tecnogênicas na imagem de satélite.69	

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo	17
2. ÁREA DE PESQUISA: A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ANICUNS	18
2.1. A cidade de Goiânia e a ocupação da bacia	20
2.2. Meio Físico	21
2.2.1. Clima	21
2.2.2. Geologia	23
2.2.3. Pedologia	26
2.2.4. Geomorfologia	28
2.2.5. Hidrogeologia	31
2.3. Meio Biótico	32
2.4. Uso e Ocupação do Solo.....	37
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	40
3.1. Sistemas Fluviais	40
3.1.1. Processos Fluviais	41
3.1.1.1. Erosão	41
3.1.1.2. Deposição	42
3.1.1.2.1. Depósitos de Canal	43
3.1.1.2.2. Depósitos de Planície de Inundação	45
3.1.2. O Caráter Diferencial das Bacias Hidrográficas Urbanas.....	46
3.2. O Tecnógeno.....	50
3.2.1. O Tecnógeno no Brasil.....	52
3.2.2. A Classificação dos Depósitos Tecnogênicos	57
3.3. Análise de Elementos do Meio Físico a partir de produtos de Sensoriamento Remoto.....	60
3.4. Compartimentação Fisiográfica.....	62

4. MATERIAIS E MÉTODO	64
4.1. Pesquisa Preliminar	64
4.2. Atualização do Uso e Ocupação do Solo	65
4.3. Unidades Geoambientais	66
4.4. Depósitos Tecnogênicos	67
4.4.1. Mapeamento	67
4.4.2. Caracterização	72
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
5.1. O Uso e a Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Anicuns	75
5.2. Unidades Geoambientais	80
5.2.1. Unidade 1: Planalto Dissecado de Goiânia	82
5.2.2. Unidade 2: Planalto Embutido de Goiânia	83
5.2.3. Unidade 3: Rampas Coluvionares Aterradas	84
5.2.4. Unidade 4: Superfícies Planas Aterradas	85
5.2.5. Unidade 5: Superfícies Planas Rurais	86
5.2.6. Unidade 6: Fundos de Vale Rurais	88
5.2.7. Unidade 7: Fundos de Vale Aterrados	91
5.2.8. Unidade 8: Fundos de Vale Urbanos	92
5.2.9. Unidade 9: Depósitos Tecnogênicos	94
5.3. Depósitos Tecnogênicos	95
5.3.1. Depósitos de Planície de Inundação	100
5.3.2. Aterros e Urbanização sobre Antiga Planície de Inundação	106
5.3.3. Diques Marginais Artificiais	108
5.3.4. Depósitos de Assoreamento	111
5.3.5. Depósitos de Entulho	113
5.4. Alterações Ambientais na Bacia do Ribeirão Anicuns	118
6. CONCLUSÕES	124

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
8. ANEXOS	140
8.1. Anexo A – Tabela com as etapas de campo realizadas durante a pesquisa. ..	140

1. INTRODUÇÃO

A relação entre o homem e a natureza no processo de formação do espaço compreende um campo complexo de estudos, que tem como foco principal os efeitos cumulativos e diversificados da ação humana. Para caracterizar tais efeitos foi proposta a criação de um novo período geológico, o Quinário ou Tecnógeno. A Geologia do Tecnógeno concentra-se na análise dos produtos gerados direta e indiretamente pela atividade humana, assim como seus processos geradores específicos.

Conforme Peloggia (1998), a ação humana tem conseqüências geológico-geomorfológicas em três níveis: na modificação do relevo, na alteração da dinâmica geomorfológica e na criação dos depósitos tecnogênicos. Os depósitos tecnogênicos, correlativos aos depósitos naturais, testemunham não só a ação geológica humana como também o comportamento das paisagens atuais.

O crescimento rápido e desordenado das áreas urbanas tem provocado profundas alterações nos ambientes fluviais, que podem ser inseridos no contexto tecnogênico. As atividades antrópicas interferem na dinâmica natural dos rios, alterando seus processos atuantes.

Os sistemas fluviais urbanizados têm caráter fundamental de diferenciação quando comparados aos pertencentes a áreas de floresta. Nas bacias hidrográficas urbanas a cobertura vegetal é retirada e o relevo nivelado, por meio de atividades de corte e aterro, que aumentam o potencial de desenvolvimento da região. Construções e pavimentações de vias reduzem a área de infiltração das águas das chuvas, resultando em aumento do volume de escoamento superficial, que carrega poluentes para o interior do canal e pode gerar inundações. Além disso, construções de barragens e obras de canalização interferem de forma direta na dinâmica fluvial, modificando o comportamento dos canais.

A bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, inserida na área urbana de Goiânia (GO), encontra-se sob intenso processo de antropização, apresentando significativas alterações que englobam não só o comportamento hidrodinâmico dos canais como também sérios problemas sócio-ambientais. Grande parte dos depósitos aluviais naturais da bacia, condicionados à ocupação da área, podem ser interpretados como tecnogênicos. A identificação e a caracterização desses depósitos representam aspecto importante para a compreensão da ação geológica humana, além de fornecer informações preliminares para um futuro planejamento urbano da região.

1.1 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar e avaliar as alterações no meio ambiente decorrentes da presença de depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, na região sudoeste da cidade de Goiânia, Goiás. Mapear e caracterizar esses depósitos associados à planície fluvial com destaque para a dinâmica de formação e evolução dos depósitos, a influência da ação humana nesse processo e sua relação com os depósitos naturais.

2. ÁREA DE PESQUISA: A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ANICUNS

A bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, com uma área de 231,7 km², localiza-se na região sudoeste da cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás (Figura 1). Incorporado à zona urbana da cidade, o ribeirão Anicuns é afluente da margem direita do rio Meia Ponte, que é o principal recurso hídrico da área mais densamente habitada do estado.

Conforme dados do IBGE (2010), a cidade de Goiânia possui em média 1.250.000 habitantes, sendo que cerca de 70% da população vive nos limites da bacia do ribeirão Anicuns. A importância da área de pesquisa é evidente quando consideramos que mais de 875.000 pessoas habitam a região, convivendo, contribuindo e suportando os problemas socioambientais ali desenvolvidos.

A proposta do presente capítulo é uma análise multidisciplinar, que tem como objetivo a abordagem de diversas características da paisagem, como forma de apreender seu conteúdo e função. Dentre as variáveis abordadas estão o meio físico, biótico, o uso e ocupação do solo, além de um breve histórico da cidade de Goiânia, tendo em vista que sua criação e desenvolvimento estão diretamente ligados ao comportamento atual da bacia.

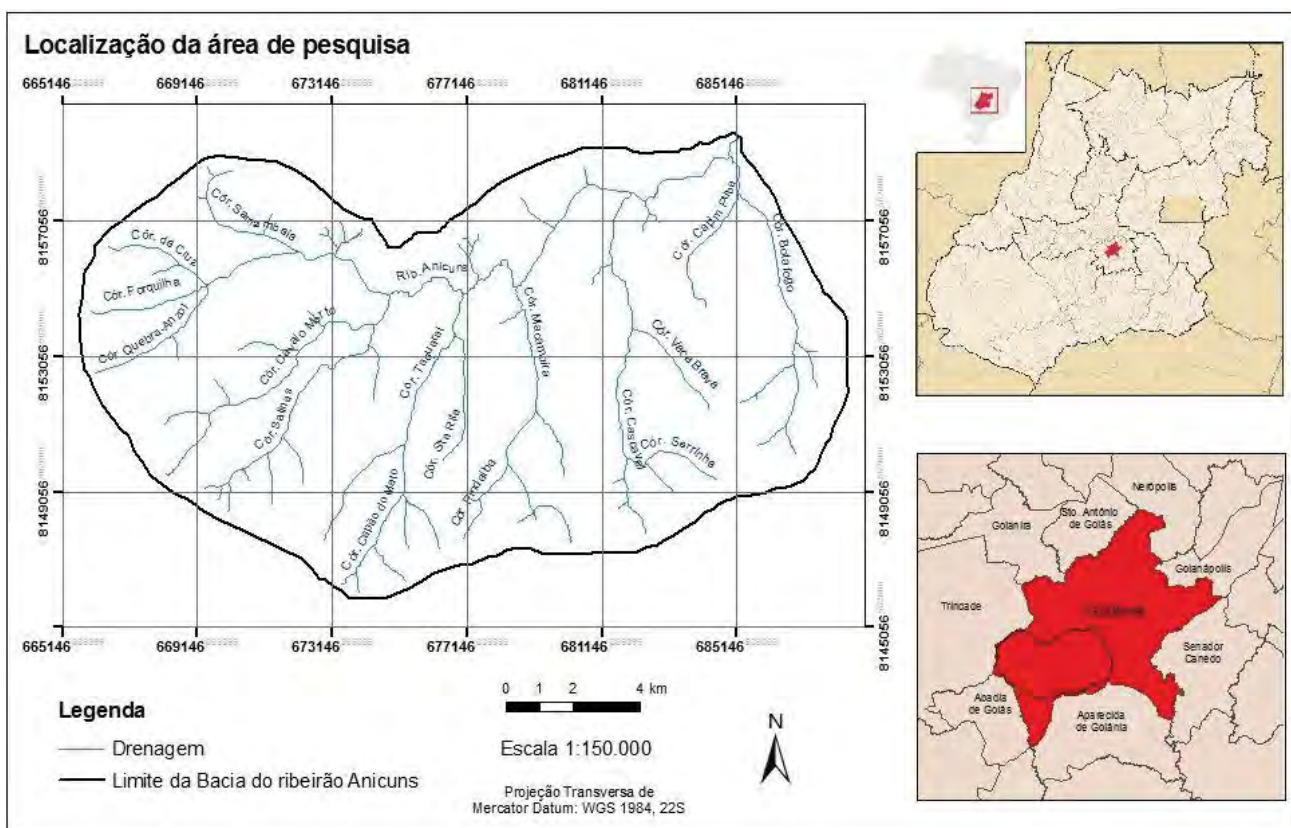


Figura 1. Localização da área de pesquisa, bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

2.1. A cidade de Goiânia e a ocupação da bacia

A cidade de Goiânia foi fundada em 24 de outubro de 1933. O projeto da cidade, encomendado ao arquiteto e urbanista Atilio Correa Lima, teve sua entrega formal ao Governo do Estado em janeiro de 1935. Com o objetivo de amenizar o clima da cidade e garantir o abastecimento de água, o projeto do arquiteto incluía o traçado de avenidas largas e arborizadas, a criação de grandes áreas de jardins, e a proteção dos cursos d'água e áreas verdes dos bosques (NUCADA; BARREIRA 2008). Atilio Correa Lima situou Goiânia entre dois dos afluentes do ribeirão Anicuns, córrego Botafogo e córrego Capim Puba, com a intenção de limitar o crescimento urbano.

Com o crescimento não planejado da cidade, o projeto implantado foi alterado e o zoneamento reformulado. Com isso, grande parte do desenvolvimento de Goiânia ocorreu seguindo recomendação do plano diretor de 1967, que sugeria que o crescimento da cidade fosse direcionado para sudoeste, onde está localizada a bacia do ribeirão Anicuns. Os mananciais que inicialmente seriam preservados foram então circundados por residências, comércios e indústrias (SILVA; OLIVEIRA 2004).

Segundo Cunha (2000), a fundação de Goiânia teria apenas acelerado o processo de destruição da cobertura vegetal da bacia, que foi efetivamente iniciada com a criação da cidade de Campinas, hoje um bairro de Goiânia. Conforme a Enciclopédia dos Municípios (1958), antes da fundação da cidade de Goiânia a bacia do ribeirão Anicuns servia apenas de suporte para a agropecuária.

Durante a década de setenta, o aumento populacional do município de Goiânia ocorreu principalmente como consequência da construção de Brasília e da rodovia Belém-Brasília, provocando intensos fluxos demográficos econômicos. Além disso, as rápidas mudanças na estrutura agropecuária de Goiás resultaram em intenso êxodo rural, fazendo com que Goiânia despontasse como alvo vigoroso de movimento migratório.

Na década de oitenta, o adensamento populacional era mais intenso ao longo dos principais eixos viários pavimentados, assim como as avenidas que permitiam o deslocamento entre bairros. A expansão ocorreu em diversas e indesejáveis direções, alongando as vias de circulação, onerando o transporte coletivo e a instalação e manutenção do sistema viário (NASCIMENTO 1993).

Apesar do status de cidade planejada, o crescimento de Goiânia nas décadas de 1980 e 1990 se deu de maneira rápida, intensa e irregular. Surgiram inúmeros loteamentos clandestinos em áreas inadequadas, vazios urbanos, ocupação de fundos de vale, desmatamento sistemático, poluição das águas e do solo, explosão do crescimento vertical e a ocupação de terrenos geotecnicaamente problemáticos. Todos esses fatores refletem a falta de rigor da Legislação e a influência das decisões governamentais durante o processo de construção da cidade, que não obedeceu aos critérios previamente estabelecidos e ocorreu de modo caótico e improvisado.

Em Goiânia a Lei de Zoneamento transformou o entorno das nascentes dos córregos em zonas de alta densidade. As nascentes foram transformadas em parques urbanos, onde ocorre intenso crescimento vertical, formando uma barreira aos benefícios gerados pelo microclima do conjunto córrego, vegetação e atmosfera, prejudicando o restante da cidade e da população. O crescimento vertical na zona de alta densidade afeta ainda o lençol freático, resultando em alterações na vazão dos cursos d'água. A impermeabilização do solo e a ocupação do subsolo pelas garagens subterrâneas reduzem a recarga do lençol, enquanto que em alguns edifícios, a água que aflora no subsolo é constantemente bombeada (NUCADA; BARREIRA 2008).

Nas últimas décadas o ritmo do crescimento populacional de Goiânia tem desacelerado em favor do crescimento dos municípios de seu entorno. Apesar das taxas significativamente menores, ainda ocorre um processo de ocupação residencial das áreas periféricas em detrimento das regiões centrais.

2.2. Meio Físico

2.2.1. Clima

Na região Centro-Oeste, durante o ano, observa-se centros de ação negativos de origem continental (massas Equatorial Continental e Tropical Continental) e centros de ação positivos de origem marítima (massas Tropical Atlântica e Polar Atlântica) deslocando-se sobre o continente (NASCIMENTO; BARROS 2009).

Os sistemas regionais de circulação atmosférica da região Centro-Oeste e a

ausência de corpos hídricos consideráveis justificam o clima de Goiânia, caracterizado por um verão quente e chuvoso, uma primavera com as temperaturas mais elevadas do ano e um inverno seco com elevada amplitude térmica (NASCIMENTO; LUIZ, 2007).

No município de Goiânia predomina o clima do tipo Aw, tropical úmido, segundo classificação de Köppen (1948). O regime térmico da região registra temperaturas amenas a elevadas, sem variações significativas durante o ano (SANTOS; CARVALHO 1997). A temperatura média varia entre 25 e 27°C, com amplitude térmica menor que 5°C. A umidade relativa do ar possui média de 65,7%, apresentando uma tendência decrescente, reflexo do aumento do calor sensível associado ao índice de concreto e à redução da cobertura vegetal.

O regime pluviométrico de Goiânia é caracterizado por chuvas máximas mensais em torno de 260 mm nos meses de verão e mínimas inferiores a 8 mm nos meses de inverno. A pluviosidade média do município oscila entre 1500 mm e 1600 mm anuais (SANTOS; CARVALHO 1997).

A partir de 1966, as temperaturas médias anuais registradas no município de Goiânia apresentaram uma tendência térmica crescente. Na década de 1940 encontravam-se em torno de 21°C, enquanto que na década de 1980 aproximou-se dos 23°C, evidenciando um acréscimo térmico de 2°C. Esse aumento da temperatura pode ser atribuído principalmente ao desmatamento, à impermeabilização do solo, à construção de casas e edifícios, ao aumento do número de veículos automotores e de indústrias poluentes (CASSETI; SANTOS 1989).

Casseti (1991), com base em dados relativos à precipitação e à temperatura, associados ao crescimento populacional entre 1944 e 1988, caracterizou uma ilha de calor na cidade de Goiânia. Essa ilha define uma área de baixa pressão, a qual acolhe massas úmidas oriundas das áreas de alta pressão local, dispostas na periferia da zona urbana. A condensação do vapor d'água nas áreas urbanas, facilitada pela poluição, resulta na produção de fortes precipitações que, aliadas ao desmatamento e à impermeabilização do solo, podem provocar inundações catastróficas (CUNHA 2000).

2.2.2. Geologia

A bacia do ribeirão Anicuns tem como característica morfológica uma assimetria de drenagem e relevo que reflete um contato de litologias distintas marcado por falha geológica de direção leste-oeste. O substrato rochoso da bacia é formado por rochas do Paleoproterozóico, representadas pelo Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, por rochas do Mesoproterozóico, representadas pelo Grupo Araxá – Sul de Goiás e por Depósitos Aluvionares do Quaternário (Figura 2).

O Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu compreende um conjunto de rochas gnáissicas de alto grau (orto e paraderivadas) e tectonicamente intercaladas com direção geral NW-SE. Essas rochas apresentam bandamento e textura de fina à média e, às vezes, encontram-se intensamente milonitizadas (CPRM 1999).

Esse Complexo é formado por Granulitos Ortoderivados e Granulitos Paraderivados. Os Granulitos Ortoderivados são representados por anfibolitos, metagrabos, metapiroxenitos, metaperidoditos, talco xisto, talco-clorita xisto e serpentinitos. Os granulitos paraderivados são caracterizados por gnaisses sílico-aluminosos e quartzo-feldspáticos, granada gnaisses, rochas calcissilicáticas, diopsídio mármores, granada quartzito e gonditos, associados com gnaisses graníticos e subordinadamente ocorrem granulitos ortoderivados associados.

O Grupo Araxá Sul de Goiás, composto por rochas metassedimentares do Proterozóico Médio, trata-se de um conjunto de rochas vulcânicas e sedimentares que sofreu metamorfismo de grau médio a forte. Resultando em xistos, gnaisses e quartzitos, dobrados, fraturados e falhados (CUNHA et al., 1999).

Os Depósitos Aluvionares do Quaternário, encontrados na bacia, são caracterizados por sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, com níveis de cascalho, silte e argila.

Considerações geológicas realizadas na região da bacia (CUNHA et al. 1999 e DEL'ARCO 1995) evidenciaram extensas áreas de formações superficiais cenozóicas encobrendo as rochas cristalinas polimetamórficas que formam o substrato local. Esse conjunto litoestratigráfico mais recente é constituído pelos alúvios e colúvios terciários/quaternários.

Cunha (2000) destaca a importância dessas formações superficiais cenozóicas que, além de condicionarem o abastecimento dos freáticos livres,

também possibilitam o desenvolvimento de diversificada vegetação, responsável pela existência e manutenção da fauna e pela redução dos processos erosivos. O autor enfatiza ainda que as formações superficiais representam a base para o processos de produção do espaço, servindo como fonte para a produção tecnogênica, além de testemunharem os diferentes graus de intensidade da ação antrópica.

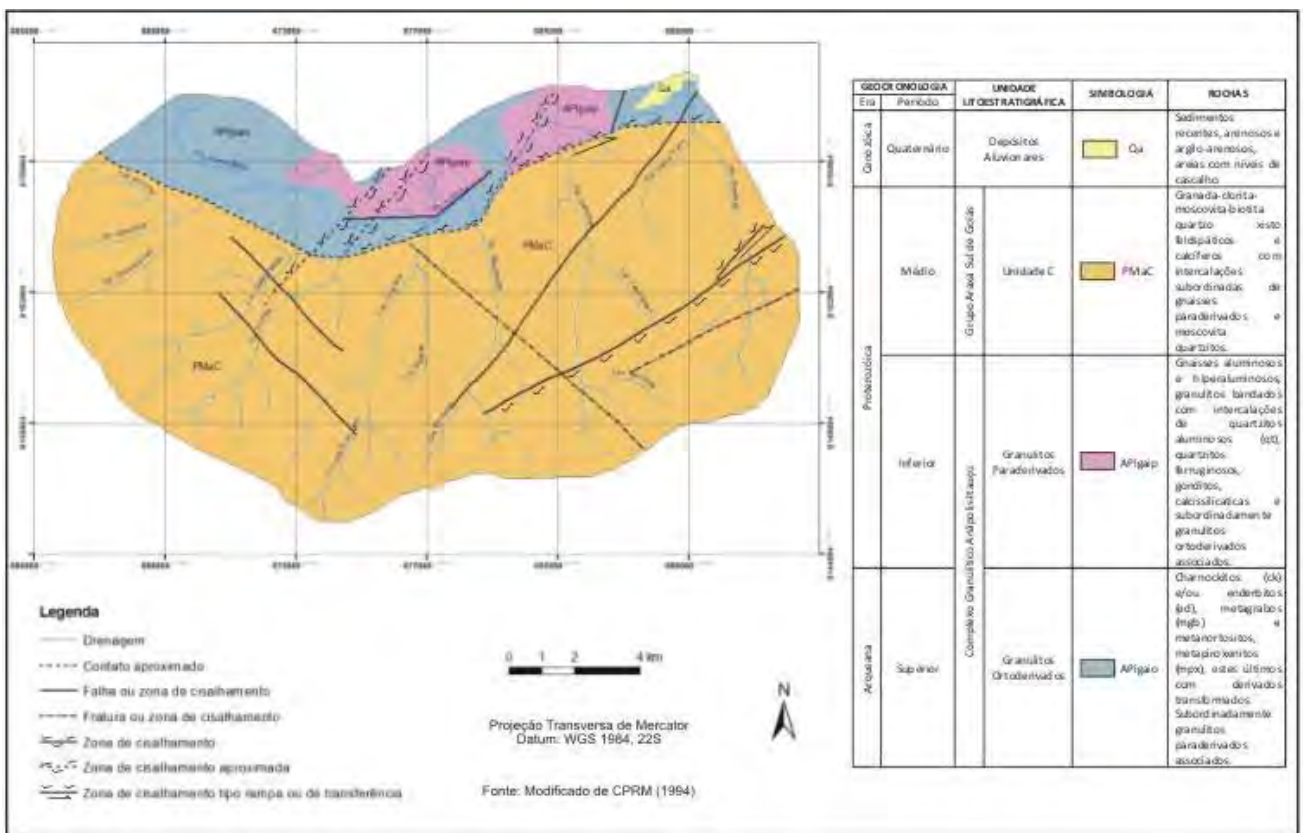


Figura 2. Mapa Geológico da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

2.2.3. Pedologia

No município de Goiânia ocorrem diversas classes de solos, com predomínio dos solos minerais, embora existam algumas faixas de solos orgânicos provenientes de deposições e decomposição de restos vegetais e animais. As classes evidenciadas na presente dissertação estão de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (1999).

Na região da bacia do ribeirão Anicuns os tipos de solos predominantes são os Latossolos, os Solos Podzólicos, Gleissolo e Solos Aluviais. No entanto, existem ocorrências de Cambissolos, Litossolos, Lateritas Hidromórficas e Solos Orgânicos.

A Figura 3 apresenta o mapa com os tipos de solos predominantes na área de pesquisa.

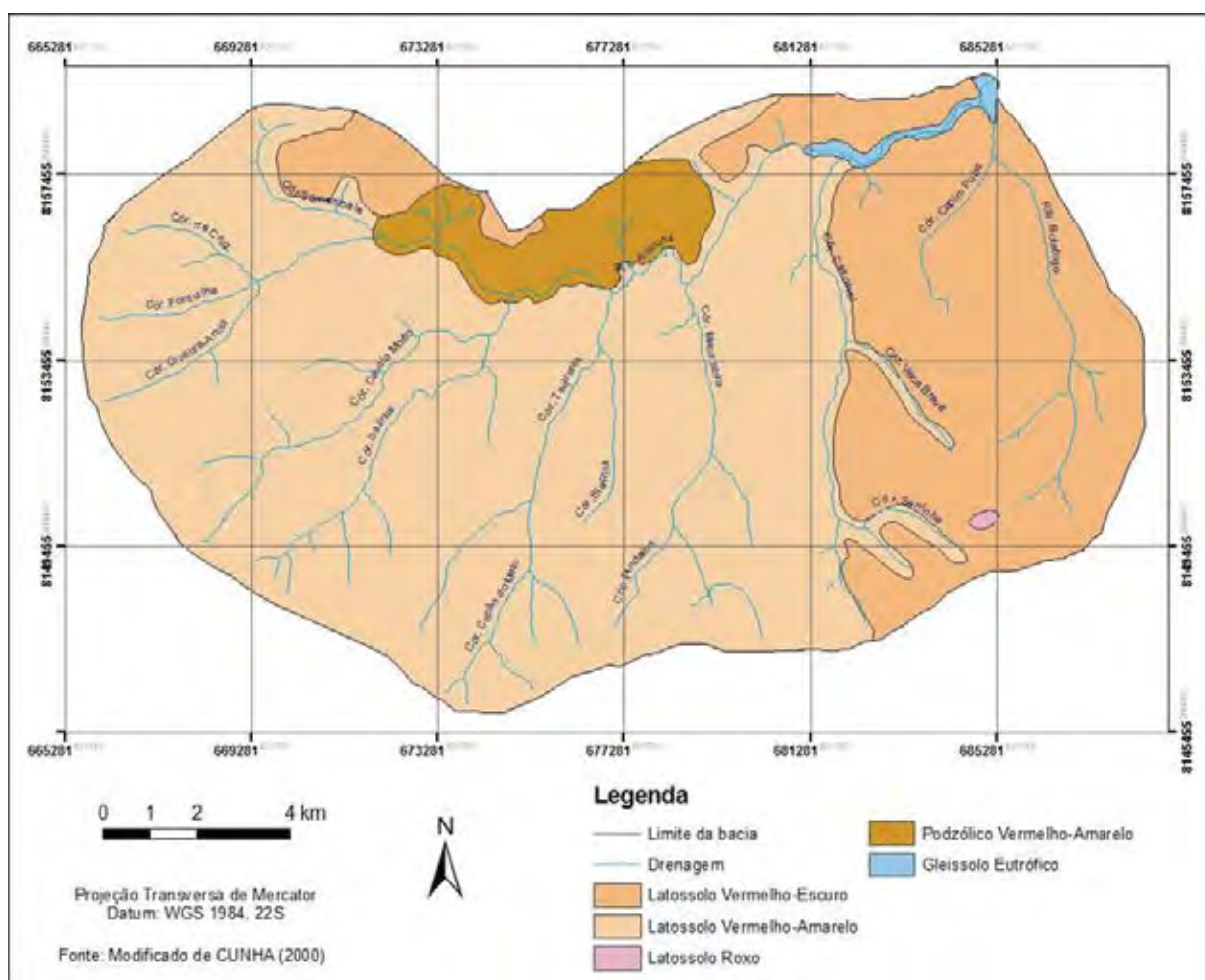


Figura 3. Mapa Pedológico da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

Os latossolos são solos minerais antigos, profundos e bem drenados. Na região ocorrem Latossolos Vermelho-Escuro, Roxo e Vermelho-Amarelo, encontrados em domínios de topografia plana à suavemente ondulada.

Nos domínios dos vales, onde o relevo sofre ruptura, os Latossolos são substituídos pelos Solos Podzólicos. Os colúvios com seixos, fragmentos e grânulos polilitólicos fracamente empacotados por material areno-argiloso, submetidos aos processos pedogenéticos, resultaram em Solos Podzólicos Vermelho-Amarelo (CUNHA 2000).

Na região nordeste da bacia, nos domínios da planície fluvial do ribeirão Anicuns, evidencia-se presença de Gleissolo Eutrófico, solo hidromórfico constituído por material mineral.

Os Solos Aluviais ocorrem geralmente em locais de depressões e ocupam pequenas faixas. Originam-se da deposição de materiais predominantemente minerais, arrastados pela enxurrada e depositados nas partes baixas. Sua profundidade é variável e, por serem recentes, não apresentam diferenciação em horizontes.

Na região noroeste da bacia, onde o relevo apresenta alto grau de dissecação, registram-se ocorrências de Cambissolos e Litossolos, ambos associados a materiais concrecionários e pedregosos. Devido à topografia da região os dois tipos de solo estão sujeitos a processos erosivos.

Os Solos Orgânicos presentes na bacia tem sua origem nos depósitos de materiais orgânicos, carregados e decompostos. Ocorrem apenas em faixas descontínuas situadas ao longo dos leitos dos cursos d'água. São solos ácidos, devido à reação de decomposição dos materiais originários, sua coloração é escura e estão sempre sujeitos à alta umidade. Sua profundidade é variável e são pouco férteis.

A área de pesquisa apresenta ainda Lateritas Hidromórficas associadas às variações do lençol freático e à presença de grande concentração de óxidos de ferro.

2.2.4. Geomorfologia

A bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns está localizada no Planalto Rebaixado de Goiânia que, juntamente com o Planalto do Distrito Federal, o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e as Depressões Intermontanas, integra uma unidade geomorfológica maior, o Planalto Central Goiano (MAMEDE et al. 1983).

Casseti e Nascimento (1991) classificaram cinco unidades geomorfológicas de distribuição espacial presentes na bacia do ribeirão Anicuns: Planalto Embutido de Goiânia, Chapadas de Goiânia, Planalto Dissecado de Goiânia, Planícies de Inundação e Fundos de Vale (Figura 4)

O Planalto Embutido de Goiânia (750 - 800m), com área de 142,54 Km², representando 61,70% da área da bacia, é caracterizado por vertentes convexas (relacionadas aos granulitos máficos, silimanita-granada gnaisses e metagabros) e tabulares (relacionada aos micaxistos, granada-clorita-biotita-quartzo-xistos, feldspáticos).

A unidade apresenta declividade entre 5% e 10%. Suas vertentes suavemente convexizadas encontram-se revestidas por Latossolos distróficos. No limite dos vales, onde o relevo sofre ruptura, o solo é substituído pelos Podzólicos (Cunha 2000).

Conforme Silva e Oliveira (2004), nessa unidade verificam-se alguns problemas como erosão laminar e conseqüente assoreamento dos córregos, fortes enxurradas em decorrência da impermeabilização das áreas próximas, subdimensionamento das galerias pluviais, promovendo alagamentos e surgimento de erosões.

As Chapadas de Goiânia (860 - 900m), com área de 71,11Km², representam a seção sudoeste da bacia e correspondem a 30,78% de sua superfície. Essa unidade é caracterizada por micaxistos, quartzitos, metagabros e granada-gnaisses. A unidade apresenta ainda colúvios quaternários e terciário-quaternários, integrantes das formações superficiais identificadas na região.

Os cursos d'água encontram-se pouco entalhados, caracterizando uma declividade inferior a 5%. Conforme Nascimento (1993), essa unidade apresenta erosões laminares generalizadas e ravinamentos em locais terraplanados, desmatamento intenso e poluição dos cursos d'água por agrotóxicos, devido ao uso das áreas ribeirinhas para atividades de horticultura e lavouras de subsistência.

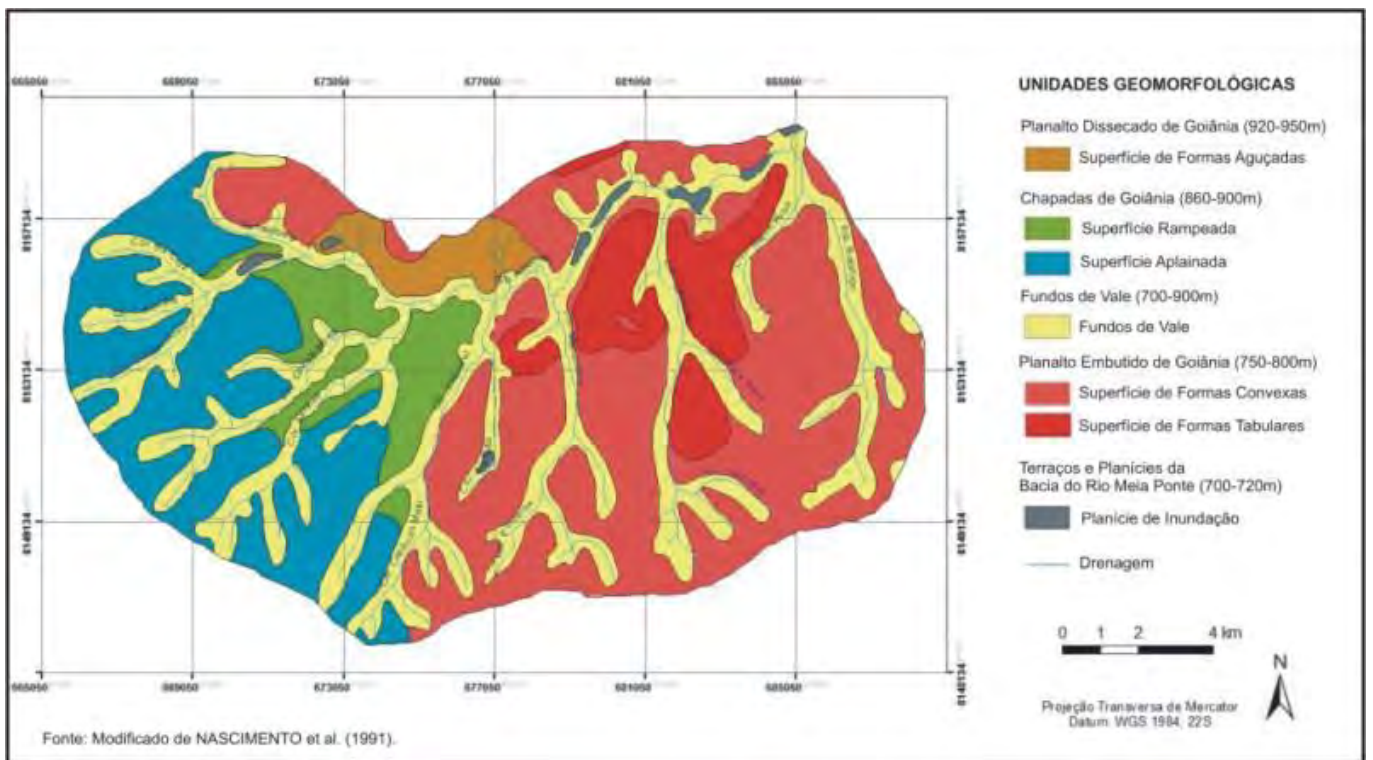


Figura 4. Mapa Geomorfológico da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

O Planalto Dissecado de Goiânia (920 - 950m), com 5,96Km², representa 2,58% da área da bacia. Compreende a área do Morro do Mendanha, localizado na margem esquerda do ribeirão Anicuns. Com domínio granulítico e sustentado por intercalações quartizíticas, o elevado grau de dissecção da unidade encontra-se vinculado ao forte gradiente. As angularidades no sistema hidrológico e o forte corte nos talwegues são efeitos da tectônica quebrante, o que reflete na produção de vales encaixados (CASSETI 1992). Essa área é caracterizada pela Superfície de Vertentes Aguçadas, com declives superiores a 30%, cujo grau de dissecção favorece o escoamento, que remove a camada superficial do solo, originando ravinas e voçorocas (SILVA; OLIVEIRA 2004).

Os Terraços e Planícies da Bacia do Rio Meia Ponte (700 - 720m) representam uma área de 0,78Km², 0,35% da área de pesquisa. Constituídas por sedimentos arenosos intercalados a seqüências silto-argilosas, as planícies de inundação são representadas por depósitos aluviais e alúvio-coluviais não compactados, apresentam diques marginais e meandros em diferentes estágios de desenvolvimento e são revestidas por solos aluviais e orgânicos.

Nos domínios dos terraços o relevo, suavemente aplanado, apresenta breves declives em direção aos canais fluviais a que se relacionam. Os depósitos sedimentares associados aos terraços são representados por alúvios e colúvios complexamente interdigitados (CUNHA 2000).

Como conseqüência da ocupação dessas áreas, teoricamente restritivas, muitos problemas sócio-ambientais são evidenciados, como inundações periódicas afetando a população ribeirinha, desmatamento intensivo das matas ciliares, assoreamento dos cursos d'água, contaminação da água e do solo, atividades de corte e aterro etc.

Os Fundos de Vale (700 - 900m), com 10,61Km², 4,59% da área da bacia, apresentam uma declividade em torno de 40%, que varia de acordo com o grau de incisão da drenagem, relacionada ao comportamento litológico, de natureza tectônica. Observa-se nessa região o surgimento de processos erosivos.

De acordo com Nascimento (1993), os Fundos de Vale possuem grande declividade ao longo do sistema de drenagem, há uma complexidade de depósitos e exposições rochosas, que formam erosões em sulcos evoluindo para ravinas e voçorocas, impróprias para a ocupação humana.

2.2.5. Hidrogeologia

De acordo com o Diagnóstico Hidrogeológico da Região de Goiânia (SGM 2003), no município de Goiânia ocorrem duas unidades hidrogeológicas armazenadoras e fornecedoras de água subterrânea (aqüíferos): o aqüífero de domínio poroso, ligado ao manto de intemperismo (solo, rocha alterada e aluviões), e o aqüífero de domínio fraturado, relacionado às rochas subjacentes.

Os aqüíferos porosos são aqueles que possuem porosidade intergranular, onde o fluido ocupa os poros entre os minerais e ou agregados constituintes de corpos rochosos, de mantos de alteração (saprolito) e de materiais não consolidados. Além disso, são reservatórios subterrâneos livres e pouco profundos.

Na região, os aqüíferos de domínio poroso apresentam espessuras que variam de poucos centímetros a até 50 metros, grande extensão, continuidade lateral e homogeneidade. Funcionam como filtros, regularizam a vazão de base das drenagens, quando o índice pluviométrico é baixo, favorecendo a recarga dos aqüíferos sotopostos.

Os reservatórios de água subterrânea de domínio fraturado são caracterizados pela inexistência ou reduzida presença de espaços intergranulares. Dessa forma, a água se aloja em espaços representados por fissuras ou fraturas, juntas ou em falhas. A recarga desses aqüíferos ocorre por fluxo vertical e lateral de águas de infiltração, a partir da precipitação pluviométrica.

No município de Goiânia, o domínio fraturado pode ser dividido nos sistemas Araxá e Granulito. Composto essencialmente por xistos, com reduzidas lentes de quartzitos ou quartzo xistos, o sistema Araxá apresenta alta densidade de fraturamento vertical. São aqüíferos descontínuos e livres, com condutividade hidráulica média muito baixa.

O sistema Granulito é caracterizado por aqüíferos livres, de meio fissurado, controlados pela densidade de fraturamento, descontínuos lateralmente e com condutividade hidráulica média a baixa.

2.3. Meio Biótico

O bioma Cerrado, segundo em área no Brasil, corresponde a aproximadamente 23% do território nacional. Composto por formações florestadas, savânicas e campestres, o Cerrado possui características peculiares e clima bem definido (RIBEIRO; WALTER 1998).

Ribeiro e Walter (1998) estabeleceram onze tipos fitofisionômicos para o bioma Cerrado, divididos em formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e Cerradão), formações savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmital e vereda) e formações campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre).

Inserida no bioma Cerrado, a bacia do ribeirão Anicuns teve sua cobertura florestal primitiva reconstituída por Dambrós (1994). O autor demonstrou que, antes da ação antrópica, a bacia apresentava uma formação vegetal constituída por três domínios fundamentais:

1. Região Fitoecológica da Savana - Representava cerca de 60% da cobertura vegetal da bacia, e era composta por duas formações vegetais, uma representada pela Savana Arborizada (Campo Cerrado) e Savana Parque (Campo Cerrado ralo ou Cerradinho), e outra representada pela Savana Arborizada (Cerrado propriamente dito) e Savana Florestada (Cerradão);

2. Áreas de Tensão Ecológica ou Contatos Florísticos - Representavam cerca de 30% da área da bacia, e apresentavam formações vegetais pertencentes à Savana Arborizada (Campo Cerrado) com Mata de Galeria, associadas à Floresta Estacional Decidual Submontana e à Floresta Estacional Semidecidual Submontana;

3. Áreas de Formações Pioneiras - Representavam em média 4% da área da bacia. Encontradas nas planícies de inundação e em lagos de decantação, essas áreas eram caracterizadas pelas formações pioneiras arbustivas e herbáceas, associadas a trechos de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

Com a ocupação desordenada da bacia a vegetação natural, intensamente alterada pela ação antrópica, ficou restrita às Áreas de Preservação Permanente (APPs), sendo muitas vezes ameaçada até mesmo pela vegetação exótica, amplamente distribuída nas áreas rural e urbana.

De acordo com a Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, as Áreas de

Preservação Permanente representam áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Na bacia do ribeirão Anicuns, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) compreendem as faixas bilaterais dos córregos e suas nascentes. No entanto, os cursos d'água apresentam faixas de Matas Ciliares bastante antropizadas, inexistentes ou de extensão inferior ao exigido na legislação municipal vigente (Figura 5).



Figura 5. Mata ciliar antropizada na confluência entre o ribeirão Anicuns e o rio Meia Ponte.

Na região oeste da bacia, nas proximidades das nascentes do ribeirão Anicuns, onde predominam as atividades rurais, as faixas de vegetação das APPs formam um mosaico de remanescentes com fitofisionomias variadas, capazes de proporcionar certo refúgio e suporte para a fauna silvestre. Em algumas nascentes é comum a presença de Buritizais, que são encontrados em solos hidromórficos,

saturados de água durante boa parte do ano. Os buritizais geralmente acompanham os vales ou áreas planas e linhas de drenagem mal definidas, e são comuns próximos às nascentes de cursos d'água (Figura 6). Nessa região ocorre ainda a presença de vegetação exótica, além de extensas áreas de pastagem.

Na região da bacia onde predomina a urbanização, a vegetação natural foi removida ou intensamente alterada pelas atividades antrópicas. A vegetação mais preservada se encontra nas áreas de difícil ocupação, devido ao relevo acidentado. Matas Ciliares e Campos de Várzea são encontrados associados aos cursos d'água apenas nos domínios de Unidades de Conservação Ambiental.



Figura 6. Exemplo de Buritizal presente na nascente de um córrego no estado de Goiás. Fonte: www.overmundo.com.br

Em Goiânia, as áreas de nascentes foram transformadas em parques urbanos. Conforme o Sistema Municipal de Unidades de Conservação e Parques Urbanos de Goiânia (2003), os parques urbanos são definidos como o espaço territorial urbanizado com equipamentos sociais que permite atividades de lazer, cultura e educação e a preservação de áreas verdes com características naturais

não necessariamente originais. Legalmente instituído pelo Poder Público e com limites definidos sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Parques urbanos, praças e bosques, muitas vezes ocupados por diversificada flora e fauna exótica, ainda representam refúgio para as espécies nativas sobreviverem às transformações do meio. Os ecossistemas urbanos apresentam desequilíbrio entre imigração e altas taxas de extinção da fauna silvestre.

Com o objetivo de recuperar e preservar a mata ciliar e os leitos dos córregos Macambira e Anicuns a Prefeitura de Goiânia, em 2003, propôs a criação do Parque Linear Macambira-Anicuns. Um parque linear tem como objetivo recuperar e preservar matas ciliares e os cursos d'água, e oferecer espaços urbanizados com equipamentos sociais que permitam a preservação dos recursos naturais e a realização de atividades esportivas, educativas e culturais (SMUC/GNA 2003).

O Parque Linear Macambira-Anicuns inicia-se nas nascentes do córrego Macambira, na região sudoeste da cidade, e segue por esse curso d'água no sentido sul/norte, até seu encontro com o ribeirão Anicuns, na região noroeste. Em seguida, toma rumo oeste/leste, segue pelo ribeirão até a sua foz no rio Meia Ponte, na região nordeste da cidade (Figura 7).

Visto como um dos maiores projetos da história de Goiânia, o parque linear, orçado em 94,5 milhões de dólares, ficou no papel durante seis anos. Foi apenas em 2009 que o projeto foi aprovado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que vai financiar 60% dos custos, enquanto o município é encarregado de 40% do total. O projeto Macambira-Anicuns tem cinco anos para ser concluído.

Cerca de 220 famílias e 54 comércios, localizados em áreas de alagamento, serão desapropriados. A Prefeitura afirma ainda que as demais construções não serão alteradas. Os proprietários dos terrenos considerados “não-agressivos” ao projeto serão convidados a assinar um Termo de Ajuste de Conduta (TAC), comprometendo-se a não degradação das áreas.

O projeto representa uma excelente oportunidade de recuperação ambiental, no entanto, o histórico de corrupção do Estado de Goiás deixa a inevitável sensação de que tudo pode ser alterado para benefício daqueles que estão no poder.

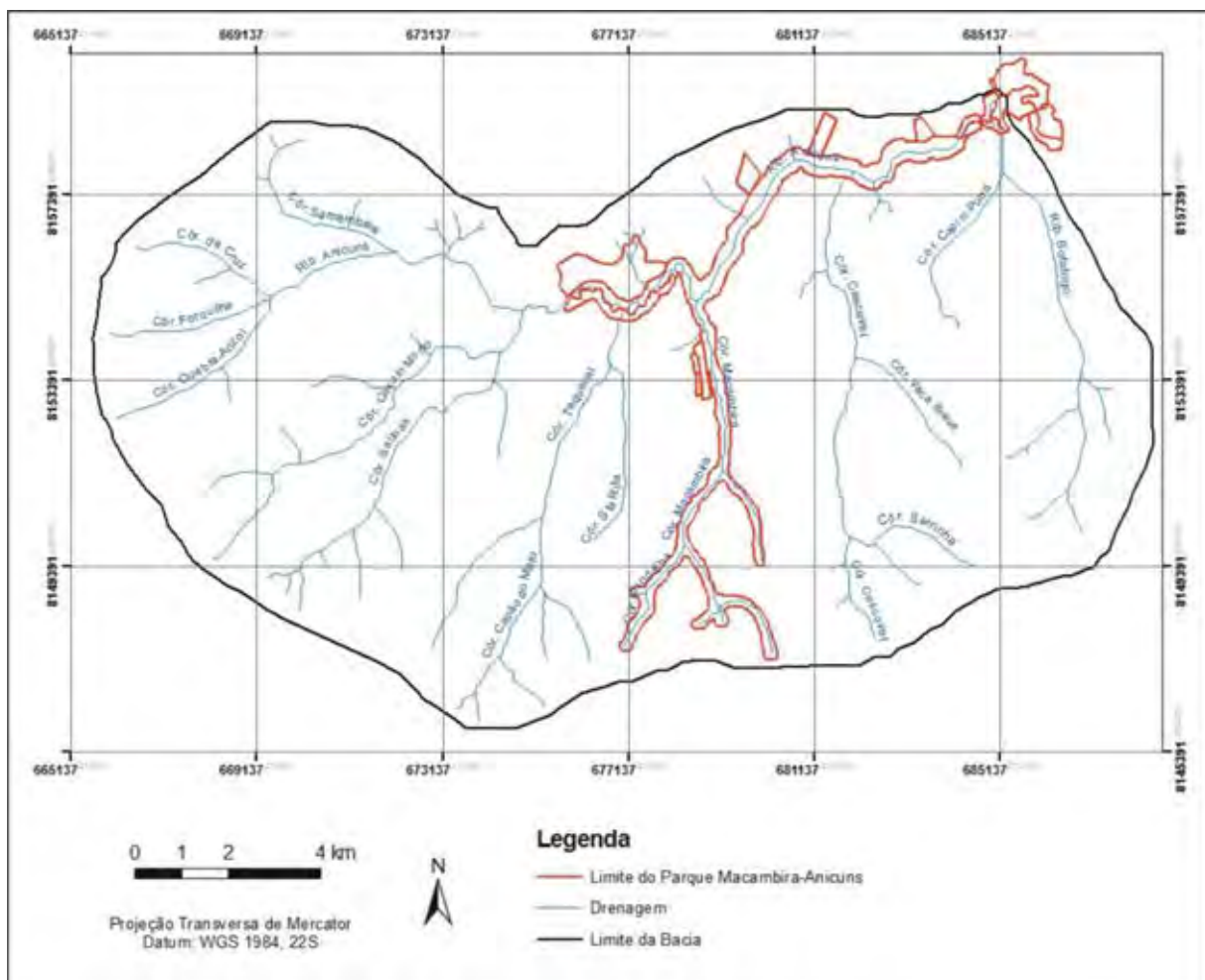


Figura 7. Limite do Parque Linear Macambira-Anicuns, Goiânia - Goiás.

2.4. Uso e Ocupação do Solo

De acordo com a Secretaria de Planejamento Municipal (2002), a evolução do uso e ocupação do solo do município de Goiânia pode ser classificada em cinco fases:

1° fase - de 1933 a 1950: Caracterizada por atividades relacionadas à construção da capital e à criação de um centro de decisões políticas e administrativas. Nessa fase o Estado tem o controle do uso do solo, parcelando, comercializando e doando terrenos;

2° fase - de 1950 a 1964: Caracterizada pela ampliação do espaço urbano, estimulada pela intensificação do fluxo imigratório para Goiânia. Modificações no Código de Edificações de 1947 favorecem o parcelamento privado dos terrenos, e o poder público deixa de ser o principal gestor do parcelamento urbano. A iniciativa privada resultou nas alterações do plano urbanístico e ambiental de Atílio Correa Lima (plano original da cidade);

3° fase - de 1964 a 1975: Consolidação de Goiânia como pólo de desenvolvimento regional. Nesta fase ocorre um intenso processo de urbanização, relacionado principalmente a migração rural;

4° fase - 1975 a 1992: Período de expansão do espaço urbano da capital com conurbação com os municípios vizinhos. Essa fase também é marcada pela concentração geográfica dos edifícios de apartamentos e pela proliferação dos loteamentos clandestinos e condomínios fechados.

5° fase - 1993 a meados de 2000: Período marcado pela política de moradia do governo municipal para a população de baixa renda. Diversos loteamentos são construídos para a realocação de moradores de áreas de risco e para a população de baixa renda em geral. Esses programas direcionam os loteamentos para a região sudoeste do município, áreas consideradas de baixo risco para ocupação.

A Figura 8 apresenta o mapa de Uso e Ocupação do Solo na bacia do ribeirão Anicuns, retirado do Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Parque Macambira-Anicuns (DERMU 2004). Para a elaboração do mapa foi realizada a interpretação digital da imagem IKONOS 2002, em escala 1:50.000.

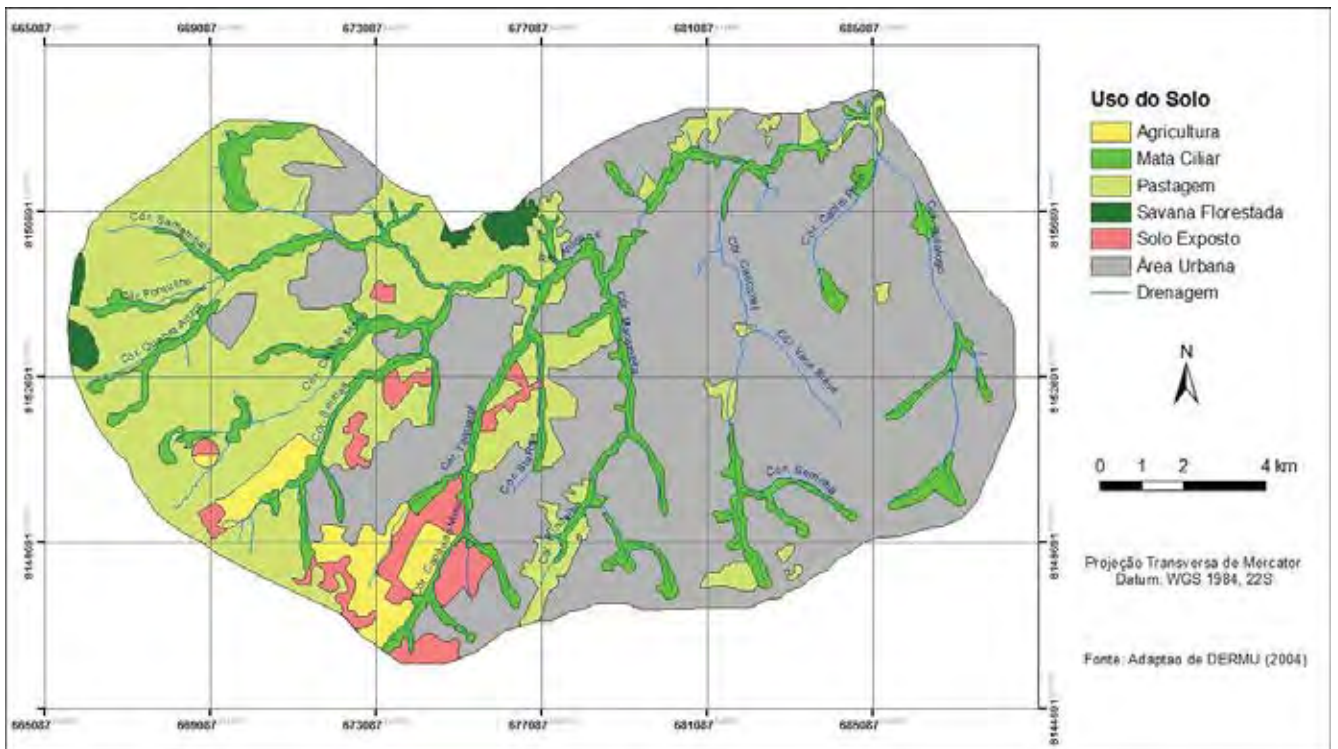


Figura 8. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

Na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, localizada na região sudoeste de Goiânia, as áreas urbanizadas representam o uso do solo predominante. A região leste da bacia apresenta-se totalmente tomada pela urbanização, estendendo-se para sudeste, em direção ao município de Aparecida de Goiânia. Nessa região a urbanização é caracterizada pelo denso crescimento vertical e zonas horizontais descontínuas, onde se destacam espaços vazios e conjuntos habitacionais nas periferias.

Conforme Mattos (2005), o acelerado processo de urbanização do município resultou na formação de grandes bolsões de pobreza, com o surgimento de loteamentos irregulares e/ou clandestinos sem planejamento urbano adequado, localizados principalmente na zona rural ou em situação de conturbação com os municípios vizinhos da região metropolitana. No caso da bacia, esses loteamentos avançam pela porção oeste, aproximando-se dos limites com os municípios de Trindade e Abadia de Goiás.

De acordo com o estudo de impacto ambiental do Projeto do Parque Macambira-Anicuns (DERMU 2004), na região sudoeste da bacia verifica-se uma tendência já consolidada de urbanização, com a expansão de loteamentos não apenas na divisa de Goiânia e Trindade, mas também ao longo da GO-060, onde existe um forte vetor de industrialização.

No mapeamento apresentado foram identificadas Matas Ciliares e Campos de várzea associados aos corpos d'água. Resquícios de Savana Florestada foram registrados na região do Morro do Além, localizado no médio curso do ribeirão Anicuns, no setor Perim, e no setor Gentil Meireles, localizado na confluência do ribeirão Anicuns com o rio Meia Ponte. Foram ainda identificadas áreas de solo exposto pelo desmatamento, associadas à expansão dos loteamentos irregulares.

No Zoneamento Ecológico Econômico do Município de Goiânia (2008), foram destacadas para a região do alto Anicuns as atividades agropecuárias (criação de gado de corte e leiteiro), atividades granjeiras suína e avícola, o cultivo de milho, eucalipto e hortaliças (principalmente alface, couve, cebolinha, agrião e rúcula), a piscicultura, a produção de tomates industriais e o cultivo de mudas de plantas em viveiros. Também foram cadastradas diversas chácaras e sítios recreativos e de criação familiar de animais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica da presente dissertação compreendeu a abordagem de conceitos e métodos pertinentes à pesquisa, com a revisão bibliográfica de trabalhos desenvolvidos no Brasil e no mundo acerca dos sistemas fluviais; o Tecnógeno e os depósitos tecnogênicos; a análise de elementos do meio físico a partir de produtos de sensoriamento remoto; e a compartimentação fisiográfica do terreno.

3.1. Sistemas Fluviais

Os rios, definidos como canais naturais de água doce com fluxo permanente ou sazonal para outro rio, lago ou oceano, desempenham papel fundamental no meio ambiente. Constituem importantes agentes modificadores da paisagem devido à capacidade de erosão, transporte e deposição de sedimentos. Além disso, fornecem condições para o desenvolvimento de diversos tipos de vida e para a sobrevivência dos seres humanos (RICCOMINI et al. 2001).

Os processos atuantes na dinâmica de um rio, chamados processos fluviais, se alternam no decorrer do tempo, levando o canal a assumir diferentes

configurações. Essas variações podem ser causadas por modificações compensatórias que refletem a evolução do canal como sistema equilibrado, pela interferência de variáveis climáticas e geológicas (temperatura, pluviosidade, litologia) no equilíbrio do rio, e por alterações provenientes da ação humana (barragens, canalização, desmatamento) (SOUZA1999 ; CUNHA 2001).

3.1.1. Processos Fluviais

Os processos fluviais são definidos essencialmente pela velocidade e turbulência do fluxo no interior do canal, são dependentes entre si e conferem aos rios a função de agentes geológicos modificadores da paisagem. Considerando o objetivo do presente trabalho, serão destacados os processos fluviais de erosão e deposição.

3.1.1.1. Erosão

A erosão fluvial, definida como a retirada de material das margens e do leito dos rios, propicia o aumento da profundidade, da largura e do comprimento do canal. Conforme Suguio e Bigarella (1990), a erosão fluvial é realizada por meio dos processos de corrosão, corrasão e cavitação.

A corrosão é o desgaste por processo químico proveniente do contato entre água e rocha superficial. A corrasão, ou abrasão, compreende o desgaste por atrito mecânico das partículas transportadas pela corrente. A eversão representa um tipo especial de corrasão originada pelo movimento turbilhonar sobre as rochas do leito. A cavitação compreende a fragmentação da rocha pela variação de pressão sobre a parede do canal, que ocorre em momentos de alta velocidade do fluxo.

A erosão fluvial é fortemente controlada pela geologia (litologia e estrutura) e pelo clima. Variáveis hidrológicas como velocidade, cota e vazão, também controlam os processos erosivos, que podem aumentar ou diminuir nos períodos de seca e cheia (SUGUIO 2003).

A ação do homem também influencia nas variações dos processos de erosão por meio de práticas como o desmatamento, extração de areia e argila, construções de barragens e impermeabilização do solo.

Os canais aumentam os seus comprimentos por erosão remontante, que resulta do solapamento da base, principalmente onde a superfície é protegida por uma camada resistente, solo ou vegetação. A erosão do subsolo pode ser causada por percolação de água subterrânea, que remove o material fino subjacente, formando túneis (SUGUIO; BIGARELLA 1990).

O alargamento do canal pode ocorrer de várias formas, dentre elas destacam-se a forte corrasão lateral durante as cheias e a migração de meandros agindo contra as paredes do canal. À medida que o rio aprofunda seu leito, é freqüente o alargamento dos vales como resultado do intemperismo e conseqüentes movimentos de massa nas vertentes.

3.1.1.2. Deposição

O material carregado pelas correntes dos rios é depositado quando ocorre diminuição da competência ou da capacidade fluvial, e seu acúmulo promove a formação dos depósitos aluviais (CHRISTOFOLETTI 1980).

Os depósitos aluviais são testemunhos do comportamento dos sistemas fluviais, e constituem importantes componentes do registro geológico. Seu estudo permite a classificação da morfologia fluvial, o reconhecimento dos processos hidrodinâmicos e a compreensão da evolução dos sistemas.

Segundo Leopold e Wolman (1957), a carga detrítica de um rio pode ser depositada ao longo do canal fluvial e na planície de inundação pelos processos de acréscimo vertical e lateral. Os depósitos de acréscimo vertical são formados quando o material suspenso pelas cheias é depositado, contribuindo com os depósitos de planície de inundação pelo transbordamento do canal. São diferenciados em depósitos de diques marginais, rompimento de diques marginais e bacias de inundação (SUGUIO 2003).

Os depósitos de acréscimo lateral (ou horizontal) ocorrem com a redistribuição dos sedimentos disponíveis no canal e dos sedimentos provenientes de sua migração. São classificados em depósitos de barras de pontal, meandros abandonados, barras arenosas e ilhas aluviais. Os eventos de preenchimento de canal e de rompimento de dique marginal podem ocorrer tanto por acréscimo vertical

quanto por lateral. Os diferentes tipos de depósitos podem ser vistos na Figura 9 (STEVAUX 1993).

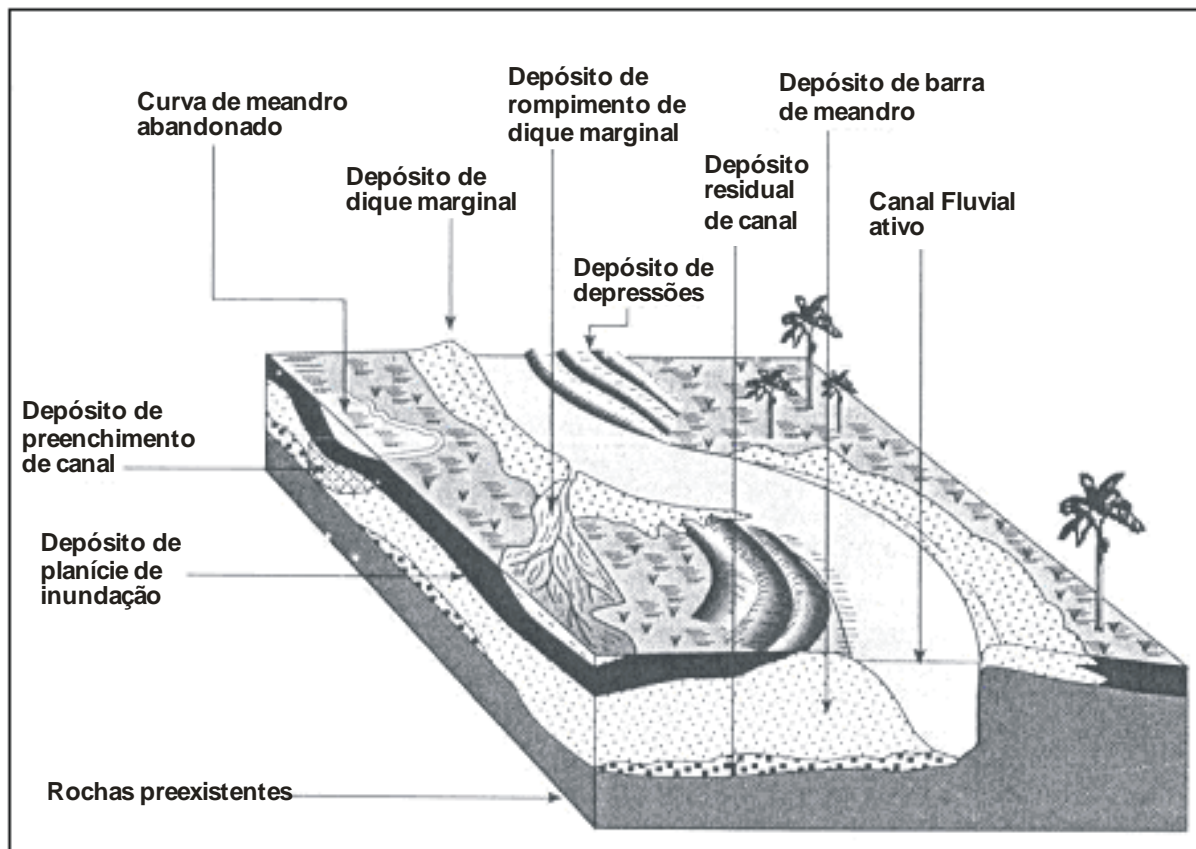


Figura 9. As principais características de um canal meandrante. Fonte: Allen (1964).

3.1.1.2.1. Depósitos de Canal

Resultam da ação das águas na margem e no leito do canal fluvial, e são classificados em depósito de barra de meandro, depósito de meandro abandonado, depósito de barras arenosas e depósito de ilhas fluviais.

Os depósitos de barra de meandro, ou barra de pontal, comuns em rios meandrantés, ocorrem nas curvas dos canais, também chamadas de meandros (SUGUIO 2003). Nos meandros, a ação da corrente fluvial provoca intenso trabalho erosivo na margem côncava (banco de solapamento), onde a velocidade do fluxo é maior, e conseqüente deposição na margem convexa, que é paralela à margem côncava, onde a velocidade da corrente é menor. As barras de meandro são formadas nas margens convexas, pela deposição do material retirado do banco de

solapamento, podendo provocar o evento de preenchimento do canal (CHRISTOFOLETTI 1981).

Os meandros abandonados são formados com o evento de estrangulamento do canal pela deposição de material nas barras de pontal (lado interno da curva meândrica), promovendo sua migração lateral. Conforme Fisk (1947), o evento de canal abandonado pode ocorrer pela formação do atalho de corredeira (formação de um novo canal entre a barra de meandro) e do atalho em colo (corte do pescoço existente no atalho, ocasionando modificação do traçado do perfil longitudinal do canal). O corte de vários meandros em uma mesma região, levando o rio a seguir um novo traçado é chamado de avulsão, outro evento que envolve formação de meandros abandonados (Figura 10) (CHRISTOFOLETTI 1981, SUGUIO 2003).

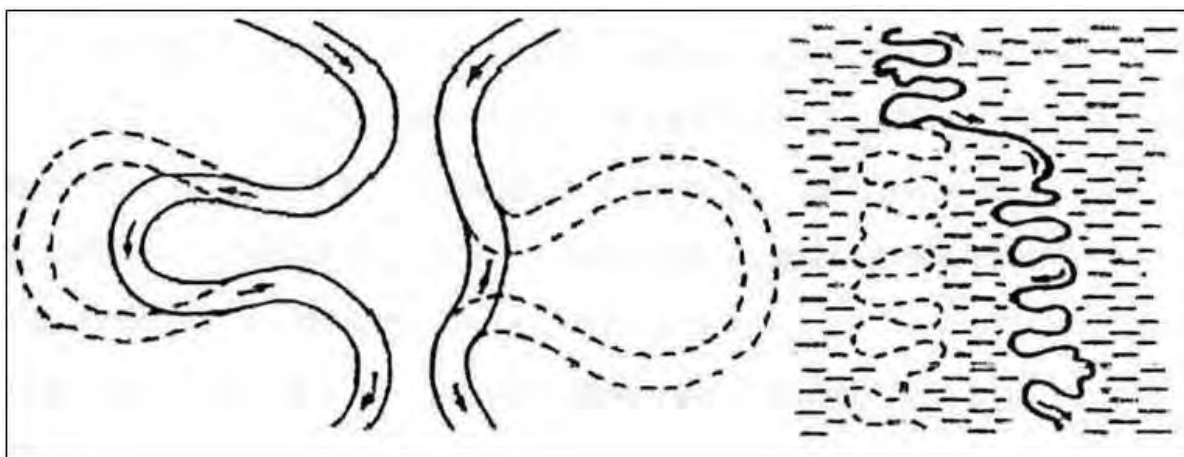


Figura 10. Os atalhos de corredeira e em colo, e o evento de avulsão. Fonte: Suguio e Bigarella (1990).

As barras arenosas são formadas ao longo do curso fluvial, resultando da deposição de sedimentos no leito, sendo os mais finos depositados constantemente e os mais grossos depositados durante as cheias ou quando o fluxo não comporta o material transportado. Estas barras podem ser centrais, caracterizadas por formas alongadas e triangulares de grandes extensões (podendo chegar a 1.000m), ou laterais, que são consequência da baixa velocidade do fluxo (STEVAUX 1993). As barras laterais desenvolvem-se em canais de baixa sinuosidade, correspondendo às barras de meandro dos rios meandrantés. Dispõem-se alternadamente nas margens do leito, com um dos lados junto da parede do canal, enquanto que o outro avança até cerca de 65% da largura do leito fluvial (SUGUIO; BIGARELLA 1990).

Os depósitos de ilhas aluviais resultam do alongamento das barras arenosas pela deposição de sedimentos. As ilhas são estabilizadas pelo crescimento de vegetação em sua superfície que auxilia na compactação do material e na contenção da erosão realizada pela corrente fluvial (SUGUIO; BIGARELLA 1990).

3.1.1.2.2. Depósitos de Planície de Inundação

A planície de inundação é a região adjacente ao vale fluvial que pode ser alagada pelo transbordamento do canal durante as cheias (SUGUIO 1998). Nesta área, grande quantidade de sedimento fino proveniente do canal é depositada formando depósitos de diques marginais, depósitos de rompimento de diques marginais e depósitos de bacia de inundação.

Os diques marginais representam a parte mais alta da margem fluvial, onde ocorre deposição de material grosseiro, através do transbordamento do canal nos períodos de cheia. Durante a vazão, pode haver o rompimento do dique marginal, propiciando a formação de pequenos leques na planície de inundação. Os depósitos de rompimento de diques marginais são compostos por sedimentos grossos provenientes do canal e do dique marginal, que se misturam aos lamosos presentes na bacia de inundação (SUGUIO; BIGARELLA 1990).

A bacia de inundação constitui a área mais baixa da planície de inundação, local de acúmulo de água proveniente das cheias e das chuvas, contribuindo para a formação de pântanos e lagos. Neste ambiente predominam materiais finos, e há presença de matéria orgânica, originando as turfeiras (SUGUIO; BIGARELLA 1990).

Na desembocadura dos canais fluviais, em regiões próximas a lagos, rios ou oceanos, são formados depósitos com formato característico de um leque, chamados de deltas, que são constantemente abastecidos por sedimento do canal (SUGUIO 2003).

3.1.2. O Caráter Diferencial das Bacias Hidrográficas Urbanas

A parte da superfície terrestre ocupada por um sistema de drenagem ou que contribui com água superficial para aquele sistema é denominada de bacia hidrográfica. Segundo Almeida (2007) as bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois possibilitam o acompanhamento das alterações introduzidas pelo homem e as respectivas respostas do meio ambiente.

A ocupação desordenada e a urbanização das bacias hidrográficas acarretam em profundas alterações na dinâmica natural dos sistemas fluviais e nos ecossistemas terrestre e aquático. Além disso, as condições ambientais inadequadas geradas pelo processo de urbanização reduzem as condições de saúde e a qualidade de vida da população.

Dentre as ações antrópicas de maior impacto ocorridas em bacias urbanas destacam-se: a retirada da cobertura vegetal original; a impermeabilização do solo pela pavimentação de vias e construções; o nivelamento do relevo por atividades de corte e aterro; a canalização dos cursos d'água; e o lançamento de esgoto e resíduos sólidos nos canais e planícies fluviais.

A retirada da cobertura vegetal influencia o comportamento hidrológico das bacias, provocando alterações que produzem os mais variados impactos sobre o meio ambiente e a disponibilidade dos recursos hídricos. Os processos hidrológicos em uma bacia possuem duas direções de fluxo: vertical, representado pela precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação, e horizontal, representado pelo escoamento. A vegetação tem papel fundamental em todo o processo hidrológico, atuando indiretamente em todas as fases do ciclo.

Segundo Prandini et al. (1976), a vegetação funciona como defesa do terreno contra o impacto das gotas de chuva, sendo responsável pelo efeito de retardo durante a precipitação. A cobertura vegetal retém ainda um volume considerável de água nos diversos componentes do edifício vegetal.

Conforme Suguio e Bigarella (1990), a vegetação controla parcialmente o volume de escoamento e age como cobertura de proteção do solo. Sua retirada representa redução da infiltração da água e conseqüente redução da recarga do

lençol, aumento de escoamento superficial, maior susceptibilidade à erosão e assoreamento dos canais fluviais.

A impermeabilização do solo por meio de pavimentação de vias, aterramento e construções de casas e edifícios também representa um fator de alto impacto no comportamento das bacias. Associado ao desmatamento, a impermeabilização do solo resulta em aumento do escoamento superficial e conseqüente aumento das vazões máximas. Combinado ao sistema de drenagem urbano, o aumento das áreas impermeáveis pode ocasionar ainda o aumento do transporte de poluentes pelo escoamento superficial e a alteração da morfologia do canal fluvial, provocada pela necessidade deste de se ajustar a um maior volume escoado (HAMMER 1972).

A Figura 11 apresenta as principais diferenças entre os ciclos hidrológicos de uma região com características naturais, ou seja, não ocupada pelo homem, e de uma região urbanizada.

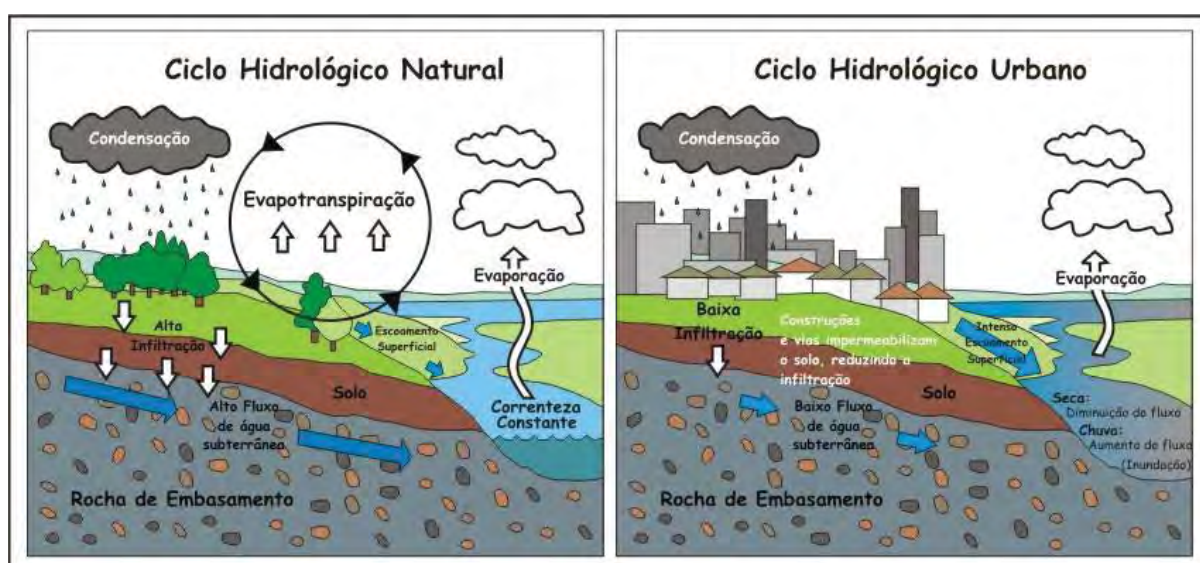


Figura 11. Ciclo hidrológico natural e urbano. Adaptado de www.aucklandcity.govt.nz, pela autora Gisele Silveira de Brito.

Booth (1991), afirma que um maior volume escoado sobre as áreas impermeáveis causa ao sistema fluvial um aumento na freqüência das inundações. A inundação é um fenômeno que faz parte da dinâmica fluvial natural e representa uma forma de liberação de energia do sistema pelo extravasamento das águas para áreas marginais, as planícies de inundação. De acordo com Tucci (1999), as inundações podem ser classificadas em três tipos: inundações resultantes da urbanização (retirada da cobertura vegetal, impermeabilização do solo etc);

inundações naturais, onde as planícies de inundação, ocupadas pela urbanização, são invadidas pela água; e as inundações localizadas, que podem ser provocadas por estrangulamento da seção do rio por pontes e bueiros, remanso, erros de execução em projetos de drenagem de rodovias e avenidas, construção de aterros no leito do rio, assoreamento da drenagem por sedimentos e lixo etc.

Outra forma de impacto muito comum em bacias urbanas são as atividades de corte e aterro, realizadas com o objetivo de aumentar o potencial de desenvolvimento da região. Essas atividades alteram a geometria das vertentes, aumentando a declividade e expondo o material anteriormente protegido da ação direta dos agentes climáticos. Mesmo os arruamentos que respeitam a topografia, acabam cortando e direcionando os fluxos hídricos, gerando padrões de drenagem não existentes. Os aterros recobrem ainda os materiais de cobertura superficial de formação natural, criando áreas de descontinuidade entre materiais heterogêneos, além de elevarem altimetricamente a superfície original, alterando sua declividade (FUJIMOTO 2005).

As atividades de terraplanagem para construções urbanas e pavimentações, assim como as obras de canalização, são consideradas as principais fontes de produção de sedimento em áreas urbanas. Conforme Tucci e Colischonn (1998), a alteração de uso do solo é definitiva nas bacias urbanas, o solo, e até o subsolo, ficam expostos para erosão no tempo entre o início de um loteamento e o fim da ocupação. Quando a bacia urbana está completamente ocupada e o solo praticamente impermeabilizado, a produção de sedimentos tende a decrescer.

Dentre as principais conseqüências ambientais do aumento na produção de sedimentos estão o assoreamento das drenagens, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos, e o transporte de poluentes agregados ao sedimento, que contaminam as águas pluviais (TUCCI; COLISCHONN 1998).

As obras de canalização, que têm como objetivo mitigar ou resolver os problemas ambientais provenientes do crescimento urbano desordenado, representam outra forma de impacto. A retinização de cursos, a concretagem de margens, a canalização e a construção de barramentos, têm se mostrado ineficazes, na medida em que tais obras tendem a transferir, ou mesmo gerar novos problemas, à jusante ou à montante, dos trechos onde são implementadas.

As bacias hidrográficas urbanas apresentam ainda um sério problema de contaminação das águas e sedimentos pelo lançamento de esgoto nos canais fluviais, pela contaminação das águas pluviais e pela disposição irregular do lixo. As áreas contaminadas representam problema de saúde pública, uma vez que grande parte da população tem contato direto com sedimento ou água contaminada.

A crescente produção de entulho (restos de construção civil), verificada nas cidades em situações de expansão ou rápida renovação das áreas urbanas, também representa uma preocupante forma de impacto. Os problemas da produção de resíduos sólidos nos centros urbanos vão além das dificuldades em se adquirir locais adequados para o seu armazenamento. Esses resíduos muitas vezes são abandonados nas proximidades dos canais fluviais, causando degradação e assoreamento dos corpos d'água (BARROS; MÖLLER 1995).

3.2. O Tecnógeno

Os estudos sobre as transformações do meio ambiente pelo homem surgiram sistematicamente a partir do século XIX, destacando-se duas vertentes: uma norte-americana, com raízes nos estudos pioneiros de Marsh (1864) acerca das modificações imprevistas do ambiente; e outra russa, com raízes em Vernadsky (1926), que discutiu os conceitos de Biosfera e Noosfera, e caracterizou os seres humanos como agentes geológicos. Esses estudos propiciaram o desenvolvimento de diferentes áreas de pesquisa da Geologia, que adotam uma abordagem que tem o homem como agente geológico.

Marsh (1864) foi o primeiro humanista moderno a reconhecer o homem não apenas como um ser que pratica uma ação, mas também como um que contribui para um resultado. Além disso, fez uma importante contribuição acerca da influência destrutiva das clareiras florestais que propiciavam a erosão das vertentes, sedimentação nos leitos dos rios e conseqüentemente, inundações nos baixos cursos fluviais.

Em 1956, Thomas Jr. publicou um levantamento das causas do impacto ambiental provocado pela atividade humana, dentre elas a modernidade, o crescimento populacional, a cultura e a ideologia ambiental, iniciando uma perspectiva que associa as mudanças do ambiente ao crescimento populacional.

No Brasil, Büllow (1972), afirma que os elementos básicos que impulsionam a atividade geológica humana são o crescimento populacional e o aumento de meios técnicos de sobrevivência.

No final do século XX, as causas do impacto da ação antrópica foram atribuídas, por pesquisadores de diferentes países, às forças principais (*driving forces*), forças mitigadoras (*mitigating forces*, que incluem a legislação ambiental e os ajustes do mercado) e ao comportamento humano, aprofundando a caracterização da influência da ação humana no ambiente (OLIVEIRA et al. 2001).

Dov Nir (1983), em seu livro "Man, A Geomorphological Agent", discute acerca da representatividade da ação humana sobre o ambiente fazendo uma revisão de autores do século XIX que abordam a ação humana como agente de transformação da superfície.

Blaikie (1985), Blaikie e Brookfield (1987) e Peet e Watts (1996), enfatizaram os aspectos da economia política numa abordagem conhecida como Ecologia Política, que vincula a economia global às atitudes individuais que resultam em mudanças ambientais. Em contraposição à Ecologia política, restringida às questões atuais, surge a História Ambiental, voltada para os testemunhos históricos da ação antrópica, englobando estudos de teorias relacionadas às populações específicas e ao estudo da história de regiões particulares.

Da vertente russa destacam-se pesquisadores como Sergeev (1980, 1984), Chemekov (1983), Kowalski (1984) e Ter-Stepanian (1988) que, fundamentados nas propostas de Vernadsky (1926), focaram seus estudos nas profundas mudanças do ambiente, promovidas pelo mais recente agente geológico, o homem.

Ter-Stepanian (1988), propõe a determinação de um novo período geológico para caracterizar os efeitos geológicos cumulativos e diversificados da ação humana, denominado “Quinário” ou “Tecnógeno”, termo que destaca a transformação do ambiente por ação da técnica, que só surge na Terra com os seres humanos. O autor ressalta ainda, que o Holoceno deve ser considerado como o período de transição do Quaternário para o Tecnógeno, momento em que os ambientes tecnogênicos representarão a totalidade do meio ambiente (Figura 12).

PERÍODO	ÉPOCA	PAISAGENS
QUINÁRIO	Tecnógeno	Tecnogênicas
QUATERNÁRIO	Holoceno 10.000 a	Naturais
	Pleistoceno 1,81 Ma	

Figura 12. Ilustração cronológica da proposta conceitual de Ter-Stepanian. Fonte: Oliveira et al. (2001).

A classificação e a situação da ação humana no tempo geológico sempre foi uma discussão polêmica. Gonçalves (1989), por exemplo, aponta para o fato de que a partir do momento em que os homens se organizam socialmente se torna impossível fazer uma separação rígida entre a história da natureza e a dos homens,

que seria a natureza transformada. Suertegaray (1997) afirma que há necessidade da adoção de novas concepções geomorfológicas, e geológicas, as quais venham expressar a temporalidade da atividade humana como processos de transformação do planeta.

De acordo com Peloggia (1996), os períodos e épocas (geológicos) caracterizam-se por processos determinados e seus registros correlativos. Portanto, a época de existência dos depósitos tecnogênicos, correlativos aos processos decorrentes das formas humanas de apropriação do relevo, caracteriza um tempo geológico distinto. O autor, com base em Oliveira (1995), afirma ainda que a originalidade do Período Tecnógeno ou Quinário consiste em que as novas coberturas pedológicas e as novas formações geológicas, em processo de geração, estão fortemente influenciadas pela ação do homem.

Conforme Ter-Stepanian (1988), os processos naturais (ação de fatores geológicos) podem ser comparados aos processos tecnogênicos (ação do homem neolítico e moderno). O autor correlaciona ainda a sedimentação natural aos depósitos tecnogênicos, a formação de meandros à modificação de rios (retificação de canais), a denudação às escavações e transferências de solos, a acumulação subaérea aos aterramentos, e o intemperismo físico ao desmonte de rochas em minas e construções.

3.2.1. O Tecnógeno no Brasil

No Brasil, as primeiras pesquisas da Geologia do Tecnógeno foram desenvolvidas apenas a partir da década de 90. Apesar do avanço da temática no país, decorrente de eventos como o 1º Encontro Brasileiro do Tecnógeno (Guarapari - ES, 2005), o número de trabalhos que assumem integralmente tal abordagem ainda é reduzido. Conforme Oliveira et al. (2001), as principais pesquisas sobre o Tecnógeno se dão na forma de teses. Neste capítulo serão apresentados os trabalhos brasileiros que abordam integralmente a temática do Tecnógeno, numa tentativa de reunir as principais pesquisas nacionais sobre do tema.

Oliveira e Queiroz Neto (1991) e Oliveira et al. (1992) analisaram os processos que implicam na mobilização de materiais superficiais e sua conseqüente acumulação, ocorridos no Planalto Ocidental Paulista. Ambos os trabalhos

resultaram na identificação dos processos erosivos que revelaram a ocorrência de depósitos tecnogênicos. Os depósitos, interpretados a partir da análise dos artefatos humanos existentes em seus horizontes, foram apontados como decorrentes de uma dinâmica tecnogênica associada ao desmatamento e ao uso do solo por atividades agrícolas.

Moura et al. (1992), foram responsáveis pelas primeiras inferências sobre a influência tecnogênica na evolução da paisagem no Médio Vale do Paraíba do Sul. Oliveira (1994) reconhece os depósitos tecnogênicos dos fundos de vale do Oeste do Estado de São Paulo, Planalto Ocidental Paulista. O autor aplicou o método proposto por Happ (1972) em bacias de pequeno porte (de 20 a 30 km²) do rio Capivara, afluente do Paranapanema. O método de Happ (1972) prevê a determinação de produção de sedimentos, baseado na prospecção de depósitos tecnogênicos que ocorrem nos fundos de vale. Para bacias com uso do solo urbano foram determinadas taxas de 2.900 m³/km²/ano e para bacias de uso agrícola foram determinadas taxas de 600 m³/km²/ano.

Dantas (1995), em sua dissertação de mestrado, analisou as variações espaço-temporais da estocagem diferencial de sedimentos (natural e antrópica) na bacia hidrográfica do Rio Bananal (SP/RJ), Médio Vale do Paraíba do Sul e áreas adjacentes. Os processos tecnogênicos identificados foram associados à substituição da cobertura vegetal original pelas plantações de café, o que alterou os processos hidrológicos das vertentes.

As mudanças ambientais associadas aos processos tecnogênicos resultantes da ocupação da região de Bananal (RJ), foram analisadas no trabalho de Ribeiro et al. (1996). Os autores realizaram uma caracterização pedológica de depósitos coluviais tecnogênicos, e reconheceram que sua gênese estava associada às alterações da apropriação do espaço (desmatamento, expansão e declínio da cafeicultura).

A tese de Peloggia (1996) foi a primeira tentativa sistemática de estudo da geologia do Tecnógeno em uma área urbana, caracterizando o termo “tecnógeno urbano” como a expressão geológica específica do processo de urbanização. O autor estudou casos de escorregamentos induzidos (envolvendo coberturas tecnogênicas, solos superficiais e maciços saprolíticos) em termos de seus mecanismos, geometria, causas, abrangência e conseqüências, tendo em vista a

reflexão acerca das possibilidades de previsão de comportamento desses maciços, tanto em função do aprimoramento da análise de riscos geológicos quanto à melhor proposição de soluções para as estabilizações.

Peloggia (1996) afirma ainda que a ação humana tem conseqüências geológico-geomorfológicas em três níveis: na modificação do relevo, na alteração da dinâmica geomorfológica e na criação dos depósitos tecnogênicos.

No noroeste do Estado do Paraná, a origem de microdesertos edáficos é descrita por Muratori (1997). Segundo a autora, a região sofreu profundas alterações na paisagem, resultantes da intensa ocupação agrícola devido à expansão do café. Essas transformações provocaram o esgotamento dos solos, a erosão acelerada, a formação de depósitos tecnogênicos e o desenvolvimento dos microdesertos edáficos.

O Planalto Ocidental Paulista também foi área de estudo de Brannstrom (1998). Em sua tese, o autor analisa os depósitos tecnogênicos formados em fundos de vale na região do Médio Paranapanema, e sua relação com as transformações da paisagem ocorridas na região, e que condicionam o uso do solo até os dias atuais.

Telles (1999) analisa a formação de depósitos tecnogênicos construídos (aterros) no pontal de Rio Grande (RS), e aborda a evolução geomorfológica da região.

Cunha (2000) apresenta os impactos socioambientais decorrentes da ocupação da planície de inundação do Ribeirão Anicuns, nos domínios da Vila Roriz. Para o estudo dos impactos decorrentes do processo de produção do espaço urbano foram analisados depósitos tecnogênicos induzidos e construídos, as alterações do traçado do ribeirão Anicuns entre 1975 e 1992, e a problemática da exclusão social. O autor reconheceu depósitos tecnogênicos induzidos com um volume de 2.906.000 m³, e depósitos construídos (aterros e bota-foras) com volume de 2.480.000 m³, ambos atingindo espessura média em torno de 7 m. Também foi identificado um intenso processo de meandramento do ribeirão em curto intervalo de tempo, resultado da ação antrópica.

Bertê (2001), em sua dissertação de mestrado, investigou a presença de depósitos tecnogênicos construídos (lixões e aterros sanitários), na região do Município de Porto Alegre (RS). Para melhor compreensão das transformações

tecnogênicas nos ambientes urbanos e para reconhecimento mais detalhado desse tipo de depósito, a autora caracterizou o Aterro Sanitário da Zona Norte. Com os resultados obtidos, a autora pôde avaliar a adequação das propostas de uso e ocupação da área do aterro e sugerir o aprimoramento de instrumentos de gestão e planejamento ambientais.

Souza (2001) analisa a influência da ação antrópica na origem e classificação de materiais inconsolidados provenientes de explorações minerais inativas (ouro, pirita, bauxita e sulfetos) e de rejeitos de minerações ativas (topázio imperial, rochas ornamentais e materiais de construção), na cidade de Ouro Preto (MG).

A tese de Fujimoto (2001) correlaciona feições tecnogênicas identificadas na região metropolitana de Porto Alegre (RS), às feições geomorfológicas propostas por Ross (1992). Nos cursos fluviais da sub-bacia hidrográfica do arroio Dilúvio, são definidas formas em planícies flúvio-tecnogênicas e formas em planícies flúvio-lacustre tecnogênicas. Essas formas são associadas ao processo de crescimento urbano da metrópole de Porto Alegre (RS).

Nolasco (2002) desenvolveu sua pesquisa nas Lavras Diamantinas (BA), abordando os depósitos recentes produzidos pelo garimpo, registros geológicos humanos e os processos tecnogênicos associados. A intensa ação do homem na região diamantífera da Chapada Diamantina levou à aceleração dos processos erosivo/deposicionais, modificou formas geomorfológicas e alterou os padrões fluviais.

Os depósitos tecnogênicos associados ao rio Meia Ponte, na área urbana de Goiânia, foram caracterizados na tese de Rubin (2002). Com base na classificação de Oliveira (1990), o autor estabeleceu depósitos tecnogênicos construídos (aterros gerados pela população, por empresas de engenharia civil e pelo poder público visando à ocupação urbana, canalizações, pavimentações e bota-foras); depósitos tecnogênicos induzidos (processos de assoreamento do canal fluvial e os depósitos aluvionares resultantes dos processos erosivos de origem antrópica); e depósitos tecnogênicos modificados (depósitos naturais alterados por lançamento de efluentes e adubos). A caracterização dos depósitos foi elaborada a partir de descrições de afloramentos, sondagens com vibro-testemunhador e observação pontual de depósitos de canal. Os resultados obtidos apontaram para o avanço na utilização desordenada dos recursos naturais da região, além do intenso impacto da ação

antrópica no rio Meia Ponte, evidenciado na associação entre depósitos naturais e tecnogênicos.

Lisbôa (2004) identificou as mudanças na linha de costa do Distrito Sede de Florianópolis em função da construção de aterros, reconhecidos em seu trabalho como depósitos tecnogênicos. Como resultado, a autora apresenta um mapa de evolução da linha de costa com os aterros construídos nos últimos 30 anos, e os relaciona às políticas públicas de organização do espaço.

Mello et al. (2005) apresentaram as transformações da rede de drenagem da bacia do Ribeirão Brandão, no município de Volta Redonda (RJ), no Médio Vale do Paraíba do Sul. Por meio de mapeamento, os autores identificaram alterações na morfologia e no comportamento dos canais fluviais, e relacionaram a individualização das áreas entulhadas e esvaziadas e as feições erosivo-depositacionais aos processos e intervenções nas áreas contribuintes.

Estevam et al. (2005) realizam a caracterização morfodinâmica e genética dos depósitos tecnogênicos identificados ao longo do Parque Municipal da Serra do Periperi (BA), e relacionam a fragilidade do meio físico à formação dos depósitos tecnogênicos originados a partir da extração de areia.

Com base no trabalho realizado por Nolasco (2002), e sua proposta de classificação para os depósitos do sistema sedimentar tecnogênico garimpeiro, Nolasco e Macedo (2005) propõem chaves de identificação de cicatrizes erosivas e depósitos tecnogênicos em garimpos de diamantes.

Sobreira (2005) analisou as transformações da paisagem em decorrência da exploração do ouro no século XVIII no Distrito de Passagem de Mariana, município de Mariana (MG). Além da análise das transformações tecnogênicas, o autor realizou o mapeamento e caracterização dos desmontes de uma porção da Serra de Ouro Preto, e a quantificação dos volumes de materiais mobilizados das encostas.

Neto et al. (2005) analisou as alterações na dinâmica do conjunto de lagoas em Feira de Santana (BA) resultantes de atividades antrópicas como desmatamento, aterramento para ocupação urbana, despejo de esgoto e extração de argila.

Peloggia (2005) discute acerca da ação do homem sob as formas de relevo do município de São Paulo (SP), expondo um arcabouço conceitual acerca da modificação e criação de processos geomórficos e formas de relevo pelo homem, o que denominou de teoria do relevo tecnogênico. O autor ainda alerta para a

importância da aplicação de tais conceitos na análise e proposição de formas de resolução dos problemas da ocupação urbana.

As alterações ambientais decorrentes do processo de urbanização também foi tema do trabalho de Fujimoto (2005). Por meio da análise geomorfológica de uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio, Região Metropolitana de Porto Alegre (RS), a autora reconheceu a influência da ação antrópica nas alterações da dinâmica natural (intensificação dos processos de vertentes, fluviais, de escoamento concentrado e de assoreamento) e na criação de novas formas de relevo associadas aos depósitos tecnogênicos.

Korb (2006), em sua dissertação de mestrado, analisou a influência da ação humana na formação e constituição dos depósitos derivados do assoreamento no Reservatório Santa Bárbara, município de Pelotas (RS).

Figueira (2007) apresenta uma nova forma de abordagem, no qual os depósitos tecnogênicos são analisados na forma de sistemas (sistemas tecnogênicos), semelhantes aos sistemas deposicionais da Geologia Sedimentar. Através da análise sistêmica dos processos e produtos tecnogênicos, realizada no município de São Paulo (SP), associada ao estudo espaço-temporal do processo de urbanização do município, o autor pode identificar a dinâmica, interação e evolução de um sistema para outro.

3.2.2. A Classificação dos Depósitos Tecnogênicos

Os estudos do Tecnógeno englobam os produtos (depósitos tecnogênicos) provenientes direta ou indiretamente de atividades humanas e seus processos geradores.

Foi Chemekov (1983) quem primeiramente definiu como tecnogênicos os depósitos resultantes da ação humana, e afirmou, assim como Ter-Stepanian (1988), que esses depósitos possuem alta diversidade, com feições, composição e espessura claramente diferenciadas, caracterizando uma classe genética independente, como os depósitos aluviais e os vulcânicos por exemplo, embora possam ser relacionados a depósitos naturais.

Os depósitos tecnogênicos são independentes da situação externa (rocha do substrato, posição hipsométrica, clima, tectônica) e geralmente contêm artefatos diversos, proveniente das atividades humanas (Peloggia 1996).

Oliveira (1990), com base em Chemekov (1983), propõe uma classificação geral para os depósitos tecnogênicos, com base em sua gênese, em três tipos principais:

1- Depósitos Tecnogênicos Construídos: Resultantes do transporte e deposição de materiais por ação direta do homem, como os aterros e corpos de rejeito.

2- Depósitos Tecnogênicos Induzidos: Resultantes de processos naturais modificados, como assoreamento, aluviões modernos etc.

3- Depósitos Tecnogênicos Modificados: Resultam de alterações tecnogênicas que ocorrem em depósitos naturais pré-existent, como a contaminação do solo por diferentes produtos.

Fanning e Fanning (1989) propõem uma classificação aplicada especificamente para os depósitos construídos, como forma de caracterizar seu material constituinte. O autor distingue as seguintes categorias:

1- Materiais Úrbicos: materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, geralmente em fragmentos, como tijolos, vidro, concreto, plástico, metais etc, provenientes principalmente de detritos de construções civis.

2- Materiais Gárbicos: depósitos de material detrítico com lixo orgânico, de origem humana.

3- Materiais Espólicos: materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem em minas a céu aberto, rodovias e outras obras civis. Contêm pouca quantidade de artefatos, sendo identificados pela expressão geomórfica “não natural”, ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.

4- Materiais Dragados: materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

Nesse contexto, Peloggia (1999) propõe outra classificação que divide os depósitos em dois grupos:

1- Depósitos de Primeira Ordem: Englobam os depósitos construídos, induzidos e modificados, propostos por Oliveira (1990); e os depósitos úrbicos, gárbicos,

espólicos e líticos, propostos por Fanning e Fanning (1989).

2- Depósitos de Segunda Ordem: Compreendem os depósitos Remobilizados (Coberturas Remobilizadas); e os depósitos Retrabalhados, propostos por Nolasco (1998), como os aterros ravinados.

O termo “coberturas remobilizadas” foi primeiramente utilizado por Peloggia et al. (1992) e posteriormente por Peloggia (1994), para descrever os capeamentos superficiais tecnogênicos ricos em detritos e artefatos freqüentemente encontrados em encostas em favelas no Município de São Paulo, diretamente relacionados à atividade humana. De acordo com Peloggia (1994) as coberturas remobilizadas constituem-se de uma matriz de solos lançados e solos superficiais remobilizados, que englobam entulhos e artefatos diversos (madeira, restos de construção civil, restos de pavimentos, brita, ferro-velho) e lixo (sacos plásticos, tecidos, borracha, papel, matéria orgânica).

Peloggia (1999), em sua proposta de classificação, faz ainda uma distinção entre os depósitos tecnogênicos induzidos onde a influência humana se deu indiretamente nos processos de erosão, transporte e deposição, possuindo composição próxima da original, com poucos artefatos, daqueles em que a gênese e composição são diretamente tecnogênicas. Dessa forma, o autor sugere a utilização do termo “sedimentar”, para o primeiro tipo de depósito, indicando materiais que possam ter sido depositados por processos sedimentares acelerados ou induzidos.

Para o segundo tipo de depósito, o autor sugere o termo “tecnogênico-aluvial”, indicando sedimentos aluviais compostos por partículas naturais e tecnogênicas (artefatos em grande quantidade).

Os depósitos tecnogênicos podem resultar ainda das modificações *in situ* do solo natural. Conforme Souza (1995), nas classificações pedológicas denomina-se “horizonte A antrópico”, indicando o horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pelo homem, como lugar de residência ou de cultivo, por períodos relativamente prolongados, com adição de material orgânico em mistura ou não com material mineral.

Embora existam classificações bastante detalhadas dos depósitos tecnogênicos, Peloggia (1996) afirma que a proposta de Oliveira é utilizada de forma eficaz em pesquisas preliminares como o mapeamento, embora possam ocorrer termos de transição entre os depósitos.

3.3. Análise de Elementos do Meio Físico a partir de produtos de Sensoriamento Remoto

Novo (2008) define Sensoriamento Remoto como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, e equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície terrestre a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõe em suas mais diversas manifestações.

A extração de informações dos dados coletados pelos sistemas sensores pode ser realizada por meio da análise visual. O processo de interpretação das imagens, ou fotointerpretação, tem como objetivo identificar objetos e estabelecer julgamentos sobre suas propriedades.

As fotografias aéreas foram os primeiros dados coletados por sistemas sensores para os quais foram desenvolvidas técnicas específicas de análise, visando a extração de informações sobre a superfície terrestre.

Guy (1966) desenvolveu um método lógico de fotointerpretação para fotografias aéreas. Conforme Soares e Fiori (1976), seu trabalho representa a forma mais produtiva de definição de um conteúdo e uma lógica comunicável para a fotointerpretação. Os principais tópicos das pesquisas de Guy (op. cit.) foram publicados por Riverau (1972).

Soares e Fiori (1976) apresentam, de forma sistemática e lógica, subsídios para a teoria da fotointerpretação. De acordo com os autores, a parte comunicável da fotointerpretação precisa ser praticada para o desenvolvimento de hábitos mentais e aptidões para a identificação e análise dos elementos da imagem.

O princípio metodológico da fotointerpretação proposto para fotografias aéreas foi adaptado por Soares et al. (1978) para imagens de satélite, e sistematizado por Veneziani e Anjos (1982).

A sistemática do processo de fotointerpretação é dividida em três fases distintas:

Fotoleitura: reconhecimento e identificação dos elementos de textura da imagem;

Fotoanálise: reconhecimento das leis e da complexidade de organização dos elementos de textura para a caracterização das formas de interesse;

Fotointerpretação: estabelecimento das relações entre a função e o objeto e/ou suas feições, ou seja, é o estabelecimento de uma correlação entre a imagem produzida pelo sensor e o modelo do fenômeno no terreno.

A extração de dados pelo método sistemático de interpretação permite a análise das características de textura, estrutura e forma da feição na imagem, atribuindo a ela, na etapa de fotointerpretação, um significado conforme o objetivo da pesquisa.

A análise textural consiste em uma ferramenta fundamental para a análise das imagens. Conforme Riverau (1972), o elemento de textura representa a menor superfície contínua e homogênea, distinguível na imagem e passível de repetição. A repetição dos elementos texturais determina a densidade de textura. Conforme Soares e Fiori (1976) podem ser determinados diferentes graus de densidade textural nas imagens, ou seja, zonas com maior ou menor número de elementos texturais por unidade de área.

A identificação de diferentes densidades texturais possibilita a ordenação dos elementos de textura, permitindo a definição de estruturas, as quais são qualificadas em função da intensidade de organização (grau de estruturação) e da complexidade de organização (ordem de estruturação).

Existe um relacionamento entre as propriedades texturais da imagem e as propriedades características do alvo, dessa forma, podem ser feitas inferências a partir da análise da imagem sobre o alvo investigado.

Segundo Soares e Fiori (1976) as zonas de repartição dos elementos texturais e sua organização definem zonas homólogas, que são formadas pela repetição dos mesmos elementos texturais e das mesmas estruturas.

3.4. Compartimentação Fisiográfica

Conforme Vedovello (1993), a compartimentação fisiográfica consiste em dividir uma determinada região em áreas que apresentem internamente características fisiográficas homogêneas e distintas das áreas adjacentes. A homogeneidade quanto às características dos elementos do meio físico implica em um determinado comportamento geotécnico frente às ações e atividades antrópicas.

A compartimentação fisiográfica é efetuada através da análise dos elementos do meio físico e da identificação de suas formas de ocorrência.

Vedovello e Mattos (1998) afirmam que os produtos de sensoriamento remoto constituem “objetos” concretos (refletindo a organização espacial do meio físico) sobre os quais podem ser traçados limites, portanto, o uso da tecnologia de sensores orbitais apresenta-se com um grande potencial para a realização de compartimentações fisiográficas.

Atualmente, a técnica de compartimentação de terrenos baseada no uso sistemático de produtos de sensoriamento remoto, tem sido vastamente utilizada para a obtenção de cartografias geoambientais, principalmente quando voltadas à gestão ambiental de territórios.

Muitos autores desenvolveram e adaptaram sistemáticas de análises do meio físico para usos variados, as quais podem ser observadas em Vedovello (1993), Ohara (1995), Okida (1996), Crepani et al. (2001), Franzoni (2000), Rodrigues (2000) e Vedovello (2000).

Vedovello (1993 e 2000) afirma que a identificação dos compartimentos fisiográficos abrange certo nível hierárquico, onde há identificação de diferentes unidades, levando à criação das Unidades Básicas de Compartimentação (UBC's).

Vedovello (2000) propõe ainda uma sistemática para o mapeamento geotécnico-geoambiental, e define três etapas básicas para elaboração de um zoneamento geotécnico, a partir da análise integrada do terreno e com o uso de procedimentos sistemáticos de fotointerpretação: a Compartimentação Fisiográfica do Terreno; a Caracterização Geotécnica; e a Cartografia Temática Final ou de Síntese.

Na etapa de Caracterização Geotécnica, para cada unidade obtida na Compartimentação Fisiográfica, são determinadas propriedades e características

dos materiais (solos, rochas, sedimentos) e das formas (tipos de relevo e processos morfogenéticos) do meio físico que sejam determinantes das condições geológico-geotécnicas relevantes ao objetivo do trabalho.

A etapa de Cartografia Temática Final consiste na classificação das unidades quanto a fragilidades ou potencialidades do terreno. Essa classificação é realizada com base na análise das propriedades e características do meio físico obtidas na etapa de caracterização geotécnica, e determinada através de critérios de classificação estabelecidos para a aplicação pretendida.

A análise integrada possibilita a elaboração de um produto cartográfico único, onde as informações ambientais são analisadas integradamente, permitindo a identificação de unidades distintas que podem ser orientadas para diferentes fins.

Conforme Fiori (2004), o objetivo dos mapeamentos geoambientais é a compartimentação do território com base nas características do geoambiente, suas inter-relações e relações com o meio biológico e com as atividades antrópicas, evidenciando suas potencialidades e restrições de uso.

O mapeamento geoambiental fornece informações do meio físico que podem orientar decisões acerca da implementação de alternativas de desenvolvimento regional compatíveis com a sustentabilidade e vulnerabilidade do ambiente.

Segundo Zuquette e Gandolfi (2004), o processo de mapeamento geotécnico, tem como rotina fundamental a divisão da área em unidades, conforme a variação de seus atributos. O ponto essencial é definir unidades pertinentes que realmente representem um determinado comportamento e, não criar, a partir das básicas, unidades inúteis, que não apresentem significado relacionado ao vetor de interesse.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. Pesquisa Preliminar

Durante a pesquisa preliminar foram realizadas a pesquisa bibliográfica, a caracterização da área de estudo e a seleção de produtos de sensoriamento remoto.

A pesquisa bibliográfica objetivou a fundamentação teórica dos temas abordados no trabalho, destacando-se os sistemas fluviais, os depósitos tecnogênicos e as técnicas de análise do meio físico (Sensoriamento Remoto e Compartimentação Fisiográfica).

Para a caracterização da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, área de pesquisa do presente trabalho, foi realizado o levantamento de informações referentes aos meios físico e biótico e ao uso e ocupação do solo na área da bacia. Nesta etapa foram adquiridos os mapas temáticos de Geologia, Pedologia, Geomorfologia e de Uso e Ocupação do Solo, em formato “raster”. Os mapas foram vetorizados com a utilização do software ArcGis 9.3, a partir de licença adquirida pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, da Universidade Estadual Paulista, e disponível ao uso dos alunos regulares do programa.

Para atender ao objetivo proposto na presente pesquisa se fez necessária a utilização de produtos de sensoriamento remoto de alta resolução espacial. Segundo Novo (2008), os detalhes que podem ser distinguidos em uma imagem dependem da resolução espacial do sensor, e representam a menor feição passível de detecção pelo instrumento.

Foi adquirida uma imagem de satélite Quickbird, pancromática, de 2006. O satélite Quickbird oferece dados de 61 a 72 centímetros de resolução espacial no modo pancromático, nas faixas do visível e infravermelho próximo, e obtêm imagens em amplas faixas de imageamento, com cenas de 16,5 km x 16,5 km.

4.2. Atualização do Uso e Ocupação do Solo

O mapeamento do uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Anicuns foi realizado após serem considerados o objetivo proposto, a velocidade de crescimento da cidade de Goiânia e a necessidade de dados mais específicos e atuais acerca das atividades desenvolvidas na área de pesquisa.

O mapeamento foi realizado por meio de interpretação da Imagem de Satélite Quickbird (2006), analisada em escala 1:5.000. Para elaboração do mapa foram determinadas oito classes de uso: Urbano Consolidado; Urbano Não Consolidado; Pastagem; Agricultura; Cultivo de Hortaliças; Savana Florestada (Cerradão); Mata Ciliar; e Parques Urbanos.

Para a área urbanizada foram destacados dois estágios principais do processo de urbanização, subdividindo esta unidade em duas classes: Urbano Consolidado e Urbano Não Consolidado. A primeira classe engloba áreas impermeabilizadas pela pavimentação de vias e pela construção de casas, comércios e indústrias. A segunda classe é representada por áreas de solo exposto pelo desmatamento, áreas aterradas e destinadas a futuros loteamentos, e loteamentos sem infra-estrutura ou em fase inicial (sem vias pavimentadas e com número reduzido de construções).

4.3. Unidades Geoambientais

Segundo Vedovello (2004), a Cartografia Geoambiental consiste num processo de obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como riscos, impactos e conflitos resultantes da interação entre a ocupação humana e o meio ambiente fisiográfico. Dessa forma, a análise e representação do mapeamento geoambiental pode ainda incorporar elementos bióticos, antrópicos e sócio-culturais.

Com a finalidade de destacar os aspectos ambientais e antrópicos mais pertinentes ao objetivo do trabalho, a definição das unidades geoambientais foi fundamentada numa análise integrada dos componentes naturais e antrópicos inerentes ao espaço geográfico da bacia do ribeirão Anicuns.

A primeira etapa realizada foi a identificação da finalidade do mapeamento, que consiste em apresentar de forma organizada e simplificada informações acerca do geoambiente e sua relação com o meio biótico e com as atividades antrópicas desenvolvidas na região.

A seleção, identificação e caracterização dos atributos necessários para a correta delimitação das unidades geoambientais representou a parte mais complexa para a elaboração do mapeamento. Definidos como o elemento base que será inserido e operado em um documento cartográfico como informação que representa parte dos componentes do ambiente, os atributos podem referir-se a uma propriedade ou a relações entre propriedades que, associadas a outras, permitem a previsão de comportamentos. Os atributos podem ainda ser analisados qualitativa e/ou quantitativamente, podendo ser constantes ou variáveis no espaço e no tempo, com ou sem relações de causa e efeito.

Para a definição das unidades geoambientais da presente pesquisa foram utilizados os seguintes atributos: substrato geológico e os principais lineamentos estruturais, as formas de relevo, feições da rede de drenagem, tipos de solo, vegetação e uso e ocupação da terra.

Para a análise dos atributos foram utilizados os mapas Geológico, Geomorfológico, Pedológico e de Uso e Ocupação do Solo da bacia do ribeirão

Anicuns, analisados em escala 1:100.000, além da imagem de satélite Quickbird de 2006.

A elaboração do Mapa de Unidades Geoambientais, apresentado em escala 1:85.000, assim como a interpolação de dados, foi realizada com a utilização do software ArcGis 9.3.

Trabalhos de campo foram realizados para confirmação dos dados obtidos em gabinete.

4.4. Depósitos Tecnogênicos

A análise dos depósitos tecnogênicos associados às planícies aluviais da bacia seguiu três etapas: um mapeamento geral, contemplando a distribuição das feições tecnogênicas pela párea de pesquisa; um mapeamento detalhado, com a seleção de duas áreas de detalhe; e a caracterização dos depósitos identificados.

4.4.1. Mapeamento

A identificação e o mapeamento das feições tecnogênicas distribuídas pela área da bacia foram realizados por meio de interpretação da imagem de satélite Quickbird (2006), analisada em escala de detalhe de até 1:3.000, com auxílio do software ArcGis 9.3. Trabalhos de campo foram realizados para confirmação dos dados obtidos na fotointerpretação da imagem de satélite.



As feições tecnogênicas identificadas incluíram: áreas de aterro; áreas de descarte de material de construção e lixo; planícies de inundação tecnogênicas (assoreadas ou urbanizadas); depósitos de assoreamento; e diques marginais construídos.




Os critérios utilizados para a identificação das feições na imagem de satélite incluíram forma, tamanho, coloração e textura. O conhecimento prévio acerca das feições no mundo real foi um fator importante para a identificação na imagem. A Tabela 1 apresenta os principais atributos dos elementos mapeados, e a Tabela 2 sua representação na imagem de satélite.

Tabela 1. Atributos considerados na fotointerpretação da imagem de satélite para o mapeamento das principais feições tecnogênicas presentes na área de pesquisa.

Feição Tecnogênica	Forma	Tamanho	Coloração	Textura
Aterro	Regular (formas geométricas)	Pequenas a médias extensões	Avermelhadas; Verde claro acinzentado ou avermelhado	Lisa, com ou sem presença de linhas que formam figuras geométricas (estradas)
Descarte de entulho	Irregular	Pequenas extensões	Avermelhadas; Marrom; Branco; Bege; e Cinza	Rugosa. Aspecto de pequenos “montes” agrupados.
Planície Aluvial Tecnogênica	Regular (formas orgânicas)	Média. Extensas em comprimento e pequenas em largura.	Verde escuro acinzentado; Bege avermelhado e acinzentado.	Aveludada (quando predominam os tons esverdeados) e rugosa (quando predominam os tons de areia)
Depósitos de Assoreamento	Irregular (formas orgânicas)	Pequenas extensões	Bege acinzentado; branco acinzentado.	Rugosa
Diques marginais construídos	Regular (formas longilíneas)	Pequenas extensões (comprimento maior que a largura)	Verde escuro; ou bege acinzentado	Rugosa

Tabela 2. Representação das feições tecnogênicas na imagem de satélite.

Feição Tecnogênica	Amostra na Imagem de Satélite
Aterro	
Descarte de Entulho	

<p>Planície Aluvial Tecnogênica</p>	
<p>Depósito de Assoreamento</p>	
<p>Dique Marginal Construído</p>	

A seleção das áreas de mapeamento em detalhe dos depósitos tecnogênicos associados às planícies aluviais foi realizada a partir dos seguintes dados: distribuição das feições tecnogênicas na área de pesquisa; uso e ocupação do solo; características das unidades geoambientais; a probabilidade de maior formação de depósitos aluviais (confluências); e a visibilidade dos depósitos na imagem de satélite.

Foram selecionadas duas áreas de detalhe, que compreendem dois trechos de drenagens, o primeiro no córrego Macambira, em sua confluência com o ribeirão Anicuns, e o segundo no próprio ribeirão Anicuns, em sua confluência com o córrego Botafogo e com o rio Meia Ponte (Figura 13).

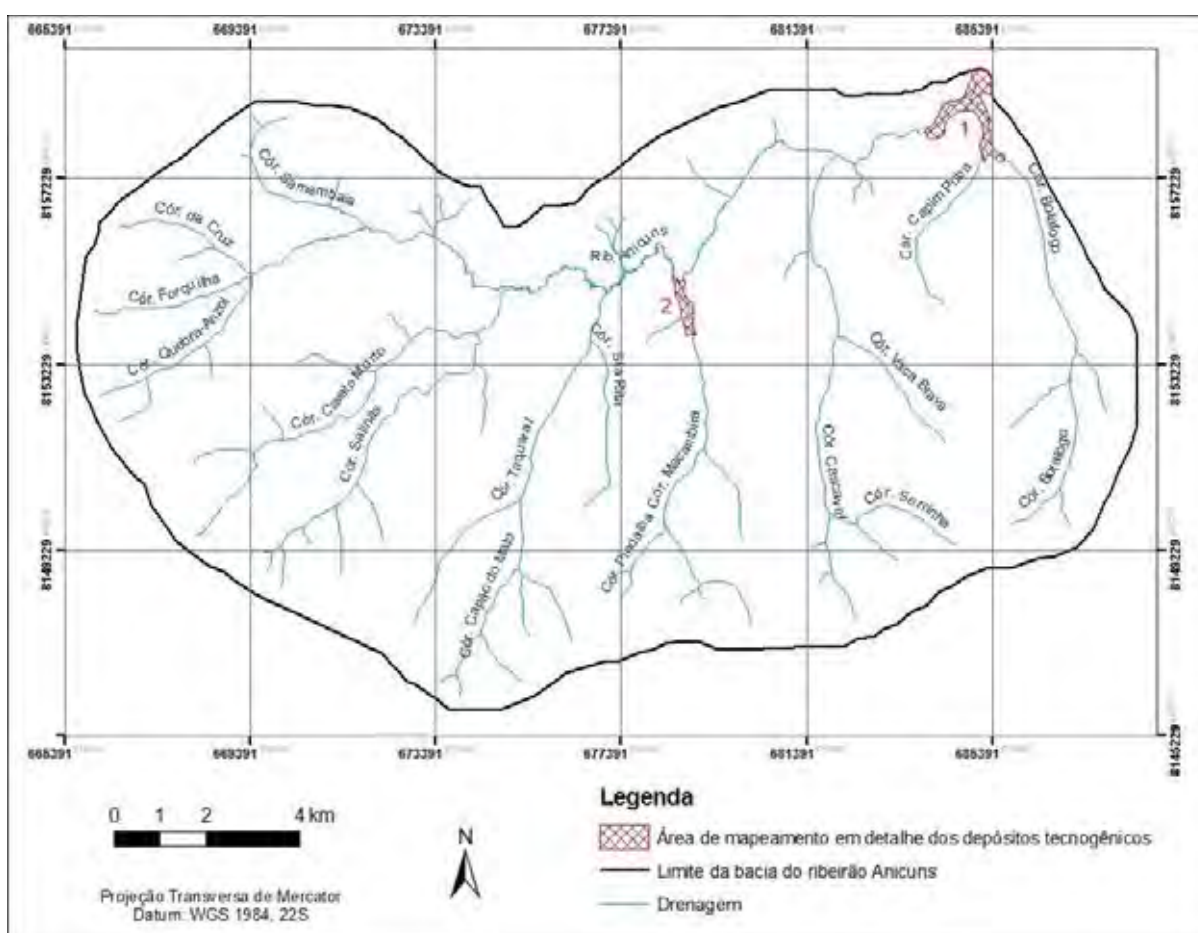


Figura 13. Mapa de localização das áreas de detalhe na bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

Os produtos cartográficos gerados incluem um mapa de distribuição dos depósitos tecnogênicos, com escala de 1:25.000, e dois mapas de detalhe com escala de 1:5.000.

Segundo Zuquette e Gandolfi (2004) a escala de 1:5.000 representa uma escala de detalhe, que abrange áreas de pequenas extensões, e são voltadas para questões que demandam informações específicas.

4.4.2. Caracterização

Como resultado da ação antrópica na bacia do ribeirão Anicuns, os depósitos aluviais são formados por elementos naturais e antrópicos, motivo pelo qual interpretamos, no presente trabalho, esses depósitos sob a ótica de integração entre os elementos mencionados. Os depósitos tecnogênicos mapeados nas áreas de detalhe foram classificados, caracterizados em campo e fotografados.

Os depósitos foram classificados em construídos, induzidos e modificados, conforme classificação proposta por Oliveira (1990).

Em campo foram observadas as atividades antrópicas desenvolvidas e as características gerais dos depósitos tecnogênicos, com destaque para suas dimensões (comprimento, largura e altura) e material constituinte (granulometria do sedimento e identificação de rejeitos tecnogênicos). A Figura 14 apresenta o registro de alguns dos materiais encontrados em um dos depósitos. A Figura 15 apresenta o processo de medição de um dique marginal artificial.



Figura 14. Registro de material constituinte de um dique marginal artificial.



Figura 15. Registro das medidas de um dique marginal recém construído na margem direita do ribeirão Anicuns.

Afloramentos, canais de drenagem ou barrancos junto ao canal fluvial, também foram observados e descritos, abordando dimensões, coloração e constituintes físicos (granulometria e identificação de rejeitos) (Figura 16).

Para a identificação dos rejeitos tecnogênicos presentes nos afloramentos, foram confeccionadas etiquetas enumeradas que, com a utilização de alfinetes, foram fixadas ao lado de cada novo rejeito encontrado. O afloramento, com todos os artefatos evidenciados e devidamente enumerados, era então fotografado (Figura 17). Cada artefato também foi fotografado individualmente, para registro de suas características físicas.



Figura 16. Afloramento descrito junto à margem direita do ribeirão Anicuns.



Figura 17. Registro fotográfico de parte dos rejeitos tecnogênicos identificados num afloramento na margem direita do ribeirão Anicuns.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. O Uso e a Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Anicuns

Na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns as áreas urbanizadas representam o uso do solo predominante. Para a área urbana foram destacados dois estágios principais do processo de produção do espaço, denominados de urbanização consolidada e urbanização não consolidada, tendo em vista os distintos comportamentos diante da formação dos depósitos tecnogênicos, estudados na presente dissertação.

As regiões edificadas, pavimentadas e muitas vezes com seus córregos canalizados representam as áreas onde a urbanização foi considerada um processo consolidado. Na bacia do ribeirão Anicuns a urbanização consolidada está concentrada na região centro-leste, e é caracterizada por forte crescimento vertical, com destaque para os edifícios de apartamentos.

A Figura 18 apresenta o mapa de uso e ocupação do solo da bacia.

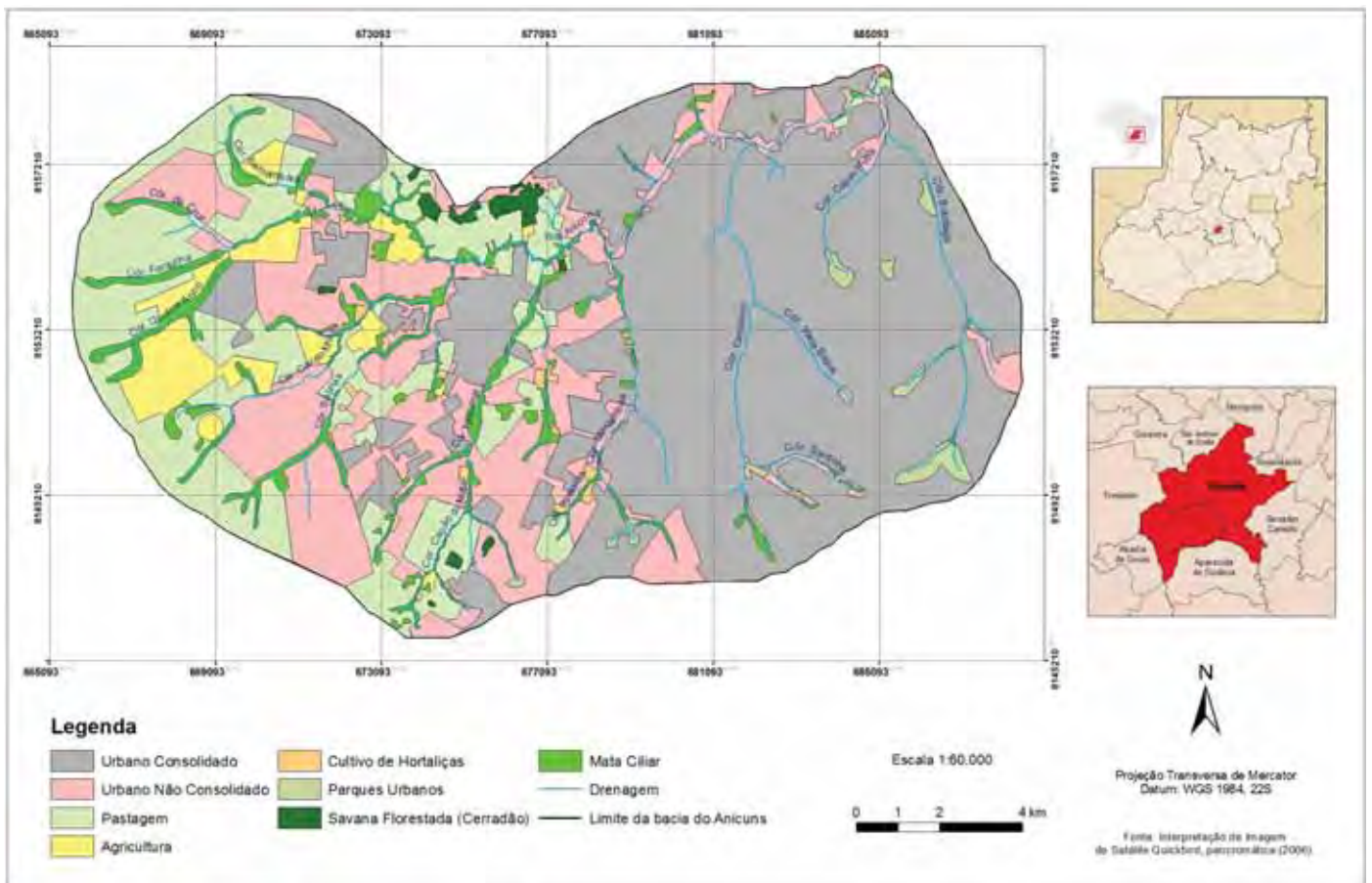


Figura 18. Mapa de Uso e Ocupação do Solo da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

Em meio à zona urbana verifica-se a presença de parques urbanos, principalmente nas nascentes dos principais cursos d'água, como o Jardim Botânico, na nascente do córrego Botafogo, o Parque Vaca-Brava, na nascente do córrego Vaca-Brava, e o Parque Lago das Rosas juntamente com o Zoológico de Goiânia, na nascente do córrego Capim-Puba.

A urbanização não consolidada é representada pelas áreas com solo exposto pelo desmatamento, aterros destinados à construção e pavimentação, loteamentos em fase inicial ou sem infraestrutura adequada. Com o avanço da urbanização para oeste da bacia, observa-se nessa região o predomínio do processo de urbano não consolidado.

As Pastagens, segundo tipo de uso predominante na área de pesquisa, representam áreas plantadas, com predomínio do gênero *Brachiaria* (espécie invasora que impede o desenvolvimento das gramíneas nativas e sufoca o desenvolvimento dos campos nativos), e que servem de suporte principalmente para a criação de gado de corte e de leite.

As áreas de pastagem estão distribuídas, sobretudo, na região Oeste da bacia. No entanto, alguns pontos de pastagem ainda são encontrados em meio à área urbana, especialmente ao longo dos cursos d'água, nas planícies de inundação, e representam pequenas criações de gado leiteiro. O gado criado na área urbana convive diretamente com a contaminação do solo e das águas dos córregos (Figura 19).

A Agricultura, desenvolvida em menores proporções na bacia, é representada essencialmente pela produção de milho, eucalipto e hortaliças. O cultivo de hortaliças não se restringe apenas à região rural, como as demais culturas, mas avança em meio à região urbana, especialmente ao longo das planícies de inundação de diversos cursos d'água.

As matas nativas ainda são encontradas na bacia. Na área urbana essas matas são representadas principalmente pelas Matas Ciliares, que se apresentam fortemente alteradas pela ação antrópica, dominadas por espécies exóticas ou com extensão inferior ao exigido na legislação municipal vigente.



Figura 19. Criação de gado leiteiro em área urbana. Contato direto com água contaminada do ribeirão Anicuns.

Na região rural da bacia as matas nativas são representadas essencialmente pelas Matas Ciliares, Buritizais e Savanas Florestadas (Cerradão). As Matas Ciliares e as Savanas Florestadas, apesar de se apresentarem reduzidas a fragmentos, ainda mantêm suas características naturais. Os Buritizais também sofrem com a pressão antrópica, principalmente com as áreas de pastagem, e se restringem apenas a algumas nascentes, como as do córrego Forquilha e Quebra-Anzol (Figura 20).

Apesar do alto índice de antropização, a região do Alto Anicuns (Oeste da bacia) ainda representa a região com maior extensão de matas nativas do município de Goiânia.



Figura 20. Buritizal na porção oeste da bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - GO.

5.2. Unidades Geoambientais

Para a bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns foram definidas onze Unidades Geoambientais: Unidade 1 – Planalto Dissecado de Goiânia; Unidade 2 – Planalto Embutido de Goiânia; Unidade 3 – Rampas Coluvionares Aterradas; Unidade 4 – Superfícies Planas Aterradas; Unidade 5 – Superfícies Planas Rurais; Unidade 6 – Fundos de Vale Rurais; Unidade 7 – Fundos de Vale Aterrados; Unidade 8 – Fundos de Vale Urbanos e Unidade 9 – Depósitos Tecnogênicos.

A Figura 21 apresenta o mapa com as Unidades Geoambientais definidas para a bacia do ribeirão Anicuns.

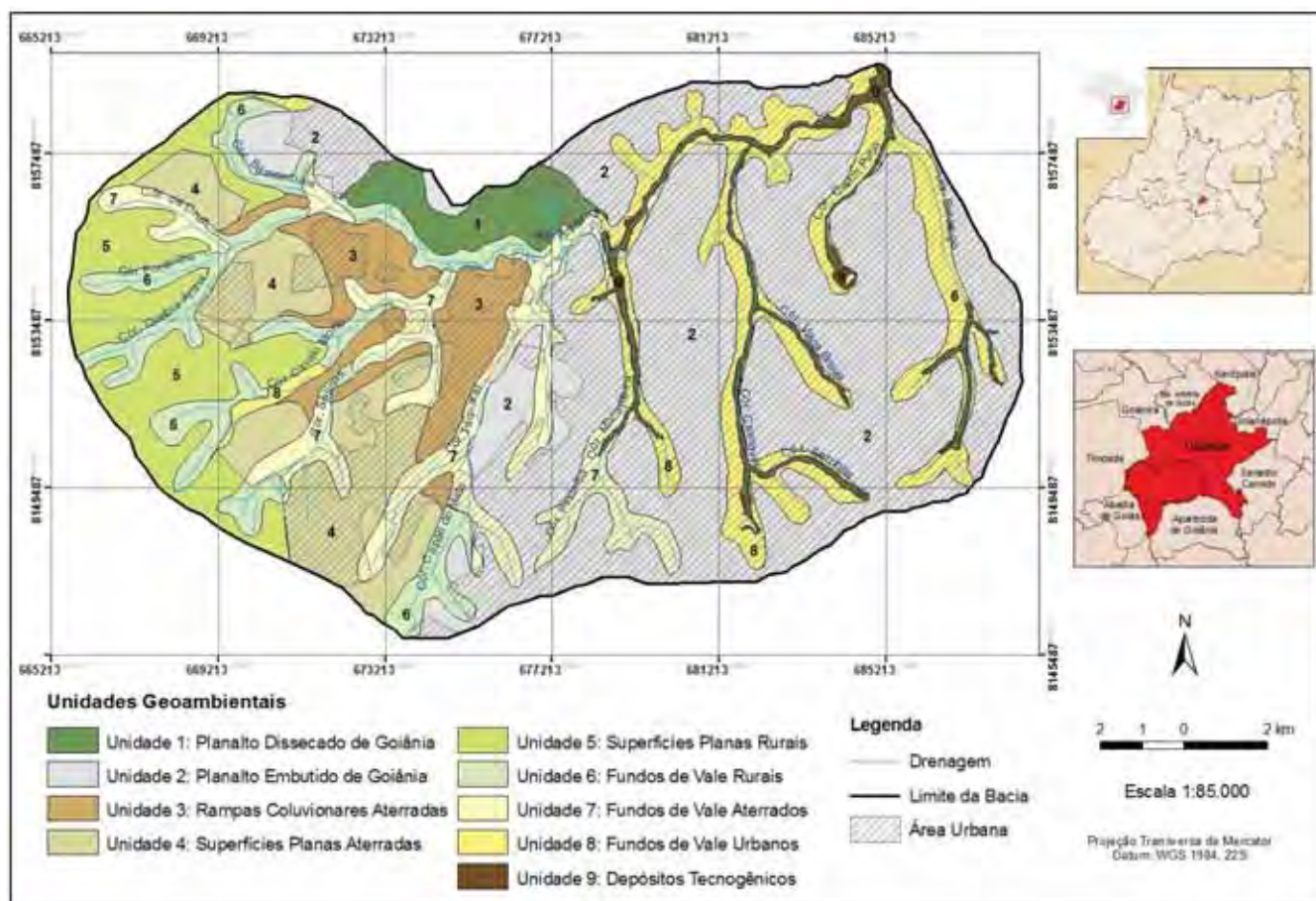


Figura 21. Mapa das Unidades Geoambientais da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

5.2.1. Unidade 1: Planalto Dissecado de Goiânia

A Unidade 1, localizada na porção centro-norte da bacia, tem geomorfologia representada pelo Planalto Dissecado de Goiânia, individualizado pelo Morro do Mendanha e seu prolongamento ocidental. Com altitudes variando entre 920 e 950 m e altas declividades (de 20% a mais de 40%), esta unidade é caracterizada por vertentes aguçadas (Figura 22).



Figura 22. Localização do Morro do Mendanha.

Sua litologia é representada por gnaisses, quartzitos e granulitos dobrados e falhados, e a pedologia é marcada pela presença de solos Podzólicos Vermelho-Amarelo e Cambissolos.

As atividades rurais representam o uso do solo predominante, destacando-se as áreas de pastagem. Nesta unidade também se encontra um importante remanescente de Cerradão (Savana Florestada) (Figura 23).



Figura 23. Remanescente de Cerradão no Morro do Mendanha.

O Planalto Dissecado de Goiânia representa domínio de escoamento pluvial, nas áreas desprovidas de vegetação arbórea, o domínio de fluxo concentrado origina ravinas e boçorocas. O domínio litológico e a alta declividade da unidade possibilitam, em determinadas circunstâncias (concentração das águas pluviais), o desencadeamento de movimentos de terra.

5.2.2. Unidade 2: Planalto Embutido de Goiânia

A Unidade 2 encontra-se distribuída nas porções leste e noroeste da bacia, e está inserida no contexto geomorfológico do Planalto Embutido de Goiânia. Com altitudes entre 700 e 750 m, e declividade variando entre 0% e 10%, esta unidade é caracterizada pelas vertentes convexas e tabulares (encontradas na porção central da unidade) (Figura 24).



Figura 24. Foto panorâmica da porção Leste da bacia do ribeirão Anicuns, com a localização da Unidade 2.

Apresenta estrutura basicamente granulítica, e sua pedologia é caracterizada pelos Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro.

O uso do solo predominante nesta unidade é a urbanização. As atividades de corte e aterro possibilitaram a ocupação urbana, além de alterarem o relevo original da área. A unidade apresenta intensa impermeabilização do solo pela construção de residências e pavimentação de vias, com conseqüente aumento da temperatura e do escoamento superficial, gerando enchentes e acelerando os processos erosivos.

O intenso desmatamento para a ocupação do território e a introdução de espécies exóticas alterou profundamente a vegetação original, que permanece apenas em alguns parques urbanos e unidades de conservação. Os parques, praças e unidades de conservação funcionam ainda como refúgio para a fauna exótica e nativa. São encontrados fragmentos mínimos de Cerradão e Campo Cerrado nos domínios da unidade, em sua porção noroeste.

5.2.3. Unidade 3: Rampas Coluvionares Aterradas

A Unidade 3 tem geomorfologia representada pelos Chapadões de Goiânia, com suas rampas coluvionares ligando os topos dos relevos aos fundos de vale. Apresenta altitudes variando entre 800 e 850 m e declividade entre 5% e 10%. Caracterizada por vertentes retilíneas ou relativamente concavizadas, a unidade apresenta estrutura basicamente granulítica, com presença de Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 25).

Localizada na porção oeste da bacia, a unidade apresenta predominância de áreas desmatadas e/ou aterradas, destinadas a futuros loteamentos (Urbano Não Consolidado). Também encontramos pequenas áreas de pastagem e cultivo de Eucalipto.

Esta unidade apresenta solos permeáveis e susceptíveis à erosão laminar e à ravinamentos, normalmente associados ao “piping” (processo de erosão remontante pelo fluxo freático).



Figura 25. Foto panorâmica da porção centro-oeste da bacia, com a localização da Unidade 3.

5.2.4. Unidade 4: Superfícies Planas Aterradas

Localizada na região leste da bacia, a Unidade 4 tem geomorfologia representada pelos Chapadões de Goiânia. Com altitudes entre 850 e 900 m e baixas declividades (0% a 5%), esta unidade também é caracterizada pelo relevo plano.

O substrato geológico é representado por quartzitos intercalados a xistos e níveis de concrecionamento. A pedologia é marcada pela presença dos Latossolos Vermelho-Amarelo.

Nesta unidade são desenvolvidas atividades relacionadas ao processo de urbanização não consolidado (Figura 26). Toda a região apresenta áreas desmatadas e aterradas para ocupação urbana. Também são encontrados diversos loteamentos sem infra-estrutura adequada, como vias pavimentadas, água e esgoto, e que ainda apresentam inúmeros lotes vagos. A vegetação nativa foi retirada, restando apenas espécies exóticas introduzidas pelo homem.



Figura 26. Unidade 4, Morro do Mendanha como referência. Muitos locais onde hoje se encontram loteamentos praticamente consolidados representavam áreas de aterro na imagem de satélite utilizada para mapeamento das unidades.

5.2.5. Unidade 5: Superfícies Planas Rurais

A Unidade 5 localiza-se na região oeste da bacia, e está inserida no contexto geomorfológico dos Chapadões de Goiânia. Caracterizada pelas superfícies planas, a unidade apresenta altitudes entre 850 e 900m e declividade entre 0% e 5%. A Figura 27 apresenta a visão geral da Unidade 5, com a localização das Unidades 2 e 4, e do Morro do Mendanha, como referência.

A unidade representa uma importante faixa de recarga do aquífero do sistema Araxá, de domínio fraturado. O substrato geológico é representado por quartzitos

intercalados a xistos e níveis de concrecionamento. Os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos apresentam-se de forma predominante.

Na unidade são desenvolvidas, predominantemente, as atividades agropecuárias, com destaque para o cultivo de Eucalipto e milho, além das grandes áreas de pastagem que servem de suporte para a criação de gado leiteiro e de corte. A Figura 28 apresenta outra porção da Unidade 5, com o uso do solo dominado pelas áreas de pastagem.

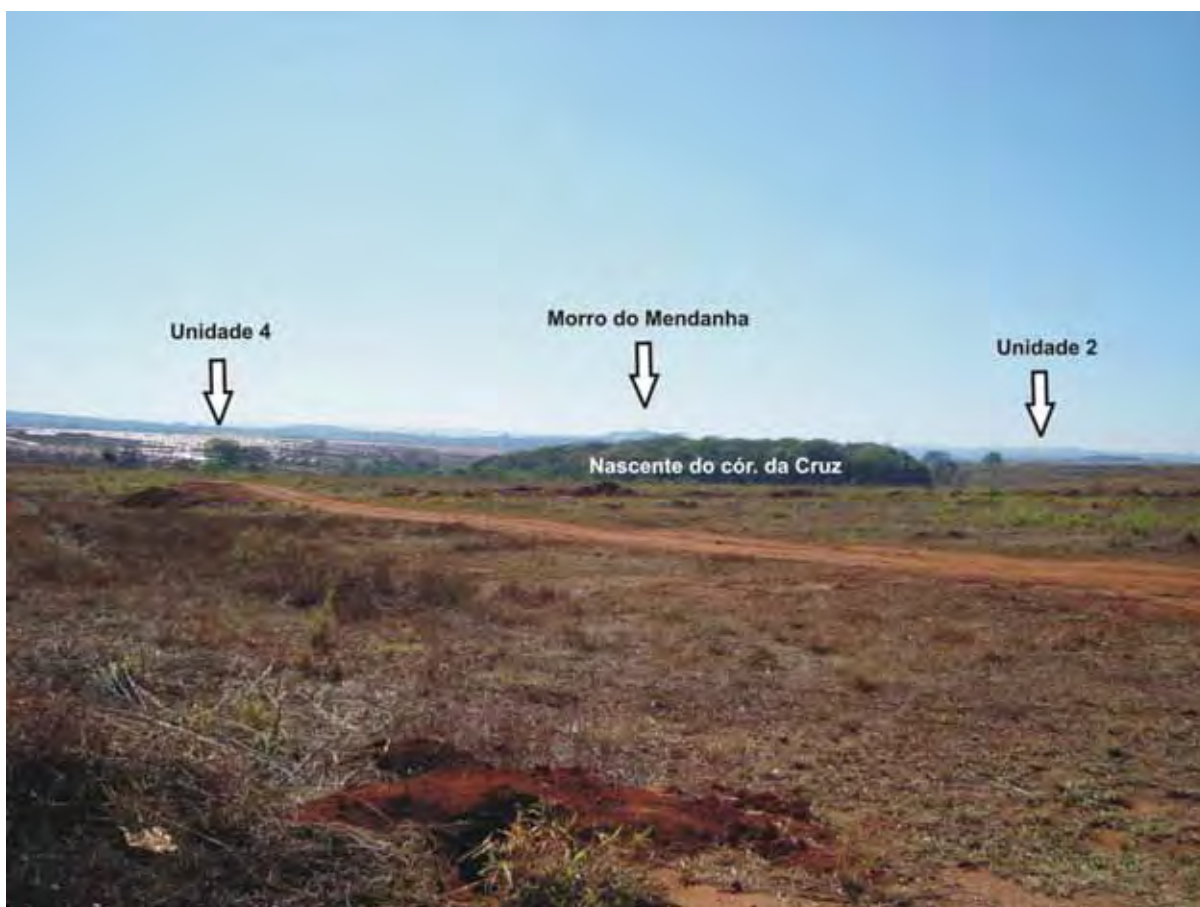


Figura 27. Unidade 5, com localização do Morro do Mendanha, das Unidades 2 e 4, e da nascente do córrego da Cruz como referências.



Figura 28. Vista geral da Unidade 5. Áreas de pastagem.

5.2.6. Unidade 6: Fundos de Vale Rurais

A Unidade 6 representa os Fundos de Vale marcados pelas atividades agropecuárias e matas nativas. Estão localizados ao longo do sistema de drenagem da porção oeste da bacia, onde se acentuam as declividades, correspondendo a faixas de 200 a 600m de largura.

Possuem altitudes entre 700 e 900m, com declividade que varia em função do grau de incisão da drenagem (5% a 10%). Representam faixas de transição que se iniciam normalmente com a ruptura de vertente até o leito do curso d'água.

A Figura 29 apresenta um trecho da Unidade 6, no córrego Quebra-Anzol, com a presença de uma faixa de mata ciliar, além de atividades agrícolas e pecuárias pressionando as regiões de mata preservada.



Figura 29. Unidade 6, faixa de mata ciliar pressionada pelas atividades agropecuárias.

Como feições presentes na região noroeste desta unidade, estão as planícies de inundação, que apresentam altitude média de 700 m e são caracterizadas por terrenos baixos e planos.

Nas áreas de maiores altitudes da Unidade 6, observa-se a presença de granulitos orto e paraderivados, e nas menores altitudes a presença de xistos feldspáticos. A pedologia é marcada pelos Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo, além de Podzólico Vermelho-Amarelo. Nas planícies de inundação encontramos sedimentos arenosos, intercalados a seqüências silto-argilosas, com presença de Latossolos Vermelho-Amarelo e Podzólicos Vermelho-Amarelo, além de Solos Aluvionares Orgânicos (turfa) e Minerais.

Nos locais em que ainda ocorrem, as matas ciliares perderam sua extensão e algumas de suas características naturais devido à introdução de espécies exóticas. As matas ciliares se apresentam mais bem preservadas na região das nascentes, onde também são encontrados os buritizais (Figura 30).



Figura 30. Mata ciliar preservada na nascente do córrego Quebra-Anzol, região sudoeste da bacia do ribeirão Anicuns.

Observa-se na unidade a presença de “dales”, depressões circulares produzidas por dissolução ou efeito “piping”, caracterizando as cabeceiras dos cursos d’água, popularmente chamadas de Veredas. Além de representarem refúgios de extrema importância ambiental, as áreas de “dale” apresentam restrições físicas ao processo de edificação. Apesar das restrições, essas áreas apresentam-se sob forte degradação ambiental e ocupação indevida.

Nesta unidade também são desenvolvidas atividades agrícolas (culturas anuais e permanentes), a criação de peixes, o cultivo de hortaliças e a criação de gado leiteiro e de corte.

As práticas agropecuárias desenvolvidas na Unidade 6 refletem na aceleração dos processos erosivos dos canais fluviais e conseqüente solapamento das margens (Figura 31). Além da exposição da água e do solo aos agrotóxicos utilizados.



Figura 31. Solapamento da margem direita do córrego Quebra-Anzol, inserido na Unidade 6.

5.2.7. Unidade 7: Fundos de Vale Aterrados

Concentrada principalmente na região central da bacia, e no córrego da Cruz, na porção oeste, a Unidade 7 representa os Fundos de Vale dominados pelas atividades da classe de uso denominado de “urbano não consolidado” (Figura 32).

Possui altitudes entre 700 e 900m, com declividade variando entre 5% e 10%, conforme o grau de incisão da drenagem. Nas áreas de maiores altitudes ocorrem granulitos orto e paraderivados, e nas menores altitudes xistos feldspáticos. A pedologia é marcada pela presença de Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Gleissolo.

As atividades desenvolvidas na unidade incluem exposição do solo pelo desmatamento, atividades de corte e aterro para ocupação urbana e extração a areia dos cursos d’água. Os loteamentos construídos nessa região não respeitam as leis vigentes, e chegam muito próximos das drenagens.



Figura 32. Unidade 7, mata ciliar do córrego da Cruz, loteamento Jardins do Cerrado e descarte de entulho para ampliação do loteamento.

Em menor escala são desenvolvidos o cultivo de hortaliças e a criação de gado leiteiro. As matas ciliares foram reduzidas a fragmentos e se encontram alteradas pela introdução de espécies exóticas.

Nessa unidade encontramos depósitos tecnogênicos associados às planícies aluviais, principalmente depósitos de assoreamento e de descarte de material de construção, além das áreas aterradas, também consideradas feições tecnogênicas.

5.2.8. Unidade 8: Fundos de Vale Urbanos

Distribuída pela porção leste da área de pesquisa, a Unidade 8 é caracterizada pelos Fundos de Vale marcados pela urbanização em seu estágio consolidado. Representam faixas de transição que se iniciam normalmente com a ruptura de vertente até o leito do curso d'água. Possuem altitudes entre 700 e 900m e declividade podendo chegar a 40%, em função do grau de incisão da drenagem.

Nas áreas de maiores altitudes observa-se a presença de granulitos orto e paraderivados, e nas menores altitudes a presença de xistos feldspáticos. Na unidade são encontrados Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho- Amarelo.

A unidade se apresenta quase que totalmente impermeabilizada pela pavimentação de vias, com destaque para as marginais, e pela construção de casas, comércios e indústrias. Além disso, foram realizadas diversas intervenções nos cursos d'água, como obras de retificação e canalização (Figura 33).



Figura 33. Marginal Botafogo, trecho canalizado do córrego Botafogo.

A vegetação original foi preservada apenas nos domínios dos parques urbanos, que protegem as nascentes dos canais. Ainda assim se apresentam alteradas, principalmente pela introdução de espécies exóticas.

O aumento do escoamento superficial provocado pela impermeabilização do solo resulta na aceleração dos processos erosivos, no solapamento das margens e no assoreamento dos canais fluviais.

A impermeabilização do solo provoca ainda o aumento do volume e da frequência das enchentes, tendo em vista que os Fundos de Vale são terrenos sujeitos a inundações periódicas resultantes da dinâmica natural dos canais.

5.2.9. Unidade 9: Depósitos Tecnogênicos

Distribuídos pela porção leste da bacia, acomodados nos limites da Unidade 8, e em alguns trechos da Unidade 7, são encontrados depósitos tecnogênicos associados às planícies aluviais das drenagens urbanizadas. Estes depósitos estão localizados em altitudes que variam entre 700 e 800 m.

A unidade apresenta sedimentos arenosos, intercalados a seqüências silto-argilosas, e sua pedologia é caracterizada pela presença de Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Eutrófico e Solos Aluvionares Orgânicos (turfa) e Minerais.

Os depósitos tecnogênicos representam o foco principal da presente dissertação, portanto suas características serão tratadas mais detalhadamente no item seguinte.

5.3. Depósitos Tecnogênicos

Na bacia do ribeirão Anicuns foram identificados depósitos tecnogênicos construídos e induzidos associados aos canais fluviais, revelando comportamento hidrodinâmico atípico influenciado pela ação antrópica. Como resultado, os depósitos aluviais naturais estão associados a depósitos tecnogênicos.

Na área de pesquisa foram identificados cinco tipos de depósitos tecnogênicos: Depósitos de Planície de Inundação; Aterro e Urbanização sobre antiga planície de inundação; Depósitos de Assoreamento; Diques Marginais Artificiais e Depósitos de Entulho.

A Figura 34 apresenta o mapa de distribuição das feições tecnogênicas na área de pesquisa, com escala de 1:25.000. Os depósitos identificados estão distribuídos por toda a região urbana da bacia, concentrados nos fundos de vale, e associados aos depósitos aluviais.

O conhecimento da forma, tamanho e de algumas das principais características das feições tecnogênicas no mundo real foi extremamente importante para seu reconhecimento na imagem de satélite.

A identificação dos depósitos tecnogênicos na imagem foi comprometida nas regiões com o domínio absoluto da urbanização, como a planície aluvial do córrego Botafogo, que apresenta grandes extensões canalizadas e dominadas pelas construções e pavimentações. A presença de vegetação arbórea densa também prejudicou a visibilidade dos depósitos tecnogênicos em determinados pontos.

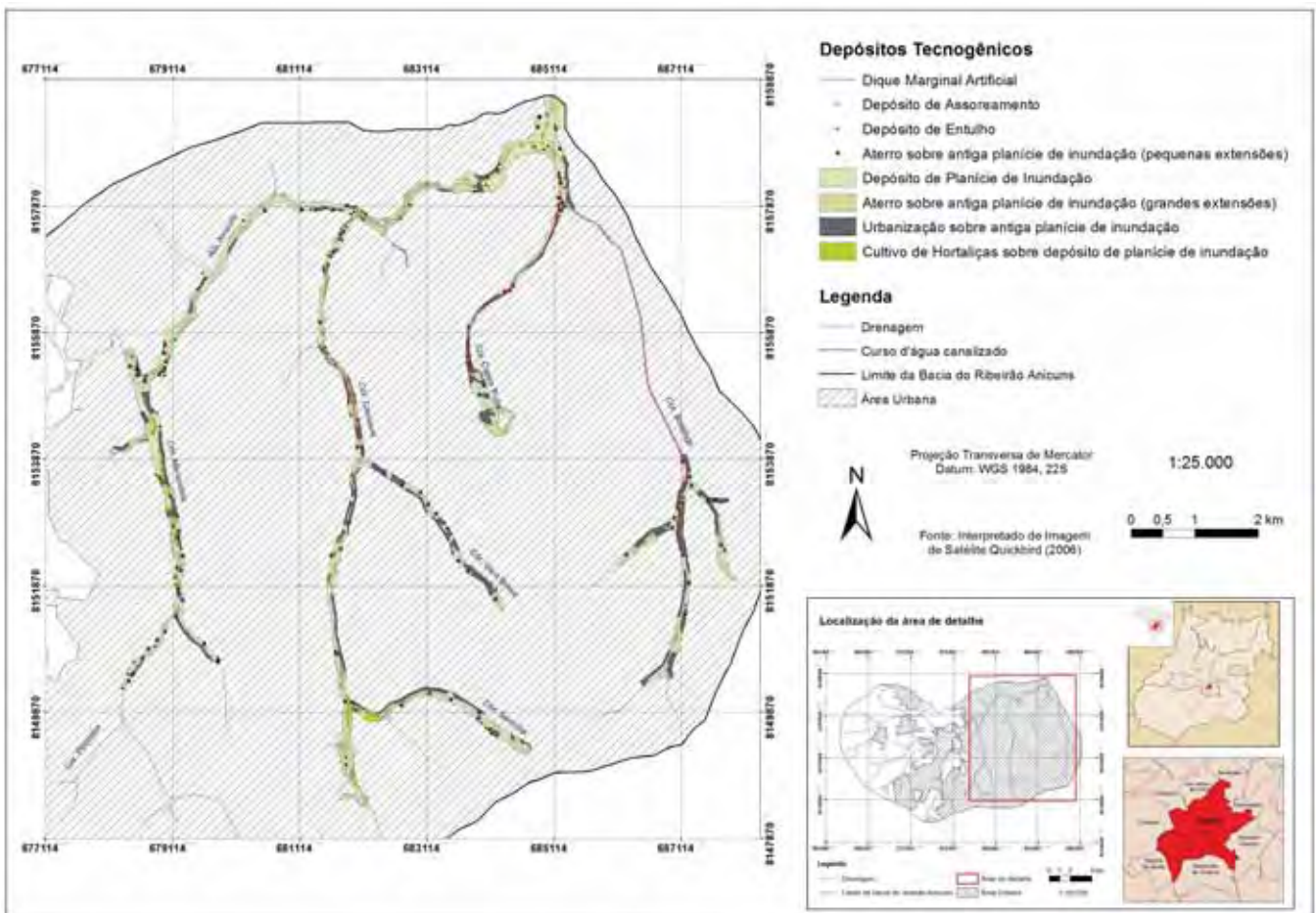


Figura 34. Mapa de distribuição dos depósitos tecnogênicos na bacia do ribeirão Anicuns, Goiânia - GO.

Os depósitos tecnogênicos também foram mapeados em duas áreas de detalhe, denominadas de Áreas 1 e 2 (Figuras 35 e 36). Inseridas na Unidade 9, essas áreas foram escolhidas por representarem trechos sem o domínio da urbanização ou de vegetação arbórea densa, o que compromete a identificação dos depósitos na imagem de satélite; e por representarem áreas de confluência, caracterizando regiões com maior deposição de sedimentos.

A Área 1, apresentada na Figura 35, compreende um trecho do ribeirão Anicuns, que abrange sua confluência com o córrego Botafogo e com o rio Meia Ponte, a extremo nordeste da bacia.

Nesse ponto, o ribeirão Anicuns já recebeu as águas do sistema de drenagem urbano e rural, compreendendo uma área de intensa deposição de sedimentos. A região é marcada pela presença de depósitos de assoreamento, relacionados ao uso urbano do solo (consolidado e não consolidado).

Os depósitos de entulho são constituídos essencialmente por material de construção (concreto, tijolos, telhas, gesso etc). E representam regiões que geralmente são aterradas para a ocupação urbana.

Esta área representa um remanescente de planícies de inundação na região urbana do município. Os depósitos de planície de inundação são abundantes e caracterizados pela intensa deposição de sedimentos, provenientes da zona urbana consolidada e dos loteamentos em fase inicial; e de lixo, oriundos do lixo lançado nos canais, nas próprias planícies, ou escoado com as águas pluviais.

As antigas planícies de inundação urbanizadas, também possuem extensões consideráveis, e representam áreas impermeabilizadas e com alto índice de escoamento superficial.

Esse trecho também é caracterizado pelas inundações freqüentes, que justificam a presença dos diques marginais artificiais, distribuídos ao longo de grande parte das drenagens, inviabilizando a dispersão de energia do sistema. Esses canais foram construídos após a ocupação da região pela população, que sofre com as enchentes. São constituídos de material retirado do próprio canal fluvial.

As matas ciliares foram evidenciadas, pois representam vegetação original que conservou parte dos aspectos naturais das planícies de inundação nesses pontos.

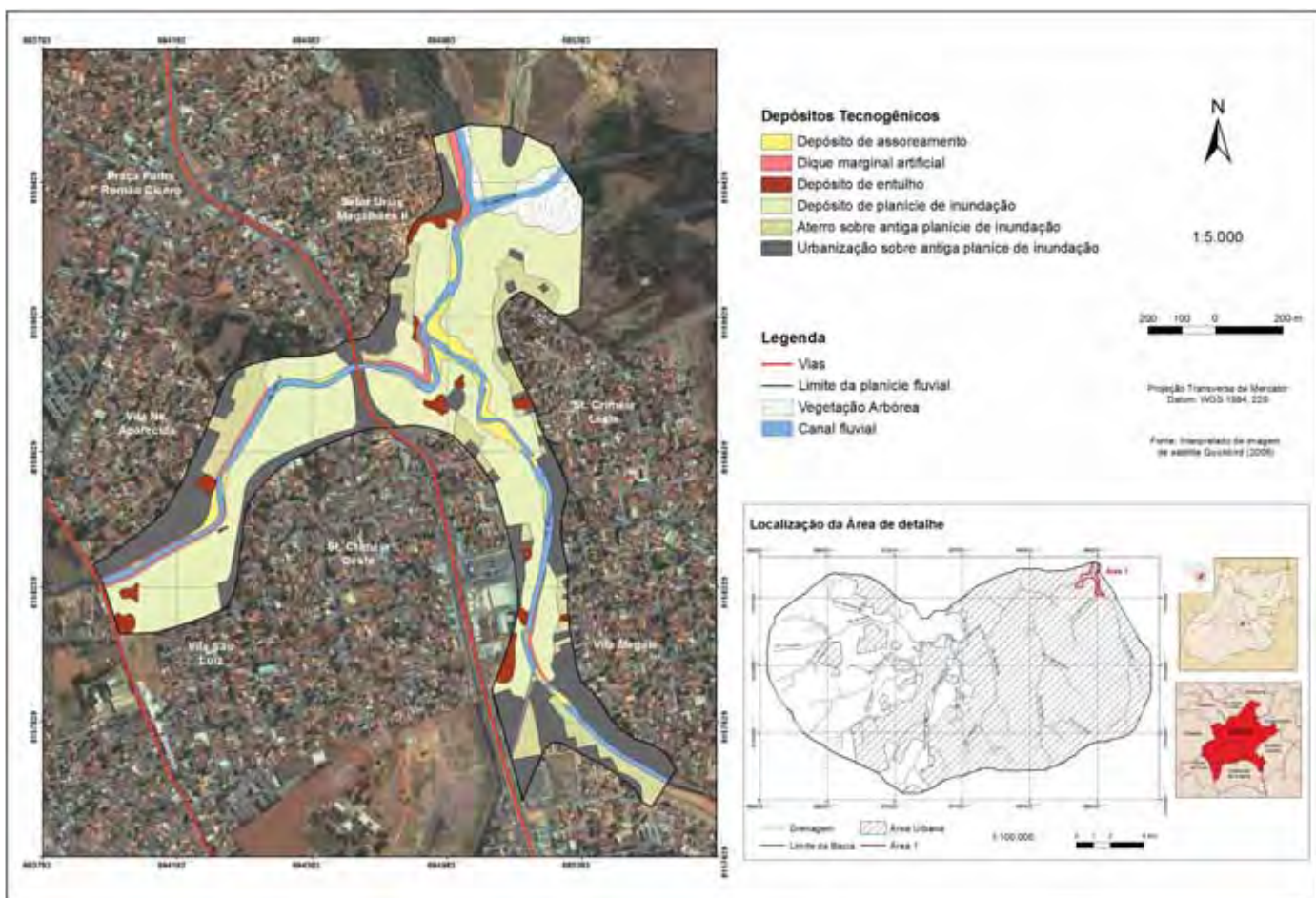


Figura 35. Mapeamento dos depósitos tecnogênicos em detalhe (Área 1).

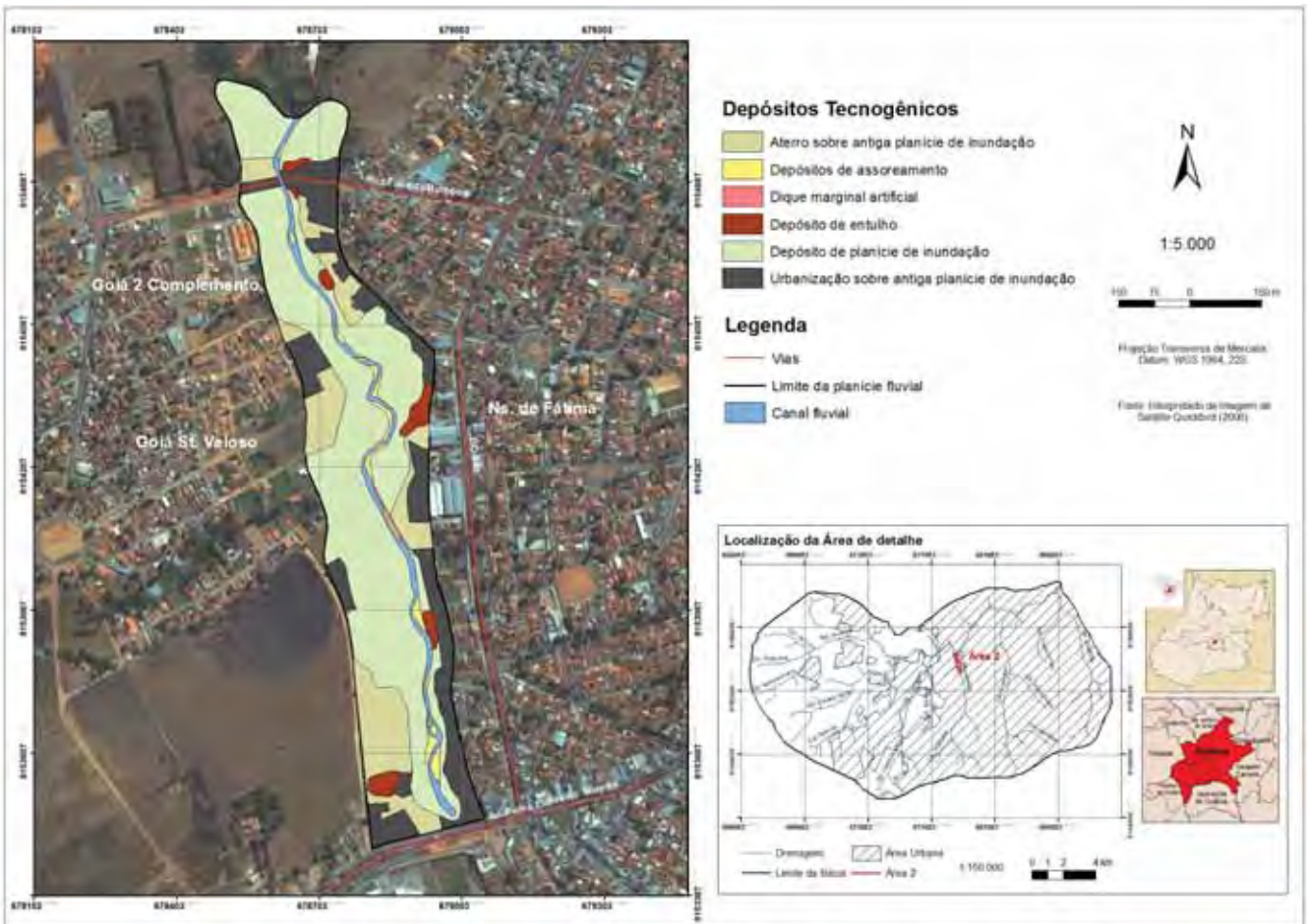


Figura 36. Mapeamento dos depósitos tecnogênicos em detalhe (Área 2).

A Área 2, apresentada na Figura 36, compreende um trecho do córrego Macambira, próximo a sua confluência com o ribeirão Anicuns. Essa porção da “Unidade 9: Depósitos Tecnogênicos” está inserida nos domínios da “Unidade 7: Fundos de Vale Aterrados”.

A margem direita do córrego Macambira, nesse trecho, é marcada pela urbanização consolidada. As áreas urbanas avançam pela planície fluvial, se aproximando muito da drenagem, a elas estão associadas áreas de aterros e depósitos de entulho.

A margem esquerda do córrego, marcada pela presença de loteamentos em fase inicial e de áreas desmatadas, apresenta grandes áreas de depósitos de planície de inundação, assim como aterros de grandes extensões, próximos à drenagem.

Na Área 2 foram identificados diversos depósitos de assoreamento, relacionados às atividades de desmatamento e corte e aterro, e também ao escoamento das grandes áreas impermeabilizadas pela urbanização.

Com os loteamentos ainda em fase inicial, a população ainda não se instalou por toda a planície de inundação, o que justifica a presença de apenas um dique marginal artificial, que geralmente são construídos após reclamações da população ribeirinha acometida pelas enchentes.

Os depósitos de entulho são constituídos essencialmente por material de construção, e apresentam grandes extensões, provavelmente devido ao volume e à intensidade de obras executadas nas proximidades.

5.3.1. Depósitos de Planície de Inundação

A planície de inundação é a região adjacente ao canal fluvial que pode ser alagada pelo transbordamento durante as cheias. Nesta área, grande quantidade de sedimento fino proveniente do canal é depositada naturalmente. Esses depósitos podem ser atuais, resultado do transbordamento anual, ou sub-atuais, depósitos de transbordamento com período de recorrência de quatro anos.

Na área de pesquisa as planícies de inundação são formadas pela deposição de sedimentos finos (silte e argila) e rejeitos tecnogênicos (plástico, vidro, tecido, material de construção etc), caracterizando um depósito tecnogênico induzido, ou seja, uma associação entre processos naturais e antrópicos. A associação entre

sedimento e rejeitos tecnogênicos é resultado do lixo lançado tanto no canal fluvial quanto na própria planície de inundação.

Figura 37 apresenta a planície de inundação do ribeirão Anicuns, nas proximidades de sua confluência com o córrego Botafogo. O perfil transversal esquemático, indicando a estruturação e ocupação da planície de inundação na bacia do ribeirão Anicuns, é apresentado na Figura 38.



Figura 37. Planície de Inundação do ribeirão Anicuns, Goiânia-Goiás.

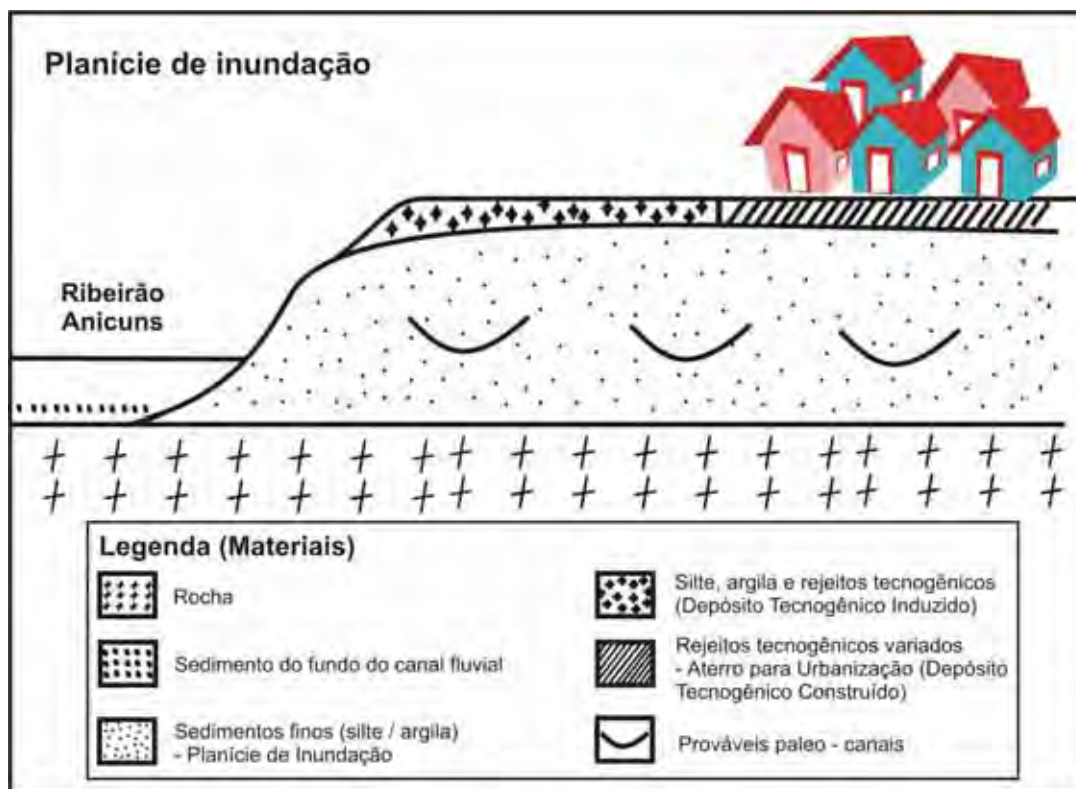


Figura 38. Perfil transversal esquemático indicando a estruturação e ocupação da planície de inundação. Sem escala.

Os perfis estratigráficos descritos em campo, em áreas de terraço, revelaram que a planície de inundação trata de um pacote com espessura média de 2 m, sendo que da superfície até 1,10 m corresponde a um depósito tecnogênico induzido (presença de lixo associado ao sedimento) sobreposto a um pacote eminentemente fluvial. O perfil estratigráfico apresenta as seguintes características:

- topo: pacote correspondente ao tecnogênico induzido (espessura de 1,10 m) com presença de vidro, plástico, metal e borracha;
- fácies de depósito residual de canal;
- fácies de planície de inundação;
- fácies de barra de pontal;
- base: fácies de depósito residual de canal sobre a rocha do embasamento

Um dos perfis estratigráficos descritos em campo, na margem direita do ribeirão Anicuns, é apresentado na Figura 39.

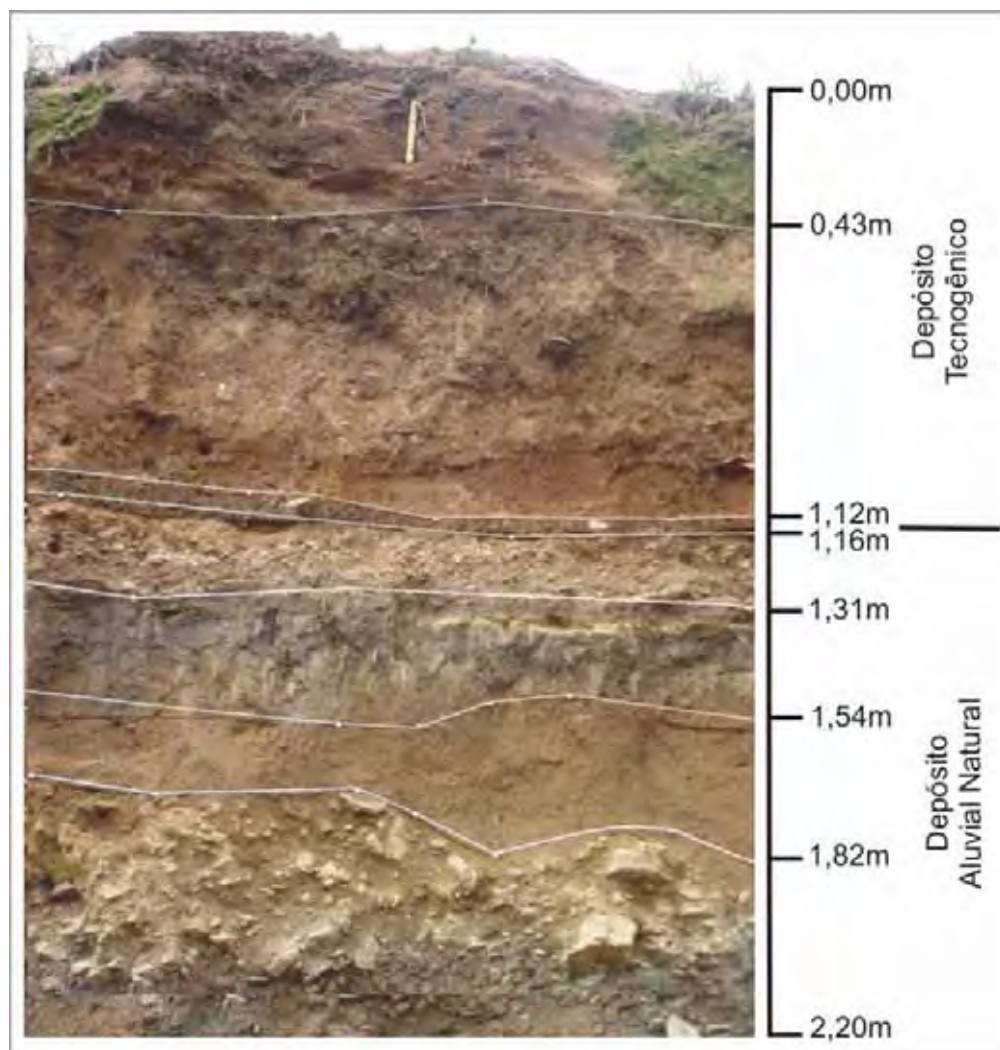


Figura 39. Perfil Estratigráfico descrito junto ao ribeirão Anicuns.

A identificação dos rejeitos tecnogênicos associados ao sedimento das planícies de inundação foi realizada em campo, como é apresentado na Figura 40. (Classificação dos materiais).

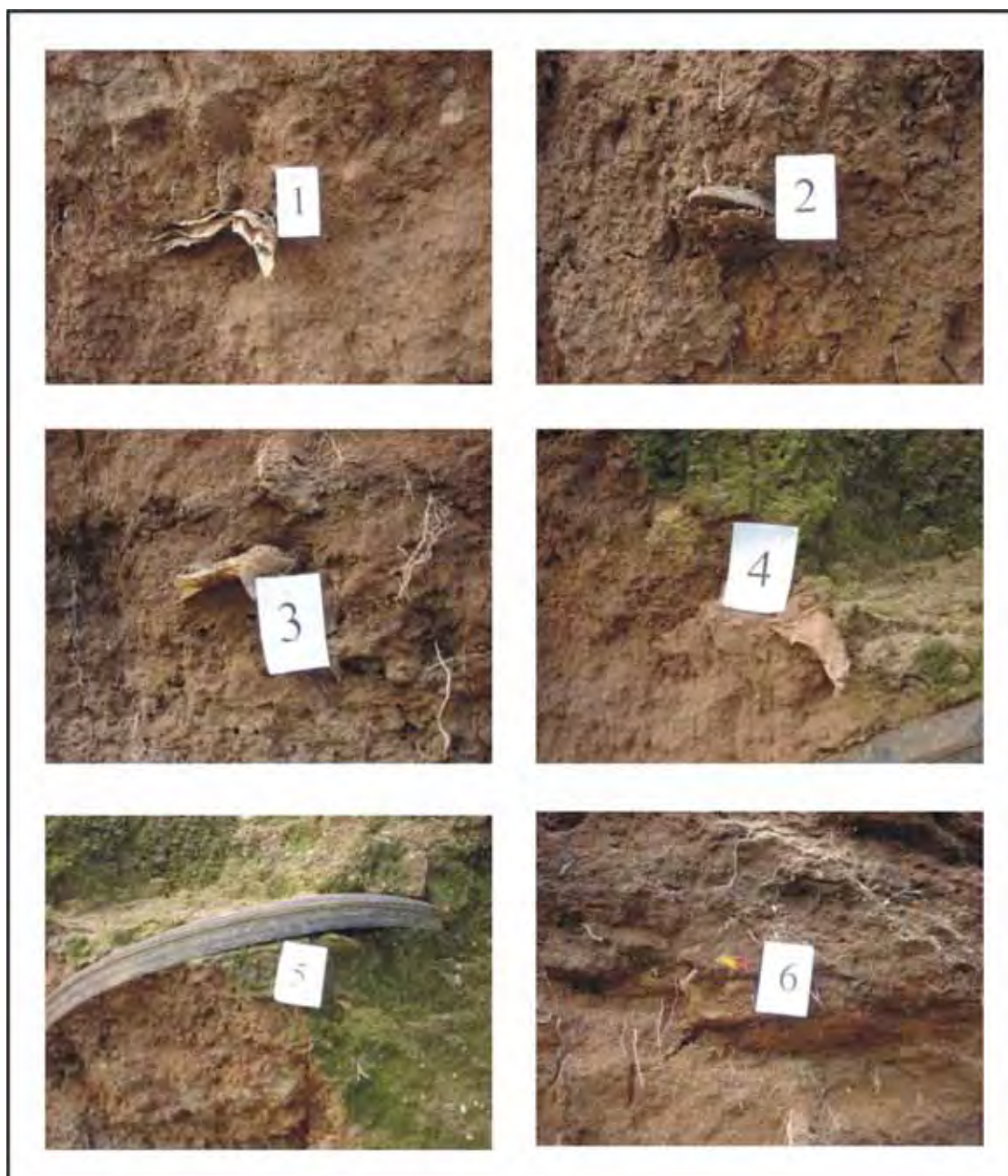


Figura 40. Rejeitos tecnogênicos identificados no afloramento descrito junto ao canal do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

A presença de rejeitos associados aos sedimentos favorece o transbordamento do canal e a erosão marginal, uma vez que os rejeitos aumentam o volume dos depósitos, diminuindo a área de fluxo das águas. Atualmente poucas áreas recebem as águas de transbordamento em decorrência da construção dos diques marginais.

As planícies de inundação foram desmatadas, restando apenas alguns remanescentes de vegetação arbórea nativa. Nas áreas onde a vegetação natural

foi retirada observa-se o crescimento de vegetação rasteira, com predominância da espécie Braquiária.

Na imagem de satélite o desmatamento atribui às planícies de inundação tons avermelhados e textura rugosa, que estão relacionados à contribuição do solo de fundo (Latossolo), enquanto que a vegetação rasteira, associada ao solo úmido, atribui às planícies uma coloração verde escura, ou verde acinzentada, e textura aveludada (Figura 41).



Figura 41. Diferentes tons das planícies de inundação na imagem de satélite.

5.3.2. Aterros e Urbanização sobre Antiga Planície de Inundação

O processo de urbanização resultou na substituição de grande parte das planícies de inundação pelo progressivo aterramento, visando à expansão urbana principalmente durante as décadas de 1970 e 1980.

As áreas aterradas caracterizam depósito tecnogênico construído, e alteram o nível do terreno, elevando-o acima do nível natural das inundações. O aterramento das planícies, recobrimdo a vegetação original e a cobertura superficial de formação natural, resultou da deposição de detritos e entulhos gerados pela própria urbanização, principalmente por rejeitos da construção civil.

Após o desmatamento, as atividades de corte e aterro representam a fase inicial para ocupação urbana. Quando em execução, representam aumento da carga de sedimento, provocando o assoreamento dos canais fluviais. Quando aterrada, a superfície é impermeabilizada pela construção de residências, indústrias e comércios e pela pavimentação de vias. A Figura 42 apresenta as fases de um loteamento em Goiânia.



Figura 42. Fases de um loteamento na margem esquerda do córrego Macambira. Goiânia - GO. Fonte: Google Earth.

A impermeabilização do solo em Goiânia tem provocado o aumento do escoamento superficial, resultando no aumento do volume e da frequência das inundações, que afetam principalmente a população ribeirinha.

O avanço das áreas impermeáveis tem ocasionado ainda o aumento do transporte de poluentes pelo escoamento superficial e a alteração da morfologia dos canais fluviais, provocada pela necessidade destes de se ajustarem a um maior volume escoado.

Atualmente, a região Oeste da bacia representa o principal foco para ocupação urbana, e é onde encontramos a maior quantidade de loteamentos em fase de desenvolvimento. Segundo Casseti (1992), essa região, que apresenta superfície aplainada, representa uma área de baixo risco para ocupação urbana, considerando algumas restrições como as áreas de “dale” (Veredas). Com o incentivo do governo, essa região tem sido intensamente ocupada, e os loteamentos estão cada vez mais próximos das nascentes, que já se encontram parcialmente degradadas. A Figura 43 apresenta o avanço do loteamento Jardins do Cerrado, obra da Prefeitura de Goiânia, sobre a nascente do córrego da Cruz, ainda com a Mata Ciliar preservada.



Figura 43. Loteamento Jardins do Cerrado avançando sobre a nascente do córrego da Cruz, ainda com a Mata Ciliar preservada.

5.3.3. Diques Marginais Artificiais

Resultantes de obras de terraplanagem, os diques marginais apresentam uma altura média de 1,5 m por largura média de 3 m. Esses depósitos são constituídos por sedimentos de granulometria variada, principalmente por areia fina a grossa e por rejeitos tecnogênicos retirados tanto do fundo do canal quanto de áreas de empréstimos da planície de inundação, além da significativa contribuição de bota-fora da construção civil (produtos escavados e não aproveitados em serviços de terraplanagem e que, portanto, são colocados fora do local das obras).

Os Diques Marginais Artificiais correspondem a um depósito tecnogênico construído. Esses depósitos foram construídos em diferentes ocasiões, como forma de minimizar os efeitos das enchentes que acometem a população instalada nas áreas de antiga planície de inundação. A Figura 44 apresenta o perfil transversal esquemático indicando a estrutura dos diques marginais artificiais, em relação aos outros depósitos.

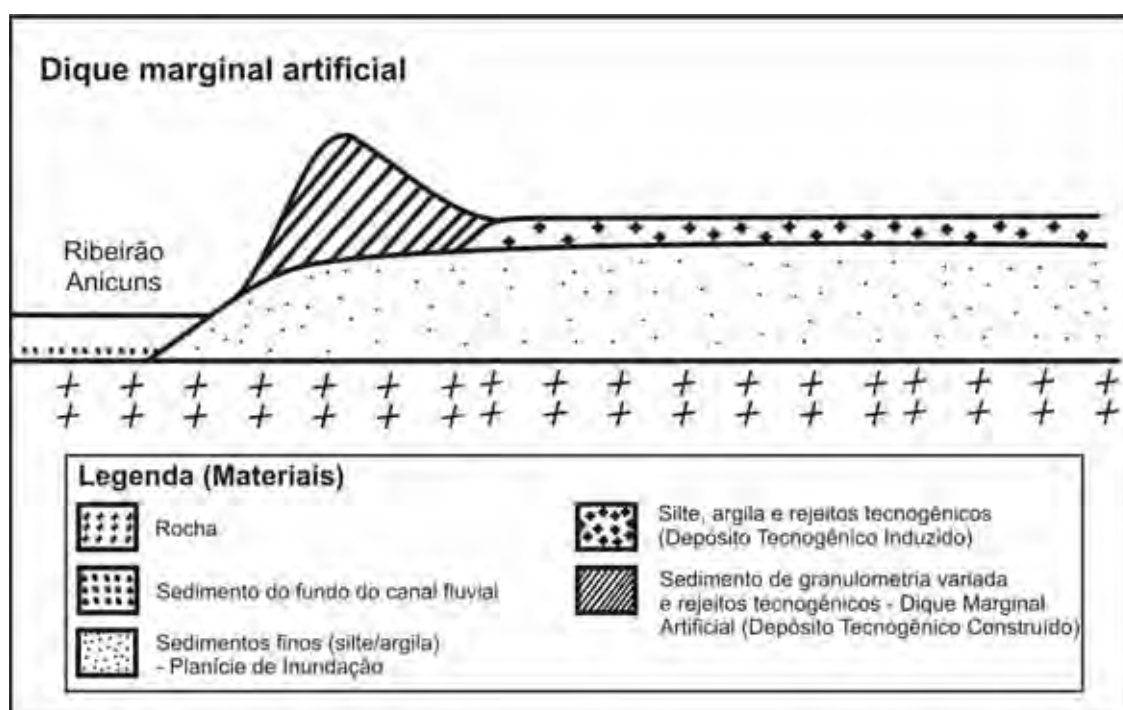


Figura 44. Perfil transversal esquemático indicando a estrutura dos depósitos do ribeirão Anicuns. Sem escala.

Embora as obras de contenção promovam resultados positivos, elas também provocam o assoreamento do canal devido ao aumento do acúmulo de sedimentos que seriam naturalmente depositados na planície aluvial.

Os diques têm mudado constantemente as características erosivo-deposicionais dos canais, fazendo com que os pontos de transbordamento e erosão mudem de acordo com a posição ou estado de conservação do dique. São comuns relatos de que determinadas áreas passaram a ser objeto de erosão ou transbordamentos a partir da construção e/ou retificação dos diques.

A Figura 45 apresenta um dique marginal artificial recém construído na margem direita do ribeirão Anicuns, próximo de sua confluência com o córrego Botafogo. A Figura 46 apresenta alguns dos materiais constituintes desse dique marginal.



Figura 45. Dique marginal artificial recém construído na margem direita do ribeirão Anicuns, próximo à confluência com o córrego Botafogo, Goiânia - Goiás.



Figura 46. Material constituinte do dique marginal artificial. Margem direita do ribeirão Anicuns, Goiânia - Goiás.

Sobre os diques marginais construídos observa-se o desenvolvimento de vegetação rasteira com presença das espécies Braquiária e Mamona. A Figura 47 apresenta um dique marginal com alguns meses, onde pode ser observado o desenvolvimento desse tipo de vegetação.



Figura 47. Dique marginal com desenvolvimento de vegetação rasteira.

5.3.4. Depósitos de Assoreamento

Representados pelas barras laterais, centrais e de meandro, os depósitos de assoreamento são feições freqüentes na área de estudo, formados principalmente por areia fina à grossa e rejeitos tecnogênicos. Em alguns casos verifica-se a presença de intercalações de grânulos, seixos e blocos pertencentes ao depósito residual de canal.

Muitos depósitos de assoreamento apresentam vegetação rasteira, que cresce rapidamente nas áreas de depósito de sedimentos e nutrientes, consolidando ilhas e bancos.

Essas barras correspondem a uma associação entre processos naturais e antrópicos, portanto um depósito tecnogênico induzido. O assoreamento na bacia do ribeirão Anicuns, correlativo à erosão acelerada pelas atividades antrópicas, é mais significativo nos córregos naturais que recebem as águas provenientes do sistema de drenagem urbano (canais artificiais), nos canais onde o estágio urbano ainda não foi consolidado e nos canais onde ocorreu intenso desmatamento das matas ciliares.

A fotointerpretação da imagem de satélite permitiu o mapeamento de 85 depósitos de assoreamento, distribuídos principalmente pelos córregos Macambira e Cascavel, e também pelo ribeirão Anicuns.

As barras arenosas presentes no córrego Macambira estão relacionadas principalmente às áreas desmatadas, aterros e depósitos de entulho, feições recorrentes nas proximidades deste curso d'água.

As sub-bacias dos córregos Cascavel e Botafogo abrangem a maior quantidade de corpos d'água canalizados e/ou retelinizados. Com a desembocadura desse sistema de drenagem urbano no ribeirão Anicuns, uma carga considerável de sedimentos é depositada em seu canal, formando inúmeras barras arenosas, localizadas principalmente nas proximidades das desembocaduras das sub-bacias mencionadas.

A jusante da canalização dos córregos Cascavel e Botafogo também podem ser observados depósitos de assoreamento. Esses depósitos, que se desenvolvem em maior quantidade e volume durante as obras de canalização, atingem certa estabilidade com a finalização das construções.

O perfil transversal esquemático, indicando a estruturação e ocupação de uma barra de meandro, é apresentado na Figura 48. A Figura 49 apresenta a evolução de uma barra de meandro que se transforma em uma barra central no período de três anos. Nas áreas urbanas é comum a transformação de rios meandранtes em rios anastomosados, com presença de barras centrais e pequenas ilhas.

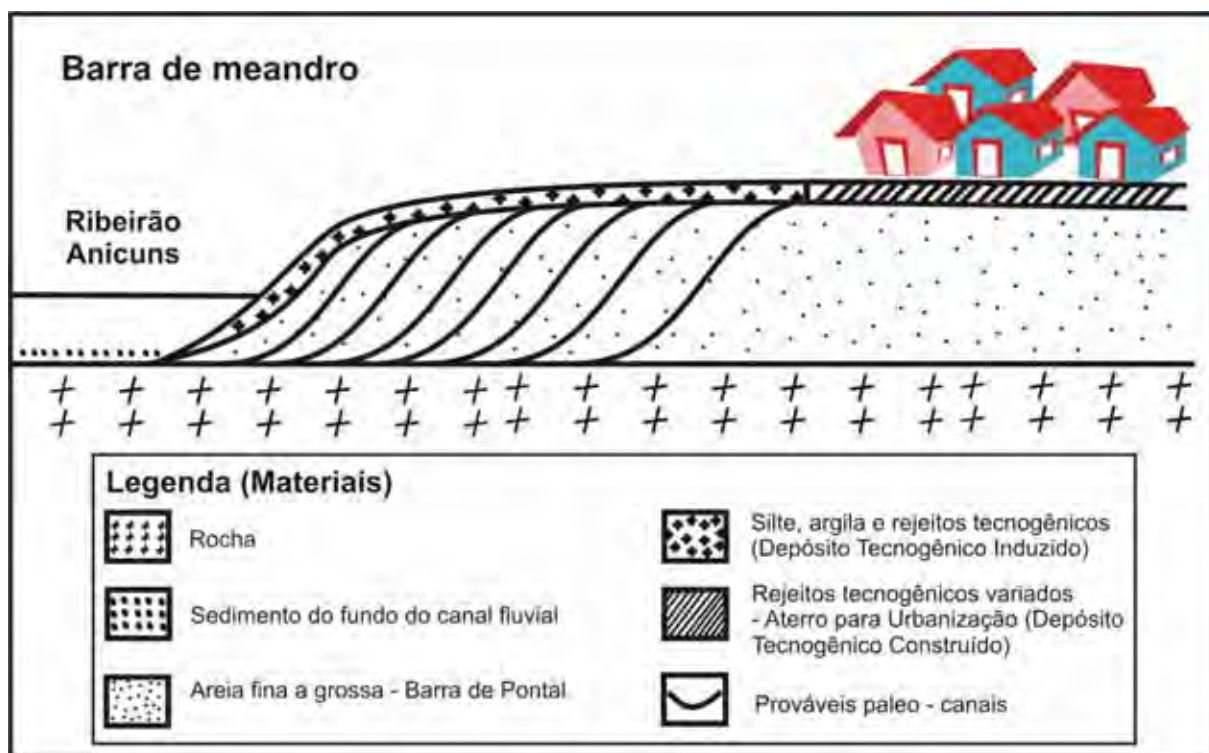


Figura 48. Perfil transversal esquemático indicando a estruturação e ocupação da barra de meandro na zona urbana da bacia do ribeirão Anicuns. Sem escala.



Figura 49. Evolução de uma barra de meandro do ribeirão Anicuns no período de três anos. Fonte: Google Earth.

5.3.5. Depósitos de Entulho

Compreendem áreas onde ocorre o despejo de entulhos da construção civil e lixo, tanto pela própria população quanto por órgãos públicos. Caracterizam depósitos tecnogênicos construídos, pois o transporte e a deposição do material constituinte ocorrem por ação direta do homem.

Nos limites da “Unidade 9 - Depósitos Tecnogênicos”, foram identificados 92 depósitos de entulho, distribuídos em interflúvios, vertentes e fundos de vale. Estes depósitos encontram-se principalmente nos córregos Macambira, Botafogo e ribeirão Anicuns.

Localizado na margem direita do córrego Cavalto Morto, o maior depósito de entulho cadastrado em campo possui 63,40 metros de comprimento, 42,60 metros de largura e altura média de 0,94 metros (Figura 50).



Figura 50. Depósito de Entulho, margem direita do córrego Cavalo Morto.

Esses depósitos são formados por uma grande diversidade de elementos, com destaque para os resíduos da construção civil como tijolos, concreto, gesso, telhas etc.

Também foram registradas quantidades significativas de plástico (sacolas de supermercados e pedaços de eletrodomésticos), isopor, tecido, vidro e alumínio, além da presença constante de lixo orgânico (lixo doméstico e ossadas de animais). Em menor escala, porém com importância ressaltada, estão os frascos de remédios (cartelas de comprimidos e frascos de vidro com data de validade expirada) encontrados em grande parte dos depósitos.

Na imagem de satélite os depósitos de entulho são caracterizados por uma diversidade de cores e texturas, que variam conforme a predominância de seus materiais constituintes. Os tons avermelhados geralmente estão relacionados à grande quantidade de material de construção, ou ainda à deposição de Latossolo retirado de outras áreas para aterramento. O tipo de descarte do material também interfere na textura desses depósitos, muitos são formados pelo despejo de caminhões enquanto que outros são formados pelo despejo de quantidades menores, realizado pela própria população (Figura 51).



Figura 51. Comparação de texturas entre dois depósitos de entulho mapeados. Depósito formado pelo despejo de caminhões (direita) e depósito formado pelo despejo de moradores (esquerda). Fonte: Google Earth (2009).

Os depósitos de entulho, expostos ao intemperismo físico e à dinâmica fluvial, contaminam o solo, o lençol freático e as águas dos canais.

A Figura 52 apresenta um depósito de entulho identificado na margem direita do córrego Botafogo, com a presença de plástico, material de construção e borracha. A Figura 53 apresenta um depósito de entulho com predomínio de lixo orgânico (ossadas de animais), encontrado na margem esquerda do córrego Macambira.



Figura 52. Depósito de Entulho junto à margem esquerda do córrego Botafogo, Goiânia - GO.



Figura 53. Depósito de entulho na margem esquerda do córrego Macambira.

Nos depósitos de entulho é comum o desenvolvimento de vegetação rasteira com forte presença de Mamona (Figura 54). Esse tipo de vegetação pode ter uma relação com o tipo de material depositado, já que sua presença é marcante em todos os depósitos tecnogênicos com presença de material de construção (entulho).



Figura 54. Depósito de entulho com presença de Mamona.

5.4. Alterações Ambientais na Bacia do Ribeirão Anicuns

Os dados obtidos com o mapeamento do uso e ocupação do solo, a delimitação das unidades geoambientais e a análise dos depósitos tecnogênicos permitiram a apreensão das principais alterações do ambiente decorrentes do processo de antropização da bacia do ribeirão Anicuns.

As atividades rurais, desenvolvidas na porção oeste da bacia, estão relacionadas principalmente à aceleração dos processos erosivos. A exposição temporária do solo pelo desmatamento, para posterior instalação de culturas anuais ou permanentes (áreas de pastagem), aumenta a susceptibilidade à erosão, resultando em assoreamento dos canais.

Nas regiões em que as atividades rurais são desenvolvidas sob vertentes de baixos gradientes topográficos, como pode ser visto na “Unidade 5: Superfícies Planas Rurais”, os processos erosivos são menos intensos devido ao escoamento caracterizado pelo fluxo difuso. Contudo, essa unidade representa uma importante faixa de recarga do aquífero, sofrendo com a redução da infiltração de água, consequência das práticas agrícolas e pecuárias, que reduzem a recarga do lençol.

Quando as atividades rurais estão associadas às vertentes aguçadas, como acontece na “Unidade 1: Planalto Dissecado de Goiânia”, o fluxo concentrado das águas pluviais intensifica os processos erosivos, sendo comum a presença de ravinas e boçorocas.

As planícies de inundação desmatadas e drenadas para o plantio de pastagem apresentam solo compactado devido ao cultivo das gramíneas e ao pisoteio de gado. A compactação do solo resulta em redução da infiltração de água e no aumento do escoamento superficial. Nas planícies ocorre deposição de sedimentos finos, por decantação, durante as cheias e de areias por acréscimo lateral, quando associadas ao canal fluvial ocorrem também processos de erosão lateral e vertical.

Os fundos de vale dominados pelas atividades rurais (Unidade 6) apresentam erosão por concentração de fluxo hidrodinâmico devido à declividade de determinados pontos (que pode chegar a 10%) e ao aumento do escoamento superficial, resultado das áreas de pastagem e culturas anuais desenvolvidas nesses domínios. As nascentes encontradas nessa unidade apresentam remanescentes de

matas ciliares e buritizais (Figuras 55). Muitas delas sofrem intensa pressão proveniente do desmatamento e do pisoteio de gado (Figura 56).



Figura 55. Buritizal e mata ciliar presente na nascente do córrego Quebra-Anzol.



Figura 56. Solo hidromórfico exposto e pisoteio de gado na nascente do córrego Quebra-Anzol.

Os depósitos tecnogênicos induzidos e construídos não são feições freqüentes nas unidades onde predominam as atividades rurais. Os efeitos da erosão acelerada são encontrados à jusante, já nos domínios do uso urbano do solo. Contudo, o cultivo de hortaliças, comum na bacia, pode resultar na formação de depósitos tecnogênicos modificados, que seriam depósitos aluviais naturais alterados pela contaminação de agrotóxicos. Esse tipo de depósito não foi abordado na presente dissertação.

Na região centro-oeste da bacia do ribeirão Anicuns predominam as áreas com urbanização não consolidada, representadas essencialmente pelo desmatamento e atividades de corte e aterro.

O avanço de inúmeros loteamentos para oeste da bacia é resultado dos planos diretores de Goiânia, que direcionam o crescimento da cidade para sudoeste. Todavia, a corrupção dos órgãos públicos combinada à especulação imobiliária, resulta na desordem da instalação desses loteamentos, na falta de infraestrutura adequada e no não cumprimento das leis, recomendações e restrições para ocupação.

Os principais efeitos da exposição do solo e das atividades de corte e aterro estão relacionados ao aumento do aporte de sedimento erodido, transportado e depositado, que tem como conseqüência o assoreamento dos canais fluviais. O aterramento também altera o relevo original e impermeabiliza o solo, causando aumento em volume e velocidade do escoamento superficial, que pode ser agravado nas áreas de maiores declividades.

Na “Unidade 3: Rampas Coluvionares Aterradas” os processos erosivos causados pela urbanização não consolidada são intensificados pela presença dos solos permeáveis, susceptíveis à erosão laminar e ao ravinamento, e pela declividade, que varia entre 5% e 10%.

O aumento no aporte de sedimentos tem como conseqüência a formação dos depósitos de assoreamento (barras laterais, centrais e de meandro) e dos depósitos de planície de inundação. Associados ao sedimento também são depositados rejeitos tecnogênicos, carregados para as planícies e canais fluviais pelas águas da chuva. Esses depósitos são evidenciados, de forma abundante, à jusante das unidades em que o uso do solo é representado pelo urbano não consolidado,

principalmente nas proximidades de loteamentos em fase inicial e de obras de canalização.

Os loteamentos presentes nessa porção da bacia são construídos muito próximos das drenagens, onde é realizado desmatamento sistemático. Na “Unidade 7: Fundos de Vale Aterrados”, os fundos de vale apresentam declividades que podem chegar a 40% (conforme incisão da drenagem), o que intensifica os processos erosivos, com o surgimento de sulcos evoluindo para ravinas e boçorocas, sendo desaconselhável sua ocupação.

O intenso desenvolvimento de loteamentos também contribui para o aumento na quantidade e dimensões dos depósitos de entulho, distribuídos por todas as unidades marcadas pela urbanização. Esses depósitos contaminam solo, lençol freático e a água dos canais, já que se concentram principalmente nos fundos de vale.

A região da bacia ocupada pela urbanização consolidada apresenta as mais graves alterações no meio ambiente, causadas pela interferência antrópica. Praticamente todos os córregos da área urbanizada sofrem diferentes graus e espécies de degradação.

A impermeabilização do solo pela pavimentação de vias e a construção de casas, comércio e indústrias, reduziu drasticamente a infiltração de água no solo e aumentou o escoamento superficial em volume e velocidade, incrementando as enchentes. As águas pluviais escoadas carregam para o interior dos canais e para as planícies de inundação lixo e sedimentos provenientes de toda a zona urbana (Figura 57).



Figura 57. Lixo depositado nas margens do canal do ribeirão Anicuns.

O aporte de sedimento e a disposição de resíduos na área urbana apresentam certa estabilidade, que resulta da constância no uso do solo. A grande quantidade de sedimentos tem provocado o assoreamento dos canais, comprovado pela presença de inúmeras barras arenosas distribuídas em todo o sistema de drenagem, ao longo da “Unidade 9: Depósitos Tecnogênicos”.

A presença dos rejeitos tecnogênicos associados aos sedimentos depositados favorece o transbordamento do canal e a erosão marginal, pois os rejeitos aumentam o volume dos depósitos, diminuindo a área de fluxo das águas.

Com a ocupação dos fundos de vale, a elevação das planícies de inundação pelos aterros e a construção dos diques marginais artificiais, as áreas de liberação de energia dos sistemas se tornam restritas, proporcionando o aumento do poder erosivo das drenagens. Os sedimentos transportados são depositados em outros pontos alterando o traçado do canal. Em função da nova dinâmica surgem novos pontos de erosão e deposição de sedimentos.

Na “Unidade 8: Fundos de Vale Urbanos”, os fundos de vale possuem declividades que podem chegar a 40%, considerando a incisão da drenagem. A alta declividade, combinada às características dos sistemas fluviais urbanos, resulta na intensificação dos processos erosivos, com o surgimento de ravinas e boçorocas. Estas regiões, consideradas impróprias para a ocupação, se encontram totalmente tomadas pelas atividades relacionadas ao processo de urbanização, que tem como resultado a formação dos depósitos tecnogênicos.

A intensidade da ação antrópica na região urbana da bacia pode ainda ser evidenciada pela grande quantidade de erosões encontradas em unidades dominadas por Latossolos, considerados de baixa suscetibilidade erosiva.

Os inúmeros depósitos de entulho identificados na Unidade 9, formados por uma diversidade de materiais contaminantes, implicam ainda em contaminação do solo, do lençol freático e da água dos canais (Figura 58).

Nas planícies de inundação marcadas pelo uso urbano do solo encontramos áreas desmatadas, loteamentos parcialmente implantados e áreas totalmente pavimentadas e construídas. Nas planícies de inundação o hidromorfismo dos solos resulta na instabilidade das construções, sendo comuns os relatos de moradores com suas casas tomadas por rachaduras e abalos na infraestrutura. Essas planícies tiveram seu relevo natural alterado pelos aterramentos e aquelas que ainda recebem

as águas dos sistemas fluviais apresentam depósitos formados por uma grande carga de sedimentos associados a rejeitos tecnogênicos. Outro problema típico são as inundações freqüentes, agravadas pelo aumento do escoamento superficial gerado pela urbanização.



Figura 58. Remédios e outros materiais contaminantes encontrados em depósitos de entulho na bacia do ribeirão Anicuns.

As obras de canalização interferem ainda de forma direta na dinâmica fluvial, modificando o comportamento dos canais da zona urbana. Os problemas que as canalizações tentam resolver são transferidos para jusante e novos problemas são gerados, como o incremento da carga de sedimento transportado, alterações no equilíbrio da flora e fauna aquática e abalos nas obras devido à adaptação dos cursos d'água às transformações de sua dinâmica.

Nas unidades onde prevalece a urbanização, a vegetação natural se encontra preservada apenas nos domínios dos parques urbanos e unidades de conservação, criados para a proteção das nascentes dos cursos d'água. O entorno dos parques se tornaram regiões de alta densidade, onde ocorre intenso crescimento vertical, com a construção de prédios cada vez mais altos, formando uma barreira aos benefícios gerados pela vegetação. Esse crescimento vertical afeta o lençol freático, resultando em alterações na vazão dos cursos d'água. A impermeabilização do solo e a ocupação do subsolo pelas garagens subterrâneas contribuem significativamente para a redução da recarga do lençol.

6. CONCLUSÕES

Com base na metodologia adotada, o estudo físico-ambiental concebido permitiu a compreensão dos impactos decorrentes do processo de antropização da bacia do ribeirão Anicuns. A análise dos depósitos tecnogênicos, integrada aos estudos de uso e ocupação do solo e à determinação de unidades geoambientais, apresenta-se como um meio eficiente para a identificação das transformações do ambiente natural pelos processos de produção do espaço. Compreendendo umas das vertentes de análise da relação entre o homem e a natureza.

A escala de mapeamento dos depósitos tecnogênicos se mostrou apropriada para os objetivos estabelecidos, e se apresentou como uma ferramenta importante para a análise da distribuição dos depósitos, assim como seu comportamento diante da nova dinâmica da bacia.

O avanço das atividades antrópicas sobre a planície aluvial da bacia do Anicuns alterou e diminuiu significativamente a área original desta unidade. Aqueles depósitos que ainda restam encontram-se descaracterizados pela ação antrópica, onde a presença de rejeitos tecnogênicos associados aos sedimentos favorece o transbordamento do canal e a erosão marginal.

Como resultado da ocupação dos depósitos aluviais pela urbanização, os canais estão sendo confinados em faixas estreitas, aumentando seu poder erosivo. O entalhamento dos cursos d'água promove a erosão dos diques marginais artificiais, da planície de inundação e dos depósitos de assoreamento. Os sedimentos transportados são depositados em outros pontos alterando o traçado do canal, que acaba se adaptando às novas condições. A cada reorganização do canal, em função da nova dinâmica, surgem novos pontos de erosão e deposição.

A mata ciliar foi sistematicamente suprimida nas áreas urbanas, e o solo impermeabilizado pelas construções e pavimentações de vias, promovendo a aceleração dos processos erosivos e conseqüente aumento na produção de sedimentos, que contribuem para a formação das barras centrais, laterais e de meandro. Nesse contexto, a fauna e a flora associadas aos canais, diques e planícies de inundação, se adaptam ou desaparecem.

A falta de planejamento no uso do solo contribuiu significativamente para o surgimento dos depósitos tecnogênicos. As alterações nas atividades antrópicas refletem direta e indiretamente na dinâmica dos depósitos, o que pode ser evidenciado, por exemplo, nas fases de implantação dos loteamentos em Goiânia.

Na fase inicial, onde são realizados o desmatamento e as atividades de corte e aterro, observa-se a aceleração dos processos erosivos e o aumento na produção de sedimentos, contribuindo para a formação dos depósitos de assoreamento. Quando a construção das residências e a pavimentação das vias são estabelecidas, observa-se a estabilização da produção de sedimento e o aumento do escoamento superficial, como conseqüência da impermeabilização do solo. O escoamento carrega todos os tipos de rejeitos tecnogênicos para as planícies e canais fluviais, além de promover o aumento das enchentes.

Com a ocupação do terreno pela urbanização, a disposição dos restos da construção civil, assim como todo tipo de lixo, se tornou um problema na cidade de Goiânia. A população, e até mesmo órgãos públicos, despejam uma incrível diversidade de rejeitos tecnogênicos nas planícies aluviais.

Os depósitos tecnogênicos são fontes de problemas sócio-ambientais, pois contaminam lençol freático, água e sedimento. Boa parte da população ribeirinha da bacia tem contato direto com sedimento e água contaminados, seja pelo cultivo de hortaliças sobre os depósitos de planície de inundação ou em solos contaminados

pelos depósitos de entulho, seja pela prática de lazer nas águas contaminadas ou ainda pelas atividades de extração de areia do fundo dos canais fluviais. Diante das alterações ambientais constatadas, algumas medidas para a diminuição do impacto na região da bacia são sugeridas. A ocupação da porção Oeste da bacia não deveria ser incentivada pelo governo municipal, pois essa região, além de representar uma importante zona de recarga do aquífero, também apresenta algumas das nascentes mais importantes para o município, como as nascentes do ribeirão Anicuns. Essas nascentes representam ainda importantes remanescentes de fauna e flora nativas.

Os loteamentos que já foram instalados na região, ou aqueles que ainda serão instalados devem seguir rigoroso planejamento urbano, com estudos mais aprofundados acerca da ocupação da área.

A Prefeitura de Goiânia também deve investir ainda em uma política de coleta de entulho e lixo descartados pela população e pelo próprio governo por toda a área da bacia, com atenção especial aos depósitos formados nos fundos de vale, e que tem relação direta com os cursos d'água.

Nos canais de drenagem da área urbana da bacia, porção central e leste, os moradores das áreas de risco e áreas destinadas à preservação devem ser realocados. As planícies de inundação que ainda não foram totalmente ocupadas devem ser revitalizadas (retirada de lixo, plantio de vegetação nativa etc) e preservadas com a criação de parques urbanos e unidades de conservação.

Sugere-se ainda o investimento na contenção de erosões existentes, em medidas preventivas de processos erosivos, e também na dragagem de canais fluviais assoreados. Atualmente, inúmeros trabalhadores, que retiram areia dos canais, têm contato direto com sedimento e água contaminados. Esses trabalhadores devem ser fiscalizados, garantindo assim o uso apropriado de instrumentos que evitarão o contato direto com contaminantes que provocam diversas doenças de pele. A areia contaminada retirada também deve ter seu destino monitorado e fiscalizado, para evitar que alcancem a população de alguma forma (abastecendo parques de diversões, por exemplo). Em relação aos canais assoreados, o mais apropriado seria a dragagem realizada por órgão público.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, J. R. L. Studies in fluvial sedimentation: six cycles from the Lower Old Red Sandstone, Anglo-Wessex Basin. *Sedimentology*, 3, p. 163-198. 1964.

ALMEIDA, A. Q. *Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego do Galo, Domingos Martins, ES*. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

BARROS, R. T. V.; MÖLLER, L. M. Limpeza Pública. In: BARROS, R. T. V.; Chernicharo, C. A. L.; Heller, L.; Von Sperling, M. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. v. 2.

BERTÊ, A. M. A. *Depósitos tecnogênicos e planejamento urbano: o aterro sanitário da Zona Norte de Porto Alegre – RS/Brasil*. 2001. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

Blaikie, P. The political economy of soil erosion in developing countries. *Longman*. London. 1985.

Blaikie, P.; Brookfield, H. Land degradation and society. *Routledge*, New York. 1987.

BOOTH, D. B. Urbanization and the Natural Drainage System: Impacts, Solution and Prognoses. *The Northwest Environmental Journal*, v.7, n.1, p. 93-118. 1991.

Brannstrom, C. *After the forest: environment, labor and agro-commodity production in Southeastern Brazil*. 1998. 771 p. Thesis (PhD), University of Wisconsin, Madison, 1998.

BÜLLOW, K. V. A evolução futura da terra. Uma época de transição geológica. *Boletim Geográfico do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 228, p. 22-29, maio - junho. 1972.

CASSETI, V. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Contexto Ed., 1991.

CASSETI, V. Geomorfologia do município de Goiânia-GO. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 1, n. 12, p. 65-85. 1992.

Casseti, V.; NASCIMENTO, M. A. L. S. *Geomorfologia do município de Goiânia: subsídios para a elaboração da carta de risco de Goiânia*. Goiânia: IPLAM, 1991.

Casseti, V.; SANTOS, M. H. M. C. Concentração de sedimento em suspensão no baixo Ribeirão João Leite. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, p. 71-79. 1989.

Chemekov, Y. F. *Technogenic deposits*. In: INQUA CONGRESS, 11. , 1983, Moscow. *Abstract...* 62 p.

Christofoletti, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

Christofoletti, A. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313p.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia: CPRM, 1999.

CREPANI, E. et al. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial*. São José dos Campos: INPE, 2001. 8p.

Cunha, B. C. C. *Impactos sócio-ambientais decorrentes da ocupação da planície de inundação do ribeirão Anicuns: o caso da Vila Roriz*. 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2000.

CUNHA, B.C.C. da; BARBOSA, N.S.; PEREIRA, L.G. da M.; NASCIMENTO, M.A.L.S.; LOBATO, B.M.B.; PODESTÁ FILHO, J.A. de; TARAPANOFF, I; MAGNANO, H. *Saneamento básico e problemas ambientais em Goiânia*. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. v. 1. 85p.

DAMBRÓS, L. A. et al. *Zoneamento ecológico-econômico da área do aglomerado urbano de Goiânia: Sumário executivo*. Goiânia: IBGE, 1994. 77p.

DERMU. Departamento de Estradas de Rodagem do Município. *Programa de melhoria ambiental do córrego Macambira e ribeirão Anicuns – PMA*. Goiânia: Prefeitura Municipal de Goiânia, Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA), 2004. 2 v. Plano Básico Ambiental.

DOV NIR. *Man a geomorphological agent An Introduction to Anthropic Geomorphology*. Jerusalém: D. Reidel Publishing Company, Dordrecht e Ketter Publishing House, 1983. 155p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 1999. 412p.

Enciclopédia dos municípios brasileiros. *Estudo de Goiás*. Rio de Janeiro: IBGE, 1958. v. XXXVI, p.178-196.

ESTEVAM, A.L.D.; SANTOS, E.A. dos.; BRITO, M. da S. Depósitos tecnogênicos Quinários no interior baiano: o caso da lavra de sedimentos no Parque da Serra do Periperi – Região Sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO, 1, 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari: ABEQUA, 2005. CD-ROM. 5p.

FANNING, D.J.; FANNING, M.C.B. *Soil: morphology, genesis and classification*. New York: John Wiley & Sons, 1989. 395p.

FIGUEIRA, R. M. *Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo*. 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FIORI, A. P. Metodologias de Cartografia Geoambiental. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5., 2004, São Carlos. *Anais...*

Fisk, H. N. *Fine-grained alluvial deposits and their effect on Mississippi river activity*. Vicksburg: Mississippi River Commission, 1947. 82 p.

FRANZONI, A. M. B. *Avaliação do meio físico para fins de planejamento geoambiental no traçado e manutenção de rede viária: ilha de Santa Catarina*. 2000. 145 f. Rio Claro. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

FUJIMOTO, N.S.V.M. *Análise urbana na área metropolitana de Porto Alegre – RS: sub-bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio*. 2001. 236 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FUJIMOTO, N.S.V.M. Considerações sobre o ambiente urbano: Um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. *Revista do Departamento de Geografia, UFRGS*, Porto Alegre, v. 16, p. 76-60. 2005.

GONÇALVES, C.W.P. *Os (dês)caminhos do meio ambiente*. 4º ed. São Paulo: Contexto, 1989. 148p.

GUY, M. Quelques principes e quelques expériences sur la methodologie de la photo-interpretation. In: Symp. Intern. Photo-Interpretation, 2., 1966, Paris. *Acte...* v.1, p. 21-41.

HAMMER, T. R. Stream Channel Enlargement Due to Urbanization. *Water Resources Research*, v. 8, n. 6, p. 1530-1540. 1972.

HAPP, S. C. Valley sedimentation as a factor in sediment yield determinations. In: Sediment-Yield Workshop, 1972, Oxford. *Proceedings...* Oxford: USDA Sedimentation Laboratory, 1972, p. 57-60.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. 2010. Disponível em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados>. Acesso em: 3 fev. 2011.

Köppen, W. *Climatologia: com um estúdio de los climas de la terra*. México: Fondo Cult. Econ., 1948. 479p.

KORB, C. C. *Identificação de depósitos tecnogênicos no reservatório Santa Bárbara, Pelotas (RS)*. 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

Kowalski, W. C. History of changes of geological environment under the influence of the activity of mankind. In: International Geological Congress, 27., 1984, Moscow. *Abstracts...* Moscow: VNU Science Press, v. 17, p.51-67.

LEOPOLD, L. B; WOLMAM, M. G. River channel patterns: braided, meandering and straight. *U.S. Geology Survey Prof. Paper*, v.282b, p. 29-84. 1957.

LISBÔA, T.H.C. *Alteração da linha de costa do Distrito Sede de Florianópolis - SC, em função de aterros*. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Marsh, G. P. Man and nature; or, the Earth as modified by human action. *Belknap Press*, Cambridge. 1864.

MELLO, E.V. de.; PEIXOTO, M.N. de O.; SILVA, T.M. da.; MOURA, R.R. da S. Evolução de rede de drenagem e transformações tecnogênicas nos canais fluviais em Volta Redonda (RJ), Médio Vale do Paraíba do Sul. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO, 1., 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari: ABEQUA, 2005. CD-ROM. 7p.

MOURA, J. R. S.; MELLO, C. L.; SILVA, T. M. “Desequilíbrios Ambientais” na evolução da paisagem: o Quaternário Tardio no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBG, 1992, p. 309 – 310.

MURATORI, A. M. Os microdesertos edáficos na neopaisagem da região noroeste do Estado do Paraná – Brasil, como registro de um novo período geológico. *Revista RA1E GA o espaço geográfico em análise*, Curitiba, UFPR, 1997, v. 1, n. 1, p. 133-142. 1997.

NASCIMENTO, D. T. F.; BARROS, J. R. Identificação de ilhas de calor por meio de sensoriamento remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001. *BGG - Artigos*, v. 29, n. 1, p. 119-134. 2009.

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C. 2007. Levantamento do comportamento da mínima e máxima temperatura do ar em Goiânia-GO – 2000/2006. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12., 2007, Natal. *Anais do XII SBGFA*, Natal: UFRN, 2007. 1 CD-ROM.

Nascimento, M. A. L. S. Carta de Risco de Goiânia. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 97-105. 1993.

NETO, J. S. C.; NOLASCO, M. C.; ROCHA, C. C. 2005. Alterações na dinâmica do conjunto de lagoas em Feira de Santana – BA, a partir de modificações antrópicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10. ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO, 1., 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari: ABEQUA, 2005. CD-ROM. 7p.

NOLASCO, M. C. *Depósitos antrópicos/tecnogênicos: um conceito em discussão na Geologia*. 1998. 63 f. Qualificação (Doutorado em Geociências, Sedimentologia e Estratigrafia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

Nolasco, M. C. *Registros geológicos gerados pelo garimpo. Lavras Diamantinas – BA*. 2002. 316 f. Tese (Doutorado em Geociências, Sedimentologia e Estratigrafia), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

NOLASCO, M. C.; MACEDO, A.I. Registros geológicos garimpeiros a diamantes – chaves de identificação de cicatrizes erosivas e depósitos tecnogênicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10. ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO, 1., 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari: ABEQUA, 2005. CD-ROM. 7p.

NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento Remoto, princípios e aplicações*. São Paulo: Editora Blucher, 2008. 363p.

Nucada, K. M.; Barreira, C. C. M. A. Rio Meia Ponte e córregos que serpenteiam a cidade de Goiânia. *Revista Mosaico*, v. 1, n. 2, p. 206-214. 2008.

OHARA, T. *Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto*. 1995. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

OKIDA, R. 1996. *Técnicas de sensoriamento remoto como subsídio ao zoneamento de áreas sujeitas a movimentos gravitacionais de massa e a inundações*. 1996. 147f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996.

Oliveira, A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA, 6., 1990, Salvador. Anais... p. 411-415.

Oliveira, A. M. S. *Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Caçapava, Rio Paranapanema, SP/PR*. 1994. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

Oliveira, A. M. S.; Brannstrom c.; Nolasco, m. c.; Peloggia, a. u. g.; Peixoto, m. n. o.; Coltrinari, I. Técnico: Registros da ação geológica do homem. In: SUGUIO, K.; SOUZA, C. R. G.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2001. v. 1, p. 363-378.

OLIVEIRA, A. M. S.; QUEIROZ, J. P. Neto; CARLSTRON, C. F.; SALOMÃO, F. X. T.; KERTZMAN, F. F. Depósitos tecnogênicos do Planalto Ocidental Paulista: exemplos de Andradina e Bauru. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 3., 1992, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEQUA, 1992. p.88-95.

Peet, R.; Watts, M. Liberation ecologies: environment, development, social movements. *Routledge*, New York. 1996.

PELLOGIA, A. U. G. As coberturas remobilizadas: depósitos tecnógenos de encostas urbanas no município de São Paulo. *Solos e Rochas*, v. 17, n. 2, p. 125-129. 1994.

Peloggia, A. U. G. *Delineação e aprofundamento temático da geologia do Técnico do Município de São Paulo*. 1996. 262p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

Peloggia, A. U. G. *O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo*. São Paulo: Ed. Xamã, 1998.

Peloggia, A. U. G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos solos e depósitos tecnogênicos. In: PELOGGIA, A. U. G. *Estudos de geotécnica e geologia urbana, Manual Técnico 3 GT – GEOTEC*. 1. São Paulo: Superintendência da Habitação Popular. Superintendência da Habitação e Desenvolvimento Urbano. Prefeitura do Município de São Paulo, 1999.

PELOGGIA, A.U.G. A ação geológica do Homem nos clássicos da Geologia, com especial atenção aos Principles of Geology de Lyell. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO, 1., 2005, Guarapari. Anais... Guarapari: ABEQUA, 2005. CD-ROM. 8p.

PELOGGIA, A. U. G.; SILVA, F. A. N.; TAKIYA, H.; BARROS, L. H. S.; FUJIMOTO, N. A.; FIGUEIREDO, R. B. Riscos geológicos e geotécnicos em áreas de precária ocupação urbana no Município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. *Roteiros das Excursões...* São Paulo: SBG, 1992, v. 11, 24p.

PRANDINI, F. L.; GUIDICINI, G.; BOTURA, J. A.; PONÇANO, W. L.; SANTOS, A. R. Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de encostas - uma resenha crítica. In: 2º Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais, 2., 1976, Mossoró. *Anais...* Mossoró, 1976.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. Cerrado. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIBEIRO, M. C. R.; MOURA, J. R. S.; SALGADO, C. M. S. Caracterização pedológica de depósitos tecnogênicos no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul – Região de Bananal (SP/RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, v. 2. p.493-495.

Riccomini, C.; Gianini, P. C. F.; Mancini, F. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. p. 191-202.

RIVERAU, J. C. *Notas de aula do curso de fotointerpretação*. Brasília: Departamento de geociências - UNB, 1972. 128p. (Série Didática, n. 4)

RODRIGUES, R. M. *Estudo e caracterização do meio físico da bacia do rio Camboriú/SC, visando zoneamento geoambiental*. 2000. 125 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geologia e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

ROSS, J.J.S. *Geomorfologia – Ambiente e Planejamento*. 2º ed. São Paulo: Contexto, 1992. 85p.

Rubin, J. C. R. *Sedimentação quaternária, contexto paleoambiental e Interação antrópica nos depósitos aluviais do alto rio Meia Ponte – Goiás/GO*. 2002. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

SANTOS, R. M. M. dos; CARVALHO, J. C. de. Análise das voçorocas do município de Goiânia. *Boletim Goiano de Geografia (UFG)*, Goiânia, v. 17, n. 2, p. 93-109, jul/dez. 1997.

Sergeev, Ye. M. *Engineering Geology and protection of the environment*. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. Krefeld, 1980. v. 22, p. 75-78.

Sergeev, Ye. M. Theoretical fundamentals and problems of Engineering Geology. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 27., 1984, Moscow. Proceedings... Moscow: VNU Science Press, 1984, v. 17, p. 35-49.

SGM-GOIÁS. Superintendência de Geologia e Mineração. *Diagnóstico Hidrogeológico da Região de Goiânia*. Goiânia: Secretaria da Indústria e Comércio - Superintendência de Geologia e Mineração, 2003.

SILVA, G.; OLIVEIRA, I. J. *Impactos Ambientais na Bacia do Ribeirão Anicuns/Goiânia*. Goiânia: UFG, 2004.

SMUC/GO. Sistema Municipal de Unidades de Conservação e Parques Urbanos de Goiânia. *Minuta do projeto de lei que institui o sistema municipal de unidades de conservação e parques urbanos de Goiânia*. Goiânia: SEMMA, 2003. 31p.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P.; MATTOS, J. T. A lógica de interpretação de fotografias aéreas convencionais aplicada a imagens de satélite. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., 1978, São José dos Campos. *Anais...* São José dos Campos: CNPq/INPE, 1978, p. 616-618.

SOARES, P. C.; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícias Geomorfológicas*, n. 32, p. 71-104. 1976.

SOBREIRA, F. G.; LIMA, H. M. Alterações paisagísticas pela extração do ouro no século XVIII no Distrito de Passagem de Mariana (Município de Mariana, MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., ENCONTRO BRASILEIRO DO TECNÓGENO, 1., 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari: ABEQUA, 2005. CD-ROM. 6p.

SOUZA, C. D. (Coord.) 1995. *Manual Técnico em Pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 104p. Série Manuais Técnicos em Geociências, 4.

Souza, I. A. *Mudança no canal do rio Paraná durante o Holoceno*. 1999. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

SOUZA, M. L. A influência da ação antrópica na classificação dos materiais inconsolidados da cidade de Ouro Preto – MG. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 8., 2001, Imbé. *Anais...* Imbé: ABEQUA, 2001, p.444-445.

Stevaux, J. C. *O rio Paraná: Geomorfologia, sedimentação e evolução Quaternária do seu curso superior (Região de Porto Rico)*. 1993. 242 f. Tese (Doutorado em Geologia sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

STEVAUX, J. C. Geomorfologia, sedimentologia e paleoclimatologia do alto curso do rio Paraná (Porto Rico, PR.). *Boletim Paranaense de Geociências*, UFPR, Curitiba, v. 42, p. 97-112. 1994.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA 1., FÓRUM AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7., 1997, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, p.24-29.

Suguio, K. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

Suguio, K. *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

Suguio, K.; Bigarella, J. J. *Ambientes Fluviais*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1990. 183 p.

TELLES, R.M. Evolução geomorfológica de Rio Grande (RS): Um confront de dois tempos. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 8., 1999. *Anais...* Belo Horizonte: Editora Ana Pontes, 1999, p.438-439.

TER-Stepanian, G. Beginning of the Tectogene. *Bulletin I. A. E. G.*, v. 38, p. 133-142. 1988.

TUCCI, C. E. M. *Drenagem Urbana e Controle de Inundações*. CAMPOS, Heraldo & CHASSOT, 1999.

TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e Controle de Erosão. In: Simpósio Nacional de Controle da Erosão, 6., 1998, Presidente Prudente. *Anais...* Presidente Prudente, 1998.

VEDOVELLO, R. *Zoneamento geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio-físico – aplicação em expansão urbana*. 1993. 90f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

VEDOVELLO, R. *Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs*. 2000. 154f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

VEDOVELLO, R.; MATTOS, J. T. A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de Unidades Geotécnicas. Uma abordagem a partir do Sensoriamento Remoto. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 1998. CD-ROM.

VENEZIANI, P; ANJOS, C. E. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia*. São José dos Campos: INPE, 1982. 54p. (INPE 2227).

Vernadsky, V. I. *The biosphere*. New York: Springer-Verlag, Transl. D. B. Longmuir. Copernicus, 1998 (1926). 192 p.

Zoneamento Ecológico Econômico do Município de Goiânia. *Prefeitura Municipal de Goiânia*; Secretaria Municipal de Planejamento (SEPLAM); Fundo Municipal de Desenvolvimento Urbano (FMDU); Instituto de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Oeste (ITCO), 2008.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. *Cartografia Geotécnica*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 190p.

8. ANEXOS

8.1. Anexo A – Tabela com as etapas de campo realizadas durante a pesquisa.

Etapa	Mês/Ano	Localidade	Atividades Desenvolvidas
1°	Outubro/2006	Área urbana da bacia do ribeirão Anicuns (região leste e central)	Cadastro de depósitos de entulho distribuídos nos fundos de vale da área urbanizada da bacia;
2°	Novembro/2007	Baixo ribeirão Anicuns (região noroeste da bacia)	Identificação, caracterização e registro fotográfico dos depósitos presentes na desembocadura do ribeirão Anicuns com o rio Meia Ponte e do córrego Botafogo com o ribeirão Anicuns (“Área 1” do mapeamento em detalhe dos depósitos tecnogênicos)
3°	Agosto/2009	Alto ribeirão Anicuns (região oeste da bacia)	Observação das características do meio físico e biótico, e das atividades desenvolvidas nas nascentes do ribeirão Anicuns, e nos fundos de vale presentes na porção oeste da bacia.
4°	Abril/2011	Morro do Mendanha (extremo norte da bacia)	Registro fotográfico (fotos panorâmicas) e observação das unidades geoambientais definidas para a área da bacia.