



Prefeitura da Estância de Atibaia

TERMO DE CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 172/03

**COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS
RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ
CBH-PCJ GRUPO TÉCNICO DE PLANEJAMENTO – GT-PL**

**PLANO DIRETOR PARA RECOMPOSIÇÃO
FLORESTAL VISANDO A PRODUÇÃO DE
ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS
RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ**

PROJETO PILOTO

(VOLUME II)



CTR-231/03

**maio/2005
REV-0**

CTR-231/03

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	1.1
1 - INTRODUÇÃO	2.1
2 - APRESENTAÇÃO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS	3.1
3 - MEIO FÍSICO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS E SUAS ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	3.1
3.1. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 28	3.1
3.2. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 37	3.4
3.3. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 106	3.6
	4.1
4 - CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DAS MICROBACIAS SELECIONADAS	4.1
4.1. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 28	4.1
4.2. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 37	4.2
4.3. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 106	4.3
4.4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	4.6
5 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA NAS MICROBACIAS SELECIONADAS – MODELO CONCEITUAL	5.1
5.1. CONCEITUAÇÃO GERAL	5.1
5.2. CONTEXTOS HIDROGEOLÓGICOS DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS SELECIONADAS	5.5
5.2.1. HIDROGEOLOGIA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA 106	5.8
5.2.2. HIDROGEOLOGIA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS 28 E 37	5.17
5.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS	5.26
6 - REFLORESTAMENTO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS PARA O PROJETO PILOTO	6.1
6.1. RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL	6.1
6.1.1. PREPARO DE SOLO	6.2
6.1.2. ADUBAÇÃO SRÉ-PLANTIO	6.2
6.1.3. COVEAMENTO	6.3
6.1.4. PLANTIO DE MUDAS	6.3
6.1.5. MANEJO	6.4
6.2. RECUPERAÇÃO FLORESTAL	6.6
	7.1
7 - UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO	7.1
7.1. PASTAGENS	7.2
7.2. CULTURAS ANUAIS	7.4
7.3. SOLOS EXPOSTOS	7.5
7.4. ESTRADAS DE TERRA RURAIS	7.5
7.4.1. OBRAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO POR UNIDADE HIDROGRÁFICA	7.5
8 - ACERVO FOTOGRÁFICO	8.1

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho refere-se à elaboração do **RELATÓRIO FINAL - PROJETO PILOTO**, parte do Plano Diretor para Recomposição Florestal, Visando a Produção de Água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, objeto do Contrato N° 172/03, firmado entre a **PROESP Engenharia Ltda** e a Prefeitura da Estância de Atibaia em 15/09/2003.

São Paulo, maio de 2005.

1 - INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

Um grande problema para as populações humanas é a conservação e o manejo sustentável dos recursos hídricos continentais. A contribuição das microbacias na produção de água vem sendo reconhecida, tornando-se importante unidade para gerenciamento e aplicação de recursos financeiros para políticas de gestão de recursos hídricos.

Neste VOLUME II do trabalho, é apresentado o Projeto Piloto de Reflorestamento para a Produção de Água nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), objetivando a implementação das ações propostas em microbacias descritas pelo Plano Diretor Reflorestamento para a Produção de Água (VOLUME I), em conjunto à implantação de um sistema de monitoramento para avaliar a eficiência das técnicas utilizadas em aumentar a disponibilidade de água nos mananciais dessas bacias.

Para a implementação desse Projeto Piloto, foram selecionadas três (3) microbacias, situadas em locais estratégicos, com alto potencial para produção e uso da água, e em diferentes regiões nas bacias dos rios PCJ.

2 - Apresentação das microbacias selecionadas

2 – APRESENTAÇÃO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS

O processo de seleção das microbacias, a serem reflorestadas e monitoradas em escala piloto, foi descrito no VOLUME I (Plano Diretor), através da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e consubstanciado em trabalho de campo realizado pela equipe técnica IRRIGART em novembro de 2004, no qual foi efetuado diagnóstico visual das peculiaridades de cada microbacia, com ênfase àquelas de alta ou muito alta prioridade.

O banco de dados gerado por sensoriamento remoto possibilitou uma comparação e classificação das microbacias com relação a: proximidade às nascentes e ou cabeceiras de drenagem; proximidade à cobertura florestal; proximidade a estradas; proximidade a núcleos urbanos; susceptibilidade à erosão; erosividade da chuva; geomorfologia (classes de relevo); e geologia (unidades aquíferas).

Em campo, foram visitadas dezenove microbacias com prioridades alta e muito alta, observando-se a conformidade do relevo geologia e morfologia, o substrato e a capacidade de absorção e de água.

As principais características auxiliares à classificação e observadas a campo foram: declividade média das vertentes; rupturas de relevo; presença de anfiteatros; validação da concentração de canais de 1ª ordem; uso e ocupação do solo; potencial poluidor inserido nas unidades; utilização de técnicas de uso e conservação do solo. A destinação dos recursos hídricos também foi considerada.

A partir do cruzamento das informações obtidas a campo com as geradas pelo ambiente de sensoriamento remoto realizadas pelas imagens de satélite, foram sugeridas para a implementação do Projeto Piloto três microbacias, denominadas 28, 37 e 106.

A microbacia 28, drenada pelo córrego do Moinho, está localizada a montante do reservatório Atibainha, local de captação de água para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP.

O microbacia 37, drenada pelo afluente do ribeirão Agudos, é afluente do rio Camanducaia, e se destacou no processo de seleção devido ao alto potencial de produção de água.

A microbacia 106, drenada pelo córrego José Pinto, é afluente do rio Passa Cinco, principal afluente do rio Corumbataí, manancial para abastecimento da cidade de Piracicaba. Essa microbacia apresenta grande variabilidade de solos e aquíferos, uma vez que se encontra nas interfaces entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental da bacia do rio Paraná.

Após a determinação das unidades hidrográficas foram utilizadas as cartas 1:10.000, do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, onde foram delimitadas as bacias de drenagem e determinadas suas respectivas declividades. As cartas utilizadas para cada micro-bacia são demonstradas no QUADRO 1.

QUADRO 1 – Cartas em escala 1:10.000 do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo utilizadas na delimitação das unidades hidrográficas.

BACIA	ARTICULAÇÃO		NOME
28	83/110	SF-23-Y-D-I-1-SE-C	Reservatório Atibainha
	83/111	SF-23-Y-D-I-2-SE-D	Serra da Boa Vista
	84/110	SF-23-Y-D-I-1-SE-E	Serra da Pedra Branca
	84/111	SF-23-Y-D-I-1-SE-F	Barroca Funda
37	70/106	SF-23-Y-A-VI-2-SE-A	Bairro do Agudo
	71/106	SF-23-Y-A-VI-2-SE-C	Bairro Visconde de Soutello
106	64/87	SF-23-Y-A-I-3-SE-B	Ribeirão da Lapa
	64/88	SF-23-Y-A-I-4-SO-A	Rio Passa Cinco
	65/87	SF-23-Y-A-I-3-SE-D	Serra de Itaqueri
	65/88	SF-23-Y-A-I-4-SO-C	Ipeúna

Os mapas gerados através das cartas 1:10.000 do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo são apresentados no ANEXO deste Volume II.

A partir da delimitação das bacias hidrográficas nas cartas, foram digitalizadas as curvas de nível, com distâncias verticais de cinco em cinco metros, as linhas de drenagem, para posterior delimitação das Áreas de Preservação Permanente marginais aos cursos d'água e a localização das unidades nos mapas Geológico, Geomorfológico e Pedológico, onde foram utilizados como referências os seguintes mapas:

- Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a).
- Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).
- Mapa Pedológico das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (IRRIGART, 2004).

Também foram elaborados os mapas de declividade do terreno, uso e ocupação e o cruzamento dessas duas informações para a interpretação das características de uso e ocupação de cada local em função de sua declividade, em ambiente de sensoriamento remoto, utilizando-se o software *Spring* desenvolvido pelo INPE.

A caracterização hidrológica foi realizada através do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH), utilizando-se o método da regionalização de vazão.

A recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais aos cursos d'água, são recomendadas com a finalidade de manutenção da qualidade da água principalmente referente ao carreamento de sedimentos, fertilizantes e de produtos químicos, assim como o controle da erosão em talvegues de alta declividade e manutenção dos ecossistemas aquáticos.

3 – MEIO FÍSICO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS E SUAS ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

3 – MEIO FÍSICO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS E SUAS ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

A seguir são apresentadas as características das três microbacias selecionadas para estudo-piloto de recomposição florestal visando à produção de água, incluindo localização, geologia, geomorfologia, pedologia, características hidrológicas e hidrogeológicas, além do uso e ocupação do solo.

3.1. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 28

A microbacia denominada número 28 situa-se no município de Nazaré Paulista e se encontra com as coordenadas UTM do seu exultório em Leste 321460 e Norte 7490473 no fuso 45°. Sua área é de aproximadamente 1776 ha.

Geologia - formações do Pré-Cambriano, com predomínio de suítes graníticas sintectônicas Fácies Cantareira (PS γ c), que são corpos para-autóctones e alóctones, foliados, granulação fina a média, textura porfirítica freqüente, contatos parcialmente concordantes e composição granodiorítica a granítica. (FIGURA 3.1.1)

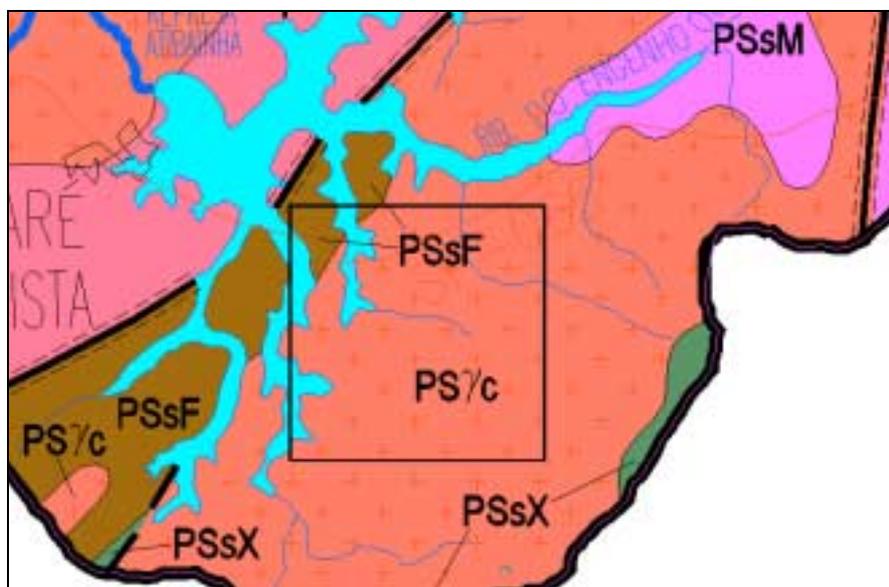


FIGURA 3.1.1 - Localização aproximada da microbacia 28 no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a).

Geomorfologia – Morros com serras restritas (relevo de morros do tipo 245), com morros com topos arredondados e vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptos, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, padrão dentrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas. (FIGURA 3.1.2)

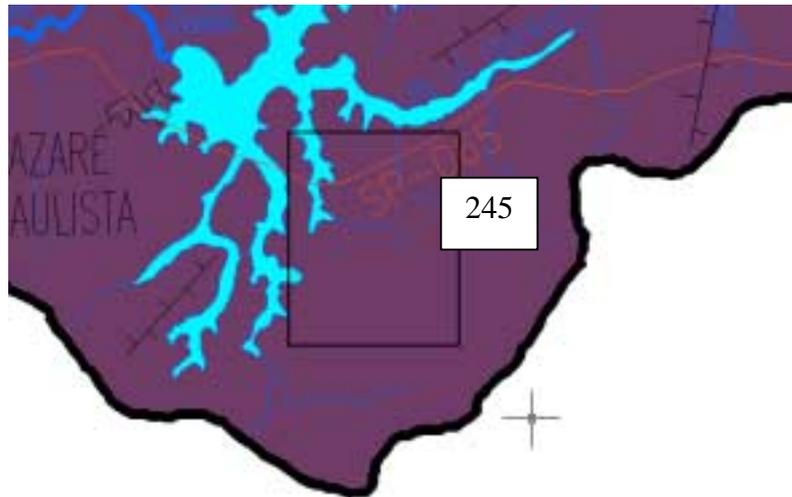


FIGURA 3.1.2 - Localização aproximada da microbacia 28 no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).

Pedologia - A microbacia 28 é constituída por solos dos tipos Argissolos Vermelho Escuro (I) e Argissolos Vermelho Amarelo (II). (FIGURA 3.1.3)

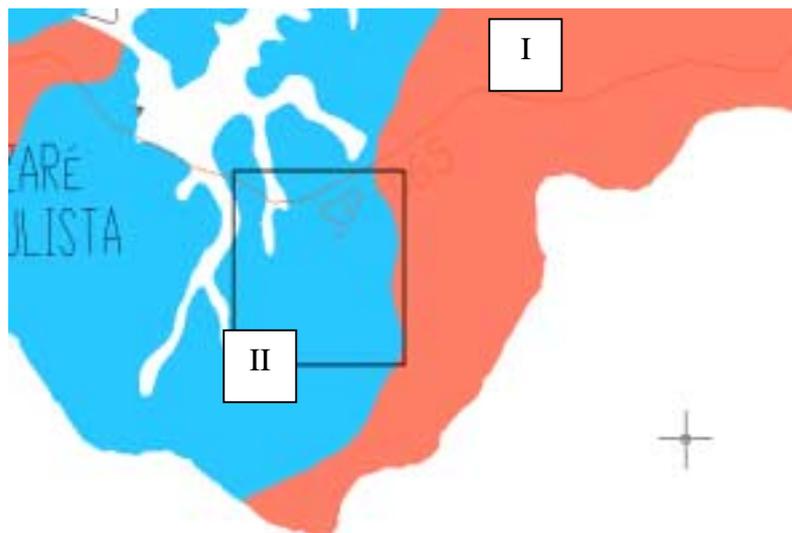


FIGURA 3.1.3 - Localização aproximada da microbacia 28 no Mapa Pedológico das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Irrigart, 2004).

Áreas Protegidas

A microbacia 28 encontra-se numa área com sobreposição de duas Áreas de Preservação Ambiental: a APA Piracicaba/Juqueri Mirim - Área 2 e a APA Sistema Cantareira. (FIGURA 3.1.4)



FIGURA 3.1.4 - Localização das APAs Bairro da Usina, Sistema Cantareira e Piracicaba Juqueri-Mirim- Área 2.

- **APA - Piracicaba/Juqueri-Mirim - Área 2**

Localização: Municípios de Campinas, Nazaré Paulista, Piracaia, Amparo, Bragança Paulista, Holambra, Jaguariúna, Joanópolis, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Serra Negra, Socorro, Santo Antônio de Posse, Tuiuti e Vargem (Regiões das bacias hidrográficas do rio Piracicaba e do rio Juqueri-Mirim), possui área de 280.330,90 ha. Sua criação se deu pelo Decreto Estadual nº 26.882, de 11 de março de 1987, Lei Estadual nº 7.438 de 14 de julho de 1991.

- **APA - Sistema Cantareira**

Localização: Municípios de Mairiporã, Atibaia, Nazaré Paulista, Piracaia, Joanópolis, Vargem e Bragança Paulista. Possui área de 249.200,00 ha e criada através da Lei Estadual nº 10.111, de dezembro de 1998. O perímetro dessa APA superpõe-se às APAs Piracicaba - Juqueri Mirim - Área 2 e Bairro da Usina. (FIGURA 3.1.5)

O objetivo é a proteção aos recursos hídricos da região, particularmente as bacias de drenagem que formam o Sistema Cantareira, um dos principais responsáveis pelo abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo.



FIGURA 3.1.5 - Represa do rio Jaguari na APA Sistema Cantareira.

3.2. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 37

A microbacia denominada número 37 situa-se no município de Socorro e se encontra com as coordenadas UTM do seu exultório em Leste 335862 e Norte 7490511 no fuso 45°. Sua área é de aproximadamente 726 ha.

Geologia - Complexo Amparo (PlaGM e PlaHM), contemplando os seguintes litotipos: biotita gnaisses, biotita hornblenda gnaisses, granada biotita gnaisses, gnaisses migmatizados, migmatitos de estruturas diversas, subordinadamente biotita xistos, quartzitos, anfibolitos gonditos e metaultrabasitas (PlaGM), e migmatitos bandados com paleossoma granulítico e anfibolítico, granulitos diversos magmatizados, migmatitos homogêneos, anatexitos e subordinadamente biotita gnaisses e quartzitos (PlaHM) (FIGURA 3.2.1).

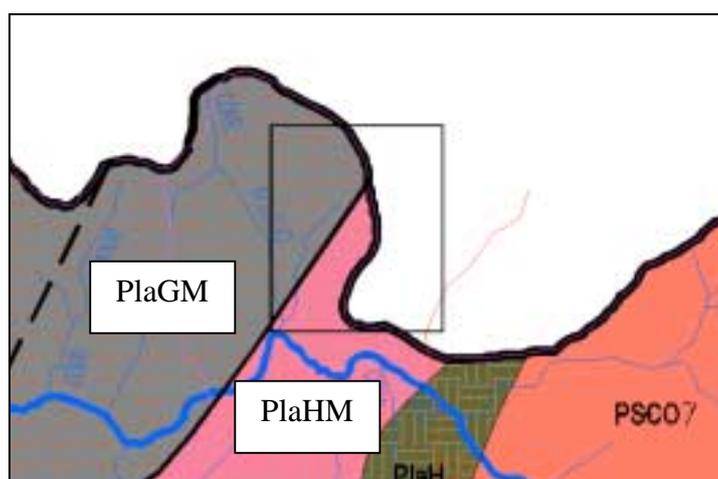


FIGURA 3.2.1 - Localização aproximada da microbacia 37 no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a).

Geomorfologia – Serras alongadas (relevo montanhoso do tipo 251), com topos angulosos e vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado e vales fechados. (FIGURA 3.2.2)

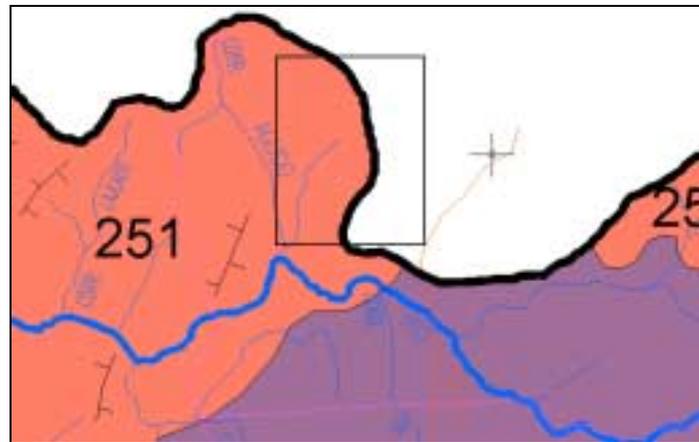


FIGURA 3.2.2 - Localização aproximada da microbacia 37 no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).

Pedologia - A microbacia 37 é constituída por solos dos tipos Argissolos Vermelho Amarelo. A FIGURA 3.2.3 demonstra a localização aproximada da microbacia 37 no Mapa Pedológico das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. (FIGURA 3.2.3)

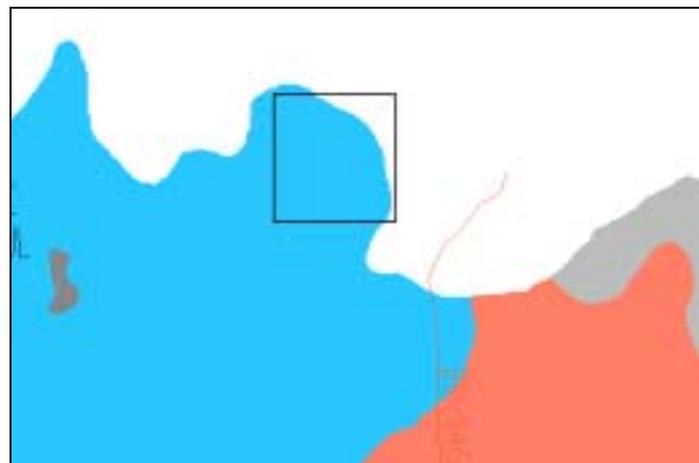


FIGURA 3.2.3 - Localização aproximada da microbacia 37 no Mapa Pedológico das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (IRRIGART, 2004).

Áreas Protegidas

A microbacia 37 encontra-se dentro da Área de Preservação Ambiental Piracicaba/Juqueri Mirim - Área 2.

▪ APA - Piracicaba/Juqueri-Mirim - Área 2

Localização: Municípios de Campinas, Nazaré Paulista, Piracaia, Amparo, Bragança Paulista, Holambra, Jaguariúna, Joanópolis, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Serra Negra, Socorro, Santo Antônio de Posse, Tuiuti e Vargem (Regiões das bacias hidrográficas do rio Piracicaba e do rio Juqueri-Mirim), possui área de 280.330,90 ha. Sua criação se deu pelo Decreto Estadual n° 26.882, de 11 de março de 1987 Lei Estadual n° 7.438 de 14 de julho de 1991. (FIGURA 3.2.4)



FIGURA 3.2.4 - Localização das APAs Bairro da Usina, Sistema Cantareira e Piracicaba Juqueri-Mirim- Área 2.

3.3. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 106

A microbacia denominada número 106 situa-se no município de Ipeúna e se encontra com as coordenadas UTM do seu exultório em Leste 219349 e Norte 7519311 no fuso 45°. Sua área é de aproximadamente 1070 ha.

Geologia – Rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (JKsg); arenitos eólicos da Formação Botucatu (JKb); depósitos fluviais a eólicos da Formação Pirambóia (TrJp); depósitos sedimentares predominantemente argilosos da Formação Corumbataí (Pc); arenitos com lentes alongadas de folhelhos e conglomerados da Formação Itaqueri (KTi); e sedimentos recentes. (FIGURA 3.3.1)

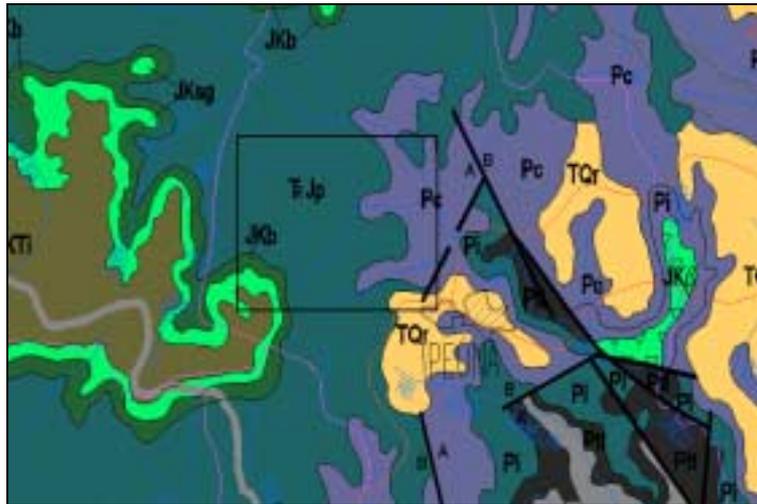


FIGURA 3.3.1 - Localização aproximada da microbacia 106 no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a).

Geomorfologia – há duas unidades principais: (i) morrotes alongados e espigões (relevo de morrotes do tipo 234), com vertentes ravinadas e densidade de drenagem média a alta; e, (ii) escarpas festonadas (escarpas do tipo 521) desfeitas em anfiteatros separados por espigões com drenagem de alta densidade. Refere-se à serra de Itaqueri. (FIGURA 3.3.2)

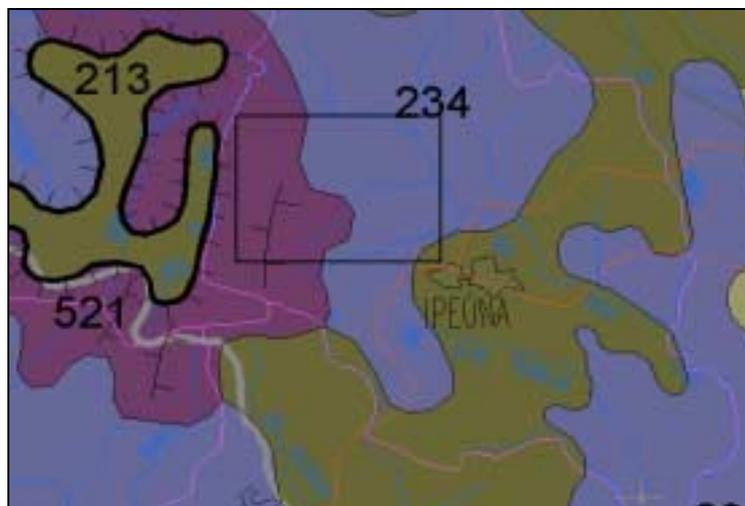


FIGURA 3.3.2 - Localização aproximada da microbacia 106 no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).

Pedologia - A microbacia 106 é constituída por solos dos tipos Argissolos Vermelho Escuro (I), Argissolos Vermelho Amarelo (II) e Neossolos Litólicos (III). (FIGURA 3.3.3)

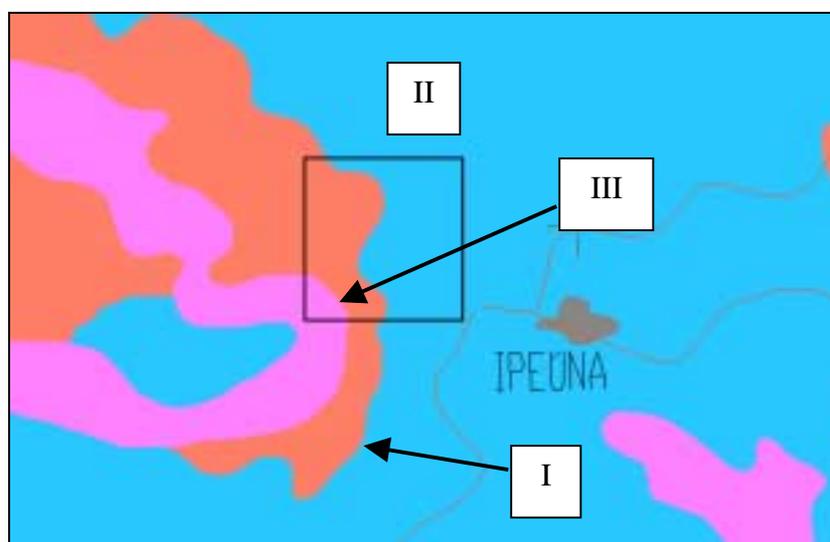


FIGURA 3.3.3 - Localização aproximada da microbacia 106 no Mapa Pedológico das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (IRRIGART, 2004).

Áreas Protegidas

▪ APA - Corumbataí - Botucatu - Tejuπά

Localização: São Carlos, Analândia, Brotas, Itirapina, Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro, Dois Córregos, Torrinha, Mineiros do Tietê, Barra Bonita, Santa Maria da Serra, São Pedro, Charqueada e São Manuel (Ilha do Serrito). Área da APA: 272.692,00 ha. Criada pelo Decreto Estadual n° 20.960, de 8 de junho de 1983, a APA Corumbataí/ Botucatu/ Tejuπά engloba uma área total de 6.492 km², sendo subdividida em três perímetros distintos. Corresponde à faixa das cuestas basálticas, desde as cabeceiras do rio Mogi-Guaçu até a divisa do Estado de São Paulo com o Paraná, às margens do rio Paranapanema, no Planalto Ocidental Paulista e Depressão Periférica. Além das cuestas basálticas, outros atributos, como os "morros testemunhos", os recursos hídricos superficiais e o aquífero Guarani, os remanescentes de vegetação nativa e o patrimônio arqueológico motivaram a criação desta APA.

Na área abrangida pelo Perímetro Corumbataí as cuestras basálticas compõem um cenário paisagístico de grande beleza, onde se destacam a Serra de São Pedro e Itaqueri. Nos paredões que formam os degraus das cuestras, ainda restam trechos de mata original (cerrados e cerradões) e são comuns os testemunhos, morros isolados que a erosão esculpiu, formando um cenário peculiar na região. Ao pé das cuestras, estendem-se vales amplos e suaves, com presença das várzeas ao longo do curso dos rios. Ao sul faz divisa com a Represa de Barra Bonita. A região é conhecida por suas inúmeras cachoeiras (FIGURA 3.3.4), resultantes dos desníveis abruptos de seu relevo, e se transforma paulatinamente em um centro do ecoturismo no Estado, principalmente nos municípios de Brotas e São Pedro, onde se destacam a navegação do rio Jacaré-Pepira e os hotéis-fazenda espalhados pela área rural.



FIGURA 3.3.4 – Cachoeira do Astor.

▪ APA - Piracicaba - Juqueri-Mirim - Área 1

Localização Municípios de Analândia, Corumbataí, Itirapina, Ipeúna e Rio Claro (regiões das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Juqueri-Mirim) Área 107.596,15 ha. Criada pelo Decreto Estadual nº 26.882, de 11 de março de 1987, Lei Estadual nº 7.438, de 16 de julho de 1991, a APA abrange parte da sub-bacia do rio Corumbataí, superpondo-se parcialmente ao Perímetro Corumbataí da APA Corumbataí/ Botucatu/ Tejupá e ampliando a proteção ambiental da região (FIGURA 3.3.5). Como aquela, abrange os atributos naturais e paisagísticos das cuestras, morros testemunhos e planaltos reversos do Planalto Ocidental Paulista (FIGURA 3.3.6).

O objetivo dessa APA é promover a manutenção da qualidade e quantidade de água destinada ao abastecimento público dos núcleos urbanos situados na bacia do rio Corumbataí, como Rio Claro e Piracicaba, situados à jusante. Devido à sobreposição de perímetros, os estudos para sua regulamentação foram elaborados em conjunto com a APA Corumbataí/ Botucatu/ Tejuapá, Perímetro Corumbataí. A proposta de regulamentação foi discutida na região e está sendo finalizada.



FIGURA 3.3.5 - Localização das APAs: Corumbataí-Botucatu-Tejuapá, perímetro Corumbataí e Piracicaba- Juquerí-Mirim - Área 1.

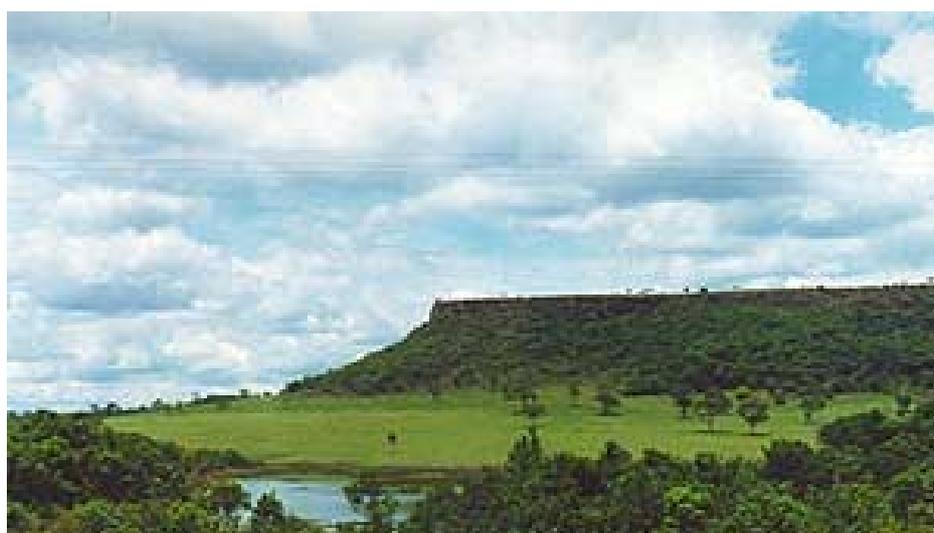


FIGURA 3.3.6 - Morro frio localizado na APA - Piracicaba - Juqueri-Mirim - Área 1.

4 - CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DAS MICROBACIAS SELECIONADAS

4 - CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DAS MICROBACIAS SELECIONADAS

4.1. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 28

A microbacia 28 integra a bacia do rio Atibaia.

A FIGURA 4.1.1 apresenta as precipitações médias mensais do período entre 1970 a 2001, e médias mensais para os anos de 2002 e 2003 para a bacia do rio Atibaia.

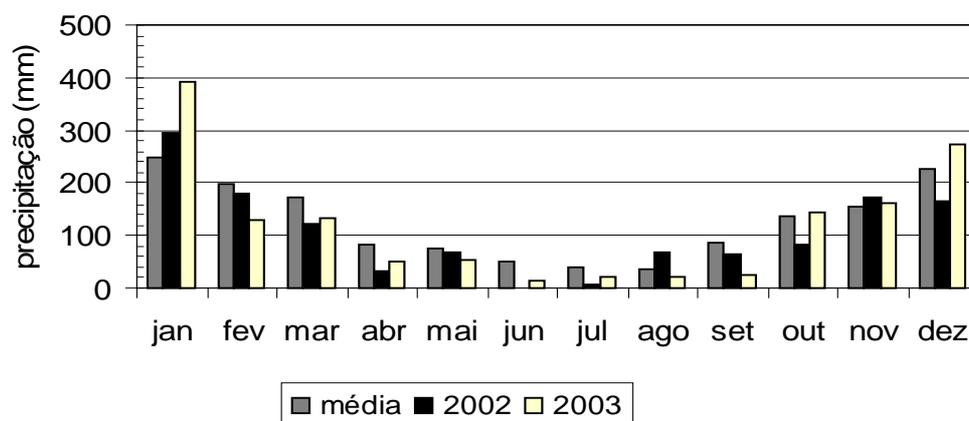


FIGURA 4.1.1 - Precipitações médias mensais (mm) na bacia do rio Atibaia. (Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídrico nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2002-2003).

Através do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo - SIGRH, foi realizada a regionalização de vazão para a microbacia 28, com resultados das vazões apresentados no QUADRO 4.1.1

QUADRO 4.1.1 – Vazões média plurianual e $Q_{7,T}^*$ (m^3/s) da microbacia 28.

Precipitação anual média (mm):	1504,0
Região hidrológica:	N
Região hidrológica (parâmetro C):	Y
Vazão média plurianual (m^3/s):	0,280

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m^3/s)	0,068	0,065	0,063	0,062	0,059	0,057

* $Q_{7,T}$ - Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m^3/s).

Graficamente, os dados do QUADRO 4.1.1 podem ser visualizados na FIGURA 4.1.2.

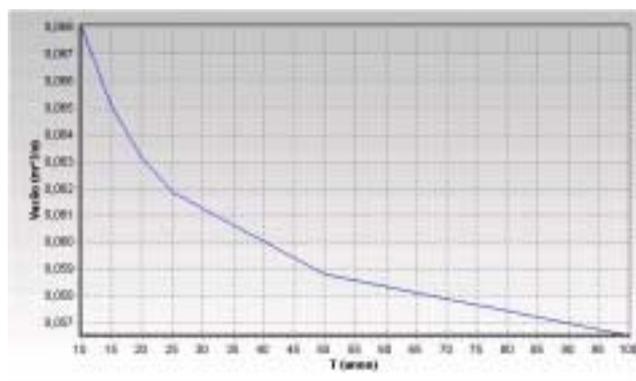


FIGURA 4.1.2 – Valores de vazão mínima anual (m³/s), e tempo de retorno em anos, estimados para a microbacia 28.

4.2. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 37

A microbacia 37 integra a bacia do rio Camanducaia. A FIGURA 4.2.1 demonstra as precipitações médias mensais do período entre 1970 a 2001, e médias mensais para os anos de 2002 e 2003 para a bacia do rio Camanducaia.

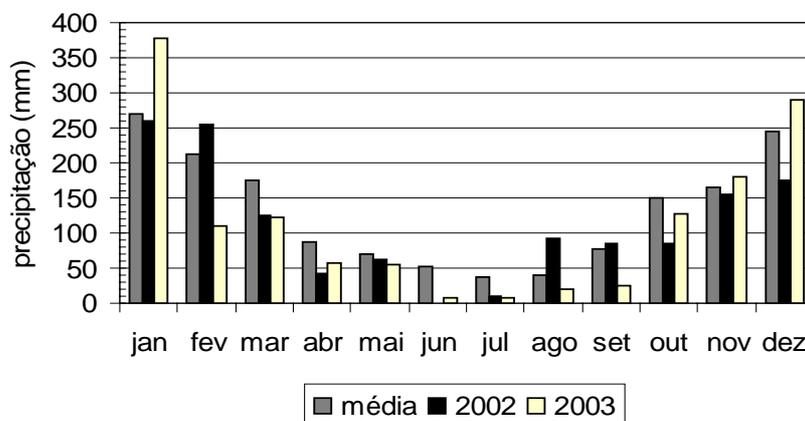


FIGURA 4.1.3 - Precipitações médias mensais (mm) na bacia do rio Camanducaia. (Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídrico nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2002-2003).

Através do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH), foi realizada a regionalização de vazão para a bacia 37, com resultados das vazões apresentados no QUADRO 4.1.2.

QUADRO 4.1.2 – Vazões média plurianual e $Q_{7,T}^*$ da microbacia 37.

Precipitação anual média (mm):	1504,0
Região hidrológica:	N
Região hidrológica (parâmetro C):	Y
Vazão média plurianual (m³/s):	0,280

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,068	0,065	0,063	0,062	0,059	0,057

* $Q_{7,T}$ - Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m³/s).

Graficamente, os dados do QUADRO 4.1.2 podem ser visualizados na FIGURA 4.1.4.

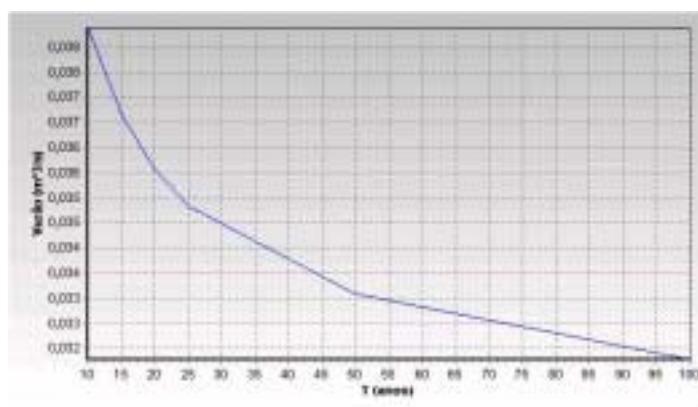


FIGURA 4.1.4 – Valores de vazão mínima anual (m³/s) e tempo de retorno em anos, estimados para a microbacia 37.

4.3. A MICROBACIA HIDROGRÁFICA 106

A microbacia 106 integra a bacia do rio Corumbataí. A FIGURA 4.3.1 demonstra as precipitações médias mensais do período entre 1970 a 2001, e médias mensais para os anos de 2002 e 2003 para a bacia do rio Corumbataí.

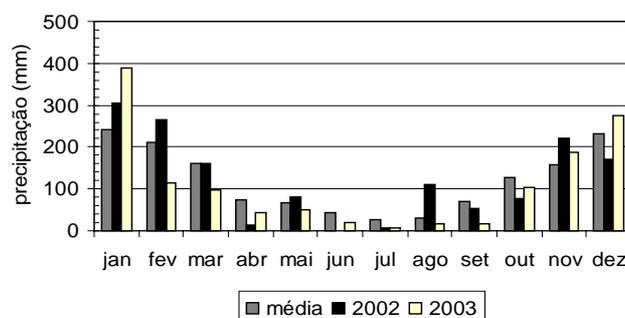


FIGURA 4.1.5 - Precipitações médias mensais (mm) para a bacia do rio Corumbataí. (Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídrico nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2002-2003)

Através do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH), foi realizada a regionalização de vazão para a bacia 106, com resultados das vazões apresentados no QUADRO 4.1.3.

QUADRO 4.1.3 – Vazões média – plurianual e $Q_{7,T}^*$ da bacia 106.

Precipitação anual média (mm):	1401.3
Região hidrológica:	G
Região hidrológica (parâmetro C):	Y
Vazão média plurianual (m^3/s):	0,136

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m^3/s)	0,030	0,028	0,027	0,026	0,024	0,022

* $Q_{7,T}$ - Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T} (m^3/s)$.

Graficamente, os dados do QUADRO 4.1.3 podem ser visualizados na FIGURA 4.1.6.

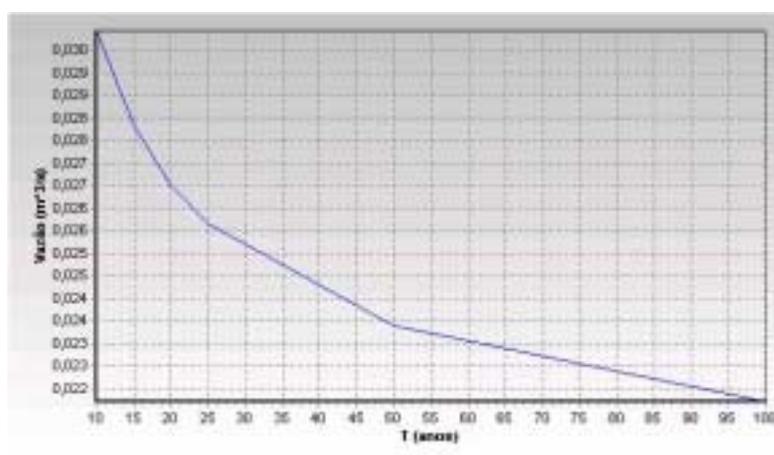


FIGURA 4.1.6 – Valores de vazão mínima anual (m^3/s) e tempo de retorno em anos, estimados para a microbacia 106.

4.4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.

A bacia 28 está ocupada na sua maior parte por matas (aproximadamente 59,4%), seguido por pastagens (18,2 %). A FIGURA 4.4.1 apresenta o mapa de Uso e Ocupação do Solo de acordo com a interpretação por imagem de satélite. O QUADRO 4.4.1 apresenta a área e porcentagem de cada ocupação atual.

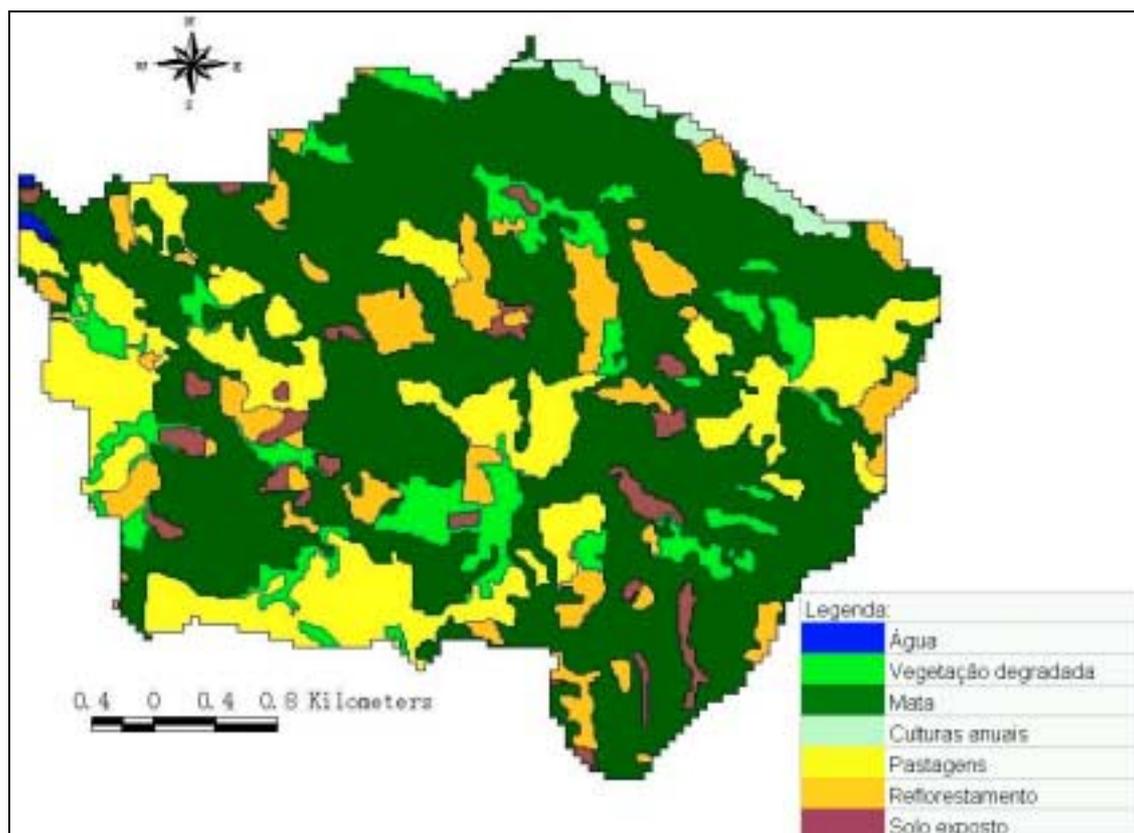


FIGURA 4.4.1 – Mapa de uso e ocupação do solo na microbacia 28.

QUADRO 4.4.1. - Área e porcentagem do Uso e Ocupação do Solo na bacia 28

USO	ÁREA (ha)	(%)
ÁGUA	2,606	0,14676
VEGETAÇÃO DEGRADADA	150,853	8,49518
CULTURA ANUAL	23,853	1,34327
MATA	1054,741	59,39700
PASTO	323,756	18,23209
REFLORESTAMENTO	166,565	9,37999
SOLO EXPOSTO	53,374	3,00572

A bacia 37 está ocupada na sua maior parte por pastagens (aproximadamente 65,88 %), seguido por matas (29,77 %). A FIGURA 4.4.2 mostra o mapa de Uso e Ocupação do Solo, de acordo com a interpretação por imagem do satélite LandSat. A área (ha) e a participação percentual de cada uso e ocupação está no QUADRO 4.4.2.

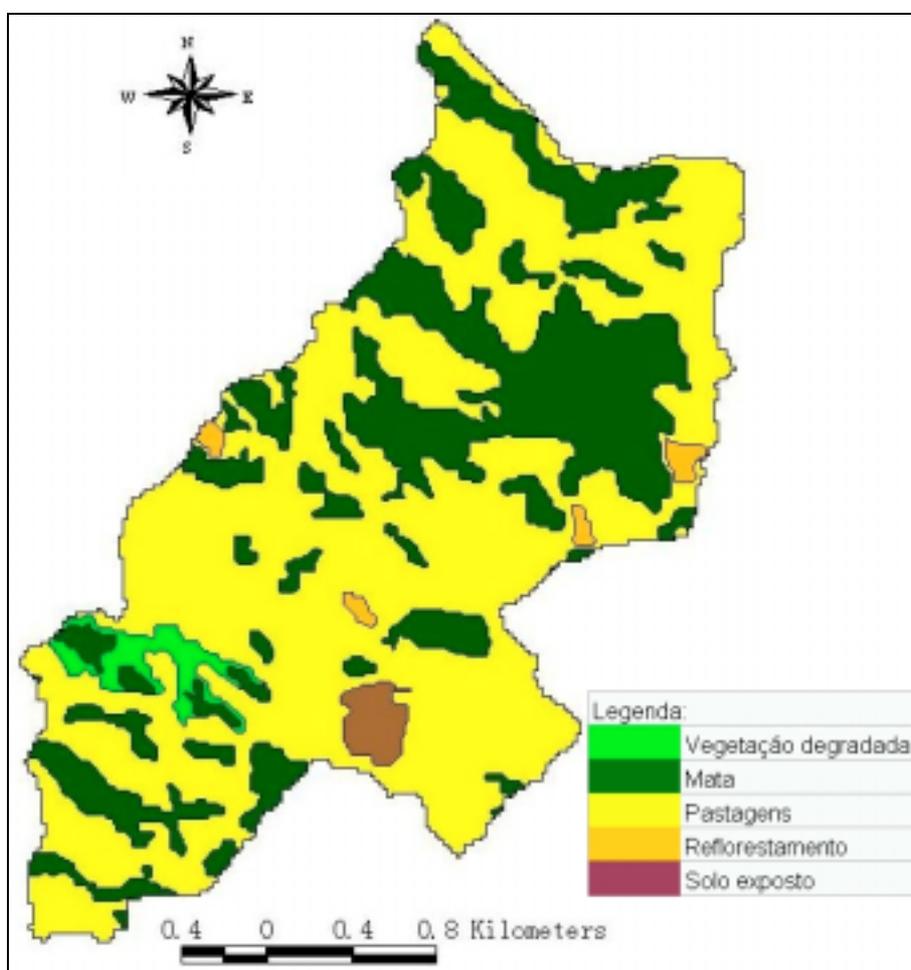


FIGURA 4.4.2 – Mapa de uso e ocupação na microbacia 37

QUADRO 4.4.2 - Área e porcentagem do Uso e Ocupação do Solo na bacia 37.

USO	ÁREA (ha)	(%)
VEGETAÇÃO DEGRADADA	15,034	2,09143
MATA	214,030	29,77436
PASTO	473,572	65,88003
REFLORESTAMENTO	6,940	0,96544
SOLO EXPOSTO	9,264	1,28874

A bacia 106 está ocupada na sua maior parte por pastagens (aproximadamente 43,3 %), seguido por matas (20,44 %). A FIGURA 4.4.3 demonstra o mapa de Uso e Ocupação do Solo, de acordo com a interpretação por imagem do satélite LandSat. A área (ha) e a participação percentual de cada uso e ocupação está no QUADRO 4.4.3.

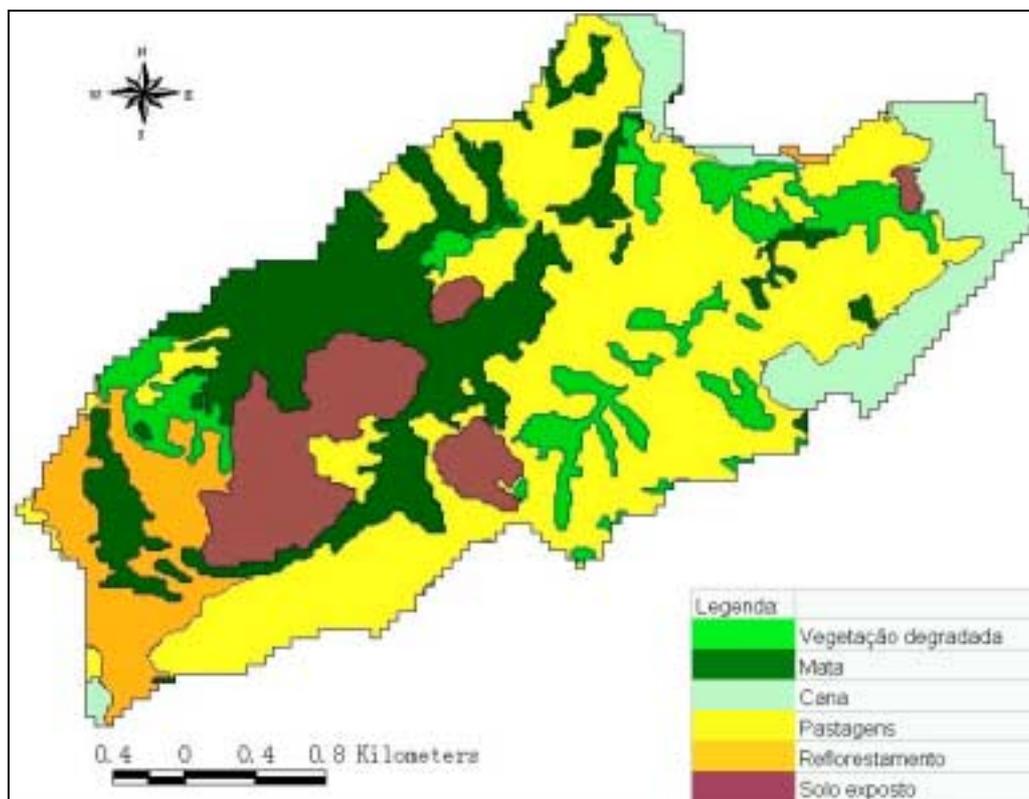


FIGURA 4.4.3 – Uso e ocupação atual na microbacia 106.

QUADRO 4.4.3 - Área e porcentagem do Uso e Ocupação do Solo na bacia 106.

USO	ÁREA (ha)	(%)
CANA	104,412	9,39591
VEGETAÇÃO DEGRADADA	102,108	9,18857
MATA	227,192	20,44472
PASTO	481,206	43,30313
REFLORESTAMENTO	87,235	7,85017
SOLO EXPOSTO	109,097	9,81750

A conformação geométrica do relevo é uma das principais condicionantes das capacidades de uso e ocupação de um terreno. Assim, determinação da declividade do relevo se mostra como importante ferramenta para trabalhos que visem a avaliação dos impactos oriundos das ocupações antrópicas na superfície terrestre, revelando variáveis limitações à ocupação num determinado espaço geográfico e conseqüente conservação dos recursos naturais presentes nessas áreas.

Para a elaboração do Projeto Piloto, foram gerados os mapas de declividade do terreno das microbacias, que são demonstrados nas FIGURAS 4.4.4, 4.4.5 e 4.4.6 a seguir.

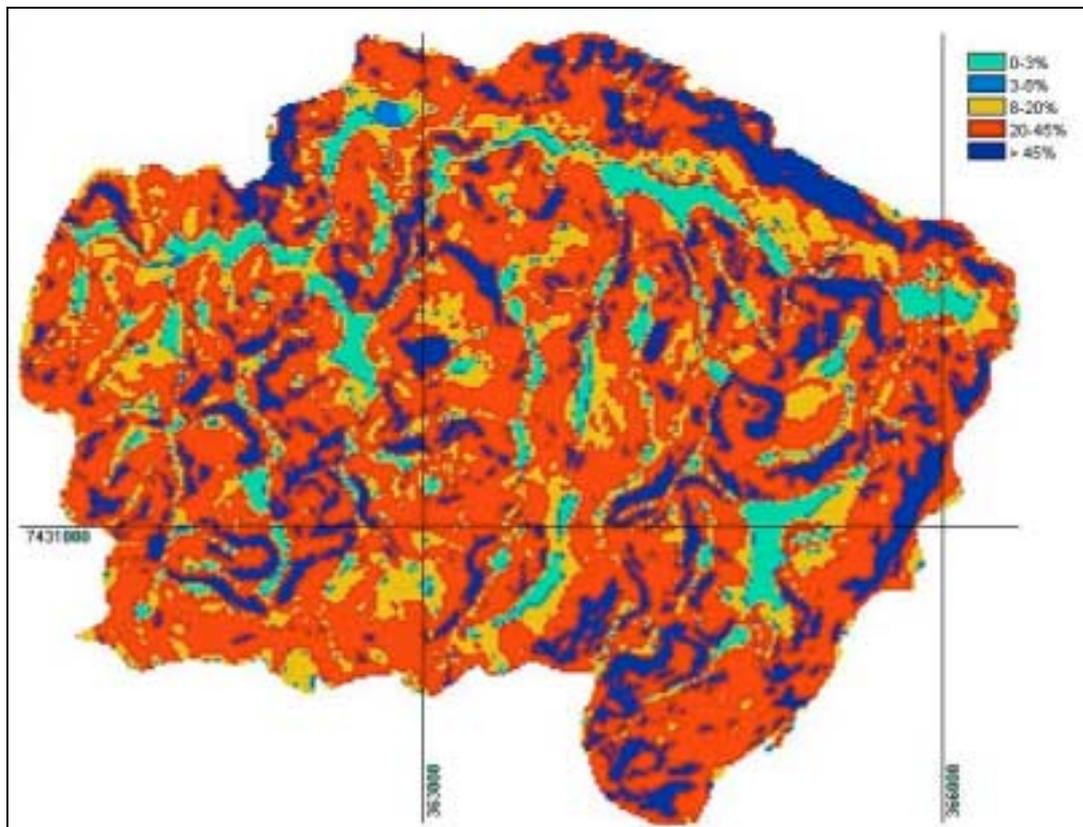


FIGURA 4.4.4 – Mapa de declividade do solo na microbacia 28.

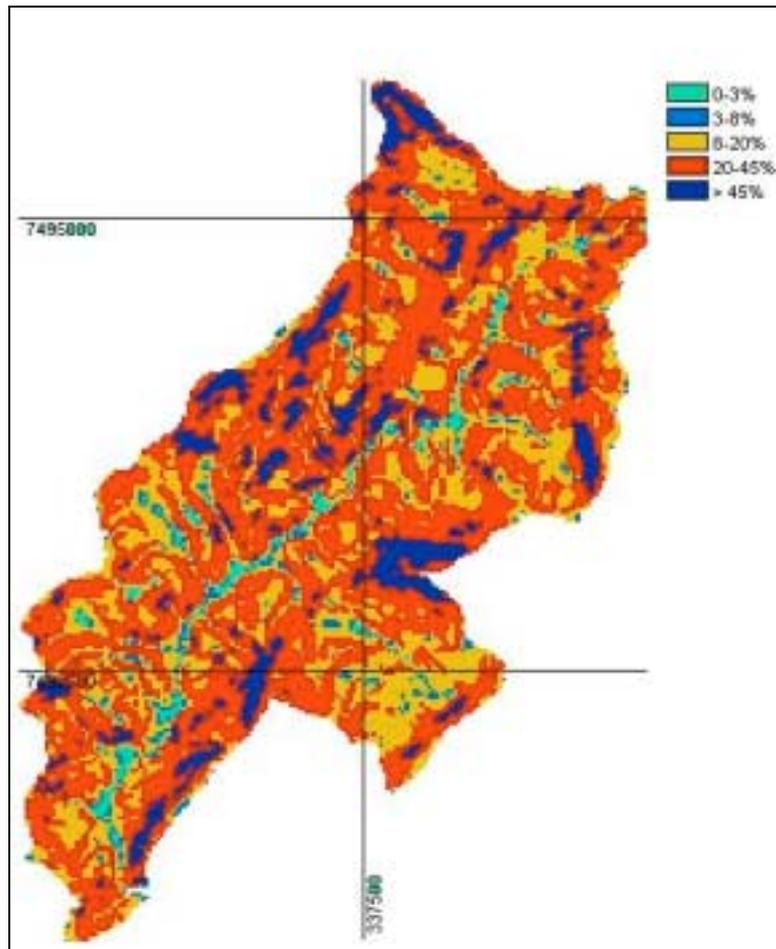


FIGURA 4.4.5 – Mapa de declividade do solo na microbacia 37.

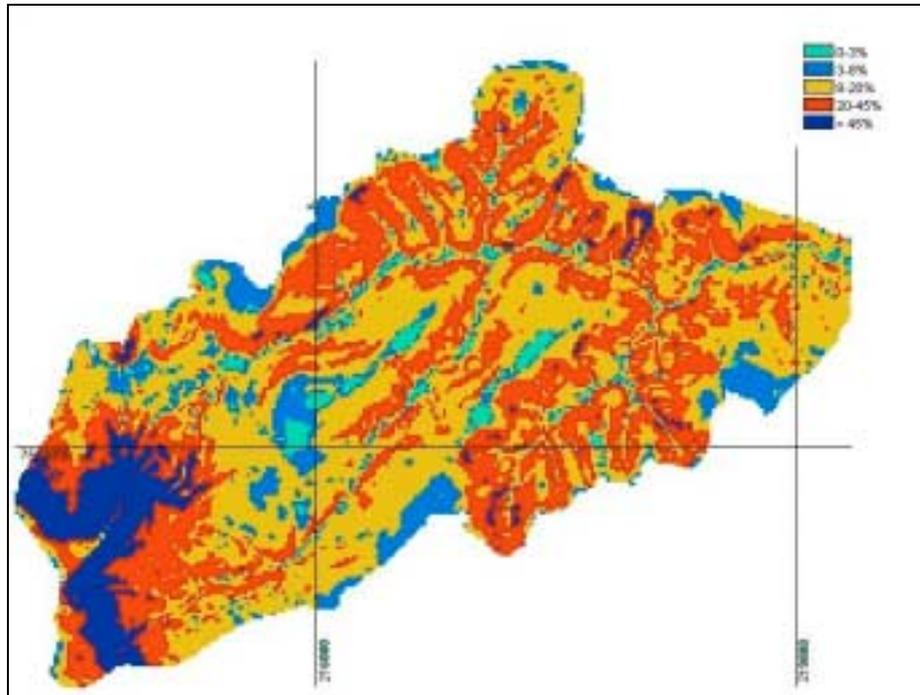


FIGURA 4.4.6 – Mapa de declividade do solo na microbacia 106.

Através do cruzamento com a carta de uso e ocupação do solo e a declividade do terreno, é possível observar-se nas microbacias os conflitos causados pelo uso em locais onde as condições não são compatíveis para aquela finalidade. As FIGURAS 4.4.7, 4.4.8 e 4.4.9 a seguir trazem os cruzamentos entre os mapas de Declividade e o de Uso e Ocupação do Solo para as microbacias 28, 37 e 106 respectivamente.

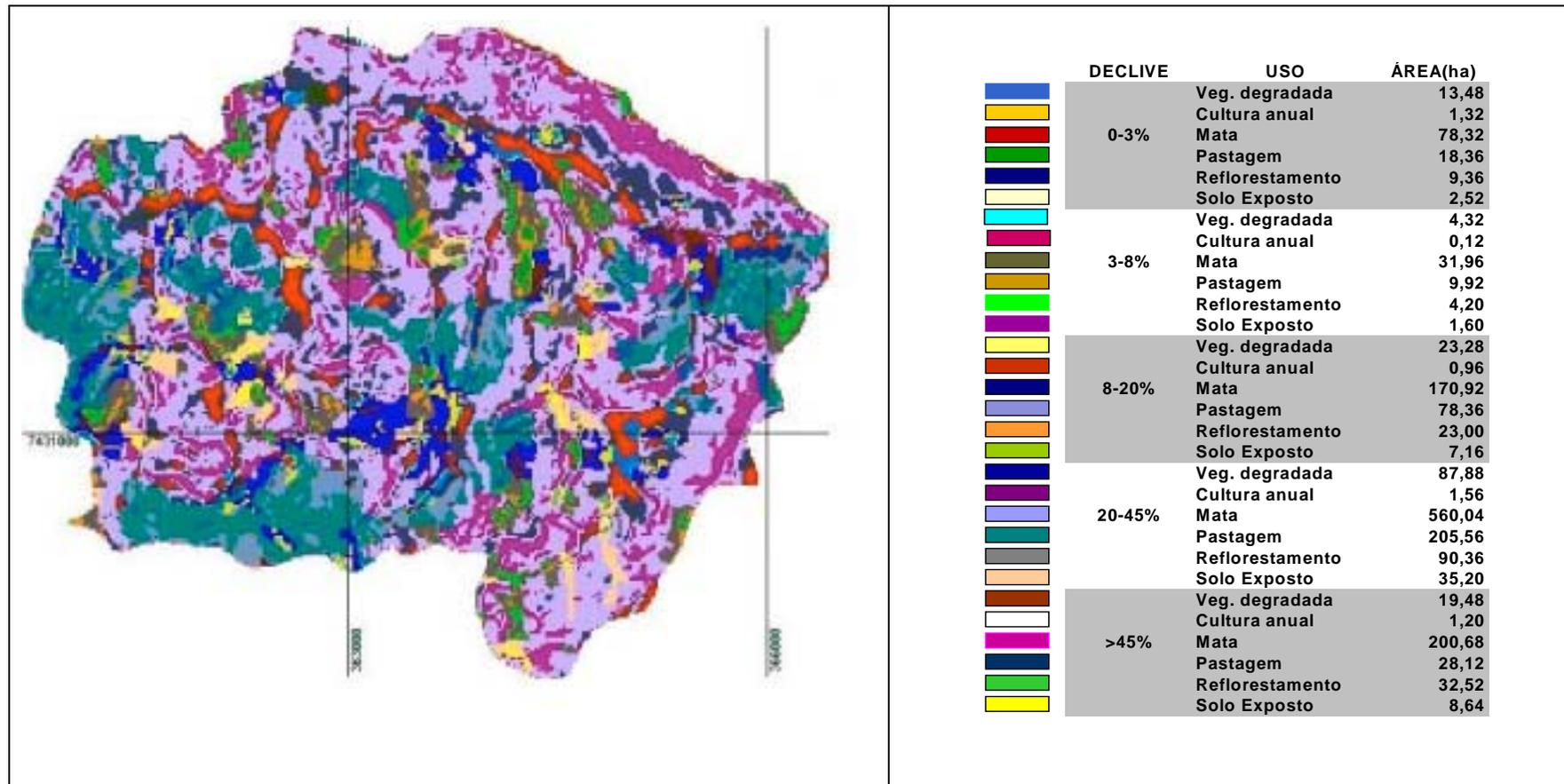


FIGURA 4.4.7 – Cruzamento dos mapas de Uso e Ocupação do Solo com o mapa de Declividade. Bacia 28.

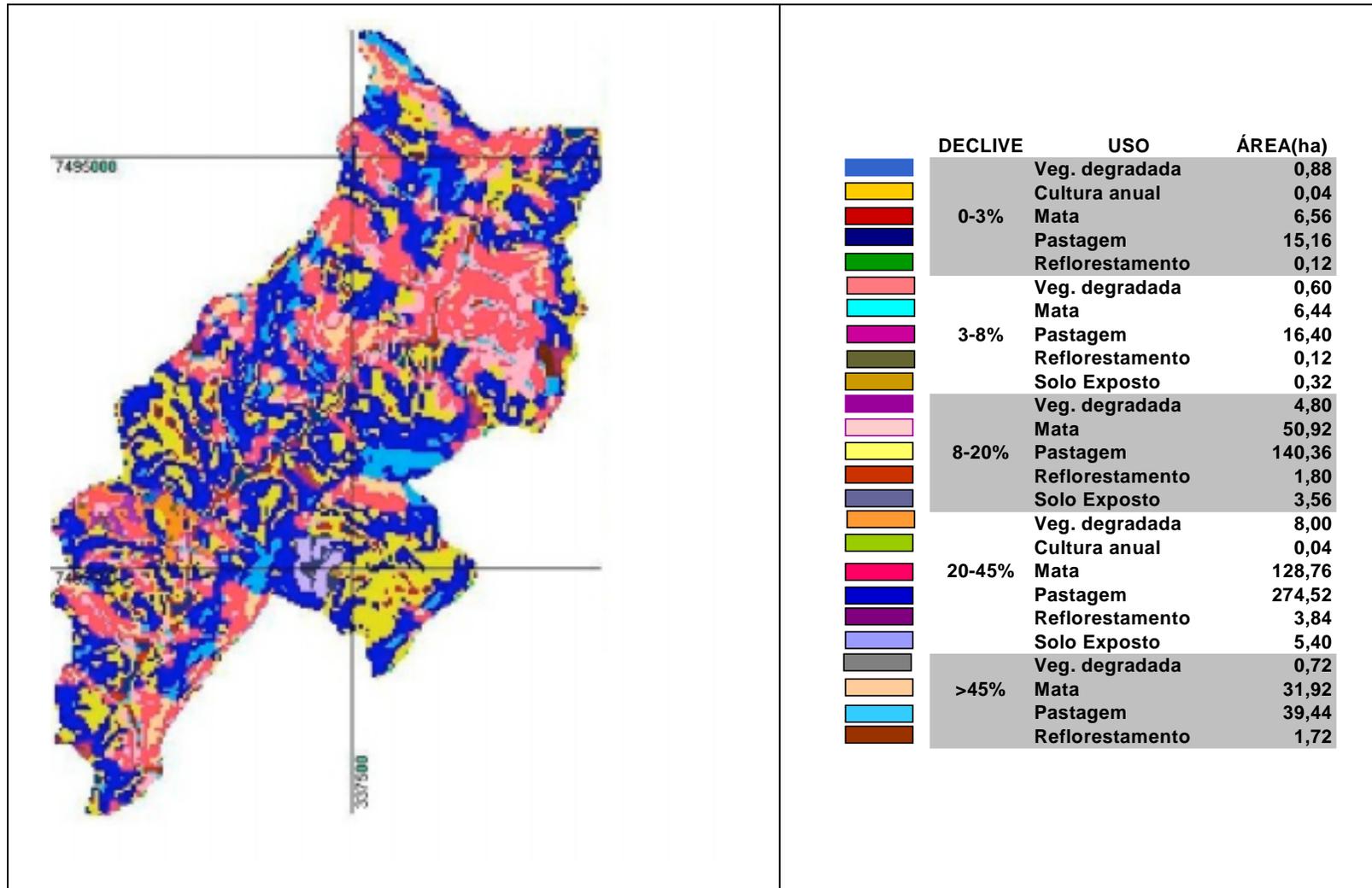


FIGURA 4.4.8 – Cruzamento dos mapas de Uso e Ocupação do Solo com o mapa de Declividade. Bacia 37.

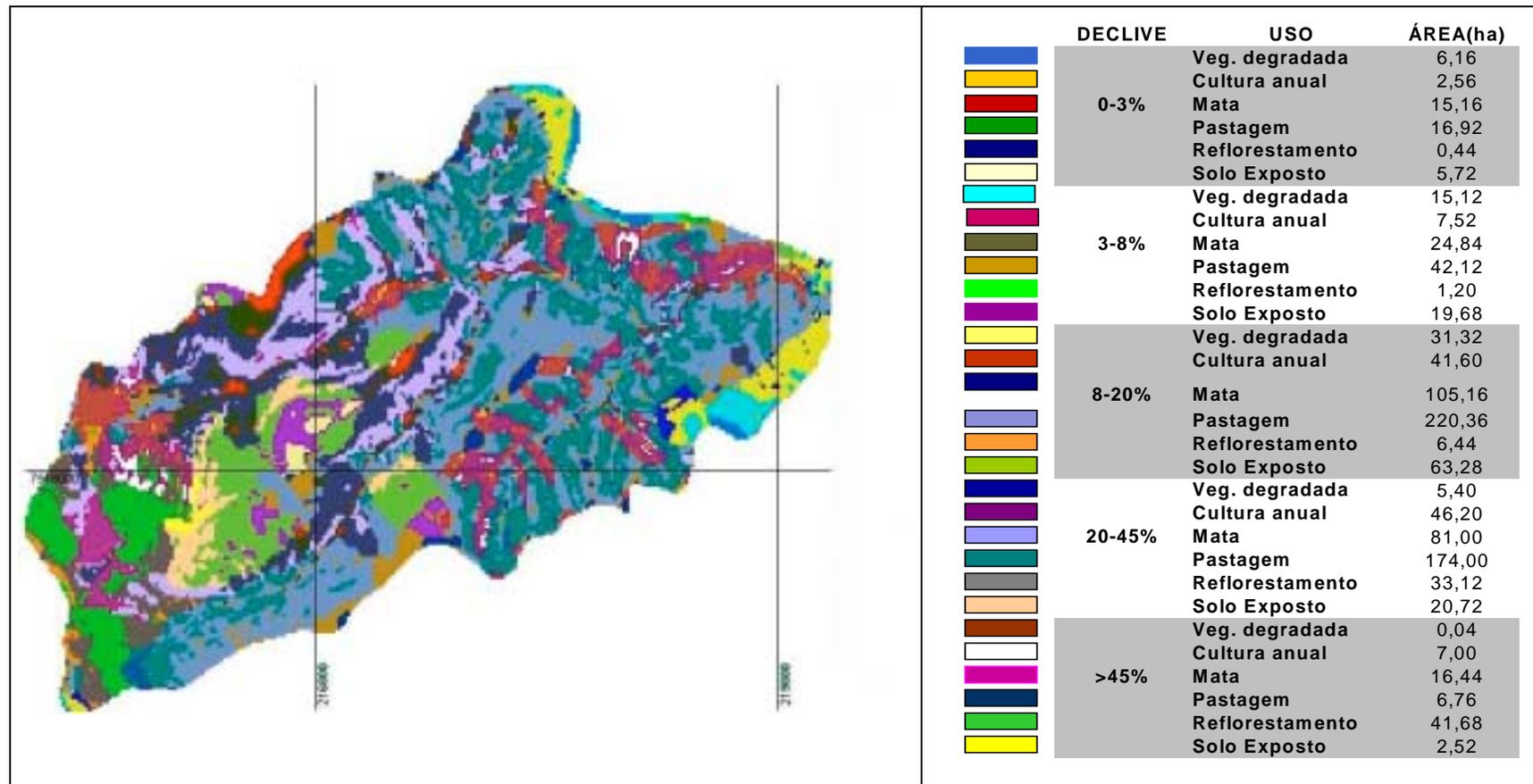


FIGURA 4.4.9 – Cruzamento dos mapas de Uso e Ocupação do Solo com o mapa de Declividade. Bacia 106.

5 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA NAS MICROBACIAS SELECIONADAS – MODELO CONCEITUAL

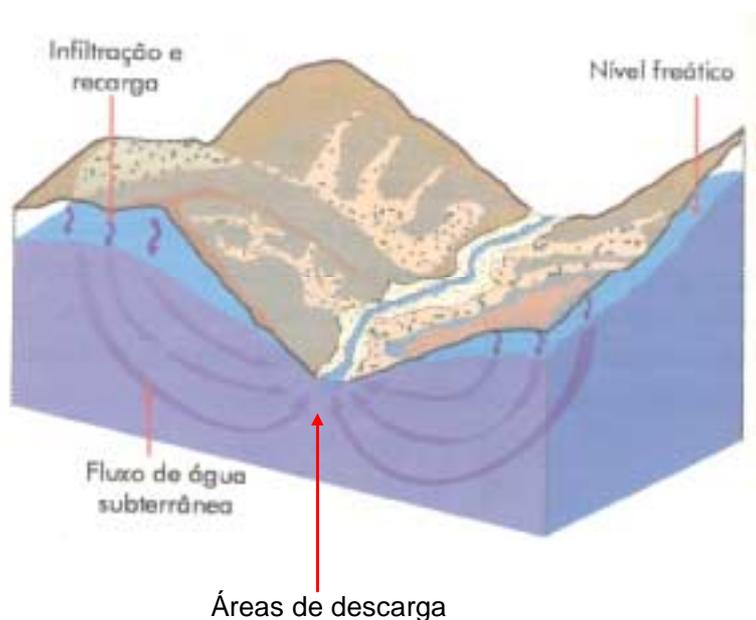
5 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA NAS MICROBACIAS SELECIONADAS – MODELO CONCEITUAL

5.1 – CONCEITUAÇÃO GERAL

A chave para se compreender o modelo conceitual das condições e dos condicionantes de fluxo subterrâneo (águas subterrâneas), bem como suas interações com as águas de chuva e superficiais, com o uso e ocupação do solo e com os usos da água (aspectos quantitativos e qualitativos), encontra-se em uma análise integrada desses diversos compartimentos.

O ponto de partida é o ciclo hidrológico e aspectos conceituais básicos de hidrogeologia. Esses incluem o entendimento das condições de infiltração, recarga e descarga dos aquíferos; os tipos de aquíferos (livre/ confinado; geometria etc.), de porosidade (intergranular, de fraturas/ fissuras) e as condições de fluxo subterrâneo – FIGURAS 5.1.1 e 5.1.2.

A aplicação desses conceitos à realidade das microbacias selecionadas permite compreender como se dá o fluxo subterrâneo em escalas local e regional, bem como subsidia a tomada de decisão sobre ações prioritárias que possam contribuir, mesmo que indiretamente, para o aumento da produção de água.



Tipos de porosidade

Intergranular:



De fraturas/fissuras:



FIGURA 5.1.1 – Infiltração, recarga, fluxo e descarga de águas subterrâneas, e tipos de porosidade (intergranular e de fraturas/ fissuras). Fonte: Teixeira *et al.* (2000).

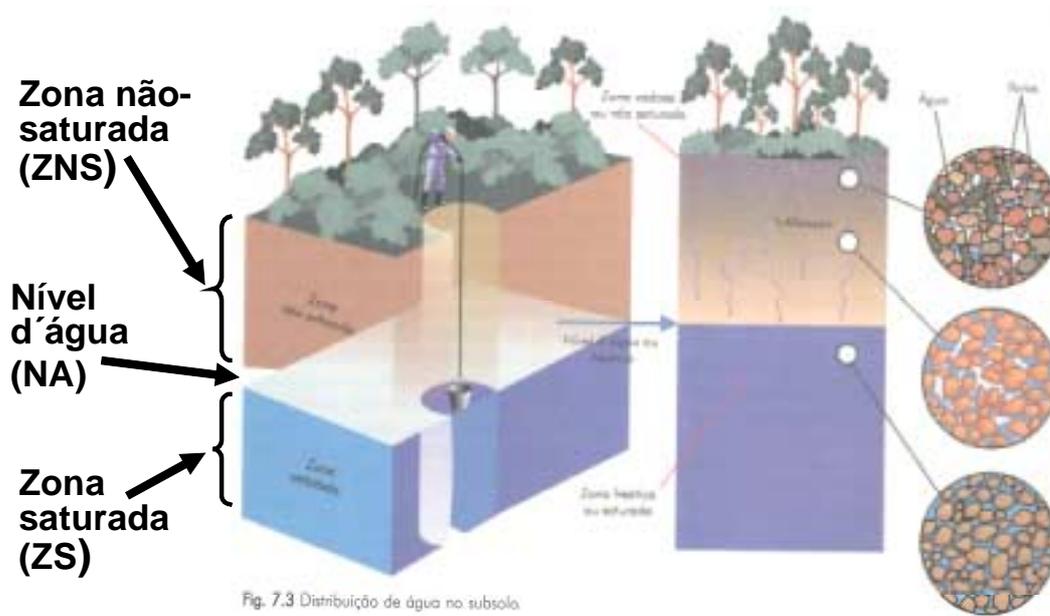


FIGURA 5.1.2 – Distribuição da água no solo: zonas não saturada, saturada e nível d'água/potenciometria (3D). Fonte: Teixeira *et al.* (2000).

Os recursos hídricos subterrâneos constituem a origem do escoamento básico dos rios e representam ricas reservas de água, geralmente de boa qualidade, que dispensam custosas estações de tratamento (SIGRH, 2001).

Partindo-se do conceito fundamental que a água subterrânea é um componente indissociável do ciclo hidrológico, sua disponibilidade no aquífero relaciona-se diretamente com o escoamento básico da bacia de drenagem instalada sobre a área de ocorrência. A água subterrânea constitui então uma parcela desse escoamento, que por sua vez, corresponde à recarga transitória do aquífero (LOPES, 1994).

A recarga transitória média multianual que circula pelos aquíferos livres é a quantidade média de água que infiltra no subsolo, atingindo o lençol freático, formando o escoamento básico dos rios – é a reserva explorável (FIGURA 5.1.3), ou seja, aquela que pode ser captada através de poços sem provocar degradação quantitativa dos mananciais subterrâneos.

Do ponto de vista conceitual, têm-se (LOPES, 1994):

- **Reserva total** = toda água subterrânea do aquífero;
- **Reserva permanente** = volume contido no interior do aquífero abaixo do nível básico de drenagem de uma região, ou seja, abaixo de sua superfície básica;
- **Reserva ativa** = volume contido no interior do aquífero entre a superfície básica e a superfície potenciométrica;
- **Reserva transitória multianual ou reserva reguladora** = **reserva explorável**, que atua diretamente no escoamento básico dos corpos d'água superficiais.

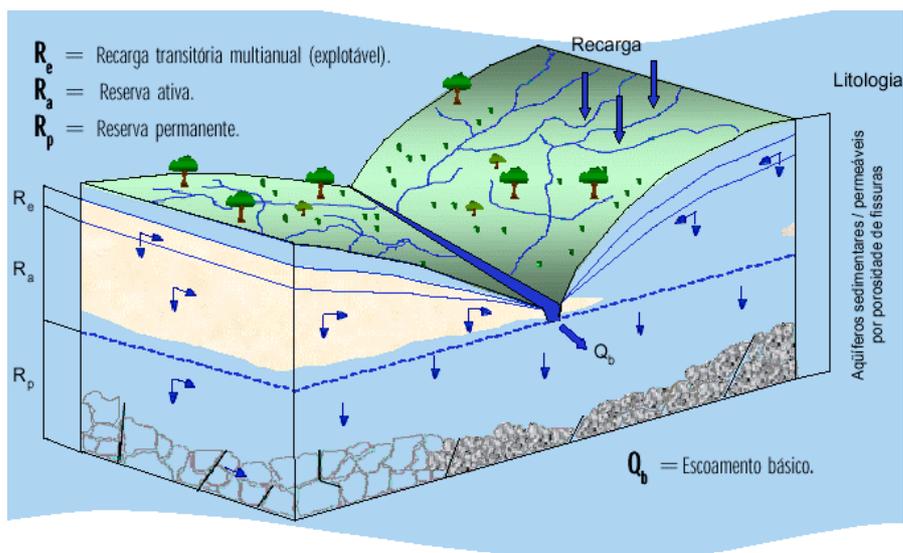


FIGURA 5.1.3 – Tipos de reserva de água subterrânea (SIGRH, 2001).

A estimativa de águas subterrâneas com base na interação com as águas superficiais pode ser um ponto inicial dos estudos, mas é verdade que as águas subterrâneas ainda carecem sobremaneira de estudos efetivamente sistemáticos e que levem em conta as heterogeneidades presentes nas diversas formações geológicas presentes nas bacias do PCJ. Assim, uma demanda inicial é pela execução de estudos básicos que permitam o avanço do conhecimento, pois o nível de informação atual ainda é insuficiente para a confecção de modelos regionais integrados de escoamento superficial – subterrâneo, precipitações pluviométricas e balanços hídricos gerais.

Esses estudos também passam pelo entendimento das principais unidades aquíferas presentes, tanto do ponto de vista regional, quanto local. Como se sabe, no PCJ, há diversas unidades aquíferas principais (FIGURA 5.1.4), cujas características básicas foram apresentadas no Capítulo 5.4, mas há carência de informações sistemáticas e georreferenciadas que permitam uma análise mais precisa.

Dentro de uma visão integrada de recursos hídricos, para se elevar a produção de água, um componente essencial é aumentar a recarga dos aquíferos e preservar as áreas de recarga, notadamente aquelas consideradas preferenciais. Assim, em tese, os aquíferos aflorantes apresentam potencialidade de recarga em toda a sua extensão, mas há locais preferenciais, a depender de propriedades intrínsecas (porosidade, permeabilidade, geologia estrutural, interações águas superficiais-subterrâneas) e das modificações que as atividades antrópicas possam efetuar ou induzir nessas propriedades.

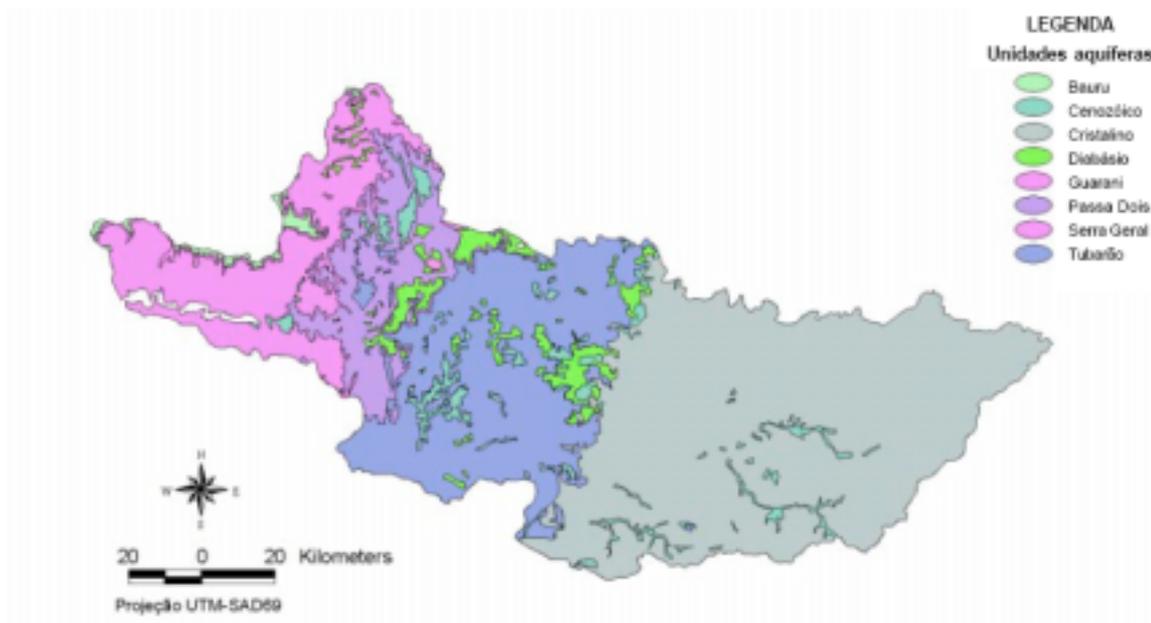


FIGURA 5.1.4 – Principais unidades aquíferas presentes nas bacias do PCJ. Fonte: IRRIGART (2004).

Na prática, se forem adotadas práticas conservacionistas como: o terraceamento; o plantio direto; a conservação de estradas e caminhos; e, a proteção das matas de topo, de encostas e de nascentes, os recursos hídricos da bacia serão muito possivelmente beneficiados. Como já observado, essas ações possibilitam o aumento da infiltração de água no solo, recarregam os aquíferos e podem incrementar o fluxo de água dos rios alimentados por esta bacia, além de poder contribuir para a melhoria das vazões de escoamento nos períodos mais secos. Podem também reduzir a quantidade de material arrastado pelas águas da chuva (sólidos em suspensão), diminuindo a quantidade de sedimentos nos cursos d'água, nas represas e lagos.

O contínuo processo de desmatamento nos topos e nas áreas preferenciais de recarga, como consequência da instalação de pastagens e lavouras, reduz a capacidade de absorção pelo solo das águas das chuvas e aumenta as possibilidades e condições de escoamento superficial. Como resultado, além da diminuição da quantidade de águas subterrâneas repostas por recarga, durante as chuvas mais fortes, a água escorre superficialmente com maior violência, provocando ou intensificando enxurradas, erosões e causando até inundações. Esses processos de degradação podem ser intensificados por ações de impermeabilização do solo, normalmente associados a obras civis.

Quanto à produção de água e pensando nos períodos de estiagem (chuvas escassas ou ausentes), é que a melhor compreensão das interações águas subterrâneas – superficiais deve contribuir positivamente.

5.2 – CONTEXTOS HIDROGEOLÓGICOS DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS SELECIONADAS

As FIGURAS 5.2.1 a 5.2.4 e o QUADRO 5.2.1 apresentam as microbacias hidrográficas selecionadas para esse projeto-piloto no contexto da hidrogeologia regional.

Como se observa, as microbacias 28 e 37 estão nos terrenos cristalinos, portanto apresentando aquíferos de porosidade de fraturas/ fissuras e ou de manto de alteração intempérica. A microbacia 106, por sua vez, situa-se na Bacia do Paraná.

QUADRO 5.2.1 – Principais unidades aquíferas presentes nas microbacias selecionadas.

MICROBACIAS	28 e 37	106
Unidades aquíferas	Cristalino Pré-Cambriano	Bacia do Paraná (aquíferos Guarani e Tubarão; aquíclode Passa Dois)
Características principais dos aquíferos	Aquíferos livres a semi-confinados; porosidade de fraturas/fissuras; manto de intemperismo	Aquíferos livres a semi-confinados; porosidade intergranular
Índice de vulnerabilidade natural dos aquíferos	Não definido	Baixo-alto a alto-baixo

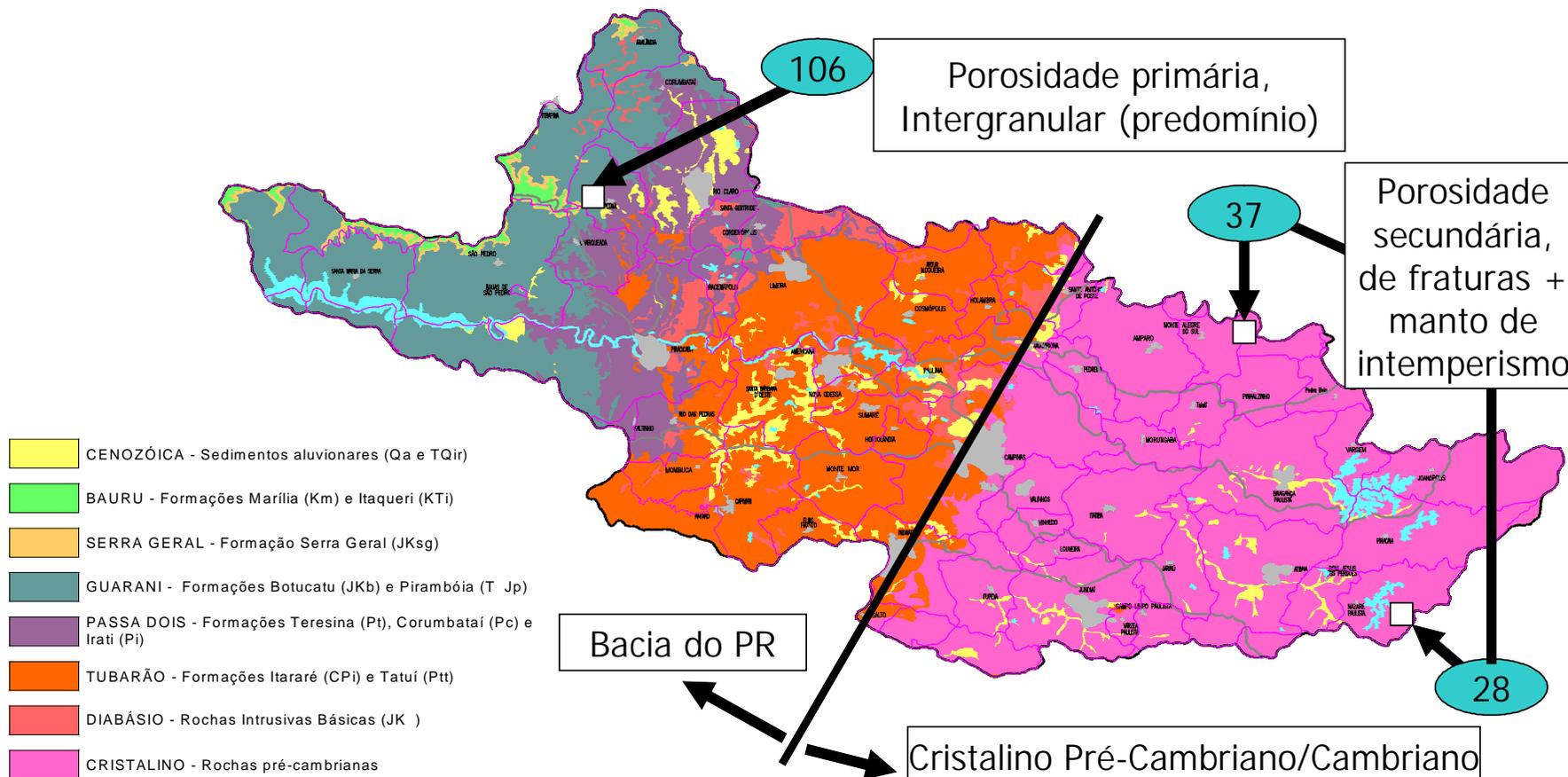
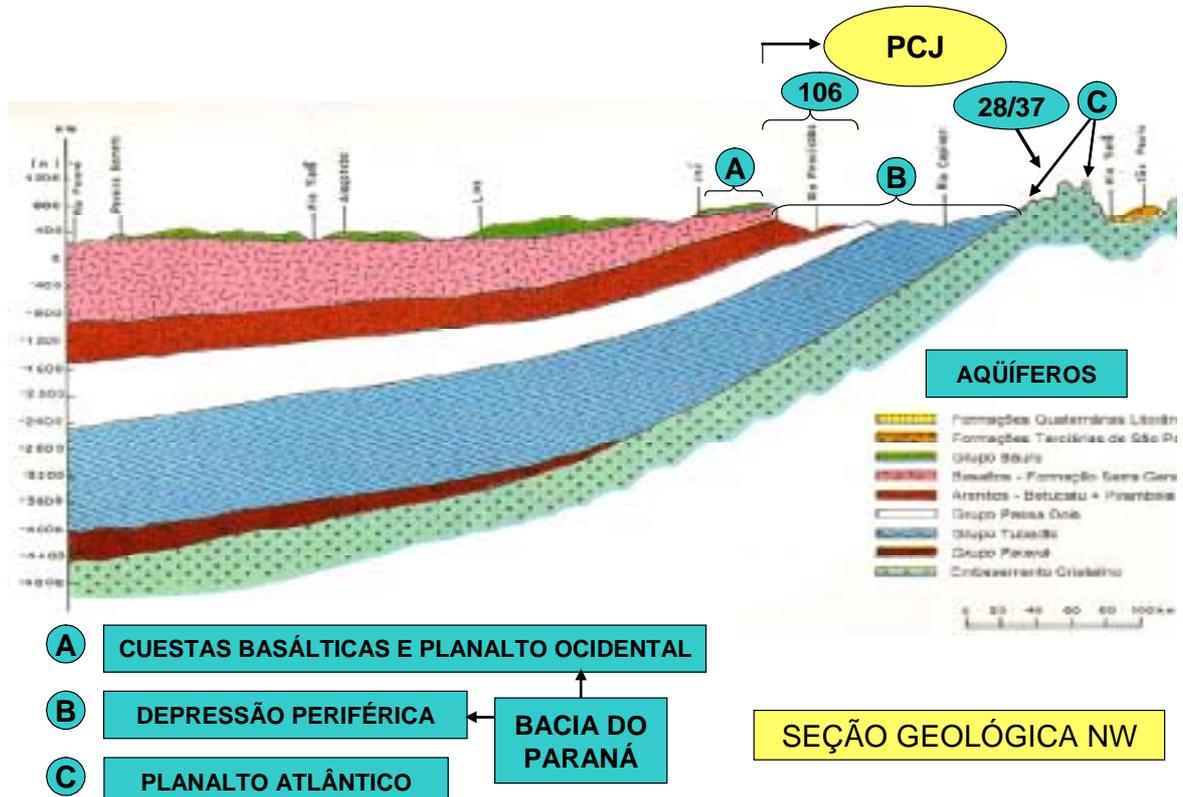
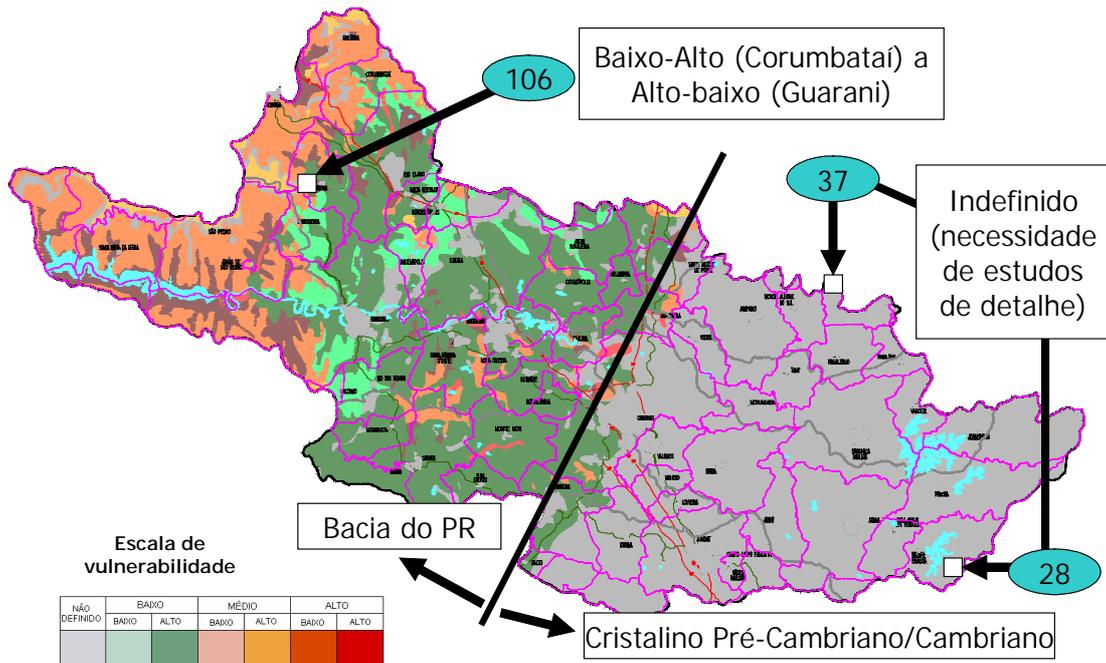


FIGURA 5.2.1 – Situação das microbacias 28, 37 e 106 no contexto das unidades aquíferas presentes nas bacias do PCJ.

FIGURA 5.2.2 – Situação das microbacias 28, 37 e 106 no contexto da vulnerabilidade natural dos aquíferos presentes nas bacias do PCJ.



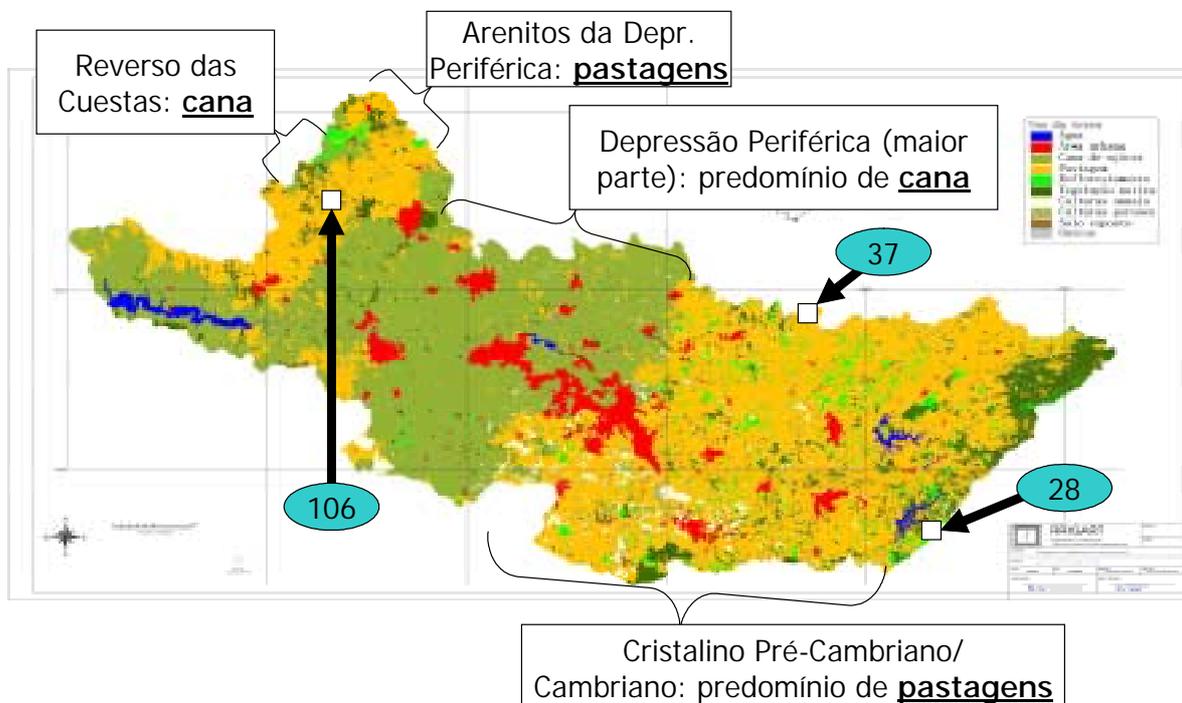


FIGURA 5.2.4 – Situação das microbacias 28, 37 e 106 no contexto do uso e ocupação do solo e correlações com as principais unidades geológicas e geomorfológicas das bacias do PCI.

5.2.1. Hidrogeologia da Microbacia Hidrográfica 106

Os principais compartimentos presentes na microbacia 106 são apresentados na FIGURA 5.2.1.1. De oeste para leste, tem-se: serra de Itaqueri (relevo acidentado – indicação em 1) e a Depressão Periférica (2A e 2B), na qual se encontram, livres ou semi-confinadas, as principais unidades aquíferas locais. Ambos estão na Bacia do Paraná.

As principais unidades aquíferas presentes na microbacia 106 são (FIGURAS 5.2.1.2 e 5.2.1.3): o Guarani (rochas e solos arenosos), principalmente em sua porção livre, e o Tubarão (não aflorante), “semi-confinado” pelos pacotes lamíticos do Grupo Passa Dois, por vezes com interferências de intrusões básicas (diabásios).

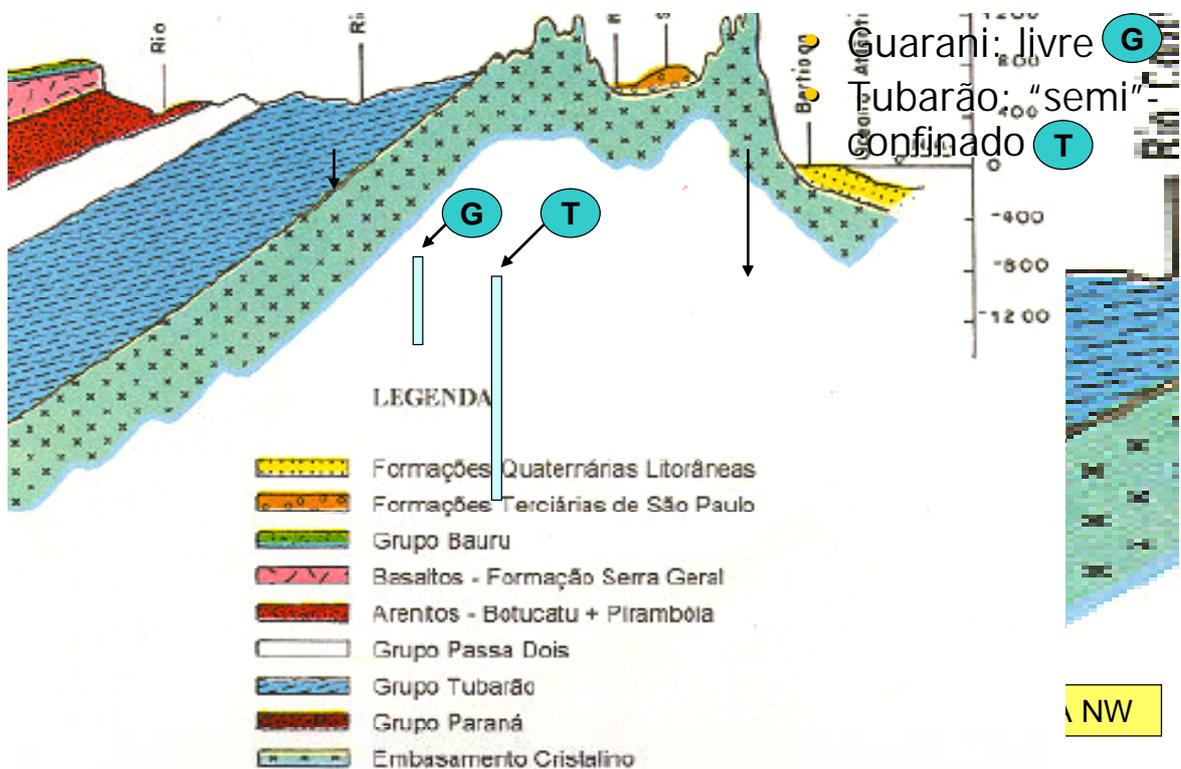
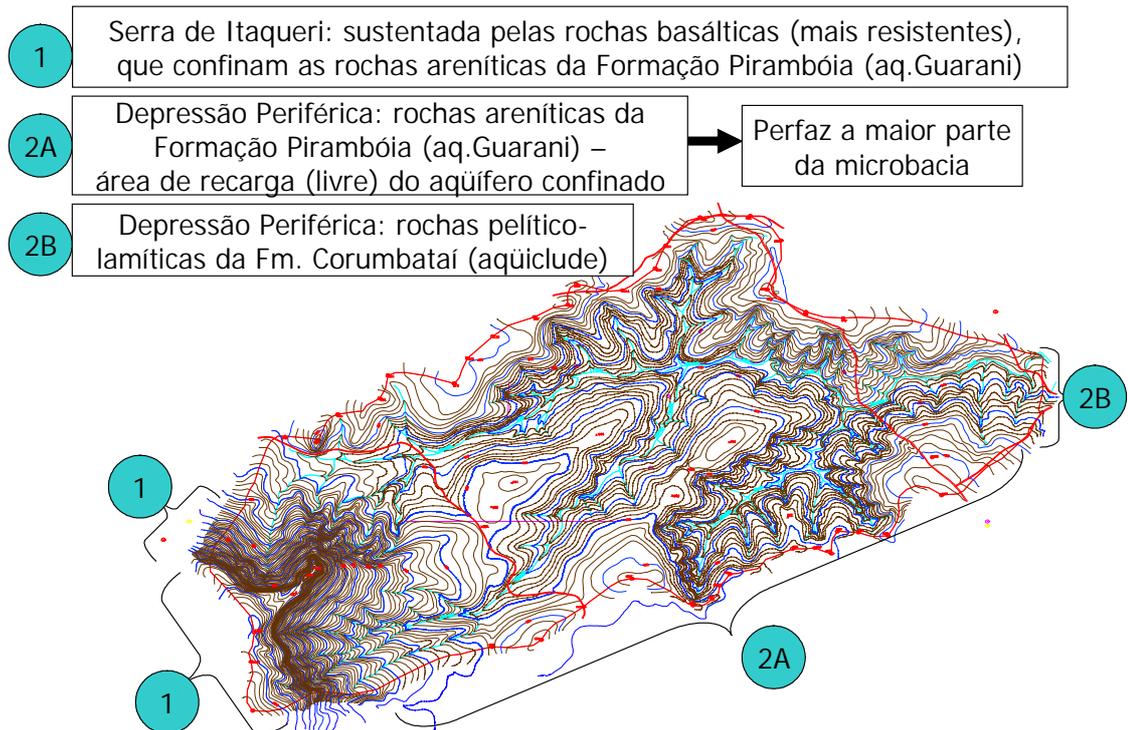


FIGURA 5.2.1.1. – Principais compartimentos presentes na microbacia 106.

FIGURA 5.2.1.2.– Perfil SW-NE com as principais unidades aquíferas presentes na microbacia 106.

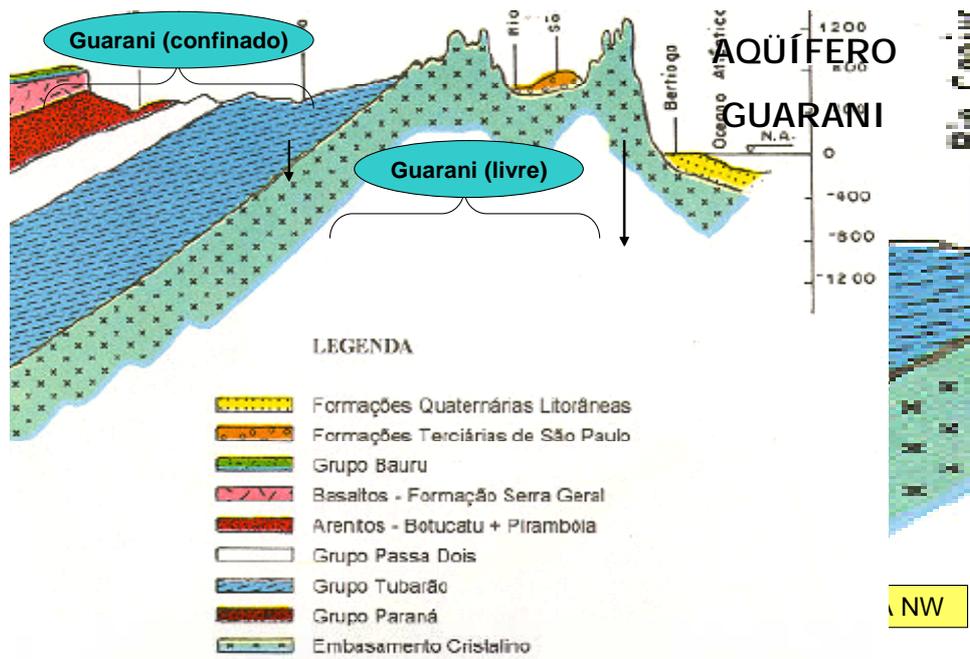


FIGURA 5.2.1.3 – Perfil SW-NE com as situações presentes na microbacia 106 do aquífero Guarani, com porções livre e confinada.

Dados de poços da região são apresentados nos QUADROS 5.2.1.1 a 5.2.1.3, mas não foram encontrados poços especificamente localizados na microbacia 106. Esses dados, no entanto, permitem correlações úteis, notadamente na previsão de vazões típicas dos aquíferos explorados.

Os dados regionais médios por unidade aquífera são apresentados no QUADRO 5.2.1.4. Nota-se que a grande maioria dos poços (27 dos 29 com dados disponíveis na região, ou seja, 93,1%) são do aquífero Guarani, mas relativos principalmente à Formação Pirambóia. Dados médios dessa unidade aquífera são: Q média = $31,3 \text{ m}^3/\text{h}$ e profundidade de nível estático = 39,7m. Um dado infelizmente não disponível é o de nível dinâmico, que permitiria a verificação de outro indicador hidrogeológico importante: a vazão específica.

QUADRO 5.2.1.1 – Dados de poços situados no município de São Pedro.

MUNICÍPIO: SAO PEDRO											
N.	Folha IBGE	Código Poço	Aqüífero	UTM Norte (Km)	UTM Leste (Km)	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Prof. - Nível Estático (m)	Cota (m)
1	246	5	GUARANI	7503,35	199,30	0,00	24	30	12	18,30	-
2	246	6		7504,55	201,35	25,14	20	30	12	28,25	546,75
3	246	12		7504,98	200,07	5,00	04	30	12	54,50	-
4	246	13		7505,10	200,12	5,50	20	30	12	30,00	-
5	246	14		7508,16	201,70	1,50	20	30	12	165,00	971,00
6	246	16		7503,99	202,11	4,68	01	30	12	30,00	-
7	246	17		7504,56	202,00	6,00	10	30	12	65,00	-
8	246	18		7495,28	208,83	15,00	13	30	12	44,20	520,00
9	246	19		7508,45	203,00	4,00	06	24	12	27,00	600,00
10	246	20		7508,44	202,66	4,50	16	24	12	27,60	607,00
Valores médios				-	-						-

Fonte: DAEE (2004).

QUADRO 5.2.1.2 – Dados de poços situados no município de Itirapina.

MUNICÍPIO: ITIRAPINA											
N.	Folha IBGE	Código Poço	Aqüífero	UTM Norte(Km)	UTM Leste(Km)	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Prof. - Nível Estático(m)	Cota (m)
1	191	1	GUARANI	7537,15	210,50	90,00	20	30	12	12,79	-
2	191	6		7544,45	202,75	100,00	20	30	12	32,20	730,00
3	191	107		7539,31	215,77	50,00	11	20	12	25,00	819,00
4	191	111		7544,58	209,88	13,00	07	30	12	20,40	790,00
5	192	2		7537,96	220,08	4,00	01	30	12	45,67	-
6	192	4		7538,25	219,85	20,00	20	30	12	52,40	860,00
8	217	2		7535,16	210,28	25,00	20	30	12	27,50	780,00
9	217	3		7535,28	210,05	25,00	20	30	12	24,80	780,00
10	217	5		7531,55	210,75	25,00	10	30	12	40,07	730,00
11	217	6		7536,55	210,20	70,00	04	30	12	0,00	770,00
12	217	7		7536,44	209,87	143,90	20	30	12	5,45	770,00
Média - Guarani				-	-						-
7	192	6	SERRA GERAL	7537,74	217,25	10,8	12	20	12	42,8	835,00

Fonte: DAEE (2004).

QUADRO 5.2.1.3 – Dados de poços situados no município de Ipeúna.

MUNICÍPIO: IPEUNA											
N.	Folha IBGE	Código Poço	Aqüífero	UTM Norte(Km)	UTM Leste(Km)	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Prof. - Nível Estático(m)	Cota (m)
1	218	1	GUARANI	7516,19	219,70	0,00	00	0	0	5,00	624,00
2	218	2		7516,30	219,90	0,00	00	0	0	9,00	624,00
4	218	61		7515,33	223,24	20,00	03	30	12	75,25	621,00
Média - Guarani				-	-	20,00	03	30	12	75,25	-
3	218	3	PASSA DOIS	7516,10	220,97	0,00	00	0	0	77,17	625,00

Fonte: DAEE (2004).

QUADRO 5.2.1.4 – Dados regionais médios de poços situados nos arredores da bacia 106.

Aqüífero	Vazão(m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Nível Estático(m)
GUARANI	31,3	12,7	29,0	12,0	39,7
SERRA GERAL	10,8	12	20	12	42,8
PASSA DOIS	-	-	-	-	77,17
TUBARÃO	nd	nd	nd	nd	Nd

Fonte: DAEE (2004). nd = não disponível.

Poços tubulares típicos nesse aquífero e na região da microbacia 106 apresentam características construtivas tais quais aquelas apresentadas na FIGURA 5.2.1.4. As rochas e o solo expostos na microbacia do aquífero Guarani são tipicamente arenosos, como no afloramento da foto (FIGURA 5.2.1.4).

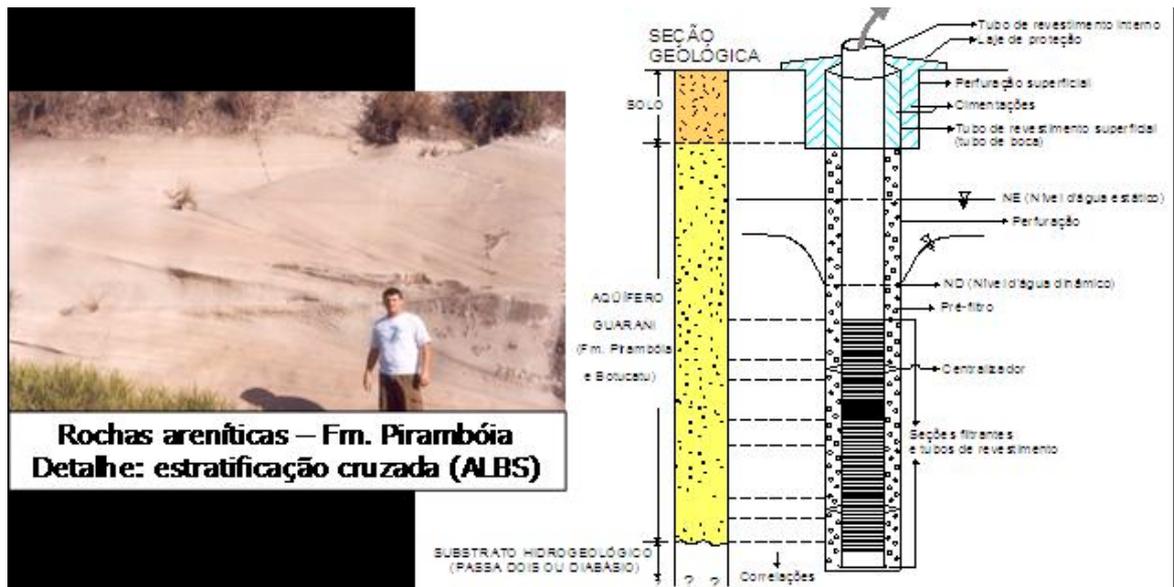


FIGURA 5.2.1.4 – Características construtivas típicas de um poço no aquífero Guarani na região da microbacia 106

Deve-se ressaltar que muito embora o aquífero Guarani apresente localmente tendência de alimentar os cursos d'água locais (FIGURA 5.2.1.5), o que na configuração da microbacia 106 daria sentidos de fluxo predominantemente para leste/ sudeste/ nordeste se for considerado o sentido do escoamento superficial (principais drenagens da microbacia e sua conformação fisiográfica), regionalmente, tende-se a um fluxo para o centro da Bacia do Paraná, para oeste (sentido oposto), como se observa na FIGURA 5.2.1.6. Este comportamento regional reflete a potenciometria do aquífero Guarani em suas porções confinadas.

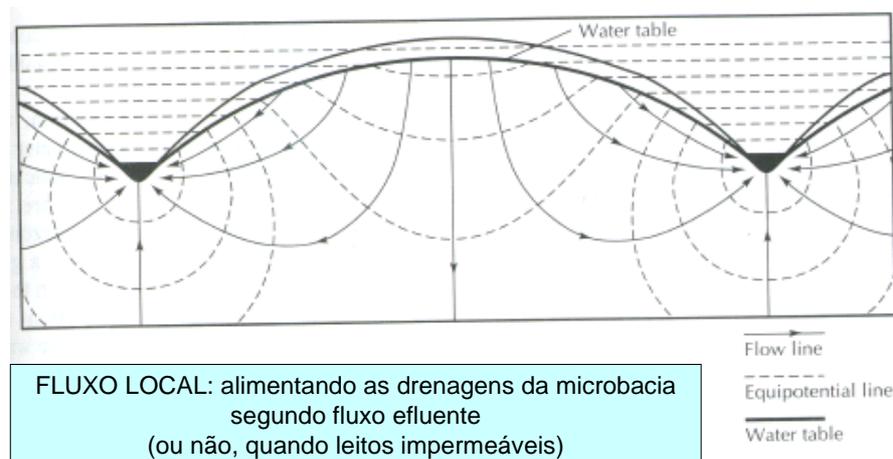


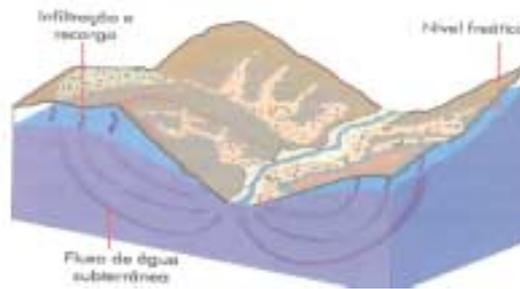
Ilustração: FETTER, C.W. (1994) Applied Hydrogeology. Prentice Hall Ed.

FIGURA 5.2.1.5 – Condições de fluxo subterrâneo locais esperadas para o aquífero Guarani na região da microbacia 106.

Como se verifica pelos QUADROS 5.2.1 a 5.2.4, não há informações de poços explorando águas subterrâneas do aquífero Tubarão nos municípios de Ipeúna, Itirapina e São Pedro. No entanto, a leste da microbacia 106, no município de Santa Gertrudes, há cerca de uma dezena de poços tubulares para abastecimento doméstico ou industrial que captam águas do Tubarão. Para se alcançar este aquífero, que não se encontra aflorante na microbacia 106, é necessário perfurar rochas brandas do Grupo Passa Dois (argilitos, principalmente) e, eventualmente, intrusões ígneas básicas (diabáios). A FIG. 5.2.7 apresenta um esquema típico de extração de águas subterrâneas do aquífero Tubarão para a microbacia 106.

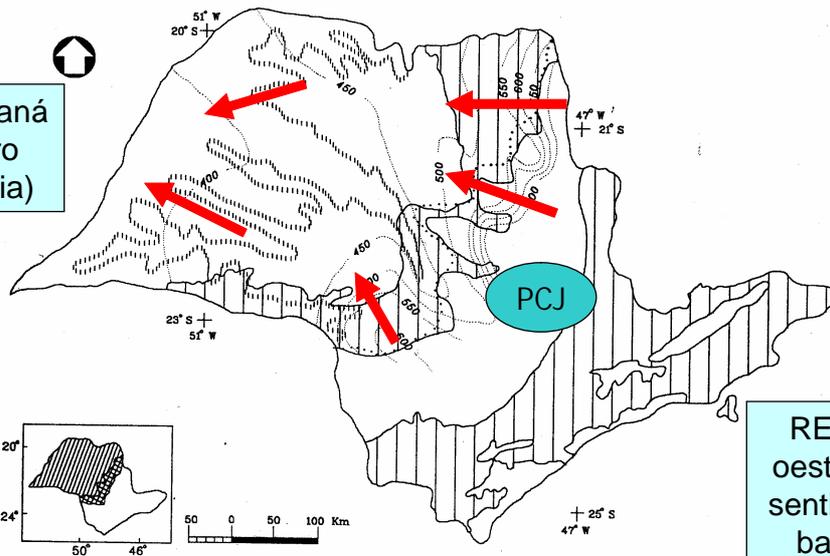
MICROBACIA 106

Guarani:
tendência
regional x
local



LOCAL: alimentando as drenagens da microbacia segundo fluxo efluente (ou não, quando leitos impermeáveis)

Rio Paraná
(centro da bacia)



REGIONAL: para oeste (variável), em sentido ao centro da bacia do Paraná

Potenciometria: aquífero Guarani (CAMPOS, 1993).

FIGURA 5.2.1.6 – Condições e sentidos (flechas vermelhas) de fluxo subterrâneo regionais esperadas para o aquífero Guarani.

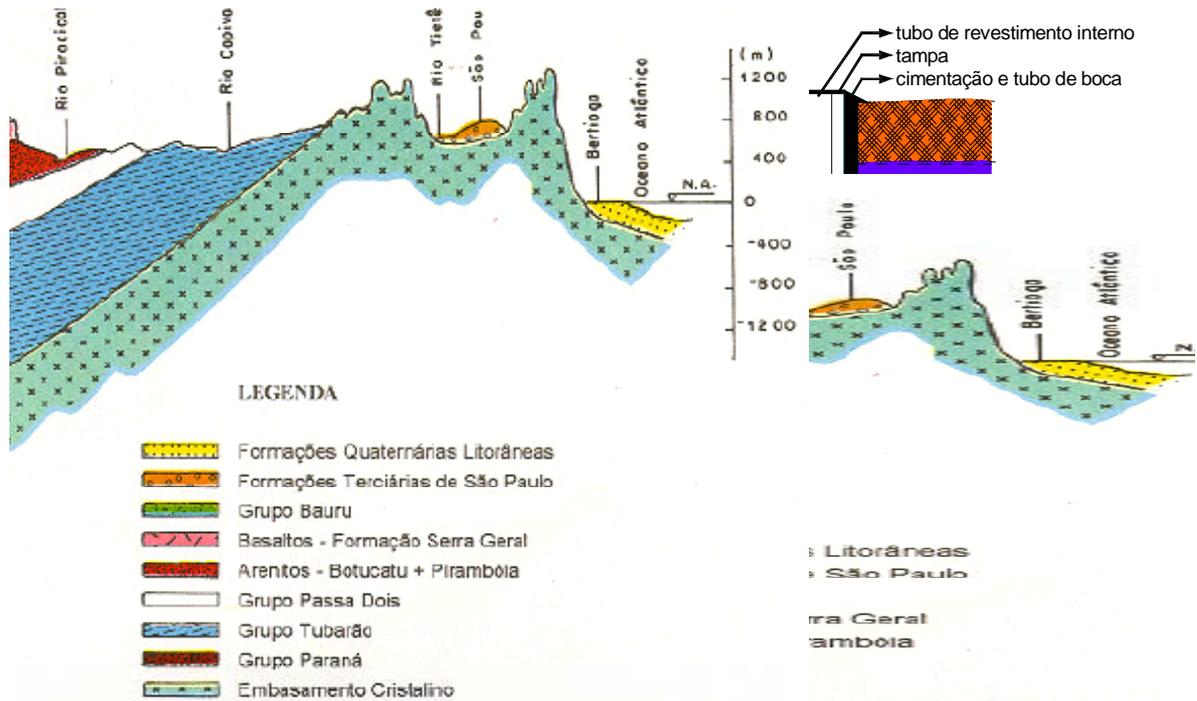


FIGURA 5.2.1.7 – Características construtivas típicas de um poço no aquífero Tubarão na região da microbacia 106.

5.2.2. Hidrogeologia das Microbacias Hidrográficas 28 e 37

As principais características presentes nas microbacias 28 e 37 são apresentadas na FIGURA 5.2.2.1 - ambas situam-se em terrenos cristalinos, portanto com porosidade de fraturas/fissuras, podendo, ainda, apresentar propriedades aquíferas no manto de intemperismo.

E AS MICROBACIAS 28 e 37?
SITUAM-SE NOS
TERRENOS CRISTALINOS...

Porosidade de
fraturas/fissuras:

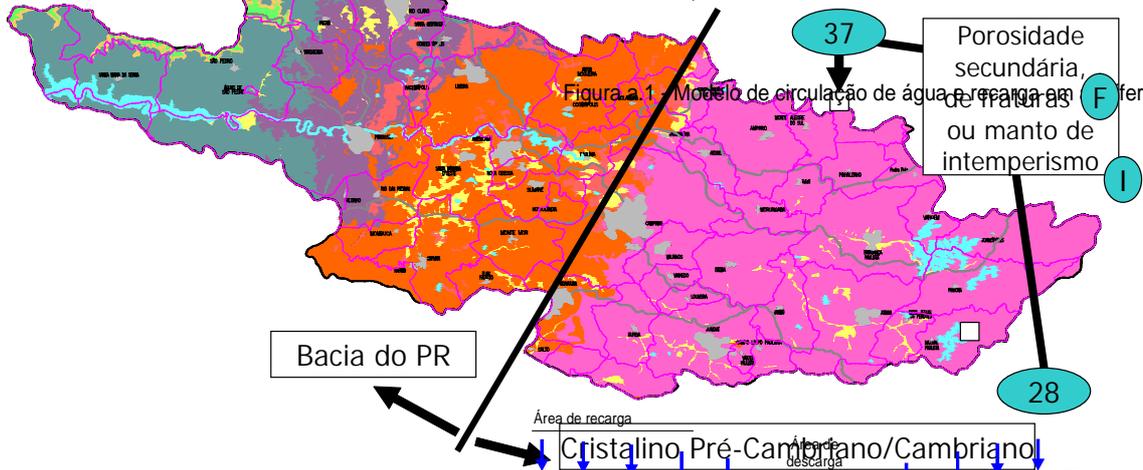
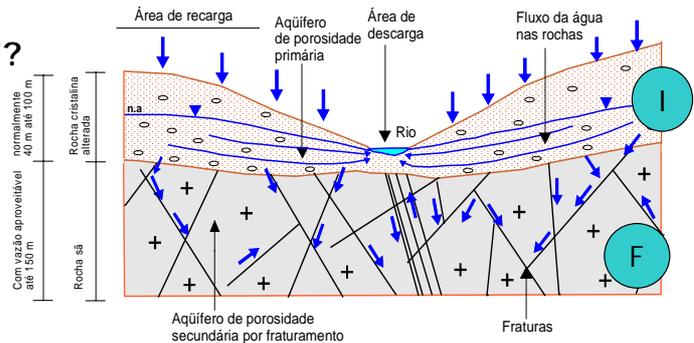


FIGURA 5.2.2.1 – Situação das microbacias 28 e 37 no contexto hidrogeológico regional.

Para este tipo de aqüífero, aspectos construtivos típicos de poços são apresentados na FIGURA 5.2.2.2.

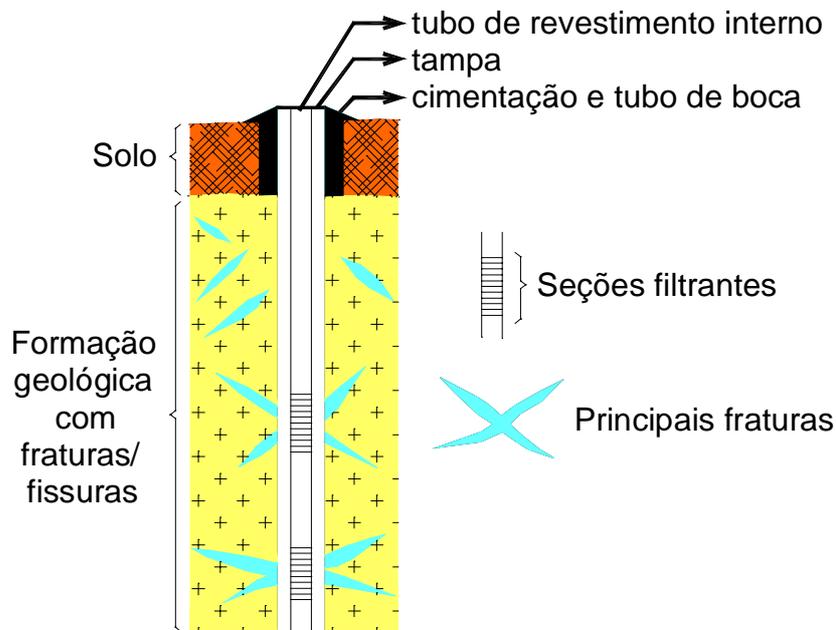


FIGURA 5.2.2.2 – Características construtivas típicas de um poço em aqüíferos cristalinos – microbacias 28 e 37.

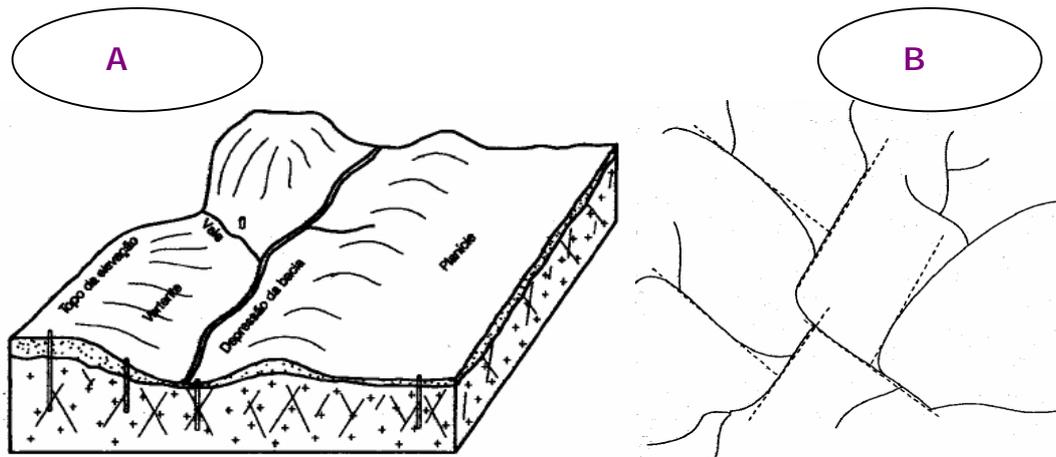
Para se compreender os aquíferos cristalinos, há duas abordagens mais comuns de estudos (Fernades, 1997), ambas complexas pelas intrínsecas heterogeneidades e difícil modelação matemática:

- *Continuum* – a massa fraturada é hidraulicamente equivalente ao meio poroso. Uma vantagem é que se pode aplicar a lei de Darcy e não é necessário desenvolver novas teorias;
- *Descontinuum* – o fluxo é descrito com relação a fraturas individuais ou grupos de fraturas. Diversos fatores influenciam no comportamento das águas subterrâneas em rochas cristalinas (QUADRO 5.2.2.1, FIGURA 5.2.2.3; modificado de CPRM, 1997):

QUADRO 5.2.2.1 - Fatores que influenciam as águas subterrâneas em rochas cristalinas.

Fatores		Influência na	
		Qualidade	Quantidade
Exógenos	Clima	Elevada	Moderada
	Relevo	Moderada	Elevada
	Hidrografia	Moderada	Moderada
	Vegetação	Baixa	Moderada
	Infiltração de Soluções	Baixa	Moderada
Endógenos	Coberturas Sedimentares	Moderada	Elevada
	Constituição Litológica	Moderada	Baixa
	Estruturas	Moderada	Elevada
	Soluções Mineralizantes	Baixa	Moderada

- **Constituição litológica**: diretamente ligada às anisotropias representadas pela existência (ou não) e tipologia de fraturas/ fissuras. Na média, xistos e gnaisses apresentam maiores vazões que granitos sendo que esses últimos podem ser praticamente impermeáveis;
- **Estruturas geológicas**: estruturas regionais, locais e microestruturas. É o fator mais determinante, pois as estruturas geológicas (fraturas, fissuras, falhas, dobras) é que serão os condutos das águas subterrâneas no meio cristalino. Também pode haver condicionamento estrutural das drenagens, como observado na FIGURA 5.3.3;
- **Coberturas alóctones e autóctones**: as coberturas autóctones estão diretamente relacionadas às condições intempéricas (física e quimicamente), portanto sob influência de clima e fisiografia/ topografia; as alóctones ainda dependem das condições em que houve transporte e deposição. Ambas estão influenciadas pelo uso e ocupação do solo;
- **Topografia**: pode haver aderência da superfície potenciométrica à topografia, como foi exemplificado na FIGURA 5.2.5 (pág. 5.1), que também vale para os aquíferos cristalinos;
- **Vegetação**: a atuação da vegetação para proporcionar maiores volumes armazenados de água no subsolo é de maneira indireta, pois na medida que dificulta o escoamento superficial, propicia condições de maior infiltração e recarga;
- **Infiltração de soluções e detritos**: as interações águas de chuva ou de infiltração - solo/ rocha - águas intersticiais, em conjunto com as condições de fluxo é que definirão a qualidade das águas subterrâneas. Por outro lado, soluções encrustantes e detritos poderão obstruir, mesmo parcialmente, as fraturas.



RELEVO: DIFERENTES SITUAÇÕES

HIDROGRAFIA X PRINCIPAIS ESTRUTURAS

FIGURA 5.2.2.3 - Fatores que influenciam as águas subterrâneas em rochas cristalinas. Em “A”, poços situados próximos a drenagens (condições mais favoráveis) e encostas (menos favoráveis). Em “B”, controle estrutural das drenagens. Fonte: CPRM (1997).

Para caracterizar o fluxo em meio descontínuo, também é necessário ter informações sobre: orientação, densidade de fraturamento, grau de conectividade, valor da abertura e rugosidade das fraturas (Fernandes, 1997; CPRM, 1997):

- **Abertura e frequência das fraturas:** é um dos fatores mais importantes para o fluxo na fratura. As expressões que relacionam a abertura com o fluxo indicam que sua influência é cúbica (*cubic law*), ou seja, todo incremento na abertura das fraturas é potencializada ao cubo nas vazões correspondentes (condutividade hidráulica). A abertura das fraturas está relacionada ao regime tectônico imposto à região, sua magnitude e seu tipo (de cisalhamento, distensivo).
- **Conectividade:** será determinada pela amplitude ou persistência das fraturas associada ao número de famílias (conjuntos com atitude próxima) em que elas se agrupam, e ao posicionamento espacial desses conjuntos.
- **Forma e rugosidade das paredes das fraturas:** a rugosidade, juntamente com o gradiente imposto à água nas fraturas, determina o regime de fluxo (laminar ou turbulento) nas fraturas.
- **Preenchimentos:** a possibilidade da ocorrência de preenchimento nas fraturas e a textura desses materiais, argilosa ou arenosa, é outro fator que se sobrepõe às condições do fraturamento.

Essas informações devem ser complementadas com outras ferramentas, como produtos do sensoriamento remoto e levantamento geofísico. Em suma, sem o conhecimento detalhado da geologia estrutural, quer regional, quer local, e em soma a outras técnicas (fotos, imagens, geofísica *e.g.*), não é possível se compreender efetivamente as condições e sentidos preferenciais de fluxos subterrâneos em aquíferos cristalinos.

Todos estes condicionantes (endógenos e exógenos), somados ao uso e ocupação do solo e às condições de exploração (extração de água por poços), estarão definindo as tipologias de fluxo subterrâneo nas microbacias 28 e 37.

As principais características, semelhanças e diferenças entre as microbacias 28 e 37, quanto aos aquíferos cristalinos ali presentes, bem como os estudos necessários nesses locais, são apresentadas nas FIGURAS 5.2.2.4 a 5.2.2.7 de forma esquemática.

MICROBACIA 37: FORTE CONDICIONAMENTO ESTRUTURAL

Vale fluvial principal coincide com estruturas principais de direção NE

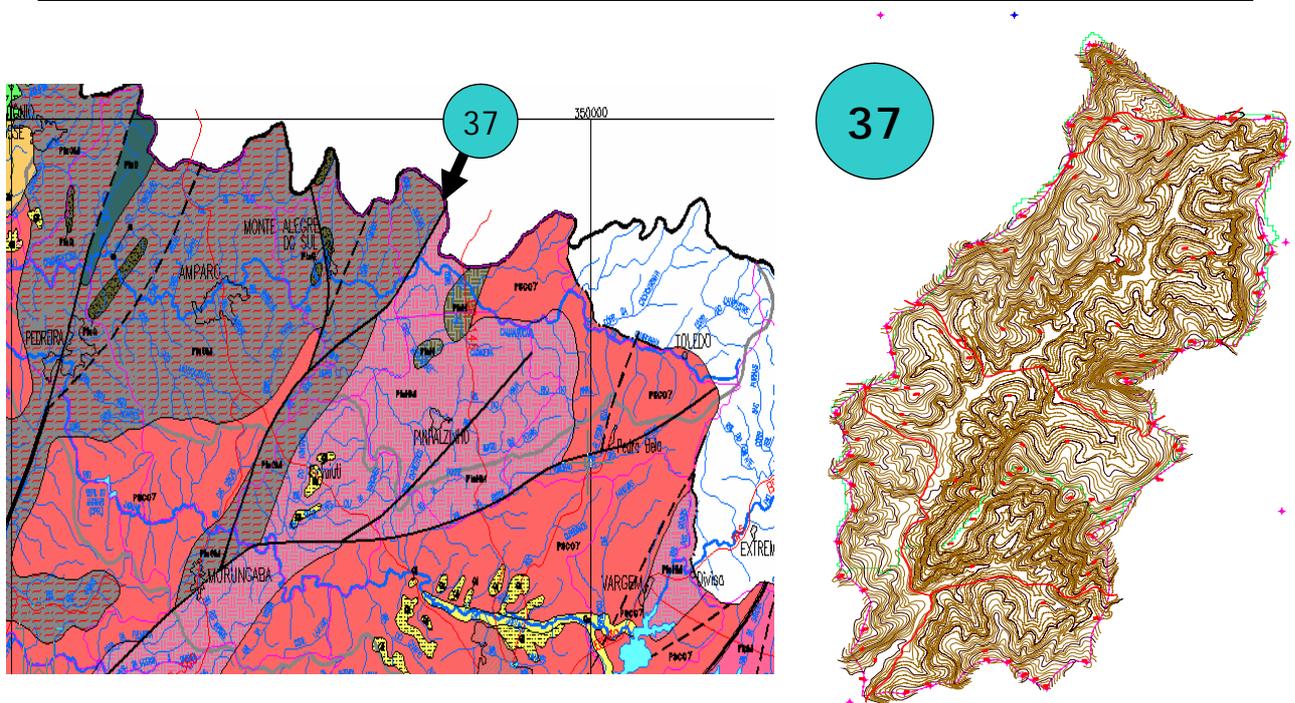
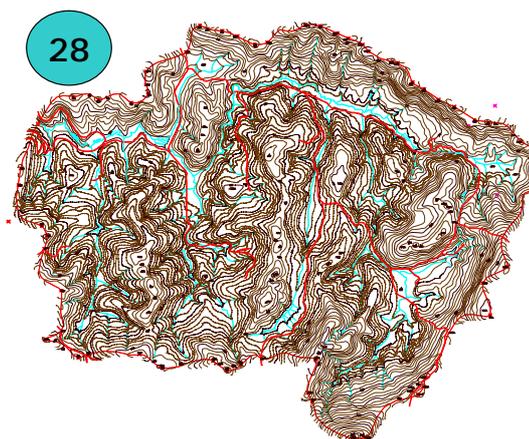


FIGURA 5.2.2.4 – Características da microbacia 37.

MICROBACIA

Embora os meios fraturados sejam intrinsecamente heterogêneos e anisotrópicos, não há na microbacia 28 a pronunciada estruturação (lineamentos regionais NE) que ocorre na 37. Mais na área da área do reservatório de Atibainha, há a falha de Jundiuvira **F**



28

FIGURA 5.2.2.5 – Características da microbacia 28.

MICROBACIAS 28 e 37

Em ambas as microbacias, as condições de circulação de água são os meios fraturados/fissurados, as coberturas alóctones e as zonas de alteração das coberturas autóctones. Importante: na microbacia 28, o nível de base regional é o reservatório Atibainha; na microbacia 37, é o rio Camanducaia. De forma geral, ambas inserem-se no contexto da bacia hidrográfica (diferente de bacia sedimentar!) do rio Paraná.

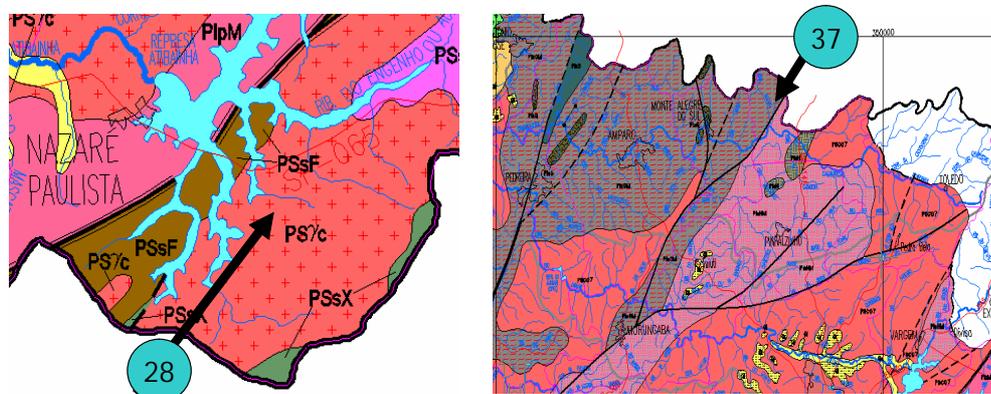


FIGURA 5.2.2.6 - Comparação entre as microbacias 28 e 37.

MICROBACIAS 28 e 37

Para se compreender as condições de fluxo subterrâneo em aquíferos fraturados/fissurados, há necessidade de estudos de detalhe, com ênfase às estruturas e litologias

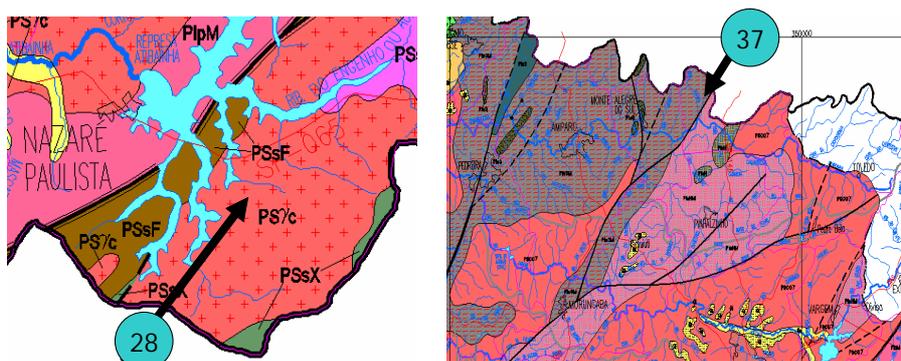


FIGURA 5.2.2.7 – Comparação entre as microbacias 28 e 37: estudos de detalhe.

Dados de poços das regiões das microbacias 28 e 37 são apresentados, respectivamente, nos QUADROS 5.2.2.2 a 5.2.2.4.

QUADRO 5.2.2.2 – Dados de poços situados nos municípios de Nazaré Paulista, nas proximidades da microbacia 28.

MUNICÍPIO: NAZARE PAULISTA											
N.	Folha IBGE	Código Poço	Aquífero	UTM Norte (Km)	UTM Leste (Km)	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Nível Estático (m)	Cota (m)
1	304	2	-	7428,15	359,27	1,00	00	0	0	0,00	0,00
2	304	7	-	7433,04	364,12	0,00	00	0	0	2,00	0,00
3	304	10	CRISTALINO	7439,39	355,06	5,00	01	30	12	3,79	798,00

Fonte: DAEE (2004).

QUADRO 5.2.2.3 – Dados de poços situados no município de Socorro, nas proximidades da microbacia 37.

MUNICÍPIO: SOCORRO											
N.	Folha IBGE	Código Poço	Aqüífero	UTM Norte (Km)	UTM Leste (Km)	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Nível Estático(m)	Cota (m)
1	251	1	-	7501,95	343,00	0,00	00	0	0	0,00	-
2	251	10	CRISTALINO	7496,07	342,21	15,00	18	30	12	12,00	780
3	251	11	CRISTALINO	7496,06	342,22	10,00	18	30	12	12,00	780
4	251	13	CRISTALINO	7502,09	341,35	0,00	00	0	0	0,00	-
5	251	14	CRISTALINO	7492,07	338,95	0,70	20	30	12	25,00	168
6	251	15	CRISTALINO/ SEDIMENTO	7502,48	341,92	7,40	16	24	12	11,20	759
7	251	16	CRISTALINO/ SEDIMENTO	7502,42	341,92	1,00	16	24	12	15,26	-
8	251	17	CRISTALINO/ SEDIMENTO	7502,26	341,90	18,00	16	24	12	4,50	758
9	251	18	CRISTALINO/ SEDIMENTO	7502,41	342,06	6,00	16	24	12	22,70	784

Fonte: DAEE (2004).

QUADRO 5.2.2.4 – Dados de poços situados no município de Pinhalzinho, nas proximidades da microbacia 37.

MUNICÍPIO: PINHALZINHO											
N.	Folha IBGE	Código Poço	Aqüífero	UTM Norte (Km)	UTM Leste (Km)	Vazão (m ³ /h)	Hora/Dia	Dia/Mês	Mês/Ano	Nível Estático (m)	Cota (m)
1	251	25	CRISTALINO	7484,77	334,13	5,00	20	30	12	33,00	914
2	251	26	CRISTALINO	7483,38	338,67	7,20	20	30	12	44,52	913
3	279	21	CRISTALINO	7478,50	334,88	1,20	20	30	12	15,00	-
4	279	33	CRISTALINO	7483,13	334,87	8,00	20	30	12	42,30	930
5	279	38	CRISTALINO	7481,73	337,38	4,60	20	30	12	38,00	960
6	279	39	CRISTALINO	7481,88	336,31	8,00	20	30	12	26,80	870

Fonte: DAEE (2004).

Estes dados revelam vazões relativamente baixas, tipicamente inferiores a 15 ou 20 m³/h, esperadas para aquíferos cristalinos.

5.3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

De forma geral, devem ser considerados os seguintes aspectos no entendimento conceitual hidrogeológico:

- Água subterrânea como recurso hídrico.
- Conhecimentos de hidrogeologia geral (básica).
- Conhecimentos de hidrogeologia regional.
- Conhecimentos de hidrogeologia local.
- Interações com pluviometria e clima.
- Interações com topografia e fisiografia.
- Áreas de recarga/infiltração.
- Interação águas de chuva - águas superficiais – subterrâneas dentro do ciclo hidrológico
- Condições de exploração dos poços (vazões, vazões específicas etc.).
- Interações com diversas atividades humanas.
- Vulnerabilidade natural dos aquíferos e risco de poluição dos mesmos.

De forma específica às microbacias selecionadas, devem ser considerados os seguintes aspectos:

Na microbacia 106:

- Presença dos aquíferos Guarani e Tubarão, com destaque para o Guarani, por ser o aquífero de maior expressão.
- Condições e sentidos de fluxo e suas peculiaridades locais e regionais: Guarani (livre x confinado; sentidos de fluxo regional x local) e Tubarão (“semi”- confinado).

Nas microbacias 28 e 37:

- Presença de aquíferos cristalinos com porosidade de fraturas/ fissuras.
- Possibilidade de se encontrar condições aquíferas (armazenamento e circulação de águas) no manto de intemperismo.
- Necessidade de se estudar e compreender as estruturas geológicas regionais.
- Necessidade de se estudar e compreender as estruturas geológicas locais.
- Necessidade de se estudar e compreender as estruturas geológicas e os níveis de base locais e regionais.

Não obstante os estudos já existentes na literatura, surge a necessidade de se efetuar estudos de detalhe, inclusive experimentais, para a compreensão das heterogeneidades locais e regionais, com vistas a se efetivar uma modelagem das diversas unidades aquíferas presentes nas bacias do PCJ.

6 – REFLORESTAMENTO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS PARA O PROJETO PILOTO

6 – REFLORESTAMENTO DAS MICROBACIAS SELECIONADAS PARA O PROJETO PILOTO

Através do cruzamento dos mapas de declividade e uso e ocupação do solo foram obtidas as áreas de vegetação natural a serem recuperadas ou recompostas, de acordo com a Legislação Ambiental vigente, que assegura como de Preservação Permanente as áreas com declividade maior que 45%, ao longo dos cursos dos rios e nas áreas de nascentes. O QUADRO 6.1 mostra o tamanho das áreas a serem reflorestadas e recuperadas dentro de cada microbacia:

QUADRO 6.1 – Áreas a serem recompostas ou recuperadas nas microbacias prioritárias.

MICROBACIA	APP > 45°		APP CILIAR	
	RECOMPOSIÇÃO	RECUPERAR	RECOMPOSIÇÃO	RECUPERAR
28	37,9 ha	52,0 ha	24,1 ha	24,1 ha
37	39,4 ha	2,4 ha	112,6 ha	3,1 ha
106	16,2 ha	41,7 ha	132,9 ha	33,7 ha

6.1. RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL

Nas áreas de reflorestamento, a quantidade de mudas utilizada por hectare é de 1.667 (espaçamento 3x2), sendo que 50% serão de espécies pioneiras (834 árvores por hectare), 35% de secundárias (583 árvores por hectare) e 15% de clímax (250 árvores por hectare). A área total de reflorestamento das três microbacias é de 363,1 hectares, necessitando 605.298 mudas (302.649 mudas de espécies pioneiras, 211.855 mudas de espécies secundárias e 90.795 mudas de espécies clímax) para realizar o reflorestamento total. Porém, como a ocorrência de morte de mudas é comum, 10% a mais deverão ser adquiridas para futuros replantios, totalizando 665.828 mudas. As mudas serão compradas em viveiros, e a entrega deverá ser feita em duas etapas, uma quando o plantio for realizado, e outra na época do replantio.

Além de determinar o número de árvores, é necessário saber o número de espécies a serem utilizadas em cada tipo de reflorestamento. A Resolução da SMA N° 21, de 21 de novembro de 2001 (em ANEXO) determina que em reflorestamentos de:

- até um hectare, deverão ser utilizadas 30 espécies distintas;
- de 1 a 20 ha, 50 espécies distintas
- 20 a 50 ha, 60 espécies distintas e;
- mais de 50 ha, 80 espécies distintas.

O número de espécies necessárias para o reflorestamento das três microbacias não pode ser definido; irá variar de acordo com o tamanho da área a ser reflorestada dentro de cada propriedade. Mas, independente do número de espécies, a quantidade de espécies pioneiras, secundárias e clímax dentro do total de espécies será sempre proporcionalmente a mesma: 25%, 40% e 35%, respectivamente.

No QUADRO 6.2 estão definidos a área e o número de mudas a serem utilizadas dentro de cada microbacia.

QUADRO 6.2. Número de mudas por bacia, divididas em pioneiras, secundárias e clímax.

MICROBACIAS	ÁREAS DE REFLORESTAMENTO	NÚMERO DE MUDAS UTILIZADAS			
		PIONEIRAS	SECUNDÁRIAS	CLÍMAX	TOTAL
28	62 ha	51.677	36.174	15.502	103.353
37	152 ha	126.692	88.683	38.008	253.383
106	149,1 ha	124.275	86.993	37.282	248.550
Total	363,1 ha	302.644	211.850	90.792	605.286

6.1.1. Preparo de Solo

A aplicação de herbicida dessecante, de amplo espectro, não seletivo, será a primeira operação a ser realizada nas áreas de reflorestamento. A vegetação restante será roçada manualmente, e a palhada resultante da dessecação será usada como cobertura morta.

Solos rasos, com gradiente textural, baixa fertilidade e declividade acentuada devem ter um preparo pouco intensivo, realizado apenas nas linhas de plantio.

Solos compactados, profundos, com alta permeabilidade e em baixas declividades serão preparados com grande mobilização do solo, revolvendo suas camadas superficiais, incorporando ou não os restos das culturas. A locação das covas será feita logo após o preparo do solo.

6.1.2. Adubação Pré-Plantio

O adubo será incorporado nas linhas de plantio, e não na área toda. Fazer os cálculos em quantidade de adubo/ cova.

Calagem:

- Realizada um mês antes do plantio.
- Baseada em análise de solo (pH= 6 – 6,5).

Fertilização:

- Realizada um mês antes do plantio
- Utilizar o adubo químico disponível na propriedade
- Aplicar aproximadamente 150g do adubo por cova.
- Sempre que houver disponibilidade de adubos orgânicos, estes deverão ser utilizados na proporção de uma medida de adubo para 3 medidas iguais de terra.

6.1.3. Coveamento

As covas estarão distantes 2m uma da outra na linha de plantio e 3m nas entrelinhas. Deverão ser abertas manualmente, próximo da época de plantio e ter, no mínimo, 30cm x 30cm x 30cm.

6.1.4. Plantio de Mudanças

As mudas deverão ser entregues na propriedade, poucos dias antes, ou até mesmo no dia do plantio. Combinar data de entrega com o viveirista, e planejar antecipadamente o escalonamento do plantio (quando serão levadas a campo, colocar as mudas na ordem de plantio, em quanto tempo será realizado o plantio, etc.). As mudas serão distribuídas da seguinte forma:

- Uma fileira de mudas de espécies pioneiras (não colocar a mesma espécie lado a lado, colocar uma espécie de cada vez);
- Uma fileira com duas mudas de espécies secundárias intercaladas com uma muda de espécie clímax. Não colocar a mesma espécie lado a lado no campo.
- Proceder intercalando fileiras de espécies pioneiras com fileiras de espécies secundárias e clímax.

A realização do plantio logo após a abertura da cova evita a perda excessiva de umidade do solo e contribui para o melhor desenvolvimento das plantas. Após o plantio, as mudas deverão ser escoradas com estacas de bambu para evitar o tombamento e facilitar a localização dessas nas operações de capina. Em seguida, o solo ao redor da muda deverá sofrer ligeira pressão para que haja boa junção solo/torrão.

6.1.5. Manejo

As atividades de manejo são:

- Controle de plantas daninhas: o controle de plantas daninhas só será necessário quando sua densidade for excessiva. As gramíneas são controladas por aplicação de glifosato e exóticas e lianas por controle manual (ambos só serão realizados se necessário);
- Controle de formigas cortadeiras: deverá ser realizado, quando necessário, desde a limpeza da área até a completa instalação das mudas. Utilizar iscas formicidas para o controle, certificando-se que não houve chuva no dia anterior nem no dia da aplicação; que o formigueiro esteja ativo; e que o formigueiro a ser combatido não recebeu a isca nos últimos quatro meses.
- Adubação pós-plantio: só deverá ser realizada caso as mudas apresentem sintomas de deficiência de algum nutriente.
- Reposição de mudas: caso haja morte de mudas, verificar a causa, controlá-la e proceder ao plantio de novas mudas. Porém, deve-se evitar o replantio de mudas muito tempo após o primeiro plantio.

O QUADRO 6.1.5.1 a seguir indica a época em que cada uma das atividades descritas anteriormente deverá ser realizada.

QUADRO 6.1.5.1 Cronograma das atividades a serem desenvolvidas para a implantação do reflorestamento.

Atividades	MESES																							
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Limpeza do terreno	X	X																						
Preparo do solo			X	X	X																			
Adubação pré-plantio					X	X																		
Coveamento						X	X																	
Plantio das mudas							X	X	X															
Controle de plantas daninhas	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X					
Controle de formigas cortadeiras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adubação pós-plantio																X	X	X	X	X				
Reposição de mudas													X	X	X	X	X							

6.2. RECUPERAÇÃO FLORESTAL

As áreas de recuperação florestal de cada microbacia selecionada estão apresentadas nos DESENHOS 1, 2 e 3.

A primeira ação a ser desenvolvida nas bacias hidrográficas piloto está voltada para a elaboração de um levantamento sobre:

- banco de sementes;
- estágio de degradação;
- proximidade de trechos de matas nativas;
- presença ou não de espécies nativas e em que quantidades estão presentes.

Após a análise e interpretação desses dados cadastrais, toma-se a decisão sobre qual o melhor tipo ou processo de recuperação deverá ser empregado. A regeneração natural da mata (apenas controlando-se formigas e daninhas, quando necessário) pode ser utilizada em determinadas situações, em outras, pode-se optar pela intervenção na área plantando-se outras espécies nativas, para enriquecimento da biodiversidade.

7 – UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

7 – UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

As três microbacias selecionadas totalizam 3.572 ha, com diversos produtores e propriedades com características diferenciadas de tipo de cultivo, espécie cultivada, método de preparo do solo, tipo de manejo da cultura, tipo e textura do solo e declividade do terreno. Além disso, a situação financeira de cada produtor e os recursos disponíveis em cada propriedade também são diferenciados. Portanto, as recomendações de implantação de práticas de conservação do solo deste projeto são baseadas apenas em duas variáveis: a declividade do terreno e o uso do solo. As áreas onde as técnicas de uso e conservação do solo serão implantadas foram determinadas através da sobreposição dos mapas de uso e ocupação do solo e de declividade. As microbacias (28, 37 e 106) têm diferenças de uso e ocupação do solo. Sendo assim, têm características diferentes e as ações a serem realizadas terão uma variação de uma para outra.

A bacia 28 está ocupada na sua maior parte por matas, aproximadamente 59,4%, seguido por pastagens, com 18,2 %. Portanto, os resultados no aumento de produção de água não se darão tanto pelo reflorestamento, mas sim pela conservação do solo nas áreas cultivadas. É a microbacia mais conservada das três, pois há uma grande área de matas, que é o uso do solo considerado mais eficiente quando o assunto é infiltração de água. É a única onde há cultivo de culturas anuais.

A bacia 37 está ocupada na sua maior parte por pastagens (aproximadamente 65,88%), seguido por matas (com 29,77 %). Portanto, há uma grande quantidade de pastagens a serem conservadas e áreas a serem reflorestadas, tornando essa a bacia mais degradada das selecionadas neste projeto. Não há presença de culturas anuais nem cana de açúcar.

A situação da microbacia 106 também não é muito diferente da situação anterior. Ocupada na sua maior parte por pastagens (aproximadamente 43,3%), seguido por matas (com 20,44 %), há muitas áreas a serem reflorestadas e conservadas. Além das áreas de pasto, nessa microbacia há também uma grande área destinada ao cultivo da cana de açúcar.

Como o uso das três microbacias é dado principalmente por pastagens, canaviais, culturas anuais, solos expostos, reflorestamentos e matas. As áreas de reflorestamento e matas não estão envolvidas no projeto de conservação do solo. O setor sucroalcooleiro já utiliza avançadas técnicas conservacionistas, portanto, a implantação dessas técnicas na maioria das áreas ocupadas pela cultura de cana-de-açúcar não será necessária. Foram consideradas apenas as pastagens, culturas anuais e solos expostos no cômputo total das áreas onde as técnicas de conservação do solo deverão ser implantadas.

7.1. PASTAGENS

As pastagens fornecem um bom recobrimento do solo quando bem manejadas, diminuindo as possibilidades de ocorrência de erosão e aumentando a infiltração da água. Depois de florestas, é o melhor uso de solo possível visando o aumento de produção de água. Portanto, a formação e o manejo correto delas será a técnica conservacionista principal a ser utilizada.

Além desta, outras técnicas serão recomendadas, porém a implantação destas depende da análise de um profissional.

a) Formação e Manejo de Pastagens

Uma grande parte da área das 3 microbacias é ocupada por pastagens (35,46% - área total de pastagem: 1278,53 ha). Com esse dado, podemos afirmar que uma formação e um manejo adequados do pasto são fatores essenciais para reduzir a erosão e aumentar a infiltração de água. As pastagens têm sido danificadas pelo pastoreio excessivo e conseqüente revegetação natural lenta. Com isso, o solo fica descoberto, acelerando o processo de erosão, e diminuindo a infiltração de água. O conhecimento e a aplicação de um manejo adequado de pastagens fará com que não apenas as condições do pasto melhorem, mas também que a erosão diminua, aumentando a infiltração de água. As gramíneas têm a capacidade de diminuir a intensidade de enxurrada e prender as partículas de solo, formando pequenas rugosidades no terreno que agem como minúsculas barragens, portanto são bem adaptadas ao controle da erosão.

Para uma formação adequada da pastagem são necessárias as seguintes ações:

- **Limpeza do Terreno:** O terreno deve estar livre de obstáculos que impeçam a entrada de máquinas; deve-se fazer também a destoca e o enleiramento em nível para melhor controle da erosão e movimentação dos animais.
-
- **Alocação de cochos de sal e bebedouros:** a correta locação desses além das áreas de concentração dos animais é fator fundamental nas práticas conservacionistas em pastagem.
- **Aplicação de Calcário:** A calagem deve ser feita dois ou três meses antes do plantio. A distribuição uniforme e a incorporação do calcário são extremamente importantes, pois a acidez do solo, impede que as plantas tenham um bom desenvolvimento. Quando o piquete estiver em recuperação (após ter sido pastoreado), deve-se verificar se há ou não necessidade de uma nova aplicação.
- **Controle de Formigas, Cupins e Pragas:** O ataque de formigas, cupins e pragas numa pastagem pode abalar sua estabilidade, comprometendo a alimentação do gado e, conseqüentemente, sua qualidade. No caso de formigas cortadeiras, recomenda-se utilizar iscas granuladas durante o período de seca para seu controle. Os cupinzeiros devem ser combatidos e eliminados totalmente (pois ocupam área que seria destinada às pastagens) e

as pragas devem ser controladas através de controle químico ou biológico, de acordo com recomendação de um especialista.

- **Preparo do Solo:** Realizar a operação de aração não muito próxima ao período de plantio, para que a matéria verde incorporada possa se decompor, evitando que a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas sejam prejudicados. Para eliminação de banco de sementes de espécies que possam ser daninhas, é necessário realizar a operação de gradagem pré-plantio.
- **Plantio e Fertilização:** Verificar se há necessidade de reposição ou aumento da fertilidade do solo; as sementes ou mudas (colmos e estolhos) são de boa procedência e adaptadas à região; há necessidade de utilização de máquinas para plantio e fertilização.
- **Primeira Utilização:** A utilização de uma pastagem recém-formada só deve ser feita quando essa atingir um crescimento aéreo suficiente para garantir o bom desenvolvimento radicular. Além disso, o pastoreio deve ser leve, possibilitando uma rápida rebrota.
- **Utilização Normal:** A divisão da área em piquetes para rotação de pastos, deve ser feita para que não haja pastoreio excessivo. O intervalo entrecortes ou pastoreio deve ser suficiente para uma boa recuperação da pastagem; não pode ser muito longo (a ponto de diminuir o valor nutritivo da forragem), nem muito curto (prejudicando a rebrota). Apesar disso, um intervalo longo gera maior acumulação de matéria seca (mas de qualidade nutritiva inferior).
- **Manejo de pastagens:** Para um manejo adequado dos pastos, as seguintes ações deverão ser realizadas:
 - Pasto mantido livre de plantas daninhas, porém com consórcio entre gramíneas e leguminosas;
 - Aplicação de fertilizante químico completo quando a fertilidade do solo diminuir (fazer análises periódicas de fertilidade);
 - Correção da acidez do solo, para propiciar o bom desenvolvimento das plantas;
 - O sistema radicular das plantas do pasto deve estar bem estabelecido, antes de se inserir o gado na área;
 - O terreno deve conter árvores de sombra para abrigo do gado, nos locais mais altos, além de ser distante de rios, córregos ou grotas;
 - Os pastos não devem ser sobre pastoreados;
 - O pastoreio misto, de várias espécies de animais, garante uma melhor utilização da pastagem;
 - Nos solos argilosos de pastagem, em regiões com poucas chuvas e em pastagens em formação, sulcos e camalhões em contorno são uma prática recomendada.

- Os pastos, em geral, devem ser roçados nos meses de agosto, setembro e outubro, para controlar plantas invasoras
- **Práticas Conservacionistas em pastagens:** Quando as condições de declividade, estrutura e textura do solo exigirem a adoção de práticas mecânicas de conservação, recomenda-se a construção de terraços. Esses devem ser construídos durante o período seco, garantindo a estabilização antes da ocorrência de chuvas.

A cobertura vegetal dos terraços deve ser a mesma da pastagem, e não de outra gramínea ou leguminosa, para evitar que o gado caminhe predominantemente pelos terraços ou entre eles.

Se não for necessária a construção de terraços, um pasto bem fechado, com uma densidade de animais adequada e rotação de piquetes serão suficientes para evitar a erosão.

7.2. CULTURAS ANUAIS

As técnicas conservacionistas utilizadas em culturas anuais dependem principalmente do tipo de cultura (pois têm cultivo/ manejo diferenciados umas das outras). Mas é possível fazer recomendações básicas (que só precisam de alguns ajustes, definidos através de análise detalhada da área.) para todas elas.

As culturas anuais em geral precisam ser reformadas ano após ano, processo que envolve um grande revolvimento de solo podendo comprometê-lo seriamente. Além disso, a aplicação de herbicidas nas entrelinhas faz com que o solo fique descoberto, muito mais susceptível à erosão.

Técnicas de conservação adequadas devem ser introduzidas para que a erosividade do solo diminua, e para que suas características (como a capacidade de infiltração) sejam mantidas.

Dentre as técnicas que podem ser utilizadas, estão:

Rotação de culturas: cultivar pelo menos duas culturas diferentes. Seria interessante intercalar o cultivo de uma espécie comercial com alguma espécie de leguminosa e uma que servisse como matéria verde para cobertura morta.:

Adubação verde: o plantio de leguminosas incorpora oxigênio e, posteriormente (quando for incorporado ao solo), matéria orgânica, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo, o que faz com que esse seja mais resistente à erosão.

Cobertura morta: quando os restos culturais não são queimados, nem incorporados ao solo, e sim, deixados como cobertura, o impacto das gotas de chuva é menos intenso, diminuindo o problema da erosão, e aumentando a infiltração.

Plantio direto: quando não há grande revolvimento do solo, as partículas ficam mais bem estruturadas, mais coesas, impedindo que a chuva as arraste. É a implantação de uma cultura diretamente sobre a resteva de outra, com a finalidade de manter o solo coberto, evitando o impacto da gota da chuva. A mudança para esse sistema de produção exige planejamento criterioso.

Cultivo mínimo: É o uso minimizado de máquinas agrícolas sobre o solo, com a finalidade de menor revolvimento e compactação

Plantio em faixa: o plantio em faixas de culturas com densidades, espécies, ou período de maturação diferentes, faz com que o tempo que a água da chuva leva para escoar aumente, possibilitando uma maior infiltração de água.

Terraceamento: caso a implantação das técnicas anteriormente descritas não for suficiente para um controle efetivo da erosão, a construção de terraços será necessária.

7.3. SOLOS EXPOSTOS

Os solos expostos, na maioria das vezes, são solos utilizados em culturas anuais que estão sendo reformados, esperando a implantação da cultura.

As ações para conservação destes solos são:

Realizar o plantio o mais rápido possível, evitando que o solo fique excessivamente exposto.

Após a colheita, picar a matéria vegetal, e usá-la como cobertura morta, impedindo que a exposição do solo se repita.

7.4. ESTRADAS DE TERRA RURAIS

Nas estradas de terra rurais a proposta de conservação é realizar o esgotamento da água de chuva e posterior contenção em bacias, proporcionando a infiltração no local da captação.

As demandas pela obras de conservação do solo por bacia são demonstradas no QUADRO 7.4.1.

7.4.1. Obras de Conservação do Solo por Unidade Hidrográfica.

QUADRO 7.4.1 – Obras de conservação do solo por unidade hidrográfica.

ATIVIDADE	MICROBACIA 28	MICROBACIA 37	MICROBACIA 106
Conservação de Estradas Rurais	20,4 km	7,7 km	7,0 km
Construção de Curvas de Nível	246,8 ha	481,2 ha	473,5 ha

8 – ACERVO FOTOGRÁFICO

8 – ACERVO FOTOGRÁFICO

A seguir é apresentado o acervo fotográfico das três microbacias de interesse do Projeto Piloto.



FIGURA 8.1 - Fragmentos Florestais em elevado grau de degradação. Ao fundo solo desprovido de cobertura vegetal e técnicas de uso e conservação (microbacia 28).



FIGURA 8.2 - Casas em propriedades rurais interligadas através de estradas vicinais de terra, sem utilização de técnicas de retenção de escoamento superficial na microbacia 28.



FIGURA 8.3 - Área de pastagens e área coberta com vegetação nativa. Em destaque linha de drenagem e vertente sem proteção da vegetação ripária (microbacia 28).



FIGURA 8.4 - Área ocupada por residências. Ao fundo a represa do Atibainha na microbacia 28.



FIGURA 8.5 - Aspectos geomorfológicos propícios à produção de água na microbacia 37. Em destaque os anfiteatros e redes de drenagem de primeira ordem.



FIGURA 8.6 - Ausência de cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente nas linhas de drenagem e reservatórios artificiais na microbacia 37.



FIGURA 8.7 - Vista geral da microbacia 37 no divisor de água a montante.



FIGURA 8.8 - Linha de drenagem principal da microbacia 106, próximo a sua foz com o rio Passa Cinco.



FIGURA 8.9 - Paisagem do baixo curso da microbacia 106. Morrotes com espigões alongados e vertentes ravinadas.



FIGURA 8.10 - Curso d água de 1ª ordem na microbacia 106 sem a proteção de vegetação ripária.



FIGURA 8.11 - Vista panorâmica da microbacia 106. Áreas com conservação da vegetação ripária em parte da linha de drenagem. Ao fundo elevação da *cuesta* basáltica.