



2.2. Caracterização física

A caracterização do meio físico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e a elaboração dos mapas temáticos (geológico, geomorfológico e pedológico) foram efetuadas utilizando-se diversos trabalhos: IPT (1981a), IPT (1981b), LOPES (1994), PIRES NETO (1996), MELO (1995), OLIVEIRA *et al.* (1999), CPRM (1999), FACINCANI (2000), entre outros.

Esta caracterização é importante para se ter o conhecimento da relação entre os recursos naturais existentes nas bacias e sua capacidade de interação e absorção das atividades realizadas pelo homem. Estas atividades terão conseqüências diretas na qualidade e balanços quantitativos dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais das bacias.

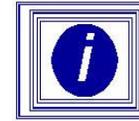
2.2.1. Geologia

O Mapa Geológico das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, apresentado na FIGURA 2.2.1.1 e foi elaborado com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo publicado pelo IPT em 1981 (escala 1:500.000) – IPT (1981a).

O rio Piracicaba se forma na cidade de Americana, no encontro das águas do rio Atibaia com o Jaguari, onde se encontram rochas sedimentares das Formações Itararé e Rio Claro, bem como rochas intrusivas básicas tabulares. Desde as nascentes de seus tributários em Minas Gerais, possui um desnível topográfico acentuado, chegando a 1.400m ao longo de uma extensão de 250 km – ou desde suas cabeceiras na serra da Mantiqueira, quando alcança uma altitude média de 1900 m, até sua foz, no rio Tietê.

As bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí estão localizadas na borda centro-leste da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo formada por grande variedade de litologias que podem ser agrupadas em quatro grandes domínios geológicos: o embasamento cristalino, as rochas sedimentares, as rochas ígneas básicas (efusivas/intrusivas) e as coberturas sedimentares Cenozóicas.

O Quadro 2.2.1.1 contém uma síntese das principais litologias e unidades geológicas e seus respectivos períodos de tempo geológico nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí em seu trecho paulista.



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

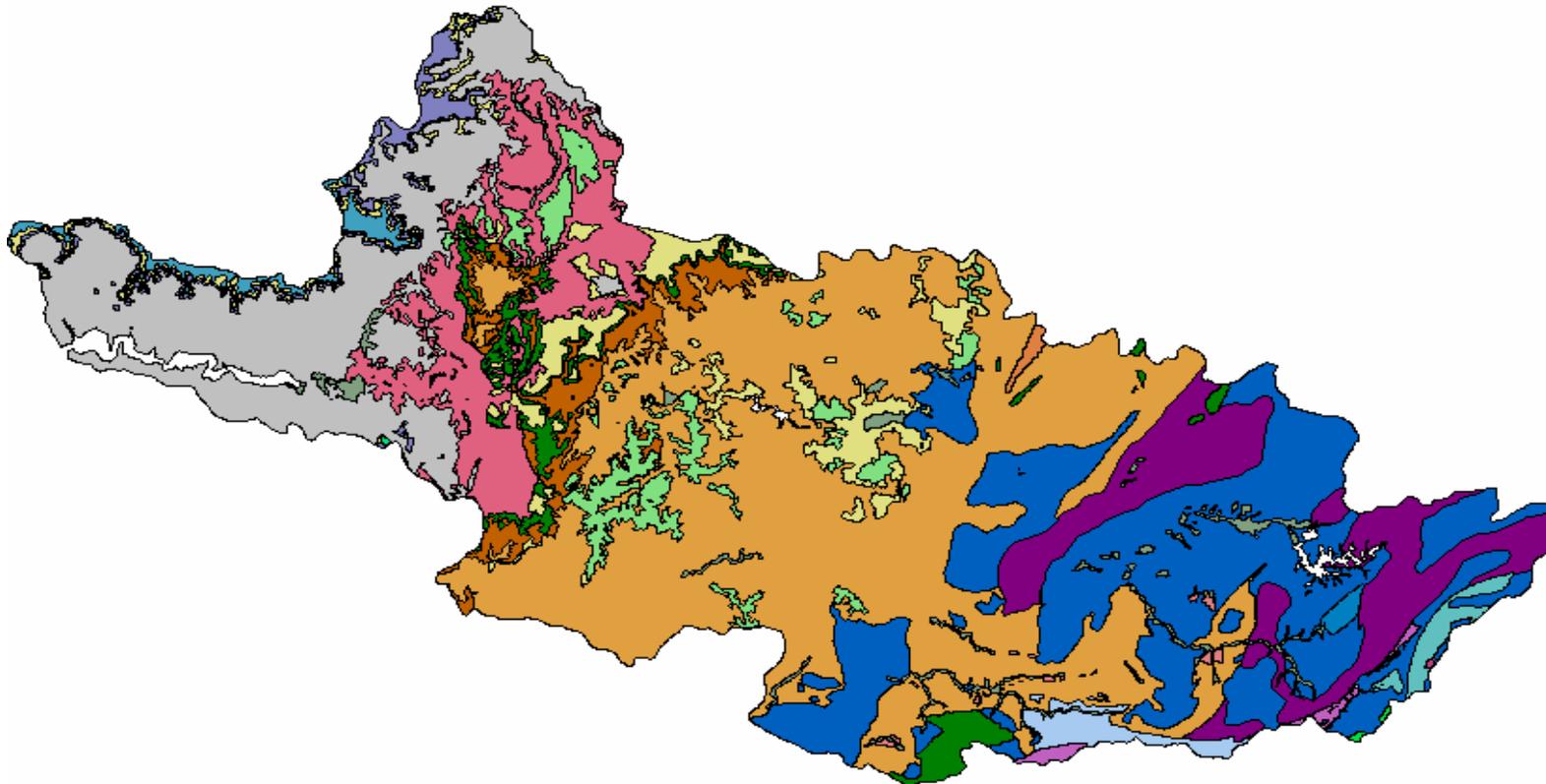


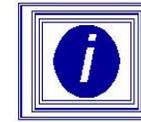
FIGURA 2.2.1.1 – Mapa geológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – trecho paulista, com base em IPT (1981a).



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Desenho 2



IRRIGART
Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.



QUADRO 2.2.1.1 - Síntese das principais litologias e seus respectivos períodos de tempo geológico das unidades geológicas nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

EON	ERA	PERÍODO	GRUPO/ COMPLEXO/ FORMAÇÃO	SÍMBOLO	LITOLOGIA	
FANEROZÓICO	CENOZÓICA	Quaternário/ Terciário	Depósitos aluvionares recentes	Qa	Areias finas a grossas e sedimentos silto-argilosos encontrados nas planícies dos principais rios (coberturas coluvionares e aluvionares recentes de encostas e associados às calhas atuais).	
			Depósitos continentais indiferenciados	Qi	Depósitos continentais indiferenciados incluindo sedimentos elúvio – coluvionares de natureza areno-argilosa e depósitos variados associados a encostas.	
			Formação Rio Claro e dep. Correlatos	TQr	Arenitos, arenitos conglomeráticos, arenitos argilosos e pequenas intercalações argilosas.	
				TQir		
	Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Correlatas a Fm. São Paulo	TQis	Sedimentos pouco consolidados incluindo argilas, siltes, e arenitos finos argilosos com raros e pequenos níveis de cascalhos.			
	MESOZÓICA	Cretáceo Jurássico Triássico	GRUPO SÃO BENTO	Formação Itaqueri	KTi	Arenitos de cimento argiloso com lentes alongadas de folhelhos e conglomerados.
				Formação Serra Geral	JKsg	Rochas vulcânicas básicas em derrames basálticos de coloração cinza a negra, textura afanítica com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios, de estratificação cruzada.
				Formação Botucatu	JKb	Arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte.
				Formação Pirambóia	TRjp	Arenitos finos a médios, avermelhados, siltico-argilosos, de estratificação cruzada ou plano-paralela; níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variadas .
				Intrusivas Básicas Tabulares	JKβ	Soleiras diabásicas, diques básicos em geral.
	PALEOZÓICA	Permiano/ Carbonífero	GRUPO PASSA DOIS	Formação Corumbataí	Pc	Argilitos, folhelhos e siltitos com intercalações de bancos carbonáticos, silicíticos, e camadas de arenitos finos
				Formação Irati	Pi	Siltos, argilitos e folhelhos silticos, folhelhos pirobetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários, silicificados, e restritos níveis conglomeráticos.



QUADRO 2.2.1.1 - Síntese das principais litologias e seus respectivos períodos de tempo geológico das unidades geológicas na região das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (continuação).

EON	ERA	PERÍODO	GRUPO/ COMPLEXO/ FORMAÇÃO	SÍMBOLO	LITOLOGIA	
FANEROZÓICO	PALEOZÓICA	Permiano/ Carbonífero	GRUPO TUBARÃO	Formação Tatuí	Ptt	Siltitos, arenitos finos em parte concrecionados, calcários e silex
				Formação Itararé	CPi	Arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcósios, conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos folhelhos ritmitos, raras camadas de carvão.
		Cambriano/ Ordoviciano (Eopaleozóico)	Suítes Graníticas Pós – tectônicas – Fácies Itú	εOγi	Corpos Graníticos a Granodioríticos alóctones, isótopos, granulação fina a grossa.	
PROTEROZÓICO	PROTEROZÓICO INFERIOR	Suítes Graníticas Indiferenciadas e Sintectônicas		PSEOγ	Corpos Granitos e granitóides de granulação variada, termos porfíricos Granitos Fácies Cantareira – Corpos graníticos foliados granulação fina a média, textura porfírica freqüente.	
		GRUPO SÃO ROQUE		PSs	Filitos, quartzo filitos e filitos grafitosos em sucessões rítmicas incluindo subordinadamente metassiltitos e quartzo xistos Cloritaxistos, quartzo-micaxistos, incluindo intercalações de metassiltitos, metagrauvas e calcários. Quartzitos feldspáticos com metagrauvas subordinadas. Anfibolitos, metagabros e epidoto anfibolitos.	
		GRUPO AÇUNGUI/ COMPLEXO EMBU		PSe	Migmatitos heterogêneos de estruturas variadas, predominando estromatitos de paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico.	
		GRUPO PARAISÓPOLIS		-	Migmatitos granitóides e restitos anfibolíticos e biotíticos, paleossoma de ortognaisse tonalíticos, trondjomítico e granodioríticos, biotita-gnaisses porfiroclástico e intercalações de meta sedimentos, rochas máficas e ultramáficas com ou sem hiperstênio.	
		COMPLEXO PIRACAIA		-	Ortognaises graníticos a granodioríticos, migmatizados, com lentes de metassedimentos e migmatitos estromáticos com paleossoma/mezossoma de biotita gnaisses-graníticos e hornblenda-biotita gnaisses grandioríticos a tonalíticos e gnaisses quartzo monzodioríticos, com neossoma granítico.	



QUADRO 2.2.1.1 - Síntese das principais litologias e seus respectivos períodos de tempo geológico das unidades geológicas na região das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (continuação).

EON	ERA/ PERÍODO	GRUPO/ COMPLEXO/ FORMAÇÃO	SÍMBOLO	LITOLOGIA
PROTEROZOÍCO	PROTEROZOÍCO INFERIOR	COMPLEXO AMPARO	PLa	Biotita gnaisses, gnaisses migmatizados, migmatitos de estruturas diversas. Charnockitos e enderbitos em corpos individualizados Migmatitos bandados, granulitos diversos migmatizados Quartzitos feldspáticos, micáceos com intercalações de xistos e subordinadamente filitos e gonditos. Rochas calcossilicáticas e escarnitos. Biotita xistos com intercalações quartzíticas

O embasamento cristalino, constituído por rochas metamórficas e ígneas, ocorre principalmente na porção leste da bacia e apresenta, em geral, comportamento mais resistente (duro e coerente).

As rochas sedimentares mesozóicas e paleozóicas ocorrem em grandes extensões, notadamente na porção central e oeste das bacias. Apresentam baixas resistências mecânicas, porém quando cimentadas passam a apresentar maiores coerências e resistências.

As rochas magmáticas efusivas e intrusivas básicas são observadas em grande parte dos municípios, mais intensamente em Paulínia, Sumaré e Hortolândia. Estes corpos magmáticos possuem um melhor comportamento geomecânico, por serem mais homogêneas, maciças e isotrópicas (devido a presença de minerais sem orientações preferenciais), além de apresentarem altas resistências mecânicas e forte coesão dos constituintes minerais.

As coberturas sedimentares cenozóicas são formadas por rochas brandas e por depósitos aluvionares e coluvionares dos cursos de água e os solos residuais resultantes de alteração de rochas.

As estruturas geológicas, em função do padrão e freqüência de lineamentos, podem ser agrupadas regionalmente em dois grandes domínios: predomínio de falhas NE, geradas em pelo menos dois eventos de deformação (um mais antigo transcorrente, de direção predominante NE e subvertical e, este superposto provavelmente a falhas inversas com mesma direção, porém com mergulhos baixos predominantemente para SE) e o segundo domínio corresponde em geral, a falhas normais de direção NW com mergulhos para SW.



2.2.1.1. Rochas do embasamento

O domínio do embasamento cristalino engloba os metamorfitos do Complexo Embu, Grupo São Roque, Complexo Paraisópolis, Complexo Piracaia e Complexo Amparo, bem como as suítes graníticas encontradas na porção leste da bacia hidrográfica.

O Complexo Embu tem ocorrência restrita à região das cabeceiras do rio Atibaia, no extremo sudeste da área. Sua litologia compreende basicamente os migmatitos, dominando estromatitos de paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico.

O Grupo São Roque aflora em uma faixa localizada no extremo limite oriental das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, sendo representado principalmente por rochas metamórficas, destacando-se metapelitos, além de anfibolitos e metagabros.

O Complexo Paraisópolis encontra-se na região dos municípios mineiros de Itapeva e Camanducaia e caracteriza-se por migmatitos granitóides e restitos anfibolíticos e biotíticos, paleossoma de ortognaisses tonalíticos, trondjomíticos e granodioríticos, biotita gnaisses porfiroclásticos e intercalações de metassedimentos, rochas máficas e ultramáficas com ou sem hiperstênio.

Na região de Camanducaia já se evidencia uma interferência das massas dioríticas da faixa de Joanópolis aí representadas por gnaisses dioríticos de indubitável filiação magmática, face às feições apresentadas pelo plagioclásio.

Na porção leste da área e na região do município de Extrema, afloram as rochas do Complexo Piracaia representadas por ortognaisses graníticos a granodioríticos, migmatizados, com lentes de metassedimentos e migmatitos estromáticos com paleossoma/mezossoma de biotita gnaisses-graníticos e hornblenda-biotita gnaisses grandioríticos a tonalíticos e gnaisses quartzo monzodioríticos, com neossoma granítico.

O Complexo Amparo é representados por gnaisses e granulitos com grau variável de migmatização, migmatitos de estruturas diversas, xistos, gonditos e rochas calcossilicáticas. Ocorre especialmente nos municípios de Amparo, leste de Campinas até Bragança Paulista e Campo Limpo Paulista.

As rochas graníticas pertencentes às suítes Pós-Tectônicas Eopaleozóicas da Fácies Itu são encontradas em duas manchas situadas no extremo sul da bacia, enquanto que as Suítes Graníticas Pré-cambrianas, tanto as Indiferenciadas, quanto as Sintectônicas - Fácies Cantareira ocupam extensas áreas da região leste, entre as rochas do Complexo Piracaia e os metassedimentos do Complexo Amparo. Também fazem parte deste domínio rochas cataclásticas antigas, geradas por esforços de cisalhamento em zonas de falhamentos.



Em síntese, as rochas do embasamento correspondem aproximadamente a um terço das bacias, sendo representadas, predominantemente, por gnaisses, migmatitos, metassedimentos e corpos graníticos.

2.2.1.2. Rochas sedimentares

As rochas sedimentares Mesozóicas e Paleozóicas da área em estudo estão no domínio da Bacia do Paraná, representadas pelo Grupo Tubarão (Formações Itararé e Tatuí), Grupo Passa Dois (Formações Irati e Corumbataí), Grupo São Bento (Formações Pirambóia e Botucatu) e Grupo Bauru (Formação Itaqueri).

➤ **Grupo Tubarão**

Esta unidade é constituída de sedimentos clásticos (arenitos, diamictitos, ritmitos, siltitos, argilitos e lamitos), de origem glacial e periglacial. Apresenta sedimentos de coloração cinza a amarelada e estruturas dos tipos estratificada de pequeno porte e maciça.

Formação Itararé

As rochas da Formação Itararé são formadas por arenitos de granulação variada, imaturos passando a arcósios, além de conglomerados e sedimentos mais finos representados por siltitos, folhelhos, ritmitos e tilitos, que repousam sobre as superfícies erosivas entalhadas em rochas cristalinas eopaleozóicas e pré-cambrianas. Embora as litologias desta formação sejam constituídas quase que inteiramente por sedimentos clásticos, localmente podem nela ocorrer finas camadas de carvão e de calcário. Pertencem também a esta formação os sedimentos rítmicos, especialmente os varvitos (tipo de ritmo caracterizado pela alternância de camadas finas dispostas plano-paralelamente), arenitos finos, siltitos cinza claro e folhelhos cinza escuro.

Na região estudada, a Formação Itararé recobre grandes extensões, ao longo de uma faixa Norte-Sul que acompanha as rochas do embasamento. Além de sua apreciável continuidade em área, suas espessuras atingem dezenas de metros.

Formação Tatuí

A Formação Tatuí ocorre na forma de uma faixa estreita acompanhando a Formação Irati, com maior presença registrada na região de Piracicaba. Esta unidade é constituída de depósitos marinhos costeiros com predomínio de siltitos, arenitos finos em parte concrecionados e, em menor quantidade, camadas de arenitos, calcários, folhelhos e sílex.

Os sedimentos apresentam estratificação plano-paralela, com coloração avermelhada na porção inferior e esverdeado na porção superior. A base do pacote sedimentar apresenta relações de discordância com a Formação Itararé.



Grupo Passa Dois

Na bacia em estudo, o Grupo Passa Dois, é representado pelas Formações Irati e Corumbataí, disposto numa faixa Norte-Sul e em seqüência, entre os Grupos Tubarão e São Bento.

Formação Irati

A Formação Irati ocorre numa faixa estreita recobrando a Formação Tatuí, sendo constituída por folhelhos betuminosos, folhelhos pretos, siltitos, argilitos, folhelhos e arenitos de granulação fina a grossa e conglomerados. Estas camadas de conglomerados ocorrem na base da formação.

Formação Corumbataí

Esta formação é constituída, em sua parte inferior, por argilitos, folhelhos e siltitos de cor cinza escuro, e em sua parte superior por argilitos, folhelhos e siltitos de arroxeados a vermelhados, com intercalações de bancos carbonáticos, silixitos e camadas de arenitos finos. Os leitos carbonáticos são ricos em oólitos e fragmentos de conchas.

Nesta unidade observam-se estruturas sedimentares como estratificação plano-paralela, cruzada de baixo ângulo, estrutura flaser, estratificação rítmica, marcas onduladas e fraturas de ressecamento.

A Formação Corumbataí caracteriza-se pôr ser fossilífera, sendo numerosas as ocorrências de restos de animais e vegetais em suas camadas, com freqüentes escamas e dentes de peixe.

➤ **Grupo São Bento**

O Grupo São Bento é representado na região estudada, entre as litologias sedimentares, pelas Formações Pirambóia e Botucatu, das quais a primeira possui maior área de distribuição regional.

Formação Pirambóia

Esta formação constitui-se de arenitos com granulação média a muito fina, com matriz siltico-argilosa, intercalações de camadas de argilitos e siltitos e raras intercalações arenoso-conglomeráticas.

As estruturas sedimentares mais comuns nesta unidade são: estratificação cruzada e plano-paralela, estrutura maciça e marcas onduladas.



Formação Botucatu

A Formação Botucatu é encontrada numa faixa estreita e contínua Norte-Sul, em contatos predominantemente concordantes ou transacionais com a Formação Pirambóia.

Esta Formação constitui-se quase inteiramente de arenitos de granulação fina a média, com boa seleção de grãos foscos de alta esfericidade, apresentando corpos de arenitos conglomeráticos na base. O constituinte mineralógico principal é o quartzo, que pode apresentar-se com cor avermelhada devido à presença comum nesses grãos de uma película envolvente de óxido de ferro. Os sedimentos apresentam estratificação cruzada de grande porte e acanalada.

2.2.1.3. Rochas efusivas e os corpos intrusivos básicos

Compreendem as rochas intrusivas básicas tabulares e as rochas vulcânicas basálticas da Formação Serra Geral.

Os basaltos da Formação Serra Geral são de natureza toleítica e compõem-se por plagioclásio, augita e pigeonita, sendo escamas as olivinas (Fernandes, 1997). Apresentam coloração cinza à negra, estruturas amigdaloidais no topo dos derrames e com grande desenvolvimento de juntas verticais e horizontais de origem tectônica e pôr resfriamento. Dados ^{40}Ar - ^{39}Ar indicam que a variação de idade dos derrames estaria entre 137 e 128 Ma (Turner et al. 1994).

As rochas intrusivas básicas aparecem sob a forma de soleiras, diques e sills, e são predominantemente, diabásicos. Ocorrem na área da Depressão Periférica, sendo observadas em grande parte dos municípios, mais intensamente em Paulínia, Sumaré, Hortolândia, tendo destaque as soleiras intercaladas nas unidades Irati e Tatuí, que ultrapassam 130m de espessura na cidade de Piracicaba.

➤ Grupo Bauru

O Grupo Bauru é caracterizado por uma seqüência continental onde são englobados fácies de leques aluviais, lacustres, fluviais e eólicos (FACINCANI, 2000). Sua ocorrência na área em estudo restringe-se à Formação Itaqueri, situada na porção oeste das bacias.

Formação Itaqueri

A Formação Itaqueri abrange uma cobertura sedimentar pós-basáltica, nas serras de Itaqueri e São Pedro. Essa unidade é constituída por bancos alternados de arenitos com cimento argiloso, crostas ferruginosas, folhelho e conglomerados.



2.2.1.4. Formações e depósitos cenozóicos

Os depósitos cenozóicos da área em estudo estão representados pela Formação Rio Claro, Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Correlatas à Formação Rio Claro, e por depósitos aluvionares e coluvionares recentes.

Formação Rio Claro e Coberturas Indiferenciadas Correlatas

Constitui-se essencialmente por arenitos, incluindo lentes intercaladas de argilitos e níveis de conglomerados (seixos de quartzo, arenito, basalto, sílex, quartzito, fragmentos de canga laterítica e calcário), segundo Zaine (1994). Apresenta contato discordante com sedimentos da Formação Corumbataí e sedimentos da Formação Pirambóia.

Depósitos Aluvionares recentes

São aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraço.

Depósitos Coluvionares e solos residuais

Os depósitos coluvionares correspondem aos materiais de cobertura inconsolidados, encontrados nos atuais divisores d'água e suas encostas, com espessuras e composições variáveis nas bacias. Em geral, são mais desenvolvidos nos relevos mais aplainados e em situações específicas caracterizadas como rampas coluvionares, normalmente associadas aos relevos mais escarpados da região. Sua composição mineralógica e granulométrica (areias, siltes e argilas) depende da natureza do substrato rochoso que lhe deu origem.

Os solos residuais são encontrados nos topos mais elevados e nas formas de relevo mais arrasadas, enquanto que os colúvios predominam sobre as encostas e rampas vizinhas às principais linhas de drenagem.

2.2.1.5. Geologia do trecho mineiro

O trecho mineiro tem como referência os trabalhos efetuados pela IBITU – Consultoria Ambiental, no âmbito da criação e implantação da APA Fernão Dias. Em termos geológicos, abrange o domínio tectônico que corresponde aos maciços Medianos de Guaxupé e Socorro, com idades radiométricas arqueanas do Ciclo Transamazônico e do Ciclo Brasileiro, evidenciando uma evolução policíclica onde afloram rochas migmatíticas, graníticas e granulíticas, circundadas pela Faixa de Dobramento Canastra-Carrancas-Amparo e pelo Cinturão Móvel Atlântico.

O Complexo Socorro abrange o bloco tectônico homônimo, situando-se na porção extremo oeste da área, incluindo os municípios de Extrema e Itapeva. Em geral, seus principais tipos litológicos exibem contatos gradativos entre si, enquanto os limites dos sítios de predominância de um ou vários deles, intimamente estruturados, estabelecem-se em zonas de



deformações cataclásticas. Na parte oriental limita-se com o Complexo Paraisópolis, através da Falha de Camanducaia. Em termos litológicos, apresenta marcante similaridade com o Complexo Varginha e com as rochas do Complexo Paraisópolis, separando-se deste por conveniência estrutural já que existe continuidade litológica na sua porção ocidental.

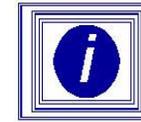
Grada para granitóides e migmatitos com restitos granulíticos e anfibolíticos, passa a ampliar-se no sentido leste até sofrer um confinamento na borda sul da serra de Santa Rita. Daí para o sul e sudoeste, forma o setor oriental, com granitos e granitóides porfiroblásticos. Dentre as localidades incluídas nesse setor estão Camanducaia, Itapeva e Extrema.

Na região de Camanducaia já se evidencia uma interferência das massas dioríticas da faixa de Joanópolis aí representadas por gnaisses dioríticos de indubitável filiação magmática, face às feições apresentadas pelo plagioclásio. Como particularidade da “série charnockítica” tem-se a massa rochosa aflorante a aproximadamente 5 km a oeste de Extrema, descrita como jotunito e caracterizada pela presença do plagioclásio em porcentagem entre 65% e 90% e o quartzo menor do que 20%.

Ocorrem migmatitos heterogêneos de paleossoma gnáissico e xistoso, segundo pequena faixa de direção nordeste até o sul da localidade de Campo da Onça, no município de Camanducaia. São em geral biotita-gnaisses de granulação média a fina, às vezes granatíferos com frequentes intercalações de biotita-sericita-xistos e rochas básicas xistificadas. Encontram-se parcialmente migmatizados, fato registrado pela presença de veios quartzo-feldspáticos concordantes com a foliação da rocha e de pequenos e esparsos “augens” feldspáticos.

A direção mais proeminente dos fraturamentos é NE-SW, embora haja feições E-W e N-S. O rio Jaguari está condicionado por uma feição de direção predominante leste-oeste, enquanto que o rio Sapucaí-Mirim possui orientação tanto E-W quanto N-S, sugerindo controle estrutural. Tais feições auxiliam o processo de erosão aumentando o desnível entre as drenagens e o topo das encostas, facilitando a ocorrência de deslizamentos e outros processos morfogenéticos.

O mapa de freqüências de zonas de fraturas foi confeccionado a partir da extração das feições lineares de drenagem das imagens de satélite Landsat-5. Estas feições lineares são segmentos retilíneos de drenagens, sistemáticos, verticais a subverticais correspondentes a traços de zonas de fraturas. A FIGURA 2.2.1.2 apresenta os principais compartimentos geológico-estruturais da região.



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

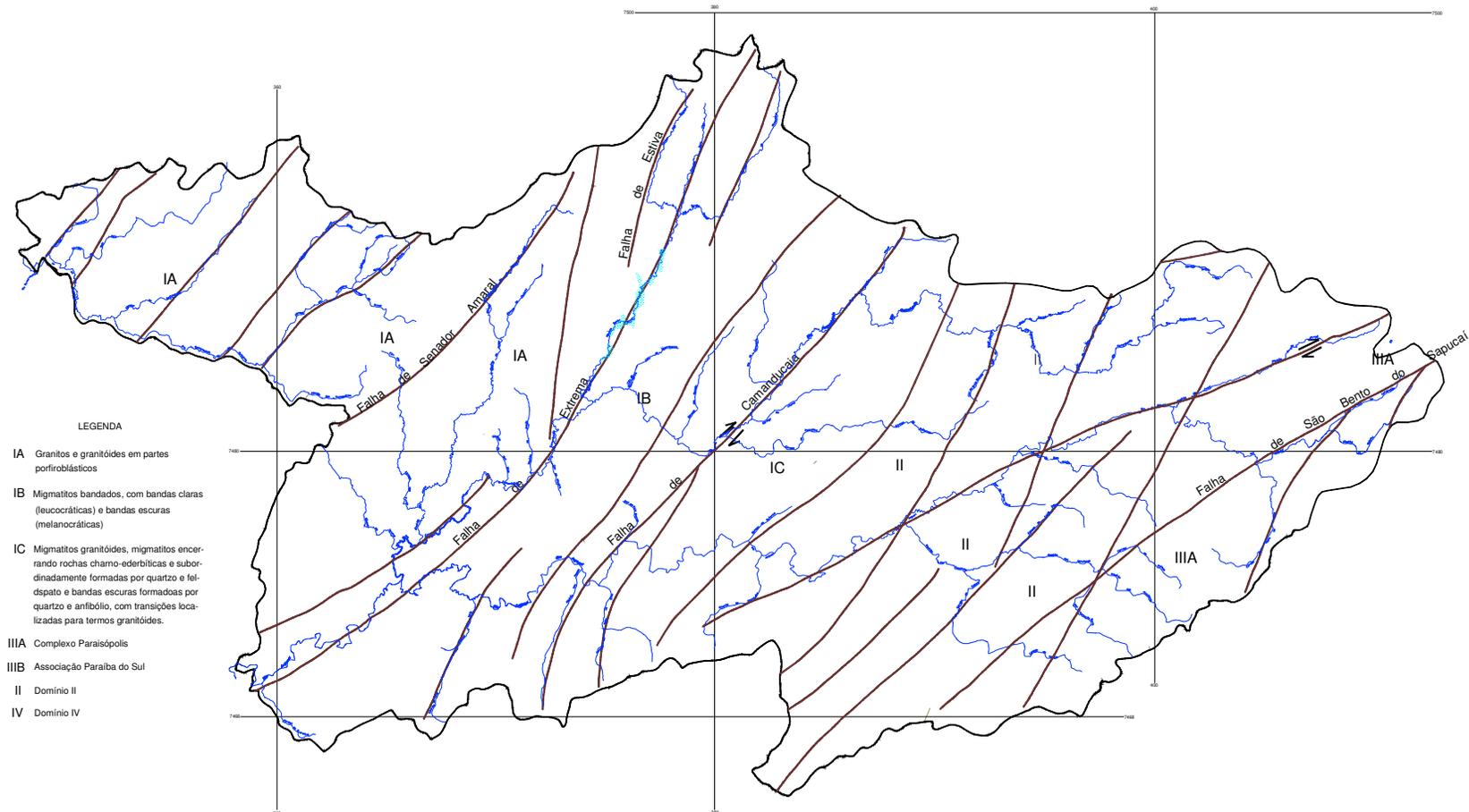


FIGURA 2.2.1.2 – Geologia da APA Fernão Dias, com trecho mineiro das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (IBITU ,98).

2.2.2. Geomorfologia

O Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, apresentado em escala 1:250.000 apresentado na FIGURA 2.2.2.1 e foi elaborado com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo publicado pelo IPT em 1981 (escala 1:500.000) – IPT (1981b).

O mapa contém as principais formas de relevo da região individualizadas em unidades homogêneas, definidas principalmente, em função da amplitude topográfica, declividade das encostas e densidade das linhas de drenagem.

A caracterização do relevo permite fornecer elementos para planejamento regional, avaliação de facilidades/dificuldades de urbanização, reconhecimento pedológico, classificação da capacidade de uso da terra e manejo agrícola, bem como as suscetibilidades à erosão e a escorregamentos.

As bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá estão inseridas em três grandes compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo: o Planalto Atlântico, situado a leste, caracterizado pelo embasamento cristalino; a Depressão Periférica, composta por sedimentos, localizada na porção centro – oeste das bacias; e as Cuestas Basálticas, estas no extremo oeste da região. Avançando em sentido a NW, tem-se o reverso das cuestas e o Planalto Ocidental. A FIGURA 2.2.2.2 apresenta o perfil SE-NW com estes compartimentos.

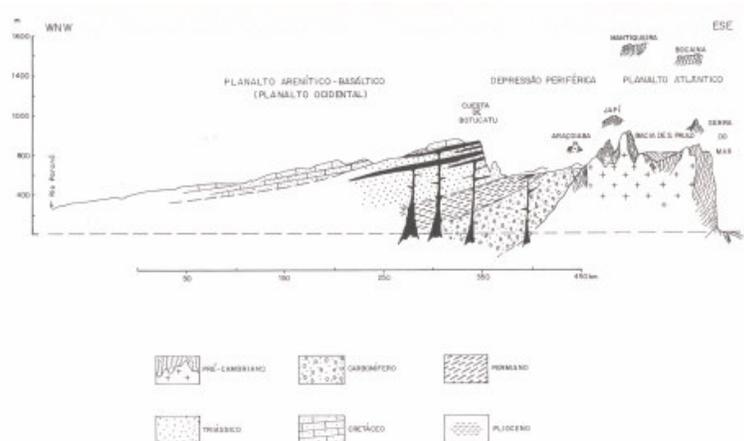


FIGURA 2.2.2.1 – Perfil SE-NW com principais compartimentos geomorfológicos presentes nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (AB´SABER, 1956 in IPT, 1981b).

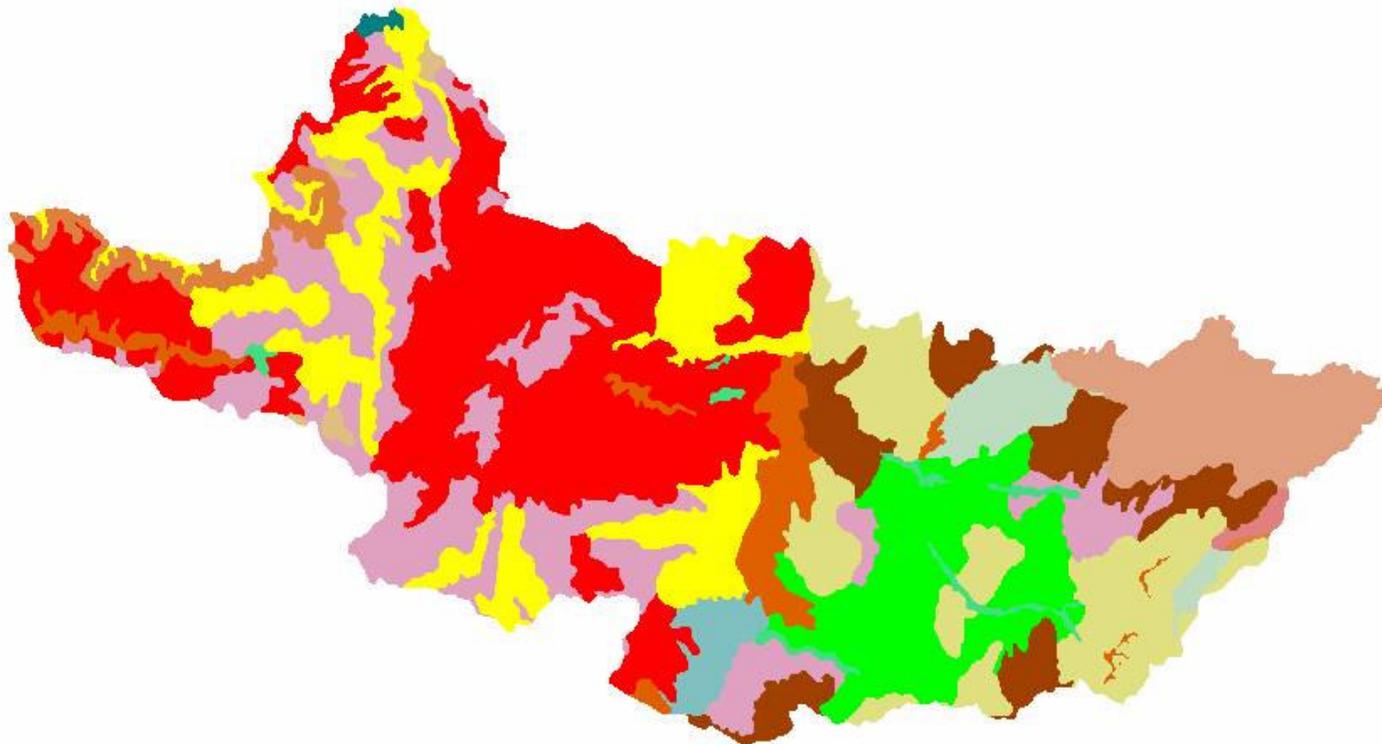
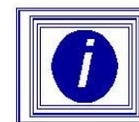


FIGURA 2.2.2.2. Mapa geomorfológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - trecho paulista com base em IPT (1981b)

Desenho 3



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.



2.2.2.1. Características do relevo no trecho paulista

O Planalto Atlântico corresponde a uma região de terras altas constituídas predominantemente por rochas cristalinas pré-cambrianas que ocupam a porção oriental das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, sendo representadas zonas da Serrania de São Roque, Planalto de Jundiá, e Serrania de Lindóia, além de uma pequena porção de Serra da Mantiqueira (Mantiqueira Oriental). Estas quatro zonas constituem áreas acidentadas compostas por relevo montanhoso e de morros, cujas altitudes chegam a superar 1.200 m e cujos assoalhos de seus vales oscilam predominantemente, entre 750 m e 850 m, sendo drenadas pelas sub-bacias dos rios Camanducaia, Atibaia, Jaguari e Jundiá.

A Depressão Periférica constitui uma faixa com aproximadamente 50 km de largura, embutida entre as Cuestas e o Planalto Atlântico com topografia predominantemente colinosa. As bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá estão inseridas na Zona do Médio Tietê da Província, sendo formada por rochas sedimentares e expressivas áreas de intrusões basálticas que interferem nas feições de relevos, além de contarem com grandes falhamentos que perturbam as suas camadas.

As Cuestas Basálticas constituem um frontão caracterizado pelo relevo escarpado no contato com a Depressão Periférica e por relevos suavizados, dispostos sob a forma de grandes plataformas estruturais, com caimento para o quadrante oeste. Estas duas grandes feições representam a escarpa e o reverso da cuesta, esta última desenvolvida sobre as rochas basálticas.

Formas de Relevo

As unidades de sistemas relevo e as suas principais características presentes na bacia em estudo, apresentadas no Mapa Geomorfológico, constam do Quadro 2.2.2.1.

Quadro 2.2.2.1. - Formas de relevo presentes nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e suas principais características.

FORMAS DE RELEVO	UNIDADES HOMOGÊNEAS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
1 – Relevos de Agradação	1.1 Continentais	
	111– Planícies Aluviais	Terrenos baixos mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.
2 – Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados	2.1 Relevo Colinoso (Predominam declividades até 15% e amplitudes locais inferiores a 100 m).	
	212 – Colinas Amplas	Predominam interflúvios com área superior a 4Km ² , topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, planícies aluviais interiores restritas.



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

FORMAS DE RELEVO	UNIDADES HOMOGÊNEAS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
	213 – Colinas Médias	Predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km ² , topos aplainados. Vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas
	2.3 Relevo de Morrotes (Predominam declividades médias a altas, acima de 15% e amplitudes locais inferiores a 100 m).	
	232 – Morrotes Alongados Paralelos	Topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas
2 – Relevo de Degradação em Planaltos Dissecados	234 – Morrotes Alongados e Espigões	Predominam interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média alta densidade, vales fechados.
	2.4 Relevo de Morros (Predominam declividades médias a altas, acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 m)	
	241 – Morros Arredondados	Topos arredondados, vertentes ravinadas de perfis retilíneos a convexos. Drenagem de média densidade, vales fechados.
	242 – Morros de Topos Achatados	Topos achatados e extensos, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de média densidade, vales fechados.
	243 – Mar de Morros	Topos arredondados, vertente com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constituem padrões em forma de “meia laranja.
	244 – Morros Paralelos	Topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.
	245 – Morros com Serras Restritas	Morros com topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.
	2.5 Relevo Montanhoso (Predominam declividades médias a altas, acima de 15% e amplitudes locais acima de 300 m).	
	251 – Serras Alongadas	Topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo, vales fechados.
	253 – Montanhas com Serras Restritas	Topos angulosos e arredondados. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados
3 – Relevos Residuais Suportados por Litologias Particulares	3.1 Relevos Suportados por Maciços Básicos	
	311 – Mesas Basálticas	Morros testemunhos isolados, topos aplainados a arredondados, vertentes com perfis retilíneos, trechos escarpados com exposições de rochas. Drenagem de média densidade, vales fechados.
5 - Encostas de Transição	5.1 Amplitudes maiores que 100 m e médias declividades (15 a 30%)	
	512 – Encostas com Canions Locais	Vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de média densidade, vales fechados, localmente formando cânions, vales principais com fundos chatos.



FORMAS DE RELEVO	UNIDADES HOMOGÊNEAS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
	5.2 Amplitudes maiores que 100 m e altas declividades (acima de 30%)	
	521 – Escarpas Festonadas	Escarpas desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, vales fechados
	522 – Escarpas com Espigões Digitados	Escarpas compostas por grandes espigões lineares subparalelos, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo-pinulado, vales fechados.

Fonte: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981b).

Grosso modo, a linha com direção N-NE, desde Indaiatuba ao sul, passando por Campinas ao centro e alcançando Santo Antônio de Posse ao norte, divide as bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá em dois domínios morfo-litológicos distintos. A leste desta linha, na área de abrangência do Embasamento Cristalino pré-cambriano, as feições geomorfológicas são muito mais movimentadas, constituindo Sistemas de Morros (Morros Arredondados - 241, Morros de Topos Achatados - 242, Mar de Morros - 243, Morros Paralelos - 244, Morros com Serras Restritas - 245) e Relevo Montanhoso representado por Serras Alongadas (251). De um modo geral estas formas de relevo são caracterizadas por vertentes com declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes topográficas acentuadas (variando desde 100 a 300 m e superiores a 300 m nas Serras Alongadas).

A oeste desta linha divisória, no domínio da Depressão Periférica e das Cuestas Basálticas predominam os relevos de Colinas Amplas (212), Colinas Médias (213), Morrotes Alongados Paralelos (232), Morrotes Alongados/Espigões (234). Em algumas áreas de Cuestas Basálticas, constata-se a presença de pequenos platôs basálticos (Mesas Basálticas – 311), que terminam em escarpas com relevos de transição do tipo Encostas Com Cañions Locais (512) ou Escarpas Festonadas (521) (CETEC, 2000).

2.2.2.2. Características do relevo no trecho mineiro

O trecho mineiro tem como referência os trabalhos efetuados pela IBITU – Consultoria Ambiental, no âmbito da criação e implantação da APA Fernão Dias. Morfologicamente, apresenta quadros bastante distintos, com vales profundos e estreitos, rios encachoeirados e grandes monolitos de rocha sã, com formas evoluindo para o tipo “pão-de-açúcar”.

Entre os condicionamentos geológico-geomorfológicos mais conspícuos, cita-se o relevo que abrange a serra de Itapeva, com altitudes em torno de 1.400m (máxima de 1.475m), onde predominam granulitos, granoblastitos e migmatitos. As falhas do sistema Camanducaia definem uma seqüência de serras orientadas a nordeste tais como as serras do Lopo, da Forja, e de Itapeva.

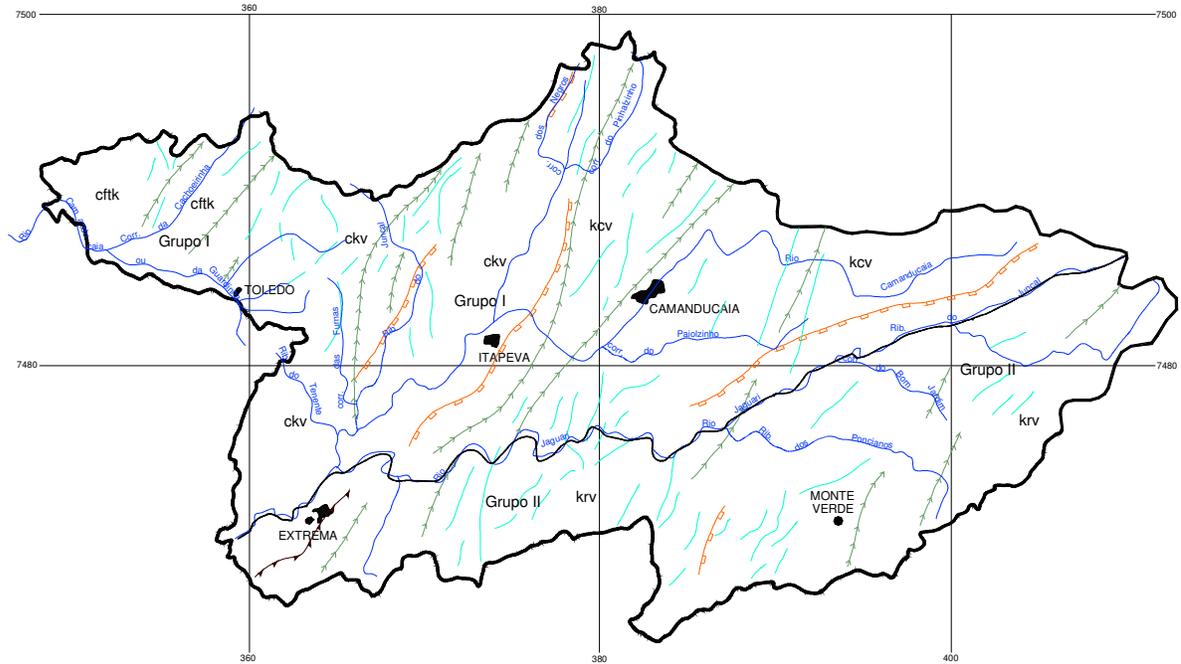


A serra das Antas, localizada a sudeste de Camanducaia, atinge cotas altimétricas em torno de 1.650m, sendo composta basicamente por rochas migmatíticas. O rio Jaguari passa a sudeste desta serra, em cotas altimétricas em torno de 1.280m. A serra de São Domingos, a nordeste de São Mateus, atinge altitudes em torno de 1.900m até encontrar-se com a serra do Juncal, de semelhante altitude. Ambas as serras estão no domínio dos granitos e granitóides porfiroblásticos.

Os relevos e as altitudes estão condicionados com a litologia onde o intemperismo químico é o fator predominante de meteorização das rochas sob condições de clima úmido. Outro importante fator para a determinação do relevo é a distribuição e densidade dos falhamentos. Assim, regiões com mais falhamentos possuem relevo mais acidentado, uma vez que há o encaixe das drenagens, como é o caso do arranjo estrutural condicionado pela extensa zona de falhas entre Extrema e Jaguari (120 km), conformando os vales dos rios Itaim, Camanducaia, Jaguari e das Pedras.

A direção mais proeminente dos fraturamentos é NE-SW, embora haja feições E-W e N-S. O rio Jaguari está condicionado por uma feição de direção predominante leste-oeste. Tais feições auxiliam o processo de erosão aumentando o desnível entre as drenagens e o topo das encostas, facilitando a ocorrência de deslizamentos e outros processos morfológicos.

A FIGURA 2.2.2.3, a seguir, apresenta os principais compartimentos geomorfológicos da região.



Fonte: Folha SF-23-Y-B Guaratingueta IBGE ESC. 1:250.000

LEGENDA

- cfk - Colinas co vales de fundo transição (chato/encaixado) e cristas esparsas
- Grupo I
- ckv - Colinas e cristas com vales encaixados
 - kcv - Cristas e colinas com vales encaixados
- Grupo II
- krv - Cristas com vertentes ravinadas e vales encaixados
 - krfc - Cristas com vertentes ravinadas e vales de fundo chato

SIMBOLOGIA

- Crista assimétrica hog back
- Vales encaixados
- Escarpa de falha
- Linhas de cristas
- Contato Gradacional

DRENAGEM E APROFUNDAMENTO

- Grupo I Densidade: drenagem média (aprofundamento de drenagem médio)
- Grupo II Densidade: drenagem fina (aprofundamento de drenagem forte)

- Área Urbana
- Distrito

FIGURA 2.2.2.3. – Geomorfologia da APA Fernão Dias, com trecho mineiro das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.



2.2.3. Pedologia

O Mapa Pedológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá no segmento paulista foi elaborado a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo em escala 1:500.000 (Oliveira et al., 1999), fomentado pela Embrapa e IAC.

Para a elaboração das descrições dos solos presentes na área em estudo foram utilizadas as seguintes referências: descrição das classes registradas no mapa pedológico de Oliveira et al. (1999); Levantamento de Recursos Naturais - Projeto RADAMBRASIL (folhas SF 23/24 - Rio de Janeiro/Vitória - RADAMBRASIL, 1983) e os critérios de nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SBCS (EMBRAPA, 1999), complementado pelos trabalhos desenvolvidos para o estudo do APA - Fernão Dias.

Na FIGURA 2.2.3.1 é apresentado o mapa pedológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

2.2.3.1. Principais tipos de solo no trecho paulista

No segmento paulista, há os seguintes tipos principais de solos:

Latossolo vermelho amarelo

Compreendem solos minerais, não hidromórficos com horizonte B latossólico e coloração variando do vermelho ao amarelo e gamas intermediárias.

São normalmente muito profundos ou profundos, com seqüência de horizontes A, B e C e com transições entre os sub-horizontes difusas e graduais, acentuadamente a bem drenados.

Apresentam avançado estágio de intemperismo, com predominância de argilominerais do tipo 1:1, baixa quantidade de minerais primários e baixa reserva de elementos nutritivos para as plantas. A relação silte/argila é menor que 0,70, o grau de floculação é normalmente igual ou próximo a 100%, refletindo o alto grau de agregação dos colóides, o que torna o solo muito poroso, propiciando maior resistência à erosão.

Na área em estudo ocorrem os Latossolos Vermelho-Amarelo do tipo Distrófico, ou seja, que apresentam saturação por bases e saturação por alumínio, inferiores a 50%.

Latossolo Vermelho

Compreende solos minerais, não hidromórficos com horizontes B latossólico e, teores elevados de Fe₂O₃, deixando o solo com cores mais avermelhadas.

São solos profundos, acentuadamente drenados, com pouca diferenciação entre os horizontes. Possuem texturas predominantemente argilosas, ocorrendo pequenas áreas de textura média. Apresentam relevos ondulados, suaves ondulado a plano.

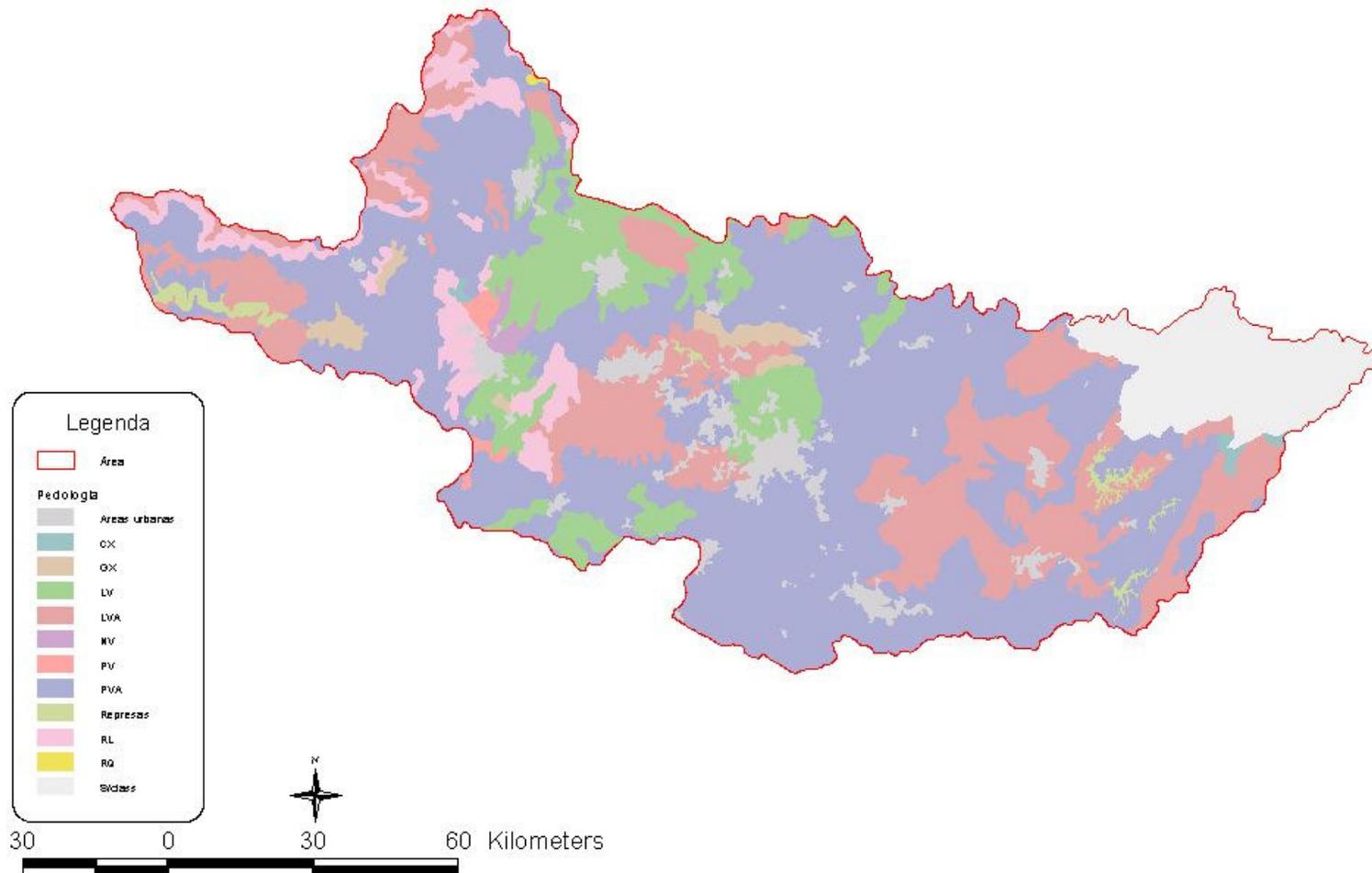
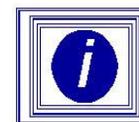


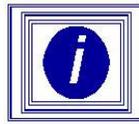
FIGURA 2.2.3.1 – Mapa pedológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, elaborado a partir de OLIVEIRA *et al.*(1999).

Desenho 4 a e 4 b



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.



Por apresentarem elevado teor em óxido férrico, possuem expressiva capacidade de absorção de fósforo. Tal fato pode ser de importância na planificação de emprego de insumos em áreas porventura ainda não agricultadas. São solos de baixa fertilidade natural e seu aproveitamento racional requer adubação e calagem.

Para a área em estudo são encontrados Latossolos Vermelho-Escuro Distroférricos, Distróficos e Acriférricos.

Gleissolo háplico

Compreende solos hidromórficos, mal drenados, isto em função do lençol freático permanecer por profundo durante todo o ano. Na área em estudo, ocorrem Gleissolos Háplicos Distróficos e Eutróficos.

São poucos desenvolvidos e geralmente apresentam seqüência de horizontes A e Cg ou A(B)g e Cg, sendo o subscrito g indicativo de presença de gleização. No horizonte A, o teor de carbono orgânico é mais elevado que nos outros horizontes, em virtude do acúmulo de matéria orgânica proveniente da decomposição dos vegetais.

São originados de sedimentos argilo-siltosos e ocorrem em áreas planas, das várzeas dos rios de maior expressão.

O aproveitamento desse solo para fins agrícolas requer drenagem para manter o lençol freático em nível adequado, correção da acidez e adubação.

São solos inadequados para a construção de aterros sanitários e como local para recebimento de efluentes pela inexpressiva zona de aeração e a facilidade de contaminação dos aquíferos.

Argissolos vermelho-amarelo

Os Argissolos vermelho-amarelo são solos minerais com horizonte B textural, não hidromórficos, normalmente com argila de atividade baixa e são bem a moderadamente bem drenados. São solos em sua maioria de fertilidade natural baixa/média, usualmente profundos que apresentam seqüência de horizontes do tipo A, B e C, cuja espessura não excede a 200 cm. Estão situados em áreas de relevo ondulado a forte ondulado, ocorrendo também em menor proporção em relevo suave, ondulado e montanhoso.

Os solos presentes na região de estudo são os Argilossolos Vermelho-Amarelo Eutróficos (solos com saturação por bases igual ou superior a 50%) e Distróficos (solos com saturação por bases inferior a 50%).

Cambissolos háplicos

Compreendem solos minerais com horizonte B câmbico ou incipiente, não hidromórficos e com pouca diferenciação de textura do horizonte A para o B. Muitas vezes apresentam



características similares aos solos com horizonte B latossólico, mas se diferenciam por serem menos evoluídos, menos profundos, ainda com minerais primários de fácil intemperização, ou pela atividade de argila, que apesar de variar de alta a baixa, é normalmente superior à dos Latossolos, ou pelos teores de silte mais elevados.

Os Cambissolos ocorrem em duas situações distintas na paisagem. A área mais extensa é representada por terrenos de relevo acidentado, variando de forte ondulado a escarpado, apresentando severas restrições quanto ao uso agrícola; os localizados em terrenos escarpados apresentam limitações mesmo ao uso pastoril e florestal devido à sua elevada capacidade de degradação. São bastante pobres em nutrientes e ácidos, apresentando altos teores de Al^{3+} trocável. A área menos extensa é representada por terrenos planos de planícies aluviais. Estes não oferecem limitações quanto à erodibilidade. A possibilidade de inundações, o lençol freático relativamente pouco profundo e a baixa fertilidade, são limitações comuns desses solos e se apresentam em variados graus de intensidade.

Na área estudada, os Cambissolos ocorrem somente como Distróficos (solos com saturação por bases inferior a 50%).

Planossolo háplico

Compreende solos com horizonte B textural, mudança textural abrupta e com horizonte superficial de textura arenosa ou média. São solos situados em planícies aluviais e no terço inferior das vertentes. Apesar do relevo de pouco declive, os situados no terço inferior de vertente requerem atenção quanto à erodibilidade, pois a grande diferença textural, entre o horizonte A ou E e o horizonte B, torna-os bastante sujeitos à erosão hídrica.

Apresentam severas limitações para obras de engenharia sanitária: aterros sanitários e fossas sépticas, por exemplo. Este fato é particularmente válido para aqueles Planossolos situados nas planícies aluvionais onde o lençol freático está mais próximo da superfície.

Os Planossolos Háplicos ocorrem a sul e sudoeste da cidade de Piracicaba.

Neossolo litólico

Compreende solos minerais, pouco desenvolvidos, com horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura assente diretamente sobre rocha ou sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de massa constituída por fragmentos de rocha (cascalhos, calhaus e matacões).

Os Neossolos Litólicos são solos que apresentam reduzida profundidade efetiva o que limita seu uso com agricultura devido ao reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade.



São solos bem providos de nutrientes, especialmente os que derivam de rochas básicas (basaltos e diabásios).

A pequena espessura desqualifica-os como locais para aterros sanitários. A presença de reduzida zona de aeração, aliada a presença de acentuado fraturamento em muitos desses solos, torna-os inadequados para recebimento de grandes cargas de efluentes devido ao perigo de contaminação dos aquíferos.

Neossolos quartzarênicos

Compreendem solos arenosos, essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, profundos e de baixa fertilidade natural. Por serem solos essencialmente arenoso-quartzosos, são desprovidos de minerais primários intemperizáveis, apresenta atividade coloidal muito baixa, além de baixa capacidade de retenção de nutrientes e de água. Devido à baixa adesão e coesão, apresentam elevada erodibilidade; são, contudo, solos muito profundos em geral.

Sua pobreza em nutrientes torna imprescindível a aplicação de insumos para que sejam possíveis produções satisfatórias.

Estes solos são originados principalmente de arenitos da Formação Botucatu e servem como fonte de areia para construção civil, entre outras aplicações.

Na região de Analândia e São Pedro, onde ocorrem, apresentam-se como Órticos Distróficos com relevo suave ondulado e plano e, como Órticos de relevo suave ondulado.

Nitossolos vermelhos

Compreende solos minerais não hidromórficos com horizonte B textural, profundos, com argila de atividade baixa. Apresentam sempre estrutura em blocos ou prismática bem desenvolvida no horizonte B.

As principais limitações destes solos se relacionam com a erodibilidade relativamente alta, sendo, por isso comum ocorrer erosão acentuada nas áreas inadequadamente utilizadas.

São solos com discreto aumento de argila em profundidade, apresentando, mesmo quando argilosos, boa drenagem interna.

Localizam-se unicamente na região nordeste de Piracicaba e apresentam-se como Eutroférico + Nitossolos Vermelhos Distroféricos Latossólicos com textura argilosa e relevo suave ondulado e ondulado.

Os Nitossolos apresentam espessa zona de aeração, o que os qualifica, quando o declive não é superior a 10%, como adequados para aterros sanitários e outras formas de deposição de resíduos apesar da baixa atividade da fração coloidal. Contudo, apresentam bom potencial agrícola sendo por isso preferível não utilizados para aqueles fins.



2.2.3.2. Principais tipos de solo no trecho mineiro

O trecho mineiro tem como referência os trabalhos efetuados pela IBITU – Consultoria Ambiental, no âmbito da criação e implantação da APA Fernão Dias.

Há três grandes grupos de solos (Latosolos, Podzólicos e Cambissolos), que se alternam nas superfícies mais elevadas de acordo com o relevo, e os solos aluviais aparecem nas planícies dos rios e córregos.

Estes tipos de solos são originados sob a influência de um clima relativamente quente e de precipitações abundantes. São solos relacionados a litologias pré-cambrianas, metamórficas, notadamente gnaisses e granitos, com algumas ocorrências de básicas ou metabásicas e também sedimentos recentes, nas planícies de alguns rios. A topografia é bastante acidentada em toda a região, sendo constatados tipos diversos de relevo, desde planos a montanhosos.

Localmente, podem ser citados como exemplos mais característicos da presença de determinados tipos de solos em associação a feições topográficas: em Extrema e norte da mesma, ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico com horizonte A moderado e proeminente associado a Latossolo Vermelho-Amarelo húmico álico, ambos argilosos em relevos fortemente ondulados a ondulados.

A sudoeste de Camanducaia e sul de Extrema ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelo distrófico com horizonte A moderado a proeminente associado a solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico ambos com textura média a argilosa porém de atividade baixa onde a fase rochosa pode estar presente ou ausente em relevo montanhoso a fortemente ondulado.

2.2.4. Potencial agrícola

A região das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá apresenta, de acordo com o esboço da Potencialidade Agrícola dos Solos (Recursos Naturais e Meio Ambiente – Uma Visão do Brasil, IBGE/1993), um bom potencial de exploração agrícola, uma vez que não possui, em caráter generalizado, fatores limitantes ao uso agrícola do solo.

Predominam solos medianamente profundos a muito profundos, bem a moderadamente drenados, textura média a muito argilosa. Nestas áreas as limitações relacionadas ao bom desenvolvimento das plantas devem-se predominantemente, a baixa fertilidade natural dos solos, devido à pequena disponibilidade de nutrientes e aos teores elevados de alumínio trocável (sobretudo em áreas de predominância de cambissolos), ocorrendo também, em algumas áreas (onde a topografia é em geral, plana), limitações por excesso de água. Há em



algumas regiões restrições relacionadas ao relevo, e que impede o cultivo de culturas que exijam elevado nível de mecanização.

Não há restrições climáticas acentuadas na região, quer sejam ela de temperaturas (máximas e mínimas) pois a ocorrência de geadas é esporádica e restrita a algumas microregiões com maiores altitudes ou baixadas, quer seja por pluviometria. Não há nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá regiões com prolongado período de deficiência hídrica, o que explica a relativamente pequena área irrigada (à exceção das hortaliças) na região. Essa irrigação geralmente apresenta caráter suplementar para a minimização do risco agrícola por um veranico, ou uma estiagem mais prolongada. Como não há restrição térmica, o uso da irrigação permite ao produtor o cultivo contínuo ao longo do ano.

Nas áreas ditas mais nobres, com solos de maior fertilidade e com relevo suave o que favorece a mecanização, predomina o cultivo da cana-de-açúcar historicamente localizado próximo à Piracicaba, Capivari, Rafard, Elias Fausto, Tietê e também nas circunvizinhanças da zona metropolitana de Campinas. Nessa região predominam os solos do tipo Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Amarelo (veja mapa pedológico) que apresentam boas condições de fertilidade natural exigindo somente pequenas correções facilmente realizáveis pelas modernas técnicas agrônomicas como adubação e calagem. As áreas que apresentam latossolo Vermelho-Amarelo geralmente estão associadas a maiores restrições de relevo exigindo um manejo agrônomico diferenciado.

As Areias Quartzosas constituem uma pequena porção de área da bacia hidrográfica. Tratam-se de solos arenosos, essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, profundos e de baixa fertilidade natural. Ocorrem, normalmente, em áreas de relevo plano e suave ondulado. São regiões que apresentam um maior risco de erosividade, necessitando ações preventivas e corretivas específicas o que já vem ocorrendo nos municípios de São Pedro, Águas de São Pedro e Santa Maria da Serra, por exemplo. O mesmo ocorre em algumas regiões com predominância de solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo que irão necessitar técnicas de manejo específicas para cada situação.

Além da cana-de-açúcar, a região apresenta uma forte produção de fruteiras, sendo tradicional a produção de uvas e vinhos na região de Jundiá, e fruteiras diversas na região de Vinhedo e Valinhos. A expressividade da produção viti-vinícola pode ser vista pela recente criação da Associação dos Produtores de Vinho Caseiro de Jundiá e região e que tem como principal meta à demarcação da região como região produtora, a exemplo do que ocorreu com o Vale dos vinhedos em Bento Gonçalves no Rio Grande do Sul.

A cultura do algodão, hoje incipiente, foi bastante expressiva na virada do século XX, sobretudo pela iniciativa de Luiz de Queiroz na região de Piracicaba, tanto que ainda hoje



Americana é considerado um pólo têxtil por excelência. Outra cultura de expressão e tradicional é a citricultura na região de Limeira, onde está situado o centro de pesquisa em citricultura além de várias indústrias processadoras da fruta.

A proximidade com grandes centros consumidores como São Paulo, Campinas e Ribeirão Preto, além da possibilidade de exportação pela presença de infra-estrutura rodoviária, portuária e aeroportuária têm alavancado a enorme diversidade de cultivos, sobretudo de hortícolas e frutícolas, o que pode ser visualizado no QUADRO 2.2.4.1. Pode-se observar também a existência de culturas tanto de clima temperado como culturas tipicamente tropicais denotando a grande diversidade de microclimas na região.

Outro aspecto interessante é a constante busca por novas alternativas como o côco, a seringueira, a lichia, nogueiras, o urucum, a pupunha, etc. O QUADRO 2.2.4.1 apresenta a concentração dos grandes grupos de uso agrícola por município em hectares para o ano agrícola de 2003.

A presença de solos de mediana a alta fertilidade natural, associados a um relevo na maior parte plano a levemente ondulado, sem restrição térmica ou hídrica, a proximidade de grandes centros consumidores e do mercado internacional pela infra-estrutura existente, faz com que a região de abrangência das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá possua altíssimo potencial agropecuário, potencial esse que já vem sendo explorado há várias décadas alavancado também pela presença marcante de pólos de desenvolvimento tecnológico agrário como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), a Universidade de Campinas (UNICAMP), o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), entre outros.

Quanto aos municípios mineiros pertencentes à bacia, quase a totalidade de sua superfície está inserida na área de proteção ambiental (APA) Fernão Dias por se localizarem às margens do divisor de águas (serra da Mantiqueira), sendo considerada pois como área de preservação de mananciais.

Não há limitação quanto a solos que são nas áreas mais altas pertencentes aos grupos latossóis, podzólicos e cambissóis, enquanto que nas baixadas e próximo à malha hídrica predominam solos de aluvião. Em ambas as situações as deficiências de fertilidade podem ser corrigidas com facilidade com as modernas práticas agronômicas. As restrições ao uso agrícola estão fundamentalmente no relevo, bastante acidentado e no clima de altitude em boa parte da área que acaba conferindo restrições térmicas.

Em função dessas características predominam nas áreas de relevo mais acidentado o reflorestamento com espécies coníferas e pastagens nativas, enquanto que nas áreas planas



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

de baixada é comum o cultivo de hortaliças tutoradas e leguminosas que tem como mercado consumidor principal às regiões metropolitanas de São Paulo e Belo Horizonte favorecido pela presença da BR 381 (Rodovia Fernão Dias). Essas áreas estão concentradas nos municípios de Itapeva, Toledo e Extrema - vide FIGURA 2.2.4.1.

A batata é cultura expressiva particularmente no município de Toledo com as conseqüências ambientais geradas pela mesma como a erosão superficial, a grande quantidade de agroquímicos utilizados por hectare e uma forte demanda hídrica.

Apesar das características supra mencionadas, o nível tecnológico utilizado é baixo, sendo comum observar-se a utilização de cultivo “morro abaixo” mesmo em locais com declividades superiores a 15%, o que potencializa o risco de erosão e as suas conseqüências já conhecidas, dentre elas o assoreamento dos cursos de água.

**IRRIGART**Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

QUADRO 2.2.4.1 Participação por município nos grandes grupos de uso agrícola em área (ha) (IEA, 2003).

Município	Áreas naturais	Reflorestamento	Frutíferas	Hortícolas	Grandes Culturas	Outras
Águas de São Pedro	3	0	0	0	0	0
Americana	260	60	86	7	4.947	0
Amparo	17.900	3.850	1.665	383	15.190	0
Analândia	11.300	2.700	4.419	0	18.730	0
Arthur Nogueira	1.064	0	4.250	30	2.670	0
Atibaia	5.130	2.490	690	149	920	0
Bom Jesus dos Perdões	6.050	380	8	68	1.128	0
Bragança Paulista	11.500	6.300	551	407	14.200	0
Cabreúva	9.600	2.240	121	137	6.860	0
Campinas	14.197	3.978	1.174	947	15.581	0
Campo Limpo Paulista	1.700	920	18	13	829	0
Capivari	2.169	103	9	66	20.874	0
Charqueada	3.890	250	8	6	12.309	0
Cordeirópolis	660	220	2.056	53	8.003	0
Corumbataí	9.000	2.010	1.272	3	11.311	0
Cosmópolis	390	0	0	0	0	0
Elias Fausto	1.640	350	154	1.525	15.580	0
Holambra	995	55	1.441	3	2.650	0
Hortolândia	45	0	0	200	30	0
Indaiatuba	7.000	767	1.378	453	11.814	2
Ipeúna	8.200	2.100	281	48	10.020	14
Iracemápolis	301	50	128	0	8.820	0
Itatiba	5.000	3.600	790	354	11.670	0
Itupeva	4.235	1.650	726	336	3.725	0
Jaguariúna	1.922	150	1.006	13	8.180	0
Jarinu	8.000	1.500	919	198	4.600	1
Joanópolis	8.000	5.000	217	133	4.480	0
Jundiá	9.140	6.210	2.744	835	3.421	0
Limeira	7.294	0	17.188	0	4.974	0

**IRRIGART**Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.**QUADRO 2.2.4.1. Continuação**

Município	Áreas naturais	Reflorestamento	Frutíferas	Hortícolas	Grandes Culturas	Outras
Louveira	923	0	752	64	54	0
Mombuca	2.570	0	34	10	5	0
Monte Alegre do Sul	3.800	0	71	29	2.400	0
Monte Mor	5.000	0	214	203	10.460	0
Morungaba	3.977	0	94	18	3.872	0
Nazaré Paulista	10.000	0	0	6	2.180	0
Nova Odessa	90	0	70	23	2.067	0
Paulínia	700	0	0	0	0	0
Pedra Bela	4.000	0	70	15	5.000	14
Pedreira	500	0	186	6	3.000	0
Pinhalzinho	3.375	0	12	141	3.740	0
Piracaia	16.400	0	56	115	7.520	0
Piracicaba	16.500	0	1.670	309	36.959	0
Rafard	500	0	11	31	2.400	0
Rio Claro	5.650	0	2.208	101	14.272	105
Rio Das Pedras	1.168	0	0	5	1.503	0
Saltinho	2.833	0	5	0	3.853	0
Salto	1.600	0	130	103	2.809	0
Santa Bárbara D'oeste	1.800	0	268	0	890	0
Santa Gertrudes	500	0	188	0	550	0
Santa Maria da Serra	11.000	0	94	300	3.680	0
Santo Antonio de Posse	2.980	7	1.635	92	5.080	0
São Pedro	23.815	0	2.188	151	15.400	0
Sumaré	1.480	0	8	320	201	0
Tuiuti	750	0	22	36	3.200	0
Valinhos	2.650	100	212	45	700	0
Vargem	4.100	0	6	19	2.506	0
Várzea Paulista	200	0	0	0	350	0
Vinhedo	655	24	288	120	2.002	0
Total	286.101	47.064	53.793	8.628	360.169	135



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

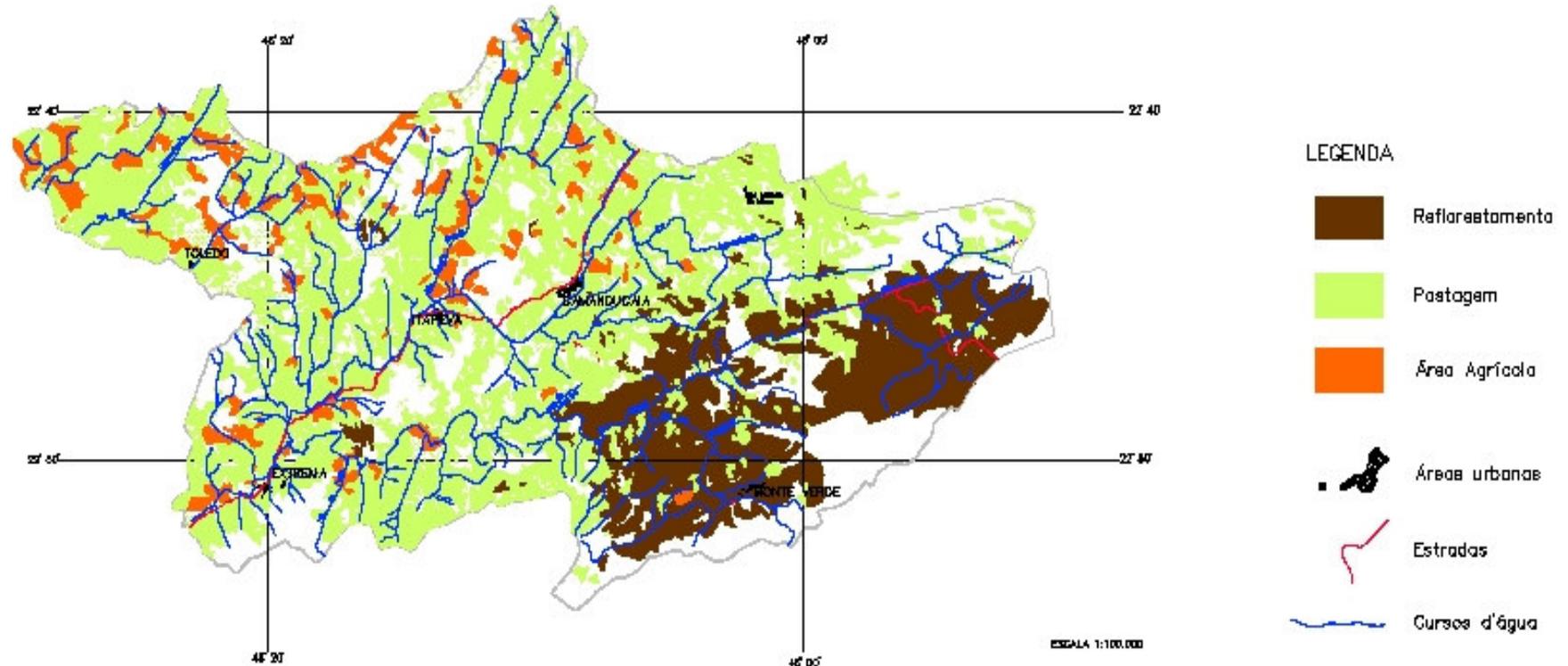


FIGURA 2.2.4.1 - Mapa do uso agrícola atual dos solos dos municípios mineiros pertencentes às bacias hidrográficas hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.



2.2.5. Biodiversidade

A região das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, embora tenha sido muito utilizada para agricultura e apresente grande crescimento urbano-industrial iniciado em meados de 1970 em decorrência da descentralização das atividades da região metropolitana de São Paulo em direção ao interior do Estado, é uma importante área de biodiversidade.

Possui remanescentes da Mata Atlântica com a mesma fisionomia da Serra do Mar, principalmente nas encostas da Serra do Japi. É área de interface entre a Mata Atlântica e as Florestas Estacionais Semidecíduas de Planalto, representada nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí por fragmentos dispersos.

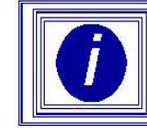
As áreas com Florestas Estacionais Semidecíduas mais bem representadas ocorrem nas Unidades de Conservação, notadamente na Estação Ecológica de Ibicatu, no município de Piracicaba.

Mais ao norte, principalmente na região do rio Corumbataí, predominam manchas de vegetação de cerrado com sua flora e fauna características (SMA, 1998).

Provavelmente por sediar três Universidades Públicas, a UNICAMP, a UNESP – Campus de Rio Claro e a USP – ESALQ, em Piracicaba, além de importante Instituto de Pesquisa como o Instituto Agrônomo de Campinas, são numerosos os trabalhos sobre a fauna e flora da região, principalmente nas áreas especialmente protegidas pela legislação. As áreas protegidas representam mais de 20% do território do trecho paulista das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí,.

A região é coberta por diversas Áreas de Proteção Ambiental – APAs, como a APA de Jundiáí, a APA de Cabreúva, a APA de Piracicaba-Juqueri-Mirim, a APA de Corumbataí-Botucatu e Tejuπά, a APA do Sistema Cantareira e a APA Represa Bairro da Usina, em Atibaia.

Na APA de Jundiáí ao sul, predominam culturas de pinheiros, eucaliptos e chácaras de lazer e o setor nordeste na Bacia do rio Jundiáí-Mirim, é ocupado por culturas de frutas e flores e extração de folheto argiloso. A grande riqueza em biodiversidade está no complexo das Serras Japi, Graxinduva, Guaxatuba e Cristais, popularmente conhecidas como Serra do Japi. Nela predominam os principais Remanescentes da Mata Atlântica da Bacia. Tombada pelo CONDEPHAAT em 1983 é área de interface entre 2 (duas) fisionomias de vegetação distintas: a Mata Atlântica e as florestas estacionais semi-decíduas de planalto.



QUADRO 2.2.5.1 - Diversidade de culturas e áreas naturais, por grupos e área plantada (ha) (IEA, 2003).

Áreas naturais		Reflorestamento		Frutíferas		Hortícolas		Grandes Culturas		Outros	
Cultura	Área	Cultura	Área	Cultura	Área	Cultura	Área	Cultura	Área	Cultura	Área
Mata	94.498	Eucaliptus	43.195	Abacate	568	Batata	950	Algodão	308	Côco	14
Cerrado	8.480	Pinus	3.869	Acerola	107	Brassicás ¹	688	Amendoim	50	Pupunha	3
Cerradão	3.020			Ameixa	18	Cucurbitáceas ²	1.122	Arroz	407	Seringueira	118
Pastagens	180.103			Banana	144	Folhosas ³	1.005	Café	6.493	Urucum	1
				Caqui	343	Legumes ⁴	237	Cana	76.168		
				Citrus ⁵	43.873	Liliáceas ⁶	18	Feijão	2.095		
				Figo	75	Mandioca	956	Girassol	30		
				Goiaba	279	Morango	276	Milho	40.699		
				Kiwi	4	Outros ⁷	5	Pastagem cultivada	231.660		
				Lichia	61	Pimentas e pimentão	616	Soja	1.258		
				Maçã	13	Quiabo	201	Sorgo	706		
				Mamão	4	Raízes e tubérculos ⁸	357	Sorgo	295		
				Manga	769	Solanáceas ⁹	513	forrageiro			
				Maracujá	111	Temperos ¹⁰	119				
				Nectarina	7	Tomate	1.604				
				Nêspera	8						
				Nogueira ¹¹	71						
				Pera	2						
				Pêssego	616						
				Uva comum	6.170						
				Uva fina	546						

¹ acelga, brocolos, couve, couve flor, repolho;

² abóbora seca, abobrinha, chuchu, melancia, moranga, pepino;

³ agrião, alface, almeirão, catalonha, chicórea, escarola, espinafre, rúcula;

⁴ ervilha, vagem; ⁵ laranja, limão, limas ácidas, tangerinas;

⁶ alho, aspargo;

⁷ alcachofra, cogumelos, gengibre;

⁸ batata doce, beterraba, cará, cenoura, mandioquinha, nabo, rabanete;

⁹ berinjela, jiló; ¹⁰ cebolinha verde, coentro, salsa, salsaõ;

¹¹ macadâmia, pecã.



O relevo montanhoso da Serra do Japi produz gradientes de altitude e de clima responsáveis pela biodiversidade e importância do banco genético.

Em locais baixos, no sopé da Serra do Japi, a formação é típica de floresta ombrófila densa, com fisionomia semelhante a encontrada na Mata Atlântica da Serra do Mar, mas com deciduidade característica de planalto com árvores que atingem até 30 m de altura. Nos locais mais elevados, a floresta tem aspecto de seca e baixa com árvores adensadas e altura média de 7 m. Samambaias são freqüentes em todos os biomas.

Nas áreas associadas a solos rasos e pedregosos, ou ainda a lageados rochosos, ocorre vegetação com características xeromórficas, com cactos e bromélias e eventual presença de arbustos e árvores de pequeno porte com troncos finos e retorcidos. Os cursos d'água são acompanhados de matas ciliares.

A Fauna da Serra do Japi é muito rica, com muitas espécies endêmicas e presentes também em áreas da Mata Atlântica da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, 800 espécies de borboletas foram cadastradas na região, sendo nove ameaçadas de extinção.

Entre os anuros destacam-se a rãzinha-do-capim, o sapo, a rã-de-vidro e a perereca-verde. São treze as espécies de serpentes como a cobra-cipó e a jararaca. Também foram identificados na Serra, cinco espécies de lagartos e uma de anfisbena (cobra-cega).

A avifauna é constituída por pelo menos 206 espécies, sobressaindo entre elas a jacupemba, o jacuguaçu, a pomba-amargosa, o inhambu-guaçu, o inhambu-chitão, a mãe-da-lua, o corujão-mateiro e o gavião-macaco.

Foram detectadas trinta e uma espécies de mamíferos como o gambá, o tatu-galinha, o morcego-frugífero, o sagui, o bugio, o quati, o furão, a onça-parda, o cateto, o esquilo, o ouriço-cacheiro, a capivara, a jaguatirica, o veado-campeiro e a cutia. Embora legalmente protegida a área ainda sofre problemas com a caça de alguns animais cuja ocorrência se torna pouco a pouco menos freqüente.

As áreas não especialmente protegidas na área das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, e em outros locais do Estado, são menos estudadas, mas alguns dados puderam ser levantados.

Hyalodes sazimai – é um anfíbio do Grupo dos Anuros, conhecido como perereca. Só foi encontrado num pequeno fragmento de mata existente na Serra das Cabras no Município de Campinas (HADDAD & POMBAL, 1995).

Megaelopsia sp. – é uma espécie de anfíbio anura ameaçada de extinção e só conhecida do fragmento de mata existente no Município de Atibaia (GIARETTA, 1993).



Na região de cerrado ao norte da Bacia foram cadastradas 150 (cento e cinquenta) espécies de aves, nas matas semidecíduas 248 espécies, não havendo um padrão de distribuição uniforme provavelmente em função da ocupação humana e da grande fragmentação dos maciços florestais.

Sabe-se que no Estado de São Paulo, ocorrem 170 espécies de mamíferos: sendo 21 espécies de *Marsupiais*, 42 de roedores, 64 de morcegos e 67 dos demais grupos. Avalia-se que a área das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, foi moderadamente amostrada e contenha a fauna característica de planalto, cerrado e de domínio da Mata Atlântica, havendo documentado na UNESP coleção de dez mil exemplares de mamíferos e 1,5 mil na UNICAMP (JOLY & BICUDO, 1999).

Entre os invertebrados, são encontrados (LINARDI, 1999):

- *Tunga caecata* – é uma pulga (*Sifonaptero*) descrita para Piracicaba.
- *Drosophila onca* – é uma mosca pequena da família *Drosophilidae*, que ocorre em todo o mundo e em diversos ecossistemas e também foi observada na Serra do Japi, em Jundiáí e em Piracicaba, tanto na área de domínio da Mata Atlântica e nas matas de planalto do interior.
- O grupo mais bem estudado foi o das borboletas – *Lepidoptera*, que apresenta 248 espécies de borboletas na região de Campinas, além das 800 espécies conhecidas da Serra do Japi. Entre elas predominam as *Hesperioideas* com 270 espécies, seguidas das *Nymphalidae* com 200, *Papilionoidea* com 159, *Papilionidae* com 116 e *Pieridae* com 22 espécies.
- As abelhas do cerrado de Corumbataí foram estudadas por PEDRO & CAMARGO (1999) que identificou dezenove espécies.
- Em Rio Claro foram encontrados – besouros da família *Cerambycidae*, espécie típica da Floresta Tropical.
- Cupins de Campinas foram estudados.
- Em Piracicaba, no ESALQ – USP existem ainda, uma coleção com 150 lotes de aranhas (*Arthropoda – Arachnida, Ord. Araneae*).
- Do Filo *Annelida*, do Grupo dos *Oligochaeta* terrestres as espécies *Drilocrius iheringii* (JAMIESON, 1971) e *Glossoscolex paulistus* são endêmicas de (Righi, 1971 – Piracicaba, *Glossoscolex bondari* ocorre em Rio Claro e Piracicaba (Righi & Lobo, 1979) e várias espécies do gênero *Thestylus* são abundantes em todo o Estado de São Paulo inclusive Piracicaba.
- Entre os escorpiões (*Arthropoda, Arachnida, Ord. Scorpiones*) o gênero *Bothriurus* é amplamente distribuído no estado, tendo sido assinalado em Rio Claro e Piracicaba (CANDIDO, 1999).

As características descritas acima e as espécies de fauna e flora mencionadas estão presentes também nos municípios mineiros que integram a bacia hidrográfica hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, todos inseridos na APA – Fernão Dias. Essa APA compreende parte da serra da Mantiqueira e o divisor de águas que representa, alimentando as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, do Rio Pardo (UGRHI-4), do Rio Mogi (UGRHI-9) e do Rio Paraíba do Sul (UGRHI-2).



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

A biodiversidade dessa região está descrita no EIA e RIMA da APA Fernão Dias elaborado pela Ibitu Consultoria Ambiental por solicitação do DER/MG (1998), para cujo levantamento trabalhou-se com a técnica de amostragem por quadrantes após a identificação dos biomas mais representativos, os quais estão relacionados a seguir:

- *Mata Alto Juncal* - localizada no alto da serra do Juncal;
- *Mata do Juncal* - situada na parte baixa da bacia do ribeirão Juncal, próximo à fazenda Boa Vista, na porção leste da APA;
- *Mata Alto do Campestre* - nas cabeceiras do córrego Campestre, na fazenda de mesmo nome;
- *Mata Serra do Lopo* - no alto da serra do Lopo no município de Extrema;
- *Mata de Itapeva* - situada no sopé noroeste da serra de Itapeva;
- *Mata Monte Verde-1* - localizada na meia encosta da serra de Monte Verde;
- *Mata Monte Verde-2* - localizada no topo da serra de Monte Verde, na área do pico do Selado.

A região da APA Fernão Dias encontra-se em zona de tensão ecológica entre as florestas tropicais montanas e sub-montanas, conforme RIZZINI (1979), ou, de acordo com a nomenclatura adotada pelo IBGE (1993), entre as formações da floresta ombrófila densa, ombrófila mista e estacional semi-decidual. O estado de conservação desses diversos ambientes é bastante variado em função do nível de antropismo existente.

Dentre as regiões percorridas e avaliadas, a do município de Toledo é a que se encontra mais degradada em função de grandes plantios de batata, o que reduziu quase totalmente as formações nativas. Foram registrados aí alguns elementos faunísticos que atestam o contato entre o domínio da floresta com o cerrado, tais como o tucano toco (*Ramphastos toco*) e o João Bobo (*Nystalus chachuru*).

Por ser uma área de topografia acentuada e atividade comercial voltada ao turismo e ao plantio de florestas comerciais, esta região da APA ainda apresenta uma considerável cobertura florestal, interligadas pelos plantios de pinus e araucárias. Apesar de constituírem ambientes homogêneos, nesses plantios desenvolve-se um sub-bosque que representa importante abrigo e fonte de alimento à fauna, permitindo a locomoção e mesmo sobrevivência em seu interior.

Nos municípios de Sapucaí-Mirim e Camanducaia, ocorre em grandes proporções, a floresta ombrófila mista, principalmente em áreas de propriedade da Cia. Melhoramentos, a fazenda Levantina. As suas características são de expressividade incomum no Estado de Minas Gerais, devido às excelentes condições bióticas preservadas que a mesma resguarda quando comparadas às áreas primitivas de ocorrência desse bioma.



A serra do Lopo, localizada em Extrema, é quase toda coberta por florestas, formando um importante maciço, isolado de outros fragmentos. Nos topos mais elevados ocorre a ombrófila alto-montana, de porte baixo e alta densidade, enquanto que nas menores altitudes e em ambientes onde se permite o acúmulo de solo e umidade as florestas possuem grande porte.

A área amostrada é coberta pela floresta ombrófila densa de grande porte, com muitos locais em situação clímax e árvores cobertas por bromélias, a exemplo de espécies dos gêneros *Aechmea*, *Bilbergia* e *Vriesea*.

A flora amostrada nesse estudo mencionado, é bastante variada abrangendo 32 famílias e 76 espécies identificadas, cabendo ressaltar que poderão existir outras ou em densidades populacionais diferentes da mencionada, uma vez que a metodologia utilizada foi de amostragem.

Embora os estudos faunísticos realizados não tenham sido intensos em relação à realidade local, as condições bióticas aparentes e os indicadores faunísticos detectados demonstram uma condição da maior relevância quanto à capacidade de suporte de fauna e a necessidade de sua preservação. Destaca-se também a área próxima à sede municipal de Extrema, representativa da floresta ombrófila, com características excepcionais de preservação.

Por ocasião da execução deste estudo (outubro de 1997), detectaram-se várias espécies vegetais em frutificação e espécies faunísticas que deles forrageavam. Dentre elas citam-se o inhambu-guaçu (*Crypturellus obsoletus*), registrado freqüentemente através de sua vocalização, rastros e visualização, assim como o jacu-açu (*Penelope obscura*).

A ocorrência de porcos do mato (*Pecari tajacu*) é atestada por toda a população consultada e a presença dessas espécies, além de outras como veados e pacas são fundamentais para a sobrevivência de felinos.

Foi relatado que há alguns anos atrás foi feita uma tentativa de criação de carneiros em regime de soltura nas áreas da floresta e adjacências. O rebanho foi dizimado por espécimes de onça sussuarana ou parda (*Puma concolor*) e onça pintada (*Panthera onca*). Foram detectados vários grupos de primatas, particularmente o guigó (*Callicebus personatus*), ameaçado de extinção.

Foram avistados alguns saguis (*Callithrix cf. aurita*), que, ainda que dependendo de confirmação é espécie, também ameaçada de extinção. Obteve-se a informação da ocorrência de uma espécie de gavião, segundo a qual, tratava-se do gavião real (*Harpia harpija*).



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Além das espécies relacionadas neste trabalho, muitas outras espécies e grupos animais, vegetais e de microorganismos, ocorrem nas Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá. Aqui não foram relacionados ou porque ainda não foram estudados ou porque aparecem citados genericamente para todo o Estado de São Paulo. Porém muitas das espécies encontradas, particularmente na APA Fernão Dias, estão ameaçadas de extinção quer seja pela caça direta ou pela destruição progressiva de seu habitat pelo antropismo.

Segundo CÂMARA (1991), "*a fauna das florestas atlânticas permanece rica em diversidade biológica, com pouquíssimas espécies já descritas totalmente extintas mas, as populações remanescentes, via de regra, estão subdivididas e representadas em muitos casos por apenas um número perigosamente reduzido de indivíduos quando não localmente extintas. Considerando-se, porém, que as pesquisas faunísticas não foram realizadas em profundidade antes da devastação generalizada das florestas atlânticas, muito especialmente no que se refere aos invertebrados, é de se presumir que, na realidade, um enorme número de espécies pouco conspícuas tenham sido exterminadas sem que delas houvesse conhecimento de sua existência.*" Essa afirmativa demonstra a necessidade da preservação dos remanescentes aqui configurados.

2.2.6. Hidrometeorologia

2.2.6.1. Hidrometeorologia do trecho paulista

O clima na região sofre influência das massas de ares atlânticas polares e tropicais, provocando diferenças regionais dadas pela distância em relação ao mar e por fatores topoclimáticos, como as serras do Japi e de São Pedro.

Em toda a região hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, predominam os ventos do sul.

De modo geral, o clima é do tipo quente, temperado e chuvoso, apresentando três faixas de ocorrências, classificadas segundo a divisão internacional de Köppen em:

- sub-tipo Cfb - sem estação seca e com verões tépidos, nas porções baixas das bacias;
- Sub-tipo Cfa - sem estação seca e com verões quentes, nas partes médias das bacias;
- sub-tipo Cwa - com inverno seco e verões quentes, nas porções serranas, das cabeceiras.

O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e abril, e o de estiagem, entre maio e setembro. Os índices de precipitação pluviométrica, na média, variam entre 1.200 e 1.800 mm anuais.



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Entretanto nos trechos das cabeceiras dos cursos formadores do rio Piracicaba, na região da Mantiqueira, à leste de Bragança Paulista, ocorrem as maiores precipitações pluviométricas, cujos índices superam os 2.000 mm anuais. Esses índices caem para 1.400 e 1.200 mm, nos cursos médios e baixos, respectivamente.

Na região mais a oeste, a temperatura aumenta e a precipitação diminui, ficando a média próxima de 1.300 mm. As chuvas convectivas são favorecidas pela presença da Serra de São Pedro, que facilita a formação de cúmulos -nimbos.

Maiores detalhes sobre a distribuição espacial e a quantidade de precipitação pluvial nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá estão contidos no **Capítulo 2.4.1.**

2.2.6.2. Hidrometeorologia do trecho mineiro

O trecho mineiro tem como referência os trabalhos efetuados pela IBITU – Consultoria Ambiental, no âmbito da criação e implantação da APA Fernão Dias

A região da APA Fernão Dias tem o seu clima dependente de fatores geográficos (o relevo e a latitude), que condicionam acentuadamente a dinâmica atmosférica ao longo do ano e, por conseguinte, o comportamento dos elementos climáticos, notadamente os regimes térmico e pluviométrico.

O relevo, pelo efeito orográfico que exerce sobre a pluviometria, e as altitudes alcançadas pelas cristas da serra da Mantiqueira, pela influência sobre a temperatura, atua juntamente com a latitude, cuja posição no limiar da zona intertropical, próxima ao Trópico de Capricórnio, concorre para conferir ao clima regional as condições típicas dos climas mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias.

Os aspectos dinâmicos da circulação atmosférica, que submetem a região da APA Fernão Dias ao longo do ano aos movimentos sazonais das massas de ar de origem tropical, equatorial e polar, operam em conjugação aos fatores geográficos, de modo a atenuar os efeitos das massas Tropical e Equatorial e acentuar os efeitos da massa Polar produzindo regimes térmicos marcados pelo rigor das mínimas no âmbito da zona intertropical.

Durante o verão, o sistema atmosférico preponderante na região é a massa de ar Equatorial Continental, caracterizada por circulação de NE constituída por ventos oceânicos com umidade relativa elevada e instabilidade convectiva, que resultam em frequentes processos de condensação das massas de ar ascendentes e formação de grandes cúmulos-nimbos produtores de precipitação abundante. Eventualmente, nesta época, a massa Tropical Atlântica se impõe sobre a região trazendo instabilidade devido ao aquecimento a que é



submetida na costa da América do Sul em razão da presença de corrente marítima quente no litoral nesta época do ano.

Na estação mais fria, a massa Tropical Atlântica alterna sua influência sobre a região da APA Fernão Dias com a massa de ar Equatorial Atlântica, ambas em condição de instabilidade, agravada pela orografia, podendo provocar chuvas fracas mas persistentes durante o inverno. Todavia, nesta época do ano, as incursões da massa Polar Atlântica atingem a região provocando acentuado declínio da temperatura e instabilidade durante a passagem da frente polar.

Reforçando a influência das condições geográficas da região da APA Fernão Dias na conformação de seu clima estão a forte radiação solar ocorrente nesta faixa latitudinal e a proximidade do oceano, que constituem pré-condição importante às precipitações. Além disso, a topografia também influencia o volume de chuvas tanto pela ascendência orográfica na serra da Mantiqueira quanto pela turbulência do ar provocada pelo relevo.

O volume médio anual de chuvas precipitadas sobre o trecho mineiro, segundo se observa no Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais (1982), varia entre 1.100 mm e 1.400 mm, distribuídos espacialmente de maneira crescente de oeste para leste. Todavia, esses limites médios anuais são amplamente ultrapassados considerando-se os registros medidos nas estações climatológicas regionalmente analisadas, estando sempre acima de 1.500 mm.

De acordo com GOLFARI (1975), a região não apresenta déficit hídrico ou o tem em grau mínimo nos meses de inverno. Os excedentes hídricos ocorrem nos meses de outubro a abril, com a altura média anual das chuvas variando entre 1600 e 1800 mm. A evaporação potencial anual varia entre 650 e 800 mm.

A região abrangida pela APA Fernão Dias enquadra-se segundo NIMER (1989), em dois domínios climáticos, o do clima Mesotérmico Brando Úmido e Superúmido e o do clima Mesotérmico Médio Superúmido, este, impondo-se apenas em algumas áreas da serra da Mantiqueira.

O clima Mesotérmico Brando aparece acima da cota altimétrica de 900 m. Nestas áreas o verão é brando e o mês mais quente acusa média inferior a 22°C predominando médias entre 20 e 18°C. O inverno é bastante sensível possuindo pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C. Em junho-julho, os meses mais frios, são comuns mínimas diárias abaixo de 0°C, com a média das mínimas variando em torno de 8 a 6°C. O fenômeno da geada é comum no sul de Minas Gerais.



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

O clima Mesotérmico Médio atua nas superfícies mais elevadas da Mantiqueira, onde o predomínio de temperaturas amenas durante todo o ano são devidas principalmente à orografia, ocorre, portanto, acima das cotas altimétricas de 1.600 metros. Nestas restritas áreas o constante resfriamento adiabático do ar não permite calor nem mesmo no verão. A média de temperatura dos meses mais quentes é inferior a 17°C e a média anual é das mais baixas do Brasil, inferior a 14°C. Com pelo menos um mês com temperatura média inferior a 10°C.

Levando-se em consideração o regime pluviométrico, a região constitui domínio de clima superúmido e úmido, sendo aos níveis mais elevados da Mantiqueira, sujeitos às maiores taxas de precipitação e de umidade atmosférica, atribuído o caráter superúmido e as demais áreas com o clima úmido, caracterizado por uma curta e pouco sensível estação seca no inverno, com um a dois meses secos.