

GPF	FLS
1670	1314

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS
Campus Sorocaba

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

**DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO DE MODELOS
PARA SIMULAÇÕES DE PAGAMENTOS DE SERVIÇOS AMBIENTAIS
(PSA) EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO SOROCABA E MÉDIO
TIETÊ**

Coordenador: Prof.Dr. Emerson Martins Arruda

Sorocaba, 2018

GPF	FLS
1670	1315

Contrato FEHIDRO 251/2014

**DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO DE MODELOS
PARA SIMULAÇÕES DE PAGAMENTOS DE SERVIÇOS AMBIENTAIS
(PSA) EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO SOROCABA E MÉDIO
TIETÊ**



Prof.Dr. Emerson Martins Arruda

Coordenador

CPF	FLS
1670	1396

Sumário

1. Apresentação.....	4
2. Síntese das atividades desenvolvidas.....	5
3. Objetivos no contexto do relatório geral.....	6
4. Produtos e discussões	6
4.1 Análise geomorfológica e morfoestrutural	6
4.1.1 Unidades de relevo e lineamentos.....	6
4.1.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Fazenda Velha	6
4.1.1.2 Bacia Hidrográfica do Córrego do Gurgel	10
4.1.1.3 Bacia Hidrográfica do Rio Alambari	14
4.1.1.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo	18
4.2 Análise parcial do uso solo.....	23
4.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Fazenda Velha.....	23
4.2.2 Bacia Hidrográfica do Córrego do Gurgel.....	25
4.2.3 Bacia Hidrográfica do Rio Alambari.....	27
4.2.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo	30
4.3 Análise dos casos de PSA existentes na UGHRI 10	32
4.3.1 A Experiência do Rio Pardo em Botucatu-SP.....	32
4.3.2 A Experiência do Projeto Mina d' Água em Ibiúna-SP	33
4.4 Análise da rede de drenagem.....	33
4.4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Fazenda Velha.....	35
4.4.2 Bacia Hidrográfica do Córrego do Gurgel.....	36
4.4.3 Bacia Hidrográfica do Rio Alambari.....	37
4.4.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo	38
4.5 Análise complementar dos critérios de valoração de PSA	39
5. Considerações parciais.....	42
6. Próximas etapas.....	43
7. Referências Bibliográficas	44

GPF	FLS
1670	1317

1. Apresentação

A temática do abastecimento público de água vem cada vez se tornando foco de discussões em esferas diversas do planejamento ambiental, onde a análise de possíveis instrumentos de gestão dos recursos hídricos tem ganhado força e norteado a definição de ações e implementação de programas que minimizem os impactos relacionados à escassez de água.

Dentre as ações políticas mais discutidas atualmente no âmbito do desenvolvimento sustentável, compreendendo todas as críticas que são inerentes a este conceito, encontram-se os serviços ambientais, que envolvem perspectivas econômicas e metodologias de valoração do meio ambiente, com o objetivo de proporcionar a gestão integrada do ambiente e dos e seus recursos que o compõem.

Os serviços ambientais apresentam ampla configuração e neles podem ser elencados processos onde os próprios ecossistemas fornecem seus recursos como cobertura vegetal, alimentos, plantas medicinais, absorção de carbono e a água potável.

A implantação de um programa de serviços ecossistêmicos exige conhecimento prévio sobre as áreas, tantos aspectos físico-químicos, uso de solo, problemas ambientais bem como o perfil dos futuros e possíveis prestadores desses serviços. Nesta perspectiva se insere o trabalho proposto o qual foi estruturado para estabelecer um diagnóstico o mais completo possível de áreas chaves da Bacia do Sorocaba e Médio Tietê, revelando a viabilidade dessas áreas constituírem bacias estratégicas para a simulação do modelo de PSA. Nesse sentido, recuperando as informações que constam no termo de referência submetido inicialmente, o trabalho em andamento é estruturado em cinco etapas que ao mesmo tempo constituem os objetivos específicos do mesmo:

- I) Levantamento de dados socioambientais nas sub-bacias escolhidas para representar geossistemas diferenciados.
- II) Discussão das metodologias de PSA relacionadas aos recursos hídricos, aplicadas no Brasil.

GPF	FLS
1670	1318

III) Organização das propostas metodológicas em elaboração na UGRH 10.

IV) Desenvolvimento de modelos de PSA para sub-bacias representativas do Rio Sorocaba com definição do cálculo de valoração ambiental.

V) Desenvolvimento de manual de implantação, monitoramento e avaliação de resultados.

Resumidamente, as metas da proposta inicial apresentada no termo de referência contemplam: Diagnóstico Socioambiental, Zoneamento Geoambiental e Proposta de Modelo de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) nas bacias analisadas. Deste modo, estão elencadas abaixo os produtos relacionados na proposta e o andamento se somados o 1º e 2º relatórios:

- **Mapeamento Geomorfológico (40%)**
- **Análise Geológica e Morfoestrutural (80%)**
 - *Interpretação das estruturas medidas em campo (0%)*
 - *Elaboração modelos digitais de terreno (MDT's) (100%)*
- **Análise Morfométrica e Hidroclimática da rede de Drenagem (60%)**
 - *Índices morfométricos (20%)*
 - *Cálculo de vazão (0%)*
- **Análise socioeconômica (40%)**
 - *Entrevistas aos proprietários (0%)*
 - *Uso do solo (90%)*
- **Impactos e Zoneamento Ambiental (60%)**
 - *Análise da Qualidade da Água (0%)*
- **Modelos e Propostas de PSA (80%)**
- **Memória de Cálculo (0%)**

2. Síntese das atividades desenvolvidas

O presente relatório apresenta informações associadas às etapas de análise do relevo, análise morfoestrutural, uso do solo, modelo e propostas de PSA. São apresentadas novas informações sobre etapas que foram apresentadas e adiantadas no primeiro relatório. Assim sendo, esse segundo relatório não apresenta necessariamente informações sobrepostas ao primeiro, priorizou-se assim expor novos dados e reflexões, novos mapas relacionados

GPF	FLS
1670	1319

com relação de análise do relevo de informações sobre a rede de drenagem e os critérios de valoração de PSA.

3. Objetivos no contexto do relatório geral

Os dados apresentados contribuem na nos seguintes objetivos específicos do trabalho: levantamento de dados, análise socioambiental das sub-bacias, discussão de metodologias de PSA na UGHRI 10 e proposta de novo modelo para tal.

4. Produtos e discussões

Um aspecto norteador que fundamentou as primeiras reflexões para o início do trabalho e o desenvolvimento da ideia foi a de que, ao contrário de propostas de modelos de PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), que tendem a considerar unicamente os parâmetros de água e floresta, pretende-se ao final do trabalho, relacionar um número maior de componentes que possa embasar a construção de implantação de um Programa de PSA na UGRHI 10.

4.1 Análise geomorfológica e morfoestrutural

A análise geomorfológica das áreas constitui parte fundamental da pesquisa tendo em vista sua influência no formato e dinâmica das bacias hidrográficas enquanto unidade espacial, bem como impõem características à rede fluvial que esculpe o relevo dessas bacias. Como elementos relacionados à hipsométrica e declividade foram apresentados no 1º relatório, optou no presente documento em buscar o quanto o relevo é influenciado pelos aspectos morfoestruturais regionais dessas áreas do trabalho. Nesse sentido foram realizados os mapeamentos dos lineamentos de relevo de e de drenagem bem como a proposta preliminar das unidades geomorfológicas presentes nas mesmas.

4.1.1 Unidades de relevo e lineamentos

4.1.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Fazenda Velha

A análise do mapa de relevo sombreado de um recorte regional onde está localizado a bacia hidrográfica do Rio Fazenda Velha, localizado no município de Ibiúna, demonstra a influência de controle litológico e estrutural na área, marcando conseqüentemente a definição das características de relevo, sua compartimentação, bem como os aspectos da rede de drenagem.

GPF	FLS
1670	1320

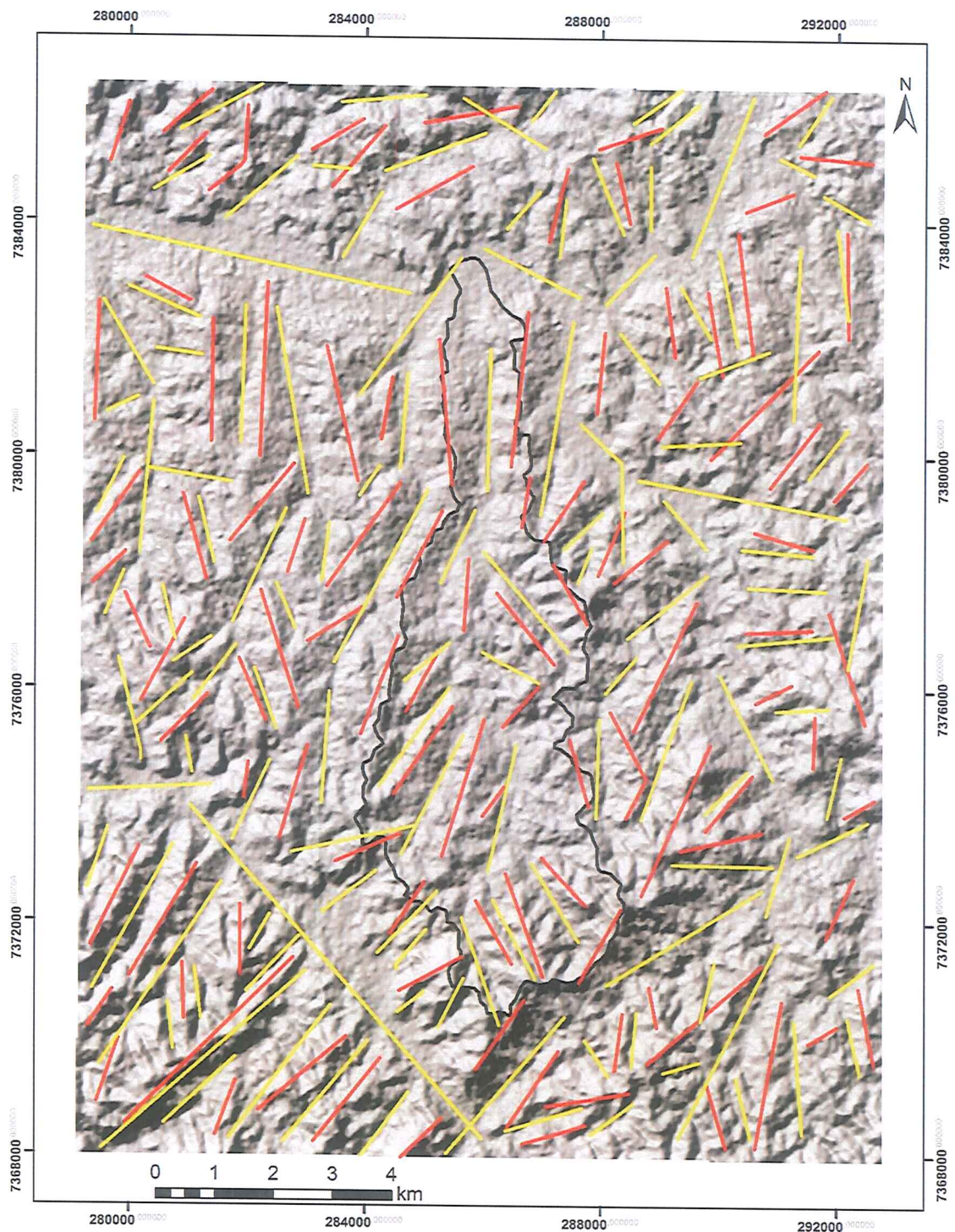
No mapa podem ser identificados inicialmente diferentes rugosidades, expressando uma distribuição de declividades que marcam quatro unidades de relevo. Nota-se uma unidade ao sul do recorte, de maior declividade, associada à interflúvios de topos convexizados, em torno de 1000 m de altitude. Tal superfície está relacionada às rochas do Granito Caucaia, que por configurar-se em material de maior resistência define esses compartimentos mais elevados regionalmente. De qualquer modo, nesse setor mais elevado também ocorrem ainda granitos do complexo Ibiúna, em geral marcando altitudes em torno de 950 metros. Uma segunda unidade também em torno de 1.000 metros de altitude localiza-se ao norte da bacia do Rio Fazenda Velha e pode ser notado na figura abaixo. Essa unidade corresponde também às litologias graníticas e marca uma série de interflúvios alongados, influenciado pelas zonas de cisalhamento regionais. A influência obviamente se estende à configuração da rede de drenagem e o processo de sedimentação cenozóica, como pode ser notado a partir da planície fluvial do Rio Sorocamirim, ao norte da área, como setor rebaixado no sentido NE-SW e E-W. Esse setor corresponderia a uma terceira unidade. Já a quarta unidade preliminarmente considerada corresponde ao setor de interflúvios altimetricamente mais baixo, com topos mais suavizados e em torno dos 900 metros, e vertentes convexo-retilíneas. Essa unidade está relacionada às rochas metassedimentares do Grupo Votuverava, e conseqüente menor resistência se comparada aos granitos anteriormente mencionados. Trata-se da unidade de maior expressão territorial da bacia do Fazenda Velha.




Com relação aos lineamentos, que como mencionados controlam as principais linhas de relevo, bem como a configuração da rede de drenagem local, pode-se nota a predominância de trends no sentido NE-SW, correspondendo à direção já amplamente conhecido para o sudeste brasileiro, associado ao rifteamento nessa província tectônica.

No entanto, podem ser constatados ainda trends secundários, tanto com relação aos lineamentos de relevo como os de drenagem. Notam-se os sentidos NNE-SSW e ainda NW-SE e ENE como lineamentos que estabelece o controle estrutural na região da bacia hidrográfica em questão.

GPF	FLS
1670	1371

Mapa de lineamentos da Bacia do Rio Fazenda Velha, Ibiúna-SP.



- Legenda**
-  bacia do Rio Fazenda Velha
 -  lineamentos de relevo
 -  lineamentos de drenagem

Projeção: UTM Zona 23 S
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados:
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar
 Topographic Mission)
 Elaboração: Emerson M. Arruda

Localização no Estado de SP



GPF	FLS
1670	1322

Abaixo são apresentados alguns perfis topográficos de alguns transectos selecionados para melhor compreensão das formas de relevo que caracterizam a área de estudos. Todas essas análises preliminares contribuirão para a etapa de mapeamento geomorfológico e de mapa morfoestrutural.



Figura 1. Perfil de relevo da alta bacia do Rio Fazenda Velha (Fonte: Google Earth Pro).

No perfil 1, que representa um transecto do sentido E-W da alta bacia do Rio Fazenda Velha pode-se notar a unidade de relevo mais aguçado, associado aos interflúvios convexizados embasados pelo Granito Caucaia. O relevo acima marcar setor da maior parte das cabeceiras de drenagem da bacia, com alta densidade de drenagem, e grande quantidade de fragmentos florestais bem preservados. Certamente as propriedades rurais presentes na área são unidades potenciais para a seleção das entrevistas que serão realizadas na próxima etapa bem como, futuramente, se configurarem como áreas de inserção (a partir de edital específico) em programa de PSA que venha a ser desenvolvido.



Figura 2. Perfil de relevo da média bacia do Rio Fazenda Velha (Fonte: Google Earth Pro).

Já o perfil 2, tem-se um perfil transversal da media bacia, onde também pode verificar o aspecto assimétrico do vale do Rio Fazenda Velha, aspecto este certamente influenciado por elementos estruturais uma vez que a litologia constitui a mesma em ambos os lados da bacia nesse setor. O perfil foi elaborado na perspectiva ENE-SSW, deste modo o canal do Rio Fazenda Velha, à esquerda, encontra-se em nível altimétrico mais elevado do que o de um de seus

GPF	FLS
1670	1323

importantes afluentes, à direita. Esse afluente, sem nome nas cartas do IGC 1:10.000, possui diferentes estágios de conservação, e se configura como uma área chave para futuros projetos de restauração florestal. Isso se deve ao fato de uma das margens apresentar diversos fragmentos florestais, setor coincidente com a linha de alta tensão que passa pela área. Já na margem esquerda predominam áreas de cultivos agrícolas, com situações onde as plantações avançam sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs) de margens fluviais.

4.1.1.2 Bacia Hidrográfica do Córrego do Gurgel

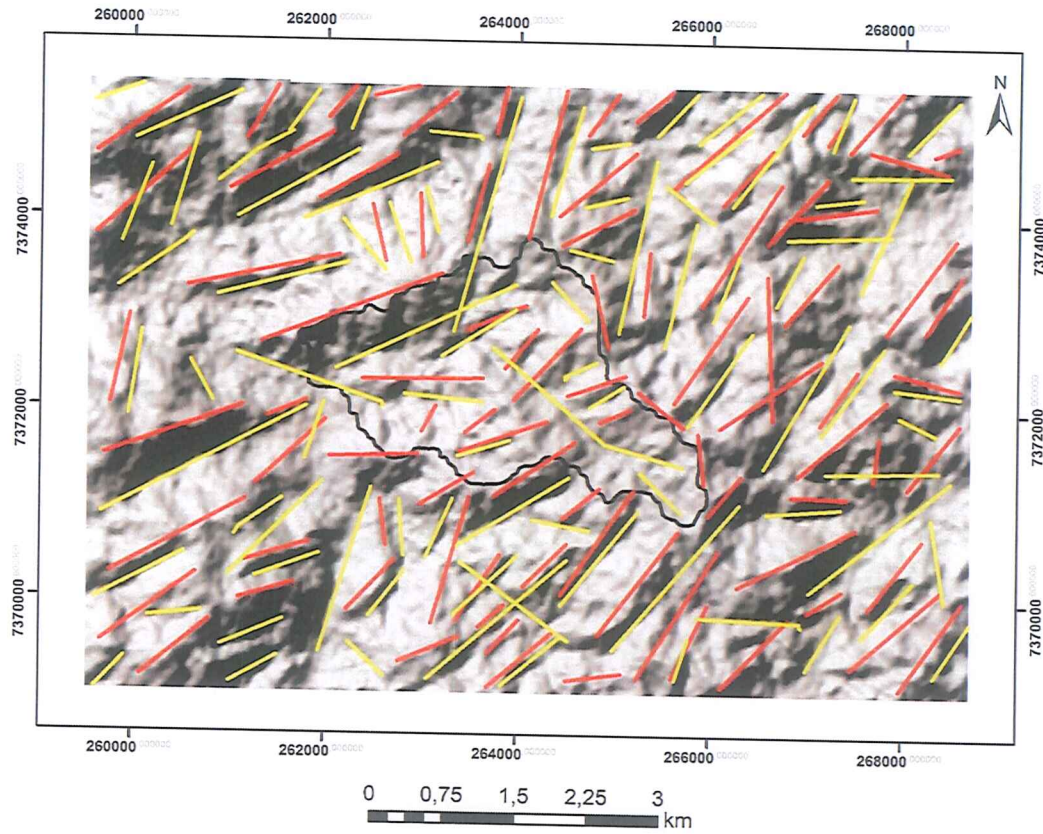
A análise do mapa de relevo sombreado do entorno da bacia hidrográfica do Córrego do Gurgel apresentado abaixo evidencia um contexto de textura mais homogênea, com poucas diferenciações nos padrões de relevo, predominando interflúvios de topos alongados, topos convexizados, e vertentes convexo-côncavas.

As litologias predominantes envolvem o granito Ibiúna e o Grupo Votuverava, que constitui uma sequência essencialmente vulcano-sedimentar formada por metapelitos rítmicos (ardósia e filito) e micaxisto, com magmatismo básico expressivo, representado na forma de intercalações lenticulares de metabasitos concordantes com a estrutura primária (anfibólio xisto/fels, anfibolito), segundo Campanha e Sadowski (1999).




As rochas do Grupo Votuverava parecem não influenciar significativamente o relevo na bacia, uma vez que aflora apenas em pequena porcentagem da área da mesma. De qualquer modo, a representação de distinção geomorfológica da área se dá na baixa bacia, no contexto de litologias homogêneas graníticas. A forte declividade do setor final da margem direita do córrego e a própria inflexão do canal principal para SW, refletem a influência de zona de cisalhamento presente na área. Os lineamentos predominantes estão orientados para o sentido NE, mas trends secundários são identificados com lineamentos posicionados para NNE e NW, sendo que em geral os lineamentos nessa direção correspondem aos de drenagem.

GPF	FLS
1670	1324

Mapa de Lineamentos da Bacia do Córrego do Gurgel, município de Piedade-SP



Legenda

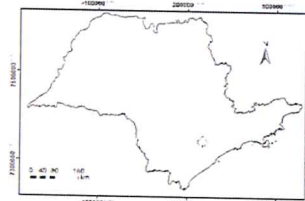
-  bacia do Córrego do Gurgel
-  lineamentos de relevo
-  lineamentos de drenagem

Projeção: UTM Zona 23 S
Datum: SIRGAS 2000

Base de dados:
Altimetria: SRTM (Shuttle Radar
Topographic Mission)

Elaboração: Emerson M. Arruda

Localização no Estado de SP



GPF	FLS
1670	1325

Por estar localizada no Cinturão Orogênico do Atlântico, essa influência morfoestrutural é recorrente. O próprio Almeida (1964), explica que a formação das superfícies do relevo nesse compartimento envolve uma linha dos processos de erosão diferencial, dado pela diversidade litológica das estruturas, e com ciclos erosivos acompanhados de eventos tectônicos, tendo uma consideração relativa sobre a influência paleoclimática na gênese dos compartimentos do Planalto.

A literatura geológica e geomorfológica indica a formação de espessos mantos de regolito em terrenos graníticos sob a influência de climas atuais tropicais quentes e úmidos, onde, a partir de movimentos gravitacionais pela encosta, um avental de sedimentação se espalha ao longo da superfície, criando feições convexas no topo e côncavas na base dos interflúvios. Esse fornecimento de material disponível está relacionado segundo alguns autores à rápida degradação dos minerais de feldspato presentes no granito. Mesmo que na área da bacia do Córrego do Gurgel não sejam encontradas feições diretamente relacionados ao modelado de mares de morro, acredita-se que as evoluções das formas tenham processos de desenvolvimento parecidos.

A figura abaixo retrata um perfil de relevo, um segmento transversal ao vale do Córrego do Gurgel em sua média-alta bacia, onde podem ser analisadas as feições convexas dos topos dos interflúvios mencionados anteriormente. Constatou-se estabelecendo o cruzamento de informações com etapas anteriores que a seleção da referida bacia para o encaminhamento de discussões sobre a preservação dos recursos hídricos também é oportuna uma vez que a área apresenta boa densidade de drenagem. Certamente se constituirá em área chave para integrar programas de PSA a serem implantados futuramente na região.

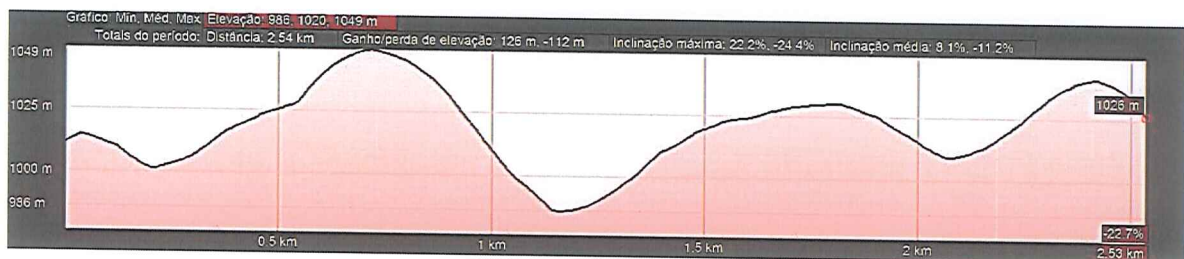


Figura 3. Perfil de relevo da média bacia do Córrego do Gurgel (Fonte: Google Earth Pro).

GPF	FLS
1670	1326

Ao mesmo tempo, considera-se ser muito arriscado a continuidade da expansão agrícola na área tendo em vista a relação entre a declividade e a altimetria de alguns setores, resultando em cenários de risco para a erosão do solo, movimentos de massa e assoreamento de cursos fluviais. No próprio perfil 3 pode-se observar tal característica.

Já o perfil 4 representa topograficamente transecto selecionado na baixa bacia, de direção praticamente N-S, a 2 km da confluência do Córrego do Gurgel com o Rio Piraporinha. Destaca-se no perfil forte assimétrica do relevo, com encosta de elevada amplitude altimétrica da margem direita do córrego, sendo tal característica associada à zona de transcorrência regional mencionada anteriormente. A litologia de ambos os lados corresponde ao granito Ibiúna.

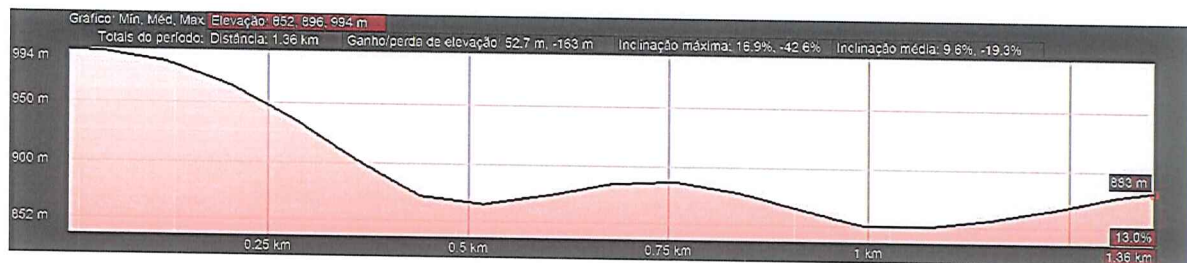


Figura 4. Perfil de relevo da baixa bacia do Córrego do Gurgel (Fonte: Google Earth Pro).

O vale à esquerda, expresso no perfil acima refere-se ao único afluente mais expressivo do Córrego do Gurgel, sem denominação nas cartas topográficas do IGC, escala 1:10.000. Esse curso afluente é que está orientado para NE, seguindo as principais linhas estruturais regionais. Já o vale à direita do perfil corresponde ao Córrego do Gurgel sendo a superfície interfluvial de amplitude altimétrica modesta com relação à bacia hidrográfica vizinha. Tais elementos sustentam a hipótese de a área constituir-se um setor rebaixado tectonicamente, possivelmente configurando-se como um hemi-graben.

Além dessas especificidades geomorfológicas e geológicas, outra relevância da bacia refere-se ao fato do Córrego do Gurgel estar localizado próximo a duas unidades de conservação estaduais: o Parque Estadual de Jurupará e a APA de Itupararanga. Diante disso, o Plano de Bacias do Comitê das Bacias Hidrográficas do rio Sorocaba e Médio Tietê (CBHSMT) considerou o município como área prioritária para preservação dos recursos hídricos.

GPF	FLS
1670	1377

4.1.1.3 Bacia Hidrográfica do Rio Alambari

O mapa de relevo sombreado da bacia do rio Alambari apresenta contexto diferente do que têm sido abordado nas áreas discutidas anteriormente, por se tratar de uma área cuja compartimentação geológica corresponde à Bacia Sedimentar do Paraná, o que estabeleceria inicialmente a impressão de relevos homogêneos. No entanto, a partir do para abaixo são identificadas diferentes texturas retratando modelado diverso. A partir da correlação com os dados do mapa geológico organizado no primeiro relatório constata-se que a área da bacia apresenta algumas das mais relevantes litologias paleozoicas do estado de São Paulo, e algumas ainda com terminologias em discussão, em virtude de diferenças de nomenclatura associadas a autores paulistas e de outras regiões do sul do país. Um exemplo dessa dissonância conceitual envolve a Formação Teresina, presente na área da bacia, mas que em outros setores do estado de São Paulo é conhecida como Formação Corumbataí.

Com base no mapa baixo podem ser identificadas pelo menos quatro unidades de relevo, sendo duas das mesmas bem características às feições geomorfológicas da Depressão Periférica Paulista, onde se encontra a área em questão.

A Depressão Periférica Paulista é um compartimento topográfico de origem predominantemente denudacional, esculpida em rochas sedimentares Paleozóicas e Mesozóicas e intrusivas básicas da Bacia Sedimentar do Paraná, entre as “terras altas do Planalto Atlântico e as cristas igualmente elevadas das Cuestas Basálticas” (AB’SABER, 1969).

Segundo Ross & Moroz (1997), a Depressão Periférica Paulista corresponde a uma extensa zona deprimida situada entre o Planalto Ocidental, a oeste, e o Planalto Atlântico a leste, se estendendo desde o Alinhamento do Paranapanema, a sul, na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná. Tal compartimento se caracteriza por relevo predominantemente colinoso e suave esculpido em rochas sedimentares paleozoicas e eomesozoicas, além de morros e serras isolados associados a intrusões de diabásio e falhas.

Na evolução de tal compartimento a ação da dinâmica climática subatual foi essencial, pois possibilitou, a partir das paleodrenagens existentes, promover

CPF	FLS
1670	1328

a dissecação desses terrenos ao longo do Terciário e Quaternário, desencadeando assim a feições de um compartimento mais rebaixado, onde afloram os grandes grupos litológicos do paleozóico.

Assim, para Pinheiro & Queiroz Neto (2014), a Depressão Periférica é de fato uma feição denudacional decorrente de processos de circundesnudação periférica a partir do estabelecimento de grandes linhas de drenagem.

Deste modo, como mencionado anteriormente, duas das unidades geomorfológicas preliminarmente identificadas envolvem uma área representada por interflúvios em classes altimétricas de 550 a 600 metros, interflúvios estes com topos planos. No mapa de relevo sombreado abaixo essa unidade pode ser identificada na porção NW do mapa.

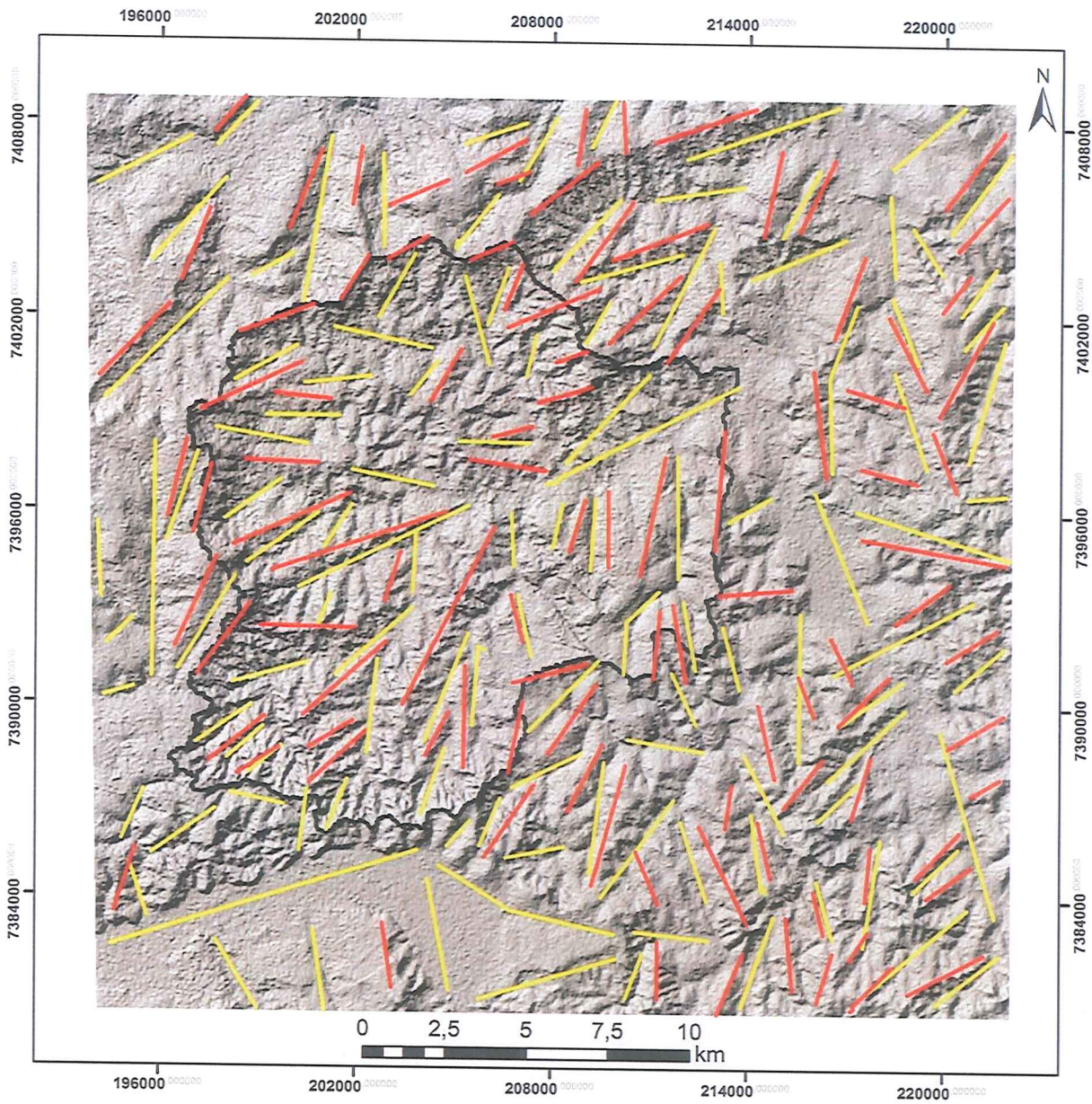
Constata-se ainda no referido mapa uma outra unidade bem característica, descrita por diversos estudos realizados sobre a Depressão Periférica Paulista que envolve relevo de interflúvios de topos mais convexizados, lembrando os mares de morros presentes no compartimento cristalino a leste, mas de todo modo, com geometria menos acentuada em função das menores declividades do que as que prevalecem nesse outro compartimento. Aspectos desse setor podem ser identificados à E no mapa.

Uma unidade de destaque que pode ser identificada nos mapeamentos realizados constitui o setor de forte dissecação dos canais de 1ª e 2ª ordem, aspecto esse que pode ser verificado nas cabeceiras da Bacia do Rio Alambari, principalmente em seu setor W. Duas hipóteses são levantadas sobre isso, uma que envolve área de contato litológico, entre as Formações Itararé (arenitos e diamictitos) e a Formação Tatuí (arenitos e siltitos). Além disso, a bacia em análise está posicionada nos limites entre duas grandes bacias hidrográficas do estado de São Paulo, a do Rio Tietê, na qual deságua e a bacia do Rio Paranapanema, dividindo o mesmo interflúvio com um importante afluente do mesmo, o rio Itapetininga.




Considera-se assim que as fortes dissecações das cabeceiras estão relacionadas ao ajuste do nível de base regional, e conseqüente intensidade da erosão nos setores interfluviais, e seu inevitável desmantelamento.

CPF	FLS
1670	1329

Mapa de Lineamentos da Bacia do Rio Alambari – SP.



Legenda

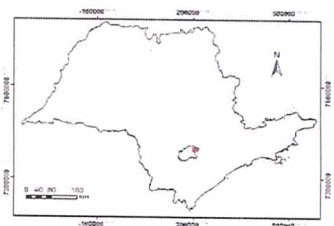
-  bacia do Rio Alambari
-  lineamentos de relevo
-  lineamentos de drenagem

Projeção: UTM Zona 23 S
Datum: SIRGAS 2000

Base de dados:
Altimetria: SRTM (Shuttle Radar
Topographic Mission)

Elaboração: Emerson M. Arruda

Localização no Estado de SP



GPF	FLS
1670	1330

Na figura acima podem ainda ser identificados dois setores de menor rugosidade, que estão relacionados às planícies fluviais dos Rios Itapetininga (à Sul) e Sarapuí (à leste), principais drenagens regionais, com pelo menos 2 gerações de terraços fluviais identificadas em campo. Essas amplas planícies corresponderiam assim à quarta unidade de relevo identificada.

Verifica-se a ocorrência de lineamentos mais significativos posicionados para NE, ainda herança das estruturas mais antigas, certamente reativadas ao longo do Cretáceo, mas também podem ser constatadas grande quantidade de lineamentos mapeados, de direção NNW, além de alguns casos de direção N.

Com relação aos lineamentos, conclui-se que mesmo se tratando de uma área sedimentar nota-se também a influencias de falhamentos e fraturas na configuração do relevo, influenciando a geometria dos mesmos, bem como alterando a configuração da rede de drenagem da bacia.

Na figura 5, cujo transecto escolhido está relacionado à alta bacia, em setor de forte dissecação mencionado anteriormente no texto, podem ser constatadas as pequenas distâncias interfluviais em função da densidade de drenagem característica dessa unidade.



Figura 5. Perfil de relevo da alta bacia do Rio Alambari (Fonte: Google Earth Pro).

Os interflúvios à esquerda estão associados superfície sustentada pela Formação Tatuí e os demais interflúvios apresentam como substrato litológico a Formação Itararé. Esse contexto traz uma fragilidade para a área tendo em vista a suscetibilidade à processos erosivos e deve, portanto, configura-se como área prioritária para a conservação dos recursos hídricos. No perfil acima podem ser visualizados dois vales principais, sendo o da esquerda o do Ribeirão Itaporanga, com vegetação mais preservada e o da direita o vale do Córrego do Fundão, afluente do Itaporanga, com APPs em estado inapropriado de conservação.

GPF	FLS
1670	1331

Nota-se assim, em muitos casos, como a declividade constitui ainda um fator de conservação dos fragmentos florestais tendo que vista as dificuldades que esse atributo do relevo impõe para a mecanização.

O perfil 6 está associado a transecto na média bacia do Rio Alambari e pode-se notar essa relação de transições litológicas e suas influências no relevo. A partir de correspondência com o mapa geológico estima-se que no extremo leste do perfil abaixo ainda ocorra uma diferente litologia correspondente à Formação Irati.



Figura 6. Perfil de relevo da média bacia do Rio Alambari (Fonte: Google Earth Pro).

O perfil acima permite assim identificar duas das unidades de relevo da área, uma de interflúvios mais planos entre 640 e 690 metros e outra unidade entre 550 e 600 metros. A correlação como o mapa de declividades indica valores bem distintos com média predominando entre 12 e 30% e alguns detores mais declivosos entre 30 e 47%.

4.1.1.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo

A bacia do Ribeirão do Óleo está localizada em outra área de interesse geomorfológico, geológico e ambiental no estado de São Paulo. Isso se deve ao fato a mesma situa-se em um setor de transição, entre os compartimentos da Depressão Periférica Paulista e o Relevo das Cuestas Arenítico Basálticas (Almeida 1964 e Ab Sáber 1969) ou Planalto Residual de Botucatu, como proposto por Ross & Moroz (1997). Na área afloram litologias associadas ao armazenamento de água pelo Aquífero Guarani e se estabelece como importante área de recarga desse aquífero no estado paulista. O setor das cuestas também compõem a Área de Proteção Ambiental (APA) Botucatu-

GPF	FLS
1670	1332

Corumbataí-Tejupá, com um dos remanescentes florestais mais importantes do estado.

Geologicamente, além da ocorrência dos arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu, os basaltos da Formação Serra Geral constituem importantes elementos para a caracterização do relevo regional. Na compartimentação geomorfológica do Estado de São Paulo, proposta por o IPT (1981) as áreas de rochas basálticas no Estado de São Paulo sustentam relevos de cuestras que se constituem numa das mais marcantes feições do relevo paulista. Segundo a publicação acima, esta província, denominada Cuestras Basálticas, apresenta um relevo escarpado no contato com a Depressão Periférica Paulista, seguido de uma série de amplas plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas para o interior em direção ao canal do rio Paraná. Os autores complementam que essas duas feições principais formam a escarpa e o reverso das cuestras.

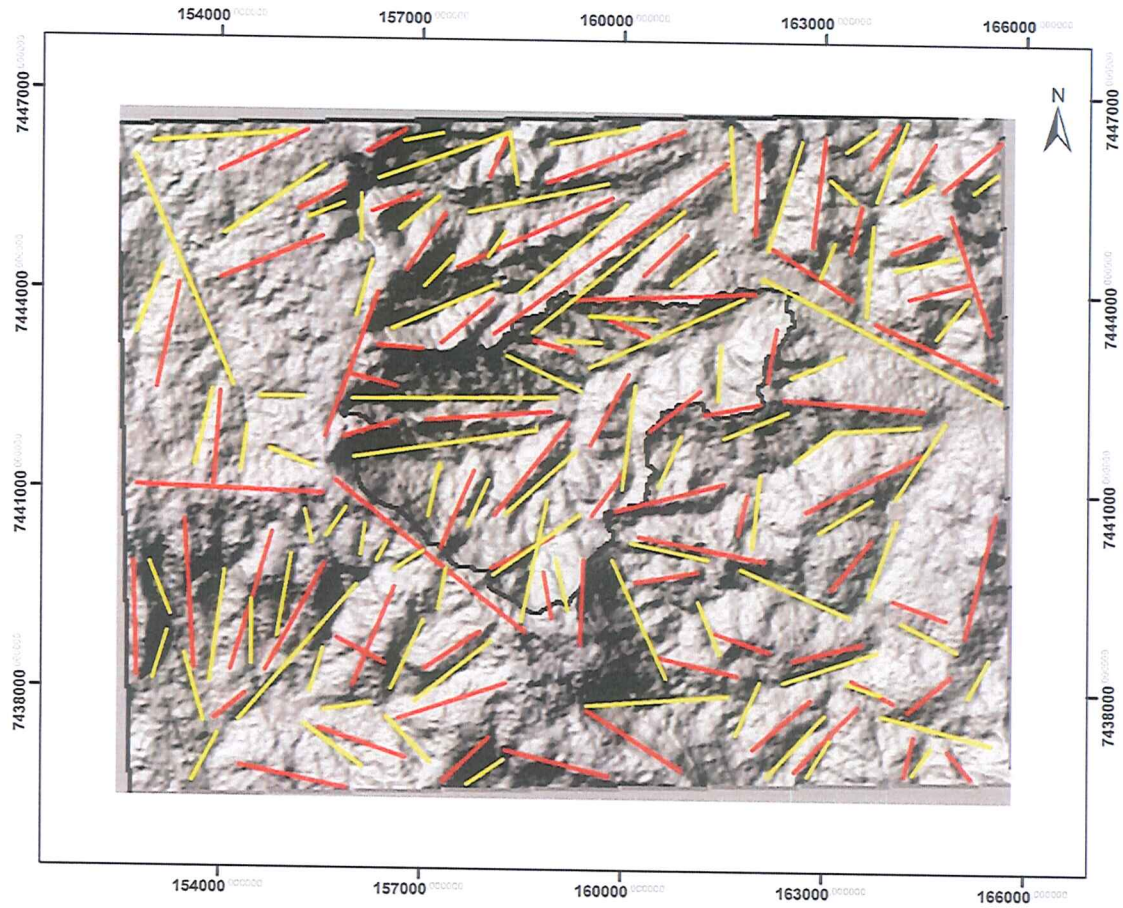
Pinheiro & Queiroz Neto (2014), estabelecem que as interpretações mais aceitas para a origem dessas áreas apontam a erosão diferencial como elemento fundamental da gênese do relevo, embora o aspecto geometrizado da Serra Geral, nome genérico da região das cuestras, e o traçado retilinizado ou com nítidas inflexões das drenagens da Depressão Periférica insinuem um controle tectônico da configuração geomorfológica.

A análise do mapa de sombreamento do relevo abaixo permite a identificação preliminar de parte das unidades mencionadas, sendo nessa escala mais facilmente percebida a superfícies mais plana, relacionada à unidade do reverso da cuesta, com interflúvios de topos suaves, inclusive com um esporão em destaque, alongado para SW, no município de Pardinho. Outra unidade refere-se à própria área escarpada, que estabelece a conexão geomorfológica e hidrológica entre a Depressão Periférica Paulista e a Cuesta, com declividades superiores a 47%.




Uma terceira unidade de relevo que pode ser identificada refere-se aos interflúvios logo abaixo das extensas percées, que envolvem superfície já da Depressão Periférica Paulista, constituindo exemplos de pediplanos.

GPF	FLS
1670	1333

Mapa de Lineamentos da Bacia do Ribeirão do Óleo, Bofete (SP).



Legenda

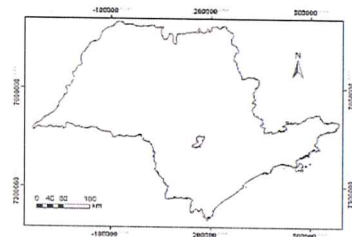
-  bacia do Ribeirão do Óleo
-  lineamentos de relevo
-  lineamentos de drenagem

Base de dados:
Altimetria: SRTM (Shuttle Radar
Topographic Mission)

Projeção: UTM Zona 23 S
Datum: SIRGAS 2000

Elaboração: Emerson M. Arruda

Localização no Estado de SP



GPF	FLS
1670	1334

Esses interflúvios apresentam característica de topos alongados, tabulares ou levemente convexizados, e predomínio de encostas convexo-retilíneas. Por apresentarem espesso manto de regolito, em comparação com as unidades anteriores, além de material heterométrico em função da diversidade geológica, trata-se de um compartimento suscetível à ocorrência de formas erosivas e subsequente movimento de massa nas encostas.

Já uma quarta unidade pode ser identificada nos setores E do mapa de relevo sombreado (com lineamentos) e refere-se ao vale do Rio do Peixe, o mais importante curso fluvial da região e certamente o nível de base que tem controlado a dissecação da escarpa regional da cuesta bem como do relevo adjacente da Depressão Periférica.

Com relação aos lineamentos, nota-se os mais expressivos em extensão estão relacionados à direção NW-SW, definindo ou no mínimo influenciando o posicionamento dos principais esporões, vales e também relevos testemunhos, mesmos que não devidamente identificáveis no mapa em função da escala e resolução, mas que visitas na área permitem tal afirmação.

Um segundo trend de lineamentos envolvem as direções NNE, NE, neste caso também influenciando a ocorrências de vales secundários, mas tendo importante papel na abertura de vales e capturas fluviais na região. Ocorrem ainda direções N-S, controlando os vales de algumas e ocasionando interessantes inflexões na rede de drenagem.

Tal análise é ratificada quando se analisa os estudos de Facincani (2000) e Silva (1997), em setor de cuestas na região de São Pedro, onde evidenciam que as zonas de fraqueza estabelecidas pelo conjunto de discontinuidades com direção NW-SE, NE-SW e N-S favoreceram o desenvolvimento de processos morfogenéticos e de feições morfotectônicas. Tal premissa também foi verificada na paisagem do relevo cuestiforme da área de estudo.

Ao longo das discussões a respeito da gênese e evolução das cuestas arenítico-basálticas sempre foi pauta em discussão o papel da tectônica na evolução de tal compartimento, uma vez que os argumentos quanto à constituição de um relevo de recuo erosivo a partir da Depressão Periférica sempre foi aspecto predominante na compreensão da dinâmica da área. Essa

GPF	FLS
1670	1335

discussão evidentemente se tornou mais criticável na medida para alguns estudos onde se excluía totalmente o papel da tectônica da configuração desse compartimento. A análise dos lineamentos propicia diversas discussões em relação à essa junção entre dinâmica estrutural, litologia, tectônica e atuação do clima na esculturação das cuestas.

O perfil representado na figura 7 é realizado a partir de transecto da alta bacia em ampla percée que marca as principais cabeceiras de drenagem do Ribeirão do Óleo. O vale do referido rio está posicionado praticamente no centro do perfil, próximo ao valor de 2,5 km e pode-se verificar ainda a grande quantidade de canais, com rios ativos em relação à dissecação do relevo e denudação da superfície da área.



Figura 7. Perfil de relevo da alta bacia do Ribeirão do Óleo (Fonte: Google Earth Pro).

Para Dias Ferreira (1979), na área drenada pelos rios do Peixe e Bonito o relevo apresenta-se muito dissecado, podendo identificar duas zonas de altitudes distintas: uma mais elevada, em torno de 600-650 metros, que é periférica às escarpas e relacionada aos altos cursos dos afluentes do rio do Peixe; e outra zona mais suave e rebaixada, com cotas de 500-550 metros, apresentando espigões longos e paralelos.



Figura 8. Perfil longitudinal do Ribeirão do Óleo (Fonte: Google Earth Pro).

O perfil 8 refere-se a um transecto longitudinal ao vale do Ribeirão do Óleo, onde pode-se verificar a alta amplitude altimétrica relacionada à presença do escarpamento da cuesta. No trecho final à E do perfil tem-se a planície formada no encontro do Ribeirão do óleo com o Rio do Peixe, mencionado antes.

GPF	FLS
1670	1336

4.2 Análise parcial do uso solo

O uso do solo foi elaborado a partir de processamento das imagens de sensores Pleiades e sensor WorldView-2, adquiridos em fevereiro de 2018, da empresa Engetec. Inicialmente considerou-se que o mapeamento em duas das bacias seria realizado a partir do processamento das imagens e metodologia de mapeamento supervisionado por constituírem áreas mais amplas e pelo menos duas bacias teriam seu mapeamento realizado a partir da interpretação do observador e digitalização de polígonos. O mapeamento mencionado seria todo realizado em ambiente do ArcMap.

Como já justificado em outro documento algumas imagens apresentaram problemas em seu processamento no ambiente do software mencionado anteriormente, em parte com a assinatura espectral de algumas classes. A partir do compreensível questionamento da agente técnica frente ao atraso, considerou-se trabalhar nesses últimos dias no mapeamento do uso do solo a partir do software Ecognition para a classificação de todas as áreas de estudos.

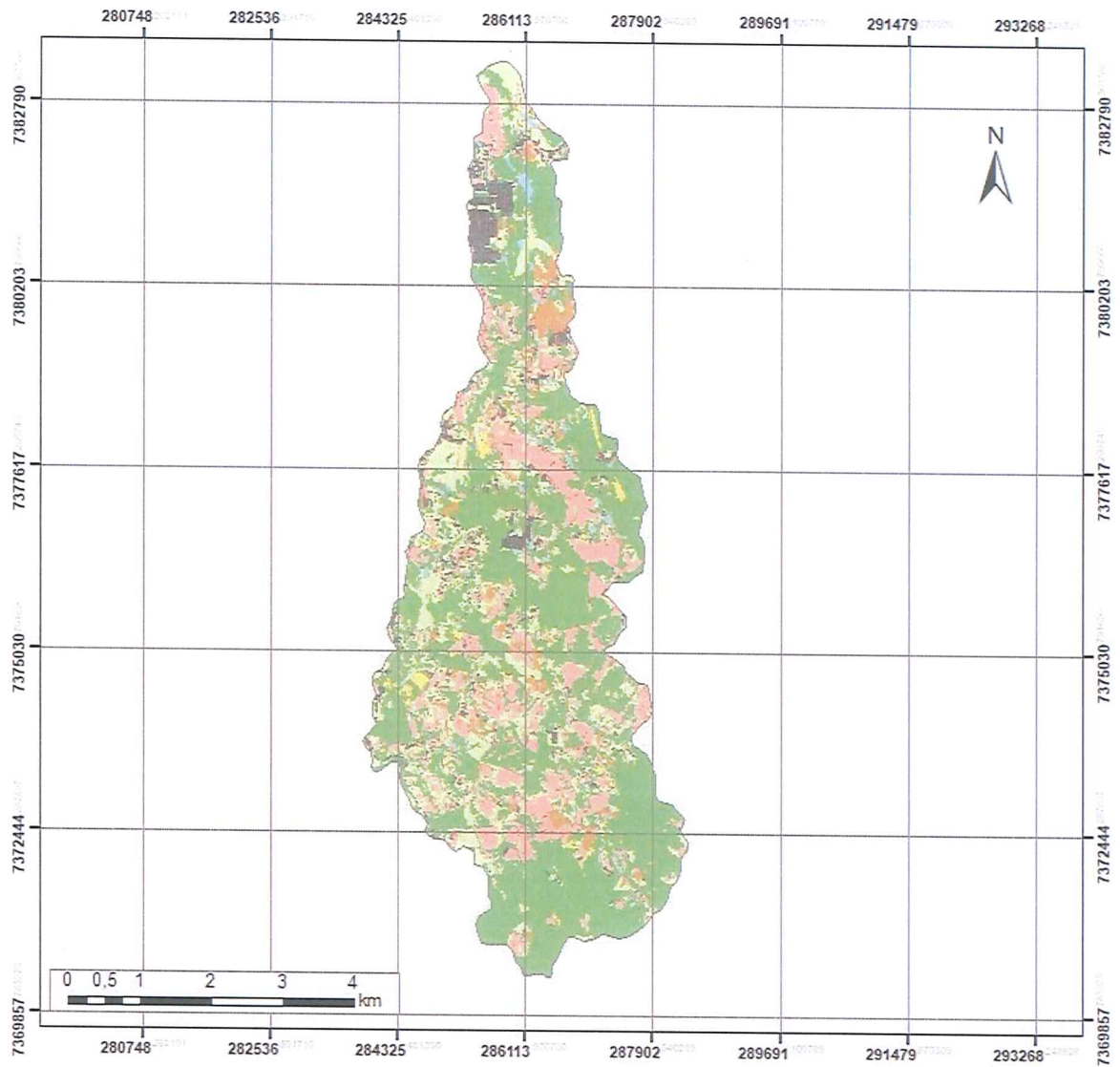
Os mapas considerados preliminares são apresentados abaixo, pois pelo fato do presente ter conhecimento recente do software há necessidade de melhoria de resolução e refinamento das classes mapeadas. De qualquer forma que isso seja realizado antes da próxima etapa. Consequentemente considera-se que as discussões sobre o uso do solo foram prejudicadas pelo problema do mapeamento e serão obviamente substanciadas ao longo do processo.

4.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Fazenda Velha

A bacia do Rio Fazenda Velha tem sido considerada uma área estratégica para ser inserida em um Programa de pagamento por serviços ambientais (PSA), desde o início desse trabalho, e realização dos primeiros trabalhos de campo na região. O extenso município de Ibiúna apresenta uma das maiores áreas de floresta atlântica do estado de São Paulo e ao mesmo tempo está entremeada à duas grandes regiões metropolitanas do estado, São Paulo e Sorocaba, o que impõe forte pressão imobiliária e também demanda de água para abastecimento. A bacia do Fazenda Velha é afluente direto do Rio Sorocamirim que é importante rio formador do Rio Sorocaba que por sua vez abastece a Represa de Itupararanga, importante manancial de abastecimento público regional.

GPF	FLS
1670	1337

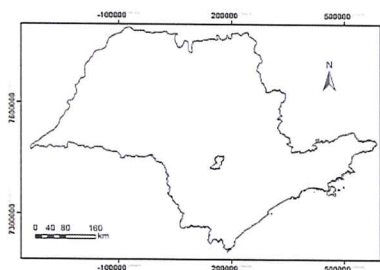
Mapa de Uso do Solo da Bacia do Rio Fazenda Velha.



Legenda

- Solo Exposto
- Silvicultura
- Pastagem
- Fragmentos Florestais
- Corpos D'água
- Áreas de cultivo
- Áreas Construídas

Localização no Estado de São Paulo



Projeção: UTM Zona 23S
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados:
 Sensor: WorldView-2 (2017)
 Elaboração: Emerson M. Arruda

GPF	FLS
1670	1337

O mapa de uso do solo da bacia do Rio Fazenda Velha acima apresentado mostra uma grande quantidade de fragmentos florestais, constituindo uma fonte hidrológica a partir de suas cabeceiras de drenagem em bom estado de conservação, principalmente em algumas sub-bacias localizadas ao sul e leste da água. A área central da bacia também apresenta bons fragmentos florestais, mas já sofre com o chamado efeito de borda uma vez que se constatou em campo um setor de vegetação mais esparsa e menor diversidade no seu dossel. Para que tal área configurasse como a integrar um programa de PSA certamente seria em uma perspectiva de incentivo à recuperação.

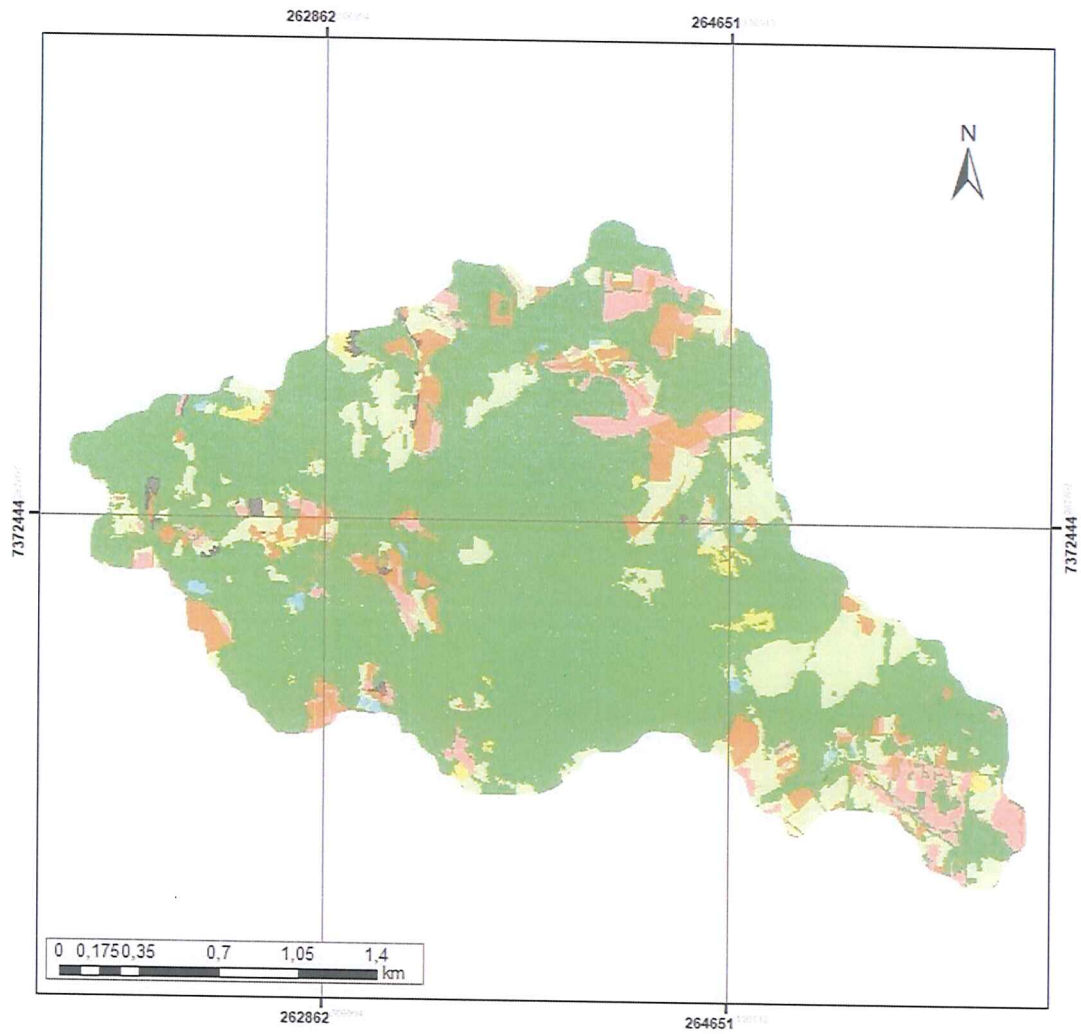
Ao mesmo tempo, o mapa de uso do solo também revela aspecto preocupante para a bacia uma vez que se nota a presença de cultivos ao longo de praticamente toda a bacia, muitas vezes não respeitando as áreas de preservação permanente (APPs), tanto aquelas relacionadas ao fundo de vale como também em setores de alta declividade. Trabalhos de campo e a análise comparativa com mapeamentos realizados em anos anteriores corroboram com tal análise. Outro aspecto presente no mapa e acompanhado em campo envolve a expansão de bairros rurais, algo muito comum para o município de Ibiúna mas que tem gerado diversos problemas ambientais pela falta de saneamento e contaminação dos cursos fluviais. Desde modo introdução de um programa de PSA para os proprietários rurais (prestador de serviço ecossistêmico), deveria certamente ser acompanhado de melhoria de infraestrutura sanitária desses bairros por parte da prefeitura municipal e agencias de saneamento.

4.2.2 Bacia Hidrográfica do Córrego do Gurgel

A bacia hidrográfica do Córrego do Gurgel está localizada no município de Piedade, constituindo importante afluente do Rio Pirapozinho, que por sua vez constitui manancial para o abastecimento da cidade. Como poder ser visualizado no mapa de uso do solo apresentado abaixo trata-se da bacia com a maior quantidade de fragmento florestal proporcional à área total da bacia, isso em comparação com as demais três áreas de estudo. Trabalhos de campo já foram realizada na bacia e de fato se atesta a coerência do mapeamento obtido a partir do processamento da imagem. A área não apresenta bairros rurais e além dos sítios distribuídos pela bacia pode-se encontrar apenas um aglomerado com por volta de dez chácara em setor da baixa bacia, próximo à rodovia.

GPF	FLS
1670	1339

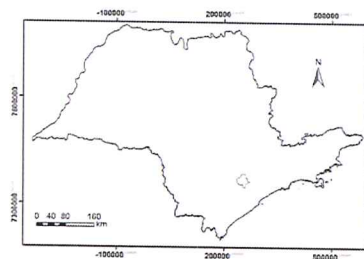
Mapa de Uso do Solo da Bacia do Córrego do Gurgel.



Legenda

- Áreas Construídas
- Áreas de Cultivo
- Corpos D'água
- Fragmentos Florestais
- Pastagem
- Solo Exposto
- Silvicultura

Localização no Estado de SP



Projeção: UTM Zona 23S
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados:
 Sensor: Pleiades (2017)
 Elaboração: Emerson M. Arruda

GPF	FLS
1670	1340

A forte dissecação da área, muitas vezes com declividades entre 30 e 47%, se estabelece como um impeditivo para o avanço da atividade agrícola influenciando a conservação da vegetação original no território da bacia. No entanto, são encontrados alguns cultivos de hortaliças praticamente em setores de terraços e planícies fluviais, estimulando a supressão das matas ciliares e contaminação dos afluentes e do próprio curso do Córrego do Gurgel.

Silva (2014), em estudo realizado na mesma bacia, sobre orientação do presente coordenador, destaca que apesar da bacia hidrográfica em estudo possuir uma altitude não favorável a qualquer cultivo, em especial por conta de sua forte declividade, constatou em entrevistas com proprietários rurais a falta de conhecimento com relação a Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal. Observou assim que o índice positivo de fragmentos florestais se dá mais em razão das severas dificuldades impostas pelo relevo ao cultivo do que pela atitude proativa de preservação e cumprimento da legislação ambiental em vigor.

O mapa ainda evidencia áreas de solo exposto, tendo em vista a alta rotatividade dos cultivos agrícolas tradicionais na bacia, como o cultivo de alface, cebola e repolho, o que gera a frequente remobilização do solo e possível perda de solo cultivável além de impactos como o assoreamento de cursos fluviais.

A classe de pastagem mapeada também apresenta coerência pois já haviam sido identificadas em trabalhos de campo realizadas na bacia, e em geral estão posicionadas nos interflúvios com topos mais planos. Trata-se de pecuária bovina e extensiva, cuja dessedentação ocorre em pequenos açudes construídos próximos às nascentes nas altas encostas. Mesmo com os problemas identificados em campo considera-se que também se trata de uma área chave para a implantação de Programa de PSA tendo em vista a quantidade de fragmentos florestais expressos no mapa de uso dos solos.

4.2.3 Bacia Hidrográfica do Rio Alambari

A bacia do Rio Alambari refere-se à área de maior extensão das quatro áreas de estudo e conseqüentemente apresenta a maior heterogeneidade espacial de uso do solo distribuído pela bacia. A área em questão foi acrescida no projeto após a aprovação do mesmo a partir da Deliberação do Comitê de Bacias Hidrográficas do Sorocaba e Médio Tietê (CBHSMT) do ano de

GPF	FLS
1670	1341

aprovação. A demanda apresentada envolvia a necessidade de realização de estudos em um dos setores menos analisados no território do da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 10 (UGHRI 10). Deste modo, mesmo não constando em todos os documentos iniciais essa quarta bacia passou a compor o objeto de estudo desse trabalho.

A referida bacia apresenta relevo menos aguçado do que as demais áreas, inclusive apresentando setores mais suavizados, o que estabeleceu um franco avanço da atividade agropecuárias pelo território da mesma, algo que pode ser visualizado no mapa de uso do solo, a partir da identificação de extensão áreas de pecuária espalhadas em praticamente em todos os setores da bacia hidrográfica. Mesmo constituindo dados não atualizados, a partir de consulta à plataforma do IBGE (2017), verifica-se a criação de bovinos presentes no município de Alambari, seguidos de bubalinos e equinos, em quantidade de cabeças.

Uma segunda classe de uso de solo também representativa refere-se ao cultivo de eucalipto, principalmente em setor leste do município, seguido por propriedades no setor sul do município. Trata-se da espécie *eucalyptus grandis* sendo cultivado principalmente pela Suzano Papel e Celulose.

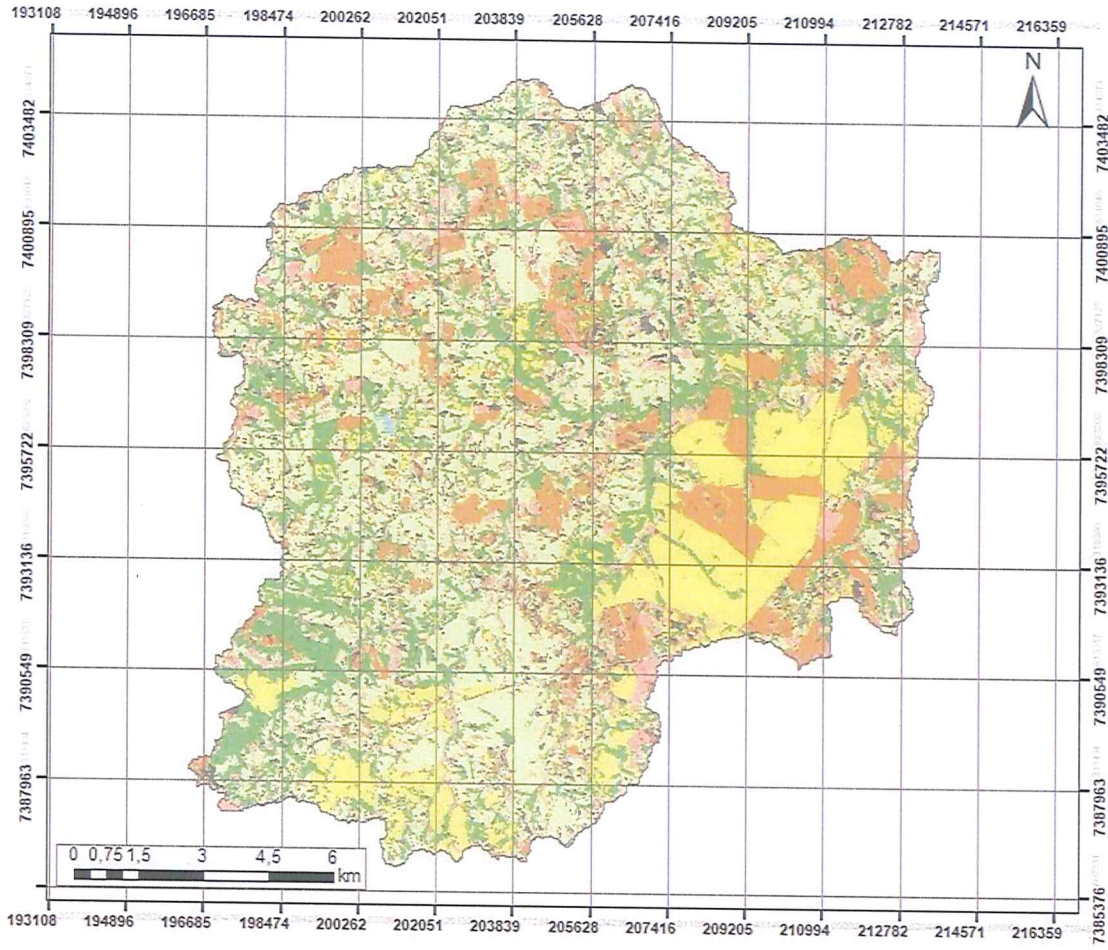
Já em relação às áreas de cultivos agrícolas presentes no mapa de uso dos solos, constatou-se a partir de trabalho de campo consulta à representantes da prefeitura municipal o predomínio dos cultivos de cana de açúcar, banana, milho, arroz e feijão. Como poder ser identificado no campo o cultivo agrícola não se configura como principal atividade presente na bacia do Rio Alambari.

A ocorrência de setores de solo exposto também é identificada no mapa em questão. Segundo Fálcon (2007), esta classe representa um nível alto de degradação das terras, uma vez que toda a cobertura vegetal foi retirada deixando o solo desnudo, exposto as ações das intempéries, o que a depender da declividade, pode provocar a erosão ou a compactação dos mesmos.

Com relação à classe de fragmentos florestais nota-se a ocorrência da mesma distribuída irregularmente por toda a bacia, mas os principais polígonos são em geral situados próximos aos talhões de silvicultura, fato este que pode ser notado na média bacia. Demais ocorrentes envolver setores de cabeceiras.

GPF	FLS
1670	1342

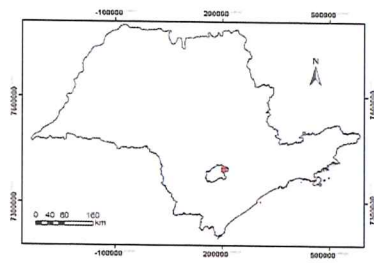
Mapa de Uso do Solo do Rio Alambari.



Legenda

- Solo Exposto
- Silvicultura
- Pastagem
- Fragmentos Florestais
- Corpos D'água
- Áreas de Cultivo
- Áreas Construídas

Localização no Estado de SP



Projeção: UTM Zona 23S
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados:
 Sensor: Pleiades (2017)
 Elaboração: Emerson M. Arruda

GPF	FLS
1670	1343

4.2.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo

Constata-se a partir do mapa de uso do solo elaborado, a predominância das classes de pastagem e fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo. O fato de grande parte da área de estudos estar ladeada pelas escarpas do relevo de cuesta, com declividades superiores a 40% acabam influenciando na manutenção da vegetação nativa. Além disso, a bacia em questão está localizada em uma Área de Proteção Ambiental criada em 1983, uma unidade de uso sustentável. O município de Bofete, no qual se localiza a bacia do Ribeirão do Óleo, possui 46.328 há de seu território municipal como unidade de conservação, correspondendo a 7,54% do total da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá.

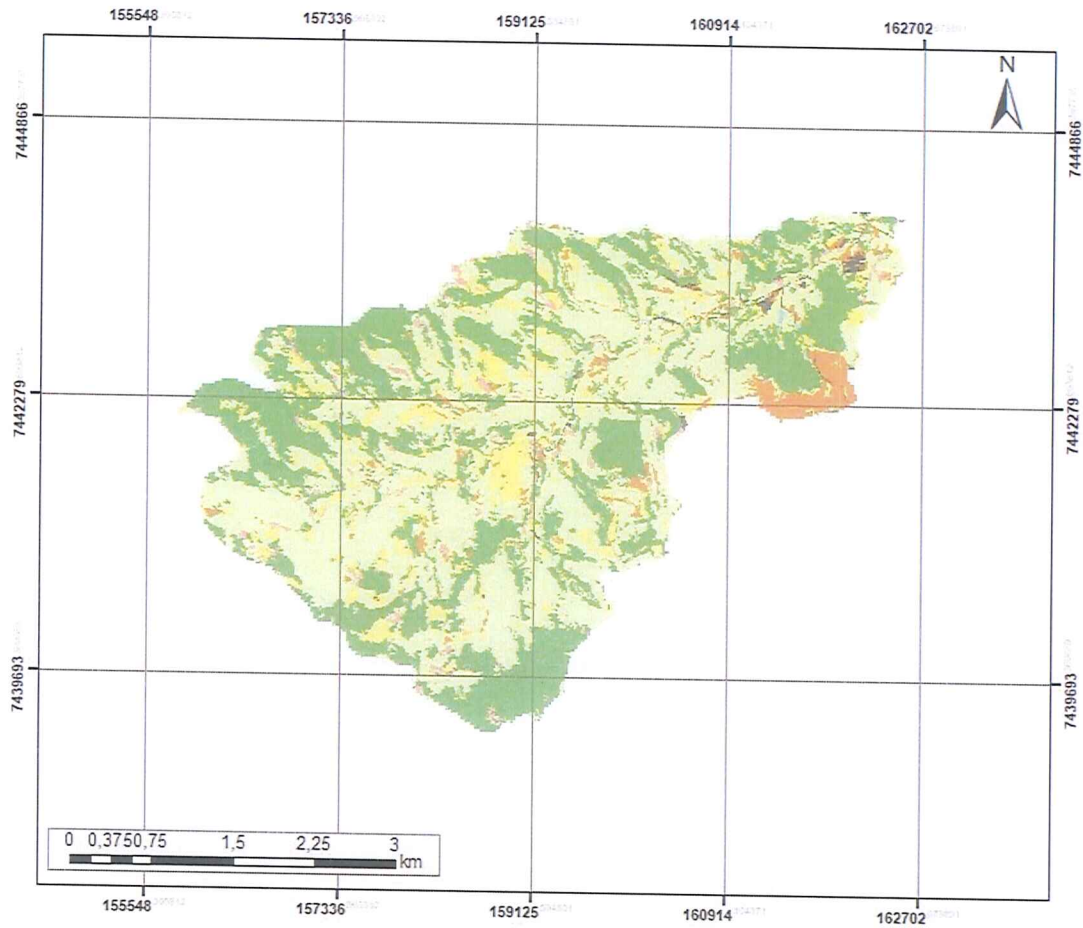
De acordo com dados disponibilizados pelo SIFESP, do Instituto Florestal, a ocorrência da vegetação natural na área refere-se de mata e capoeira. Além disso, foram identificados plantios de eucalipto na área da bacia, principalmente em seu médio curso, correspondendo assim à 3ª classe predominante quanto ao uso do solo. Além disso foram identificadas manchas menores de silvicultura em setores de alta declividade das cuestas, onde, considerando os cenários possíveis, a leitura é de um quadro não tão negativo pois o escoamento superficial em silvicultura é menos intenso comparando-se com uma atividade de pastagem por exemplo.

A bacia apresenta as classes de uso relacionadas à solo exposto e área construída, em setores da baixa bacia, onde as declividades de 3 a 12% facilitam o desenvolvimento agrícola e também a consolidação de bairros rurais.

Considera-se assim que a bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo constitui uma área chave para a implantação de um programa de serviços ecossistêmicos, sendo em vista o potencial de produção de água, tanto em função da geometria coletora de precipitação como também o fato da presença de litologias do Aquífero Guarani na área. A existência de amplos setores de cabeceiras vegetadas inspiraria metas de recuperação de setores um pouco mais degradados e se complementaria às diretrizes do plano de manejo da APA contribuindo assim na tão esperada integração de política ambientais.

GPF	FLS
1670	1344

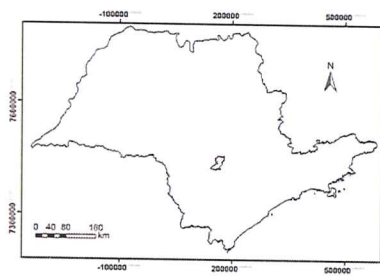
Mapa de Uso do Solo do Ribeirão do Óleo.



Legenda

- Solo Exposto
- Silvicultura
- Pastagem
- Fragmentos Florestais
- Corpos D'água
- Áreas de Cultivo
- Áreas Construídas

Localização no Estado de São Paulo



Projeção: UTM Zona 23S
 Datum: SIRGAS 2000
 Base de dados:
 Sensor: Pleiades (2017)
 Elaboração: Emerson M. Arruda

GPF	FLS
1679	1345

4.3 Análise dos casos de PSA existentes na UGRHI 10

Uma atividade proposta inicialmente refere-se ao levantamento de informações sobre casos de projetos de PSA que já tem desenvolvidos na Bacia do Sorocaba e Médio Tietê. Infelizmente não são muitas as experiências, mas optou-se por inserir dois casos o quais se tem conhecimento e/ou publicações: a Lei Municipal de PSA do Município de Botucatu e o Programa Mina d'Água da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, realizado no município de Ibiuna, na bacia do Rio Murundu.

4.3.1 A Experiência do Rio Pardo em Botucatu-SP

Uma da experiência que está em funcionamento da UGRHI 10 refere-se àquela implantada no município de Botucatu, e mesmo que a área do Projeto se refira à bacia do Rio Pardo, que na verdade constitui afluente do rio Paranapanema e não do Rio Tiete, na lógica de arranjo dos comitês o município de Botucatu também tem seu território drenado por afluentes do Tietê a assim pode integrar legalmente mais de um Comitê. Com base nessa prerrogativa, a experiência de Botucatu também será avaliada até o final do trabalho.

A lei do PSA de Botucatu, Lei Complementar Nº 1153, de 7 de Julho de 2015, instituiu o Programa de Pagamento Por Serviços Ambientais - PSA, criando também o Fundo Municipal de Pagamento Por Serviços Ambientais - FMPSA, e revogou ainda a Lei Complementar Nº 1045, de 21 de Maio de 2013.

O programa prevê o repasse de recursos financeiros àqueles que apresentarem projetos que tenham como finalidade a conservação, manutenção, ampliação, melhoria ou restauração dos serviços propiciados pelos ecossistemas naturais que são imprescindíveis para a manutenção das condições necessárias à vida.

Segundo dados da Secretaria de Meio Ambiente Municipal, os recursos a serem aplicados no PSA provêm do contrato de renovação de serviços entre a Prefeitura de Botucatu e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), que destina 1% do seu faturamento mensal a um Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. Maiores informações sobre a dinâmica de funcionamento do PSA em Botucatu serão elencadas em relatório posterior.

GPF	FLS
1670	1346

4.3.2 A Experiência do Projeto Mina d' Água em Ibiúna-SP

De acordo com Rosa (2014), o projeto “Mina d’Água”, instituído pela Resolução SMA nº 123/2010, é uma iniciativa governamental desenvolvida pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), no âmbito do Programa de Remanescentes Florestais criado pela Política Estadual de Mudanças Climáticas, Lei nº 13.798/2009 e Decreto nº 55.947/2010. Tal projeto piloto visava a conservação de nascentes situadas em mananciais de abastecimento público, através da remuneração financeira aos proprietários rurais que pratiquem ações para a adequação ambiental das propriedades.

Segundo o autor supracitado, a implantação do projeto piloto vem ocorrendo através de convênios entre a SMA e 21 municípios, os quais assumem o papel de executores locais por meio de projeto aprovado no Fundo Estadual de Controle e Prevenção da Poluição (FECOP), órgão financiador dos pagamentos aos provedores selecionados. Neste caso, segundo o autor *op cit*, o Município de Ibiúna foi o único participante dentre os 34 municípios da bacia hidrográfica do rio Sorocaba e Médio Tietê e a Prefeitura Municipal contemplou a microbacia do ribeirão do Murundu no projeto.

Estudos mais detalhados sobre seu funcionamento estão sendo efetuados, bem como a avaliação do projeto e seu impacto socioambiental.

4.4 Análise da rede de drenagem

Como o termo de referência propunha o levantamento de dados quanto à hierarquia de drenagem e o padrão da rede de drenagem, optou-se por apresenta-los sinteticamente neste relatório. De qualquer modo, tais informações serão incorporadas às discussões mais integradas no relatório final. Também foram apresentadas algumas anomalias de drenagem já identificada nos mapeamentos realizados.

No método de Strahler (1952), a identificação se inicia com os rios de 1ª ordem, que são aqueles que não recebem nenhum afluente. Dois rios de primeira ordem já bastam para que a partir de sua confluência, seja formado um rio de segunda ordem. A confluência de dois rios de segunda ordem define um de terceira e assim por diante. Quando dois rios de ordens hierárquicas diferentes se juntam, prevalece a maior ordem.

GPF	FLS
1670	1347

Os padrões de drenagem constituem diferenciações de forma, organização e densidade da rede de drenagem em regiões geológica e climatologicamente distintas, definindo-se padrões variados como de drenagem rala ou densa e com formas dendrítica, paralela, retangular, radial, etc.

Segundo Manoel & Rocha (2017), um fator muito importante a se destacar em estudos de geomorfologia é a influência das estruturas geológicas e litológicas de uma determinada área, ou no caso, de uma bacia hidrográfica. O conhecimento dos fatores endógenos de uma determinada área é de grande valia para o entendimento das formas e padrões encontrados na superfície terrestre, assim, a caracterização geológica (figura 4), mostra a alternância litológica existente dentro da área de estudo.

Christofolletti (1974) que empregou um critério geométrico, da posição fluvial sem nenhum sentido genético, conceituando alguns tipos básicos de padrões de drenagem, designados como: a) drenagem dendrítica, b) drenagem treliça, c) drenagem retangular, d) drenagem radial, e) drenagem anelar e f) drenagem paralela.

Outro aspecto que está sendo checado na análise nos cursos fluviais refere-se às anomalias de drenagem correspondem a importantes evidências de recente reorganização, onde que cada bacia hidrográfica tende a se configurar de modo que os rios possuem certo padrão de distribuição.

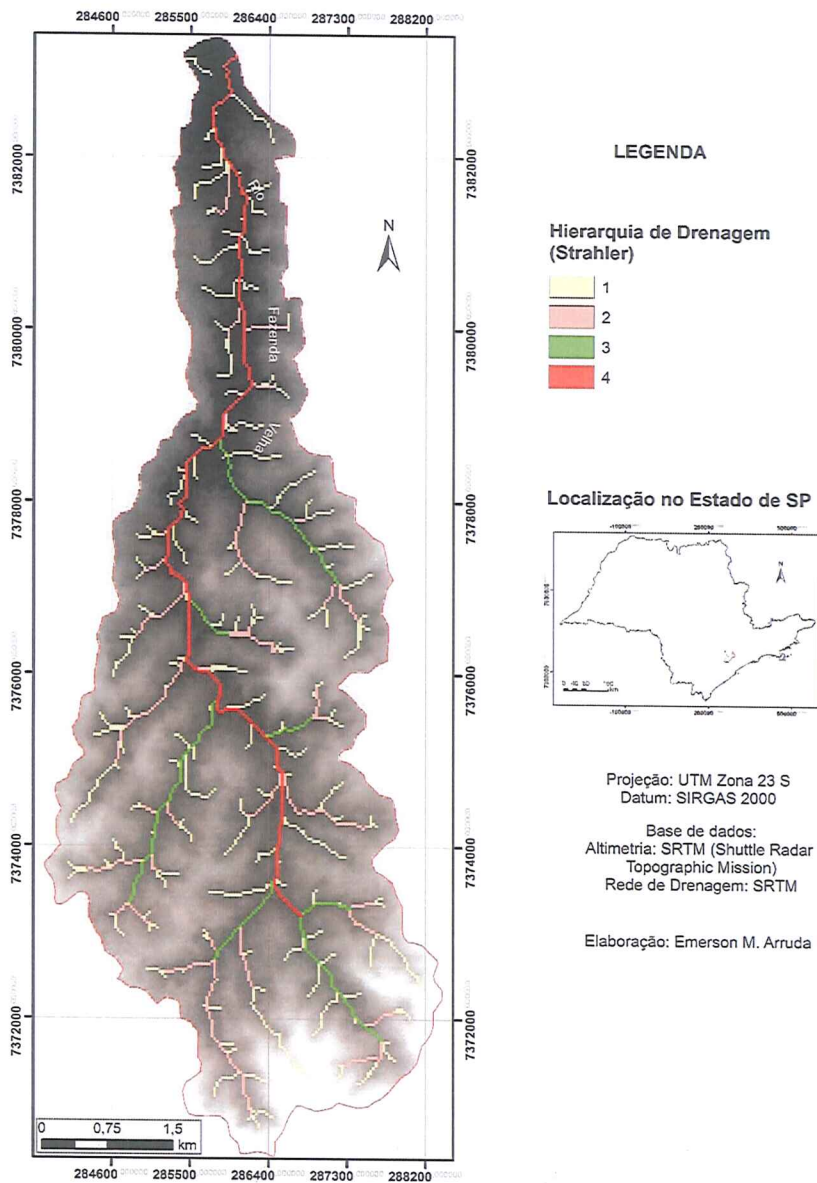
Howard (1967) aponta que as anomalias de drenagem ao longo de uma bacia hidrográfica podem ser representadas por trechos em que haja a retilinidade de canais fluviais, ocorrência localizada e abrupta de curvas meândricas, trechos de meandros comprimidos, estreitamento e alargamento de fundo de vales com preenchimentos aluviais, represamentos com desenvolvimento de trechos embrejados, curvas e voltas abruptas na drenagem.

Para Bishop (1995), podem ser identificadas três formas de rearranjo da rede de drenagem, chamadas por ele de captura, desvio e decapitação, onde essas formas são úteis para distinguir entre um rearranjo da bacia hidrográfica e rearranjo de determinada linha de drenagem. A diferença entre ambos, é que enquanto um envolve a uma invasão progressiva de um sistema em outro adjacente, a segunda forma envolve a transferência tanto de áreas inteiras como de canais, com a preservação de parte do canal original da antiga área drenada.

GPF	FLS
1670	1348

4.4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Fazenda Velha

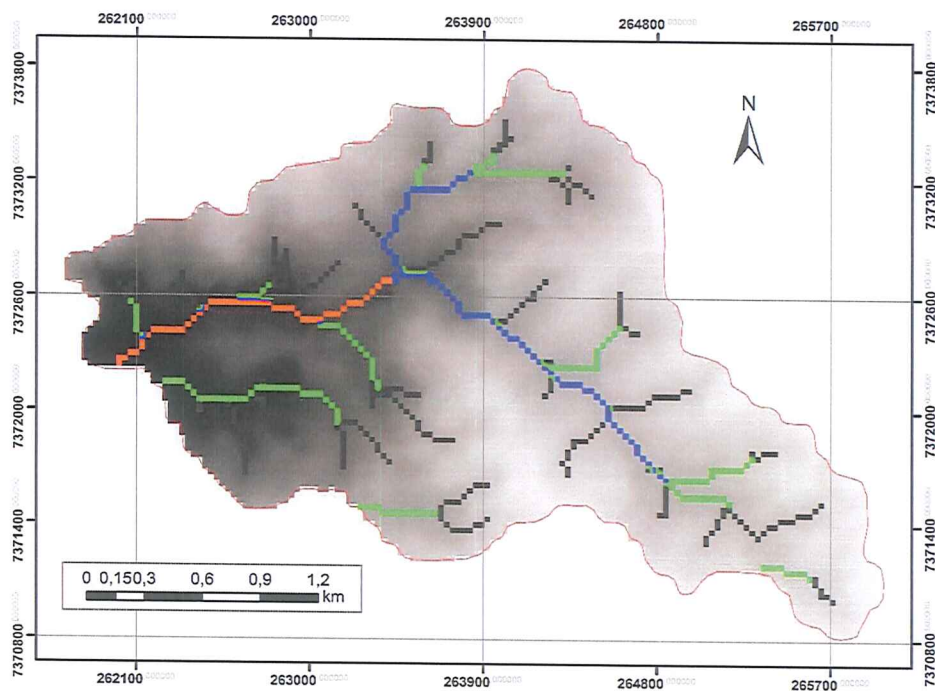
O Rio Fazenda Velha constitui um rio de 4º ordem na hierarquia fluvial, desaguando no Rio Sorocamirim. A rede de drenagem apresenta padrão subdendrítico, com paralelismo em seus afluentes. Como possíveis anomalias são listadas o controle estrutural NE desse paralelismo, o controle para NW do canal principal do rio bem como a ausência margens sem afluentes em algumas sub-bacias, além da própria geometria da bacia como um todo.



GPF	FLS
1670	1349

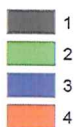
4.4.2 Bacia Hidrográfica do Córrego do Gurgel

O Córrego do Gurgel constitui um rio de 4º ordem na hierarquia fluvial, desaguando no Rio Piraporinha. Apresenta padrão subretangular, certamente influenciado pelas diaclases presentes na área. Como possível anomalia identificou-se forte inflexão do canal principal do canal para WSW em seu médio curso, além da série de rápidos que são identificados nesse setor.

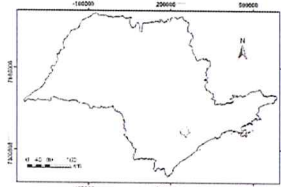


LEGENDA

Hierarquia de Drenagem (Strahler)



Localização no Estado de SP



Projeção: UTM Zona 23 S
Datum: SIRGAS 2000

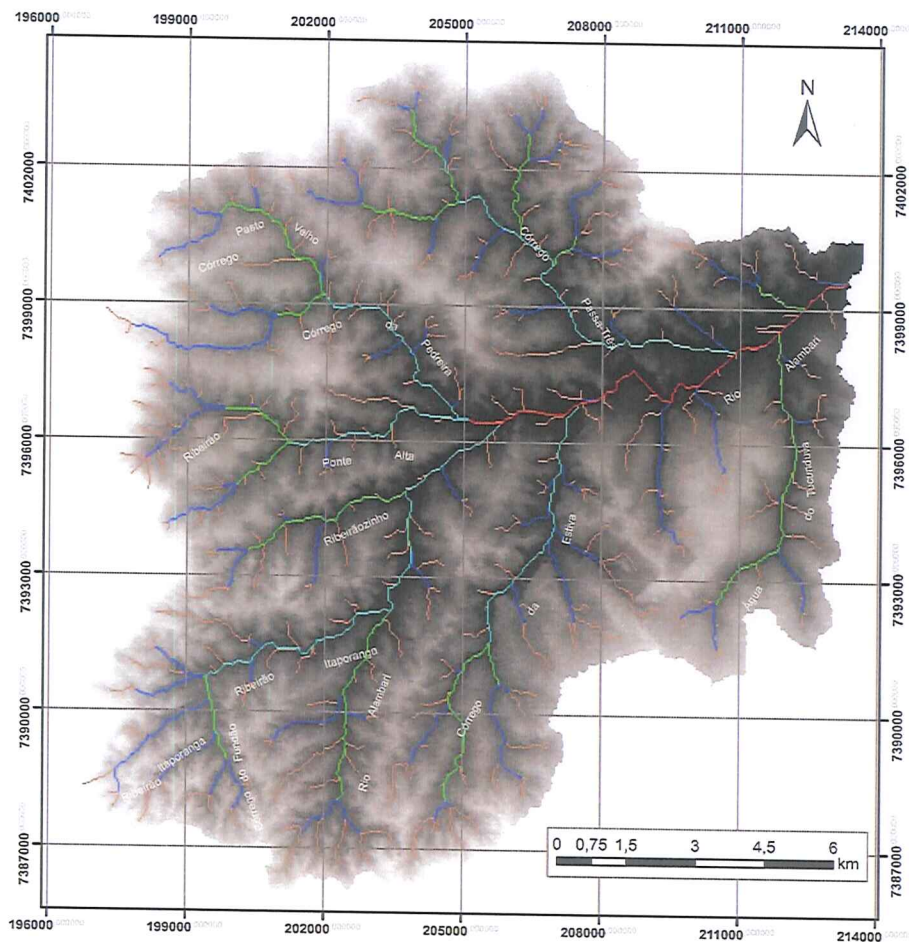
Base de dados:
Altimetria: SRTM (Shuttle Radar
Topographic Mission)
Rede de Drenagem: SRTM

Elaboração: Emerson M. Arruda

GPF	FLS
1670	1950

4.4.3 Bacia Hidrográfica do Rio Alambari

O Rio Alambari refere-se a um rio de 5º ordem na hierarquia fluvial, e constitui importante afluente do Rio Sarapuí. A rede de drenagem apresenta padrão dendrítico. Anomalias de drenagem são identificadas preliminarmente em dois de seus afluentes, o Córrego do Fundão e o Córrego do Passa Três. Ocorrem nestes setores inflexões de canais, certamente influenciadas por controle estrutural. Curvas anômalas também foram identificadas.



LEGENDA

Hierarquia de Drenagem (Strahler)

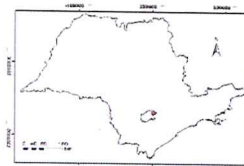
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Projeção: UTM Zona 23 S
Datum: SIRGAS 2000

Base de dados:
Altimetria: SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission)
Rede de Drenagem: SRTM

Elaboração: Emerson M. Arruda

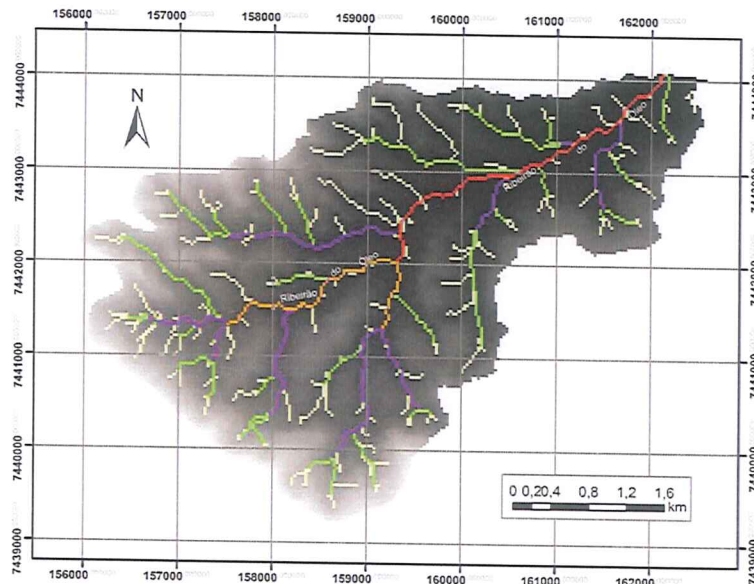
Localização no Estado de SP



GPF	FLS
1670	1351

4.4.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Óleo

O Ribeirão do Óleo é um rio de 5º ordem na hierarquia fluvial, em virtude da grande quantidade de canais posicionados na escarpa da cuesta, e trata-se de importante afluente do Rio do Peixe, o nível de base regional. A rede de drenagem apresenta padrão dendrítico, mas alguns de seus afluentes na porção norte apresentam feições subparalelas. Curvas anômalas de alguns canais, ausência de afluentes em algumas margens e meandros comprimidos constituem exemplos de anomalias de drenagem presentes na bacia, mas que serão melhor discutidas a partir das análises morfométricas que aplicadas na próxima etapa do trabalho.



Legenda

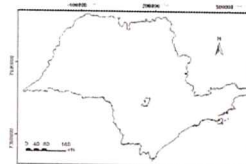
Hierarquia de Drenagem (Strahler)



Base de dados:
 Altimetria: SRTM (Shuttle Radar
 Topographic Mission)
 Rede de Drenagem: SRTM

Projeção: UTM Zona 23 S
 Datum: SIRGAS 2000
 Elaboração: Emerson M. Arruda

Localização no Estado de SP



GPF	FLS
1670	1352

4.5 Análise complementar dos critérios de valoração de PSA

Além das atividades mais operacionais relacionadas à pesquisa, como a elaboração dos mapas apresentados, houve também nesse período o avanço em relação à discussão dos critérios de valoração de PSA para as quatro áreas de estudos, dando sequência ao apresentado preliminarmente no primeiro relatório.

Deste modo, houve a apresentação da proposta em reunião da Câmara Técnica de Proteção das Águas (CTPA) do Comitê de Bacias Hidrográficas e Médio Tietê (CBHSMT) em outubro de 2017. Na referida reunião o coordenador do presente projeto pôde apresentar as atividades em andamento, esclarecer dúvidas e coletar contribuições que pudessem melhorar o modelo.

De qualquer modo, continuou-se priorizando a produção de água, na concepção de produtor recebedor, o qual será o fornecedor de serviços ambientais. Deste modo, na escolha dos parâmetros que se refletirão em coeficiente na equação final, foram listados elementos que direta e indiretamente estão relacionados à quantidade e qualidade da água.

Cálculo do Pagamento por Serviços Ambientais

O valor pago ao proprietário pelos serviços ambientais executado segue as diretrizes do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), sendo obtido por meio da equação abaixo:

$$PSA = VRAa \times \sum_{par} \times \text{Áreap}$$

PSA= Pagamento por Serviços Ambientais.

VRAa = Valor de Referência Anual

\sum_{par} = Soma dos Parâmetros (% dos fatores: vegetação + água superficial + conservação do solo + biodiversidade + declividade + água subterrânea)

Áreap = área da propriedade (hectares)

O VRAa é uma variante que se constitui como o resultado da relação entre o orçamento definido pelo CBHSMT para o PSA daquele ano e as características do edital.

GPF	FLS
1670	1353

Proposta de Parâmetros que poderão ser utilizados como índices - PSA

	Peso	Fator (100%)
Vegetação	3	25
<i>Tamanho dos fragmentos</i>		12.5
< 1 ha (hectare)		1.5
1 – 5 ha (hectares)		2.5
5 – 10 ha (hectares)		3.5
> 10 ha (hectares)		5.0
<i>Quantidade de fragmentos</i>		4.1
(Relação proporcional ao tamanho dos fragmentos da área)		
<i>Conectividade de fragmentos</i>		8.4
Presença de mata ciliar unindo os fragmentos		2.8
Distância entre os fragmentos		2.8
Áreas de topos e nascentes		2.8
Água	3	25
<i>Quantidade/vazão</i>		6.25
Alta		3.25
Média		2
Baixa		1
<i>Qualidade</i>		6.25
Boa qualidade		4.0
Qualidade razoável		2.25
Má qualidade		0
<i>Pluviometria (potencial de captação pela bacia)</i>		3.2
Alta pluviosidade/geometria		3.0
Média pluviosidade/geometria		1.2
<i>Quantidade de nascente perene por ha</i>		9.3
(Cálculo relacionado às características da área)		
Conservação do Solo	2	20

GPF	FLS
1670	1354

<i>Manejo adequado</i>		15
Apresenta técnicas de manejo		9
Apresenta parcialmente técnicas de manejo		6
Não apresenta técnicas de manejo		0
<i>Suscetibilidade à erosão</i>		5
Apresenta alta suscetibilidade à erosão		3.5
Apresenta baixa suscetibilidade à erosão		1.5
Biodiversidade	1	10
<i>Fauna</i>		3.33
Áreas prioritárias		2.33
Áreas não prioritárias		1.0
<i>Ictiofauna</i>		3.33
Áreas prioritárias		2.33
Áreas não prioritárias		1.0
<i>Flora</i>		3.33
Áreas prioritárias		2.33
Áreas não prioritárias		1.0
Declividade	1	10
< 25° (47%)		2.5
25° - 45° (100%)		5.0
> 45° (100%)		2.5
Água subterrânea	1	10
<i>Áreas de recarga de aquíferos</i>		3.33
Aquífero Guarani		1.5
Aquífero Tubarão/Itararé		1
Aquífero cristalino		0.83
<i>Capacidade de armazenamento</i>		3.33
Aquífero Guarani		1.5

GPF	FLS
1679	1355

Aquífero Tubarão/Itararé		1
Aquífero cristalino		0.83
<i>Potencialidade de transmissividade</i>		3.33
Aquífero Guarani		1.5
Aquífero Tubarão/Itararé		1
Aquífero cristalino		0.83

Observação: Peso 3 (Prioridade muito alta), Peso 2 (Prioridade alta) e Peso 1 (Prioridade média), na obtenção da valoração do PSA.

Considera-se oportuno mencionar que os trabalhos desse projeto já têm influenciado as discussões relacionados à implantação do Pagamento por Serviços Ambientais para a Bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê. A proposta de elencar os critérios a serem valorados foram pautaram reunião do Colegiado do Comitê e de 2017 e hoje se constituem em Deliberação do referido Comitê. Trata-se da Deliberação CBH-SMT N° 367 de 27 de outubro de 2017.

No entanto, o tratamento estatístico, simulações e melhoria da equação deverão ocorrer nas próximas etapas do trabalho.

5. Considerações parciais

Com base nas informações apresentadas no presente relatório considera-se que até o momento foram geradas uma boa quantidade de informações as quais, se integradas ao 1º relatório já constituem bom referencial de fonte de dados para embasar decisões tanto quanto às áreas de maior fragilidade ambiental e quais os setores potenciais para a implementação de projetos de PSA.

As quatro bacias, mesmo apresentando extensões territoriais diferenciadas, de alguma forma possuem contribuição direta com os mananciais de abastecimento público das áreas urbanas dos municípios na qual estão localizadas. A elaboração dos mapas de uso do solo evidencia esse potencial de conservação uma vez que em geral mostram boa quantidade de fragmentos florestais compondo os setores de cabeceiras de drenagem. Apenas para o caso da Bacia do Rio Alambari, que não constava inicialmente no projeto aprovado, e que foi acrescida em função de demanda apresentada pelo CBHSMT, destaca-

GPF	FLS
1670	1356

se a necessidade de escolher uma sub-bacia da mesma para integrar as simulações de PSA que serão desenvolvidas, pois a quantidade de fragmentos florestais bem conservados é menor em comparação com as demais. De qualquer as características dessa bacia do Rio Alambari atentam ao fato das questões de problemas ambientais presentes na Bacia do Sorocaba e Médio Tietê indicando a necessidade também de projetos de recuperação, que lembrando, não compõem o objetivo de tal trabalho.

Entende-se assim que o coordenador do mesmo foi encaminhando na medida do possível etapas concomitantes, não deixando as mesmas totalmente descoberta, bem como adiantando algumas atividades previstas no cronograma. Infelizmente não foram obtidos instrumentos fundamentais como o medidor multiparâmetros e o molinete hidrométrico, previstos para essa etapa, equipamentos esses que poderiam ter já oferecido importantes para integrar a análise ambiental e climática das áreas estudadas.

Certamente nessa próxima etapa, a contratação de pessoa física e jurídica, possa contribuir no levantamento de dados e elaboração de documentos que possam ser integrados pelo coordenador, dando a chance de refletir sobre aspectos mais gerais, teóricos e aplicados, que se reflitam em uma abordagem e discussão mais substancial, uma vez que o mesmo tem se ocupado na maior parte do tempo dedicado ao projeto, às questões operacionais da pesquisa.

Espera-se a partir do presente relatório, que haja a percepção de que o mesmo apresenta um eixo norteado coerente, com começo, meio e fim e que quando finalizado resultará em um diagnóstico amplo e coerente para a compreensão da dinâmica da paisagem e mensuração de seus parâmetros e conseqüentemente atenuando ao máximo problemas de valoração dos elementos nela inseridos.

6. Próximas etapas

Tendo em vista o cronograma inicial proposto no termo de referência, aquilo que já foi elaborado, e adiantado, nos relatórios, bem como as demais atividades e produtos ainda esperado, considera-se que o próximo relatório apresentará:

- Elaboração do Mapa de unidades geomorfológicas;

GPF	FLS
1670	1357

- Finalização da análise geológica e morfoestrutural, com a interpretação das estruturas medidas em campo;
- Análise Morfométrica e Hidroclimática da rede de drenagem com resultados da aplicação de índices morfométricos;
- Análise socioeconômica com resultados das entrevistas dos produtores rurais;
- Zoneamento Ambiental das áreas de estudos e análise da qualidade da água de pontos chaves;
- Apresentação da última versão da proposta de critérios do Modelo PSA;
- Consolidação da Memória de Cálculo do PSA através de simulação.
- Desenvolvimento de manual de implantação, monitoramento de um futuro Projeto de PSA.

7. Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1969.

ALMEIDA, FFM. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. 99f, 1964. **Série Teses e Monografias**. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 1964.

BISHOP, P. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. **Progress in Physical Geography**, 19(4): 449-473, 1995.

CAMPANHA, GA da C.; SADOWSKI, G. R. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Aparí Domain). **Precambrian Research**, v. 98, n. 1-2, p. 31-51, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. E. Blucher, 1974.

GPF	FLS
1670	1358

- DAL POZZO, H. A. P. ; ROSS, J. L. S. . Geomorfologia da Depressão do Médio Tietê na região de Tietê, SP. In: 4º Simpósio Brasileiro de Geomorfologia, 2002, São Luis. **Anais do 4º Simpósio Brasileiro de Geomorfologia**, 2002.
- DIAS FERREIRA, R. P. Geomorfologia da região da Serra do Limoeiro (SP). **Dissertação de Mestrado**. São Paulo: USP-FFLCH-Departamento de Geografia, 1979.
- FACINCANI, E. M. Morfotectônica da depressão periférica paulista e cuesta basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, SP. 2000. 222 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- FÁCON, A. Espacios verdes para una ciudad sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. **Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.** V 51, p. 2246-59, 1967.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos Municípios. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 24 de novembro de 2017.
- PINHEIRO, Marcos Roberto; DE QUEIROZ NETO, José Pereira. Reflexões sobre a gênese da serra geral e da depressão periférica paulista: o exemplo da região da Serra de São Pedro e do baixo Piracicaba, SP. **Revista do Instituto Geológico**, v. 35, n. 1, p. 47-59, 2014.
- ITP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981.

GPF	FLS
1670	1359

MANOEL, Jhonatan Laszlo, ROCHA, Paulo Cesar. Levantamento e análise comparativa dos padrões de drenagem das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. In: **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. ISBN 978-85-85369-16-3. Pág 64-74, 2017.

ROSA, Fernando Salles et al. Pagamento por serviços ambientais e a proteção de recursos hídricos no contexto socioeconômico ambiental da microbacia do ribeirão do Murundu, Ibiúna-SP: uma análise diante do projeto piloto "Mina d'Água". **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 21, n. 2, p. 248-269, 2014.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; MOROZ, Isabel Cristina. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 10, p. 41-58, 2011.

SILVA, C. L. da. **Aspectos neotectônicos do médio Vale do Rio Moji-Guaçu: região de Piraçununga**. 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

SILVA, E. M da. **Análise dos aspectos socioambientais e legais na bacia do Córrego do Gurgel, município de Piedade – SP**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, 2014.

STRAHLER, Arthur N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.