

**GUSTAVO PYRA ALMEIDA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS  
BACIAS DO CÓRREGO DO CARTEIRO,  
CÓRREGO DONA NININHA E DA APA SERRA  
SÃO JOSÉ, SÃO JOÃO DEL-REI – MG**

SÃO JOÃO DEL-REI/MG  
2016

**GUSTAVO PYRA ALMEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS  
BACIAS DO CÓRREGO DO CARTEIRO,  
CÓRREGO DONA NININHA E DA APA SERRA  
SÃO JOSÉ, SÃO JOÃO DEL-REI – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso exigido  
como requisito obrigatório para obtenção  
de título de Bacharel em Geografia da  
Universidade Federal de São João del-Rei.

**Orientador: Prof. Dr. André Batista de Negreiros**

SÃO JOÃO DEL-REI/MG  
2016

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	4
RESUMO .....	5
INTRODUÇÃO.....	6
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
1. Geomorfologia aplicada a estudos ambientais e abordagem geo-hidroecológica .....	8
2. Parâmetros morfométricos para a análise de bacias hidrográficas.....	8
3. Geoprocessamento e SIG como ferramentas para a análise ambiental e de bacias hidrográficas.....	8
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	13
1. Localização e breve histórico .....	13
2. Clima.....	14
3. Vegetação.....	14
4. Hidrografia .....	15
5. Geologia, geomorfologia e solos.....	15
OBJETIVOS.....	17
1. Objetivos gerais.....	17
2. Objetivos específicos .....	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
1. APA Serra São José .....	20
2. Bacia do Córrego do Carteiro .....	23
3. Bacia do Córrego Dona Nininha.....	24
4. Análise dos perfis transversais e longitudinais .....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me dar força e fé para concluir este caminho.

À minha família, Gilberto, Fatinha e Felipe, que estiveram comigo, ao meu lado, fornecendo apoio, compreensão e estímulo em todos os momentos.

À minha namorada, por todo o apoio, carinho, incentivo e principalmente pelo companheirismo durante esses anos de graduação.

Aos meus amigos por toda contribuição, direta e indiretamente.

Agradeço também a todos os professores do DEGEO pelos ensinamentos passados, e em especial ao meu orientador André Batista de Negreiro, por semear seu conhecimento e abrir novos horizontes durante esta caminhada.

# **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS BACIAS DO CÓRREGO DO CARTEIRO, CÓRREGO DONA NININHA E DA APA SERRA SÃO JOSÉ, SÃO JOÃO DEL-REI – MG**

**Gustavo Pyra Almeida**

## **RESUMO**

O objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento cartográfico e análise morfométrica de duas bacias experimentais e da APA Serra São José, região de São João del-Rei, MG. Para tanto, foram pautados índices morfométricos, elaborados a partir de dados gerados em ambiente SIG. Com a base de dados cartográficos gerada para a APA, foram elaborados mapas temáticos (hipsometria, declividade e orientação de encostas) que subsidiaram o cálculo dos parâmetros morfométricos para as bacias do Córrego do Carteiro e Córrego Dona Nininha. Os principais parâmetros considerados foram gradiente topográfico (Gt), densidade de drenagem (Dd) e índice de eficiência de drenagem (IED), a partir da metodologia de Meis proposta por Coelho Netto (1992). Os resultados obtidos permitiram observar que a bacia do Córrego do Carteiro apresenta IED menor que o da bacia do Córrego Dona Nininha, devido a características topográficas que resultam em menor eficiência do escoamento e da resposta hidro-erosiva nos canais, como a presença de níveis de base ao longo de seu percurso, formando vales suspensos, como demonstrado nos perfis transversais e longitudinais elaborados. Desta forma, pretende-se contribuir com base de dados para trabalhos futuros a serem realizados na área.

**Palavras-chave:** caracterização morfométrica; Sistemas de Informação Geográfica; bacias hidrográficas; APA Serra São José.

## INTRODUÇÃO

A revolução tecnológica trouxe para as áreas de levantamento e mapeamento grandes aprimoramentos nos métodos de coleta, processamento, armazenamento e distribuição do terreno, através da utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A utilização de informações georreferenciadas tornou-se uma importante ferramenta para o estudo e gestão de áreas tanto urbanas quanto rurais, detectando e armazenando as mudanças ocorridas com o passar do tempo. (JORGE *et al.*, 2008). Segundo CHRISTOFOLETTI (1980), a análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão de numerosas questões geomorfológicas, pois os cursos de água constituem processo morfogênico dos mais ativos na escultura da paisagem terrestre. Pesquisas dessa natureza, visando analisar a rede de drenagem são estratégicas para planejadores e gestores municipais, uma vez que demarcam áreas do ponto de vista hídrico e explicam o comportamento da rede de drenagem (dinâmica dos rios) em cada setor definido, associando às questões do meio físico-natural e social de uma dada bacia hidrográfica (SANTOS, 2009).

Em conjunto, análises dos meios físico e biótico podem ser especializadas dando origem a um diagnóstico integrado em base geo-hidroecológico, ou seja, um levantamento que leve em consideração estes fatores, que em conjunto atuam como uma das principais forças reguladoras dos mecanismos e magnitudes dos processos hidrológicos e erosivos, caracterizando assim, uma análise geomorfológica associada a uma perspectiva geoecológica (FERNANDES *et al.*, 2006).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Serra de São José, localizada na mesorregião Campo das Vertentes, abrangendo parte dos municípios de Tiradentes, Santa Cruz de Minas, São João del-Rei, Coronel Xavier Chaves e Prados, é identificada como uma unidade de conservação e compõe uma área de aproximadamente 5.000 ha. Contida ainda no Refúgio de Vida Silvestre das Libélulas de São José, a serra é reconhecida como grande atrativo geoturístico na região, por abrigar bio e geodiversidade significativas, além de sua conservação ser de suma importância para o abastecimento de água da região. Contudo, a população de seu entorno acompanha sazonalmente a ocorrência de incêndios na mesma, fator agravante que atrai ainda mais atenção sobre a importância de ser preservada.

Segundo informações do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF/MG, 2007), a área foi intensamente explorada nos séculos XVIII e XIX, no início da ocupação de Tiradentes (até então conhecido como Arraial de Santo Antônio do Rio das Mortes) e da extração de ouro na região. Ao esgotarem-se estas reservas minerais, a vegetação conseguiu recompor-se parcialmente.

Entretanto, ainda hoje o conjunto vegetacional da Serra São José é ameaçado, além dos recorrentes incêndios, pela expansão urbana e desmatamento para implantação de pastagem.

Acredita-se que a inclusão de parâmetros abióticos podem contribuir não só para uma melhor análise e compreensão dos biótopos (unidades ecológicas da paisagem), mas também para a construção de uma base eficiente para o planejamento com vistas às proposições de formas adequadas de manejo e melhoria na gestão ambiental da APA São José (FABRANDT, 1997). Diante disso e da importância da conservação da APA no contexto ambiental na qual está inserida, do ponto de vista legal, e da inexistência de levantamento cartográfico sobre a mesma, este trabalho tem como objetivo a elaboração de uma análise morfométrica da Serra. Além disso, foram selecionadas duas bacias hidrográficas laboratório, vinculadas a um projeto de pesquisa, para serem analisadas quanto a sua estrutura física e dinâmica: as bacias Córrego do Carteiro e Córrego Dona Nininha. Dessa forma, será possível subsidiar estudos cartográficos, hidroclimatológicos, pedogeomorfológicos e de planejamento territorial ambiental futuros a serem realizados na área, bem como no auxílio ao monitoramento pluviométrico e fluviométrico.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. Geomorfologia aplicada a estudos ambientais e abordagem geo-hidroecológica

A deterioração na paisagem natural, especialmente a dos recursos hídricos, tem se revelado em uma das questões mais preocupantes no mundo científico atual, que requer a necessidade de gestão (MARINHO & ALMEIDA, 2013). A grande complexidade dos problemas ambientais atuais, mostra-se como um grande desafio aos pesquisadores e planejadores, ao reconhecerem a defasagem da necessidade de soluções rápidas e o estado da arte dos conhecimentos afins aos problemas questionados. Assim sendo, tanto as etapas de decisão como de execução das transformações do meio ambiente deveriam ser precedidas de análises diagnósticas e prognósticas das mudanças pretendidas frente ao meio ambiente a ser afetado. Tais análises permitiriam, além de nortear uma política preservacionista e/ou preventiva, definir formas racionais de intervenção, de modo a controlar os possíveis efeitos negativos da ação antrópica (COELHO NETTO, 1992).

Desta forma, para a obtenção de informações básicas para melhor fundamentar a análise integrada que orienta a classificação e representação de domínios geoecológicos, é formulado por COELHO NETTO (1992) o termo “Geo-Hidroecologia”, para estudos que buscam levar em conta a necessidade de uma melhor compreensão dos processos que regulam a interação dos vários fatores ambientais, enfatizamos as pesquisas na interface dos campos do conhecimento afins, como Climatologia, Geologia, Pedologia, Biologia, Hidrologia e Geografia. Estudos com esse caráter procuram identificar e explicar as relações entre os diversos elementos em interação nos ecossistemas florestal, urbano ou agro-pastoril, combinando-se investigações em diferentes escalas espaço-temporais.

Investigações científicas sobre drenagens fluviais têm importante função e aplicação na geomorfologia (SANTOS & LIMA, 2009). Segundo CHRISTOFOLETTI (1980), a análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão de numerosas questões geomorfológicas, pois os cursos de água constituem processo morfogenético dos mais ativos na escultura da paisagem terrestre. Dentro da concepção geo-hidroecológica, a bacia de drenagem é adotada como o recorte espacial de análise da paisagem, onde é fundamental entender o arranjo estrutural e funcional dos elementos que a compõem, sua dinâmica de transformação e a resposta dos processos hidrológicos e erosivos no ambiente. Estas respostas variam de acordo com a quantidade e intensidade das entradas de energia na bacia e sua evolução. Sendo assim, torna-se associar as relações internas da paisagem com a interação dos fatores bióticos,



abióticos e humanos no comportamento hidráulico e mecânico dos solos em diferentes posições de encostas. Entretanto, a ação antrópica nesses sistemas pode gerar modificações significativas na dinâmica espaço-temporal dos processos hidrológicos e geomorfológicos. Assim, transformações em uma determinada porção da bacia poderão afetar outras áreas situadas à jusante, causando efeitos sobre a natureza e/ou intensidade na evolução desses processos geomorfológicos (FERNANDES et al., 2006 *apud* CHORLEY, 1962; COELHO NETTO, 1994).

Ao ser concluída, a investigação científica em Geomorfologia deve gerar conhecimentos básicos ou teóricos que possibilitem o estabelecimento de previsões sobre as futuras direções e magnitudes das transformações do relevo, através do equacionamento matemático em base física. Esta visão amplia, o espectro de aplicações do conhecimento geomorfológico, possibilitando a extrapolação das estimativas em diferentes escalas espaço-temporais. Esses prognósticos concentram-se nos eventos que modificam a configuração da superfície, os quais podem, ao mesmo tempo, prevenir problemas de ordem social e econômica, fundindo-se claramente a problemática ambiental e os problemas geomorfológicos propriamente ditos (COELHO NETTO, 1992).

## **2. Parâmetros morfométricos para a análise de bacias hidrográficas**

As variações de declividade bastante acentuadas buscam o estudo da dimensionalidade dos elementos da paisagem, no qual devemos verificar como um todo, necessitando a finalidade de desenvolver e testar a funcionalidade de rotinas de obtenção de observações (área e comprimento) em superfície real para avaliar a importância da consideração da paisagem como uma superfície dotada de rugosidade em análises geológicas de índices geomorfológicos para áreas de relevo acidentado (PEREIRA *et al.*, 2009).

A análise de aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia pode levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local. A avaliação da densidade de drenagem, por exemplo, permite que se conheça o potencial da bacia e de seus setores, sendo a capacidade de drenagem um indicativo do escoamento superficial e do potencial erosivo. A densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia. (BELTRAME, 1994; SILVA *et al.*, 2004; VILLELA & MATTOS, 1975 *apud* MARINHO & ALMEIDA, 2013).

Quanto à análise de declividade e altitude, que também foram levadas em consideração para este trabalho, TEODORO *et al.*, 2007 cita que a declividade relaciona-se com a velocidade

em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia. Já a variação de altitude associa-se com a precipitação, evaporação e transpiração, conseqüentemente sobre o deflúvio médio. Grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração. Mais significativas, porém, são as possíveis variações de precipitação anual com a elevação (VILLELA & MATTOS, 1975 *apud*. TEODORO *et al.*, 2007).

Segundo MARINHO & ALMEIDA (2013), a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais e inicia-se pela hierarquização fluvial, para então determinar-se a análise dos aspectos linear, areal e hipsométrico. Conforme o método de Strahler (1952, *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), a hierarquia fluvial estabelece que os menores canais, sem tributários, são considerados de primeira ordem, os de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem, e assim sucessivamente.

Sendo assim, a metodologia de Meis, utilizada por PEREIRA *et al.* (2009) e COELHO NETTO *et al.* (2006), propõe um método morfométrico para a classificação e mapeamento de compartimentos topográficos baseado nas classes de amplitude de relevo, para a segunda e terceira ordem conforme a classificação de Strahler (1952, *apud* COELHO NETTO *et al.*, 2006). PEREIRA *et al.* (2009) cita que esta metodologia pode ser aplicada para aquisição das informações referentes ao gradiente topográfico das bacias, além da mensuração de seu eixo maior. Os aspectos considerados pelos autores foram: gradiente topográfico (Gt), definido pela divisão entre o desnivelamento e a extensão do eixo maior; densidade de drenagem (Dd), obtida através da relação do comprimento total da drenagem pela área da bacia de segunda ordem; e o índice de eficiência de drenagem (IED), apontado pelo produto do gradiente da bacia pela densidade de drenagem. Segundo Coelho Netto *et al.* (2006), o IED revela a importância de alguns parâmetros geomorfológicos que influenciam o escoamento d'água de uma bacia de drenagem e define um valor proporcional à capacidade do relevo em drenar a água de superfície da bacia.

### **3. Geoprocessamento e SIG como ferramentas para a análise ambiental e de bacias hidrográficas**

O Sistema de Informações Geográfica (SIG) é a principal ferramenta de Geoprocessamento que realiza o tratamento computacional de dados geográficos e recupera informações com base na sua localização e relacionamento espacial, bem como nas suas características alfanuméricas. A multiplicidade de usos e possíveis perspectivas dos SIGs são algumas das razões pelas quais o seu conceito vem sendo amplamente discutido. Devido à sua potencialidade, os SIGs são amplamente utilizados em diversos setores da atividade humana. Contudo, observa-se o desenvolvimento de SIGs direcionados para determinados campos aplicativos, tais como: sistemas de informação hidrológica, hidrogeológica, climática, pedológica, etc. (GONÇALVES, 2007).

O sensoriamento remoto e os SIG's são potentes ferramentas para gestão territorial, especialmente no que diz respeito à caracterização das paisagens e na análise de escalas, padrões e processos relacionados com os fenômenos ambientais (BUTLER & WALSH, 1998 *apud*. JACINTHO, 2003). De fato, o mesmo progresso tecnológico que tem sido fator de degradação ambiental pode, e vem sendo amplamente aplicado nos programas de planejamento, proteção, recuperação e monitoramento ambiental. Além disso, os recursos para processamento da informação têm se desenvolvido rapidamente, tornando-se cada vez mais acessíveis e baratos, havendo mesmo um grande número de "softwares", imagens de satélite e bases cartográficas digitais, que são distribuídos livremente (JACINTHO, 2003).

Deste modo, MEDEIROS & CÂMARA (2001) apontam que existem pelo menos quatro grandes dimensões dos problemas ligados aos estudos ambientais, onde é grande o impacto do uso da tecnologia de sistemas de informação geográfica: mapeamento temático, diagnóstico ambiental, avaliação de impacto ambiental, ordenamento territorial e os prognósticos ambientais. Nesta visão, os estudos de mapeamento temático visam a caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento das bases para ações e estudos futuros. Exemplos seriam levantamentos temáticos (como geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal), dos quais o Brasil ainda é bastante deficiente, especialmente em escalas maiores.

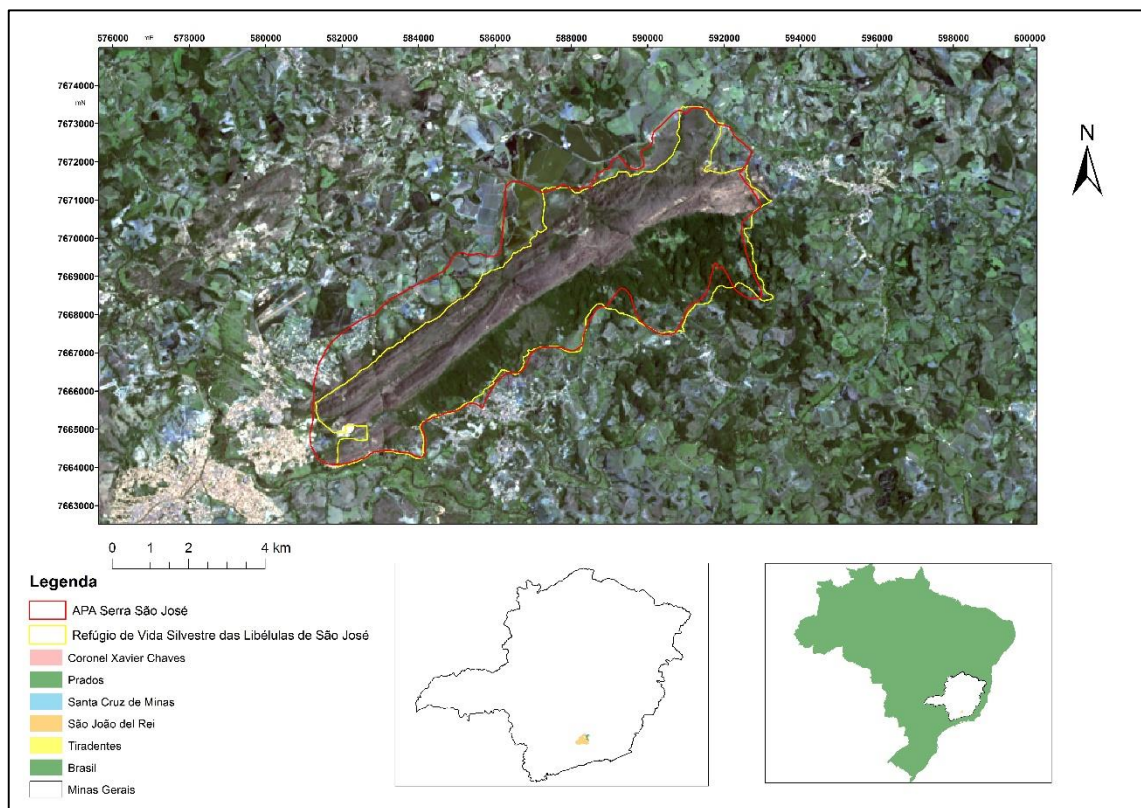
Sendo assim, a utilização do geoprocessamento para a análise e estudo de bacias hidrográficas constitui uma ferramenta de suma importância. Segundo CASTRO (2000, *apud*. JORGE *et al.*, 2008), o estudo de uma bacia hidrográfica começa, obrigatoriamente, pela Carta Topográfica pois, além de possibilitar a delimitação, oferece elementos básicos de localização, como: elementos de referência, ligados aos sistemas de projeções, são caracterizados pelas coordenadas esféricas (lat/long) e pelas coordenadas planas (UTM), elemento de

sistematização, caracterizado pela série cartográfica (consiste na articulação das folhas topográficas que envolvem a bacia nas variadas escalas), e elemento de proporção, caracterizado pela escala; estes elementos constituem a base matemática de uma Carta Topográfica.

# CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

## 1. Localização e breve histórico

A Área de Proteção Ambiental (APA) Serra de São José (Figura 1) abrange parte dos municípios de Tiradentes, Santa Cruz de Minas, São João del-Rei, Coronel Xavier Chaves e Prados, na microrregião geoeconômica de São João del-Rei, integrante da mesorregião Campo das Vertentes, em Minas Gerais (RESENDE *et al.*, 2015). Ocupa uma área de aproximadamente 5.000 ha e está localizada entre as coordenadas UTM 581554 mE, 7674297 mS; 594970 mE, 7663891 mS.



**Figura 1: Localização da APA Serra São José e Refúgio de Vida Silvestre das Libélulas de São José**

A Serra de São José foi declarada APA Estadual em 16 de fevereiro de 1990, por abrigar imensa riqueza de espécies. É classificada como de alta prioridade no mapa de Prioridades para Conservação no Estado de Minas Gerais, da Fundação Biodiversitas. Segundo a Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 – Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), a área apresenta duas Unidades de Conservação sobrepostas: a APA Serra São José e o Refúgio de Vida Silvestre das Libélulas de São José. Enquadra-se com uma unidade de Uso Sustentável e o Refúgio de Vida Silvestre Estadual Libélulas de São José como uma Unidade de Proteção Integral que de acordo com Art 13º § 3º desta lei, esta área pode ser

visitada publicamente, desde que possua plano de manejo e que as normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua gestão sejam cumpridas (PEREIRA *et al.*, 2008).

Além disso, há presença secular da população rural local residente nas redondezas - que vive da agricultura e pecuária de subsistência. O uso e ocupação do solo na área APA é predominantemente rural. No entanto, há porções com características urbanas, como são os casos do povoado de Águas Santas, uma faixa da sede urbana de Tiradentes e áreas de parcelamento de São del-Rei que já ultrapassam os limites da APA (FABRANDT, 1997).

Segundo informações do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF/MG) citadas por RESENDE *et al.* (2015), a área foi intensamente explorada nos séculos XVIII e XIX, principalmente devido à presença de ouro em seus limites, abundantemente extraído da região. Ainda hoje, o conjunto vegetacional da Serra São José é ameaçado pela expansão urbana, desmatamento para implantação de pastagem e os recorrentes incêndios registrados sazonalmente, principalmente no período de maiores estiagens (julho a setembro).

## **2. Clima**

O clima da área é caracterizado pela presença estações seca e úmida bem definidas. O período seco está compreendido entre abril e setembro, quando então inicia a estação chuvosa. A temperatura média anual está em torno de 19°C, sendo que as mais altas, entre 21°C e 22°C, ocorrem em janeiro e fevereiro, respectivamente. As temperaturas mais baixas ocorrem em julho e agosto, quando atingem a média entre 15°C e 17°C.

As precipitações médias anuais são em torno de 1.435 mm, sendo que nos meses de dezembro a fevereiro concentram mais de 51% do total anual de precipitação. Os meses de julho e agosto registram somente 1,5% do total das precipitações anuais. Caracteriza-se, assim, um verão chuvoso e um inverno seco (PEREIRA *et al.*, 2008; FABRANDT, 1997).

## **3. Vegetação**

As características da cobertura vegetal da região da Serra estão claramente associadas às características pedológicas, litológicas e topográficas dos diferentes compartimentos geomorfológicos ali representados. Quando aos padrões da vegetação, são encontrados: transição de Campo Rupestre para Cerrado, à medida que a declividade aumenta em direção ao topo da Serra; diferentes feições brejosas em regiões de campo de ressurgência; Cerrado e agricultura extensiva (cultivo de grãos), com grande impacto relacionado ao corte de vegetação nativa na face sul, onde o relevo caracteriza-se por morros com topos arredondados e colinas

convexas; Floresta Estacional Semidecidual Montana no talus da escarpa, na face sul da Serra (PEREIRA *et al.*, 2008).

O acesso do gado ao longo de toda a serra, bem como a ação periódica do fogo, tendem a causar o empobrecimento da vegetação. Porém, grande número de espécies vegetais apontadas em levantamento, demonstram a tamanha riqueza e diversidade ainda presentes no local, sendo muitas dessas espécies bastante adaptadas a viver em condições físicas específicas como solos pobres e rasos, intensa radiação, maior incidência de ventos e ação periódica do fogo (FABRANDT, 1997).

#### **4. Hidrografia**

A rede de drenagem na área de estudos é constituída pelos rios das Mortes e dois de seus principais afluentes, sendo o rio Elvas, na porção sul, e o rio Carandaí, na porção norte. Estes últimos têm como divisor de águas a Serra de São José. Na área interna da poligonal de delimitação da APA, encontram-se cursos d'água pequenos e médios que caracterizam drenagens na maioria perenes, atingindo vazões bastante reduzidas nos períodos de estiagem prolongada, principalmente no final do mês de agosto e princípio de setembro (FABRANDT, 1997).

A Serra São José abriga ainda diversas cachoeiras e poços de água, reconhecidos como fortes atrativos geoturísticos na região. Entretanto, alguns desses pontos vem sofrendo com o intenso acesso, como é o caso do córrego do Mangue, que deságua no rio das Mortes e constitui um dos principais pontos de lazer para a população local. Este córrego apresenta-se com elevado nível de assoreamento, devido principalmente ao carreamento de areias provenientes das rochas quartzíticas alteradas que afloram na área e, mais recentemente, pela instalação de processos erosivos causados pela ação antrópica, especialmente pela prática de “*motocross*” (CARMO, 1988 *apud*. FABRANDT, 1997).

#### **5. Geologia, geomorfologia e solos**

A área de trabalho é composta por rochas pertencentes ao Grupo São João del-Rei. Estruturalmente, a serra constitui um homoclinal de sentido NE/SW, com camadas mergulhando de 30° a 40° para NW. No limite sul da serra, marcado por uma escarpa de falha, as rochas da Formação Inferior encontram-se com o embasamento. Na porção norte, há o contato do quartzito com o metassiltito, em mergulhos na mesma direção. Nos extremos SW e NE a serra foi afetada por tectonismo mais intenso, gerando uma série de falhamentos. Esse

compartimento é formado por uma destacada elevação rochosa denominada Serra de São José, cujo eixo maior, com cerca de 12 km, encontra-se orientado no sentido SW-NE. A largura média desse bloco rochoso é de 1,2 km, sendo constituído predominantemente pelos quartzitos da Formação São João del-Rei (KARFUNKEL & NOCE, 1982 *apud*. FABRANDT, 1997).

O topo da serra é caracterizado por feições do tipo cristas rochosas e vertentes inclinadas, com formatos alongados e côncavo-convexos. As áreas com declividades inferiores a 10% são muito restritas, configurando um aspecto ondulado aos pontos mais elevados da serra (FABRANDT, 1997).

Quanto aos solos, é formada por Neossolo Litólico Distrófico (solos rasos e pouco evoluídos, assentados diretamente sobre a rocha) nas partes mais altas da paisagem e em encostas íngremes, Neossolo Quartzarênico Órtico (solos muito profundos e arenosos, originados do quartzito e com baixa capacidade de retenção de água) em locais de relevo suave ondulado e ondulado no topo da Serra e extremidades, e Espodossolo Humilúvico Hidromórfico (solos saturados por água, de baixa drenagem e risco elevado de inundações) em platôs elevados da Serra.

Quanto ao papel da interação dos processos hidro-geomorfológicos, ou seja, fatores físicos e climáticos, na formação da APA, FABRANDT (1997) citam que:

Devido as precipitações médias anuais (em torno de 1.430 mm), conjugadas com as características de uma morfologia predominantemente inclinada, o escoamento concentrado, mais ativo no período chuvoso, torna-se o principal processo morfogenético de vertentes na APA, sendo o motor principal da dissecação generalizada que a paisagem vem sofrendo. Isso pode ser demonstrado diante do balanço erosão/pedogênese, no qual a erosão é claramente predominante. Estes processos hidro-geomorfológicos tiveram, também, importante atuação no Quaternário antigo, conforme atestam os depósitos detríticos de origem coluvial, aluvial ou colúvioaluvial encontrados nos vales.

A condição ambiental da APA São José, sob o ponto de vista geomorfológico, não é crítica, mas os processos de erosão acelerada são bastante evidentes. Embora a maior parte dos impactos erosivos analisados mostre-se de magnitude local, sua significância sinaliza para a necessidade de ações imediatas no sentido de mitigar, ordenar e gerir a referida unidade, sem as quais a APA São José poderá ter sua viabilidade ambiental, a médio prazo, comprometida.



# OBJETIVOS

## 1. Objetivos gerais

Este estudo busca levantar e analisar as características morfométricas da APA Serra São José e de duas bacias experimentais selecionadas, a partir de levantamentos em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

## 2. Objetivos específicos

- Gerar base de dados cartográficos da APA Serra São José e bacias experimentais, contendo mapas de declividade, hipsométrico e orientação de encostas.
- Descrever e caracterizar a formação morfológica a partir da base de dados gerada.
- Elaborar e analisar perfis transversais e longitudinais das bacias experimentais.
- Calcular índices morfométricos (gradiente topográfico, densidade de drenagem e índice de eficiência de drenagem) das bacias experimentais.
- Relacionar a dinâmica hidro-erosiva do local com os resultados obtido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As análises linear, areal e hipsométrica das bacias experimentais e da APA Serra São José foram determinadas com auxílio do *software* ArcGIS 10.1, em ambiente SIG, que permitiu extrair os seguintes parâmetros morfométricos: área, perímetro, comprimento das bacias e cursos d'água, densidade de drenagem, gradiente topográfico, perfis longitudinais e transversais e hierarquização dos canais fluviais (segundo classificação de Strahler).

Assim, a base de dados cartográficos foi gerada a partir de carta topográfica do IBGE de 1974 e escala 1:50.000, imagem de satélite Landsat-8 ano 2015 de resolução espectral de 30 metros, e dados de imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Vale ressaltar que os dados SRTM foram utilizados para extração de curvas de nível, geração do Modelo Digital de Terreno (MDT) e mapa de declividade (através de triangulação irregular de grade – TIN), onde foi necessária a interpolação das imagens para 30 metros, possibilitando melhor identificação dos canais de drenagem e aspectos do relevo para o refinamento dos mapas. A verificação e correção de localização foi dada a partir da coleta de pontos com GPS 64s.

A metodologia de Meis, utilizada por PEREIRA *et al.* (2009) e COELHO NETTO *et al.* (2006), foi aplicada para aquisição das informações referentes ao gradiente topográfico e mensuração do eixo maior das bacias. Para tal, foi necessário obter: gradiente topográfico:

$$G_t = \Delta H / C_{E>}$$

Onde:

$G_t$  = gradiente topográfico da bacia (m)

$\Delta H$  = desnivelamento do eixo maior da bacia (m)

$C_{E>}$  = comprimento do eixo maior da bacia (m)

densidade de drenagem:

$$D_d = L_t / A$$

Onde:

$D_d$  = densidade de drenagem (m/m<sup>2</sup>)

$L_t$  = comprimento total da bacia (m)

$A$  = área da bacia (m<sup>2</sup>)

e índice de eficiência de drenagem, como definido por Coelho Netto *et al.*, 2006:

$$\text{IED} = \text{Gt} \times \text{Dd}$$

Onde:

IED = índice de eficiência de drenagem

Gt = gradiente topográfico

Dd = densidade de drenagem

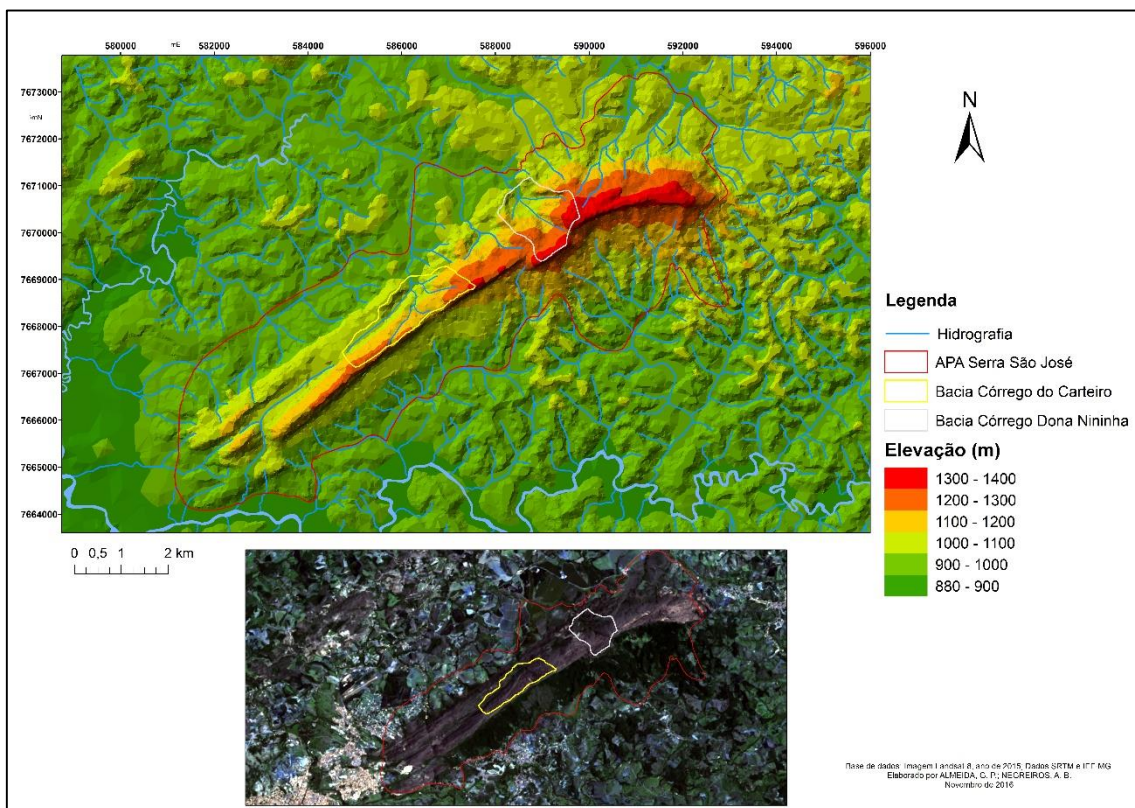
# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 1. APA Serra São José

A área da APA Serra São José apresenta uma amplitude altimétrica de aproximadamente 500 m, segundo os dados SRTM utilizados na elaboração da base cartográfica. Nesse sentido, a superfície da APA foi classificada em seis diferentes classes altimétricas, agrupadas de 100 em 100 metros, distribuídas entre 900 e 1400 metros (Tabela 1).

**Tabela 1: Distribuição das classes altimétricas, em metros quadrados e porcentagem, na APA Serra São José**

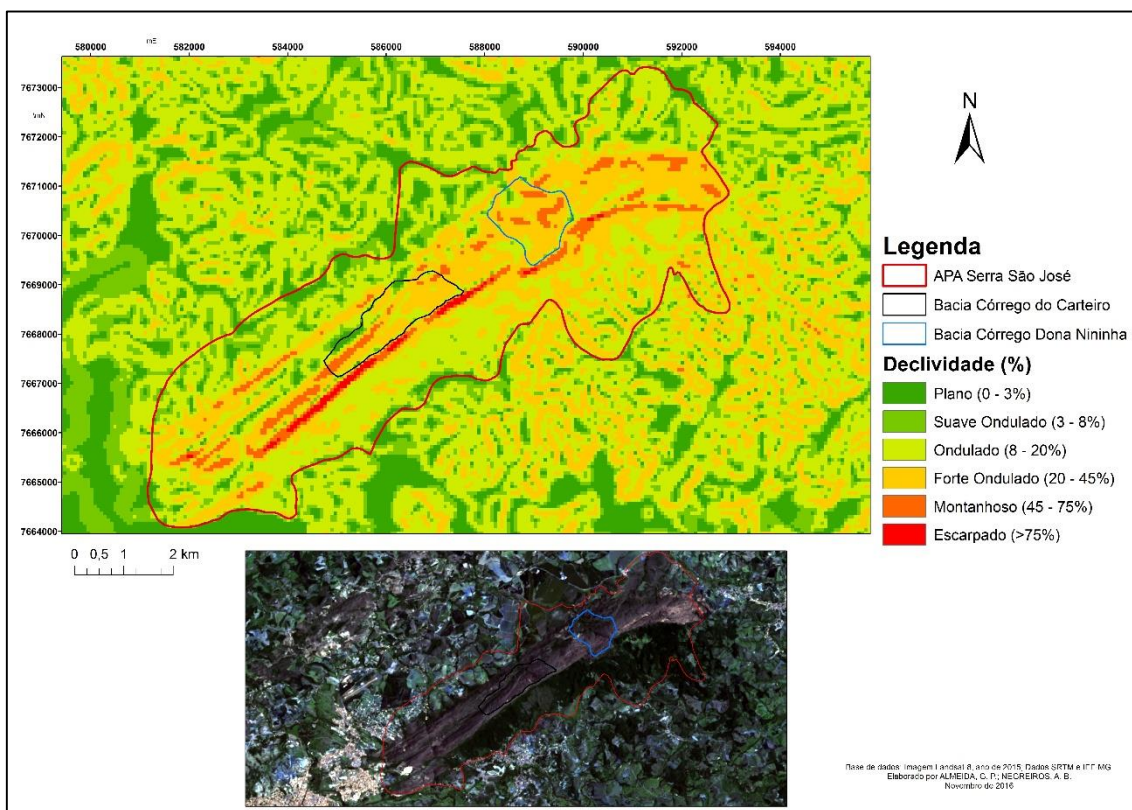
Classes altimétricas (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)
<900	99093,00764	0,2
900-1000	15852524,77285	34,1
1000-1100	17129025,54931	36,9
1100-1200	7288305,46575	15,7
1200-1300	4531191,27575	9,7
1300-1400	1582863,90897	3,4



**Figura 2: Mapa hipsométrico da APA Serra São José**

É possível observar que a maior parte da superfície da APA encontra-se entre as altitudes de 900 e 1100 metros, representando 71% de sua área. As outras três classes de altitude, referentes às classes mais altas, correspondem a 15,7%, 9,7% e 3,4%, respectivamente e apenas 0,2% para altitudes menores que 900 metros. Nota-se ainda que, como representado no mapa altimétrico (Figura 2), a porção mais elevada da área da APA corresponde à uma crista formada pela Serra São José, que a corta no sentido nordeste-sudoeste.

O mapa de declividade (Figura 3) apresenta a distribuição das classes de declividade presentes na APA, sendo expressas percentualmente também na Tabela 2. Este mapa contribui como uma importante fonte de dados para a análise do relevo e manejo de uso e ocupação dos solos.



**Figura 3: Mapa de declividade da APA Serra São José**

A distribuição das classes foram baseadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2009), sendo elas plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (>75%).

**Tabela 2: Distribuição das classes de declividade, em metros quadrados e porcentagem, na APA Serra São José**

<b>Classes de declividade (%)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
0-3 (Plano)	2803630,52923	6,0
3-8 (Suave ondulado)	4315274,22492	9,3
8-20 (Ondulado)	20034049,55000	43,1
20-45 (Forte ondulado)	16172356,92924	34,8
45-75 (Montanhoso)	2684690,47815	5,8
>75 (Escarpado)	473002,26874	1,0

Observa-se que 77,9% da APA possui relevo classificado como ondulado a forte ondulado (43,1% e 34,8%, respectivamente). Nessas classes, de declividade acentuada, indicam maior poder erosivo nessas porções, onde o escoamento de água das chuvas e dos canais fluviais ganham maior energia de fluxo com o auxílio da gravidade. Em conjunto, as classes de relevo ainda mais acentuado (montanhoso e escarpado), embora pouco predominantes na APA, representam também grande influência sobre a dinâmica hidro-erosiva da região, principalmente devido à formação quartzítica exposta que compõe os topos da Serra São José, atuando como divisores de água. As classes de menor declividade, de relevo plano e suave ondulado, correspondem a 6% e 9,3%, respectivamente.

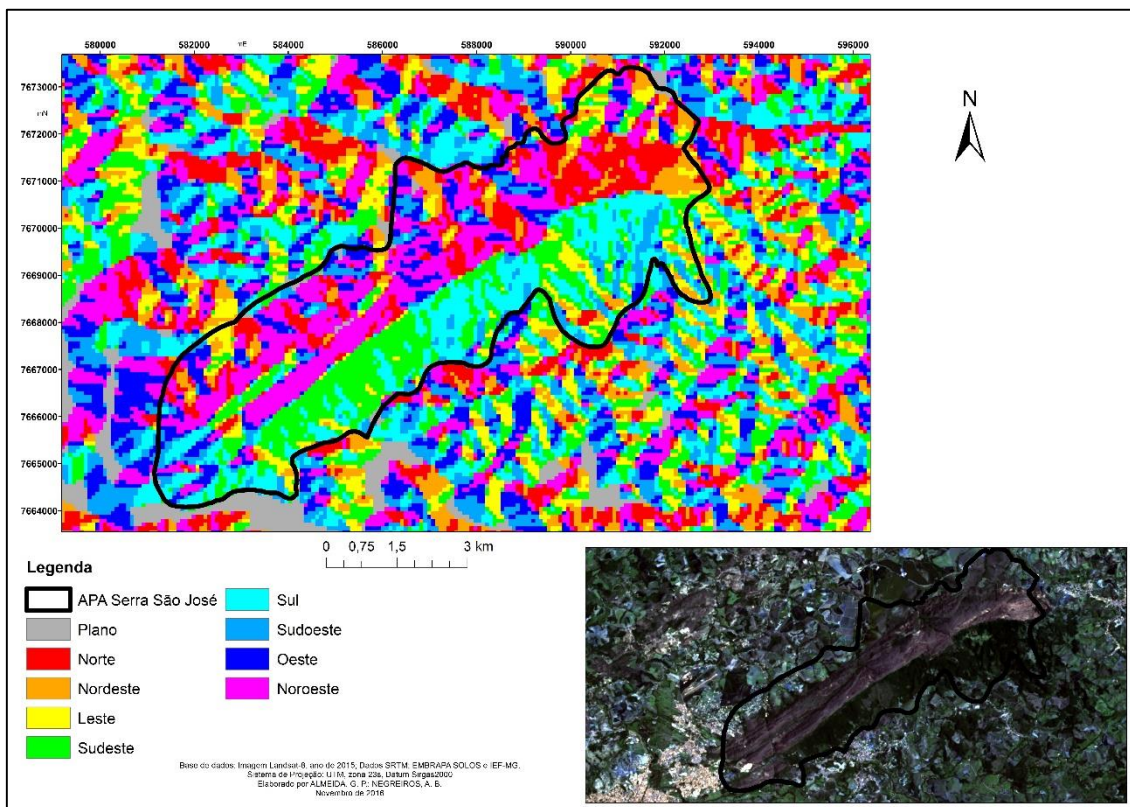
**Tabela 3: Distribuição de orientação de encostas, em metros quadrados e porcentagem, na APA Serra São José**

<b>Orientação</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
PLANO	3066475,34250	6,6
NORTE	10161902,84072	21,9
NORDESTE	2675976,34421	5,8
LESTE	5563573,74833	12,0
SUDESTE	7913901,62292	17,0
SUL	4337562,79178	9,3
SUDOESTE	2680869,78123	5,8
OESTE	3004630,34022	6,5
NOROESTE	7077838,85094	15,2

Quanto à orientação das encostas da APA (Figura 4), percebe-se claramente uma divisão de padrão entre as faces noroeste e sudeste da Serra, onde as orientações predominantes coincidem com as orientações das faces. Isso indica que o topo quartzítico da Serra atua como divisor para o fluxo de água, que sofre maiores variações na face noroeste (intercalada por outras classes, principalmente oeste, leste e norte) do que na face oposta, devido ao seu relevo caracteristicamente mais suavizado que na face sudeste. Vale lembrar também que o fluxo de água que escoar no sentido sul deságua no rio Carandaí, que segue até sua foz no rio das Mortes,



sendo estes dois mananciais de grande importância para o abastecimento de água e de grande representatividade hidro-erosiva da região. Observa-se ainda que as orientações para noroeste, norte e oeste representam juntas 43,6% da área da APA, enquanto as orientações sul, sudeste e sudoeste representam juntas 32,1% (Tabela 3).



**Figura 4:** Mapa de orientação de encostas da APA Serra São José

## 2. Bacia do Córrego do Carteiro

A bacia do Córrego do Carteiro é de 3ª ordem, sendo pouco ramificada (densidade hidrográfica de 2,32 canais/km<sup>2</sup>), com área de 2151218,08 m<sup>2</sup> e perímetro de 7495,23 m. O comprimento de seu canal principal é de 2215,07 m com comprimento total dos canais de 4095,88 m. A densidade de drenagem é de 0,0019 m/m<sup>2</sup>, sendo considerada de baixa capacidade de drenagem.

**Tabela 4:** Características morfométricas da bacia do Córrego do Carteiro

Características Morfométricas	Valores
Área da bacia	2151218,08 m
Perímetro	7495,23 m
Orientação das encostas	NORTE
Declividade mínima	0%

Declividade máxima	75,11%
Altitude mínima	986 m
Altitude máxima	1400 m
Gradiente topográfico	0,04449 m
Comprimento do eixo maior	2215,07
Comprimento total dos canais	4095,88 m
Ordem da bacia	3
Densidade hidrográfica	2,32 canais/km <sup>2</sup>
Densidade de drenagem	0,0019 m/m <sup>2</sup>
Índice de eficiência de drenagem	0,00008431 m/m <sup>2</sup>

Segundo CHRISTOFOLETTI (1969 *apud*. TEODORO *et al.*, 2007), valores menores que 7,5 km/km<sup>2</sup> apresentam baixa densidade de drenagem. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km<sup>2</sup> apresentam média densidade. Já valores acima de 10,0 km/km<sup>2</sup>, apresentam alta densidade hidrográfica. A densidade de drenagem indica o comportamento hidrológico local quando comparadas bacias hidrográficas em um mesmo ambiente climático. Assim sendo, quanto maior a densidade de drenagem, maior o comprimento dos rios, indicando uma menor infiltração de água nos solos e/ou rochas locais. (CHRISTOFOLETTI, 1970 *apud*. CAJAZEIRO, 2012).

O índice de eficiência de drenagem da bacia é de 0,00008431, que pode ser considerado baixo segundo a classificação de COELHO NETTO *et al.* (2006), que define o valor do IED em três classes: alto (>0,003), médio (0,001-0,003) e baixo (<0,001).

### 3. Bacia do Córrego Dona Nininha

A bacia do Córrego Dona Nininha é classificada como de 2<sup>a</sup> ordem, sendo pouco ramificada (densidade hidrográfica de 1,66 canais/km<sup>2</sup>), com área de 1804361,79 m<sup>2</sup> e perímetro de 5426,09 m. Possui eixo maior com 1479,05 m de comprimento e 3075,47 m de comprimento de drenagem total. A densidade de drenagem é de 0,0017 m/m<sup>2</sup>, sendo considerada de baixa capacidade de drenagem segundo CHRISTOFOLETTI, 1970 *apud*. CAJAZEIRO, 2012. Seu índice de eficiência de drenagem é de 0,000353753, também considerado baixo, conforme a classificação de COELHO NETTO (2006) anteriormente citada.

**Tabela 4: Características morfométricas da bacia do Córrego do Carteiro**

<b>Características Morfométricas</b>	<b>Valores</b>
Área da bacia	1804361,79 m <sup>2</sup>
Perímetro	5426,09 m
Orientação das encostas	NORTE
Declividade mínima	0%
Declividade máxima	54,13%
Altitude mínima	974 m



Altitude máxima	1400 m
Gradiente topográfico	0,20809 m
Comprimento do eixo maior	1479,05 m
Comprimento total dos canais	3075,47 m
Ordem da bacia	2
Densidade hidrográfica	1,66 canais/km <sup>2</sup>
Densidade de drenagem	0,0017 m/m <sup>2</sup>
Índice de eficiência de drenagem	0,000353753 m/m <sup>2</sup>

#### 4. Análise dos perfis transversais e longitudinais

Segundo CHRISTOFOLETTI (1981, *apud.* GONÇALVES, 2011), o perfil longitudinal de um rio é levantado a partir de uma linha que une pontos do seu leito, desde a nascente até a foz, e permite visualizar o declive do leito de um rio ao longo de seu percurso. Além de entender melhor a dinâmica fluvial, pois mostra sua declividade, o gradiente, sendo a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento do curso d'água. Para muitos rios, a curva representativa desta relação tem a forma parabólica e o perfil típico é côncavo para o céu, com declividades maiores em direção à montante e com valores cada vez mais suaves em direção da jusante.

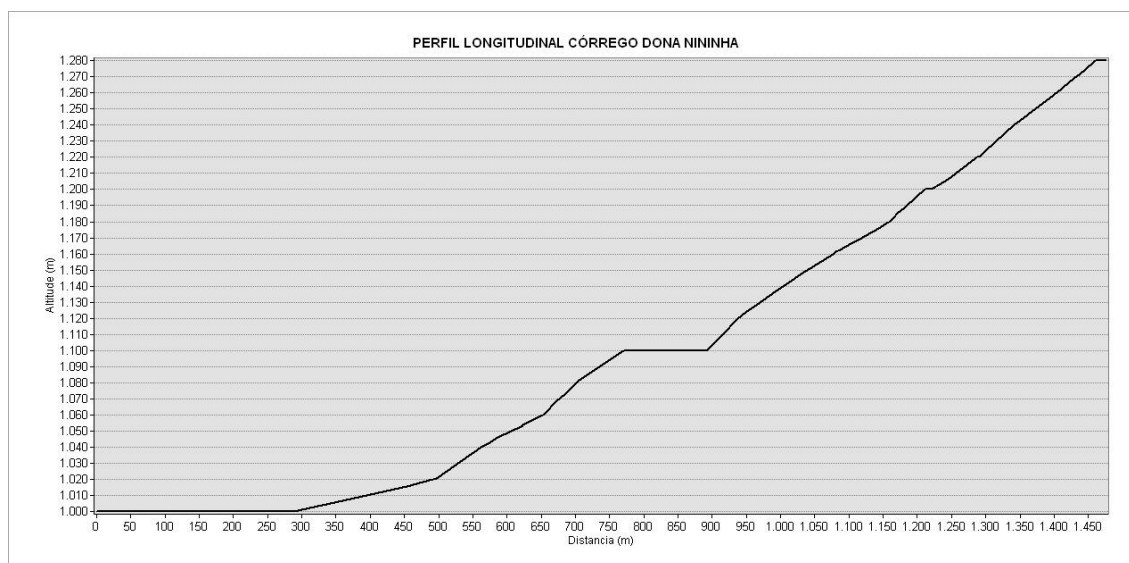


**Figura 5: Perfil longitudinal do canal principal da bacia do Córrego do Carteiro**

Comparando-se os valores de IED das duas bacias, observa-se que o valor obtido na bacia de 3ª ordem (Córrego do Carteiro) é inferior ao da bacia de 2ª ordem (Córrego Dona Nininha). Isso pode se explicar devido ao fato de o perfil longitudinal da bacia do Córrego do Carteiro, como demonstrado na Figura 5, possuir mais níveis de base durante o seu percurso,

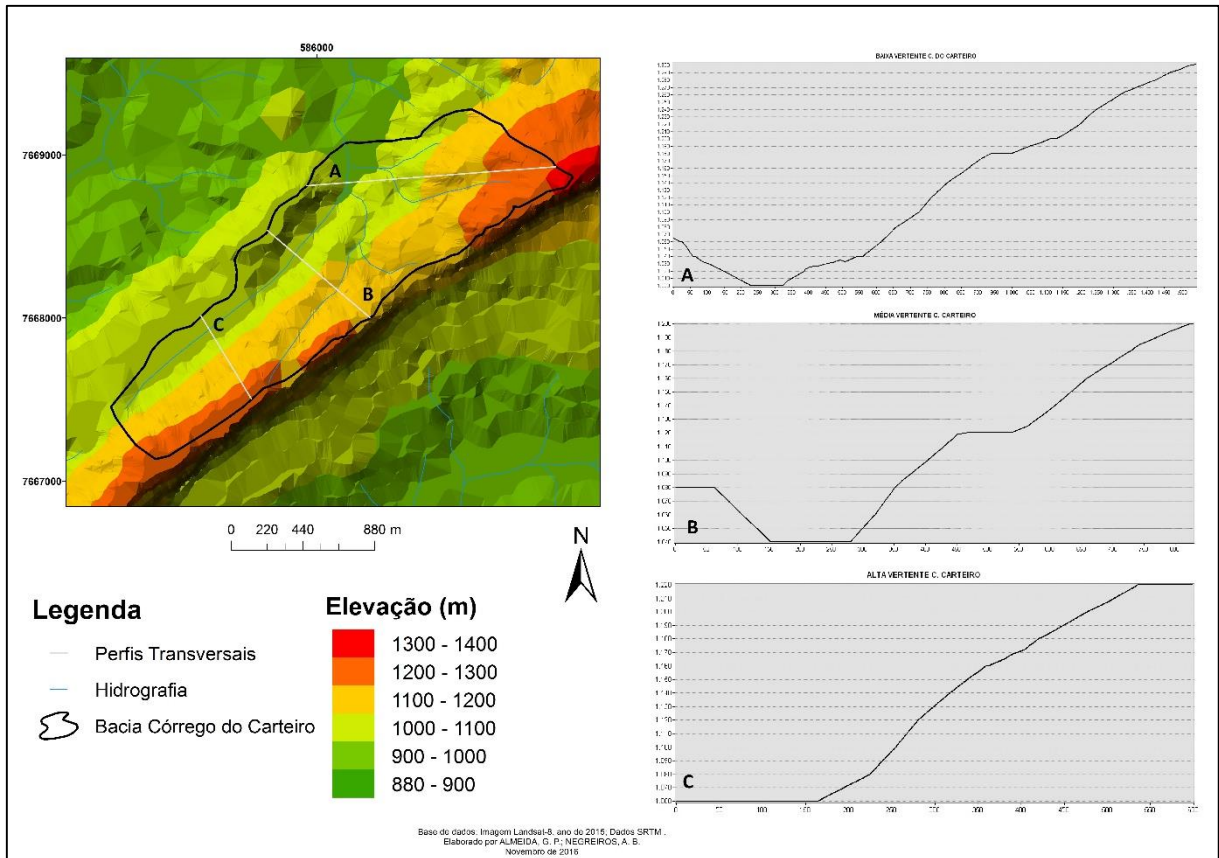
até atingir sua foz, o que faz com que haja maior retenção de sedimentos, o escoamento perca velocidade e conseqüentemente tenha drenagem menos eficaz.

Já no eixo principal da bacia do Córrego Dona Nininha (Figura 6), o desnível altimétrico da nascente à foz ocorre de maneira mais constante, com menos sobressaltos em seu percurso, de forma que a declividade favoreça a ação da gravidade sobre o fluxo.



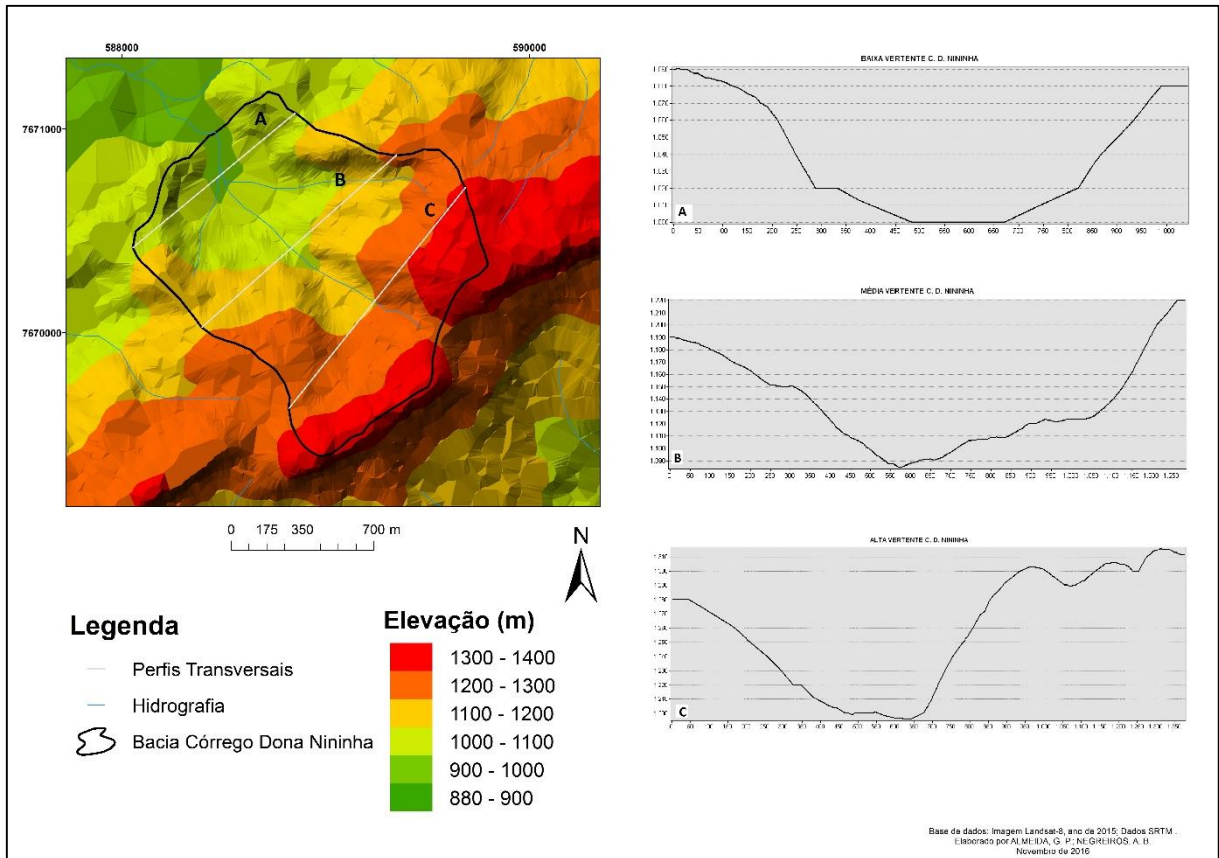
**Figura 6: Perfil longitudinal do canal principal da bacia do Córrego Dona Nininha**

Os perfis transversais das bacias foram traçados em alto, médio e baixo curso das bacias, afim de se avaliar características a respeito do formato dos canais. Na bacia do Córrego do Carteiro, observa-se vertentes bastante escarpadas em direção ao limite sudeste da bacia, o que acarreta em respostas mais rápidas e com maior carga de sedimentos do escoamento superficial sobre o canal. Já a margem oposta apresenta vertentes de menor extensão e menos íngremes que, somadas às características anteriormente citadas, configuram um vale assimétrico. O perfil C (alto curso) apresenta características um pouco distintas dos demais, por conter elevações apenas na margem sudeste e estabilidade altimétrica na margem oposta.



**Figura 7: Perfis transversais e hipsometria da bacia do Córrego do Carteiro**

Os perfis traçados na bacia do Córrego Dona Nininha, embora mais simétricos que os da bacia anterior, em formato de U, ainda apresentam assimetria ao longo do percurso do canal principal. O perfil A (baixo curso) é simétrico e apresenta vertentes mais suavizadas. Os topos mais arredondados facilitam mais a infiltração da água da chuva e diminui a velocidade do escoamento superficial, diminuindo a velocidade da resposta sobre o canal principal. O perfil B (médio curso) apresenta uma escarpa íngreme seguida de um percurso suavizado até atingir o canal na margem nordeste, e uma vertente mais constante na margem oposta, com menor desnível altimétrico. Estas quebras de altitude ao longo das vertentes também são responsáveis por facilitar a infiltração das águas pluviais. O perfil C (alto curso), o mais assimétrico dentre os três, apresenta pequenos vales suspensos acima da escarpa que tange o canal principal, próximo à nascente, seguida de margem com escarpa mais contínua a sudoeste. Esses pequenos vales, além de facilitam a infiltração, também são responsável pela retenção de sedimentos, evitando que os mesmos atinjam o leito do canal.



**Figura 8: Perfis transversais e hipsometria da bacia do Córrego Dona Nininha**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da base cartográfica elaborada demonstra a imponência da formação da Serra São José sobre a área da APA e região que a cerca. Sua composição litológica quartzítica, típica na região, e sua elevada declividade facilitam a velocidade do escoamento superficial e da carga de sedimentos para os canais fluviais que a cerca. Além disso, a grande presença de cursos d'água e nascentes, bem como a variedade de espécies animais e vegetais que abriga, faz da APA Serra São José uma área de conservação de suma importância para a região.

Os dados extraídos acerca das duas bacias laboratório, Córrego do Carteiro e Córrego Dona Nininha, permitiu comparar as características morfométricas de ambas, sendo que a primeira apresenta características que indicam menor resposta hidro-erosiva em relação à segunda.

Cabe ressaltar também utilização do geoprocessamento e SIG como ferramentas de análise e obtenção de dados constitui uma importante etapa para levantamentos ambientais, afim de contribuir para a elaboração de práticas de manejo e conservação ambientais e facilitar o trabalho dos profissionais e organizações responsáveis. Desta forma, o presente trabalho pretende contribuir com estudos futuros sobre APA São José, vista a escassez de uma base de dados cartográficos da área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAJAZEIRO, J. M. D. Análise da susceptibilidade à formação de inundações nas bacias e áreas de contribuição do Ribeirão Arrudas e Córrego da Onça em termos de índices morfométricos e impermeabilização. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Edgard Blücher. São Paulo, 1980.

COELHO NETTO, A. L. A Geomorfologia frente aos problemas ambientais. In: WORKSHOP DE GEOCIÊNCIAS, 1, gráfica do IGEO, Anuário do Instituto de Geociências, 15: 157-162. Rio de Janeiro, 1992.

COELHO NETTO, A. L.; AVELAR, A. S.; FERNANDES, M. C.; LACERDA, W. A. Landslide susceptibility in a mountainous geocosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The role of morphometric subdivision of the terrain. *Geomorphology*, v. 87, p. 120–131, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2009.

FABRANDT, Fundação Alexander Brandt. Diagnóstico ambiental da APA São José e cidade de Tiradentes – 1ª Etapa. Fundo Nacional do Meio Ambiente / MMA. 1997.

FERNANDES, M.C.; AVELAR, A.S. E COELHO NETTO, A.L. Domínios Geo-hidroecológicos do Maciço da Tijuca, RJ: subsídios ao entendimento dos processos hidrológicos e erosivos. *Anuário do Instituto de Geociências*. 29(2): 122-148, Rio de Janeiro, 2006.

GONÇALVES, F. Interações entre o ambiente físico, uso e cobertura da terra e as características físicas e químicas no canal fluvial: a bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, Oeste Paulista. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2011.

GONÇALVES, T. D. Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências – IG. Departamento de Geologia Geral e Aplicada. Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

IEF/MG, INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS. Mosaico amplia proteção da Serra de São José. mai/2007. Disponível em:

<<http://www.ief.mg.gov.br/noticias/1/266-mosaico-amplia-protecao-da-serra-de-sao-jose>>

Acesso em: 08/08/2016.

JACINTHO, L. R. C. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas para a gestão ambiental de Unidades de Conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

JORGE, M. T. E.; SLUTER, C. R.; CAMBOIM S. P.; MENDONÇA, A. Integração de representações cartográficas das bacias hidrográficas do município de Curitiba. Anais do II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, PE. setembro, 2008.

MARINHO, C. F. C. E.; ALMEIDA, H. A. Principais características morfométricas do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Revista de Geografia (UFPE) v. 30, n. 2, 2013.

MEDEIROS, J.S.; CÂMARA, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. Geoprocessamento – Teoria e Aplicações. São José Dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: nov/2016.

PEREIRA, A.R.; ANICETO, D.; ATAIDE, E.; MAGALHÃES, F. L. A.; XAVIER, L.; JÚNIOR, RODRIGUES, P. L. Plano de uso, recuperação e conservação das trilhas da Biquinha, do Alto da Serra, Carteiro e da Mãe D'água. Deflor Bioengenharia. Belo Horizonte, 2008.

PEREIRA, C. S. S.; SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. C. MENEZES, P. M. L. Aplicação de observações em superfície real em análises de bacias hidrográficas no maciço da Pedra Branca/RJ. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p. 4231-4238. Natal, RN, 25-30 abril 2009.

RESENDE, T. F.; FIGUEIREDO, M. A.; NEGREIROS, A. B.; ROCHA, L. C. Erosão dos solos na Serra São José, região de São João Del-Rei, Minas Gerais, Brasil, e sua relação com incêndios florestais sazonais. Anais do XV Encontro de Geógrafos da América Latina. Havana, Cuba. 2015.

SANTOS FILHO, O. R. Serra de São José – Tiradentes-MG - Aspectos históricos e paisagísticos. Tiradentes: IPHAN. 5p. 2001.

SANTOS, J. M.; LIMA K. C. Análise da rede de drenagem em bacias hidrográficas tropicais: bacia do Riacho Grande - Bahia/Brasil. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Volume VI, APGEOM, p. 77-82. Braga, 2009.

SOUZA, C. G. Caracterização ambiental e análise da estrutura da paisagem da Área de Proteção Ambiental de Coqueiral, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento das dinâmicas ambientais locais. Revista UNIARA, n. 20, p. 137-157, 2007.

VALE, P. APA – São José. Prados: Prefeitura Municipal de Prados. 2p. 2003.