

SUBSÍDIOS DO MEIO FÍSICO E RESTRIÇÕES LEGAIS PARA O PLANEJAMENTO REGIONAL DO MUNICÍPIO DE SANTANA DO PARAISO, VALE DO AÇO-MG

CHARACTERIZATION GEOENVIRONMENTAL THE AREA EXPANSION OF THE MUNICIPALITY OF SANTANA DO PARAISO, VALE DO AÇO-MG

AMINTAS TORRES SILVA NETO
Progen Engenharia. E-mail: amintastorres@gmail.com

FREDERICO GARCIA SOBREIRA
Universidade Federal de Ouro Preto. E-mail: sobreira@degeo.ufop.br

RESUMO ABSTRACT

Sendo o Plano Diretor um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, ele isoladamente não expressa a relação entre a ocupação urbana e as características do meio físico onde se instala. Para suprir essa necessidade, o mapa Geoambiental referencia-se como instrumento público de gestão do uso do solo. Este trabalho teve como objetivo a elaboração da Carta de Indicação de Uso e Ocupação da área apresentada no plano diretor em termos de planejamento territorial, destinada à expansão urbana de Santana do Paraíso, município integrante da Região Metropolitana do Vale do Aço - MG. A sua elaboração teve como critérios e fundamentos básicos a geologia e a geomorfologia, sendo esta última, preponderante na definição das unidades de uso e ocupação. A metodologia proposta para realização deste trabalho dividiu-se em 4 etapas: Fase de Inventário, Trabalhos de Campo, Caracterização de Uso e Ocupação e Verificação de Conflitos. Foram delimitadas quatro (4) unidades de Uso e Ocupação distintas. As informações referentes a cada unidade de Uso e Ocupação foram obtidas confrontando-se o mapa de uso atual do solo com as cartas de processos geodinâmicos, restrições legais e de geomorfologia, possibilitando a determinação das áreas mais aptas para a ocupação urbana, proposição de ações de planejamento e gestão das unidades, considerando suas potencialidades.

Palavras-chave: Carta de Uso e Ocupação, Geomorfologia, Planejamento Urbano.

Master Plan is a basic tool of development policy and urban sprawl, but itself can't express the relationship between the urban occupations and the characteristics of the environment where it's located. In order to fix this serious shortcoming, the geoenvironmental letter takes place as a public instrument of soil use management. The objective of this work was the elaboration of the Letter of Indication of Use and Occupation of the area presented in the master plan in terms of territorial planning, destined to the urban expansion of Santana do Paraíso, a member municipality of the Metropolitan Region of Vale do Aço - MG. The map elaboration had as criteria and base, the geology and geomorphology, where geomorphology was more predominant while defining the use and occupation units. The proposed methodology for the realization of this study was divided into 4 stages: the inventory, fieldworks, use and occupation characterization and verification of conflicts. We defined four (4) distinct units of use and occupation. The information of each unit of information and occupation, were obtained confronting the current letters of soil use, geodynamic process, legal restriction and the geomorphologies one. Through this process we were able to determine the most suitable and appropriate areas for the urban occupation, propose planning and unit management actions, considering its potential. The map of use and occupation identification is an essential tool for the city's urban and territorial planning.

Keywords: Use and occupation map, geomorphology, urban planning

1 INTRODUÇÃO

O efeito da urbanização no meio físico tem levado à necessidade do ordenamento territorial das cidades. Quando estas crescem sem planejamento, as consequências da expansão urbana ocasionam uma série de graves problemas, tanto em termos ambientais como socioeconômicos: enchentes, movimentos de massa, favelização, contaminação e degradação dos recursos naturais. No Brasil, várias tentativas de realização de diagnósticos do meio físico, seguindo diferentes metodologias, vêm sendo realizadas com vista a avaliar o estado da qualidade ambiental e propor soluções para a questão.

O município de Santana do Paraíso, localizado no Leste de Minas Gerais, mais especificamente na região do Médio Vale do Rio Doce (Figura 1), vem sofrendo o efeito da cornubação dos demais municípios que integram a Região Metropolitana do Vale do Aço - RMVA (Ipatinga, Coronel Fabriciano e Timóteo). Dos quatro municípios, Santana do Paraíso é o mais novo, com apenas 15 anos de emancipação, e já vivencia os efeitos da metropolização, em virtude da ausência de áreas adequadas disponíveis para expansão urbana nas demais cidades de médio porte que integram a RMVA, em especial Ipatinga, pela maior proximidade entre as sedes.

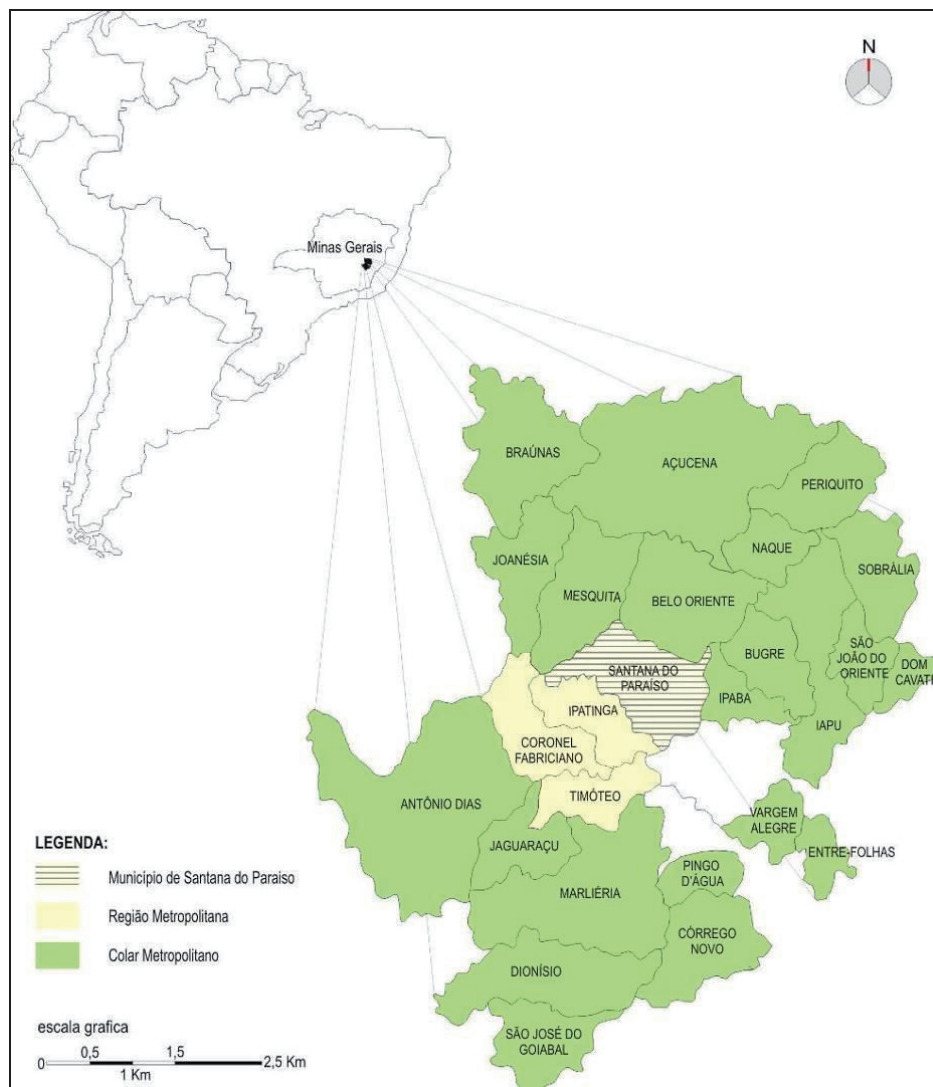


Figura 1. Localização do município de Santana do Paraíso na Região Metropolitana do Vale do Aço.

Fonte: PMS (2006).

Esta tendência é alavancada pela maior disponibilidade de áreas e, conseqüentemente, menores preços, criando situações reais a serem administradas. Embora o município conte com um Plano Diretor desde 2006 (PMSP, 2006), durante a sua elaboração os aspectos do meio físico foram abordados apenas superficialmente, com maior ênfase às questões socioeconômicas do município. Segundo dados do IBGE, a taxa de crescimento da cidade de Santana do Paraíso foi de 47,67% em 10 anos, contra a taxa de suas cidades vizinhas em torno de 5,70% em Coronel Fabriciano, 5,71% em Ipatinga e 8,16% em Timóteo.

Em função da atual situação, este trabalho visa ao estudo do meio físico da área urbana e

as áreas previstas pelo plano diretor para futura ocupação urbana do Município de Santana do Paraíso (Figura 2), enfocando os aspectos geológicos e ambientais, com base nas principais metodologias empregadas no Brasil, como as Metodologias do IG-UFRJ, IPT e SOBREIRA (1995) adequadas à realidade da área. A partir da análise de produtos cartográficos compilados foram avaliadas as características gerais dos terrenos, os conflitos de usos e os impactos existentes, visando definir a capacidade das unidades do território para absorver os diversos usos e orientar a expansão e ocupação dos terrenos, sendo abordados os principais problemas relacionados ao meio físico e seu uso e elaborada a Carta de Indicação de Uso e Ocupação.

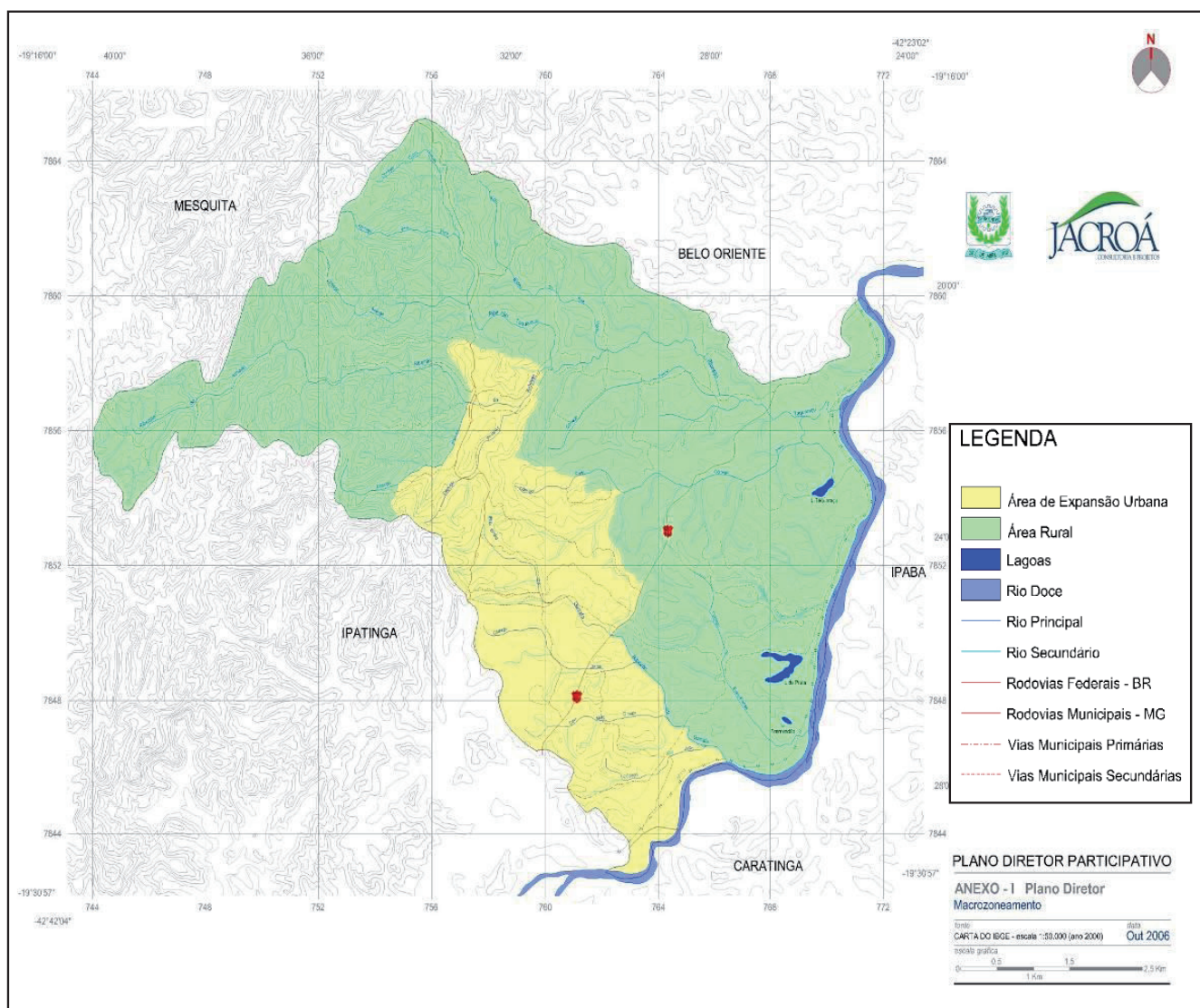


Figura 2. Área de Expansão Urbana do município de Santana do Paraíso.

Fonte: PMSP (2006), adaptado da Carta do IBGE (2000) - Escala 1:50.000.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Tomando-se como referência as metodologias nacionais e os dados disponíveis, como planejamento territorial, cartas geoambientais e geotécnicas como IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IG-UFRJ, Sobreira (1995) e Freitas, (2000), procurou-se uma abordagem que visasse à elaboração de um produto cartográfico no qual as características geoambientais da área de expansão proposta pelo município fossem apresentadas sob uma linguagem clara, com informações diluídas e de fácil acesso ao público não especialista.

A área de estudo consiste na zona destinada à expansão urbana pelo Plano Diretor do Município de Santana do Paraíso, sendo a metodologia proposta para realização deste trabalho dividida em 4 etapas, descritas a seguir.

2.1 Fase de inventário

Na fase de inventário, além da pesquisa bibliográfica sobre o tema proposto, foram levantadas informações disponíveis sobre a área de estudo. Dentre os documentos cartográficos e dados inventariados nesta etapa estão: Topografia (1:25.000 SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*); Imagem Google (Visualizar); Bases Cartográficas do PDM (Plano Diretor Municipal); Plano Diretor Municipal; Ortofotos (1:10.000 CEMIG); Mapa Geológico (1:100.000 CPRM); Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos Aproveitamentos Hidroelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (Sondotécnica). Com o intuito de minimizar os erros das informações geológicas e topográficas, optou-se por trabalhar na escala de 1:10.000 (base das ortofotos) e gerar os arquivos a Carta de Indicação de Uso e Ocupação na escala 1:50.000.

Os dados inventariados foram manipulados com auxílio do software Arcview 9.3, sendo compiladas e geradas as seguintes bases cartográficas: Base topográfica; Modelo Digital de Elevação (hipsometria e declives com curvas de níveis espaçadas a cada 10m); e Mapa Geológico.

Através de técnicas de fotointerpretação das ortofotos e da imagem Google foram gerados os seguintes mapas: Mapa da Rede Hidrográfica e Mapa de Uso Atual do Solo.

2.2 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo serviram para validar as informações existentes pertinentes ao meio físico, geradas e compiladas (relevo, litologia, drenagem e solo).

Ainda nesta etapa foi realizado o levantamento dos processos geodinâmicos (erosão linear nas formas de sulcos, ravinas e voçorocas; e escorregamentos) e dos problemas induzidos pela ocupação (implantação de sistema viário, loteamento, disposição de resíduos).

Ao final desta etapa foram gerados os seguintes produtos: Mapa Geomorfológico e Mapa de Processos Geodinâmicos.

2.3 Caracterização de uso e ocupação

Os resultados do trabalho de campo e os dados inventariados serviram para verificar possíveis diferenças no comportamento de materiais de diferentes características geológicas, levando à obtenção do mapa de Restrições Legais que está detalhado quando esse mesmo assunto for mencionado novamente. Com esse mapa em mãos e novamente os dados inventariados, plano diretor municipal (2006) e observações de campo desenvolveu-se a Carta de Indicação de Uso e Ocupação.

2.4 Verificação de conflitos

A análise dos conflitos foi realizada a partir de adaptação da metodologia utilizada por Abreu e Augusto Filho (2009), cruzando as informações referentes ao meio físico com as informações de uso de solo, de processos geodinâmicos instalados ao longo da área e as restrições legais foi possível definir as áreas impróprias, restritas à ocupação ou não, e elaborar diretrizes de ocupação e uso do solo, considerando os atributos levantados anteriormente.

3 RESULTADOS

Santana do Paraíso tem extensão territorial de 276,067 km² (IBGE, 2010), contando com 10 (dez) comunidades rurais (povoados), 12 (doze)

comunidades urbanas (bairros) e 1 (um) distrito industrial (PMSP, 1996). Desde sua emancipação em 1992, se mantém entre os municípios que mais crescem no Estado de Minas Gerais (Censos IBGE, 2000 e 2010), e também como o município de maior crescimento demográfico no Vale do Aço. Este excepcional crescimento populacional de 47% em 10 anos contra a taxa de crescimento de suas cidades vizinhas em torno de 5% Coronel Fabriciano e Ipatinga e 8% Timóteo, é uma das principais fontes de problemas de infraestrutura urbana do município.

De toda a área de expansão urbana do município de Santana do Paraíso, 12,91% (aproximadamente 911 ha), caracteriza-se como área urbana atual. Dentro da área urbana atual as áreas que estão no limite com o município de Ipatinga, se apresentam dentro da região metropolitana conurbada, onde se concentra grande parte da infraestrutura de toda a região, onde se localizam: aeroporto regional, linha férrea, linhas de alta tensão, duas rodovias federais, uma rodovia estadual, dois distritos industriais e também o aterro sanitário. Não por acaso, é nesta mesma região que se localizam praticamente todos os novos grandes empreendimentos e loteamentos da região.

3.1 Geologia

Segundo dados do Projeto Leste (CPRM, 2000), a região em apreço tem sido alvo de muitos estudos em termos de cartografia geológica, referentes às Folhas de Ipatinga e Dom Cavati. Foram observados na região domínios geológicos que possuem idades superiores a 2,5 bilhões de anos, e que correspondem à fase final de formação das rochas profundas dos continentes, até os depósitos sedimentares atuais. As litologias da área de estudo estão descritas da seguinte forma:

3.1.1 Planícies aluvionares

É uma pequena área plana resultante de acumulação fluvial atual, composta por material arenoso. Está sujeita a inundações periódicas, pois correspondem às várzeas atuais, presentes ao longo do leito do rio Doce, ao sul da área de estudo. É também representado por sedimentos relacio-

nados à atual rede de drenagem. Incluem cascalho, areia e argila. Os depósitos mais expressivos ocorrem ao longo do rio Doce. Esses depósitos pode ser observados também na sede do município ao longo do ribeirão do Achado e seus tributários, formando cordões isolados às margens e no interior dos cursos d'água. São depósitos recentes, pertencentes ao Quaternário.

3.1.2 Formação São Tomé

Compreende um conjunto de rochas representado por quartzitos e xistos, rochas arenosas e argilosas com predomínio da fração mais fina. A rocha é constituída por quartzo e mica branca.

De acordo com CPRM (2000), os quartzitos constituem intercalações nos xistos e gnaisses e formam desde estratos delgados até bancos com dezenas de metros. Podem ser pouco foliados, recristalizados, laminados/bandados e micáceos. Possuem uma granulação variando de fina a média.

A Formação São Tomé encontra-se bastante alterada, sendo difícil observar seus afloramentos. A área de ocorrência abrange cerca de 47.9% do substrato da área estudada.

3.1.3 Complexo Mantiqueira

De acordo com CPRM (2000), o termo Mantiqueira é aqui utilizado para denominar as rochas gnáissicas da região, apresentando bandamento composicional onde se alternam bandas félsicas com bandas máficas com predomínio da mica.

Esta unidade ocupa 26,06% da área de estudo e não foram observados afloramentos de rocha, uma vez que se encontra em avançado estado de alteração.

3.1.4 Granito Açucena

Constitui uma área montanhosa bastante dissecada, com vales condicionados pela estruturação, com destaque para as formas de pão-de-açúcar. De acordo com PIRH (2009), esta unidade é caracterizada pelo conjunto de corpos graníticos identificados na região leste do Estado de Minas Gerais, entre Itabira e Guanhães.

A unidade abrange 4.98 % da área de estudo. Na porção oeste da área verificam-se afloramentos desta litologia formando a Serra do Achado que se estende para a área rural e municípios vizinhos.

3.2 Geomorfologia/Relevo

As interpretações de ortofotos, fotos aéreas, dados topográficos e trabalhos de verificação em campo, revelaram um relevo característico, classificado como acidentado-ondulado-plano, concentrado na maior parte da área.

A evolução do relevo regional caracterizou-se pela dissecação (erosão fluvial) de antigas áreas planas mais elevadas. Na área podem-se observar formações granito-gnáissicas de idade pré-cambriana, principalmente na porção de relevo mais acentuado. Todavia, existe uma predominância de planícies e terraços, principalmente próximos aos cursos d'água.

Foram delimitadas cinco (5) unidades distintas de relevo, apresentadas na Figura 3, a seguir.

3.2.1 Relevo escarpado

A unidade relevo escarpado tem como substrato o Granito Açucena e restringe-se à porção noroeste da área, onde as altitudes mais elevadas chegam a 850 m. Constitui a região de relevo íngreme, com feições do tipo “pão-de-açúcar”, onde o substrato rochoso se encontra menos alterado e coberto por camada de solo pouco espesso. Ao longo da unidade é possível observar alguns depósitos de encosta do tipo tálus, porém não mapeáveis na escala deste trabalho. Dadas as condições do relevo, esta unidade não se apresenta urbanizada.

3.2.2 Colinas

O relevo ondulado ocorre na maior parte da área, com colinas mais arredondadas, vertentes suaves e espigões alongados. As altitudes variam entre 220 e 350 m. Em alguns pontos da área tais morros se encontram quase completamente ocupados. As declividades se encontram na ordem de 10% a 30%, sendo maiores na parte norte da

área de expansão urbana e diminuindo gradativamente no sul da área, próximo ao rio Doce. A extensão territorial dessa forma de relevo atinge aproximadamente 80% da área de expansão.

3.2.3 Rampas de colúvio

São superfícies de declividade moderada (na ordem de 10%) e perfil retilíneo a suavemente côncavo, que ocupam a parte baixa das cabeceiras dos afluentes. São formadas pela coalescência de leques aluvionares e coluvionares, constituídos por sedimentos que guardam forte similaridade com as formações superficiais das encostas que os circundam. Geralmente estão recobrimo o substrato cristalino alterado e ocorrem em altitudes variadas. O termo colúvio é empregado para designar depósitos de material pouco selecionado, de aspecto terroso. No mapa são representadas somente as rampas de extensão compatíveis com a escala do trabalho.

3.2.4 Planícies aluvionares

Constituem superfícies basicamente planas, com altitudes entre 220 e 245 m, formadas por depósitos aluvionares compostos por areias e argilas, depositados em ambiente fluvial ao longo de calhas e planícies de inundação dos ribeirões Achado e da Garrafa. Ocupam aproximadamente 12% da área, abrigam o centro do município e se apresentam parcialmente urbanizadas. No entanto, ao longo de toda área, há muitas outras planícies sem ocupação.

3.2.5 Terraços aluvial

Ocorrem em cotas superiores às das planícies aluviais, ao longo dos cursos d'água. São constituídos, predominantemente, de material arenoso relativamente selecionado, com níveis de seixos e intercalações irregulares de sedimentos finos. Nas porções mais grossas desses sedimentos sobressaem os cascalhos, ricos em seixos de diferentes tamanhos e formas, além de abundantes matacões. As estruturas primárias mais comumente encontradas correspondem ao acamadamento bem definido ou lâminas sedimentares dominan-

temente plano-paralelas e estratificações cruzadas de pequeno porte, que formam depósitos com materiais consistentes e inconsistentes e friáveis.

Constituem as superfícies de acumulação fluvial do rio Doce, com forma plana, levemente inclinada em alguns pontos. Estes terraços ocorrem

na porção sul da área de estudo, devido à proximidade com o rio Doce, com altitudes que variam entre 200 e 230 m. São compostos por sedimentos arenosos apresentando algumas intercalações de argila. Atualmente se encontram quase que totalmente preservados.

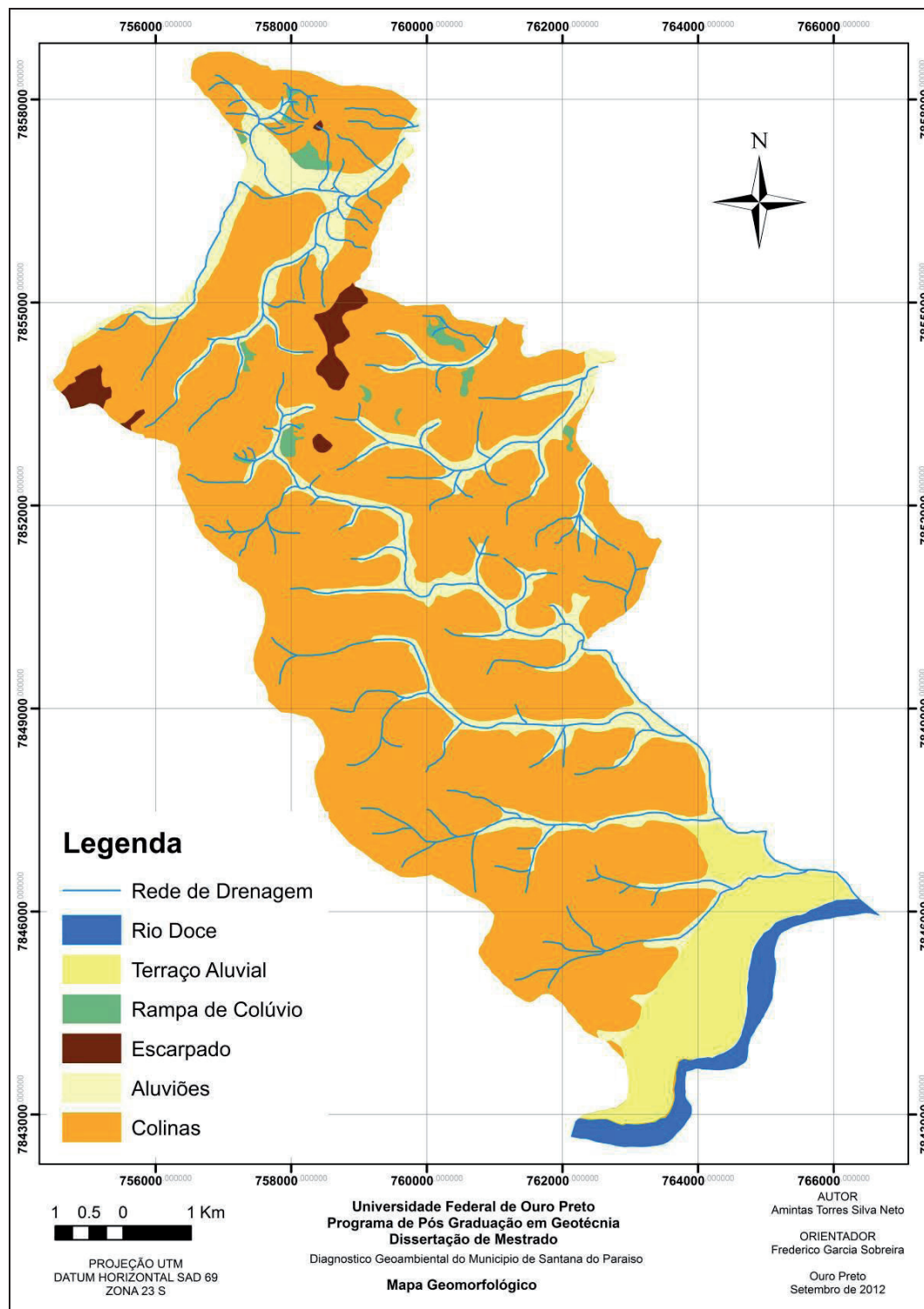


Figura 3. Unidades Geomorfológicas da área de expansão urbana do Município de Santana do Paraíso.

3.3 Hipsometria/Declividade

A análise hipsométrica evidencia claramente a passagem do relevo escarpado a montanhoso, típico da Serra do Achado, a noroeste, para o relevo de montanhas a colinas, a leste, e o relevo de planície ao sul, através da queda acentuada das altitudes. A feição mais marcante a noroeste é a Serra do Achado, com altitudes que ultrapassam os 850 m. Nas faixas entre 200 m a 875 m a quebra de relevo é marcante, registrando-se variações bruscas de até 500 m. As menores altitudes são observadas ao sul da área, com valores na faixa dos 250 m. As altitudes entre os 300 m e 350 m representam a maior parte da área, e nelas se concentram as áreas urbanas do município.

A análise de declividade foi obtida por meio da interpolação de funções do *software* ArcGIS, tendo como base a imagem SRTM de 2005 com articulação compatível com a escala 1:25.000. Essa escolha foi feita em função da ausência de mapas topográficos de maior escala. Devido à obtenção ser baseada em um material não muito adequado para a escala desejável, as declividades apresentam deficiências para uma análise espacial mais precisa.

A existência de diferentes propostas de classificação de declividade revela o interesse no estabelecimento de critérios que sejam capazes de orientar o uso adequado do relevo, possibilitando a identificação de áreas suscetíveis a processos erosivos e a movimentos de massa (IBGE, 2009). Informações a respeito do declive das vertentes por si só são de considerável importância, tendo em vista a possibilidade de indicar fatores críticos e restritivos a determinados usos. A análise das declividades considerou o uso urbano e suas restrições legais, conforme os trabalhos de Souza (2004) e Abreu e Augusto Filho (2009). Foram assim adotadas 4 classes de declividades, neste estudo sendo elas: 0 a 2%, 2 a 10%, 10 a 30% e maior de 30%, baseado nas leis Federais 4.771/65 e 6.766/79.

As declividades mais acentuadas, > 30%, se concentram na proporção noroeste da área de expansão urbana, devido à presença do relevo bem acentuado. Na região sul da área de estudo a declividade perde intensidade chegando a < 2%, na região próxima ao rio Doce. Na faixa central da

área de estudo a declividade tem um comportamento entre 2 e 10%, próximo aos cursos d'água, e de 10 a 30% na maior parte da área, característica do relevo de colina.

3.4 Recursos Hídricos

O município de Santana do Paraíso está inserido na Bacia do rio Doce, fazendo parte do domínio dos chamados Mares de Morros florestados. Trata-se de um domínio espacial que engloba todo o leste mineiro e, hoje, se encontra quase devastado por uma combinação desordenada de processos antrópicos cumulativos. O município possui rede hidrográfica rica com riachos, cachoeiras, ribeirões e rios em sua maioria com nascentes a noroeste, na Serra do Achado.

A rede hidrográfica da área de expansão é formada por três bacias hidrográficas principais: as bacias do ribeirão do Achado e o córrego Preto, que são tributários do ribeirão Taquaraçu e se encontram fora da área de expansão urbana, e a bacia do ribeirão da Garrafa. O ribeirão Taquaraçu, segue dentro dos limites do município, e deságua no rio Doce, na sua porção leste, enquanto o ribeirão da Garrafa deságua no rio Doce, ao sul do município. Ambos possuem um padrão de drenagem dendrítico.

O ribeirão do Achado é o manancial mais expressivo da área com 14.440 ha, e geograficamente melhor situado em relação à malha urbana, pois é o que passa dentro da área central de Santana do Paraíso. Possui diversas corredeiras e resulta em várias cachoeiras, dentre as quais se destacam a Cachoeira do Paraíso e a Cachoeira do Engenho Velho no centro da cidade.

Com área de 4.570 ha, a bacia do ribeirão da Garrafa, por abrigar o maior número de bairros do município, apresenta características de ocupação das mais diversas, registrando problemas de inundações e assoreamento nos fundos de vales.

3.5 Uso e ocupação do solo

Para o diagnóstico do uso e ocupação do solo da área de expansão urbana de Santana do Paraíso foram utilizadas informações da Prefeitura Municipal, especialmente do Plano Diretor Municipal

(PMSP, 2006), visitas de campo e interpretação de imagens de satélites. As classes estabelecidas são as seguintes:

3.5.1 Mata e silvicultura

A vegetação encontrada em Santana do Paraíso pertence à formação das florestas estacionais semidecíduais, nas suas variações submontana e montana, levando-se em consideração a variação altimétrica encontrada. Contudo, atualmente a vegetação encontra-se severamente alterada, tendo sofrido ao longo do processo de ocupação humana, uma considerável depauperação, pela retirada de espécies para uso nobre em serraria, corte raso para implantação de culturas agrícolas e pastagens, além dos incêndios florestais.

Observa-se também uma grande parte do município ocupada pela plantação de eucalipto, principalmente em terras cultivadas pela Cenibra (Celulose Nipo-Brasileira S. A.), para produção de celulose, que compreende a maior parte das áreas de mata e silvicultura.

3.5.2 Campos

Os campos compreendem a maior parcela de uso e ocupação do solo no Município. De modo geral, a vegetação apresenta-se com estrutura bastante alterada. Esses fragmentos caracterizam-se por constituírem-se de áreas de pastagem e áreas de regeneração natural, com maior ou menor grau de desenvolvimento. É relativamente comum a ocorrência de fragmentos em estágio médio de sucessão secundária.

3.5.3 Aterro sanitário e industrial

No município também se encontram os aterros sanitário e industrial, sendo o primeiro, o responsável por receber os resíduos urbanos dos municípios de Timóteo, Coronel Fabriciano, Ipatinga e Santana do Paraíso; enquanto o aterro industrial é pertencente à Usiminas (Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S. A.), recebendo assim somente resíduos de sua fábrica.

3.5.4 Áreas urbanas

As áreas urbanas compreendem o perímetro urbano e demais áreas edificadas do município, que cresceu de forma bastante fragmentada. Os parcelamentos que se situam na área central, próximos à sede do município, são em sua maioria, mais antigos, anteriores à emancipação, cerca de 40% da população, segundo o IBGE (2010), concentra-se nesta região.

O bairro Industrial situado às margens de Ipatinga (concentra cerca de 30% da população) e a comunidade mais afastada, Águas Claras (abriga 8,85% da população), já existiam à época da emancipação do município e foram analisadas individualmente.

3.5.5 Área Central

Na Área Central, a ocupação se deu ao longo dos fundos de vale e subindo as encostas. Em torno dos córregos Soveno e Achado foram implantados lotes com os fundos para os cursos d'água, sem usá-los como referência paisagística, deixando-os escondidos.

O lançamento de esgotos sem tratamento nos cursos d'água colabora para criar uma situação ambiental precária, além das edificações que impermeabilizam os vales, elevando as cotas de cheia e provocando situações de risco de enchentes.

A ocupação nas encostas revela uma situação preocupante, uma vez que foram aprovados parcelamentos em áreas de declividade acentuada, sem a devida infraestrutura implantada. Em alguns casos, o que já existia está danificado em função dos processos erosivos decorrentes da retirada contínua da cobertura vegetal.

Ainda na área central, o bairro Residencial Paraíso também não possui infraestrutura completa, principalmente nos lotes localizados na região de encostas. A implantação destes lotes ocasionou a realização de cortes nos taludes para a construção das moradias, o que, somado à falta de infraestrutura, principalmente redes de drenagem pluvial, tem provocado situações de risco. A área institucional que consta na planta do loteamento, situada no alto do morro e próximo à caixa d'água, está ocupada por cerca de 50 famílias, com moradias precárias, pouca infraestrutura, e acesso através de becos e vielas sem calçamento.

3.5.6 Bairro Industrial

Próximo a Ipatinga, o bairro Industrial é um loteamento instalado no território de Santana do Paraíso, mas que tem sua dependência ligada ao município vizinho. Com pouca infraestrutura instalada, apesar do tempo de ocupação, apresenta graves problemas: lotes implantados em encostas de declividade acentuada e sem infraestrutura; vias sem condições de tráfego tomadas pela erosão, com redes danificadas deixando o esgoto a céu aberto; ocupações irregulares nas encostas e topos de morro com moradias em risco de desabamento; ocupações irregulares nas margens do córrego Garrafa, com moradias construídas em “pilótis” sobre o córrego, que recebe o esgoto de todo o bairro sem nenhum tratamento; possui poucas áreas destinadas a praças, lazer e a áreas verdes.

3.5.7 Águas Claras e região

A ocupação desta região foi iniciada pelo parcelamento da área que pertencia à Companhia Acesita Florestal - CAF, na década de 1980. Localizada junto à Estrada Municipal 010 que liga as rodovias MG 232 e a BR 381, representa um vetor de expansão urbana, atraindo para a região os mais recentes empreendimentos do município.

O loteamento aprovado possui alguma infraestrutura, mas não há informações sobre as condições e capacidade das redes instaladas. O bairro é adensado, com muitas situações irregulares, como por exemplo: áreas institucionais ocupadas por moradias, ocupação com moradias construídas às margens do córrego Águas Claras, construções que invadem o passeio público e as vias, e a ocupação ao redor do campo de futebol, mais recente.

Em implantação nesta região, os loteamentos Jardim Vitória I e II, Residencial Bethânia Paraíso e Expansão e o Bom Pastor, embora estejam com a infraestrutura incompleta, já têm muitos lotes ocupados e em construção. Os lotes, em sua maioria, estão localizados em encostas com declividade bastante acentuada. É comum o corte do terreno em taludes verticais, que exigem obras de contenção onerosas para a ocupação dos lotes. Poucas construções aproveitam a declividade natural do terreno. Com a infraestrutura em implantação, o

bairro carece de arborização e equipamentos nas áreas de praça e de conclusão das redes de drenagem.

3.6 Processos geodinâmicos

O município de Santana do Paraíso não conta com sistema de análise e prevenção de acidentes geológico-geotécnicos. A única ferramenta utilizada pela Secretaria de Obras e pelo departamento de Defesa Civil do município consiste em um registro das ocorrências, geralmente na época de chuvas, em um mapa cadastral do município. De posse deste mapa de ocorrências e através de trabalhos de campo, foi possível levantar os principais processos geodinâmicos presentes ao longo da área de expansão proposta para o município que estão descritos a seguir.

3.6.1 Alagamento

Com base no registro de ocorrências da defesa civil do município, existem poucos pontos de inundação nas principais bacias da área. São pontuais e concentram-se na sede e no bairro Industrial. A ocorrência mais alarmante ocorreu no ano de 2011 devido à construção do muro de um clube no bairro Águas Claras, que impediu o escoamento das águas pluviais, causando um alagamento na área a montante do clube. Realizado verificações no local e confirmado que o incidente ocorreu devido problemas nos dispositivos de drenagens configurando assim um alagamento.

3.6.2 Erosão linear

Os processos erosivos instalados na área de estudo correspondem a erosões lineares originados pelo acúmulo do fluxo superficial concentrado ao longo das encostas, ocasionando uma série de pequenas e médias ravinas em toda a extensão da área de estudo.

Estão localizados em sua maioria nas áreas urbanas com falta de infraestrutura, como rede de drenagem e asfaltamento das vias, promovendo um caminho preferencial de escoamento das águas pluviais, causando as erosões e, consequentemente, transtornos aos moradores e à administração municipal.

Como consequências deste processo tem-se a degradação do meio físico pela perda de solo ou áreas de interesse ao crescimento urbano, o carreamento deste material para as drenagens e, conseqüentemente, assoreamento dos cursos d'água, que favorece ainda mais a ocorrência de enchentes e inundações nas porções baixas da área.

3.6.3 Escorregamentos

No caso de Santana do Paraíso, a ação antrópica, representada pela supressão da vegetação das encostas, concentração do fluxo superficial pelas pastagens, obras de drenagem mal dimensionadas ou ausentes e a realização de cortes com inclinação excessiva, favorecem a exposição dos horizontes mais erodíveis e, conseqüentemente, o desencadeamento dos movimentos de massa gravitacionais, principalmente pelo solapamento da base dos taludes.

3.6.4 Aspectos gerais dos processos atuantes

Ao final do levantamento dos processos geodinâmicos atuantes na área, pode-se concluir que a maioria é de natureza antrópica. São originados por algum tipo de intervenção, decorrente de obras públicas e privadas, realizadas de maneira equivocada e sem atender aos critérios de projetos exigidos em função do tipo de solo da região, principalmente das condições de relevo locais.

Esta situação é agravada pela falta de um instrumento que auxilie o poder público, Prefeitura Municipal e Defesa Civil em ações preventivas, cabendo apenas ações pontuais de atendimento das ocorrências, principalmente durante o período chuvoso.

Os processos levantados estão distribuídos ao longo da área urbana, na unidade de relevo colinas (escorregamentos e erosão) e nas áreas mais baixas (inundações e/ou alagamento), região das planícies aluvionares e aluviões. Mesmo com os altos declives na região de domínio do relevo escarpado, não foram verificados processos atuantes, o que confirma a relação das ocorrências com as formas inadequadas de intervenção e utilização dos terrenos.

3.7 Restrições legais

O mapa de Restrições Legais (Figura 4) foi elaborado a partir do mapa topográfico, definindo-se o terço superior dos morros com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as faixas marginais de cursos d'água e as áreas com declives maiores que 100%, representando-se assim as áreas de APP, conforme a Lei Federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Esta Lei, que tem como objetivo o desenvolvimento sustentável, diz que as Áreas de Preservação Permanente - APP, apresentam a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora e o solo, além de assegurar o bem-estar da população humana e das gerações futuras, estabelece parâmetros para identificar e quantificar as APP de topos de morro.

As APAs, Parques e Reservas legais, das esferas Federal, Estadual e Municipal não estão localizada dentro do limite da área em estudo, área essa prevista pelo Plano Diretor do município de Santana do Paraíso como área destinada a expansão do município, dessa foram as APAs, Parques e Reservas Legais não estão representadas no mapa de Restrições Legais, mas sim previsto no Plano Diretor fora da área destina a expansão do Município.

3.7.1 APP dos topos de morro

Topos de morro e montanha

As áreas de topos de morro e montanha são caracterizadas pelas altitudes das vertentes mais expressivas e configuram-se como dispersores de águas de determinada região (CAMPOS, 2010). A legislação define topo de morro como o terço superior, para proteção permanente, reconhecido por sua capacidade de infiltração e seu potencial na recarga dos lençóis freáticos.

De acordo Casseti (2005) e Campos (2010), o topo de morro exerce uma espécie de "efeito esponja" sobre as áreas do entorno, impedindo que o escoamento superficial concentre grandes quantidades de água e provoque processos erosivos pluviais. O topo de morro plano e de solo desenvolvido tem capacidade de infiltração superior às das vertentes íngremes. Em suma: apresenta

considerável potencial para recarga dos lençóis d'água.

Encosta com declividade superior a 100%

A inclinação (ou declividade) da encosta facilita o escoamento da água pela força da gravidade. Mas o escoamento pluvial, apesar de consistir em fenômeno natural, pode ser acelerado e amplificar significativos impactos ambientais, com as condições de degradação do solo comumente encontradas. Os efeitos diretos do escoamento da água pluvial são facilmente observados e percebidos, destacando-se a erosão e os movimentos de massa, principais fenômenos causadores de outros impactos ambientais, como o assoreamento de corpos d'água e a perda de fertilidade do solo.

A classificação da encosta como APP justifica-se pelo fato de que a inclinação repercute diretamente no aumento do potencial erosivo das águas pluviais. A equação universal da perda do

solo destaca esse fenômeno, sendo a declividade uma importante variável para suas projeções (CAMPOS, 2010).

A inclinação acima de 30° apresenta suscetibilidade de deslizamento mais frequente. Acima de 60°, o regolito é menos espesso e, teoricamente, com menor possibilidade de ocorrência de escorregamento, mas fenômenos desse tipo já foram verificados em áreas cujo manto de regolito era pouco espesso como no caso de Teresópolis/Nova Friburgo, em 2011 (SMA, 1990).

As APP de topos de morro estão distribuídas em áreas constituídas por campos, matas e silvicultura, não havendo ocupação urbana. Os limites de topo de morro foram delimitados a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação, sempre em relação à base, sendo essa definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

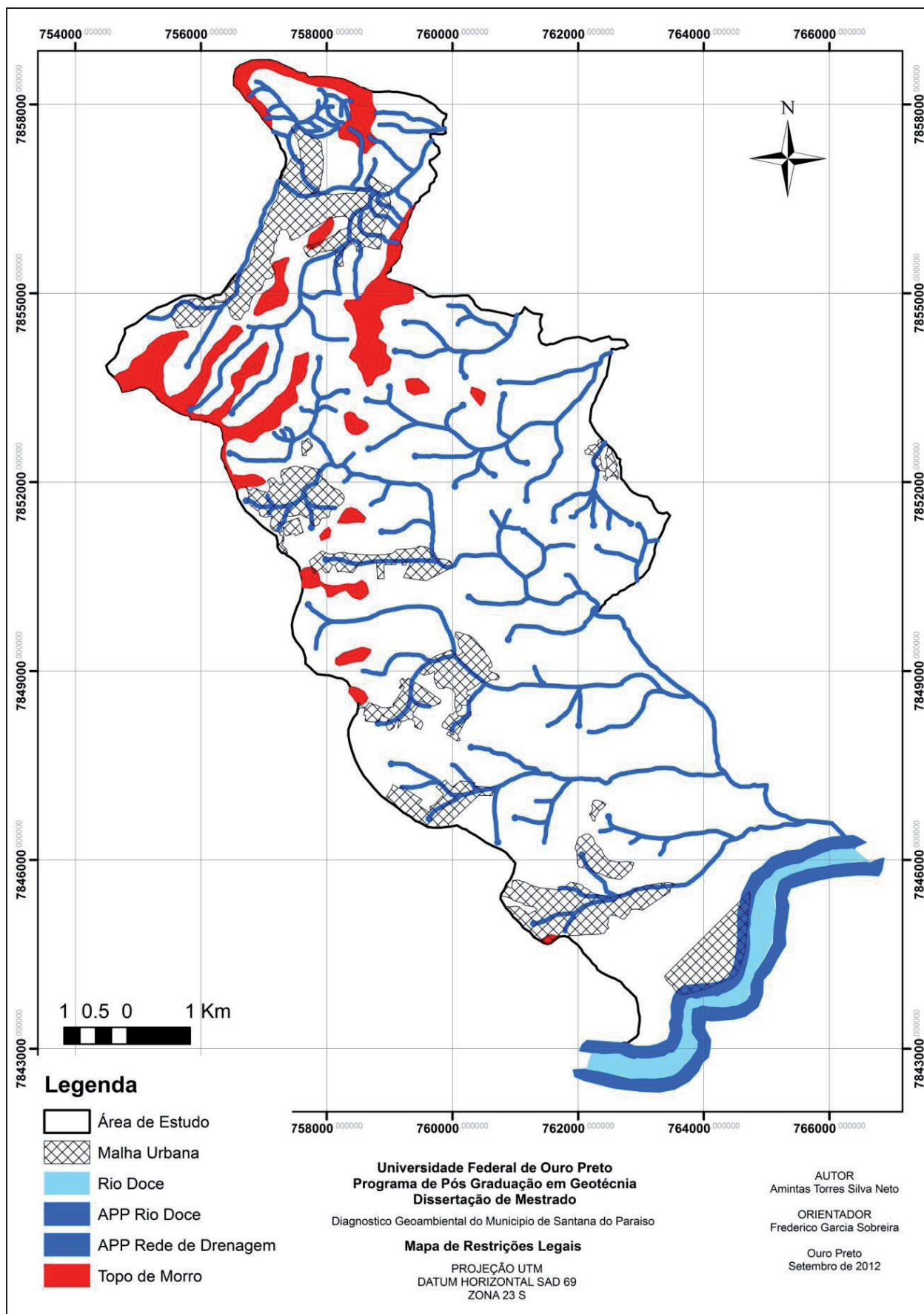


Figura 4. Mapa de Restrições Legais da área de expansão urbana do município de Santana do Paraíso.

3.7.2 APP Relativas a Corpos d'água Corrente

Faixa marginal de cursos d'água

Uma das principais funções das APP das margens dos cursos d'água (zona ripária) é dar suporte à grande diversidade de fauna e flora, devido ao potencial de abrigar espécies adaptadas às condições de alta umidade e/ou encharcamento do solo, configurando importantes áreas para alimentação e dessedentação de espécies da fauna terrestre e aquática (CAMPOS, 2010). A faixa adotada nos corpos d'água da área de estudo é de 30 m a partir das margens, levando em conta que os corpos d'água possuem a largura menor que 10 m e 200 m para o rio Doce, pois as suas margens, na área, tem de 200 a 600 m de largura.

Nascente

Devido à escala do mapeamento, as nascentes não são apresentadas na legenda do Mapa de Restrições Legais (Figura 4), permanecendo as mesmas delimitadas juntamente com a APP Rede de Drenagem.

Podem ser encontradas em encostas, depressões do terreno ou no nível de base representado pelo curso d'água local. Podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (que surge durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

Adotando as especificações legais e o mapeamento da área estudada, conclui-se que rios e córregos cortam somente uma pequena parcela dentro da malha urbana e essa pequena parcela se encontra em más condições de conservação, não sendo respeitadas as especificações legais, o que contribui para as causas de assoreamento e enchentes.

A preservação da vegetação ripária é fundamental para a proteção dos córregos e rios,

principalmente os que atravessam as cidades, pois estes estão sujeitos a um elevado grau de intervenção antrópica. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), a perda dessas áreas de preservação implica no assoreamento dos corpos d'água, diminui a qualidade dos recursos hídricos, dificulta o controle do regime hídrico, interfere na diversidade de espécies tanto da flora quanto da fauna, entre outros problemas.

4 DISCUSSÕES

A elaboração da carta de uso e ocupação da área de expansão urbana de Santana do Paraíso foi realizada com base dados de campo levantados pelo autor, geomorfologia, imagens de satélites e mapas do plano diretor. Em seguida, elaboraram-se mapas temáticos de Geologia Local, Hipsométrico, Declividade, Geomorfológico, Hidrográfico, Uso e Ocupação, Processos Geodinâmicos e Restrições Legais que correspondem às características físicas da área estudada. Com a junção e integração desses mapas obteve-se a carta de Indicação de Uso da área de expansão urbana, que retrata o ambiente local e suas reais características para o ordenamento da ocupação.

4.1 Carta de uso e ocupação

A Figura 5 apresenta a carta de Indicação de uso e ocupação da área de expansão urbana do município de Santana do Paraíso. Conforme se observa na figura, em função da geomorfologia, como fator preponderante na delimitação das unidades, a carta representa uma releitura do mapa geomorfológico, porém acrescentado do mapa de restrições legais e do mapa de processos geodinâmicos. Com base nisso, diferenciam-se as seguintes áreas:

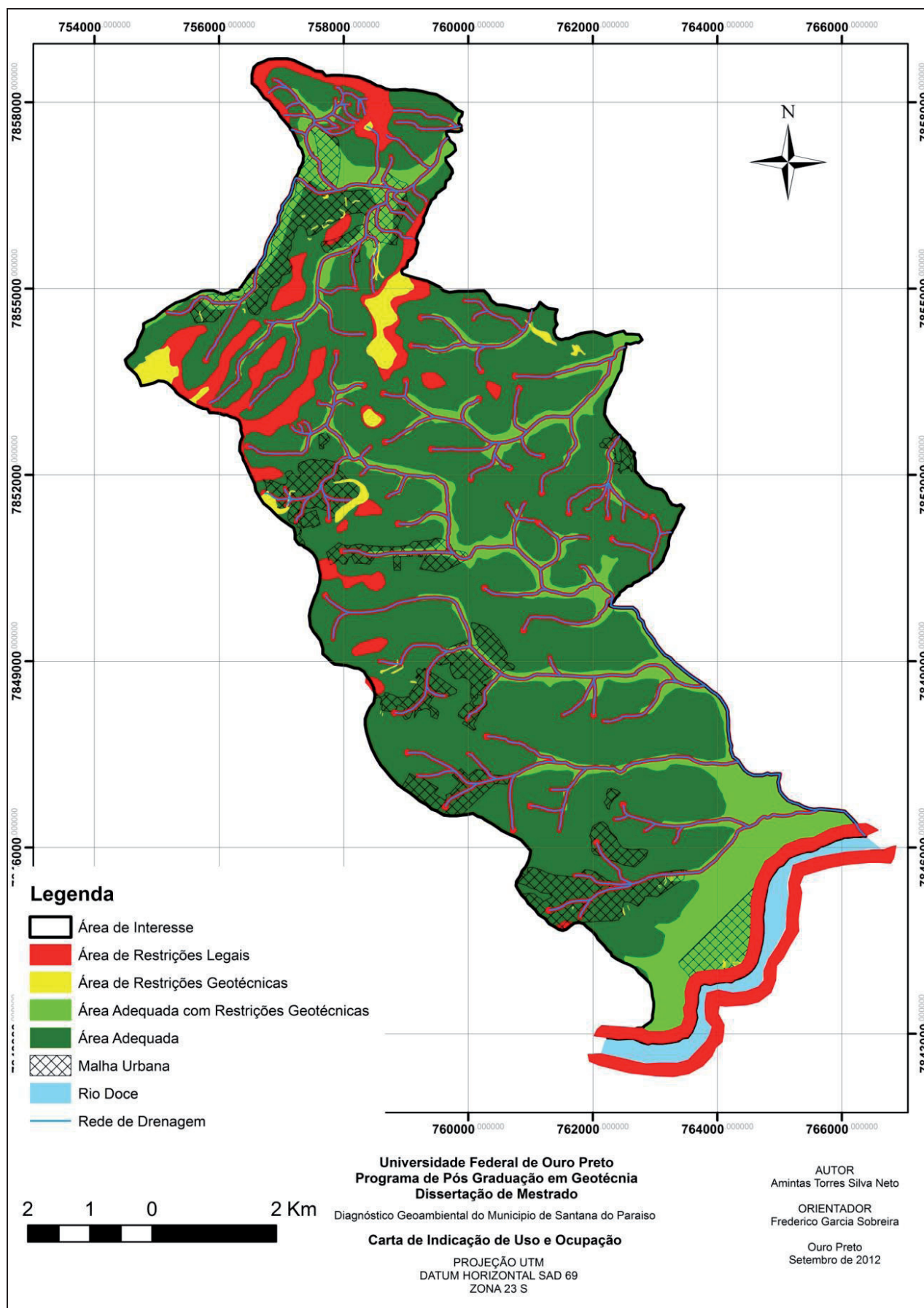


Figura 5. Carta de Indicação de Uso e Ocupação da área de Expansão Urbana do município de Santana do Paraíso.

3.7.3 Áreas de restrições legais

Área de Preservação Permanente

Representa a unidade que em certos casos possui características favoráveis ao uso urbano e expansão de novos bairros, porém essa unidade é delimitada por APP de topo de morro, regulamentada pela Lei Federal n.º 12.651/12, que define os limites de área de preservação permanente, mas mesmo assim essa área fica excluída para expansão urbana, ou atividades agrícolas e silvícolas.

Segundo Santos (2011) em topo de morro, para o caso urbano, do ponto de vista de riscos geológicos e geotécnicos, como deslizamentos e processos erosivos, é extremamente mais favorável a ocupação do que as áreas de encostas. Essa qualidade geotécnica das áreas de topo de morro deve-se à formação de solos mais espessos e evoluídos, portanto, mais resistentes à erosão e à quase inexistência de esforços tangenciais decorrentes da ação da força de gravidade. Situação inversa ocorre com as encostas de alta declividade, instáveis por natureza e palco comum das recorrentes tragédias geotécnicas que têm vitimado milhares de brasileiros. Esse aspecto geológico e geotécnico sugere que, dentro de um regulamento ambiental da expansão urbana, possa-se evoluir na concordância em se liberar, sob determinadas condições, a ocupação dos topos de morro, aumentando-se as restrições para a ocupação das encostas.

3.7.4 Área de restrições geotécnicas

Apresentam características do meio físico que restringem a ocupação.

Relevo Escarpado

Esta área é inadequada à urbanização, pois possui declividade acentuada com um solo raso. Recomenda-se nessa unidade o estudo detalhado com levantamento de áreas de risco de escorregamentos e formulações para medidas e obras para contenção e prevenção a esses possíveis processos de instabilidade, que possam prejudicar as comunidades instaladas a jusante dessas áreas.

Zonas Instáveis

Compreende a região onde se tem ocupação urbana desordenada, caracterizando atividades antrópicas como a maior deflagradora e aceleradora de processos geodinâmicos devido à ocupação predatória e de áreas inadequadas. O solo, apresenta-se bem espesso, com um horizonte coluvionar sobreposto a um horizonte C residual, ocorrendo em alguns locais um solo de aterro com presença de lixo.

São áreas restritas à ocupação, pois são encostas com topografia acentuada e solo de alteração mais profundo, porém podem ser ocupadas mediante verificação de procedimentos técnicos específicos para implementação da obra.

Recomenda-se, em áreas de terraplenagem e aberturas de vias, a realização de obras de correção e prevenção à erosão, como sistemas de terraços, leiras e de drenagem pluvial; além de estudos detalhados com levantamento de áreas de risco a escorregamentos; e formulação de diretrizes para medidas e obras para contenção e prevenção desses processos de instabilidade.

3.7.5 Áreas adequadas com restrições geotécnicas

São subdivididas nas seguintes subáreas.

Aluvião

Esta unidade está localizada nas planícies aluvionares dos principais cursos d'água da área (ribeirões Achado e Garrafa), tributários do rio Doce e, portanto, apresenta um relevo plano, o que de início possibilitou a urbanização da sede do município, mesmo sem ser adequada geotecnicamente.

Além da baixa capacidade de suporte, a unidade apresenta vários processos geológicos, como assoreamento, erosão das margens e enchentes, que tornam as áreas com restrições para a ocupação. Além destes aspectos, as planícies aluviais abrangem áreas de preservação permanente que, pela legislação, não devem ser ocupadas.

Um aspecto alarmante referente a esta unidade é o processo de verticalização que passa a cidade,

com a construção de edifícios de maior porte, fundados sobre material de aluvião, que pode vir a acarretar/ocasionar problemas estruturais em algumas obras.

Recomendam-se estudos detalhados dos locais com o processo de verticalização na sede do município, problemas de erosão das margens e inundações da área urbana, para que futuros problemas possam ser evitados ou minimizados, assim como a formulação de diretrizes para medidas e obras de contenção e prevenção dos processos de instabilidade e de enchentes e inundações das estruturas já consolidadas.

Terraço Aluvial

São terrenos planos localizados na porção sul da área de estudo. Estes depósitos foram formados por materiais carregados pelo rio Doce em diferentes épocas e níveis de base distintos, e que hoje comportam o crescimento do Distrito Industrial já instalado na área.

Pela proximidade ao rio Doce parte deste depósito constitui Área de Preservação Permanente (APP), de acordo com o Código Florestal Brasileiro, mas vem sendo ocupada por obras de pequeno e grande porte, além da utilização para deposição de resíduos.

3.7.6 Área adequada

Rampas de Colúvio

Esta unidade compreende as áreas dispostas nos fundos de vale, que apresentam uma inclinação suave. Ocorre em setores de baixa encosta, em segmentos côncavos que caracterizam as reentrâncias ou depressões do relevo nos anfiteatros. Tais depósitos consistem em leques aluvionares e coluvionares constituídos por sedimentos imaturos advindos das encostas, com origem nas diferentes litologias presentes na área de estudo. Esta unidade apresenta grande adequabilidade à ocupação pela topografia suave e propriedades geotécnicas favoráveis. Recomenda-se apenas uma avaliação detalhada do comportamento geotécnico dos materiais e da profundidade do nível d'água.

Colinas

Essa unidade recoberta por campos e plantio de eucalipto tem perdido essa característica para abrigar a expansão urbana de vários bairros. A unidade foi considerada adequada por apresentar características geotécnicas mais favoráveis à ocupação, onde os declives são mais suaves e por possuir perfil de alteração espesso.

4 CONCLUSÃO

Para o planejamento urbano adequado e crescimento ordenado de uma área é necessário ter o mínimo de conhecimento do seu meio físico. Esse conhecimento se adquire através de processos de mapeamento que façam uma análise como um todo e avaliem o comportamento dos seus componentes em termos geoambientais e suas características de interesse à implementação das formas de ocupação.

A partir do levantamento das características geológicas, geomorfológicas e de solo descritas no decorrer do artigo, mostrou-se, para a área de estudo, que a geologia apesar que o substrato rochoso se encontra bastante intemperizado, ou seja, em avançado estado de alteração junto com a geomorfologia ser o fator importante para delimitação das unidades finais. Assim, foi considerada desnecessária a subdivisão da unidade de relevo colinas, segundo o substrato geológico de origem.

A geologia/geomorfologia foi, portanto, o fator mais importante na definição das unidades de mapeamento. Esta informação, agregada a outras características físicas como hidrografia e os processos geodinâmicos, possibilitou a identificação da adequabilidade à ocupação urbana de cada unidade da área estudada.

A utilização de uma abordagem mista, com base em aspectos relevantes das metodologias de mapeamentos já consagradas e citadas, e adequação destas à realidade de Santana do Paraíso, possibilitou a delimitação de quatro unidades geoambientais indicativas de uso e ocupação:

Área de Restrições Legais, representada pelos locais delimitados e regulamentados por resoluções e leis que impossibilitam sua ocupação.

Área de Restrições Geotécnicas, retratando os ambientes onde as características do meio

físico dificultam a ocupação, tais como relevo com declividade elevada e regiões instáveis.

Áreas Adequadas com Restrições Geotécnicas, indicando as áreas propícias à ocupação, porém com ressalvas, uma vez que devem ser melhor investigadas para a determinação das formas de tratamento dos locais.

E por fim, as Áreas Adequadas, mostrando os locais favoráveis à ocupação devido às suas características, mas não insentando de uma avaliação local detalhada por um profissional capacitado.

Considera-se alcançado o objetivo principal desta pesquisa, que foi gerar um produto cartográfico com as características geoambientais da área de expansão urbana, apresentado de forma de fácil acesso e interpretação ao público não especialista. Sua principal aplicação está no planejamento e gestão territorial da área de expansão urbana do município de Santana do Paraíso. Porém, este documento cartográfico não deve substituir as investigações locais de detalhe.

Por ser um trabalho de âmbito geral, recomenda-se a realização de trabalhos futuros voltados ao detalhamento das unidades geoambientais e a realização de trabalhos de quantificação de riscos geológicos das áreas problemáticas, principalmente para elaboração de um Plano Municipal de Redução de Riscos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ e a Fundação de Amparo e Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG pelo financiamento e ao programa de Pós-Graduação em Geotecnia - NUGEO da UFOP.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. E. S.; AUGUSTO FILHO, O. Mapeamento geotécnico para gestão municipal. **Geotecnia - Revista Luso-Brasileira de Geotecnia**, Lisboa, n.115, p.45-80, Mar-2009.

BRASIL. Leis e Decretos. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em 26/01/2013.

BRASIL. Leis e Decretos. **Resolução CONAMA nº369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>> Acesso em 22/07/2011.

CAMPOS, F. L. M.. **Áreas de Preservação Permanente: efetividade da legislação e novas propostas para gestão ambiental**. (Mestrado em Engenharia Ambiental - Modo Profissional), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campos dos Goytacazes - RJ. 2010.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. (S.I.): 2005. Disponível em: <http://www.funape.org.br/-geomorfologia/pdf/index.php>. Acesso em: 15 set. 2011. 2005

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM (Belo Horizonte, MG). **Projeto Leste: mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais**. Belo Horizonte, 2000. Escala 1:100.000.

FREITAS, C. G. L. **Cartografia geotécnica de planejamento e gestão territorial: proposta teórica e metodológica**. 238 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia-vizualiza.php>. Acesso em 31 ago. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Apresenta informações sobre os municípios brasileiros quanto a população, economia e cartografia dentre outros. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 15 out. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Projeto orla: guia de implementação**. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 2005.

PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO DOCE - PIRH. Disponível em: < <http://www.pirhdoce.com.br> > Acesso em 10 mar. de 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO PARAÍSO - PMSP. **Plano Diretor Participativo do Município de Santana do Paraíso Minas Gerais**. Volume II Diagnóstico e Propostas. Jacroá Consultoria . Ipatinga. Ipatinga. Outubro de 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO PARAÍSO. **Site oficial do município**. Disponível em: <<http://www.santanadoparaíso.mg.gov.br>> Acesso em 20 ago. de 2011.

SANTOS, A. R. **Carta Geotécnica - Um salto à frente no Estatuto das Cidades**. Artigo

disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2009/06/22/carta-geotecnica-um-salto-a-frente-no-estatuto-das-cidades-artigo-de-alvarodos-santos/> . Acesso em 29 ago. 2011.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO - SMA; Governo do Estado de SP. **Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo**. São Paulo, v. 3: Conceitos básicos. 1990.

SOBREIRA, F. G. **Estudo Geoambiental do Conselho de Sesimbra**. 347p. Tese (Doutorado). Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa: 1995.