

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JOEL FIN

**ANÁLISE DO USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE À
LUZ DO CÓDIGO FLORESTAL. LEI FEDERAL N° 12.651/2012**

CRICIÚMA

2013

JOEL FIN

**ANÁLISE DO USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE À
LUZ DO CÓDIGO FLORESTAL. LEI FEDERAL Nº 12.651/2012**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. M. Sc. Fabiano Luiz Neris

CRICIÚMA

2013

JOEL FIN

**ANÁLISE DO USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE À
LUZ DO CÓDIGO FLORESTAL. LEI FEDERAL Nº 12.651/2012**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento e Planejamento Ambiental.

Criciúma, 27 de novembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fabiano Luiz Neris - Mestre - UNESC - Orientador

Prof. Eduardo Preis - Mestre - UNESC

Prof. Hugo Schwalm - Mestre - UNESC

**Dedico este trabalho a toda a minha família,
por todo o apoio e confiança.**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, dando-me saúde e força para vencer todos os obstáculos.

A toda a minha família, em especial aos meus pais, Celso e Jurema, e ao meu irmão Marcelo, que não mediram esforços para poder me auxiliar em cada etapa deste desafio.

A empresa onde desenvolvi este trabalho, pelo conhecimento repassado, a troca de informações, pela convivência em grupo e pela oportunidade de estágio na Área de Engenharia Ambiental.

Ao orientador, Fabiano Luiz Neris, por todo o conhecimento repassado durante a elaboração do trabalho. Pelos conselhos, pela dedicação e pela sua paciência.

A minha grande amiga Iane Albarnas, por estar ao meu lado em todas as situações, pelos conselhos, pelo carinho, pela confiança e por ter me auxiliado no levantamento topográfico realizado na área de estudo.

Aos meus amigos Estevão Huppés e Rafael Felipetto que moraram comigo desde a minha chegada a Criciúma, pelo companheirismo e compreensão.

Agradeço a todos os colegas de curso, pela troca de informações, pelas festas, pelos momentos difíceis e pelo companheirismo.

A todos os docentes do curso, que compartilharam o seu conhecimento durante toda a graduação, pelo seu esforço, e pelos diversos momentos de auxílio.

A toda a coordenação do curso de Engenharia Ambiental, pelo belo trabalho e esforço que vem sendo realizado para a melhoria contínua.

Agradeço aos professores que aceitaram o convite para participar da defesa pública de TCC, Eduardo Preis e Hugo Schwalm.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente estiveram ao meu lado em todos os momentos.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

Atualmente as Áreas de Preservação Permanente (APP) estão submetidas a grandes extensões de degradação devido à intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, desta forma observa-se um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos e ocupações do solo e a conversão das áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, causando problemas ambientais e, em muitos casos, afetando a disponibilidade de recursos naturais importantes à vida. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) de uma propriedade rural, considerando o Código Florestal em vigor, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Primeiramente, a área de estudo foi definida pelo fato de possuir as características essenciais para a elaboração do trabalho. Posteriormente realizou-se a coleta de dados secundários. Após a coleta e a sistematização dos dados, foi realizado um levantamento topográfico com objetivo de identificar os recursos hídricos e a altimetria do terreno. Em seguida, com todos os dados necessários, elaboraram-se os mapas temáticos com intuito de se analisar o uso do solo em áreas de preservação permanente. Pode-se afirmar que a área de estudo oferece um nível elevado de diversidades de classes de uso do solo. A partir do levantamento topográfico determinou-se a declividade e concluiu-se que a propriedade não possui encostas ou partes destas com inclinação superior a 45°. As Áreas de Preservação Permanente identificadas na área de estudo em sua maior parte encontram-se preservadas. Porém uma parcela dessas áreas é ocupada por vegetação rasteira e agricultura. Portanto é essencial que o responsável pela propriedade tome medidas de adequação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente que estão sendo ocupadas.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente. Geoprocessamento. Levantamento Planialtimétrico. Uso do solo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura geral de um SIG	34
Figura 2 - Localização geográfica da área de estudo.....	38
Figura 3 - Área de estudo localizada na zona rural do município de Treze de Maio/SC.....	39
Figura 4 - Fluxograma das etapas do trabalho.....	41
Figura 5 - Equipamento utilizado para a realização do levantamento topográfico	43
Figura 6 - Marco de referência utilizado para o posicionamento do equipamento RTK	44
Figura 7 - Porcentagem das classes de uso do solo em relação à área de estudo ..	52
Figura 8 - Áreas agricultáveis encontradas na propriedade: A) Atividade de rizicultura; B) Plantação de milho em área com maior declividade.	53
Figura 9 - Área degradada ocasionada pelo desmatamento de vegetação exótica localizada na parte central da propriedade	54
Figura 10 - A) Curso d'água natural perene que atravessa a propriedade no sentido oeste (W) - leste (E); B) Nascente d'água, localizada na parte norte (N) da propriedade.....	55
Figura 11 - Construções localizadas na propriedade: A) Casa residencial; B) Reservatório de armazenamento de água e casa de máquinas que tem como função captar e tratar a água coletada.....	56
Figura 12 - Vias de domínio público localizadas na área de estudo: A) Estrada não pavimentada localizada na porção Norte (N) da propriedade; B) Estrada de acesso ao sistema Operacional de distribuição de água da CASAN, localizado no interior da propriedade.....	57
Figura 13 - Antiga lavra a céu aberto para escavação de argila localizada na porção sul (S) da propriedade.....	58
Figura 14 - Características da vegetação rasteira encontrada na porção sul (S) da área	59
Figura 15 - Vegetação nativa, representada por espécies de grande porte, localizada na faixa marginal do curso d'água.....	60
Figura 16 - Área com vegetação exótica.....	60
Figura 17 - Vista geral do relevo da área onde se localiza a propriedade.....	61

Figura 18 - Porcentagem das classes de uso do solo em áreas de preservação permanente.....63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

APP - Área de Preservação Permanente

CAD - *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador)

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CDI - Companhia Docas de Imbituba

GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

ICA - *International Cartographic Association* (Associação Cartográfica Internacional)

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

MC - Meridiano Central

MDT - Modelo Digital de Terreno

MED - Medidores Eletrônicos de Distância

MP - Medida Provisória

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

PDI – Processamento Digital de Imagem

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo

REM - Radiação Eletromagnética

RL - Reserva Legal

RTK - *Real Time Kinematic* (Posicionamento Cinemático em Tempo Real)

SAD 69 - *South American Datum* 1969 (Datum Sul Americano 1969)

SGB - Sistema Geodésico Brasileiro

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS 2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000

SR - Sensoriamento Remoto

UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense

UNESCO - *United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization*
(Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura)

UTM - *Universal Transversa de Mercator* (Sistema Universal Transverso de Mercator)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	15
3.2 PROCESSOS DE IDENTIFICAÇÃO E MEDIÇÃO DOS DETALHES PLANIALTIMÉTRICOS	18
3.2.1 Geodésia	19
3.2.2 Sistema geodésico brasileiro	20
3.2.2.1 Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969 (SAD 69)	20
3.2.2.2 SIRGAS	20
3.2.3 Topografia	21
3.2.4 Sensoriamento remoto	23
3.3 CARTOGRAFIA E A REPRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS	26
3.3.1 Cartografia	26
3.3.1.1 Sistema de projeção cartográfica	27
3.3.1.2 Sistema de projeção UTM	28
3.3.2 Cartografia temática	29
3.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) UTILIZADA PARA ANÁLISE DO TERRITÓRIO.....	30
3.4.1 SIG: Sistema de Informação Geográfica	30
3.4.2 Modelo Digital do Terreno - MDT	34
3.4.3 Análise espacial	35
4 ÁREA DE ESTUDO	38
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	39
5 METODOLOGIA	41
5.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	42
5.2 COLETA DE DADOS SECUNDÁRIOS	42
5.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO.....	42
5.4 SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS.....	45
5.5 ELABORAÇÃO DOS MAPAS	45

5.5.1 Mapa topográfico planialtimétrico	46
5.5.2 Mapa de uso do solo	47
5.5.3 Mapa de declividade.....	48
5.5.4 Mapa de Áreas de Preservação Permanente	48
5.5.5 Mapa de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente	49
5.6 CÁLCULO DE ÁREAS	50
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	51
6.1 MAPA TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO	51
6.1 MAPA DE USO DO SOLO	52
6.2 MAPA DE DECLIVIDADE	61
6.3 MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	62
6.4 MAPA DE USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE...	62
7 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICE(S).....	72
APÊNDICE A - MAPA TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO	73
APÊNDICE B - MAPA DE USO DO SOLO	75
APÊNDICE C - MAPA DE DECLIVIDADE	77
APÊNDICE D - MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	79
APÊNDICE E - MAPA DE USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	81
ANEXO(S).....	83
ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DA ESTAÇÃO MAREGRÁFICA DE IMBITUBA/SC.....	84

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional vertiginoso, bem como a necessidade de produzir alimentos e matérias primas para o consumo dessa população, os recursos naturais foram explorados sem a mínima preocupação de preservá-los, as florestas, principalmente as que se encontram nas margens dos cursos hídricos, denominadas de mata ciliares podem ser consideradas um dos recursos mais ameaçados e sujeitos a degradação (ZANATA, 2012).

De acordo com Pinto e Lombardo (s.d) apud Zanata (2012) a intensificação do uso da terra, principalmente para atividades agrícolas, em geral elimina a cobertura vegetal natural e contribui para o desencadeamento de processos de erosão acelerada dos solos. Este cenário vem ocorrendo em larga escala no Brasil e em particular em sua região sudeste, onde a erosão hídrica de superfície promovida pelas chuvas remove as camadas superficiais dos solos, resultando no empobrecimento deste recurso, e conseqüentemente no assoreamento de corpos hídricos. Estes quadros de degradação são encontrados inclusive em áreas que deveriam ser protegidas, como as Áreas de Preservação Permanente (APP).

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são definidas principalmente como áreas localizadas ao redor das nascentes e cursos d'água, que têm função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e da flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL 2013).

Estas áreas são protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, amparado pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2013. A Ocupação inadequada destas áreas pode acarretar em diversos danos, bem como um desequilíbrio ambiental, uma vez que podem ser alteradas a composição dos solos, a fauna e flora, bem como os corpos hídricos que ficam sujeitos ao assoreamento e à contaminação das águas (ZANATA, 2013).

Segundo Mendes apud Machado (2002), a utilização de técnicas de Geoprocessamento constitui-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água. Neste contexto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) se inserem como uma ferramenta que tem a capacidade de manipular as funções que representam os

processos ambientais em diversas regiões, de uma forma simples e eficiente, permitindo uma economia de recursos e tempo. Estas manipulações permitem agregar dados de diferentes fontes (imagens de satélite, mapas topográficos, mapas de solos, hidrografia etc.) e em diferentes escalas. O resultado destas manipulações, geralmente é apresentado sob a forma de mapas temáticos com informações desejadas.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente de uma propriedade rural considerando o Código Florestal em vigor.

Pela coleta de dados secundários obtiveram-se os limites da área da propriedade, a imagem aérea proveniente do aerolevante do governo do estado de Santa Catarina e os dados referentes ao marco georreferenciado localizado na propriedade. A partir do ponto conhecido, foi realizado um levantamento planialtimétrico com intuito de gerar a altimetria do terreno e identificar as APP's da área. Após a sistematização dos dados, com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento foram elaborados os mapas temáticos para análise.

A metodologia aplicada pode oferecer subsídios para as propriedades e posses rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) de uma propriedade rural, considerando o novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento físico de uma propriedade rural;
- Realizar o levantamento das características de uso do solo e cobertura vegetal de uma propriedade rural;
- Identificar e representar as Áreas de Preservação Permanente de uma propriedade rural.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Dentre as leis brasileiras que visam à conservação dos recursos naturais se destaca o Código Florestal Brasileiro, o qual conceitua e regulamenta as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL). As APPs são áreas estratégicas e de alta fragilidade ambiental que desempenham papel importante na preservação de mananciais e recursos hídricos, para a estabilidade climática, hidrológica e geomorfológica, fluxo gênico de fauna e flora e proteção ao solo. As RLs são áreas, excetuadas as de preservação permanente, necessárias ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e da paisagem e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (BRASIL, 1965 apud FRANÇA; SAUER, 2012).

O primeiro código surgiu em 1934, editado através do Decreto Federal nº 23.793 no governo de Getúlio Vargas. De acordo com Ahrens (2003) apud Praes (2012) a preocupação do governo em estabelecer normas relativas à preservação da flora surgiu mediante os desmatamentos ocasionados pela produção de café, bem como pela criação de gado no Vale do Paraíba e em outras regiões, que vinham promovendo os desmatamentos de florestas e a escassez dos recursos naturais.

Segundo Medeiros (2005) apud Praes (2012), outros fatores contribuíram para a edição do Código Florestal de 1934, dentre eles: movimentos relacionados à proteção ao meio ambiente que começavam a pressionar a atuação do poder público, bem como as propostas políticas, do governo Getúlio Vargas, com o intuito de promover a modernidade do país. Além disso, ressalta Medeiros (2005), a Constituição de 1934 foi a primeira a destacar, de forma incipiente, a proteção do meio ambiente como de responsabilidade do poder público.

Com a influência de movimentos ambientalistas e o crescimento do desmatamento no Brasil, em 1962 iniciaram os movimentos com objetivo de revisar o código florestal de 1934, com intuito de adequá-lo à situação atual.

Em 15 de setembro de 1965 foi editada a Lei Federal nº 4.771, a qual revogou o Decreto Federal nº 23.793/1934 e passou a legislar as normas relativas à preservação do meio ambiente em propriedades privadas.

De acordo com Sparovek et al (2011) apud Praes (2012), o código florestal de 1965 aplica-se a propriedades privadas, ou seja, o proprietário rural deve reservar parte da sua terra, destinando-a a manutenção da vegetação natural, sendo esta realizada, principalmente, através de dois estatutos: Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Reserva Legal (RL). Sendo que, os proprietários que não estiverem cumprindo as determinações previstas para as APP's e RL, segundo o código (Lei nº 4.771), terão que recompor as áreas que foram desmatadas. O código florestal de 1965 definiu as áreas de preservação permanente (APP's), estabelecendo suas distâncias; bem como estabeleceu os limites de Reserva Legal. Definindo 50% de reserva legal para as florestas da Amazônia e 20% para as demais regiões do país, limitando assim, o uso do solo e a exploração da vegetação natural existentes na propriedade. Posteriormente estes limites foram alterados, chegando os limites da reserva legal a 80% de reserva legal para florestas da Amazônia, 35% para o Cerrado da Amazônia e 20% para as demais regiões do país.

Com o intuito de resolver esta situação, que atormentava, principalmente, os ruralistas, que estavam a ponto de pagar pesadas multas por desmatamentos ocasionados antes de 22 de julho de 2008, bem como de adequar o código à situação atual, formou-se a partir de 2009 uma Comissão especial na Câmara dos Deputados com o objetivo de elaborar um projeto de reformulação do código florestal. Esta proposta foi encaminhada para o Senado Federal para análise, sendo revisada e aprovada uma nova versão para o código florestal em 06 de dezembro de 2011. Após a aprovação do Senado, o texto de revisão do código florestal retornou para análise da Câmara dos deputados, sendo revisado e aprovada no dia 25 de abril de 2012. Esta proposta, após aprovada pela Câmara dos Deputados, foi encaminhada para apreciação da presidenta Dilma Rousseff, que em 25 de maio de 2012 vetou parcialmente a proposta aprovada pela Câmara dos deputados. O novo código foi publicado, através da Lei nº 12.651/2012, tendo sido realizados doze vetos e trinta e duas alterações no texto da proposta aprovada pela Câmara dos deputados (PRAES, 2012).

É importante destacar que após a publicação da Lei nº 12.651/2012, foi editada uma Medida Provisória nº 571/2012, que introduziu mais de 30 alterações a esta Lei, e posteriormente, foram editadas mais de 620 emendas, posteriormente foi sancionada a Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 com objetivo de vigorar as alterações propostas.

A Lei nº 12.651/2012, de 25 de maio de 2012 estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

Para efeito desta Lei, entende-se por (BRASIL, 2012):

Área de Preservação Permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006;

Área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;

Nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

Leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano.

A Lei nº 12.651/2012, de 25 de maio de 2012 considera os faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitentes excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, uma área de preservação com largura mínima de: (BRASIL, 2012):

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Porém, nos imóveis rurais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em (BRASIL, 2012):

- a) Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água;

b) Para os imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 8 (oito) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água;

c) Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água;

d) Para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais:

Para efeito desta lei, consideram-se também como Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012):

As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

Vale ressaltar que a conversão da MP nº 571, de 2012, na qual originou a Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, estabelece que nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012).

3.2 PROCESSOS DE IDENTIFICAÇÃO E MEDIÇÃO DOS DETALHES PLANIALTIMÉTRICOS

Dados espaciais caracterizam-se especificamente pelo atributo da localização geográfica. Há outros fatores importantes inerentes aos dados espaciais, mas a localização é preponderante. Um objeto qualquer (como uma cidade, a foz de um rio ou o pico de uma montanha) somente tem sua localização geográfica estabelecida quando se pode descrevê-lo em relação a outro objeto cuja posição seja previamente conhecida ou quando se determina sua localização em relação a um certo sistema de coordenadas (D'ALGE, 2001).

O estabelecimento de localizações sobre a superfície terrestre sempre foi um dos objetos de estudo da Geodésia, Topografia e Sensoriamento Remoto, ciências que se encarregam em determinar a forma e as dimensões da Terra,

representar a superfície de um determinado local e o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície, respectivamente. A seguir são apresentados alguns conceitos de Geodésia, Cartografia e Sensoriamento Remoto que desempenham um papel de extrema importância no processo de identificação e medição dos detalhes planialtimétricos.

3.2.1 Geodésia

A Geodésia é atualmente uma disciplina do ramo da Geofísica que integra os modelos da Física da Terra na Geometria convencional, ou seja, é a Ciência que se ocupa da medição do campo gravítico da terra e da representação cartográfica da sua superfície (CASACA et al, 2007).

Segundo Chagas (s.d.) diz que a Geodésia, determina através de observações, a forma e o tamanho da terra, as coordenadas dos pontos, comprimentos e direções de linhas da superfície terrestre e as variações da gravidade terrestre. A Geodésia é dividida três ramos:

- Geodésia Geométrica: estuda, se refere ao tamanho e forma da Terra, a determinação das coordenadas de pontos, comprimento e azimutes de linhas da superfície terrestre;
- Geodésia Física: estuda o campo gravitacional da Terra ou direção e magnitude das forças que mantêm os corpos na superfície e amostras terrestres;
- Geodésia por Satélite: estuda a determinação de posições de pontos na superfície da Terra ou em volta desta, através da observação de satélites artificiais.

Os levantamentos geodésico são aqueles que consideram a curvatura da superfície física da Terra (a Terra é um elipsóide cujo raio no equador é cerca de 21,7 km maior que o raio polar), ao considerar a curvatura da Terra, os levantamentos geodésicos podem ser aplicados tanto para áreas grandes como para áreas pequenas. O equipamento usado e os métodos de medição aplicados são praticamente os mesmos dos levantamentos topográficos. As altitudes são tratadas da mesma maneira pelos levantamentos topográficos e geodésicos, eles são expressos em termos de distâncias verticais (altitudes) acima ou abaixo da

superfície curva de referência da Terra, usualmente o nível médio dos mares (Mc Cormac, 2007).

3.2.2 Sistema Geodésico Brasileiro

Cada país adota um sistema de referência próprio, baseado em parâmetros predeterminados a partir de normas específicas. No Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), o referencial de altimetria está vinculado ao geóide, forma descrita anteriormente como uma superfície equipotencial do campo gravimétrico da Terra, a qual, no caso brasileiro, coincide com a marca “zero” do marégrafo de Imbituba, no estado de Santa Catarina (FITZ, 2008).

O referencial de gravimetria do SGB vincula-se as estações existentes no território nacional, as quais colhem dados com respeito à aceleração da gravidade em cada uma delas, por fim, a definição das superfícies, origem e orientação do sistema de coordenadas usado para mapeamento e georreferenciamento no território brasileiro são dadas pelo referencial de planimetria, representado ainda hoje pelo SAD-69, porém em processo de alteração (FITZ, 2008).

3.2.2.1 Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969 (SAD 69)

O sistema Geodésico Brasileiro faz parte do Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969, conhecido como SAD-69. Este apresenta dois parâmetros principais, a saber: a figura geométrica da Terra, isto é, o elipsóide de referência, e sua orientação, ou seja, a localização espacial do ponto de origem - a base - do sistema (GEMAEL, 1999).

3.2.2.2 SIRGAS

Outro sistema de referência utilizado no Brasil, o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), encontra-se em implantação e está sendo utilizado concomitantemente com o SAD-69. O SIRGAS foi concebido em razão da necessidade de adoção de um sistema de referência compatível com as técnicas de posicionamento por satélite, dadas por sistemas dessa natureza, como o GPS.

Amplamente discutido no meio cartográfico latino-americano, ele está programado para substituir o SAD-69 até 2015 (GEMAEL, 1999).

3.2.3 Topografia

A topografia é definida tradicionalmente como a disciplina que se ocupa da arte de representar, de maneira minuciosa, o terreno localmente, isto é, numa dada vizinhança da superfície terrestre (CASACA, 2007 et al.).

O objetivo principal é efetuar o levantamento (executar medições de ângulos, distâncias e desníveis) que permita representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. Às operações efetuadas em campo, com o objetivo de coletar dados para a posterior representação, denomina-se de levantamento topográfico (FAGGION et al, 2013).

A Topografia pode ser entendida como parte da Geodésia, ciência que tem por objetivo determinar a forma e dimensões da Terra. Na Topografia trabalha-se com medidas (lineares e angulares) realizadas sobre a superfície da Terra e a partir destas medidas calculam-se coordenadas, áreas, volumes, etc. Além disto, estas grandezas poderão ser representadas de forma gráfica através de mapas ou plantas. Para tanto é necessário um sólido conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculo e estimativa de precisão (KAHMEN; FAIG, 1988 apud FAGGION et al, 2013).

De acordo com a NBR 13.133 (ABNT, 1991), Norma Brasileira para execução de Levantamento Topográfico, o levantamento topográfico é definido por: “Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também pré-determinada e/ou pontos cotados.”

Casaca et al (2007) descreve os dois grandes métodos tradicionais de levantamento topográfico:

- Método Clássico: utilizado para levantamento topográfico em escalas de 1:500 a 1:5.000 de regiões pouco extensas da superfície terrestre;

- Método Fotogramétrico: utilizado para levantamentos topográficos em escalas iguais ou inferiores à escala 1:10.000.

Um dos principais objetivos da Topografia é a determinação de coordenadas relativas de pontos. Para tanto, é necessário que estas sejam expressas em um sistema de coordenadas. São utilizados basicamente dois tipos de sistemas para definição unívoca da posição tridimensional de pontos: sistemas de coordenadas cartesianas e sistemas de coordenadas esféricas (FAGGION et al, 2012).

Faggion et al (2013) diz que a Topografia é a base para diversos trabalhos de Engenharia, onde o conhecimento das formas e dimensões do terreno é importante. Alguns exemplos de aplicação:

- Projetos e execução de estradas;
- Grandes obras de engenharia, como pontes, viadutos, túneis, portos, etc.;
- Locação de obras;
- Trabalhos de terraplenagem;
- Monitoramento de estruturas;
- Planejamento urbano;
- Irrigação e drenagem;
- Reflorestamentos;

Em posicionamento topográfico convencional é utilizado equipamentos específico na observação, ou medição, de grandezas (ângulos verticais e azimutais, distâncias, desníveis, etc.), que permitem realizar o transporte trigonométrico de coordenadas topográficas, a observação das grandezas observáveis é levada a cabo com o equipamento de observação, que é constituído pelos instrumentos de observação (teodolitos, distanciômetros, etc.) e pelos acessórios (tripé, alvos, prismas, etc.), indispensáveis à realização das operações de medição. Atualmente, os instrumentos mais utilizados em posicionamento topográfico convencional são os taqueômetros eletrônicos ou estações totais, que são teodolitos eletrônicos com distanciômetros eletrônicos (MED) integrados (CASACA et al, 2007).

Durante as últimas décadas, tem ocorrido uma revolução após outra no desenvolvimento de equipamentos topográficos, McCormac (2007) descreve um breve histórico da evolução desses equipamentos: o primeiro apogeu foi lançado

nos anos 1960, quando os equipamentos Medidores Eletrônicos de Distância (MED) começaram a ser comumente usados; o próximo apogeu foi alcançado quando equipamentos de medição de ângulos foram combinados com instrumentos MED para transformar as tão conhecidas estações totais; então, coletores de dados automáticos foram desenvolvidos para estações totais, eles poderiam ser usados para armazenar medições, efetuar cálculos e transferir ou descarregar valores medidos para computadores ou plotters; outro quase inacreditável desenvolvimento foi o GPS (*Global Positioning System*), com esse sistema, posições verticais e horizontais sobre a superfície física da Terra podem ser obtidas de sinais emitidos de satélites artificiais; e, recentemente, estações totais robotizadas foram introduzidas no mercado, porém, existem novos dispositivos de alinhamento a laser, instrumentos para traçar mapas automaticamente, instrumentos que varrem e obtêm informações de mapas existentes.

3.2.4 Sensoriamento Remoto

Historicamente, reconhece-se que o termo Sensoriamento Remoto foi criado para designar o desenvolvimento dessa nova tecnologia de instrumentos capaz de obterem imagens da superfície terrestre a distâncias remotas. Por isso, a definição mais conhecida ou clássica de sensoriamento remoto é: Sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto (ALMEIDA et al, 2012).

Com base nesses preceitos, uma definição mais científica que se pode dar ao Sensoriamento Remoto seria: é a ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (ALMEIDA et al, 2012).

A explicação do que é a radiação eletromagnética (REM) começa com o entendimento da dualidade do comportamento da sua natureza: onda e energia. Isso quer dizer que a REM que se propaga pelo espaço vazio, como a luz solar, é, ao mesmo tempo, uma forma de onda e uma forma de energia. Esse conceito de dualidade é extremamente importante para o sensoriamento remoto, pois sempre que alguém estiver analisando qualquer tipo de imagem de sensoriamento remoto, a

coexistência da radiação eletromagnética na forma de onda e na forma de energia deverá ser considerada para que se possa explicar tudo o que se observa nas imagens com referência às características dos objetos. A dualidade do comportamento da radiação eletromagnética, onda e energia, são formuladas pelos modelos denominados de ondulatório (onda) e corpuscular (energia) (ALMEIDA et al, 2012).

No sensoriamento remoto há vários tipos de sensores, alguns para uso no solo, outros são empregados em aeronaves e satélites. Essa gama de sensores permite quantificar diferentes grandezas da radiação eletromagnética (MOREIRA, 2005).

De acordo com Steffen et al (1996), no Sistema Internacional de Unidades as principais grandezas radiométricas são: energia radiante, fluxo radiante, densidade de fluxo radiante, irradiância, excitância, radiância e intensidade radiante.

Os sensores são dispositivos capazes de detectar e registrar a radiação eletromagnética, em determinada faixa do espectro eletromagnético, e gerar informações que possam ser transformadas num produto passível de interpretação, seja na forma de imagem, na forma gráfica ou qualquer outro produto. Os sistemas sensores são basicamente formados por uma parte óptica, constituídos por lentes, que tem o objetivo de captar e direcionar a energia proveniente dos alvos para os detectores (MOREIRA, 2005).

O procedimento de aquisição das medidas das propriedades dos alvos da superfície terrestre, por meio dos sistemas sensores, pode ser feito em três níveis (NOVO, 1989):

- Terrestre: os sistemas sensores podem ser instalados em mastros, colocados em barcos, fixados em bóias ou dentro de laboratórios;
- Sub Orbital: geralmente, utilizam-se aeronaves como plataformas de coleta de dados;
- Orbital: empregam-se os satélites não tripulados e balões.

Toda imagem captada pelo sensor, em formato digital, é armazenada em arquivos de computador como qualquer outro arquivo de dados. Frequentemente existem dois arquivos para cada imagem de SR, um deles, normalmente de pequena dimensão, destina-se às informações de cabeçalho da imagem (identificação do satélite, do sensor, data e hora, tamanho do pixel, etc.), também chamado de header da imagem, e outro que contém os valores numéricos correspondentes aos pixels da

imagem. A este último damos a denominação de imagem digital. Cada registro deste arquivo corresponde a uma linha da superfície terrestre. Os campos destes registros são todos do mesmo tamanho e correspondem aos pixels. O valor armazenado em cada campo é proporcional à intensidade da REM, proveniente da parcela da superfície terrestre (FIGUEIREDO, 2005).

O tratamento de imagens digitais pode ser entendido como a rotulação (identificação) automática de todos os pixels contidos em determinada cena, em classes temáticas, segundo a ocupação do solo (MOREIRA, 2005).

O Processamento Digital de Imagens (PDI) é um conjunto de técnicas que tem como objetivos principais remover vários tipos de degradações e distorções inerentes aos processos de aquisição, transmissão e visualização das imagens coletadas, facilitando a extração de informações (SILVA, 1999).

Para Mascarenhas e Valasco (1984) apud Moreira (2005), o tratamento de imagens digitais, com a finalidade de identificar e extrair informações da imagem sobre fenômenos ou objetos do mundo real, e transformar a imagem de tal modo que as informações radiométricas contidas nelas sejam mais facilmente discrimináveis pelo analista.

A análise de dados digitais ocorre em três fases distintas (LIU, 2007):

- Pré-processamento: consiste na separação dos dados de satélites para a classificação, nessa fase empregam-se técnicas visando melhorar a qualidade dos dados, sendo as mais utilizadas: remoção de ruídos, realce de imagens, correção e retificação geométricas e registro; e redução da dimensionalidade;
- Transformação de dados digitais: para muitos dos objetivos da classificação de imagens de satélite no formato digital, o uso de dados espectrais transformados é, as vezes, mais conveniente do que trabalhar com os originais. Dentre os métodos para fazer a transformação de dados de satélite, os mais utilizados são: a rotação espectral, a restauração, a imagem NDVI e o modelo linear de mistura espectral;
- Classificação de imagens digitais: na classificação procura-se rotular cada pixel da imagem segundo a ocupação do solo, semelhante ao que se faz na abordagem visual. Para isso, utilizam-se programas apropriados, também denominados algoritmos de classificação ou

simplesmente classificadores. Dependendo do algoritmo utilizado neste procedimento, a classificação é dita supervisionada ou não-supervisionada, envolvendo duas fases distintas: o treinamento e a classificação propriamente dita.

Figueiredo (2005) diz que entre as aplicações do sensoriamento remoto em estudos para fins de levantamentos, monitoramento ou mapeamento, com uso de imagens de satélites, algumas etapas devem ser seguidas, entre elas: definição dos objetivos e da área de estudo, coleta de dados, escolha das bandas espectrais, definição da escala, aquisição de imagens e de outros produtos necessários, processamento (no caso de produtos digitais), análise e interpretação visual preliminar, trabalho de campo, processamento, análise e interpretação visual final, elaboração e impressão de mapas e relatório. O SR possibilita aplicações em inúmeras áreas: agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas, etc.

3.3 CARTOGRAFIA E A REPRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS

3.3.1 Cartografia

O conceito de Cartografia, hoje aceito sem maiores contestações, foi estabelecido em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), e posteriormente, ratificado pela UNESCO, no mesmo ano: “A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização” (IBGE, 1999).

Para Martinelli (1991) a Cartografia é a ciência da representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos naturais e sociais, suas relações e suas transformações ao longo do tempo, por meio de representações cartográficas - modelos icônicos - que reproduzem este ou aquele aspecto da realidade de forma gráfica e generalizada.

Os levantamentos executados na superfície terrestre por meio da Geodésia, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Topografia geram dados de

diversos interesses e para serem visualizados espacialmente são representados graficamente no plano, assunto este que caracteriza o objeto da Cartografia (GEMAEL, 1976, apud LOCH, 2006).

Inicialmente o objetivo da cartografia consiste na representação da superfície terrestre ou parte dela, de forma gráfica e bidimensional, que recebe o nome genérico de mapa ou carta (LOCH, 2006).

3.3.1.1 Sistema de Projeção Cartográfica

As projeções cartográficas podem ser definidas como a correspondência matemática entre as coordenadas plano-retangulares do mapa e as coordenadas esféricas da Terra (LIBAULT, 1975).

A representação da superfície curva terrestre sobre o plano é, indiscutivelmente, a alternativa mais utilizada em projeções cartográficas, pois possibilita a representação da topografia, geologia, pedologia, vegetação, etc. de uma determinada região. Além da representação gráfica, os mapas podem ser facilmente manipulados e atender a diferentes finalidades (SILVA, 1999).

O problema básico das projeções cartográficas é a representação de uma superfície curva em um plano. Em termos práticos, o problema consiste em representar a Terra em um plano. A forma de nosso planeta é representada, para fins de mapeamento, por um elipsóide que é considerada a superfície de referência a qual estão relacionados todos os elementos que desejamos representar (IBGE, 1999).

Podemos dizer que todas as representações de superfícies curvas em um plano envolvem: “extensões” ou “contrações” que resultam em distorções ou “rasgos”. Diferentes técnicas de representação são aplicadas no sentido de se alcançar resultados que possuam certas propriedades favoráveis para um propósito específico (IBGE, 1999).

Todas as projeções tratam as características da coordenada esferoidal como linhas de latitude paralelas ou meridianos convergentes em diferentes modos e nenhuma conseguem encontrar uma transformação perfeita. Os mapas podem ser categorizados pelas feições preservadas no processo de projeção. Podemos classificar as projeções de acordo com as propriedades que conservam e assim temos (SILVA, 1999):

- Projeções equidistantes: não apresentam deformações lineares em uma ou algumas direções;
- Projeções equivalentes (ou de igual área): não deformam as áreas, dentro de certos limites de extensão;
- Projeções conformes (ou ortomórficas): não deformam ângulos e, portanto, mantêm a forma, também dentro de certos limites de extensão;
- Projeções afiláticas: não conservam nenhuma propriedade, mas minimizam as deformações em conjunto.

Essas propriedades seriam facilmente conseguidas se a superfície da Terra fosse plana ou uma superfície desenvolvível. Como tal não ocorre, torna-se impossível a construção da carta ideal, isto é, da carta que reunisse todas as condições desejadas. A solução será, portanto, construir uma carta que, sem possuir todas as condições ideais, possuam aquelas que satisfaçam a determinado objetivo. Assim, é necessário ao se fixar o sistema de projeção escolhida considerar a finalidade da carta que se quer construir (IBGE, 1999).

3.3.1.2 Sistema de Projeção UTM

A projeção do belga Gerhard Kremer, conhecido como Mercator, publicada em 1569, além de possibilitar um enorme avanço na cartografia de sua época, em virtude de sua construção, que conseguiu trabalhar com paralelos retos e meridianos retos e equidistantes, acabou por ser utilizada até hoje. Essa projeção originou um sistema largamente aplicado em trabalhos cartográficos, sistema este conhecido como Sistema Universal de Mercator (UTM) (FITZ, 2008).

O sistema UTM adota uma projeção do tipo cilíndrica, transversal e secante ao globo terrestre. Ele possui sessenta fusos (zonas delimitadas por dois meridianos consecutivos), cada um com seis graus de amplitude, contados a partir do anti meridiano de Greenwich, no sentido oeste-leste, em coincidência com os fusos da CIM, percorrendo a circunferência do globo até voltar ao ponto de origem. Os limites de mapeamento são os paralelos 80° S e 84° N, a partir dos quais, acompanhando uma projeção estereográfica polar (FITZ, 2008).

Esse sistema adota coordenadas métricas ou plano-retangulares, com características específicas que aparecem nas margens das cartas, acompanhando uma rede de quadrículas planas (FITZ, 2008).

O cruzamento do equador com um meridiano padrão específico, denominado Meridiano Central (MC), é a origem desse sistema de coordenadas. Os valores das coordenadas obedecem a um sistema de numeração, a qual estabelece um valor de 10.000.000 m (dez milhões de metros) de referência, localizada sobre o equador terrestre, vão se reduzindo no sentido sul do equador. As coordenadas do eixo E (leste-oeste), contadas a partir do MC de referência, possuem valores crescentes no sentido leste e decrescentes no sentido oeste (D'ALGE, 2001).

Por ser constituído por uma projeção secante, no meridiano central tem-se um fator de deformação de escala $K = 0,9996$ em relação às linhas de secância, em que $k = 1$, que indicam os únicos pontos de deformação linear. Como há um crescimento progressivo após a passagem pelas linhas de secância, grandes problemas de ajustes podem vir a ocorrer em trabalhos que utilizem cartas adjacentes ou fronteiriças, ou seja, cartas consecutivas com MC diferentes. Assim, uma estrada situada em um determinado local numa carta pode aparecer bastante deslocada na folha adjacente (D'ALGE, 2001).

Para uma descrição eficaz a respeito da localização de pontos sobre a superfície terrestre, deve-se acrescentar ou o fuso ao qual se está referindo, ou o valor de seu meridiano central (D'ALGE, 2001).

3.3.2 Cartografia temática

O desenvolvimento científico do estudo da superfície terrestre e dos recursos naturais acarretou o surgimento da cartografia especializada, responsável pela elaboração de mapas com temas específicos, como mapas de uso do solo e da vegetação. Estes passaram a ser denominados mapas temáticos, por conter informações sobre um único tema (LOCH, 2006).

A cartografia temática representa uma solução analítica ou explicativa para os produtos cartográficos. Os mapas temáticos confeccionados são originados em geral de mapas pré-existentes, os mapas-base, fornecendo, através da utilização de simbologias diversas (FITZ, 2008).

Na elaboração de um mapa temático são estabelecidos limites a partir dos dados que lhe são pertinentes, não importando a forma pelas quais foram obtidos, nem como foram consagrados os elementos que são concernentes à ciência ou técnica do tema de estudo. São pertinentes à Cartografia Temática, quais as

características dos dados a serem representados, se são físicos e/ou estatísticos e a forma como estes devem ser graficamente representados e relacionados com a superfície da Terra (IBGE, 1999).

Martinelli (2003) apud Réus (2010) cita que os mapas temáticos representam muito mais do que apenas a posição dos objetos na superfície terrestre. Para Moura (1993) apud Moura (2003) esses, também são chamados *overlays, layerse data planes*, representam um sistema de resposta a perguntas, de embasamento das decisões e auxílio na resolução de problemas.

Os mapas temáticos ou de propósitos especiais são conceituados pela *International Cartographic Association* (ICA) como um produto cartográfico elaborado para expor feições ou conceitos particulares, envolvendo mapeamento de fenômenos físicos e culturais ou de idéias abstratas. Eles têm função de dizer o que, onde e, como ocorre determinado fenômeno geográfico, aplicando símbolos gráficos especialmente planejados para promover a compreensão de diferenças ou semelhanças pelo usuário ao qual é destinado (LOCH, 2006 apud RÉUS, 2010).

O objetivo da Cartografia Temática é como melhor proceder para que o mapa expresse os fatos e fenômenos, objeto do estudo relacionado ao tema. A ciência pertinente a um determinado tema visa o conhecimento da verdade desses fatos e fenômenos e à Cartografia Temática cabe demonstrá-lo graficamente, sendo, portanto um meio auxiliar dessa ciência (IBGE, 1999).

3.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) UTILIZADA PARA ANÁLISE DO TERRITÓRIO

3.4.1 SIG: Sistema de Informação Geográfica

Sistema de Informação Geográfica (SIG), do inglês GIS, são as ferramentas capazes de medir expectativas bem como tendências relacionadas ao campo de estudo que são usados em avaliação (MAFRA, 2010).

Segundo Brasil (2002) apud Santos (2011) diz que o SIG é um sistema que engloba programas, procedimentos e módulos, ou subsistemas, interados e projetados para dar suporte ao armazenamento, processamento, análise, modelagem e exibição de dados e/ou informações espacialmente referenciadas, constituídas numa única base de dados. Este sistema dispõe de um conjunto de

ferramentas e operações que permitam a integração e análise dos dados de maneira a transformá-los em informações úteis para tomada de decisões. Assim, geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim é utilizado para mapear e analisar os conflitos existentes entre os diversos usos e ocupação do solo e as Áreas de Preservação Permanentes.

Segundo Rocha (2002) define SIG como um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, processamento, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos.

No entanto, Silva (2007) diz que os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas que permitem armazenar, analisar, recuperar, manipular e manejar grandes quantidades de dados espaciais, originalmente essas ferramentas foram desenvolvidas para facilitar trabalhos cartográficos, mas estão sendo atualmente utilizados para inventários, estimativas, planejamento e modelagem.

Os SIG's permitem, assim, uma visão holística do ambiente e, através de análises sinópticas ou particularizadas, propiciam a aplicação de procedimentos heurísticos à massa de dados ambientais sob investigação (SILVA, 1999 apud ROCHA, 2002).

Conforme Stern et al (2005) apud Rauen (2011) afirma que a cartografia digital e os Sistemas de Informações Geográficas introduziram um avanço tecnológico na coleção e armazenamento de dados para inventários, monitoramento, análise e simulação ambientais. Os mapas temáticos, em formato digital, passaram a ser armazenados num SIG como uma série de camadas georreferenciadas, onde cada camada ou plano de informação contém os atributos de um fenômeno espacial, ou seja, uma camada para tipo de solo, outra para rede de drenagem, etc. Um banco de dados alfanumérico complementa as informações espaciais que podem ser analisadas através de superposição de camadas, modelagem, análise de rede, entre outros.

Segundo Elias (2005) apud Rauen (2011) diz que as aplicações do SIG incluem:

- Uso do Solo: identificação dos diferentes usos do solo e classes de cobertura;

- Mapeamento da vegetação: utilizando o sensoriamento remoto para gerar informações sobre a distribuição da vegetação do solo;
- Mapeamento da geomorfologia: é feita a discriminação das unidades de paisagem e as unidades de mapeamento são baseadas na litologia, no relevo, no padrão de drenagem, na vegetação natural e no uso da terra, juntamente com os elementos de imagem associados;
- Geologia e Hidrologia: interpretação preliminar de imagens de satélite para a demarcação dos limites litológicos, de lineamentos, e caracterização das diferentes unidades geomórficas.

Em termos gerais, dentro de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) de um SIG, concebe-se a existência de dois tipos de dados (FITZ, 2008):

- Representação Vetorial: a estrutura vetorial é composta por três primitivas gráficas (pontos, linhas e polígonos) e utiliza um sistema de coordenadas para a sua representação. Os pontos são representados por apenas um par de coordenadas, ao passo que linhas e polígonos são representados por um conjunto de pares de coordenadas;
- Representação Matricial ou Raster: essa estrutura de dados é representada por uma matriz com n linhas em m colunas, $M(n, m)$, na qual cada célula, denominada de *pixel* (elemento da imagem), apresenta um valor z que pode indicar, por exemplo, uma cor ou tom de cinza a ele atribuído. Produtos advindos do sensoriamento remoto, como imagens de satélite e fotografias aéreas digitais, além de mapas digitalizados, utilizam essa forma de armazenamento.

Para Rocha (2002) um SIG compreende quatro elementos básicos que operam em um contexto institucional:

- Hardware, isto é, a plataforma computacional utilizada;
- Software, ou seja, os programas, módulos e sistemas vinculados;
- Dados, a saber, os registros de informações resultantes de uma investigação; e
- Contudo, o elemento mais importante do SIG é o profissional, a pessoa responsável pelo seu projeto, implementação e uso.

Silva (2007) relata que atualmente, existe um grande número de Sistemas de Informações Geográficas, com características as mais variadas possíveis em

termos de tipos de estruturas de dados, modelos de banco de dados, sistemas de análises e outras. Apesar de possuírem habilidades diferentes, existem alguns módulos presentes na maioria destes programas.

O SIG, do ponto de vista prático, permite a análise conjunta de grande número de informações sobre o meio ambiente, bem como suas relações espaciais (MYERS et al, 1989 apud MATTOS; MIRANDA, 1997). Nessa perspectiva, difere-se dos outros sistemas disponíveis, sendo o mais adequado para análise espacial de dados geográficos (ROCHA, 2000 apud RÉUS, 2010).

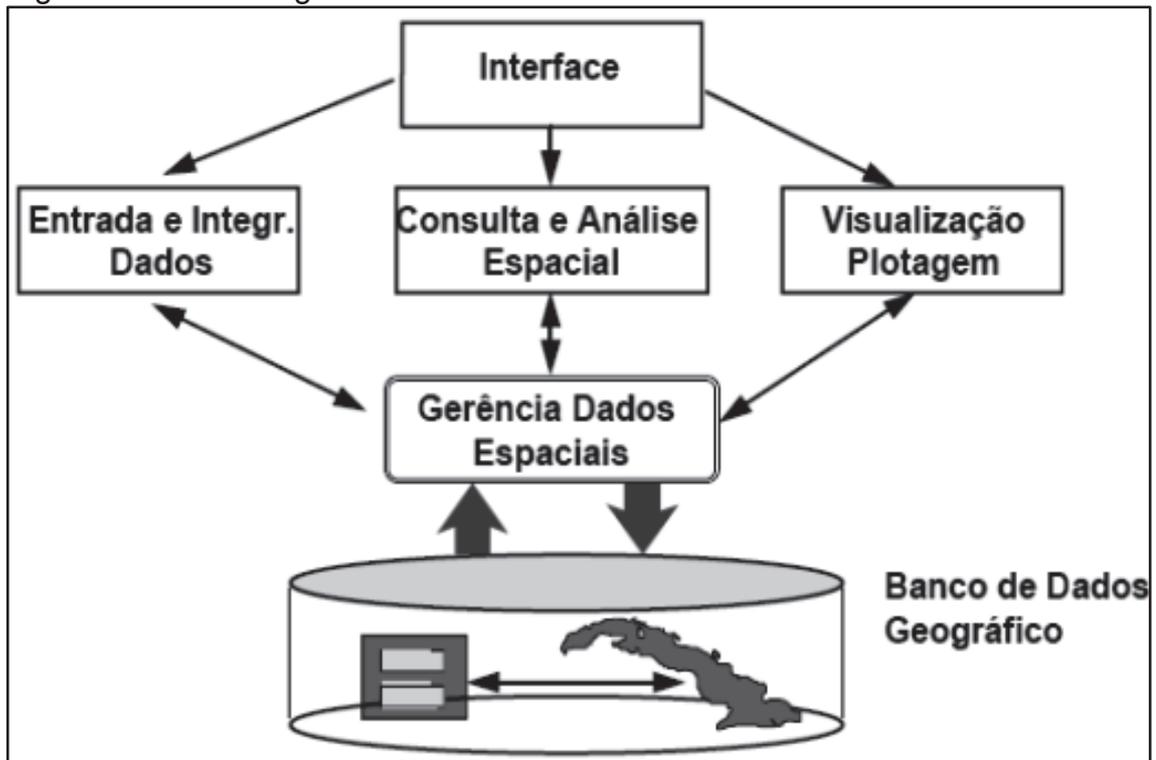
Martin (1996) apud Moura (2003) destaca que “a potencialidade inicial de um SIG, que é a de manipulação de complexo banco de dados cartográficos e alfanuméricos, não deve se destacar em relação à principal potencialidade do sistema, que é a análise espacial”.

Difícilmente existirá um SIG contendo um conjunto completo de funções de análise espacial. Muitas vezes é preciso fazer uma combinação de funções de SIG com outros sistemas. Nesse caso se enquadram os sistemas de análise estatística, modelagem matemática, geoestatística e outros (MIRANDA, 2005).

A sobreposição é importante pelo fato de a maioria das aplicações de informações geográficas integrarem dados de diferentes origens.

Geralmente, as operações de sobreposição são preferidas pela facilidade computacional com que são realizadas. A simplicidade do processo de sobreposição melhora a flexibilidade dessa operação. Quando dois (ou mais) mapas estão no mesmo sistema de referência, a célula torna-se o objeto base comum para ambos. Como cada célula de um plano de informação está co-referenciada com a mesma célula de um plano de informação diferente, não existe necessidade para o computador calcular referências. A Figura 1 indica o relacionamento dos principais componentes ou subsistemas de um SIG. Cada Sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa esses componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas devem estar presentes num SIG.

Figura 1 - Estrutura geral de um SIG.



Fonte: CÂMARA;QUEIROZ, 2000.

É indispensável citar que um SIG por si só não possui respostas prontas, nem se constitui numa panacéia para resolução dos problemas ambientais. Ele deve ser empregado como uma extensão do pensamento analítico, após o problema ambiental ter sido atenciosamente delineado, se constituindo numa ferramenta auxiliar para descrever e inferir (SILVEIRA, 2004 apud RÉUS, 2010).

3.4.2 Modelo Digital do Terreno - MDT

A técnica clássica de representação de relevo utilizada pelos profissionais da mensuração foi, durante muito tempo, o traçado manual de curvas de nível, a partir de um levantamento topográfico ou por meios fotogramétricos, com a determinação dos valores intermediários por simples interpolação linear. Com a introdução da informática para o tratamento dos dados em mensuração, surgiu uma nova técnica que permite a automatização desse procedimento. Essa nova técnica consiste na descrição matemática do terreno através de uma função de interpolação e recebeu o nome de Modelo Digital do Terreno (SILVEIRA, 1993).

Segundo Felgueiras (1998), um Modelo Numérico do Terreno é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial, que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre.

Segundo Madureira Cruz & Pina (1999) apud Rocha (2002), os modelos digitais são utilizados para se obter informações relevantes da superfície, sem a necessidade de se trabalhar diretamente nela. Estas informações podem ser de caráter qualitativo (visualização da superfície) ou quantitativo, englobando cálculos de áreas, volumes, curvas de isovalores e outros.

O processo de geração de um MDT consta de três etapas (ROCHA, 2002):

- Aquisição de Dados;
- Edição de Dados;
- Geração do Modelo Digital do Terreno.

Existem programas de MDT que trabalham apenas com um tipo de estrutura e outros que trabalham com as duas estruturas, permitindo a conversão entre elas. Dentre as diferentes aplicações possíveis com o uso de MDT podem se destacadas: Geração de mapas de contorno; Fatiamento em classes; Geração de mapas de declividade; Orientação das vertentes; Extração de padrões; Cálculo de áreas; Cálculo de volumes; etc.

3.4.3 Análise espacial

Bailey (1994), apud Rocha, (2004) define a Análise espacial como uma ferramenta que possibilita manipular dados espaciais de diferentes formas e extrair conhecimento adicional como resposta. Incluindo funções básicas como consulta de informações espaciais dentro de áreas de interesse definidas, manipulação de mapas e a produção de alguns breves sumários estatísticos dessa informação; incorporando também funções como a investigação de padrões e relacionamentos dos dados na região de interesse, buscando, assim, um melhor entendimento do fenômeno e a possibilidade de se fazer previsões.

Para Meneses et al (2006) a análise espacial apresenta duas vertentes principais, são elas: estatística espacial e geocomputação. A primeira gera modelos matemáticos de distribuição e correlação, os quais incorporam propriedades de significância e incerteza, resultantes da dimensão espacial. Já a geocomputação usa

técnicas de redes neurais, busca heurística e autômatos celulares para explorar grandes bases de dados e gerar resultados empíricos (não exatos) melhores que as técnicas convencionais, mas com ampla aplicabilidade prática. Estes instrumentos de análise espacial proporcionam maior confiabilidade aos resultados de investigações sobre a realidade modelada (CÂMARA, 2000).

O processo da análise espacial segundo Câmara et al (2004) compreende um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno. Os procedimentos iniciais da análise incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através de mapas. Essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificar observações atípicas não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em relação aos vizinhos e buscar a existência de padrões na distribuição espacial. Através desses procedimentos é possível estabelecer hipóteses sobre as observações, de forma a selecionar o modelo inferencial melhor suportado pelos dados.

A análise espacial num SIG pressupõe o conhecimento das relações espaciais entre as entidades geográficas fundamentais. A topologia é um conceito fundamental nos SIG, especialmente na análise espacial associada ao modelo vetorial de dados espaciais. É a topologia que define as relações espaciais entre os diferentes elementos gráficos (pontos, linhas, linhas e áreas), isto é, a posição relativa de cada elemento gráfico em relação aos restantes (CRUZ; CAMPOS, 2007).

Embora as aplicações de análise espacial nos SIG ainda sejam limitadas, estes sistemas dispõem de várias funções analíticas que servem à etapa exploratória ou descritiva do processo de análise espacial. (MENESES et al, 2006).

Segundo Aronoff (1989), existem quatro grandes categorias de funções a considerar na análise espacial em SIG:

- Funções de acesso ou pesquisa, classificação e medição: através deste conjunto de funções é possível ter acesso à informação gráfica e alfanumérica, possibilitando a realização de operações de Query-Display (pesquisa gráfica e pesquisa por atributos). Ao se efetuar um processo de análise espacial deste tipo só os atributos alfanuméricos podem ser criados e alterados;

- Funções de superposição de mapas (overlay): este tipo de função de análise espacial constitui, em termos estruturais, um processo semelhante à manipulação de dados relacionais em tabelas e permite a realização de análises segundo uma aproximação da álgebra booleana ou da teoria dos conjuntos;
- Funções de análise de vizinhança: neste grupo as operações usualmente mais desenvolvidas são as de pesquisa, topográficas e de interpolação. A definição de funções de vizinhança envolve a análise das características da área envolvente a um local específico. Neste caso, é necessário definir o domínio de aplicação e o tipo de função a aplicar numa sequência de análise específica;
- Funções de análise de conectividade: estas funções são características da modelagem de dados matricial e caracterizam-se por permitir a descrição e a modelagem de processos de difusão e influência espacial. Também neste caso é necessário definir o domínio da aplicação deste tipo de função em relação à vizinhança de células, recorrendo à topologia implícita de uma estrutura em quadrícula. A definição e a simulação de processos de movimento, difusão e acumulação têm de ser explicitadas na realização de uma operação de análise espacial.

Além das ferramentas definidas anteriormente, tem-se a ferramenta buffer que executa operações de busca de atributos de entidades pertencentes a uma camada geográfica específica, que estão localizados a uma determinada distância de entidade de referência. Por sua vez, a ferramenta *spatial join* consiste em operações espaciais realizadas com base no relacionamento topológico entre entidades geográficas de camadas diferentes (MILLER; SHAW, 2001 apud CRUZ; CAMPOS, 2007).

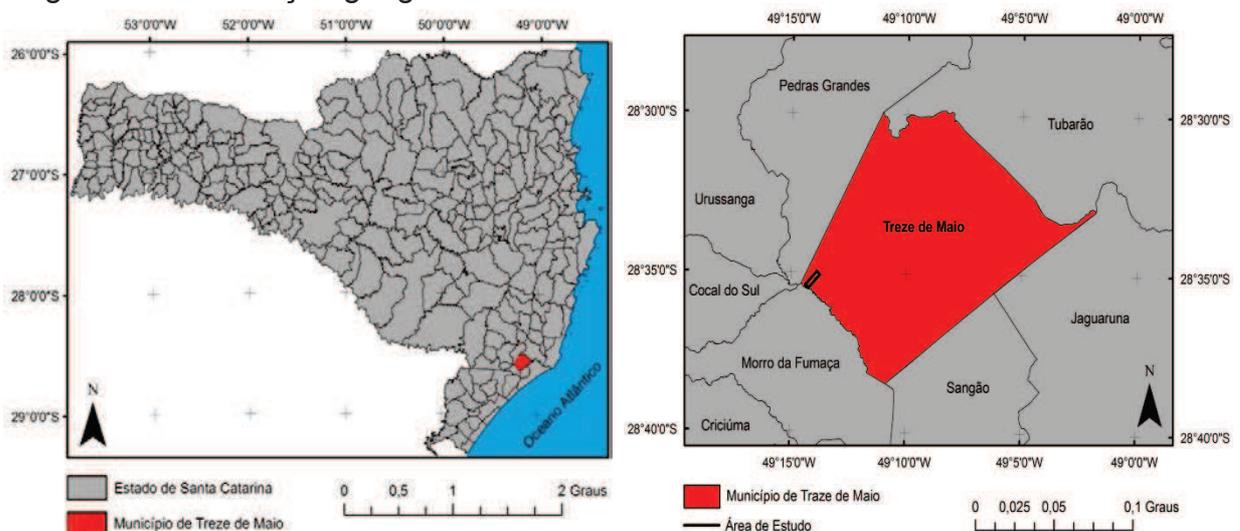
4 ÁREA DE ESTUDO

A área selecionada para a análise de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente compreende uma pequena propriedade rural localizada na localidade de São João de Urussanga Baixa, pertencente ao município de Treze de Maio, estado de Santa Catarina. A propriedade em questão ocupa uma área de 32,65 ha, referente à Matrícula nº 10.378 de 23 de julho de 1979, disponível no 2º Ofício do cartório de registro de imóveis e protestos da Comarca de Tubarão/SC.

Em relação à área de estudo, localiza-se na porção Norte a localidade de Ribeirão da Areia, pertencente ao município de Pedras Grandes (coordenas UTM 671.565 E / 6.838.727 N), ao Sul encontra-se a localidade de Estação Cocal pertencente ao município de Morro da Fumaça (coordenadas UTM 671.589 E / 6.835.377 N), a Leste encontra-se a sede da comunidade de São João de Urussanga Baixa inserida no município do presente estudo de caso (coordenadas UTM 673.249 E / 6.835.932 N), e na direção Oeste localiza-se a localidade de Águas Mornas pertencente ao município de Urussanga (coordenadas UTM 669.866 E / 6.838.114 N).

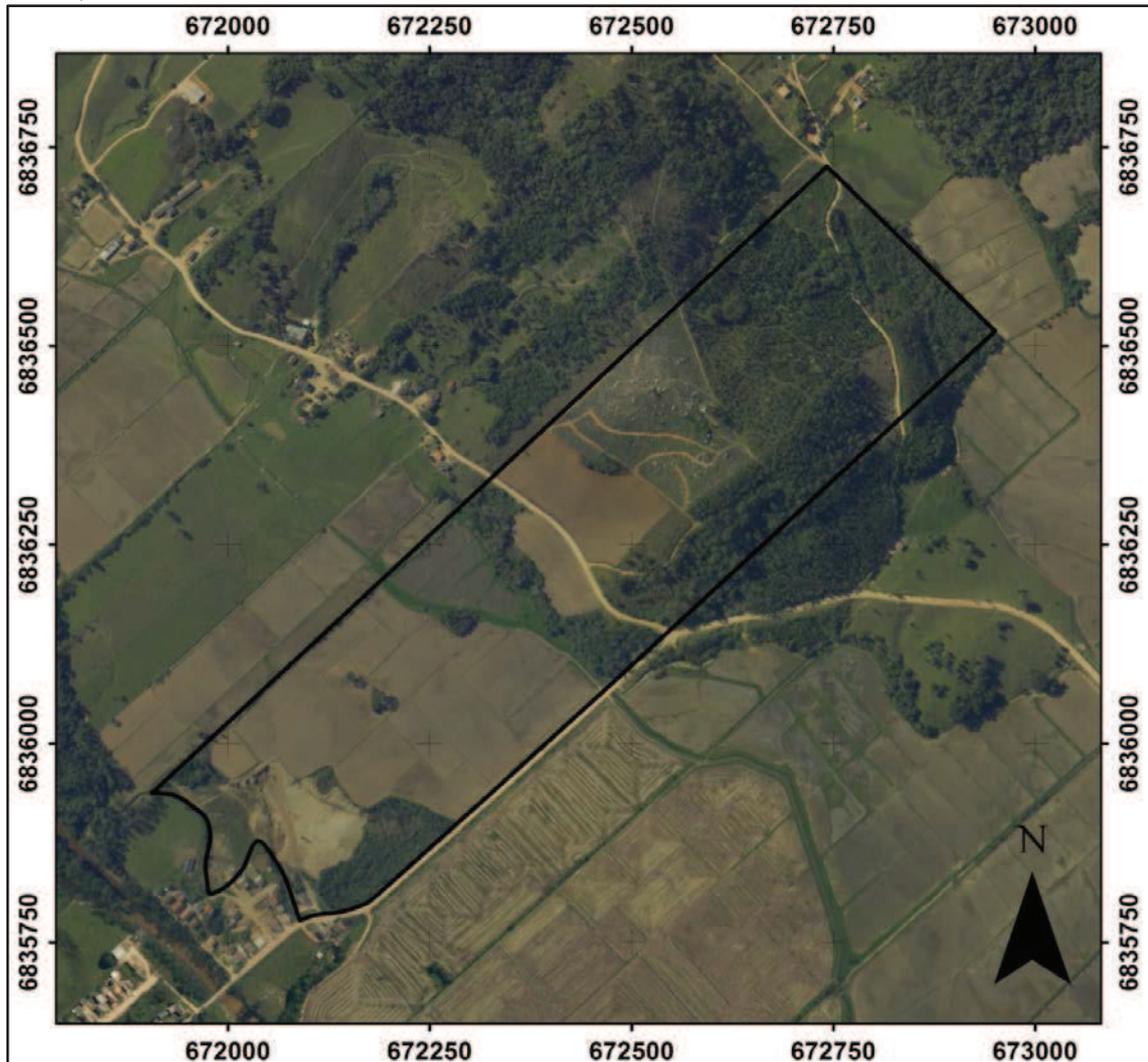
A Figura 2 identifica a localização geográfica da área de estudo em relação ao município de Treze de Maio, enquanto a Figura 3 representa a área de estudo.

Figura 2 - Localização geográfica da área de estudo.



Fonte: do autor, 2013.

Figura 3 - Área de estudo localizada na zona rural do município de Treze de Maio, SC.



Fonte: do autor, 2013.

A área de estudo foi escolhida pelo fato de já possuir um ponto de referência (marco) conhecido, bem como a poligonal dos limites, produto este de um levantamento topográfico realizado anteriormente. Vale ressaltar também, que a área é de fácil acesso e possui um alto nível de diversidades de ocupação e conflitos.

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Segundo informações obtidas pela Prefeitura Municipal de Treze de Maio (2013), as principais características físicas do município são:

- a) Relevo: a topografia do município é bastante acidentada com serras cristalinas, apresentando altitudes que variam entre 02 a 490 metros, a sede do município encontra-se a uma altitude de 190 metros acima do nível do mar;
- b) Clima: Mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 18,8°C;
- c) Hidrografia: a área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. O principal recurso hídrico da Bacia é o Rio Urussanga que se localiza ao sul (S) da área de estudo;
- d) Densidade demográfica: considerando a área total do Município que é de 180 km², a densidade demográfica de Treze de Maio é de 37,3 hab/km², que está próxima à média regional, atualmente, a população estimada do município é de 7.000 habitantes;
- e) Atividade econômica: as atividades agropecuárias e a extração da madeira de eucalipto representam as principais atividades geradoras de renda e de emprego do município. Na agropecuária destacam-se as seguintes atividades: arroz, milho, mandioca, fumo, batata, aves de corte, bovinocultura de leite e suinocultura.

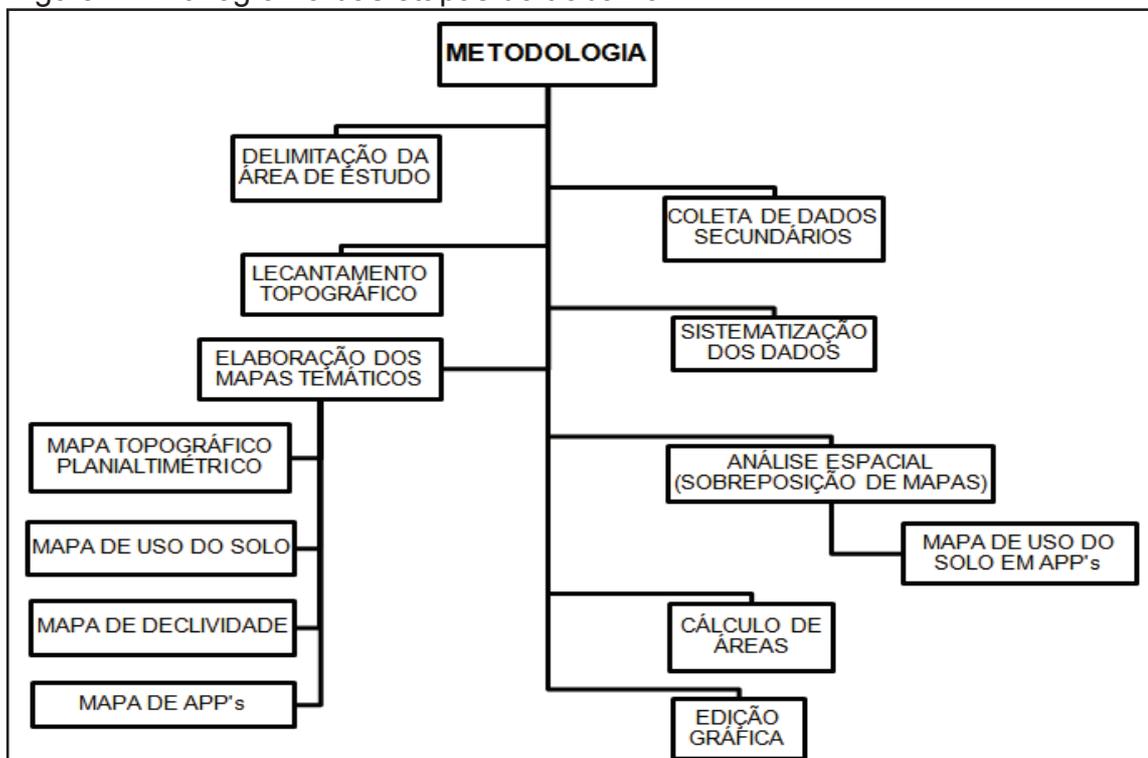
5 METODOLOGIA

Em síntese, a presente metodologia teve como objetivo analisar o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente de uma propriedade rural. Primeiramente definiu-se a área de estudo com intuito de realizar a coleta de informações e dados pré existentes da área. Outro fator de extrema importância para a realização do trabalho foi à execução do levantamento planialtimétrico a fim de identificar os recursos hídricos e a altimetria da área de estudo.

As Áreas de Preservação Permanente foram identificadas conforme Legislação Federal vigente, Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

Posteriormente foram elaborados os seguintes mapas: uso do solo, declividade, Áreas de Preservação Permanente e uso do solo em Áreas de Preservação Permanente. Através do produto dos mapas analisou-se a ocupação das áreas que legalmente deveriam estar em processo de preservação. A elaboração do trabalho seguiu as etapas dispostas na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma das etapas do trabalho.



Fonte: do autor, 2013.

5.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a delimitação da área de estudo utilizou-se como base uma pequena propriedade rural de São João de Urussanga Baixa, localidade pertencente ao município de Treze de Maio, estado de Santa Catarina. Devido ao fato desta propriedade estar atualmente em processo de desmembramento, os limites da área foram adquiridos através de um levantamento topográfico realizado anteriormente pelo proprietário.

5.2 COLETA DE DADOS SECUNDÁRIOS

Inicialmente foram definidos os dados necessários para a elaboração do trabalho, seguindo para sua pesquisa e aquisição de dados e informações junto a órgãos e instituições pertinentes. Os dados secundários são descritos no Quadro 01.

Quadro 01 - Descrição dos dados secundários coletados para a realização do trabalho.

Tipo	Referente a	Elaboração		Referência Espacial	Escala	Formato	Fonte
		Autor	Ano				
Mapa	Perímetro da área de estudo	LEGTOP	2010	SIRGAS 2000/UTM	1:1.000	DWG	LEGTOP
Mapa	Levantamento Planialtimétrico	Acadêmica de Eng. de Agrimensura	2013	SIRGAS 2000/UTM	-	DWG	Acadêmica de Eng. de Agrimensura
Ortofoto	Imagem aérea da área de estudo	SDS	2010/2011	SIRGAS 2000/UTM	1:10.000	TIFF	Prefeitura Municipal de Treze de Maio

Fonte: do autor, 2013.

5.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento realizado na área de estudo bem como o processamento dos dados obtidos foram elaborados com o auxílio de uma acadêmica do curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

O trabalho teve como objetivo a realização do levantamento planialtimétrico bem como a delimitação dos recursos hídricos identificados na área de estudo. Para a realização do levantamento topográfico foi utilizado à técnica de posicionamento RTK (*Real Time Kinematic*), equipamento com um receptor base

Topcon GR3 GNSS com controladora portátil. Seu posicionamento foi montado sobre um ponto de coordenadas conhecidas, de onde se gerou correções que foram enviadas via rádio frequência, ao receptor móvel (*rover*).

O ponto conhecido encontra-se instalado nas coordenadas UTM - *Datum* SIRGAS 2000, com as respectivas referências: 672.190,998 E / 6.836.071,82 N / H 14,502 m. O marco existente na área de estudo foi instalado pela empresa LEGTOP, localizada no Município de Criciúma, estado de Santa Catarina. Segundo informações do profissional responsável pela instalação, o marco teve como referência a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) de IMBT - Imbituba/SC. O memorial descritivo da estação maregráfica de Imbituba pode ser visualizado no anexo A. A Figura 5 identifica o equipamento utilizado para a realização do levantamento topográfico e a Figura 6 ilustra o marco geodésico existente na propriedade.

Figura 5 - Equipamento utilizado para a realização do levantamento topográfico.



Fonte: do autor, 2013.

Figura 6 - Marco de referência utilizado para o posicionamento do equipamento RTK.



Fonte: do autor, 2013.

Posteriormente, instalou-se a base nivelante sobre o marco com coordenadas conhecidas. Após a instalação, com o auxílio de uma trena mediu-se a altura da antena da estação Base, com a controladora externa foram realizadas as configurações no software *TopSurv* onde criou-se um novo arquivo de trabalho. Nesse arquivo foram inseridas as configurações do ponto de referência conhecido (nome do ponto, altura da antena, coordenadas e altitude), logo após habilitou-se a comunicação via *Bluetooth*.

Para a gravação das informações, foi necessário aguardar um tempo de aproximadamente 20 minutos para a memorização dos dados antes da inicialização das atividades. Para facilitar a sintonia de rede com os satélites, o receptor Base foi instalado em uma área a céu aberto. Posteriormente inicializou-se o receptor móvel (*rover*), conectando-o com a Base via *Bluetooth*.

Depois de se realizar todas as configurações de inicialização dos receptores, deu-se início a coleta dos pontos de cota por caminhamento através da técnica de posicionamento RTK (*Real-time Kinematic*).

No total foram coletados 675 pontos espalhados pela propriedade, em áreas planas realizou-se a coleta com equidistância de aproximadamente 50 x 50 metros e em áreas mais acentuadas de 20 x 10 metros.

Após a realização da coleta dos pontos, realizou-se a transferência dos mesmos para um computador com auxílio do software *Topcontools*. Posteriormente foram transferidas as coordenadas para o software *Topograph*, onde foi realizada a interpolação dos pontos, gerando-se curvas de nível com distância de 1 metro e 5 metros para as curvas mestres.

5.4 SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

O arquivo do limite da propriedade foi disponibilizado na forma de layer (*dwg*), em ambiente CAD, posteriormente foi transformado em arquivo shape (*shp*) para a elaboração dos mapas temáticos por intermédio do programa computacional ArcGIS, versão 9.3.

A imagem matricial, fundamental para a elaboração do trabalho, foi adquirida por intermédio de um ofício enviado a Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Treze de Maio. O arquivo foi disponibilizado em formato TIFF com referência horizontal SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). A imagem é produto do levantamento aerofotogramétrico do estado de Santa Catarina, realizado no ano de 2010.

Para a realização do levantamento e análises dos dados em campo, o proprietário da área de estudo foi contatado, e por intermédio de conversa verbal autorizou o acesso em toda a área.

5.5 ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Para a confecção dos mapas, adotou-se uma escala não usual de 1:6.000, visto que a área de estudo ocupa um pequeno espaço do território municipal, possibilitando a escolha de uma escala média. A escala utilizada foi determinada a ponto de melhor representar os detalhes da área de estudo na plotagem. A imagem aérea utilizada tem resolução espacial de 0,39 x 0,39 metros. Todos os arquivos de entrada utilizados para a criação dos mapas foi adotado o

Sistema Geodésico Brasileiro com rede de referência SIRGAS 2000. Os *softwares* utilizados para a produção dos mapas estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Caracterização dos *softwares* adotados para a elaboração dos mapas temáticos.

Software	Caracterização	Utilização
Microsoft Excel	Planilha eletrônica	Cálculo de áreas
AutoCAD Map 2012	Sistema CAD (Desenho Assistido por Computador)	Conversão de dados para SIG
ArcGIS 9.3	Sistema de Informações Geográficas	Elaboração dos mapas

Fonte: do autor, 2013.

Inicialmente foram elaborados os seguintes mapas temáticos: topográfico planialtimétrico, uso do solo, declividade, APP's e uso do solo em APP's.

5.5.1 Mapa topográfico planialtimétrico

O mapa topográfico planialtimétrico foi elaborado a partir dos dados coletados a campo por intermédio da técnica de posicionamento RTK (*Real Time Kinematic*). O levantamento realizado na área de estudo bem como o processamento dos dados obtidos foi elaborado com o auxílio de uma acadêmica do curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). O mapa topográfico planialtimétrico tem como objetivo a representação da altimetria do terreno bem como os recursos hídricos identificados na área de estudo.

Inicialmente, com o auxílio do software *Topcontools*, realizou-se o armazenamento dos dados coletados em um computador. Posteriormente transferiram-se as coordenadas para o software *Topograph*, onde foi realizada a interpolação dos pontos.

Após o processamento, realizou-se a conversão dos dados para o formato shape (*shp*) com intuito de criar o mapa em ambiente SIG. Em seguida com o auxílio do software ArcGIS 9.3 adicionou-se os seguintes *layers*: limite da área de estudo; curvas de nível com distância de 1 metro entre si e 5 metros entre as curvas mestras; faixas marginais do curso d'água natural sem denominação; e, o ponto onde se encontra a nascente, localizada ao norte (N) da área de estudo.

5.5.2 Mapa de uso do solo

Para a elaboração do mapa de uso do solo utilizou-se o método de fotointerpretação de imagens aéreas. Empregou-se a ortofoto do ano de 2010 da área de estudo para a delimitação dos diferentes usos em ambiente CAD. Segundo informações da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), o levantamento aerofotogramétrico do estado de Santa Catarina foi realizado entre os anos de 2010 e 2011.

Durante o processo de levantamento topográfico, toda a área foi percorrida e analisada, facilitando assim a interpretação das classes de uso do solo a serem representadas nos mapas. Após a identificação das classes, ficaram assim divididas: 1) agricultura; 2) área degradada; 3) recursos hídricos; 4) edificações; 5) malha viária; 6) mineração; 7) vegetação nativa; 8) vegetação rasteira; 9) vegetação exótica.

Para a identificação das classes de uso do solo alguns critérios foram utilizados: 1) na agricultura foram considerados todos os tipos de culturas existentes na propriedade (rizicultura e plantação de milho); 2) a área degradada foi determinada pelos locais com solo exposto e as áreas onde ocorreu desmatamento de vegetação exótica; 3) os recursos hídricos (curso d'água natural e nascente) foram delimitados pelo levantamento topográfico realizado na área; 4) as edificações se classificam em uma residência e um sistema operacional da Companhia Catarinense de água e Esgoto (CASAN), composta por 2 reservatórios d'água e uma casa de máquinas; 5) a malha viária é composta apenas pelas vias de uso público; 6) a lavra de céu aberto por escavação de argila representa a atividade de mineração; 7) a vegetação nativa foi delimitada apenas pelas áreas ocupadas com espécies predominantes da Mata Atlântica; 8) a vegetação rasteira identifica-se pelas gramíneas e ervas daninhas; 9) a vegetação exótica foi delimitado pelas plantações de eucaliptos.

Com as classes já definidas, foi criado um arquivo de feições (shapefile) para realizar a fotointerpretação da imagem através da digitalização vetorial interativa. Posteriormente foi criado um novo campo na tabela do shapefile para atribuir os valores de uso do solo das feições, preenchendo assim, os atributos das feições com os valores dos polígonos. Elaborou-se também um quadro de áreas com intuito de estratificar as classes de acordo com seu uso.

5.5.3 Mapa de declividade

O mapa de declividade foi elaborado através das curvas de nível com equidistância de 1m, produto do levantamento topográfico realizado na área, com objetivo de identificar as Áreas de Preservação Permanente de encostas ou parte destas com declividade de 45° e representar a altimetria da área de estudo.

Primeiramente realizou-se a conversão dos dados de altimetria para o formato *shp*, com intuito de criar um Modelo Digital do Terreno da propriedade através de dois mapas: a) Mapa de Hipsométrico, e b) Mapa de declividade.

Para criar o mapa de hipsometria utilizou-se a ferramenta 3D Analyst para habilitar as ferramentas necessárias. Com os dados da altura de cada curva de nível criou-se o mapa de classes hipsométricas, na qual o ArcGIS definiu aleatoriamente as cores e os intervalos das classes do mapa, posteriormente realizou-se a alteração dos números, intervalos e escala de cores e o recorte do mapa através dos limites da propriedade.

Para realizar a criação do mapa de declividade utilizou-se a ferramenta de análise tridimensional de declividade (SLOPE), na qual foi feito o mapa, definindo-se as classes e propriedades de simbologia. Posteriormente converteu-se o mapa de declividade para shape file e alterou-se manualmente as cores de cada classe, definindo-se uma rampa de cores de preenchimento que variou do amarelo até o marrom escuro. A classificação da declividade da área foi dividida em 4 classes: a) 0° a 10°; b) 10° a 15°; c) 15° a 30°; e d) 30° a 45°.

5.5.4 Mapa de Áreas de Preservação Permanente

Para a elaboração do mapa das Áreas de Preservação Permanente foi levado em consideração os elementos ambientais passíveis de preservação previstos em lei: a) curso d'água natural; b) nascente; c) declividade.

Para o entendimento e a delimitação das Áreas de Preservação Permanente em zonas rurais foi levada em consideração a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e suas alterações sancionadas na Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012: a) os imóveis rurais com área superior a 2 módulos fiscais e de até 4 módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas

faixas marginais em 15 metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) determina que o módulo fiscal para o município de Treze de Maio é equivalente a 14 ha. Todavia, notou-se que o curso d'água existente na área de estudo é objeto de preservação determinado por uma faixa marginal de 15 metros; b) segundo a Lei n° 12.651, Art. 4° diz que as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, devem ser preservadas no raio mínimo de 50 metros. Com tudo, considerou-se que a nascente localizada nas coordenadas UTM 672.749 E / 6.836.616 N é ambiente de preservação de um raio mínimo de 50 metros; c) a lei supracitada diz também que as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive devem ser consideradas Áreas de Preservação Permanente. Para efeito desta lei, analisou-se a inclinação do terreno e concluiu-se que em nenhum local da propriedade encontro-se área acima de 45°.

Para a elaboração do mapa de APP foram utilizados os dados do levantamento topográfico referente à localização dos recursos hídricos, o limite da propriedade existente e a ortofoto disponibilizada pela Prefeitura Municipal.

Primeiramente criou-se um projeto novo no ArcGIS 9.3 e atribuiu-se um o sistema de coordenadas, fez-se o mesmo com os arquivos de entrada: ortofoto georreferenciada, o polígono definidor da área de estudo e os recursos hídricos, produto do levantamento topográfico realizado. Em seguida, criou-se um arquivo de distância (Buffer) com raio de 50 metros para a nascente e 15 metros pra cada lado do curso d'água. Elaborou-se também um quadro de áreas com objetivo de calcular a somatória da área total ocupada pelas APP's bem com a proporção entre ambas.

5.5.5 Mapa de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente

Para a elaboração do mapa de uso do solo em APP realizou-se a sobreposição dos mapas de uso do solo e de APP, com objetivo de se analisar os conflitos existente nestas áreas.

Inicialmente criou-se um novo projeto e adicionou-se todos os arquivos correspondentes a sobreposição: dados raster, o polígono da área de estudo, as feições de uso do solo e as áreas de preservação permanente. Posteriormente, com o auxílio da ferramenta de recorte de mapas (*Clip*), recortou-se as feições de uso do

solo de modo a eliminar a parte externa dos limites das APP's. Com a finalidade de se determinar a área ocupada de cada classe de uso do solo dentro das Áreas de Preservação Permanente, em seguida gerou-se um quadro de áreas.

5.6 CÁLCULO DE ÁREAS

O cálculo de áreas foi efetivado automaticamente por uma ferramenta de análise estatística do software SIG a partir dos dados geométricos das feições modeladas nos mapas.

Após cálculo da área de cada polígono do mapa de uso do solo e APP foi gerado relatório das áreas, que importados no programa Microsoft Excel permitiu a sistematização do somatório das áreas de cada classe e elaboração do quadro de áreas respectivo a cada mapa temático.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A elaboração dos mapas temáticos teve como objetivo analisar o uso do solo em áreas de Preservação Permanente de uma propriedade rural. Nessa perspectiva, o mapa topográfico planialtimétrico serviu para representar a altimetria e os recursos hídricos do terreno. O mapa de uso do solo possibilitou extrair informações quanto à ocupação da terra pelo homem, bem como, a área utilizada em cada classe. O mapa de declividade priorizou-se em representar a topografia do terreno bem como identificar possíveis áreas com declividade superior a 45°. O mapa das Áreas de Preservação Permanente identificou e delimitou os locais de proteção da vegetação estabelecidos na Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. O mapa de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente, resultado da sobreposição dos mapas supracitados, quantificou as áreas e os usos do solo em locais que legalmente devem ser preservados.

6.1 MAPA TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO

O mapa topográfico planialtimétrico, Apêndice A, tem como objetivo representar a altimetria do terreno e os recursos hídricos identificados na área de estudo.

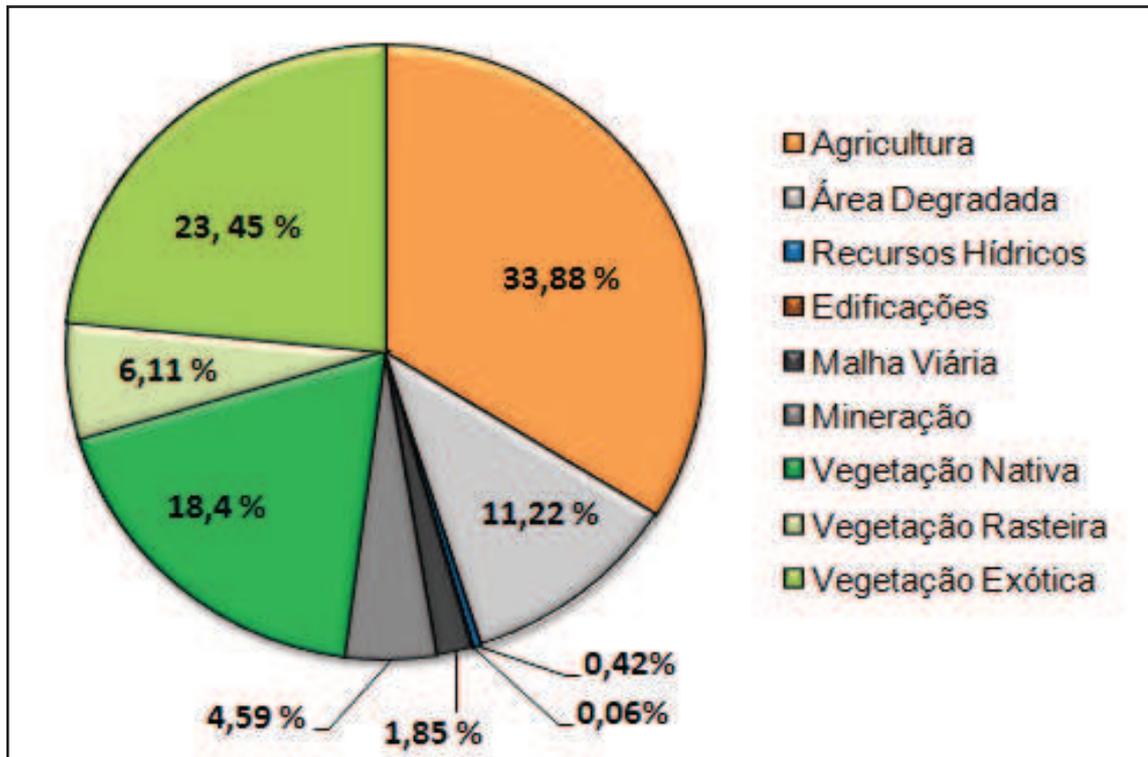
Em análise aos dados obtidos em campo, constatou-se que os recursos hídricos identificados na área de estudo, limitam-se apenas a uma nascente localizada na porção nordeste (NE), mais precisamente nas coordenadas UTM: 672751 E / 6836624 N; e a um curso d'água natural com aproximadamente 3 metros de largura que atualmente é muito usado para captação de água para abastecimento das lavouras de rizicultura da região.

Quanto à altimetria do terreno percebeu-se que o ponto mais elevado da propriedade encontra-se a 101 metros de altitude em relação ao nível do mar, onde atualmente encontra-se instalado o sistema operacional da Companhia Catarinense de água e Esgoto (CASAN). Em contra partida, o ponto identificado com menor elevação está localizado a 17 metros de altitude em relação ao nível do mar. A área mais plana da propriedade é ocupada principalmente pela agricultura, a área com maior elevação encontra-se ocupada em sua maior parte por reflorestamento e área degradada.

6.1 MAPA DE USO DO SOLO

O mapa de uso do solo, Apêndice B, determina a cobertura da terra em toda a área de estudo, ou seja, a evidência visível do seu uso. A Figura 7 apresenta a área, em termos de porcentagem, que cada classe identificada ocupa em relação à área estudada.

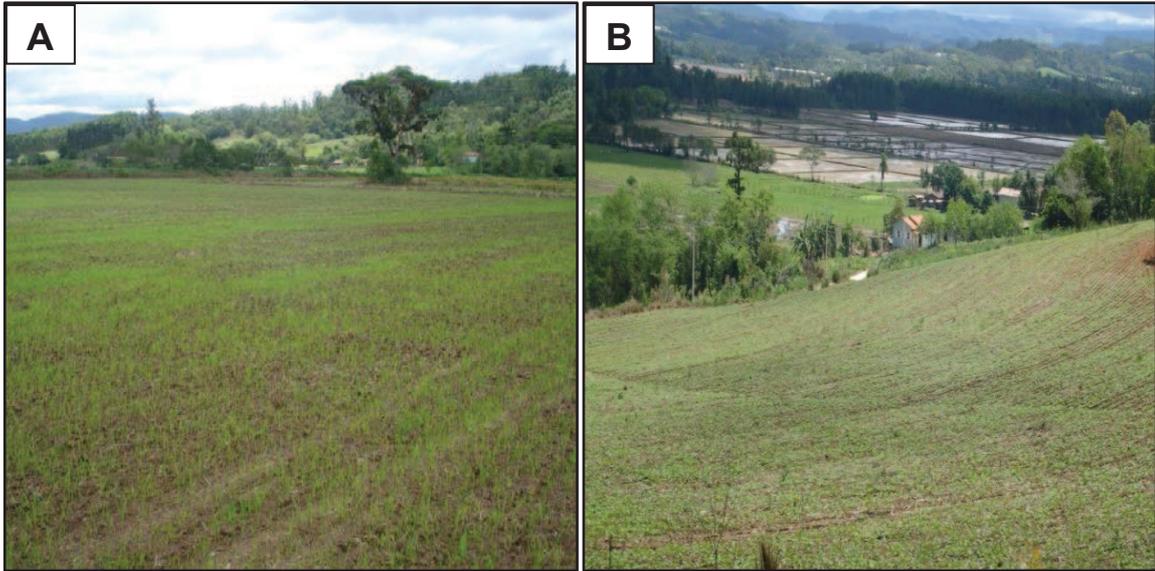
Figura 7 - Porcentagem das classes de uso do solo em relação à área de estudo.



Fonte: do autor, 2013.

A agricultura encontrada na propriedade ocupa uma parcela de 33,88 % da área total, ou seja, 11,06 ha são utilizados para as culturas de arroz e milho. A rizicultura ocupa a maior parte da área agricultável e está situada na porção sul onde o terreno favorece o plantio, a cultura de milho, utiliza uma pequena área da propriedade na porção norte, onde o declive do terreno é mais acentuado. A Figura 8 mostra as áreas agricultáveis encontradas na propriedade.

Figura 8 - Áreas agricultáveis encontradas na propriedade: A) Atividade de rizicultura; B) Plantação de milho em área com maior declividade.



Fonte: do autor, 2013.

As áreas degradadas encontradas no local originam uma área total de 3,66 ha, correspondente 11,22% da totalidade da propriedade. Essas áreas são formadas basicamente por dois processos: a) Após o desmatamento da vegetação exótica (eucalipto) a área foi incendiada e abandonada. Essa área está localizada na parte central e ocupa a maior parte da área degradada da propriedade; b) Devido à declividade encontrada na porção norte da propriedade, as atividades agrícolas foram encerradas. Notou-se que em nenhum dos dois casos citados foi realizado algum trabalho de recuperação para o restabelecimento das características originais da área. A Figura 9 representa as características das áreas degradadas identificadas na área de estudo.

Figura 9 - Área degradada ocasionada pelo desmatamento de vegetação exótica localizada na parte central da propriedade.



Fonte: do autor, 2013.

Os recursos hídricos identificados na área de estudo compreendem uma pequena parcela de ocupação da propriedade, apenas 0,42%, o que corresponde a 0,14 ha da área total. Os recursos hídricos identificados nos limites da área de estudo são: a) curso d'água natural perene que atravessa toda a propriedade no sentido oeste (W) - leste (E), no qual já foi alvo de obras de retificação e dragagem com objetivo de aumentar a vazão devido à demanda utilizada para as atividades de rizicultura, principal atividade econômica da região; b) nascente que apresenta perenidade localizada na parte norte (N) da propriedade. A Figura 10 mostra os recursos hídricos identificados na área de estudo.

Figura 10 - A) Curso d'água natural perene que atravessa a propriedade no sentido oeste (W) - leste (E); B) Nascente d'água, localizada na parte norte (N) da propriedade.



Fonte: do autor, 2013.

As edificações inseridas na área de estudo compreendem apenas uma casa residencial localizada na porção sul (S) da propriedade e um sistema operacional da Companhia Catarinense de água e Esgoto (CASAN), composta por 2 reservatórios d'água e uma casa de máquinas, localizado na parte mais elevada da propriedade, que tem a função de armazenar, tratar e distribuir água potável para toda a população da comunidade local. A área ocupada pelas edificações corresponde a 0,06% da área total da propriedade, equivalente a 200,15 m² de área construída. A Figura 11 ilustra as construções inseridas na área de estudo.

Figura 11 - Edificações localizadas na propriedade: A) Residência; B) Reservatório de armazenamento de água e casa de máquinas que tem como função armazenar, tratar e distribuir a água para a comunidade local



Fonte: do autor, 2013.

A malha viária corresponde apenas às vias de circulação e acesso de domínio público, ocupam um espaço de 1,85% da propriedade, que corresponde a

0,60 ha. Todas as vias encontram-se em bom estado, exceto a via de acesso ao sistema operacional da CASAN que tem o menor fluxo de veículos. As duas vias que cruzam a propriedade não são pavimentadas. A Figura 12 representa as vias inseridas na área de estudo.

Figura 12 - Vias de domínio público localizadas na área de estudo: A) Estrada não pavimentada localizada na porção Norte (N) da propriedade; B) Estrada de acesso ao sistema Operacional de distribuição de água da CASAN, localizado no interior da propriedade.



Fonte: do autor, 2013.

A mineração encontrada no local foi realizada através do método de lavra a céu aberto por escavação de argila, atualmente a cava encontra-se abandonada e está delimitada por uma área de 1,50 ha, correspondente a 4,6% da totalidade da área de estudo. A Figura 13 representa a situação atual da antiga cava de extração.

Figura 13 - Antiga lavra a céu aberto para escavação de argila localizada na porção sul (S) da propriedade.



Fonte: do autor, 2013.

A vegetação encontrada em diversos pontos da propriedade, foi classificada em 3 classes de ocorrência: vegetação nativa, vegetação rasteira e vegetação exótica.

A vegetação nativa compreende as áreas ocupadas com espécies predominantes da Mata Atlântica. Essa classe detém uma área de 6,00 ha, equivalente a 18,4% da área total da propriedade.

Para a avaliação da vegetação rasteira foram consideradas as áreas com gramíneas e ervas daninhas, dentre a classificação das vegetações, esta classe detém a menor área de ocupação, 6,11%, ou seja, aproximadamente 2 ha da propriedade são ocupados pela vegetação rasteira.

Entretanto a vegetação predominante na área de estudo é representada pela vegetação exótica, a única espécie identificada é do gênero eucaliptos, que atualmente se encontra em diferentes fases de crescimento. O plantio ocupa uma área de 7,65 ha, equivalente a 23,45% da área total da propriedade. A Figura 14 representa a vegetação rasteira encontrada na propriedade, por intermédio da Figura 15, pode-se observar as características da vegetação nativa por espécies de

grande porte, e a Figura 16 representa parte da área com reflorestamento de espécies exóticas.

Figura 14 - Características da vegetação rasteira encontrada na porção sul (S) da área.



Fonte: do autor, 2013.

Figura 15 - Vegetação nativa, representada por espécies de grande porte, localizada na faixa marginal do curso d'água.



Fonte: do autor, 2013.

Figura 16 - Área com vegetação exótica.



Fonte: do autor, 2013.

6.2 MAPA DE DECLIVIDADE

O mapa de declividade, Apêndice C, tem como objetivo apresentar as inclinações do relevo, principalmente, identificar as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

Em análise ao levantamento altimétrico realizado na área de estudo, por intermédio das curvas de nível, constatou-se que em nenhum ponto da propriedade há ocorrência de declividade superior a 45°, ou seja, a área em questão, objeto do presente estudo de caso, não possui Áreas de Preservação Permanente ocasionadas pela declividade do terreno.

A classe com menor declividade (0° a 10°) se encontra atualmente com a maior área, ocupada pela agricultura. A Figura 17 ilustra uma vista geral da área de estudo, no sentido nordeste (NE) - sudoeste (SW).

Figura 17 - Vista geral do relevo da área onde se localiza a propriedade.



Fonte: do autor, 2013.

A segunda classificação com maior área de surgência (30° a 45°) delimita-se pela região mais elevada da propriedade, onde ocorrem áreas de reflorestamento com espécies exóticas. As demais classificações, delimitadas pelas

declividades de 10° a 30°, são em sua maioria, ocupadas por vegetação nativa, plantação de milho e áreas degradadas.

6.3 MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O mapa de Áreas de Preservação Permanente, Apêndice D, delimita as faixas que devem ser preservadas, especificadas na Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012. Essas áreas têm função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

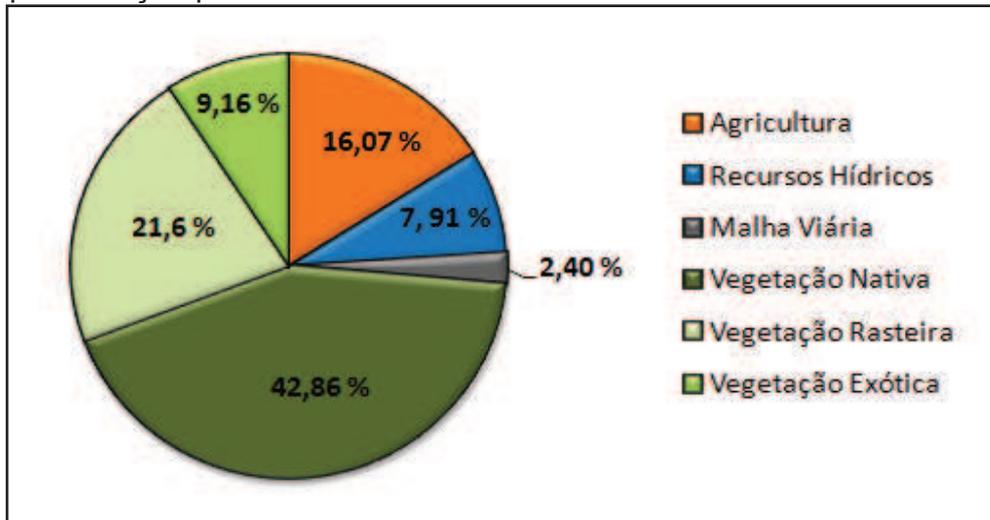
As Áreas de Preservação Permanente identificadas na área de estudo ocupam uma área total de 1,74 ha, equivalente a 5,34 % da área total da propriedade que é de 32,65 ha. Essas áreas foram delimitadas a partir dos seguintes recursos hídricos: a) Uma faixa marginal de 15 metros desde a borda da calha do leito regular do curso d'água natural perene que cruza toda a propriedade no sentido oeste-leste, este curso tem aproximadamente 2 metros de largura e 1 metro de profundidade. Esta faixa corresponde a 55,12 % da totalidade das Áreas de preservação Permanente localizadas na área de estudo, correspondente a 0,96 ha; b) Área em torno de nascente perene, no raio de 50 metros, localizada na porção norte da propriedade, mais precisamente nas coordenadas UTM 672.749 E / 6.836.615 N. Essa área corresponde a 44,88 % da totalidade das Áreas de preservação Permanente localizadas na área de estudo, correspondente a 0,78 ha.

Vale ressaltar que a propriedade de estudo não apresentou áreas de Preservação permanente ocasionadas por encostas ou parte destas com declividade superior a 45°.

6.4 MAPA DE USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O mapa de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente, Apêndice E, identifica os tipos de classes e os conflitos existentes nessas áreas. A Figura 18 identifica, em termos de porcentagem, a ocupação de cada classe de uso do solo dentro das Áreas de Preservação Permanente.

Figura 18 - Porcentagem das classes de uso do solo em áreas de preservação permanente.



Fonte: do autor, 2013.

O uso do solo em Área de Preservação Permanente é em sua maior parte, composto por vegetação nativa de médio e grande porte, 42,86% das APPs identificadas na área de estudo encontra-se devidamente preservada, correspondente a uma área de 0,74 ha.

A vegetação rasteira localizada nas APPs foi interpretada de forma benéfica para a recuperação do ambiente local, devido ao processo de sucessão secundária que propicia condições favoráveis para a ocupação de novas espécies nativas ao longo do tempo. A vegetação rasteira ocupa 21,6% das APPs, equivalente a uma área de 0,37 ha.

Em análise, pode-se dizer que aproximadamente 64,46 % da ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente não se encontram em processo de conflito com os recursos hídricos identificados na área de estudo.

Entretanto, pode-se dizer que 35,54% do uso do solo em APPs são conflitantes, equivalente a uma porção de 0,63 ha. Desta área, estão inseridas as respectivas classes: a) Agricultura que detém a maior área de conflito referente a ocupação do solo, com 16,07%, correspondente a 0,10 ha; b) 9,16 % com vegetação de reflorestamento de espécie exótica, equivalente a uma área de 577 m²; c) Recursos hídricos identificados por nascente e curso d'água que ocupa um espaço total de 7,91% do uso do solo em APPs, compatível a 498,3 m²; d) Por fim, a classe que menos oferece conflito as APPs identificadas na área de estudo é a malha viária, com 2,40%, equivalente a 418m². Porém, a malha viária em conflito

identificada, se limita a APP referente à nascente, localizada na porção norte da propriedade.

7 CONCLUSÃO

A metodologia aplicada ao trabalho realizado foi de extrema importância para a preservação ambiental da área, a fim de se analisar o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente de uma propriedade rural.

Em análise, a área escolhida para a elaboração do trabalho ofereceu um nível elevado de diversidades de classes de uso do solo, visto que a topografia do terreno é propícia para tal situação. A propriedade em questão é composta por uma área útil de 326.521,259 m², dos quais, 75,74 % são ocupadas pela agricultura, reflorestamento e vegetação nativa.

Levando-se em consideração a declividade da área de estudo, produto do levantamento topográfico realizado a partir do marco existente com coordenadas conhecidas, constatou-se que a propriedade não possui encostas ou partes destas com declividade superior a 45°. A maior parte da área é ocupada por planície com declividade entre 0 e 10°.

Em relação às Áreas de Preservação Permanente identificadas, constatou-se que a área escolhida é pouco relevante, possuindo apenas áreas de preservação de curso d'água natural e uma nascente localizada na porção norte (N) da propriedade, limitando-se assim o número de áreas que legalmente devem ser preservadas.

Contudo, o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente ficou limitado a um raio de 50 metros entorno da nascente, visto que sua maior parte está preservada por vegetação nativa. Em relação à faixa marginal de 15 metros a partir da borda da calha do leito regular em ambas as partes do curso d'água, apresentou a APP com maior ocupação, causada principalmente pela vegetação rasteira e a agricultura.

A fim de preservar os recursos hídricos locais, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações locais, é essencial que o responsável pela propriedade tome medidas de adequação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente identificadas na área de estudo. É necessário realizar a supressão da vegetação exótica bem como restringir as áreas agricultáveis inseridas dentro das APP's a fim de diminuir os conflitos existentes. Posteriormente faz-se necessário a construção do solo por intermédio de adubação e calagem com intuito de devolver

ao solo suas características originais com o objetivo de revegetar a área com espécies nativas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Tati de (Org.); MENESES, Paulo Roberto (Org.). **Introdução ao processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: CNPq, 2012. 266 p. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em: 28 ago. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994. 35p.
- BRASIL. República Federativa do. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Brasília: D.O.U, 25 maio de 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em 13 de set. 2013.
- BRASIL. República Federativo do. Lei nº 12.727, de 17 de Outubro de 2012. **Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília: D.O.U, 18 outubro de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: 16 out. 2013.
- CÂMARA, Gilberto. As Roupas novas do Imperador (Parte II). Portal Mundo GEO. Geo informação para todos, Curitiba: **InfoGEO**, 13 Jun. 2000. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2000/06/01/as-roupas-novas-do-imperador-parte-ii/>>. Acesso em: 12 set. 2013.
- CÂMARA, Gilberto et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004, 26 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.
- CÂMARA, Gilberto; QUEIROZ, G. R. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. In: CÂMARA, G., MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. (editores). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2004.
- CHAGAS, Carlos Braga. **Astronomia geodésica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério do Exército, [19__]. 370 p.
- CRUZ, Isolina; CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Análise Espacial em Transportes, Meio Ambiente e**

Ocupação do Solo. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia. Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção, 24 abr. 2007. 12 f. Disponível em: <<http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/%2815%29SIG-AE2.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2013.

CASACA, João Martins; MATOS, João Luís de; DIAS, José Miguel Baio. **Topografia Geral.** 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 208 p.

DUARTE, Paulo Araújo. **Fundamentos de cartografia.** 3.ed. Florianópolis: UFSC, 2006. 208 p.

D'ALGE, Júlio César Lima. **Cartografia para Geoprocessamento.** São Paulo: INPE, 2001. 32 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap6cartografia.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

FAGGION, Pedro Luis; VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig. **Fundamentos de Topografia.** Paraná: UFPR, 2012. 272 p. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2013.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem Numérica do terreno.** In: CÂMARA, G. & MEDEIROS, J.S. Gis para Meio Ambiente, GIS Brasil 98, Curitiba, PR, 1998, p. 79-115.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** 2005. 30 p.

FITZ, Paulo Roberto. **Cartografia básica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 143 p.

FITZ, Paulo Roberto. . **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p.

FRANÇA, Franciney Carreiro; SAUER, Sérgio. CÓDIGO FLORESTAL: história, características e propostas de mudanças. **Caderno CRH.** Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. Salvador, v. 25, n° 65, mai./ago. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010349792012000200007&lang=pt>. Acesso em: 15 out. 2013.

GEMAEL, Camil. **Introdução à Geodésia Física.** Curitiba, PR: UFPR, 1999. 304 p.

IBGE Departamento de Cartografia. **Noções básicas de cartografia.** Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130 p.

LIBAULT, A. **Geocartografia.** São Paulo:Nacional/Edusp, 1975.

LIU, William Tse-Horng. . **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Campo Grande: Uniderp, 2007. 881p.

LOCH, Ruth E. Nogueira. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: UFSC, 2006. 314 p.

MACHADO, Ronalton Evandro. **Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento**. 2002. 166f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Área de concentração: Irrigação e Drenagem – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MAFRA, Robson Manoel Andrade. **SIG: Origem e Implantação**. 2010. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) Faculdade da Cidade de Santa Luzia, Santa Luzia. Disponível em: <http://www.facsal.br/portal/images/monografias/sistemas_de_informacao/sig.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2013.

MARTINELLI, Marcello. **Curso de cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 1991. 180 p.

MATTOS, Cristina; MIRANDA, Evaristo Eduardo de. SIG para o meio ambiente: aplicações no Nordeste do Brasil. Im: Encontro de usuários de geoprocessamento, Recife/PE, **Anais...** Recife: Embrapa-NMA, 1997. 15p.

MCCORMAC, Jack C. **Topografia**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 391 p.

MENESES, Hamifrancy Brito; CARVALHO Luís Eduardo Ximenes; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. **TRANSCOOT: uma interface lógica para modelar e georeferenciar dados dinâmicos do tráfego urbano. Sinal de trânsito: Engenharia, Operação e educação de trânsito**. Universidade Federal do Ceará: Departamento de Engenharia de Transportes. 12 fev 2006. Disponível em: <<http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/transcoot.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2013.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 425p.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 320 p.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 2. Ed. Belo Horizonte: ed. do autor, 2005. 294 p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher, 1989. 308 p.

PRAES, Elaine Oliveira. **Código Florestal Brasileiro: evolução histórica e discussões atuais sobre o novo código florestal**. In: VI COLÓQUIO INTERNACIONAL, 2012, Sergipe. **Anais...**Sergipe: 2012. Disponível em: <http://www.educonufs.com.br/cdvicolquio/eixo_19/PDF/20.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TREZE DE MAIO. **Aspectos Geográficos**. Treze de Maio, 2013. Disponível em:
<<http://www.trezedemaio.sc.gov.br/conteudo/?item=13408&fa=10216#>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

RAUEN, Vanessa Amadi Barros. **Uso de SIG na delimitação de Áreas de Preservação Permanente e no mapeamento do uso e ocupação do solo na Bacia do Ribeirão Pirai - SP**. 2011. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em:
<<http://www.ens.ufsc.br/principal/pdfs/630779c727d08d774d41e0625b4c128a91d4c19.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

RÉUS, Mariá Silva. **Análise do conflito do uso do solo como ferramenta para o planejamento ambiental empregando técnicas de geoprocessamento: estudo de caso : Lagoa do Faxinal, Içara, SC**. 2010. [140] f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. 2.ed., Juiz de Fora, MG: ed. do autor, 2002. 219 p.

ROCHA, M. M. Modelagem da Dispersão de Vetores Biológicos com emprego da Estatística Espacial, Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia-IME, Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, Luiz Cláudio. **Estudo sobre a Área de Preservação Permanente da Cidade de São João Del Rei**. 2011. 30 f. Monografia (Requisito parcial para a obtenção da Graduação em Geografia, modalidade Bacharelado) – Universidade Presidente Antônio Carlos, Brabacena. Disponível em:
<<http://www.unipac.br/bb/tcc/tcc-80368840e58110b2299efd2ef73bce6e.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2013.

SILVA, Ardemiro de Barros. **Sistemas de informações geo-referenciadas conceitos e fundamentos**. São Paulo: UNICAMP, 1999. 236 p.

SILVEIRA, L. C. **Cálculos Geodésicos no Sistema UTM aplicados à Topografia**. 2. ed. Criciúma, Livraria Luana, 1993.

SILVA, Reginaldo Macedônio. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações**. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2007. 176 p.

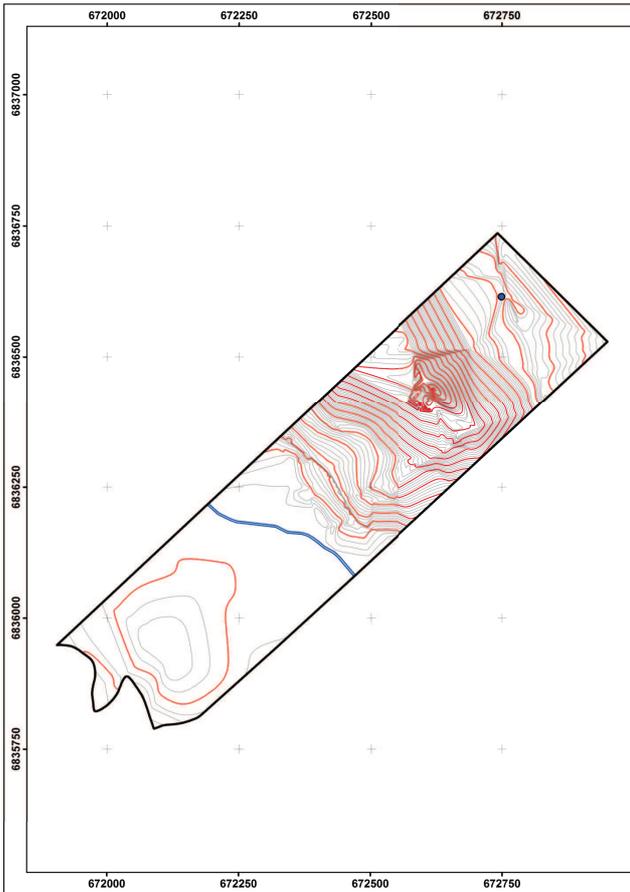
STEFFEN, C.A.; GAMA, F.F.; NOVO, E.M.L.M. **Teste operacional de aquisição de dados aerotransportados - SADA**, o experimento de Barra Bonita. São José dos Campos, SP: INPE, 1992.

ZANATA, Juliana Marina et al. Análise do uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente da microbacia ribeirão bonito, apoiada em técnicas de geoprocessamento. **Revista Geonorte**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 1262-1272, 2012. Disponível em:

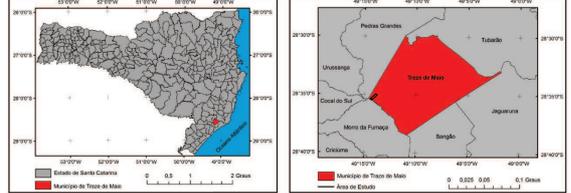
<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_%28AN%C3%81LISE%20DO%20USO%20E%20OCUPA%C3%87%C3%83O%20DO%20SOLO%20NAS%20%C3%81REAS%20DE%20PRESERVA%C3%87%C3%83O%20PERMANENTE%20DA%20MICROBACIA%20RIBEIR%C3%83O%20BONITO,%20APOIADA%20E%29.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2013.

APÊNDICE(S)

APÊNDICE A – Mapa topográfico planialtimétrico



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Limite da Área de Estudo
- Nascente
- Curso D'Água
- Curvas de Nível Mestras (5 metros)
- Curvas de Nível (1 metro)

Mapa Topográfico Planialtimétrico elaborado a partir do Levantamento realizado na área de estudo

Referência Horizontal: SIRGAS 2000
(Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
Sistema de Projeção Cartográfica - UTM fuso 22 S
(Universal Transverso de Mercator))



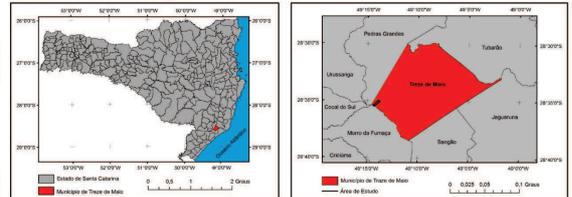
MAPA TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO

	UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE Curso de Engenharia Ambiental			APÊNDICE A
	DESENHO	ESCALA	ACADÊMICO	
FOLHA	DATA	ORIENTADOR		
297 x 420 mm	Outubro/2013	Fabiano Luiz Neris		

APÊNDICE B - Mapa de uso do solo



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Nascente
- Limite da Área de Estudo

LEGENDA

- Agricultura
- Área Degradada
- Curso D'Água
- Edificações
- Malha Viária
- Mineração
- Vegetação Nativa
- Vegetação Rasteira
- Vegetação Exótica

QUADRO DE ÁREAS

USO	ÁREA (m ²)	%
Agricultura	110644,42	33,89
Área Degradada	36632,59	11,22
Curso D'Água	1381,01	0,42
Edificações	200,15	0,06
Malha Viária	6046,51	1,85
Mineração	14997,32	4,59
Vegetação Nativa	60078,8	18,40
Vegetação Rasteira	19962,92	6,11
Vegetação Exótica	76577,55	23,45
TOTAL	326521,26	100,00

Mapa de uso do solo elaborado a partir da fotointerpretação de ortofotos de 2010, provenientes do planejamento do governo do estado de Santa Catarina.
 Fonte: Prefeitura Municipal de Treze de Maio.

Referência Horizontal: SIRGAS 2000
 (Sistema de Referência Geodésico para as Américas)
 Sistema de Projeção Cartográfica - UTM fuso 22 S
 (Universal Transverso de Mercator)

ESCALA GRÁFICA



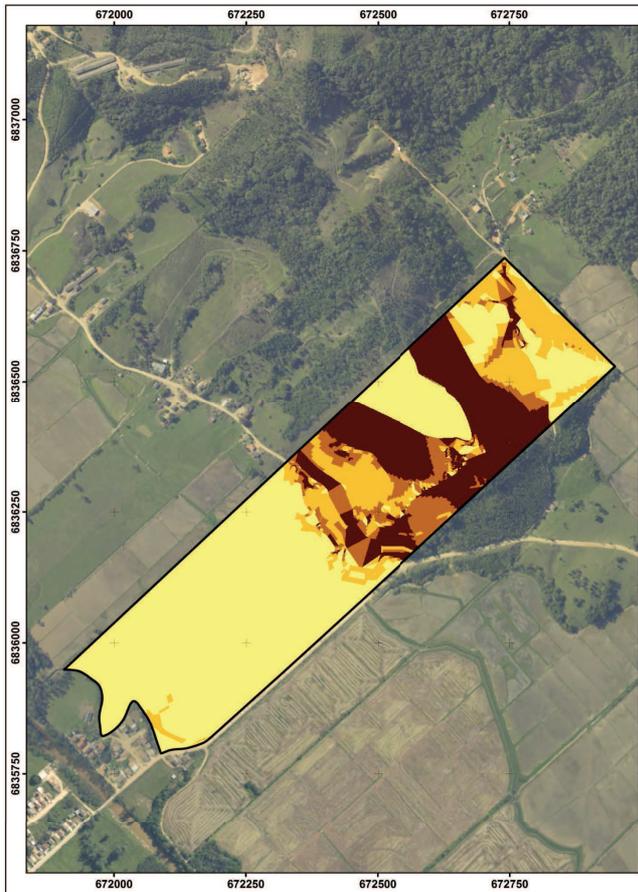
MAPA DE USO DO SOLO



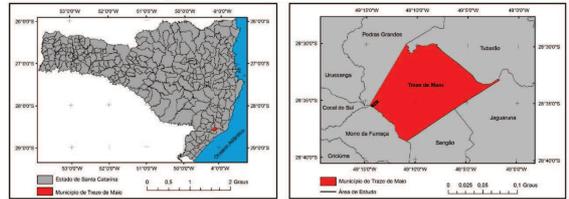
UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
 Curso de Engenharia Ambiental

PREPARADO	ESCALA	ACADÊMICO	APÊNDICE
Joel Fin	1:6.000	Joel Fin	B
FOLHA	DATA	ORIENTADOR	
297 x 420 mm	Outubro/2013	Fabiano Luiz Neris	

APÊNDICE C - Mapa de declividade



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

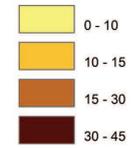


CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

— Limite da Área de Estuço

LEGENDA

Declividade (Graus)



Mapa de declividade elaborado através do Modelo Digital de Terreno gerado a partir das curvas de nível provenientes do Levantamento Topográfico Planialtimétrico realizado na área de estudo.

Referência Horizontal: SIRGAS 2000
(Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
Sistema de Projeção Cartográfica - UTM Fuso 22 S
(Universal Transverso de Mercator))



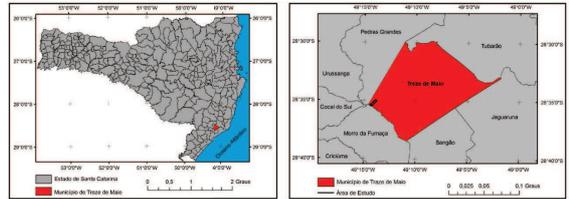
MAPA DE DECLIVIDADE

		UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE Curso de Engenharia Ambiental		APÊNDICE C
		DESENHO Joel Fin	ESCALA 1:6.000	
FOLHA 297 x 420 mm	DATA Outubro/2011	ORIENTADOR Fabiano Luiz Neris		

APÊNDICE D - Mapa de Áreas de Preservação Permanente



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

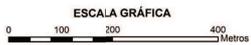
- Nascente
- Limite da Área de Estudo
- Curso D'Água
- APP de Nascente (50 m)
- APP de Curso D'Água (15 m)

QUADRO DE ÁREAS

USO	ÁREA (m ²)	%
APP de Curso D'Água	9620,77	55,12
APP de Nascente	7833,33	44,88
TOTAL	17454,10	100,00

Mapa de Áreas de Preservação Permanente elaborado a partir do Levantamento Topográfico Planialtimétrico realizado na área de estudo, aplicado sobre os ortofotos de 2010, provenientes do arcabouço do governo do estado de Santa Catarina. Fonte: Prefeitura Municipal de Treze de Maio.

Referência Horizontal: SIRGAS 2000
 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas)
 Sistema de Projeção Cartográfica: UTM fuso 22 S
 (Universal Transverso de Mercator)



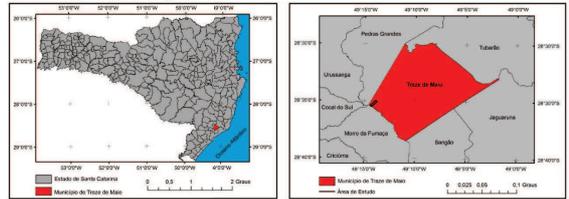
MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

	UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE Curso de Engenharia Ambiental			APÊNDICE D
	DESENHO Joel Fin	ESCALA 1:6.000	ACADÊMICO Joel Fin	
FOLHA 297 x 420 mm	DATA Outubro/2013	ORIENTADOR Fabiano Luiz Neris		

APÊNDICE E - Mapa de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Limite da Área de Estudo
- Nascente
- APP

LEGENDA

- Agricultura
- Curso D'Água
- Malha Viária
- Vegetação Nativa
- Vegetação Rasteira
- Vegetação Exótica

QUADRO DE ÁREAS

USO	ÁREA (m ²)	%
Agricultura	2804,72	16,07
Curso D'Água	1381,01	7,91
Malha Viária	416,61	2,39
Vegetação Nativa	7481,55	42,86
Vegetação Rasteira	3770,02	21,60
Vegetação Exótica	1600,19	9,17
TOTAL	17454,10	100,00

Mapa de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente elaborado a partir do Levantamento Topográfico Planialtimétrico e a fotointerpretação, aplicado sobre as ortofotos de 2010, provenientes do aerolevantamento do governo do estado de Santa Catarina. Fonte: Prefeitura Municipal de Tronco de Mato.

Referência Horizontal: SIRGAS 2000
 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
 Sistema de Proteção Cartográfica - UTM fuso 22 S
 (Universal Transverso de Mercator))



MAPA DE USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

	UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE Curso de Engenharia Ambiental			APÊNDICE E
	DESENHO Joel Fin	ESCALA 1:6.000	ACADÊMICO Joel Fin	
FOLHA 297 x 420 mm	DATA Outubro/2011	ORIENTADOR Fabiano Luiz Neris		

ANEXO(S)

ANEXO A - Memorial descritivo da estação maregráfica de Imbituba/SC

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 05/09/2007
Atualização: 28/06/2010 - Atualização da Alt. Orto. (MAPGEO2010)

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: IMBITUBA
Ident. da Estação: IMBT
Inscrição no Monumento: Não há inscrição
Código Internacional: [94024](#)
Informações Adicionais: -

2. Informação sobre a localização

Cidade: Imbituba
Estado: Santa Catarina

Informações Adicionais: Prisma quadrangular medindo 0,30 m x 0,30 m x 1,00 m de altura, sobre uma laje, contado a partir de uma base de concreto com dimensões aproximadas de 0,70 m x 1,20 m x 0,10 m de altura, dotado de dispositivo de centragem forçada em seu topo. Possui em sua face SE chapa padrão IBGE estampada SAT 94024. Porto de Imbituba - Avenida Presidente Vargas s/n - Centro. Nas dependências da Companhia Docas de Imbituba (CDI).

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude:	- 28° 14' 5,4220"	Sigma: 0,001 m
Longitude:	- 48° 39' 20,5970"	Sigma: 0,001 m
Alt. Elip.:	31,41 m	Sigma: 0,004 m
Alt. Orto.:	30,18 m	Fonte: GPS/MAPGEO2010
Coordenadas Cartesianas		
X:	3.714.771,559 m	Sigma: 0,002 m
Y:	-4.221.851,099 m	Sigma: 0,003 m
Z:	-2.999.473,942 m	Sigma: 0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N):	6.874.555,729 m	
UTM (E):	730.029,462 m	
MC:	-51	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

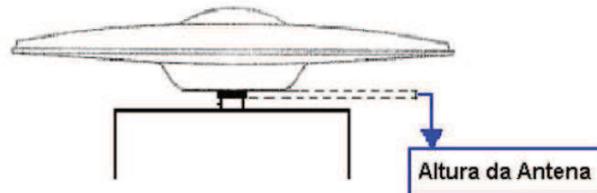
4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR5
Número de Série - 4651K03630
Versão do Firmware - 3.84 (Principal)
Atualização do Firmware - 19/10/2009 às 00:00

4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR5
Número de Série - 4651K03630
Versão do Firmware - 3.60 (Principal)
Data de Instalação - 10/05/2007 às 00:00

4.2. Antena

- 4.2.1 Tipo de Antena - ZEPHYR GNSS GEODETIC MODEL 2 (TRM55971.00)
 Número de Série - 30318649
 Altura da Antena (m) - 0,0080 (distância vertical do topo do dispositivo de centragem forçada à base da antena)
 Data de Instalação - 10/05/2007 às 00:00

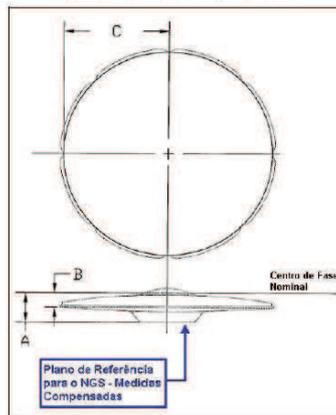
4.3. Esquema da Altura da Antena



4.4. Esquema da Antena

- 4.4.1. Esquema da Antena: ZEPHYR GNSS GEODETIC MODEL 2 (TRM55971.00)

Diagrama do plano de referência da antena ZEPHYR GNSS GEODETIC MODEL 2
Identificação IGS: TRM 55971.00



Identificação	Dimensão (m)	Distância
A	0,0850	Distância da base da antena ao centro de fase nominal L1.
B	0,0406	Distância do plano da antena ao centro de fase nominal L1.
C	0,1698	Distância do centro radial da antena a extremidade da marca exterior.

5. Informações Complementares

5.1. Para informações técnicas contatar:

Nome: IBGE/DGC/Coordenação de Geodésia
 Endereço: Av. Brasil, 15.671, CEP 21.241-051, Rio de Janeiro, RJ
 Telefone: (21) 2142-4935
 FAX: (21) 2142-4859
 Home Page: www.ibge.gov.br
 Contato: rbmc@ibge.gov.br



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
IMBT - Imbituba

5.2. Para informações sobre comercialização e aquisição de dados contatar:

Nome: Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE
Endereço: Rua General Canabarro, 706, CEP 20271-201, Rio de Janeiro, RJ
Telefone: 0800-721-8181
Contato: ibge@ibge.gov.br

5.3. Instituições participantes

A RBMC conta com o apoio das seguintes instituições:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/parcerias.shtm>
