

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES
UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA BAIXADA
CAMPISTA/NORTE FLUMINENSE – RIO DE JANEIRO

GLAYCE JUNQUEIRA QUINTANILHA

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2012

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES
UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA BAIXADA
CAMPISTA/NORTE FLUMINENSE – RIO DE JANEIRO

GLAYCE JUNQUEIRA QUINTANILHA

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

FEVEREIRO -2012

**ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES:
UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA BAIXADA
CAMPISTA/NORTE FLUMINENSE – RIO DE JANEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – **IFF** como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, área de concentração de Avaliação e Gestão Ambiental, linha de pesquisa Análise Ambiental e Geoprocessamento.

Orientador: Prof. D.Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira – IFF
(Doutor em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa)

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

FEVEREIRO – 2012

Dissertação intitulada **ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES: UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA BAIXADA CAMPISTA/NORTE FLUMINENSE – RIO DE JANEIRO**, elaborada por **GLAYCE JUNQUEIRA QUINTANILHA** e apresentada publicamente à Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Gestão Ambiental Participativa, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF.

Aprovada em 29 de fevereiro de 2012.

Banca Examinadora:

Prof. D.Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira – IFF
(Doutor em Engenharia Agrícola – UFV)

Orientador

Prof. D.Sc. Luiz de Pinedo Quinto Junior – IFF
(Doutor em Arquitetura e Urbanismo – USP)

Elias Fernandes de Sousa, D.Sc. Laboratório de Engenharia Agrícola – UENF
(Doutor em Produção Vegetal – UENF)

Dedico este trabalho ao meu grande amor Pablo Martins, pela grande paciência, amor infinito e horas e dias devotados em me apoiar, inclusive, neste trabalho; minha mãe Maria Nágila, pelo grande exemplo de luta e perseverança; ao meu pai Gesildo Quintanilha e seus incentivos; e meus irmãos Gisele e Gláucio, companheiros para toda vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela prova diária de sua graça em minha vida;

Aos meus amados mestres (amigos) do curso de Engenharia Ambiental, por ajudar a “Reconsiderar os Paradigmas” de Thomas Khum e entender a “Epistemologia Ambiental” de Enrique Leff;

Ao meu orientador Vicente de Paulo Oliveira, por seu apoio,

Aos professores do curso de Mestrado em Engenharia Ambiental pelos seus ensinamentos;

Agradeço a equipe da UFRRJ - *campus* Dr. Leonel Miranda - Campos dos Goytacazes, pela grande presteza e colaboração, com cessão das cartas digitalizadas do PROJIR. Em especial ao Engenheiro Agrônomo Hamilton Jorge de Azevedo, ao Chefe Administrativo Gil Moura Moreira, e o diretor Jair Felipe Garcia Pereira Ramalho.

Ao colega Renato Aguiar, pela ajuda num momento imprescindível.

Aos amigos de sempre, pela disponibilidade irrestrita. Afinal, um mestre precisa de diversão, abraços e OUVIDOS! Vocês serão sempre imprescindíveis em cada passo do meu caminho!

Aos meus sobrinhos, Arthur e Lucas, que renovaram em minha família o espírito de apreciar a beleza e a sutileza da vida!

Aos amigos do Hemorio – Instituto Estadual de Hemoterapia Arthur de Siqueira Cavalcante.

Aos colegas da Secretaria de Meio Ambiente de Campos, em especial aos amigos Ronald, Aline, Nathália, Wilson, Laís, Filipe, Carlos Henrique, Raphael e Roger.

Agradeço a toda minha família, que sempre me ensinou que sem lutas não há vitórias!

Agradeço também a todos que mesmo indiretamente apoiaram, torceram ou contribuíram de alguma forma para a conclusão do Mestrado.

"Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante."

Albert Schweitzer (Nobel da Paz - 1952)

RESUMO

A história de desenvolvimento Campos dos Goytacazes, conta que grande parte deste município está estabelecida em áreas antes banhadas por extensos corpos d'água. Várias áreas de Campos existem como resultado de grandes intervenções humanas para drenagem dos terrenos baixos da região objetivando principalmente expandir as áreas agricultáveis. Entretanto, em função do mau gerenciamento da rede de drenagem, ainda hoje a região sofre com as inundações, principalmente em razão da natureza geomorfológica dos terrenos, de origem alagável. O zoneamento de áreas sujeitas à inundação, neste sentido, apresenta-se como uma ferramenta de extrema valia para ordenar e planejar o uso e a ocupação de uma região, principalmente daquelas onde estes eventos de inundação são recorrentes, como é o caso de Campos dos Goytacazes. Este instrumento é capaz de identificar as áreas críticas e direcionar o uso da terra de acordo com suas características. O objetivo deste trabalho foi realizar o zoneamento das áreas sujeitas à inundação em uma área da Baixada Campista, utilizando como ferramenta de apoio um Sistema de Informação Geográfica (SIG), no caso deste estudo, usou-se o software ArcGis, versão 9.3. Os resultados evidenciam as áreas mais baixas da região estudada, confrontando-as com dados de áreas de preservação ambiental e ocupação da área, o que indica o presente estudo como instrumento de apoio para planejamento de políticas públicas e ambientais, no sentido de racionalizar o uso dos terrenos na Baixada Campista.

Palavras – Chave: Inundações – Zoneamento –SIG – Baixada Campista

ABSTRACT

The development history of Campos dos Goytacazes, says that a big part of this county, is established at areas that, in bygone days were covered by extensives water bodies. Thus, a representative portion of the Campos dos Goytacazes territory exists as result of men intervention in drainage system of the lowlands, where the principal aim was to enlarge the land to agriculture. Though, in function of the inefficient management of drainage system, even in now days the region undergoes with inundations, principally because of geomorphologic nature of land, sourced by floods. The Zoning of Inundation Risked Areas thereby, presents to be a valuable tool towards execute the organization and planning of the soil uses and occupations, principally, those that the inundation events are appellant, like occurs in Campos dos Goytacazes. This implement is able to identify the criticizes areas and orientate the soil uses according the region particulars features. The aim of this research, is to propose a model to identify inundation risked areas at an Baixada Campista area, using the Geographic Information System (GIS), in this case, the software ArcGis, version 9.3. The results evidences the lowest land at the worked area, confronting it, with dates of ratio preservation areas, and theirs occupancy, what indicates the present study like an instrument to helps the planning of publics and environment politics, viewing to rationalize the Baixada Campista land's uses.

Key words: Inundation – Zoning – GIS – Baixada Campista

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	
Representação Esquemática da Baixada Campista.	19
FIGURA 2	
Localização da área de estudo.....	19
FIGURA 3	
Grandes áreas inundáveis, relevo e aspectos hidrológicos da Baixada Campista antes das intervenções no sistema de drenagem.....	22
FIGURA 4	
Representação de uma seção transversal de um rio.....	24
FIGURA 5	
Diversidades Térmicas e Deficiência Hídrica.....	26
FIGURA 6	
Mapa dos limites das bacias hidrográficas em Campos dos Goytacazes e Divisão Distrital.....	29
FIGURA 7	
Redução do Espelho D'Água da Lagoa Feia em função das intervenções de drenagem ao longo do século XX.....	31
FIGURA 8a	
Modelo de grade regular.....	38
FIGURA 8b	
Modelo de malha triangular.....	38
FIGURA 9	
Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista.....	41
FIGURA 10	
Articulação das Cartas do PROJIR.....	48
FIGURA 11	
Mosaico de Cartas do PROJIR 1:10000.....	49
FIGURA 12	
Articulação das folhas 1:2.000 para delimitação de FMP e PAO da Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré.....	51

FIGURA 13	
Guia hidrológico da área de estudo.....	55
FIGURAS 14a e 14b	
Inundação ocorrida na área de entorno do canal Coqueiros em 2007.....	57
FIGURA 15	
Área de Estudo e Rede de Drenagem.....	58
FIGURA 16	
Representação Simbólica de Faixas Marginais de Proteção dos Canais.....	62
FIGURA 17	
Representação das FMPs da Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré e Perímetros Urbanos da Área de Estudo	63
FIGURA 18	
Informação altimétricas da região de estudo, com canais limitantes da área de trabalho destacados nos círculos vermelhos.....	68
FIGURA 19	
Pontos Capturados para Obtenção das Cotas Altimétricas da Área de Estudo.....	69
FIGURA 20	
Modelo Digital de Terreno da Área de Estudo no Formato TIN.....	72
FIGURA 21	
Modelo Digital de Terreno da Área de Estudo no Formato GRID	73
FIGURA 22	
Suposta Área de Expansão da Lagoa Feia à Cota de 2 Metros.....	74
FIGURA 23	
Curvas de Nível da Área de Estudo extraídas a partir do MDE, modelo GRID.....	79
FIGURA 24	
Perímetros Urbanos Sobrepostos ao MDT, formato GRID.	80
FIGURA 25	
Zonas Inundáveis na Área de Estudo, observando as Classes de Inundação.....	82
FIGURA 26	
Zonas Inundáveis à Cota de 1,5 metros na Região de Tocos.....	85
FIGURA 27	
Zonas Inundáveis à Cota de 1,5 metros na Região de Ponta Grossa dos Fidalgos.....	86

FIGURA 28	
Zonas Inundáveis à Cota de 2 metros na Região de Tocos.....	87
FIGURA 29	
Zonas Inundáveis à Cota de 2 metros na Região de Ponta Grossa dos Fidalgos.....	88
FIGURA 30	
Zonas Inundáveis à Cota de 2,5 metros na Região de Tocos.....	91
FIGURA 31	
Zonas Inundáveis à Cota de 2,5 metros na Região de Ponta Grossa dos Fidalgos	92
FIGURA 32	
Zonas Inundáveis em Área Rural na Área de Estudo.....	93
FIGURA 33	
Zonas Inundáveis em Área Rural na Área de Estudo com Detalhamento do Local.....	94

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	
Unidades Geomorfológicas do Município de Campos dos Goytacazes.....	24
TABELA 2	
Níveis Máximos e Mínimos das Lagoas Feia e Jacaré Antes e Depois da Construção do Canal da Flecha.....	42
TABELA 3	
Níveis Máximos e Mínimos das Lagoas Feia e Jacaré Antes e Depois do Ano 2000.....	42
TABELA 4	
Níveis Máximos e Mínimos da Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré entre 2000 e 2004.....	43
TABELA 5	
Medidas da Área de Trabalho, FMP dos Canais, Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré (Valores de área.....	59
TABELA 6	
Valores das Áreas das Classes de Inundação na Área de Estudo.....	78

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas
ASFLUCAN - Associação Norte Fluminense dos Plantadores de Cana
CAD – Computer-Aided Design / Desenho Auxiliado por Computador
CNFCN – Centro Norte Fluminense para Conservação da Natureza
DGN – extensão do programa AutoCAD
DNOS – Departamento Nacional de Obras e saneamento
FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FENORTE - Fundação Estadual do Norte Fluminense
FMP – Faixa Marginal de Proteção
GEROE – Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência
GRID – Modelo de Grade Regular
IAA – Instituto do Açúcar e Alcool
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA - Instituto Estadual do Ambiente
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
MDE – Modelo Digital de Elevação
MDT – Modelo Digital de Terreno
MNT – Modelo Numérico de Terreno
NMA – Nível Máximo de Água
ONG – Organização Não-Governamental
PAO – Projeto de Alinhamento da Orla
PLANALSUCAR – Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar
PLANER – Planejamento e Engenharia de Recursos Naturais (firma de Consultoria)
PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente
PROJIR – Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
SAD – South American Datum
SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
SIG – Sistema de Informação Geográfica
TIN – Modelo de Malha Triangular
UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
UTM - Universal Transversal Mercator

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Justificativa	5
1.2	Objetivos	8
1.2.1	Objetivo Geral	8
1.2.2	Objetivos específicos	8
2	Revisão Bibliográfica.....	9
2.1	Histórico, Intervenções e a Problemática do Sistema de Drenagem da Baixada Campista	9
2.2	Projeto de Irrigação e Drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense (PROJIR)– Contribuições para caracterização para Baixada Campista.....	14
2.3	Gestão Territorial e Planejamento Público: A Questão da Reestruturação do Sistema de Macrodrenagem da Baixada Campista.....	16
2.4	Área de Estudo	18
2.5	Aspectos Físicos.....	20
2.6	Geomorfologia.....	21
2.7	Geologia.....	24
2.8	Clima.....	25
2.9	Solos	27
2.10	Hidrografia – Bacia Hidrográficas	27
2.9.1	Caracterização Geral	27
2.11	Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações.....	31
2.12	Utilização de SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) como Metodologia para o Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações.....	33
2.13	Modelo Digital de Terreno (MDT).....	35
2.14	Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações: Considerações sobre Proteção Ambiental e seus Aspectos Legais.	38
2.15	Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista	40

3	Material e Métodos	44
3.1	Material	44
3.2	Métodos.....	44
3.2.1	Levantamento Geral de Informações Sobre a Área de Estudo	45
3.2.2	Tratamento, Vetorização e Compilação das Informações.....	50
3.2.2.1	Guia Hidrológico	50
3.2.2.2	Geoprocessamento dos dados das Faixas Marginais de Proteção (Lagoas e Canais).....	51
3.2.2.3	Produção dos Modelos Digitais de Terreno (MDT).....	52
3.2.3	Caracterização da Área de Trabalho	53
3.2.4	Criação de curvas de nível a partir dos Modelos Digitais de Terreno	53
3.2.5	Determinação das Zonas Sujeitas a Inundações na Baixada Campista.....	54
4	Resultados.....	55
4.1	Tratamento das Informações: Contextualização do Cenário	55
4.2	Geoprocessamento dos dados das Faixas Marginais de Proteção (Lagoas e Canais) ...	59
4.3	Qualidade dos Dados e a Geração De MDT – Proposta Metodológica para Baixada Campista	64
4.4	Comparação entre os Modelos Digitais de Terreno Gerados e Avaliação do mais Adequado para Fins de Manipulação e Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações.....	70
4.5	Determinação de Áreas Sujeitas a Inundações.....	77
4.6	Projeção dos Polígonos de Inundação e Impactos sobre o Uso da Terra na Área de Estudo	83
5	Conclusão e Sugestão de Trabalhos Futuros	95
	Referências Bibliográficas	97

1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental vem sendo considerada de forma cada vez mais intensa e urgente, já que é amplamente reconhecido que existe uma relação entre a natureza e homem, imprescindível à existência humana.

Discursos recentes compreendendo a definição da concepção de “meio ambiente” têm levado os profissionais da área a repensarem não apenas a forma da expressão, em função de um possível pleonasma dos termos que a compõe, mas também os fatores compreendidos no conceito. O meio ambiente tem sido definido de diversas formas e que extrapolam o sentido gramatical do vocábulo, as concepções mais atuais o considera como fruto da interação de diversos fatores de ordem física, biológica, socioeconômica e cultural (EMÍDIO, 2006). Na perspectiva da atuação do homem no meio natural, pode-se entendê-lo como o espaço onde ocorrem as relações Sociedade x Natureza que variam conforme o momento e o contexto das relações sociais envolvidas. Levando em consideração esta definição e os diversos indicadores do estado crônico de crise do processo civilizatório, que se reflete pela incapacidade de produzir respostas para as situações da realidade que demandam transformações, principalmente quanto à sustentabilidade do ambiente tendo em vista o processo produtivo vigente, que enxerga no meio, objeto de apropriação e geração de recursos e riquezas, torna-se evidente a necessidade de repensar as formas de relações entre sociedade e natureza, buscando conciliar a proteção da vida humana no planeta, a melhoria de sua qualidade para os diversos povos e comunidades, com preservação do meio ambiente como um todo; concebendo a questão ambiental como estruturante para o processo de ocupação do homem na Terra (OLIVEIRA, 1992).

Os impasses apresentados nos problemas ambientais da atualidade, de acordo com Santos (2000) refletem a necessidade de se repensar o modelo de desenvolvimento até hoje adotado, que se fundamenta num viés principal de acumulação financeira, para considerar as dimensões de espaço e tempo em que as populações estão imersas.

Percebe-se que por sua definição, o meio ambiente se configura por dois sistemas intimamente relacionados: o “sistema natural”, composto do meio físico e biológico (solo, vegetação, fauna, água etc.) e o “sistema antrópico”, que diz respeito à presença do homem e suas atividades, percebido como integrante da natureza. O meio ambiente como apresentado, exerce influência sobre o processo de desenvolvimento humano, e desta forma em toda sorte de ocupação do espaço em função de suas características que podem ser favoráveis ou não ao tipo de uso que se pretende de determinada área.

É notório por outro lado, que o processo de ocupação do espaço provoca alterações no meio ambiente afetando suas características intrínsecas, e que as atividades antrópicas desenvolvidas sobre um determinado espaço podem destruí-lo devido à saturação da capacidade de suportar e reverter os impactos advindos da atividade econômica residente. Desta forma, meios que possibilitem a previsão de impactos ambientais resultantes das diversas formas de usos do solo podem subsidiar sua utilização de forma mais racional, bem como a adoção de medidas para proteção, preservação e conservação do meio ambiente. Neste contexto, o planejamento ambiental aparece como uma medida para organizar a gestão de um território, já que segundo Floriano (2004), facilita a tomada de decisão em relação ao manejo de uma área e sugere o melhor uso possível dos recursos ambientais.

Os instrumentos de gestão ambiental, desta forma são prementes como respostas aos anseios da crise existente, pois funcionam como um processo de mediação de interesses e conflitos entre atores sociais que agem sobre os meios físico, natural e construído (GOMES, 1992). Neste contexto, o primeiro passo para orientar o planejamento de áreas ocupáveis consiste no conhecimento de características do meio.

A ocupação das terras, desde o início da humanidade, sempre esteve associada a locais às margens de rios. Isto se deu, sobretudo, devido à disponibilidade de terras extremamente férteis a suas margens, facilitando a produção de alimento. Além de terra agricultável, outras características levavam ao estabelecimento das populações em áreas servidas por rios: pesca transporte fluvial, disponibilidade de água, entre outros recursos. Entretanto estas ocupações relatam diversos eventos de prejuízos aos homens pela elevação natural dos cursos hídricos nos terrenos antropizados. As consequências das ocupações irregulares destes espaços têm se agravado com o aumento da pressão humana no meio ambiente (MIRO, 2008).

A Baixada Campista pode ser definida como sendo a margem direita e parte da margem esquerda do baixo curso do rio Paraíba do Sul, representando a extensa área de inundação deste rio (FENORTE, 2003). Costa (2001) relata que as inundações que atingem a Baixada dos Goytacazes, estão atreladas a periódicos extravasamentos da calha do Rio Paraíba do Sul. Segundo Miro (2008), a região se caracteriza como uma área de baixa altitude (muitas vezes abaixo da cota do rio) e com um histórico de enchentes e inundações. Relatos históricos revelam que a região constitui originalmente em uma área pantanosa entremeadas de lagos e lagoas permanentes e temporárias, consideradas como obstáculos para a ocupação humana. Grande parte do município a que se refere este estudo está desenvolvida em áreas antes banhadas por extensos corpos d'água da Baixada Campista. As terras campistas despertavam os interesses da agricultura devido às características de fertilidade, já que se formaram num terreno de baixada, com solos originários dos sedimentos transportados pelo sistema hídrico da região. Outras motivações também estiveram associadas a tais intervenções, entre estas, a eliminação de locais criadores de mosquitos transmissores da malária e febre amarela, e a mitigação das perdas econômicas que atingiam periodicamente os aglomerados urbanos instalados na planície (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIAT NETO, 2002). Este cenário serviu de pano de fundo ideal para propiciar as alterações desejadas pela aristocracia local, levando adiante a grande empreitada de drenagem do território conhecido como Baixada Campista.

As ações mais drásticas do homem nestes ambientes estiveram atreladas principalmente à construção de canais artificiais para fins de drenar as terras alagadas e liberá-las para utilização humana, estes sistemas montados nas terras baixas possibilitariam ainda sua utilização para o transporte da produção agrícola da região. A obra marco deste processo pode ser citada como a do canal Campos-Macaé, construído por braços escravos e concluído em 1861, quase setenta anos após sua primeira proposta de conclusão (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002). Como consequência de todo o processo de confinamento das águas e dessecamento artificial das águas da Baixada Campista, especula-se hoje, que grande parte das inundações que assolam o município esteja ligada às características ambientais pregressas do solo campista, e que, portanto, devem ser consideradas no processo de ocupação destes espaços. Desta forma, Crepani, Medeiros, & Hernandez (2001) destaca a importância de se considerar a interação existente entre as unidades de paisagem natural e os polígonos de intervenção antrópica, para se indicar unidades de menor vulnerabilidade, e práticas conservacionistas para o manejo ambiental adequado e estabelecimento de atividades economicamente rentáveis.

Hoje, uma boa porção do território da cidade Campos dos Goytacazes existe como resultado de grandes intervenções humanas no seu meio naturalmente brejoso da região, alterando a dinâmica de diversos cursos hídricos no intuito de atender aos anseios do crescimento econômico emergente de determinados setores (principalmente a agricultura, onde se protagonizava o cultivo da cana de açúcar).

Alberto Lamego foi um importante personagem na descrição e construção da história ambiental da Baixada Campista. Em “O Homem e o Brejo”, ele faz um retrato da geomorfologia da Baixada Campista; e pela mesma obra ele pode ser referenciado também, como um dos pioneiros nos estudos relativos às relações Homem x Natureza na região. Em seus estudos ele faz um panorama do processo de ocupação e transformação Baixada Campista pelos primeiros colonizadores que encontraram nestas terras grandes dificuldades de estabelecimento, justamente em função da natureza pantanosa dos terrenos descrita por Lamego. Característica que não favorecia as investidas dos colonizadores, dificultadas ainda pela resistência dos índios Tamoios e Goitacás, obstinados em defender seus territórios.

Segundo Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002) todas as transformações implementadas na Baixada Campista refletem “a incapacidade do ser humano em conviver com terras alagadiças e nela praticar atividades econômicas rentáveis sem destruí-las, impulsionados pela ânsia de terras para expansão de monoatividades agrícolas”. Desta forma, se faz necessário um ajustamento entre homem e meio ambiente para adequação e uso planejado dos recursos naturais. Nesse sentido, Cristofolletti (1995) apresenta o zoneamento como instrumento organizador do espaço e norteador de desenvolvimento endógeno de uma região, capaz de indicar as vocações para uso racional, assim como as medidas adequadas para minimizar os impactos decorrentes de ações que interfiram negativamente no meio.

O zoneamento ambiental faz parte de um conjunto de projetos ambientais desenvolvidos no sentido de fornecer orientação para o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais, especificamente solo, água, vegetação e fauna silvestre (KURTZ, 2003). O mesmo autor indica casos onde as informações estão reunidas em uma carta geral de zoneamento facilitando a identificação dos potenciais das áreas.

O zoneamento de áreas sujeitas à inundação e/ou enchentes é de extrema importância para o planejamento de uso e ocupação de uma região, principalmente daquelas, onde os eventos são recorrentes, como é o caso de Campos dos Goytacazes. O mesmo é capaz de identificar as áreas críticas, possibilitando direcionar o uso da terra de acordo com suas características. Como exemplo, áreas mais sujeitas a eventos de inundações devem ser preferencialmente utilizadas para recreação ou preservação, enquanto áreas menos susceptíveis podem ser melhor exploradas de acordo com sua vocação tanto natural quanto econômica, evitando assim problemas de ordem socioeconômica e de catástrofes ambientais, com possíveis perdas humanas (MIRO, 2008).

Os sistemas de informações geográficas (SIG's), segundo Assunção et al. (1990), são poderosas ferramentas que permitem a integração entre dados obtidos de diferentes fontes, quando aplicados de forma adequada. Por esta razão devem ser considerados instrumentos essenciais para a realização de estudos para fins de identificação de padrões mais eficientes de gestão do espaço. Trabalhos diversos ilustram a utilização de SIG's como metodologia para realização de zoneamento. Rosa (1995) revelou que o sensoriamento remoto e os SIG's, aliados às tecnologias computacionais, são capazes de auxiliar a coleta, armazenamento e análise de uma complexidade dos dados básicos necessários para a elaboração do zoneamento.

1.1 JUSTIFICATIVA

A ocupação dos índios Goitacás e a migração dos primeiros colonizadores no ecossistema alagado da Baixada Campista, para fins de tornar a região agricultável, prelude o intenso povoamento hoje existente na região. Entretanto, Campos dos Goytacazes tem sua origem atrelada às inundações frequentes que moldaram o território na forma em que se configura, denominado planície aluvial. Grande parte das áreas sujeitas à inundação de Campos dos Goytacazes apresenta-se extensivamente ocupada, principalmente por cultivos de cana-de-açúcar, bastante afetados pelas cheias sazonais que acontecem no baixo curso do rio Paraíba do Sul. Fatos que servem de instrumento de investigação a respeito da correlação das frequentes enchentes com o histórico de formação dos terrenos.

As inundações das áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes têm se tornado constantes, principalmente no período de dezembro a março (FENORTE, 2003). Grandes prejuízos têm sido atribuídos a estes eventos, uma vez que o município se caracteriza por possuir grande parte de sua área habitada e atividades econômicas desenvolvidas em áreas margeadas por corpos hídricos, e onde estes muitas vezes possuem cotas superiores à dos terrenos, como é o caso da comunidade de Três Vendas, fortemente atingida recentemente pela inundação dos rios Paraíba do Sul e Muriaé provocada pelo rompimento da estrada que serve de dique (O Globo, 2012) (ANEXO A). Na enchente do final de 2008, dados publicados pela imprensa revelam o grande número de atingidos: 5.550 desalojados e 1.695 desabrigados (O Globo, 2008). A enchente da época afetou boa parte do município. A área rural foi fortemente atingida, diques irregulares foram construídos por agricultores que visavam evitar a perda da safra de cana-de-açúcar como já havia ocorrido em anos anteriores. Especula-se que estes diques contribuíram para o agravamento das inundações nas áreas urbanas. Na época, uma ação do ministério público determinou o rompimento dos diques irregulares (Processo 2009.51.03.000146-9 e processo 2008.51.03.003067-2 localizados na 1ª Vara Federal de Campos) (ANEXO B e C).

O estudo fundamenta-se na perspectiva de conhecer as potencialidades e fragilidades de uma região representativa da Baixada Campista partindo do princípio que o reconhecimento das condições físicas, ambientais e econômicas destes ambientes pode auxiliar o uso racional do espaço. O zoneamento é um instrumento utilizado neste sentido, pois apresenta as seguintes características: a) Permite que se determine limites de reversibilidade e pontos de fragilidade das áreas, antes que se tomem decisões sobre o uso de cada área, evitando-se danos irreversíveis, tendo portanto, caráter preventivo; b) Permite a identificação de atividades adequadas para cada área da região estudada e a determinação de manejo adequado; c) Permite, pela flexibilidade da metodologia, aumentar ou diminuir o número de parâmetros adaptando-os às realidades de cada região (KURTZ, 2003).

As inundações, como relatadas, vêm causando diversos prejuízos de ordem ambiental, econômica e social. Trabalhos que evidenciem o potencial de inundação dos terrenos campistas, como objetiva o presente, podem facilitar o planejamento de atividades no território, harmonizando os conflitos existentes na região. Constata-se que o uso das terras da Baixada Campista sempre esteve associado a grandes projetos de drenagem (PLANER, 2007), nem sempre bem sucedidos, considerando seus objetivos. Portanto é pertinente que haja estudos para se regular a ocupação destas áreas observando os fatores mencionados e o reconhecimento das condições que originais dos terrenos da Baixada Campista. Pesquisas nestas áreas ainda podem contribuir para a indicação de instrumentos para uso mais adequado do espaço, capazes de revelar atividades cabíveis condicionadas ao manejo adequado dos recursos hídricos e do solo. Estudos nestes campos são instrumentos primordiais para se evitar danos econômicos e sociais como os recorrentes no município de Campos dos Goytacazes e região.

É importante abrir um parênteses para salientar ainda, que grande parte da região a que este estudo se refere está passando uma nova fase de desenvolvimento, na qual será importante a consideração das condições do espaço, uma vez que se vise um crescimento duradouro e sustentável. Isto se dá sobretudo em virtude de todo complexo industrial esperado na região do Porto do Açú e do Complexo Logístico Farol-Barra-do-Furado em vias de implantação a qual esta região integra. De acordo Crespo et al. (2010) a infraestrutura da região é insuficiente, e exige soluções para que sejam evitados futuros problemas estruturais na forma de um planejamento imediato, que forneça um ordenamento territorial responsável e adequado, evitando ocupação de várzeas ou demais áreas de risco e pensando em um novo sistema de macrodrenagem, que seja compatível com a enorme demanda eminente.

A hipótese deste estudo parte do pressuposto de que o conhecimento das condições físicas e socioambientais de um território (no caso específico, uma área expressiva da Baixada Campista), pode auxiliar na identificação de áreas críticas, sendo útil, desta forma, na orientação de usos racionais para elas, aliados a manejos sustentáveis e seguros dos recursos ambientais imprescindíveis ao equilíbrio do ecossistema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

- Utilizar geoprocessamento para fins de fornecer subsídios ao planejamento territorial da Baixada Campista, a partir do zoneamento de áreas sujeitas a inundações de uma área representativa.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Coleção de informações cartográficas da região;
- Vetorização/recuperação de bases de dados precisas;
- Tratamento e georreferenciamento das informações cartográficas permitindo usos diversos;
- Cálculos e análises de sobre FMPs de recursos hídricos da região;
- Proposição de um procedimento metodológico para geração de Modelo Digital de Terreno para a Baixada Campista;
- Determinação do Modelo Digital de Terreno adequado para Zoneamento de Áreas Sujetas a Inundações da Baixada Campista;
- Simulação das zonas de inundações sobre usos da área;
- Fornecer subsídios ao planejamento territorial da Baixada Campista;
- Indicar potenciais de utilização às áreas mais vulneráveis.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO, INTERVENÇÕES E A PROBLEMÁTICA DO SISTEMA DE DRENAGEM DA BAIXADA CAMPISTA

A Baixada Campista pode ser definida como sendo a margem direita e parte da margem esquerda do baixo curso do Paraíba do Sul, representando a extensa área de inundação deste rio (FENORTE, 2003). Costa (2001) relata que as inundações que atingem a Baixada dos Goytacazes, estão atreladas a periódicos extravasamentos da calha do Rio Paraíba do Sul. Segundo Miro (2008), a região se caracteriza como uma área de baixa altitude (muitas vezes abaixo da cota do rio) e com um histórico de enchentes e inundações. Relatos históricos revelam que a região constitui originalmente em uma área pantanosa entremeadas de lagos e lagoas permanentes e temporárias, consideradas como obstáculos para a ocupação humana.

O relevo caracterizado foi condicionante no processo de povoamento da região. Os índios Tamoios e Goitacás eram os habitantes das terras campistas quando os portugueses chegaram ao nosso território; fortes e exímios nadadores, estavam acostumados a viver com as adversidades impostas pelo “brejo” colonial. Tais características foram preponderantes na resistência à ocupação portuguesa em suas terras, o que preservou a natureza campista durante um longo tempo (Lamego, 1945).

A característica brejosa da Baixada Campista fez com que a ocupação humana nesta região fosse marcada por grandes intervenções no meio natural, principalmente devido aos interesses de proprietários de terra no século XX, a fim de reduzir as inundações e expandir a área de plantações, especialmente para o cultivo canavieiro (PLANER, 2007). O objetivo era transformar terras pantanosas e até lagoas em áreas agricultáveis, e desta forma expandir suas lavouras.

A alta fertilidade das terras existentes nas extensas planícies da Baixada Campista, favoreciam o desenvolvimento de uma série de atividades agropecuárias, onde se destacavam além do cultivo da cana-de-açúcar, a fruticultura e a criação animal. A fertilidade do solo da região está diretamente relacionada às inundações produzidas pelo Rio Paraíba do Sul em seu estágio sedimentar nos terrenos baixos. Vantagens agrícolas limitadas pelos alagamentos recorrentes que restringia o avanço das atividades na baixada.

No final do século XVII, a Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia, e ainda toda a região denominada Baixada Campista, incluindo neste sentido, parte da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, tornaram-se objeto de uma série de estudos e intervenções com intuito de controlar e reduzir as inundações e assim expandir a atividade agrícola nas terras dessecadas; evitar as perdas econômicas oriundas dos episódios periódicos de cheias que atingiam os núcleos urbanos instalados em áreas de alto risco inundação; e promover o saneamento da Baixada, por eliminação dos locais de procriação dos mosquitos vetores da malária e da febre amarela. Todas estas razões, na verdade refletiam a ausência de projeto que pudesse desvincular a região do cultivo extensivo da cana-de-açúcar e que concomitantemente pudesse atender o crescimento econômico, respeitando, no entanto as características intrínsecas do meio (alagadiço) (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002).

Para solucionar os problemas acima descritos, e impulsionar a atividade sucroalcooleira na região de Campos dos Goytacazes, diversos órgãos de Estudos e Obras Hidráulicas entraram em cena a partir de 1894, como demonstrado no quadro abaixo (Quadro 1). A partir do final do século XIX, os governos imperial e provincial, e posteriormente os governos federal e estadual, criaram diversas comissões de saneamento, de caráter governamental e privado. A Comissão de Saneamento Fluminense criada em 1933, foi uma das primeiras responsáveis por gerar grandes planejamentos visando controlar as enchentes nas regiões de baixada Norte Fluminense (PLANER, 2007). Entretanto as obras mais vultosas ficaram a cargo do extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS, e impressionavam tanto pela quantidade, quanto pela complexidade (BIDEGAIN; BIZERRIL e SOFFIATI NETO, 2002).

Quadro 1: Entidades responsáveis por estudos e obras hidráulicas a partir de 1894

Entidade	Subordinação	Período
Comissão de Estudos e Saneamento da Baixada do Estado do Rio de Janeiro	Governo Fluminense	1894 - 1901
Comissão do Porto de São João da Barra e Baixada do Nordeste do Estado do Rio de Janeiro	Inspetoria Federal de portos, costas e vias navegáveis.	1912
Comissão do canal de Campos a Macaé	Inspetoria Federal de portos, costas e vias navegáveis.	1918 - 1925
Comissão de Estudos e Obras contra as inundações da Lagoa Feia e Campos de Santa Cruz	Inspetoria Federal de portos, costas e vias navegáveis.	1925 - 1928
Escritório Saturnino de Brito	Governo Fluminense Diretoria de obras públicas.	1925 - 1930
Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense	Governo Federal	1933 - 1940
Dep. Nacional de Obras de Saneamento – DNOS	Governo Federal	1940 – 1989

Fonte: Adaptado de Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002).

A rede de canais artificiais construída representa cerca de 1500 km de extensão. Esse longo sistema proporcionou o escoamento das águas das terras baixas de Campos, modelando na baixada uma vasta e complexa rede de capilares convergindo em direção à lagoa Feia, que por sua vez teve seu volume reduzido pela abertura do Canal da Flecha, que fazia a comunicação com o oceano. Como resultado, essa rede de canais possibilitou a ampliação das fronteiras agrícolas na região, a qual seria utilizada para benefício dessa atividade inclusive em épocas de seca, como meio de irrigação, e o Rio Paraíba do Sul servindo de principal fonte de adução (FENORTE, 2003).

“As comportas manobráveis instaladas junto às tomadas d’água no rio Paraíba permitiram que os canais construídos pelo DNOS cumprissem a dupla finalidade de irrigação, durante o estio, e drenagem, por ocasião das cheias. Assim, a vasta planície entre as bacias do Paraíba

do Sul e da lagoa Feia, onde se situava a maior parte das usinas, foi entregue à agroindústria açucareira.” (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002).

As primeiras intervenções no sistema hídrico da região Norte-Noroeste Fluminense relacionam-se a projetos do século XVII. Já no século XVIII, a Baixada Campista estava totalmente ocupada por lavouras e pastagens. Para escoar a produção destas lavouras, passou-se a estimular a abertura de canais transporte, dentre eles, o mais famoso, que ligou Campos dos Goytacazes ao porto de Macaé, a partir de onde as mercadorias seguiriam até a Baía de Guanabara (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002).

O canal Campos-Macaé, inaugurado em 1861, interligava as bacias do Rio Paraíba do Sul, da Lagoa Feia e do Rio Macaé. Numa extensão de 96 km, largura média de 11m e profundidade média de 1,30m, foi construído com mão-de-obra escrava, entre março de 1845 e dezembro de 1861. Porém, o canal tornou-se obsoleto poucos anos após sua inauguração devido à construção da ferrovia Campos – Macaé (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002).

No período de 1940 a 1989, o Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS sediado no Rio de Janeiro foi o órgão atuante em todo o país para as questões de saneamento público. Grandes obras com fins de reduzir as inundações da Baixada Campista foram executadas por este órgão. O DNOS construiu 18 quilômetros de diques na margem direita do rio Paraíba do Sul, entre Itereré e Campos dos Goytacazes, e um dique de terra de 26 km fora da cidade. O departamento ainda foi responsável pela dragagem e regularização de diversos canais da região, num total de 221 quilômetros, estabelecendo possibilidades de ligação entre as bacias do rio Paraíba do Sul e da Lagoa Feia (PLANER, 2007).

O DNOS também construiu seis tomadas d’água controladas por comportas no rio Paraíba do Sul, que passaram a utilizar, nos períodos de estiagem, as calhas de seus antigos tributários, mas com o sentido do fluxo invertido, como canais de irrigação para extensas áreas de plantio de cana-de-açúcar (COSTA, 2001). As mais importantes, pela margem direita, são as tomadas para o Canal Campos – Macaé, e, as dos Canais Itereré, Coqueiros e São Bento, também direcionadas para irrigação. Ao longo da margem esquerda, destacam-se as tomadas do Canal Vigário, do Nogueira e do Cataia com o objetivo de irrigação e regularização do nível da lagoa do Campelo e do Taquaruçu (COSTA, 2001).

A obra do Canal da Flecha foi a maior realizada pelo DNOS, ligando a Lagoa Feia ao Oceano em Barra do Furado, completando assim todo o sistema de drenagem da baixada. Uma barragem no Canal da Flecha a cerca 3500 (três mil e quinhentos) metros da Barra do Furado, com 216 metros de comprimento e 14 comportas foi construída para controlar o nível da água da Lagoa Feia e auxiliar no controle de cheias de toda a Baixada Campista, incluindo o rio Paraíba do Sul. A obra resultou num imenso impacto ambiental, principalmente para a Lagoa Feia, que teve redução drástica do seu espelho d'água, e uma diminuição de 70% da área do seu entorno (PLANER, 2007).

Segundo Costa (2001) a maior inundação observada na planície goitacá, ocorreu em 1966, quando a vazão do rio Paraíba do Sul alcançou aproximadamente de $6000\text{m}^3/\text{s}$. Esse evento acarretou consequências catastróficas às lavouras canavieiras e problemas de saúde pública. Fatores que fizeram acelerar as obras de controle de cheias promovidas pelo DNOS. O projeto concebido à época para mitigar os problemas decorrentes das inundações, visava confinar as águas do Paraíba do Sul em sua calha, por meio da construção de 65 km de diques, o qual permitiria que o nível do rio pudesse se elevar 5 metros sem transbordamento; e como apresentado anteriormente, o fluxo dos canais construídos seguiria no sentido da Lagoa Feia para drenar as terras da região, onde a Lagoa Feia funcionaria como reservatório de compensação, ligado ao mar pelo Canal da Flecha, o grande canal de descarga (COSTA, 2001).

Tais obras ainda afetaram drasticamente o ambiente lagunar da região, causando o comprometimento da qualidade da água, o estreitamento e redução do espelho d'água de diversas lagoas, e em muitos casos o desaparecimento das mesmas. Umas se tornaram brejos rasos, outras tiveram o sua área transformada principalmente em lavouras de cana ou pastagens. O número de lagoas dessecadas a partir do século XVIII, em função das incontáveis intervenções nestes ecossistemas é tão grande que torna difícil calcular com exatidão quantas desapareceram (BIDEGAIN; BIZERRIL e SOFFIATI NETO, 2002). Segundo os mesmos autores, hoje a região Norte Fluminense ainda conta um total de 132 lagoas, entretanto bastante comprometidas pelas ações antrópicas sofridas desde o final do Século XIX.

2.2 PROJETO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE (PROJIR) – CONTRIBUIÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO PARA BAIXADA CAMPISTA

Em 1981, a região Norte Fluminense que antes se destacava nacionalmente pela alta produção canavieira vivia uma crise no setor, principalmente em função do baixo volume de chuvas, aquém do necessário ao pleno desenvolvimento da cultura da cana.

Esta situação levou o Instituto do Açúcar e Álcool (IAA) paralelamente ao Programa Nacional de Melhoramento da Cana de Açúcar (PLANALSUCAR), à criação do PROJIR (Projeto de Irrigação e Drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense) (PROJIR, 1982). As entidades eram pressionadas por lideranças regionais para implantação de um programa de irrigação da cana na região, sob financiamento governamental, já que os custos de implantação fugiam o alcance do poder aquisitivo do empresariado local (MIRO, 2008).

A implantação do PROJIR demandou a realização de um estudo completo sobre a área, no qual foi necessária a elaboração de uma estrutura cartográfica completa e atualizada, em escalas compatíveis com as necessidades dos estudos. Esses serviços foram realizados entre (junho de 1981 e julho de 1982), resultando nos seguintes produtos:

- Cobertura fotogramétrica escala média 1/15.000 de uma área de 320.000 ha;
- Apoio de campo e implantação de uma vasta malha de pontos topográficos, materializados por marcos de concreto, distribuídos numa densidade de um marco para cada 3 km², ou seja, um marco para cada 300 hectares; e
- Cartas topográficas na escala de 1/5.000 com curvas de nível a cada metro, 1/10.000 com curvas de nível a cada dois metros e 1/25.000 com curvas de nível a cada cinco metros.

Os dados acima descritos constituem dados básicos de grande importância para os mais diversos estudos, desde pequenos planejamentos a grandes projetos nas áreas de: planejamento urbano e rural; assentamentos agrícolas; irrigação e drenagem; piscicultura; estudos de preservação, manutenção e distribuição de água; zoneamento agro-ambiental; e outros (MIRO, 2008).

A quantidade e qualidade dos dados do PROJIR foram primordiais para execução deste trabalho. No levantamento do PROJIR, foi estudada na região Norte Fluminense, uma área com cerca de 250.000 hectares, onde se observou cerca de 182.000 hectares aptos a irrigação.

A área cartografada, referente aos mapas citados acima, atingiu uma superfície de 2.600 km² (260.000 ha), embora o recobrimento aerofotogramétrico tenha abrangido, como já foi dito, 3.200 km² (320.000 ha).

As cartas topográficas foram planejadas de modo a estarem articuladas com a carta 1/50.000 editada do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, ou seja, são desmembramentos da escala 1/50.000. Encontram-se disponíveis cartas nas escalas de 1/25.000, 1/10.000 e 1/5.000. Além do acervo da cartografia básica foram também elaborados estudos de Pedologia, Geologia e Hidrogeologia, cujos quantitativos estão listados a seguir:

Quadro 2 – Cartas e temas do acervo do PROJIR

Tema	Escala	Nº de Cartas
<i>Cartografia Básica</i>		
• Cartas básicas	1/5.000	478
• Cartas básicas	1/10.000	125
• Cartas básicas	1/25.000	24
<i>Subtotal</i>		627
<i>Estudos de Pedologia</i>		
• Classes de solos e de aptidão das terras para irrigação	1/10.000	125
• Levantamento Pedológico	1/25.000	24
• Mapa da Profundidade relativa do lençol freático	1/25.000	24
• Mapa da Profundidade absoluta do lençol freático	1/25.000	24
• Mapa de registro do lençol freático	1/25.000	24
• Mapa de condutividade hidráulica	1/25.000	24
<i>Subtotal</i>		245
<i>Estudos de Pedologia</i>		
• Mapa de profundidade máxima e mínima do lençol freático	1/50.000	2
• Mapa do lençol freático março/83	1/50.000	2
• Mapa do lençol freático maio/83	1/50.000	2
• Mapa de qualidade da água do lençol freático p/ fins de irrigação março/83	1/50.000	2
• Mapa de qualidade da água do lençol freático p/ fins de irrigação maio/83	1/50.000	2
<i>Subtotal</i>		10
Total Geral		898

FONTE: PROJIR (1982)

2.3 GESTÃO TERRITORIAL E PLANEJAMENTO PÚBLICO: A QUESTÃO DA REESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE MACRODRENAGEM DA BAIXADA CAMPISTA

Tão importante quanto ponderar o contexto das questões ambientais envolvidas nas intervenções no sistema de macrodrenagem da baixada campista, é salientar que o debate sobre a reestruturação do Sistema de Macrodrenagem da Baixada requer análises mais aprofundadas de sua relação com conjuntura socioeconômica regional, já que como observado por Crespo et al. (2010), as condições da rede de drenagem deve refletir os contextos de cada momento. Os autores fazem um paralelo dessas situações descrevendo seus estágios situacionais. O primeiro estágio de funcionamento do sistema de acordo com os mesmos, vai da construção do canal Campos-Macaé até o final da década de 1980, com a extinção do DNOS, atendendo a uma lógica essencialmente agrícola, principalmente ligada à atividade sucroalcooleira, conforme discutido nos itens anteriores.

O segundo estágio de funcionamento do sistema de macrodrenagem, corresponde ao momento atual, compreendido no período que vai da extinção do DNOS (1989) até o presente, que de acordo como os autores, vem a atender as demandas urbanas e levemente industriais resultantes dos fenômenos de crescimento demográfico e da chegada de algumas indústrias, impulsionados principalmente pela cadeia produtiva do petróleo, que, em função de sua rápida expansão também marca o início desta fase. As dinâmicas econômicas e territoriais locais se alteram fortemente, há aceleração urbanização ao passo que as áreas rurais são esvaziadas afetadas pelo simultâneo declínio da indústria sucroalcooleira. Esse novo cenário vai culminar também na alteração das demandas da estrutura de drenagem.

No estágio atual, Crespo et.al (2010) denunciam a pouca atenção do poder público frente às recentes necessidades de reestruturação do sistema de macrodrenagem da Baixada Campista, alvo no passado de grandes obras e investimentos. Mendonça (2007) descreve esse sistema hidráulico como complexo e frágil, devido às grandes dimensões dos canais primários e alguns secundários (média de 50 km de extensão) e baixas declividades (inferiores a 0,02%). Características que o suscetibiliza a qualquer assoreamento ou entupimento no leito dos canais, comprometendo o deslocamento do fluxo hídrico em direção a áreas interiores e ocasionando problemas de abastecimento e das corriqueiras inundações em suas áreas de influência.

As condições climáticas de “invernos secos” (junho a setembro) e “verões chuvosos” (outubro a janeiro) que caracterizam a região agravam os problemas advindos do mau funcionamento dos canais. No período de “inverno”, o nível do rio Paraíba do Sul atinge cotas batimétricas inferiores a 5,70 metros e a captação de água para os canais torna-se difícil, sendo que em alguns canais chega a não ocorrer, comprometendo o abastecimento e a regularização do fluxo hidráulico. No “verão” os problemas se invertem: o nível do rio se eleva e as chuvas de alta intensidade determinam a necessidade de desassoreamento dos canais, e manejo das comportas de adução e controle, a fim de regular o nível dos canais e evitar represamentos e inundações indesejáveis aos setores agropecuário e industrial locais (FENORTE, 2003).

Segundo Mendonça (2007) a rede de canais da Baixada Campista ainda enfrenta problemas referentes às dificuldades de manutenção. O problema se agrava devido à presença humana às proximidades desses canais comprometendo seu fluxo pela deposição de lixo e esgotos urbanos e industriais. Assim, a falta de manutenção dos canais e de um planejamento adequado de ocupação da Baixada Campista, tem suscetibilizado a região às periódicas inundações.

Os intensos eventos pluviométricos mais recentemente ocorridos têm reacendido a discussão já existente na região referente às normas para uso e ocupação do espaço campista. As últimas inundações indagaram a respeito de investimentos que norteassem a organização da Baixada Campista, inclusive o plano diretor, com o objetivo de minimizar os impactos econômicos e humanos desses eventos (MIRO, 2008).

A região que antes buscava soluções referentes às inundações, hoje enfrenta uma problemática inusitada: a falta d'água em algumas localidades dependentes de canais de drenagem, que ocorre principalmente em épocas de seca. Segundo Miro (2008) existe hoje um déficit hídrico na ordem de 400 mm na região (precipita menos do que evapora), a água antes abundante, tem se tornando escassa em determinadas épocas.

Problemas de ordem social somam-se à questão do conflito da água. Alguns proprietários de terra represam os canais de drenagem, ações pontuais que são capazes de desorganizar toda a rede de drenagem, inclusive nos períodos de chuva, tendendo a agravar as inundações pela dificuldade de escoamento das águas. A baixa qualidade da água e a falta de manutenção das comportas construídas para controlar essa extensa rede de canais são outras questões impostas ao problema.

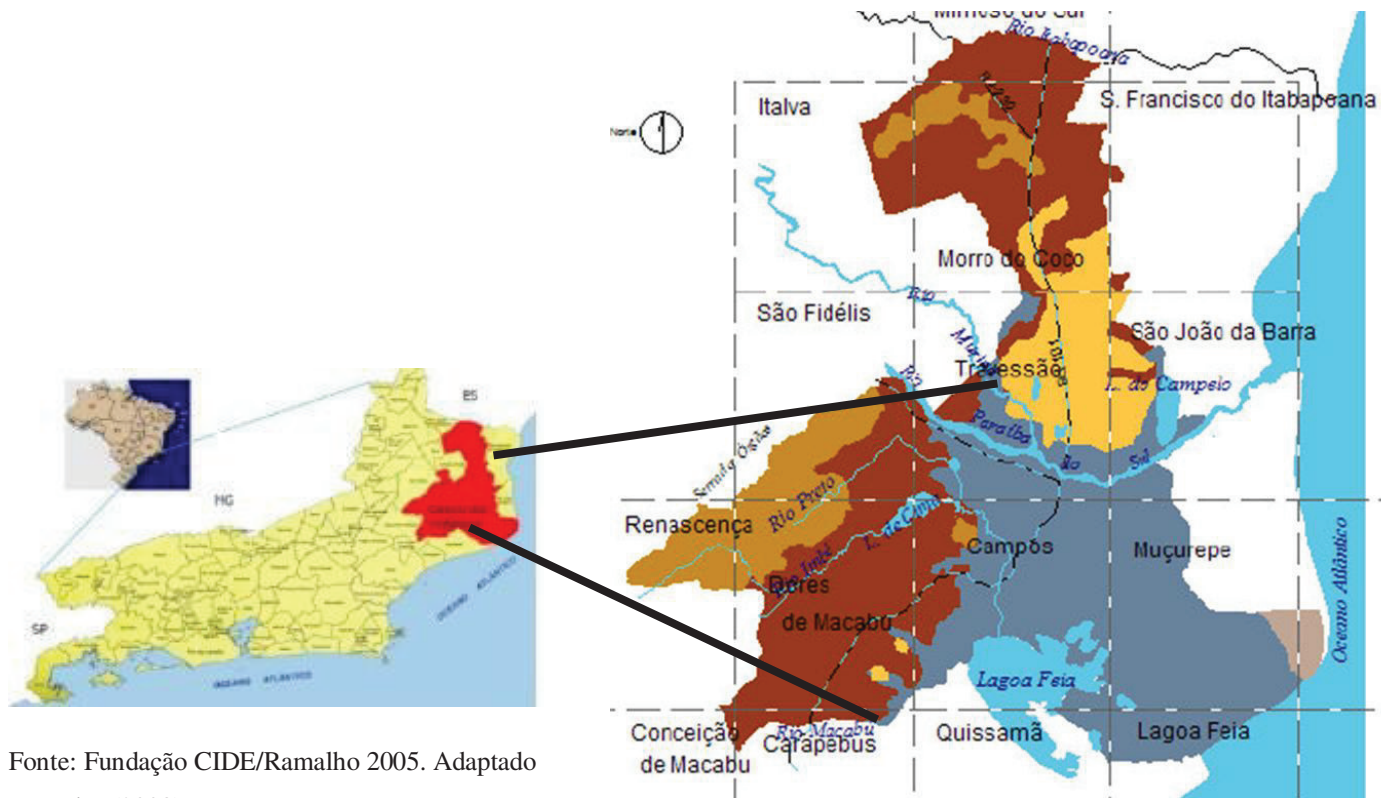
Segundo Campos (2001) apud Mendonça (2007), no Brasil, o planejamento e a gestão dos recursos hídricos vêm aumentando de importância, visto que o desenvolvimento econômico e o conseqüente aumento da demanda pela água começam a gerar sucessivos conflitos pelo seu uso. O mesmo menciona ainda que a gestão das águas deva ser tratada pelos governos e pela sociedade com a mais alta prioridade. Tendo em vista seu uso múltiplo e integrado, devem-se mover esforços a fim de minimizar seus impactos ambientais, já que a água é considerada um bem comum, dotada de valor econômico, de grande importância social e estratégica para o desenvolvimento regional.

Na região Norte Fluminense, especificamente na Baixada Campista, como visto, o uso da água tem acarretado problemas decorrentes principalmente da gestão, distribuição, disponibilidade e qualidade. A região é reconhecida pela sua abundância em recursos hídricos, onde se destacam o rio Paraíba do Sul, o rio Muriaé, o rio Ururuaí, as Lagoas Feia, de Cima, Campelo, dentre outras, e os cerca de 1500 km de canais artificiais, entretanto não possui um sistema de gestão e controle eficientes para manter seu patrimônio hídrico de forma sustentável (FENORTE, 2003).

Crespo et al. (2010) chamam atenção para as iminentes alterações das dinâmicas geográficas e urbanas previstas para a região em virtude dos novos grandes empreendimentos, como os Complexos Portuário-Industrial do Açú, e Logístico Farol-Barra-do-Furado, que poderão afetar de forma significativa o sistema de macrodrenagem regional e representar o terceiro estágio de seu funcionamento. Tal previsão alerta quanto a urgência de mobilização do poder público, na qualidade de gestor e organizador do território, e coloca esse sistema como estratégico para um planejamento urbano-ambiental responsável da região.

2.4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na região Norte-Fluminense, na Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba, contida numa região denominada Baixada Campista (Figura 1). A Baixada Campista é definida como a margem direita e parte da margem esquerda do baixo curso do rio Paraíba do Sul, interando os municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e Quissamã (FENORTE, 2003).



Fonte: Fundação CIDE/Ramalho 2005. Adaptado por Miro (2008)

Figura 1: Representação Esquemática da Baixada Campista

A região trabalhada compreende-se longitudinalmente entre os limites do canal Campos-Macaé e Coqueiros, e no sentido latitudinal parte da margem direita do Rio Paraíba do Sul indo até a Lagoa Feia (para onde direciona a drenagem do sistema de canais da Baixada). A área inclui-se numa parte representativa da Baixada Campista (Figura 2).

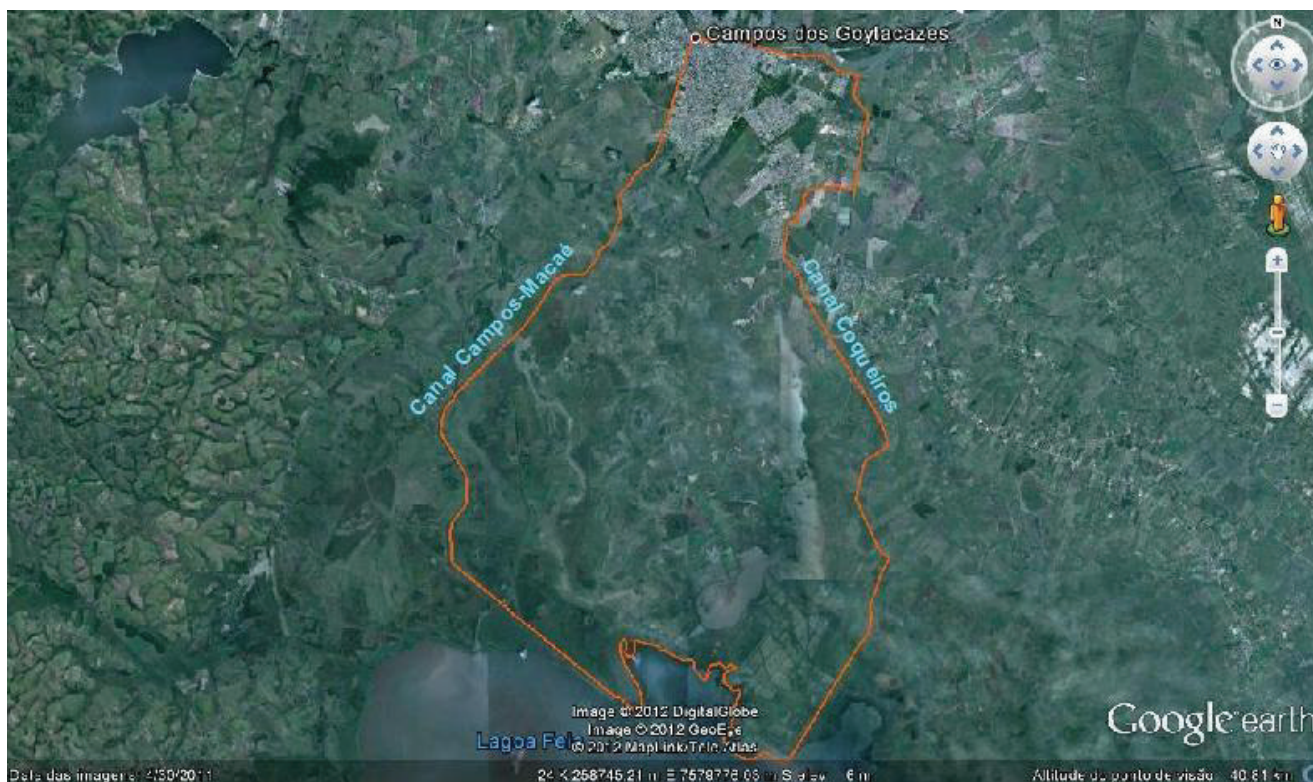


Figura 2: Localização da área de estudo. Fonte: Google Earth (2011).

2.5 ASPECTOS FÍSICOS

A Baixada Campista se caracteriza por uma extensa várzea originária de uma antiga baía que após regressão marinha e ascensão continental, gerou uma planície de grande extensão, onde são comuns solos com camadas sedimentares (LAMEGO, 1945). A distribuição complexa e heterogênea dos solos na planície flúvio-marinha da Baixada Campista pode ser explicada pela história geológica desta região, formada por aportes de sedimentos marinhos e fluviais da era Quaternária, depositados em função dos avanços e recuos do mar. Estes movimentos erodiram a formação da barreira existente anteriormente, e permitiram a chegada das águas oriundas do rio Paraíba do Sul, estas por sua vez transportavam os aluviões, que se depositaram formando a atual planície sedimentar aluvionar do Baixo Paraíba (BIDEGAIN; BIZERRIL e SOFFIATI NETO, 2002).

As tragédias ambientais bastante evidenciadas atualmente, como as grandes enchentes, deslizamentos e obras mal sucedidas, todas acarretando em grandes perdas humanas e materiais, têm demonstrado a grande importância do conhecimento do meio físico e das diversas condicionantes que se interrelacionam para a formação de uma região, como pré-requisito para um bom planejamento territorial, independentemente do produto específico de cada projeto. Segundo Santos (1996), o manejo sustentado de agroecossistemas passa pelo planejamento do uso dos mesmos, avaliando os problemas sob ótica de sua complexidade ambiental, levando-se em consideração seus vários aspectos interdependentes: geologia, solos, vegetação, clima, uso atual, hidrologia e aspectos antrópicos.

O sucesso de projetos comprometidos com a sustentabilidade está intimamente relacionado ao levantamento de recursos naturais que se faz da área, já que através desse conhecimento pode-se estratificar o ambiente em unidades homogêneas permitindo delimitar suas utilizações ecológicas, e ainda visualizar o seu potencial de uso (CARVALHO JÚNIOR, 1996) apud (CHAGAS, CARVALHO JÚNIOR & PEREIRA, 2001).

Como considerado, o conhecimento dos aspectos físicos que interagem para formar ambientes com diferentes aptidões, é fundamental para disciplinar as atividades nos diferentes espaços geográficos. Para fins de zonear uma região sujeita a inundações, como a Baixada Campista, é essencial que se tenha em vista os fatores construtores de sua atual configuração. Dentre os atuantes neste sentido deve-se destacar a geologia, geomorfologia, hidrografia, solo e clima que formam ambientes peculiares refletidos pela interrelação dos diversos aspectos e condições ambientais de um meio.

2.6 GEOMORFOLOGIA

Segundo Christofolletti (1974), a avaliação geomorfológica de uma região tem sido realizada para retratar as condições do ambiente e formular novas abordagens, que apontem alternativas para a intervenção do homem na paisagem.

Conforme visto anteriormente, pode-se situar Alberto Lamago como o grande pioneiro nos estudos relativos à geomorfologia da Baixada Campista, principalmente em sua obra: *O Homem e o Brejo*. Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002), interpretando os mapas herdados de Alberto Lamago, que retratavam a região da planície da Baixada Goitacá no início do século XX, identificaram o relevo do território compreendido na bacia hidrográfica da Lagoa Feia, e seu entorno. A planície é contornada por serras e colinas (zona ou formações cristalinas), pelos tabuleiros de topo aplainado (Formações Barreiras). A imensa baixada (onde se podem identificar os canais limitadores da área de estudo em roxo) é constituída de terrenos delineados pelos rios (planície aluvial), conforme mostra a área rosa central do mapa, e pelo mar (restingas) (Figura 3).

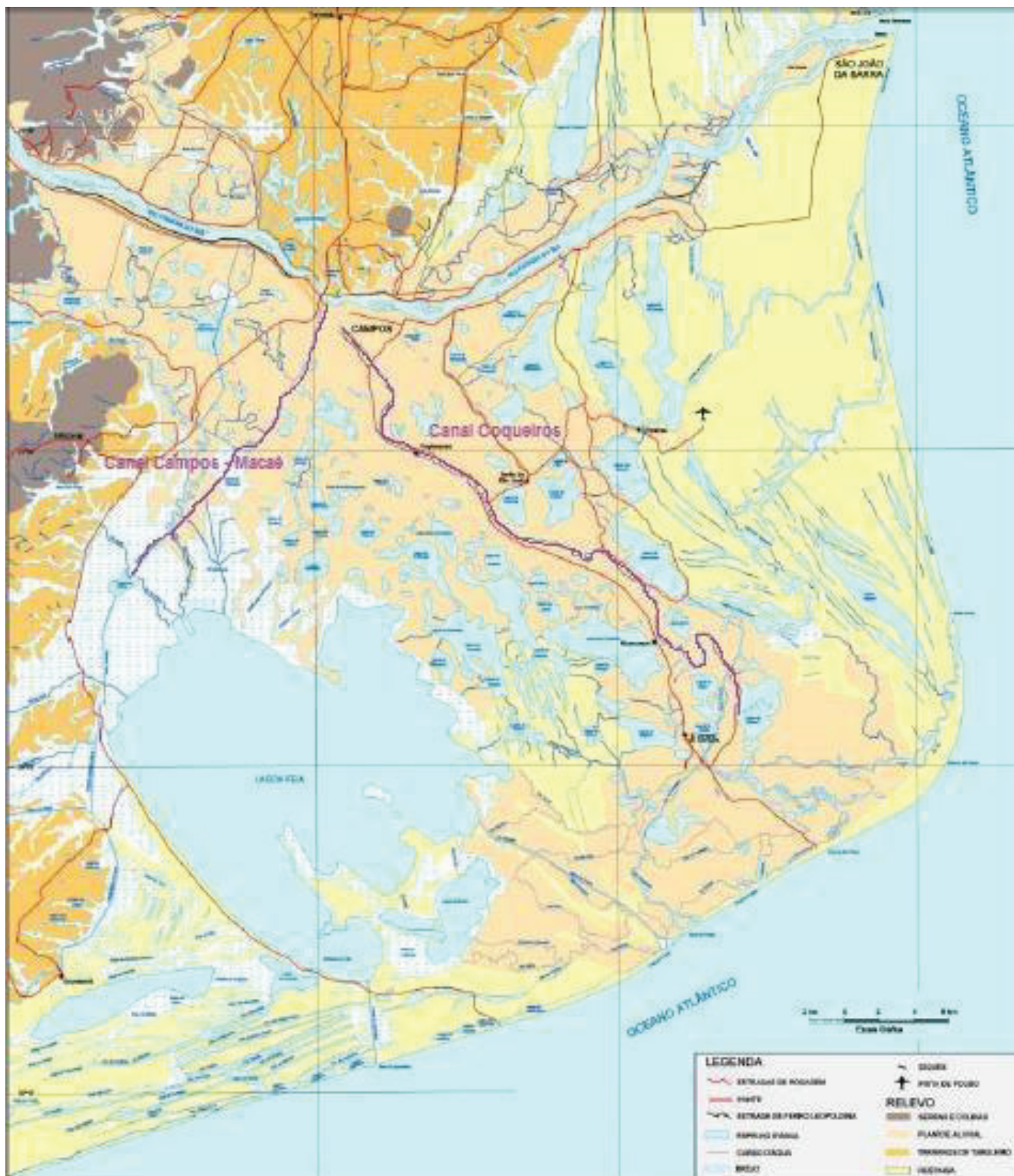


Figura 3 Grandes áreas inundáveis, relevo e aspectos hidrológicos da Baixada Campista antes das intervenções no sistema de drenagem. Fonte: Alberto Lamego (Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexê, Boletim DNPM n° 154, 1955) por Bidegain; Bizerril & Soffiat Neto (2002) (Adaptado pela Autora).

Segundo Costa (2008), atualmente a região de planície campista caracteriza-se por extensos terrenos alagados, provenientes de sedimentos de origem lagunar resultantes do ressecamento recente da Lagoa Feia. A origem destes terrenos, portanto está intimamente relacionada às obras de saneamento realizadas principalmente no século XX, tendo o seu marco a abertura do Canal das Flechas. Estas obras, segundo a mesma autora, promoveram a drenagem da baixada e o rebaixamento do lençol freático subaflorante, evidenciando grande parte da área hoje identificada como Baixada Campista. As unidades de baixada estão confinadas entre o oceano e os domínios colinosos. Em determinados pontos a baixada é entrecortada por depósitos isolados da Formação Barreiras e o corpo granítico do Itaóca (COSTA, 2008).

Estudos mais recentes, feitos por Ramalho (2005), confirmam as descrições de Alberto Lamego. Segundo a autora, a morfologia de Campos dos Goytacazes abrange unidades de planícies que se distinguem quanto à origem do material geológico: fluvial e marinho (a baixada goitacá); “ainda tabuleiros oriundos dos depósitos terciários da formação Barreiras; colinas suaves onduladas ou mar de morros pertencentes ao domínio de embasamento cristalino; uma faixa de transição do relevo suave-ondulado a forte-ondulado; e finalmente as escarpas serras, onde são observados os afloramentos rochosos”. A Tabela 1, produzida por Ramalho (2005), mostra a porção de planície fluvial e marinha dentro do município de Campos dos Goytacazes, que somadas representam 1638,33km², ou 38,66 % de Baixada em todo o município. Estes domínios geomorfológicos, juntos, dominam o território do município de Campos. Segundo Christofolletti (1980), esta feição tem por característica ser uma planície de inundação, uma faixa do vale fluvial que é composta de sedimentos aluviais, sendo bordejada por um canal fluvial que transborda periodicamente (Figura 4). Grande parte da planície, desta forma, corresponde ao leito maior de um rio, que por sua dinâmica natural, tende a espalhar-se por estas áreas com uma determinada periodicidade, que varia ordinariamente (enchentes frequentes, com menor impacto); ou extraordinariamente (enchente muito impactantes, que pode variar um intervalos de décadas).

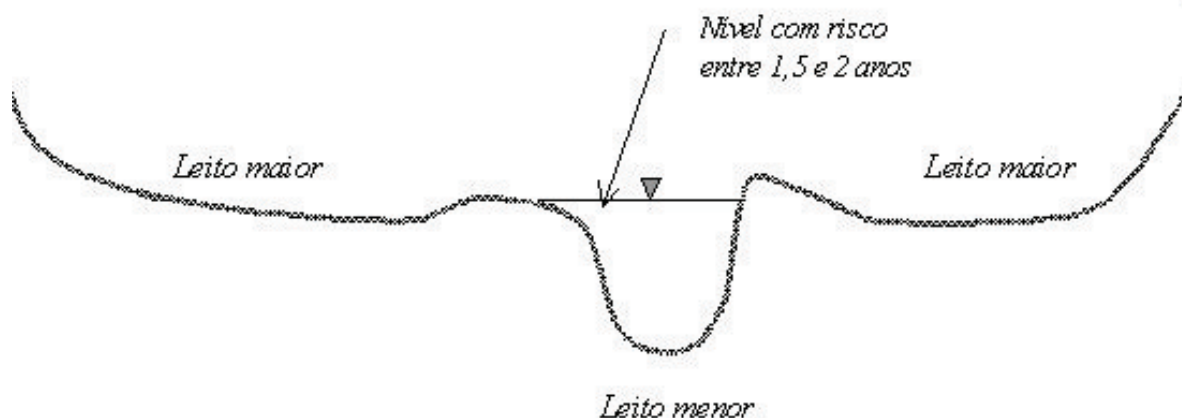


Figura 4: Representação de uma seção transversal de um rio. Fonte: (CBHRD, 2005)

Tabela 1: Unidades geomorfológicas do Município de Campos dos Goytacazes

Classes	Área Km ²	% em área
Relevo Forte Ondulado a Escarpado – Serras	503,45	12,47
Relevo Suave a Ondulado - Mar de Morros	1511,45	37,44
Tabuleiros Terciários	460,39	11,40
Planície Sedimentar Fluvial	1483,09	36,74
Planície Sedimentar Marinha	77,62	1,92
Área Total	4036	100

Fonte: Ramalho (2005)

2.7 GEOLOGIA

A geologia de Campos dos Goytacazes pode ser resumida em duas partes: Formação das Rochas do Embasamento Cristalino (Pré-Cambrianas) e Formação da Bacia Sedimentar (Fanerozóico) (COSTA, 2008).

As rochas do embasamento cristalino (Pré-Cambrianas) ocorrentes em Campos dos Goytacazes são em sua maioria gnaisses, migmatitos, charnockitos e granitos. Todo domínio serrano e colinoso fazem parte do embasamento cristalino do município (COSTA, 2008).

A Bacia sedimentar de Campos dos Goytacazes (Fanerozóico) representa uma típica bacia de margem passiva, sendo hoje, a mais importante área de exploração de petróleo no Brasil. As transgressões e regressões marinhas, associadas à variação climática que causaram oscilações nos elementos flúvio-lagunares deram origem a depósitos sedimentares Terciários e Quaternários (COSTA, 2008).

O Município de Campos dos Goytacazes caracteriza-se por três divisões geológico-geomorfológicas (BARROSO, 1997 in: RAMOS et. al, 2001) apud (ALVES et al., 2003):

- “o embasamento cristalino, constituído por cadeias de rochas granito-gnássicas, formadas durante o período pré-cambriano, com dois domínios morfológicos: mar de morros arrasados e serras alongadas, isoladas ou contínuas;

- os tabuleiros da Formação Barreiras, que são elevações, de topo plano, com suave declividade para o mar; formaram-se durante o Plioceno e na Região constituem-se, basicamente, por camadas horizontais de materiais argilosos e argilo-arenosos.

- a planície quaternária é a feição geológica-geomorfológica, composta por sedimentos holocênicos de origem deltaica e aluvionar.” Esta é a porção dominante no município, e onde está inserida a área de trabalho do presente estudo.

2.8 CLIMA

O clima, segundo Ayoade (2002) é um fator preponderante da conformação das diversas características de uma região, portanto suas características estão diretamente relacionadas à composição das diferentes paisagens e seus domínios fisiográficos e ecológicos.

Segundo Miro (2008) as características do clima podem ser explicadas através das variações do relevo. Segundo a mesma, Campos dos Goytacazes possui uma influência continental, que vai se intensificando à medida que se distancia do mar (continentalidade).

A classificação climática oficial disponível no estado hoje é a publicada pelo CEEP - Centro de Estatísticas, Estudos e Pesquisas, vinculado ao CEPERJ adquirido mediante compra. Segundo relatos da FENORTE (2003), as regiões Norte e Noroeste do território do Rio de Janeiro apresentam-se divididas em duas sub-regiões, uma com clima subúmido e outra com clima seco, mais ao norte, como mostrado na Figura 5. Entretanto, a FENORTE (2003) relata que o regime pluviométrico vem diminuindo consideravelmente mesmo na região de clima subúmido.

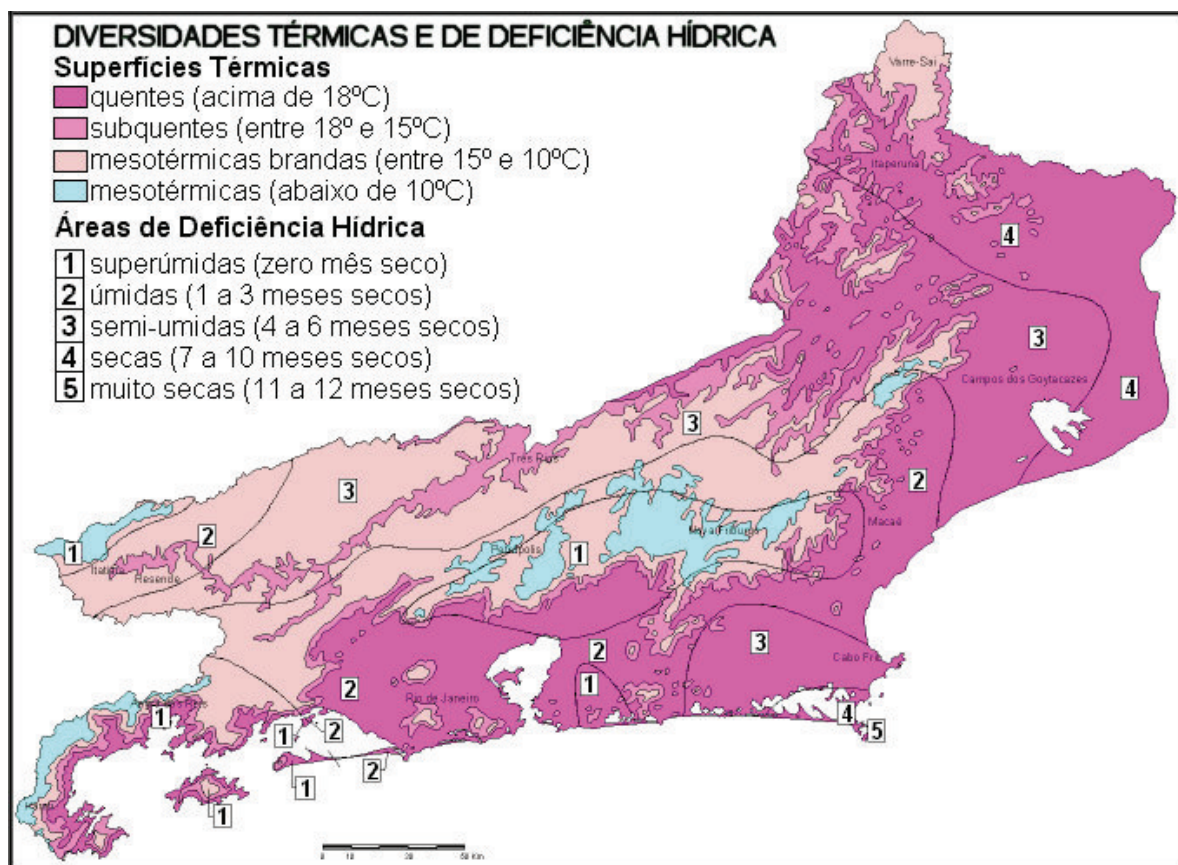


Figura 5: Diversidades Térmicas e Deficiência Hídrica. Fonte: (FENORTE, 2003)

O Projeto de Irrigação e Drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense (PROJIR) que operou na região da Baixada Goitacá entre 1982 e 1984 com intuito de recuperar a produtividade canavieira da região, identificou a deficiência pluviométrica pela qual a região de Campos passava. Esta baixa pluviosidade, aliada à deficiência dos meios agrotecnológicos utilizados na época, foram apontados pelo PROJIR como responsável pelo declínio da cultura canavieira na região.

Romísio, Pinheiro & Marques (2004) identificaram anomalias quanto às precipitações de Campos dos Goytacazes. Segundo os autores ocorrem grandes oscilações em relação ao regime de chuvas no município com o decorrer dos anos. Eles verificaram uma tendência negativa ao longo de 28 anos de observação (1971-1999), revelando a escassez ao final do

período. O déficit pluviométrico reflete uma tendência de transição do clima da região de seco para semi-árido.

2.9 SOLOS

Segundo FENORTE (2003) a planície campista possui solos de elevada fertilidade, favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar, fruticultura e pecuária. Estas características contribuíram para o desejo de expansão de áreas agrícolas executadas pelas obras hidráulicas realizadas pelos extintos Órgãos de Saneamento no passado atuantes na região.

Análises de mapas pedológicos do projeto PROJIR (1984) relatadas por Alves et al. (2003) verificaram que a região da Baixada Campista é constituída de uma associação de depósitos aluviais com solos de expressiva gleização, assim como cambissolos; sendo que os espodossolos tornam-se predominantes à medida que se aproxima do litoral.

De acordo com FEEMA (1993) citada por Miro (2008) os solos aluviais ocorrem em zonas baixas, sempre próximas às margens do rio e com grande expressão ao longo do curso do rio Paraíba do Sul.

2.10 HIDROGRAFIA – BACIA HIDROGRÁFICAS

2.10.1 Caracterização Geral

A Baixada Campista está inserida num conjunto hidrográfico complexo. Parte dela encontra-se na bacia do rio Paraíba do Sul, que abrange uma das mais desenvolvidas áreas industriais do país. A bacia possui uma área total de 55.500 km², o que corresponde a um pouco menos de 0,7% da área do país e a 6% da superfície da região Sudeste. Esta se estende pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A bacia do rio Paraíba do Sul, sub-bacia 58, está inserida na macro-região hidrográfica do Atlântico Leste segundo a classificação hidrológica da (ANA, 2005).

A bacia do rio Paraíba do Sul é a maior das bacias do Estado do Rio de Janeiro, ocupando quase a metade de sua extensão. A Serra do Mar constitui o limite geográfico da bacia (para os tributários da margem direita) com as bacias das baías de Sepetiba e Guanabara, dos rios Macaé, São João e Una e com a bacia contribuinte à Lagoa Feia (antiga foz do rio Paraíba do Sul) (SERLA, 1997).

Para a margem esquerda do rio Paraíba do Sul, não há nenhum tributário inteiramente dentro do Estado do Rio de Janeiro, cujo limite com Minas Gerais é dado pelo próprio rio Paraíba do Sul em seu trecho médio, por todo o rio Preto (principal afluente do rio Paraíba, de Minas) e por parte das bacias dos rios Pomba e Muriaé. À nordeste, a bacia do Paraíba do Sul limita-se com a do rio Itabapoana, rio este que faz divisa com o Estado do Espírito Santo (MIRO, 2008).

O Rio Paraíba do Sul pode ser citado como um dos maiores adutores de água para o sistema hídrico da Baixada Campista, já que a entrada de água na maior parte dos canais que corta a baixada ocorre a partir de Comportas de Adução Manobráveis localizadas às margens do Rio Paraíba. Estes canais que tiveram seus fluxos direcionados para defluírem do Rio Paraíba e desaguar em grande parte na Lagoa Feia passaram a fazer parte da Bacia Hidrográfica Contribuinte da Lagoa Feia. Além dos canais de drenagem, a Bacia da Lagoa Feia, recebe ainda e principalmente, contribuição dos rios Macabu e Ururaí (PLANER, 2007).

Segundo Ramalho (2005), Campos possui quatro bacias hidrográficas: bacia do rio Paraíba do Sul, da lagoa Feia, dos canais do Norte Fluminense e do rio Itabapoana, como pode ser visto na figura 6.

Ao sudoeste, os divisores de água da bacia são pouco perceptíveis e constituem-se de elevações arenosas situadas no encontro da unidade meridional de tabuleiro da Região Norte Fluminense com a restinga. Daí segue pelo tabuleiro de Carapebus em cotas entre 40-50 m até alcançar os primeiros ramos da serra do Mar, próximo à divisa entre os municípios de Carapebus e Macaé. Deste ponto em diante, torna-se bem visível, acompanhando as cristas da serra do Mar. Inicialmente, o divisor faz um giro fechado de 180° contornando as cabeceiras do rio Macabu e prossegue pelas cumeeiras das serras da Morumbeca, Itacolomi, Três Picos e Barracão até as cercanias do rio Paraíba do Sul quando abandona as serras e segue muito próximo ao rio Paraíba do Sul, iniciando um trajeto entre este e o rio Preto até o seu ponto final, nas proximidades da foz do rio Paraíba do Sul (PLANER, 2007).

A área de trabalho integra as bacias do Rio Paraíba do Sul, a de Canais do Norte Fluminense e a Bacia da Lagoa Feia. As intervenções humanas na última foram intensas em função da construção da rede de canais que confluíam na lagoa Feia, escoando as terras baixas de Campos, drenando todo o fluxo de água em direção da Lagoa, e dela, para o Canal da Flecha que deságua no mar. Estas intervenções, no entanto, provocaram grandes impactos neste ecossistema lagunar, que já foi considerado o maior do Estado do Rio de Janeiro, até 1949, data da conclusão do canal da Flecha pelo extinto DNOS. Relatos históricos apontam que a superfície da Lagoa Feia superava a Lagoa de Araruama, sendo pouco inferior a Baía da Guanabara. No início do século XX, estimavam que ela tivesse chegado a ocupar uma área de 370 km², no período chuvoso (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002).

Miro (2008), destaca uma redução do espelho d'água da Lagoa Feia numa ordem 70% de sua área, em função da construção do canal das Flechas, que tinha objetivo de regular a lâmina da lagoa. Esse canal liga a lagoa ao mar e é controlado por um sistema de 14 comportas que são acionadas de acordo com a altura da sua lâmina d'água.

A redução do volume dos corpos hídricos da Baixada Campista como visto na figura 7, resultou numa intensificação do uso do solo nestas áreas, que antes inclusive abrigavam lagoas, principalmente por atividades como agricultura e a pecuária. A presença humana nas margens das lagoas remanescentes, acelerada nos últimos 50 anos, vem ainda ocasionando problemas de poluição por esgoto doméstico e lixo (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIATI NETO, 2002).

Redução do espelho d'água da lagoa Feia



Fonte: Projeto Planáqua Semads / GTZ e Centro Norte Fluminense para Conservação da Natureza - CNFCN

Figura 7: Redução do Espelho D'Água da Lagoa Feia em função das intervenções de drenagem ao longo do século XX. Fonte: Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002).

2.11 ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES

O conhecimento do meio físico e suas interações podem nortear as formas de utilização de uma área, e desta forma pode ser útil na orientação, prevenção e correção de problemas oriundos de usos inadvertidos do meio, reduzindo assim os danos e maximizando os efeitos benéficos identificados para o uso da Terra. O estudo da vocação natural de determinadas áreas permite a identificação de suas limitações e potencialidades, tornando-se viável a racionalização no uso e exploração de suas qualidades, evitando possíveis danos ao meio ambiente (MIRO, 2008).

O estabelecimento de diretrizes de desenvolvimento compatíveis com a integridade do meio ambiente físico e biológico somente é possível, segundo Pires & Santos (1995) apud Costa (2000) sob a ótica de uma abordagem holística, que verifique causas e efeitos das interferências antrópicas e interprete as condições ambientais de toda a área estudada. O zoneamento é uma estratégia útil neste sentido, pois serve de base para o planejamento ambiental, e define no ambiente, zonas homogêneas em função de suas variáveis ambientais (SILVA, 2003).

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) (Lei Nº 6938 de 31/08/1981) trata o zoneamento ambiental como um de seus instrumentos a fim de alcançar seu objetivo: “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade humana”.

Segundo Ab’saber (1989) o zoneamento deve integrar os fatores ambientais que destaquem as características do meio, suas vocações e fragilidades, nos diferentes aspectos: físicos, biológicos e antrópicos, além de suas inter-relações, prevendo as limitações de utilização do meio.

Estratégias capazes de levantar, ponderar e integrar dados dos componentes dos ecossistemas sistematizando informações sobre a área ou local do planejamento e que identifiquem o estado do ambiente, a pressão exercida sobre ele e a resposta dada pela sociedade para a sua melhoria são, segundo Ab’saber (1989), imprescindíveis para uma gestão ambiental eficiente.

No âmbito local, diversos são os instrumentos que tratam do planejamento, zoneamento e conservação ambiental, como a Lei Orgânica Municipal e o Plano Diretor do município de Campos dos Goytacazes, na seção 3 “Da Dimensão Ambiental”, artigo 14, que trata do planejamento ambiental destaca o zoneamento ecológico-econômico como ação prioritária a fim de regular a exploração do patrimônio natural de maneira racional e sustentável, reduzindo a pressão sobre o ambiente. A elaboração do plano de manejo de pequenas bacias hidrográficas é outra medida que deve ser contemplada segundo este documento, com vista a aproximar o município às políticas de sustentabilidade ambiental.

Atualmente, os modelos de zoneamento utilizados no Brasil não possuem uma metodologia clara e de fácil aplicação. Isto faz com que os planos de desenvolvimento do governo careçam de uma melhor interpretação das inter-relações ambientais e da relação homem-natureza (SILVA, 2003).

2.12 UTILIZAÇÃO DE SIGS (SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS) COMO METODOLOGIA PARA O ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES.

O conhecimento dos diversos aspectos físicos e sociais de um ambiente é de extrema importância para a compreensão das potencialidades para utilização eficiente do espaço, já que o conhecimento particionado não provê compreensões sistematizadas a respeito de um meio. As dinâmicas dos elementos de um ecossistema são capazes de formar paisagens bastante diferenciadas, paisagens estas que podem também sofrer interferência dos elementos de sua história, o que hoje pode ser verificado principalmente a partir da ocupação humana no meio ambiente. Desta forma, montar um cenário de futura intervenção requer considerar as interações entre os diversos atores envolvidos na construção de um meio.

Segundo Silva (2003) é comum observar nos zoneamentos uma fraca análise integrada das características físico-biótica-sócioeconômica avaliadas nos diagnósticos ambientais. Além disso, as regras utilizadas na identificação das zonas são bastante qualitativas e carregadas de subjetivismo, sendo muitas vezes influenciadas pela impressão da equipe envolvida na pesquisa. Metodologias que efetivem medidas reais e quantitativas relacionadas ao meio ambiente, que ainda simplifiquem a expressão dos resultados obtidos, e que sejam de fácil acesso e repetição pelas pessoas envolvidas nas áreas de planejamento são fundamentais como ferramentas de planejamento e gestão territorial.

O processamento concomitante de informações, em toda a sua complexidade, tem sido possível graças aos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), definido como tecnologia para investigação dos fenômenos ambientais que combinam os avanços tecnológicos da cartografia, banco de dados automatizados, sensoriamento remoto e modelagem (SILVA & SANTOS, 2004).

Estudos que abordem a identificação de zonas a partir da seleção de atributos ambientais que possam ser facilmente mapeados, medidos e relacionados em uma base de dados SIG, associados a uma análise multivariada que agrupa as múltiplas interações destes fatores, permite identificar zonas que respondem sobre as inter-relações no meio ambiente. Assim, a organização do espaço em sua forma mais abrangente possível poderia ser avaliada por uma análise múltipla integrada definindo as porções territoriais onde os fatores estão solidamente ligados (SILVA, 2003).

A tendência de avaliação e planejamento territorial a partir da apresentação de informações por mapas surgiu entre 60 e 70. Os responsáveis por esta revolução na forma da ótica de análise foram os chamados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), programas computacionais capazes integrar os diferentes elementos da natureza. O surgimento desta ferramenta possibilitou analisar a natureza adicionando os elementos que compõem sua complexidade, o que possibilitou sua visão de forma mais integrada e interdisciplinar. A revolução tecnológica presenciada nos últimos anos produziu um novo ambiente de pesquisa devido à facilidade na aquisição dos softwares e dos hardwares úteis à aplicação do sensoriamento remoto, facilitando os mais diversos planejamentos, inclusive o ambiental (MARTORANO et al., 1999).

O geoprocessamento é uma poderosa ferramenta com tecnologia que permite a coleta, recuperação, armazenamento, tratamento e análise de dados, todos possíveis graças à capacidade de integração destes programas, que possibilitam a utilização de informação em seus diversos formatos e a criação de planos de informações georreferenciados a partir das mesmas. Já os Sistemas de Informação Geográficas (SIGs), são os sistemas computacionais que operacionalizam esses conceitos, tornando possível agrupar, organizar e integrar a informação, disponibilizando-a em novos contextos, aos quais antes não havia-se explorado (ASSUNÇÃO,1990).

Desta forma, diversas podem ser as fontes de dados utilizadas com auxílio de programas de geoprocessamento, como o ArcGis. Estes dados podem estar em formatos diferentes daquele com o qual o ArcGis trabalha e estrutura seus dados (geodatabase e shapefiles), como no caso de arquivos CADs utilizados na elaboração de inúmeros projetos e mapas. Estes dados digitais podem ser aproveitados pela plataforma ArGis mediante alguns tratamentos prévios que permitam este intercâmbio. Dados de cartas impressas também podem ser recuperados na plataforma ArcGis cumprindo alguns procedimentos de conversão digital destes dados, com auxílio de alguns hardwares, como mesas digitalizadoras e escâneres.

O zoneamento de áreas de inundação é uma medida não-estrutural que segundo Tucci (2002) consiste no estabelecimento de regras de ocupação do espaço, tendo como indicadores uma maior probabilidade de ocorrência de enchentes/inundações. Esta ferramenta tem como objetivo diminuir as perdas materiais e humanas, racionalizando a ocupação do meio rural e urbano.

O mesmo autor define Zoneamento de Áreas de Inundação como forma de regulamentação do uso da terra para ordenar a ocupação do solo através do estabelecimento de áreas aptas de acordo com sua localização em relação ao curso d'água. O zoneamento destas áreas deve ser realizado seguindo as seguintes etapas: determinação de riscos de enchentes, mapeamento das áreas de inundação, levantamento da ocupação na área de risco, e completando, o zoneamento das áreas de risco.

Uma ferramenta que busque o gerenciamento dos recursos naturais de uma área deve considerar as inter-relações dos fatores intervenientes na sua construção e suas variáveis condicionantes. No caso de regiões inundáveis, estes fatores representam aspectos de sua hidrologia, geomorfologia, drenagem, população, climatologia, entre outros. Uma metodologia que pretenda indicar as potencialidades dos espaços sujeitos à inundação para que sejam instrumentos adequados de gestão ambiental, deve estar calcada em aspectos experimentais, empíricos e teóricos enfocando-se o fenômeno das inundações, no qual se procura avaliar (CANÇADO, LORANDI & PINHEIRO, 2000).

O Zoneamento das Áreas Sujeitas a Inundações da Baixada Campista está pautado como visto, como uma ferramenta de grande valia para auxiliar a gestão territorial local, considerando os aspectos socioeconômicos e ambientais relevantes na construção da paisagem.

2.13 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Os SIGs tem se apresentado também, como uma ferramenta importante para produção e análise de Modelos Digitais de Terreno (MDTs), utilizado em muitos casos para análise de zonas de inundação (CHICATI et al., 2010), (ALCOFORADO & CIRILO, 2001), (OLIVEIRA et al., 2004) e (COSTA, 2007). Os Modelos Digitais de Terreno são os dados mais comuns para representar a forma da superfície terrestre. Estes são matrizes (n-linhas x m-colunas), em que cada célula representa um valor de elevação (OLIVEIRA, 2008).

A Confecção de Modelos Digitais de Terreno se dá pelo conhecimento de referências X, Y e Z, a qual representa a distribuição no espaço das coordenadas em latitude e longitude, e a elevação (SILVA, 2005). A elaboração de MDTs ocorre a partir do conceito de Modelo Numérico de Terreno (MNT), que é a representação matemática computacional da

distribuição de um fenômeno espacial ocorrido dentro de uma região da superfície terrestre (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

Segundo Câmara & Felgueiras (1999), para a representação de uma superfície real no computador é indispensável à elaboração e criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou uma rede (grade) de pontos, de modo a transmitir ao usuário as características espaciais do terreno; o autor cita alguns exemplos elaborados a partir dos fundamentos de MNT, conforme listados abaixo:

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- Análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- Elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio à análise de geomorfologia e erodibilidade;
- Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

A criação de um modelo numérico de terreno corresponde a uma nova maneira de enfocar o problema da elaboração e implantação de projetos. A partir dos modelos (grades) pode-se calcular diretamente volumes, áreas, desenhar perfis e secções transversais, gerar imagens sombreadas ou em níveis de cinza, gerar mapas de declividade, fatiamentos nos intervalos desejados e perspectivas tridimensionais (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

O processo de geração de um modelo numérico de terreno pode ser dividido em 2 etapas: (a) aquisição das amostras ou amostragem e (b) geração do modelo propriamente dito ou interpolação. E após a geração do modelo, podem-se desenvolver as diferentes aplicações (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

A amostragem compreende a aquisição de um conjunto de amostras representativas do fenômeno de interesse. Geralmente essas amostras estão representadas por curvas de isovalores e pontos tridimensionais (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

As fontes mais comuns de amostras de modelos digitais de terrenos de acordo com o MNT são: arquivos digitais importados de outros sistemas, bases topográficas com isolinhas, pontos notáveis de máximos e mínimos, além de informações de levantamentos em campo transformados em dados digitais (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

Como relatado acima, arquivos digitais podem ser utilizados para aquisição de dados para elaboração de MNT; no caso de digitalização manual, a operação consistirá na identificação de isolinhas com de valores de cota, e o operador, delineará a linha ao longo do mapa. Na digitalização com o uso de scanner, é obtida uma matriz de pontos onde podem ser

identificadas as isolinhas e os valores de cota. Os processos de vetorização mais comuns transformam uma isolinha em uma sequência de pontos (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

A vetorização ponto a ponto, realizada seletivamente, se escolhendo e as feições que se deseja vetorizar, é bastante precisa, porém o processo é lento, já que todos os vértices que formam as linhas e os polígonos são vetorizados ponto a ponto, geralmente com a utilização do mouse (FERREIRA, 2006).

A interpolação envolve a criação de estruturas de dados e a definição de superfícies de ajuste com o objetivo de se obter uma representação contínua do fenômeno a partir das amostras. Essas estruturas são definidas de forma a possibilitar uma manipulação conveniente e eficiente dos modelos pelos algoritmos de análise contidos no SIG (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

As aplicações são procedimentos de análise executados sobre os modelos digitais. Podem ser qualitativas, tais como a visualização do modelo usando-se projeções geométricas planares, ou quantitativas tais como cálculos de volumes e geração de mapas de declividades (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

As estruturas de dados dos modelos digitais de terreno mais utilizados na prática são: os modelos de grade regular (GRID) e os modelos de malha triangular (TIN - triangular irregular network) (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

Os Modelos de Grade Regular são representações matriciais, em que à cada célula da matriz está associado a um valor numérico. Aproxima-se das superfícies através de um poliedro de faces retangulares, como mostrado na Figura 8a (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999). Definida a resolução do modelo, que está relacionada aos critérios: tamanho da amostra e dos retângulos da grade (densa ou espaçada); o processo de geração de uma grade regular disporá os valores de cota de cada ponto da grade a partir do conjunto de amostras de entrada, estimando estes valores para os retângulos sem informação. Utilizando para isso, o critério de interpolação por proximidade.

Os Modelos de Malha Triangular (TIN) são representados por um conjunto de poliedros cujas faces são triângulos, e os vértices são geralmente os pontos amostrados da superfície, mostrando as discontinuidades do relevo como ilustrado na Figura 8b (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

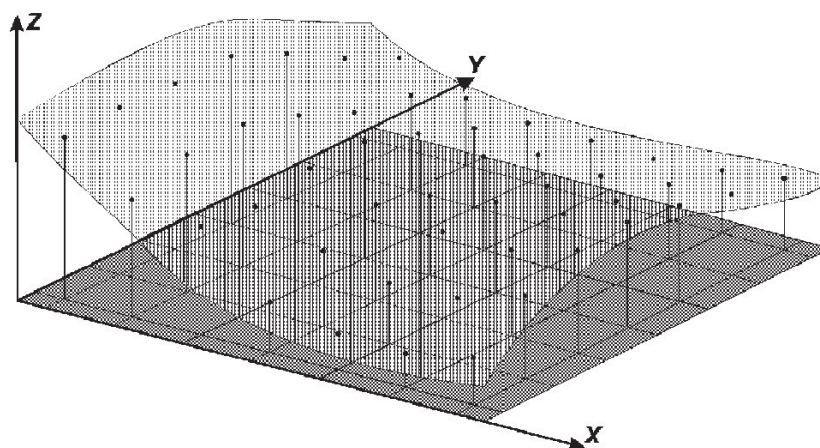


Figura 8a: Modelo de grade regular. Fonte: (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

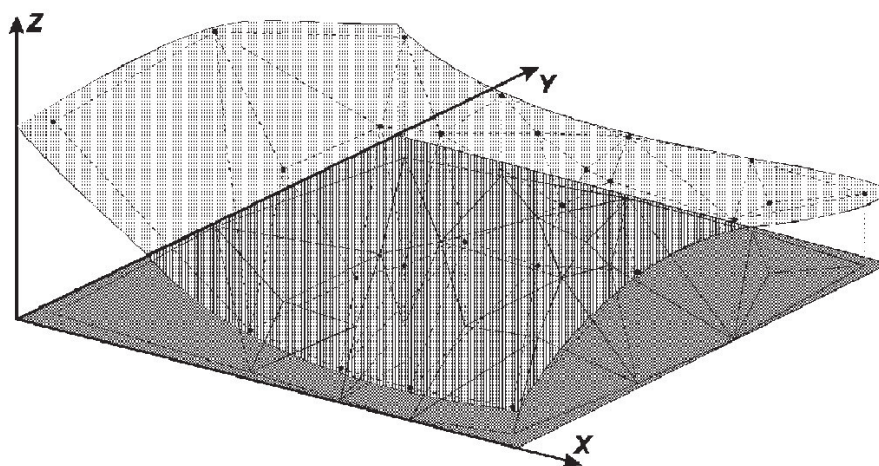


Figura 8b: Modelo de malha triangular. Fonte: (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999).

2.14 ZONEAMENTO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES: CONSIDERAÇÕES SOBRE PROTEÇÃO AMBIENTAL E ASPECTOS LEGAIS

Uma ponderação importante que deve ser considerada nos Zoneamentos de Áreas Sujeitas a Inundações, diz respeito à consideração das Faixas Marginais de Proteção (FMPs) dos Corpos hídricos que estejam dentro da área de interesse, uma vez que de acordo com a Portaria Serla N° 261-A, de 31 de Julho de 1997, as FMPs, são áreas de terra que margeiam os corpos d'água, demarcadas pelo estado, com a finalidade de proteger as águas públicas estaduais e preservar suas condições ecológicas, hidráulicas e sanitárias tendo em vista os aspectos ambientais conexos ao domínio hídrico.

A Lei Estadual N ° 1.130/87 define as Faixas Marginais de Proteção (FMP) de rios, lagos, lagoas e reservatórios d'água, como faixas de terra necessárias à proteção, à defesa, à conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres, determinadas em projeção horizontal, considerados os níveis máximos de água (NMA) dos corpos hídricos protegidos. A Constituição Estadual promulgada em 1989, (art.268, III), estabeleceu que faixas marginais de proteção de águas superficiais são áreas de preservação permanente. Toda e qualquer vegetação natural presente no entorno de corpos lacustres e ao longo de cursos d'água, passa então, a ter caráter de preservação permanente também. Em 1999, a FMP passou a constar como um dos instrumentos do sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos, instituído pela Lei Estadual 3.239/99.

Quando, no terreno marginal existirem florestas ou vegetação natural de preservação permanente, conforme Lei 4771/65 (Código Florestal), com acréscimos introduzidos pela Portaria SERLA N° 324 de 28 de Agosto de 2003, as FMP's terão as seguintes dimensões mínimas:

No caso de rios:

- 30m para cursos d'água que tenham até 10m de largura.
- 50m para cursos d'água que tenham de 10m a 50m de largura
- 100m para cursos d'água que tenham de 50m a 200m de largura.
- 200m para cursos d'água que tenham de 200m a 600m de largura.
- 500m para cursos d'água que tenham mais de 600m de largura.
- ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; (largura mínima para proteção: 30 (trinta) metros, caso se encontre na área urbana);

Pela Lei Estadual 650/83 em seu art.º 3º parágrafo único, a largura mínima das FMPs obedecerá o estabelecido no art. 14 do Decreto nº 24643, de 10 de junho de 1934, devendo ter no mínimo a largura de 15 metros de largura. Sua demarcação deve somente ocorrer em casos onde os recursos hídricos em questão estejam em domínio estadual. A Faixa Marginal de Proteção deve ser calculada a partir do Projeto de Alinhamento de Orla (PAO), em não havendo o mesmo, a FMP será demarcada a partir da orla aparente assim definida como a linha terra-água comprovada na planta topográfica de situação, uma vez determinado o nível máximo das enchentes ordinárias. Essas Faixas deverão estar representadas em planta na maior escala disponível, com preferência em restituição aerofotogramétrica à escala 1:2000.

O quadro abaixo apresenta os valores mínimos que deverão atender as FMP's, no caso de lagoas. A ampliação destas dimensões pode ocorrer sempre que os técnicos do Órgão

Estadual competente, assim o indicarem em razão de necessidade de preservar o corpo hídrico justificando e apontando os motivos para esta decisão.

Quadro 3: Dimensões de FMP segundo a legislação vigente.

Item	Corpo d'água	Vegetação Natural	Dimensões mínimas da FMP	Embasamento Legal
1	Lagoa	Não existente	15,00 m a partir da PAO quando estiver previsto cais acostável ou margem natural em cota 3m acima da linha d'água	Art. 3º Lei 650/83
			25,00m a partir do PAO quando previsto bota fora de dragagem.	
2	Lagoa	Existente	30,00m caso em áreas urbanas. 100m caso em áreas rurais e espelho d'água > 20 ha. 50,00m caso em áreas rurais e espelho d'água < 20 ha. 100,00m caso em áreas de represa hidrelétricas.	Item II do art. 3º da Resolução CONAMA n.º4/85 Estas FMP's são reservas ecológicas e marcadas a partir do NMA (nível máximo das águas).

2.15 PROJETO DE DEMARCAÇÃO DAS FMP– FAIXAS MARGINAIS DE PROTEÇÃO DAS PRINCIPAIS LAGOAS DA BAIXADA CAMPISTA

O Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista foi um estudo resultante de uma ação civil pública (ganha em todas as instâncias) encaminhada pela ONG Centro Norte Fluminense de Conservação da Natureza (CNFCN)¹ ao Ministério Público, que obrigou na época, à SERLA (Superintendência Estadual de Rios e Lagoas), atualmente com atribuições exercidas pelo INEA (Instituto Estadual do Ambiente) à demarcação de FMPs e definição de PAO (Projeto de Alinhamento de Orla) de 22 Lagoas da Baixada Campista: São Gregório, Boavista, Porto do Bonde, Do Bonde, Brejo Grande, Saudade, Taquaraçu, Vigário, Das Pedras, Santa Maria, De Cima, Limpa, Açú, Arisco, Campelo, Lagamar, Mel, Misericórdia, Molha Barriga, Salgada, Jacaré e Feia (BIDEGAIN; BIZERRIL e SOFFIATI NETO, 2002). A Figura 9 assinala em cor laranja a localização das lagoas.

1. Fundado em 13 de dezembro de 1977, o CNFCN, é a mais antiga e conceituada ONG de preservação ambiental da região. A primeira campanha da entidade, contra as ações do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) na área da Lagoa Feia.

Os trabalhos para indicação de PAO das lagoas abordadas no projeto baseavam-se na metodologia de determinação dos Níveis de Água Máximos (NMA), e consistia na localização em campo de marcas de água, que identificassem esses níveis para cada lagoa, analisadas em conjunto com as feições geomorfológicas e características da vegetação adjacente. De acordo com as indicações encontradas, os NMAs destas lagoas deveriam estar na ordem de 2,3 e 2,6 (marcas de água observadas em campo). O Projeto de Demarcação das FMPs ainda, ao recorrer a informações de relatórios da empresa Galleoli apresentados ao DNOS em 1969, encontrou dados sobre a altura máxima das Lagoas Feia e do Jacaré (2,4 metros), antes da construção do canal das Flechas em 1943 (Tabela 2).

Tabela 2: Níveis Máximos e Mínimos das Lagoas Feia e Jacaré Antes e Depois da Construção do Canal da Flecha.

PERÍODO	Níveis Referidos ao Datum IMBITUBA	
	Mínimo	Máximo
Antes do Canal (1943)	1,97	2,41
Depois do Canal (1943)	-0,15	1,36

Fonte: SERLA (2004)

Entretanto, uma vez que atualmente que o nível d'água destas lagoas encontra-se regulado pela comporta do Canal das Flechas, atingindo uma cota máxima de 1,5 m, este valor foi definido como a cota de PAO provisória das lagoas Feia e do Jacaré. E como estas lagoas constam na lista de Áreas de Interesse Especial do Estado, Anexo 1 da Lei Estadual nº 1.130 de 12 de fevereiro de 1987 – a especificação de FMPs das mesmas fica definida em 300 metros.

O relatório final de demarcação das 22 Lagoas, ainda traz informações (da então equipe da SERLA) referentes a manejos mais recentes das comportas do canal da Flecha, buscando reduzir as oscilações entre os níveis máximo e mínimo da lagoa Feia e do Jacaré, constantes até então, mantendo-as num patamar mais elevado no período posterior a 2000 (Tabela 3). Medida, que segundo o relatório, buscava favorecer as condições ambientais da lagoa, em particular da sua fauna.

Tabela 3: Níveis Máximos e Mínimos das Lagoas Feia e Jacaré Antes e Depois do Ano 2000.

PERÍODO	Níveis Referidos ao Datum IMBITUBA	
	Mínimo	Máximo
Antes de 2000	0,88	1,08
Depois de 2000	1,28	1,48

Fonte: SERLA (2004)

Entretanto o mesmo relatório aponta que os níveis de manejo da comporta não foram obedecidos durante muito tempo, permanecendo grandes oscilações, inclusive ultrapassando a cota cimeira de 1,5 do canal da Flecha (2002, 2003 e 2004) (Tabela 4). Provavelmente em consequência das fortes quedas pluviométricas que provocaram represamento da água junto da comporta, devido à acumulação de vegetação flutuante e à resultante insuficiente seção de descarga do canal (SERLA, 2004).

Tabela 4: Níveis Máximos e Mínimos da Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré entre 2000 e 2004.

PERÍODO	Níveis Referidos ao Datum IMBITUBA	
	Mínimo	Máximo
2000	-0,02	1,51
2001	-0,50	1,45
2002	-0,05	1,53
2003	0,28	1,70
2004	0,29	1,82

Fonte: SERLA (2004)

O Projeto de Demarcação das FMPs desta forma, considerando os ganhos ambientais para sobrevivência das lagoas Feia e do Jacaré, e de sua biota, levantou a possibilidade de elevação da cota do topo do Canal da Flecha para atingir um NMA entre 2,3 ou 2,4m (baseado nas marcas de água identificadas em campo e registros históricos anteriores a construção do canal das Flechas), mais próximos às condições naturais das Lagoas em questão. Entretanto, para que isso ocorresse seria necessária uma avaliação dos riscos envolvidos nessa elevação de nível, conforme objetiva este trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

- software ArcGis versão 9.3
- software paint brush versão 6.1 (compilação 7600)
- software CorelDraw 12
- Cartas na escala de 1: 10.000, com curvas de nível a cada dois metros do Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-Açúcar na Região Norte-Fluminense (PROJIR)
- Imagens Google Earth e Google Earth Pro (Trial version)

3.2 MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho é resultado do aperfeiçoamento da proposta de Miro (2008) para a elaboração do zoneamento das áreas sujeitas à inundação na Baixada Campista.

Esse estudo realiza etapas importantes da metodologia da proposta em uma área de estudo representativo do território da baixada campista, além de trabalhar adaptações metodológicas particulares apropriadas para as condições locais pretendendo fornecer contribuições para extrapolação dos procedimentos metodológicos para todo o território.

A metodologia parte do princípio que fatores reconhecidos como condicionantes de inundações como: topografia, hidrografia, pluviosidade, faixas marginais de proteção, uso da terra, entre outros, podem ser relacionados em cartas para a determinação de áreas de risco de inundação. Tendo em vista a importância dessas variáveis, o estudo se apoiará na coleta de dados topográficos e demais informações da área de estudo em questão, para tratamento e análise. O primeiro objetivo desta metodologia é a modelagem dos dados topográficos em um Modelo Digital de Terreno, a partir do qual, se faz possível a extração de outros dados importantes, assim como a análise integrada com as demais informações obtidas da área delimitada.

Na etapa de levantamento geral de informações sobre a área de estudo estão descritos os procedimentos do levantamento bibliográfico, documental, cartográfico e ambiental abordando os materiais utilizados e a edição das bases cartográficas geradoras do modelo digital de terreno e seus produtos. Além de informações referentes à sócio-economia da área.

A variável de susceptibilidade foi obtida através da utilização de produtos gerados a partir das bases topográficas (hidrografia, limites da área de trabalho e pontos cotados) que possibilitam a construção de produtos provenientes dos MDT.

3.2.1 Levantamento Geral de Informações sobre a Área de Estudo

O trabalho iniciou com um levantamento bibliográfico buscando os referenciais para caracterização histórica e física da região, bem como das problemáticas socioambientais e econômicas envolvidas no seu uso e ocupação. Além de buscas de informações documentais, que colaborassem para as análises situacionais.

As informações pluviométricas discutidas foram obtidas a partir dos dados da Fazenda Experimental do Campus Leonel Miranda da UFRRJ, situada no município de Campos dos Goytacazes e do trabalho de Miro (2008).

Para elaboração de banco de dados deste trabalho foram colecionadas informações tanto de arquivos do formato CAD, obtidos de outros trabalhos, quanto por vetorização de planos de informação de mapas físicos:

- ❖ Levantamento da base cartográfica existente da região de estudo: a fim de se levantar informações gerais com relação à hidrologia, topografia e outras topologias da área de

trabalho, bases cartográficas de diversas fontes foram levantadas, num primeiro momento do trabalho:

- Projeto Reconstrução Rio (Fundação Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro – CIDE, GEROE, 1995), disponíveis na escala: 1:100.000;
- Plano Diretor de Campos dos Goytacazes (Secretaria de Obras e Urbanismo de Campos dos Goytacazes, 2008) – Escala 1:75.000;

Estudos técnicos realizados na região:

- Estudos Hidrológicos / Determinação de Vazões para Obtenção de Outorga de Água nas Bacias Hidrográficas de Interesse do Programa Moeda Verde Rio Cana, (PLANER, 2004) – Escala 1:50.000;
 - Relatório de Impacto Ambiental-RIMA do ‘Projeto de Solução Integrada para Reabilitação Ambiental da Lagoa Feia Canal das Flechas, Praia da Barra do Furado e Praia da Boa Vista, (PLANER, 2007) – Escala 1:50.000.
- ❖ Levantamento de Informações sobre as Faixas de Proteção Marginal dos rios, lagoas e canais da região:
- Delimitação das FMPs das lagoas da área de estudo (Lagoa Feia e do Jacaré) - utilizou-se da base cartográfica disponibilizada na escala de 1:2.000 pela antiga Secretaria Estadual de Rio e Lagoas (SERLA). Um estudo realizado em 2004 que fez parte do “Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção - das Principais Lagoas da Baixada Campista”,
 - Cálculo das FMPs total dos canais artificiais - uma vez que os mesmos não possuem delimitação oficial, o presente trabalho utilizou como referência a Lei Estadual 650/83 em seu art. 3º, parágrafo único, que determina que a FMP terá no mínimo de 15 metros de largura.

- ❖ Levantamento de informações altimétricas, rede drenagem e delimitação da área de trabalho:
 - Para aquisição destes dados foram utilizadas as cartas topográficas do PROJIR, na escala de 1:10000, com curvas de nível a cada dois metros, já digitalizadas e fornecidas pela Diretoria do Campus Dr. Leonel Miranda, da Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro. As cartas utilizadas para este fim foram as: 081D, 081F, 082A, 082 B, 082C, 082D, 082E, 082F, 098B, 098D, 099a, 099B, 099C, 099D. A Articulação das cartas encontra-se na Figura 10. Estas após tratamento e georreferenciamento formaram um mosaico e serviram de referência para extração dos geodados necessários: pontos de cota, demarcação da hidrologia e delimitação da área de trabalho visualizado na Figura 11. No mapa, as 14 cartas foram articuladas cobrindo toda a área de estudo. A área de trabalho está representada pela linha lilás, delimitada longitudinalmente pelos canais Campos-Macaé e coqueiros, e latitudinalmente pelo rio Paraíba e lagoa Feia.

- ❖ Levantamento de atividades sócio-econômicas existentes na área de estudo – identificação dos usos da Terra:
 - O levantamento das informações sócio-econômicas desenvolvidas na área de estudo foi feito basicamente por consulta a outros trabalhos científicos, com destaque a dissertação de mestrado de Janaína Santos Lima Miro, com o Tema “Metodologia para a Elaboração do Zoneamento das Áreas Sujeitas a Inundações na Baixada Campista/Norte Fluminense – Rio de Janeiro”, publicada em 2008, com referência às suas pesquisas junto à Associação Norte Fluminense dos Plantadores de Cana (ASFLUCAN).
 - Para identificação dos usos da Terra nas áreas identificadas como sujeitas a inundações foram utilizadas imagens Google Earth Pro, que são disponibilizadas gratuitamente por 7 dias, e permitem a captura de imagens de melhor qualidade, diminuindo o número de imagens necessárias para confecção de mosaicos.

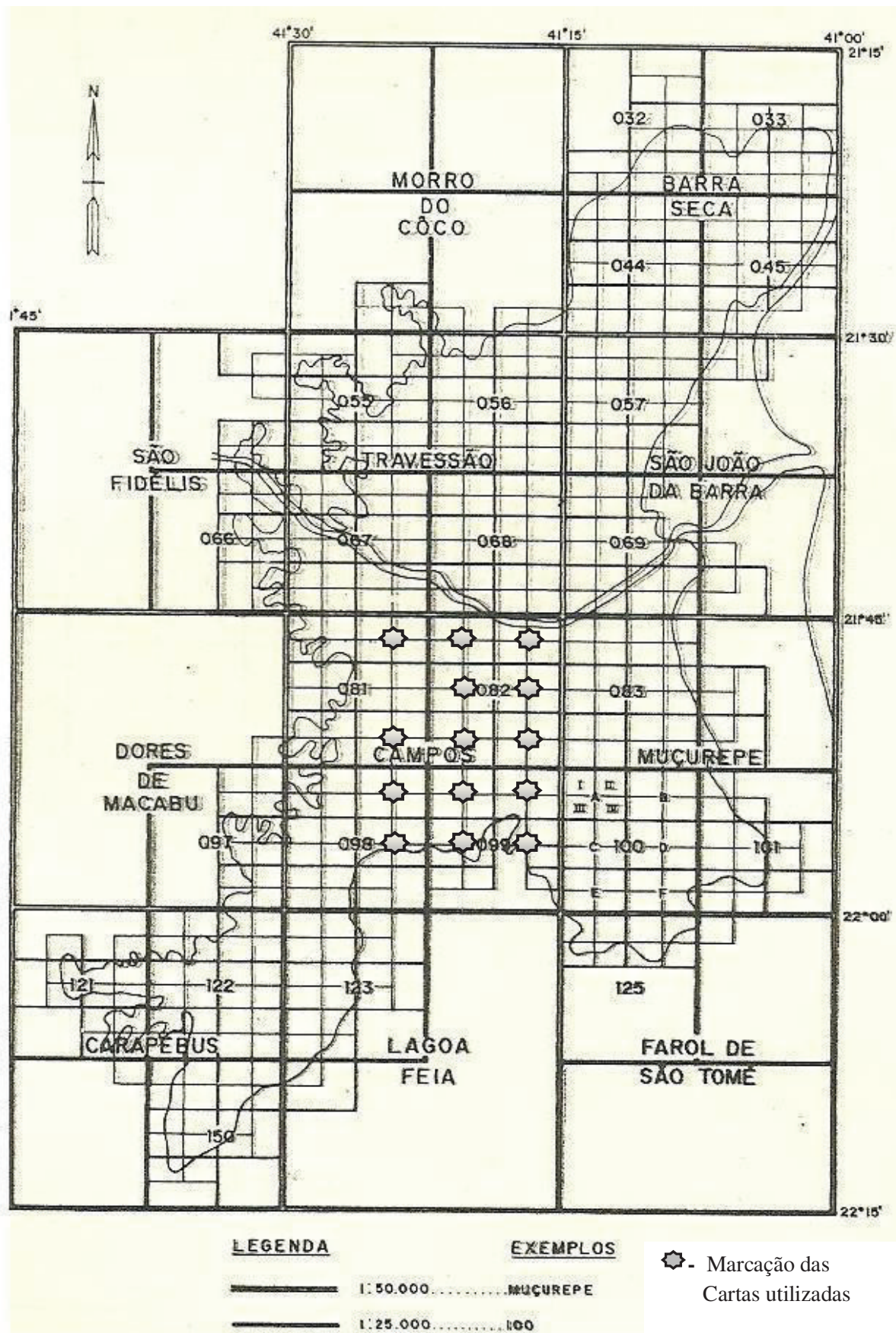
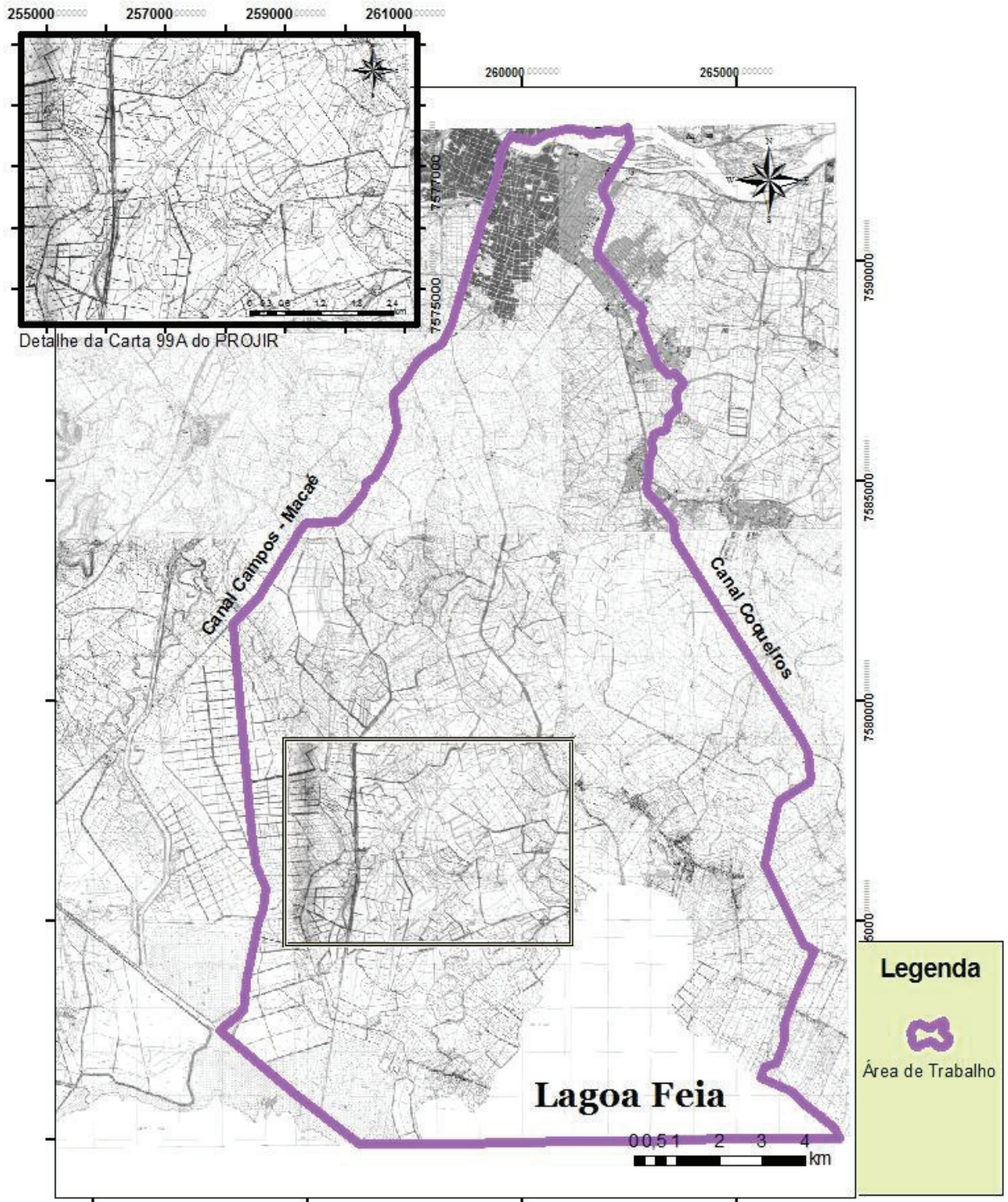


Figura 10: Articulação das Cartas do PROJIR. Fonte: PROJIR (1982)

Mosaico de Cartas do PROJIR 1:10000



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
e imagens do Google Earth
Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 11: Mosaico de Cartas do PROJIR 1:10000.

3.2.2 Tratamento, Vetorização e Compilação das Informações

Uma vez coletadas as bases cartográficas já existentes na região, todos os mapas tiveram seus Sistemas de Referência originais definidos e posteriormente convertidos para o Sistema de Projeção Cartográfica: Universal Transversal de Mercator (UTM), Fuso: 24S, *Datum* horizontal: South_American_1969 (SAD-69), a mesma referência dos dados do material do PROJIR. Todos os dados e análises foram executados em ambiente SIG (ArcGis 9.3, ambientes ArcCatalog e ArcMap).

Para extração de informações de alta precisão das cartas do PROJIR, os 14 mapas obtidos já digitalizados, foram inicialmente tratados no software Paint, para retirada da área não gráfica, onde ficam os dados marginais das cartas, facilitando a confecção do mosaico da área de trabalho. Uma vez cortadas, as imagens das cartas foram georreferenciadas, no ambiente ArcMap, utilizando a ferramenta “Add Control Points”.

3.2.2.1 Guia Hidrológico

Uma vez que a maior parte dos mapas adquiridos nas pesquisas de bases cartográficas encontravam-se em escala igual ou superior a 1:50.000, estas cartas possibilitavam uma boa visão geral da região, embora com pouco detalhamento. Desta forma, estas informações foram úteis para visualização geral da área, com destaque aos Recursos Hídricos de maior contribuição para hidrologia do local.

No Guia hidrológico produzido, a base de dados do “Projeto Reconstrução Rio”, na escala de 1:100.000 (GEROE, 1995) no formato CAD foi utilizada selecionando as feições correspondentes a hidrologia dentro da área de trabalho, e dos principais corpos hídricos contribuintes. Estas feições foram exportadas para o formato shapefile, que é um formato de trabalho do ArcGis e formatadas para um Layout de mapa.

3.2.2.2 Geoprocessamento dos dados das Faixas Marginais de Proteção (Lagoas e Canais)

- Para delimitação dos polígonos de FMPs das lagoas presentes na área de estudo (Lagoa Feia e do Jacaré), as cartas do “Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista” disponibilizadas no formato CAD, nas escalas de 1:2000, um total de 68 para Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré, foram exportadas para o formato shapefile, georreferenciadas e unidas espacialmente para formação de polígonos únicos de FMPs (Figura 12).

- Para efeito de cálculo das FMPs dos canais artificiais presentes na área de estudo utilizou-se a técnica designada "buffer", que estabelece automaticamente faixas com a largura desejada a partir de uma linha base. A largura foi configurada para 15 metros, de acordo com a Lei Estadual 650/83.

- Para cálculo da Faixa Marginal de Proteção total da rede de canais incluídas na área de trabalho do estudo, foi utilizada a ferramenta “hawths tools”, item acessório do ArcMap, que facilita a execução de diversos comandos do ArcGis.

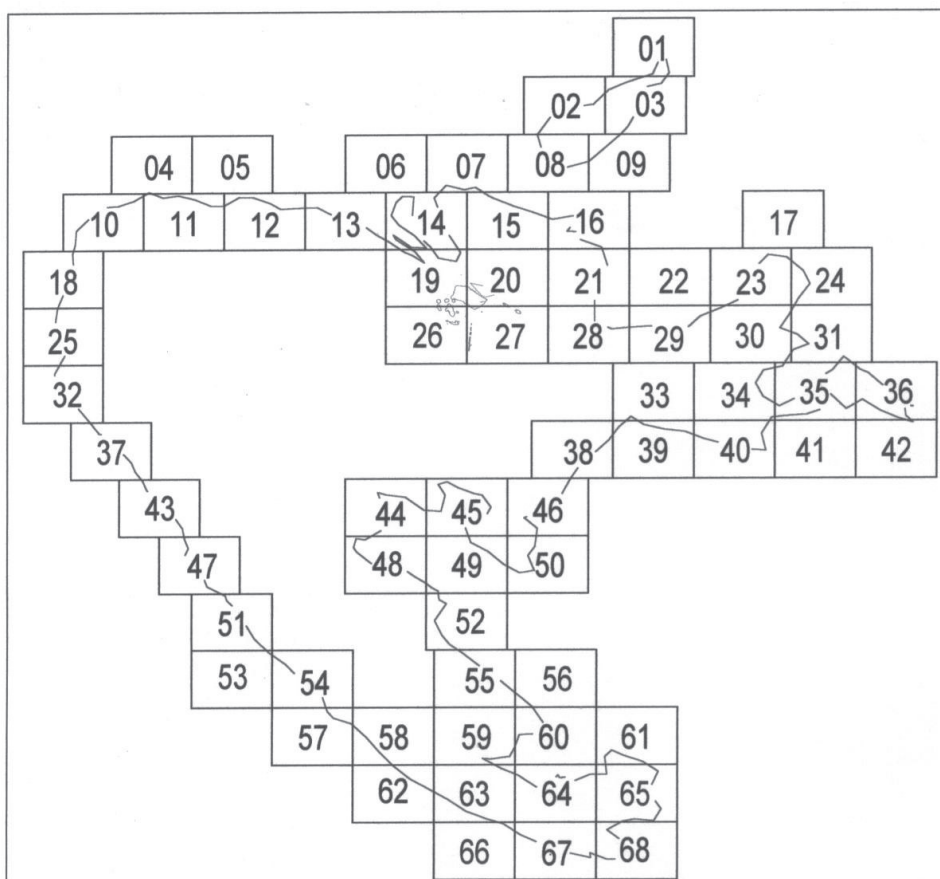


Figura 12: articulação das folhas 1:2.000 para delimitação de FMP e PAO da Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré. Fonte: SERLA (2004)

3.2.2.3 Produção dos Modelos Digitais de Terreno (MDT)

- Para executar as análises para identificação e visualização de áreas com maior susceptibilidade a inundações foram construídos Modelos Digitais de Terrenos (MDT), a fim apresentar os dados de forma mais próxima à representação da superfície do terreno. Para tanto, foram construídos MDTs nos formatos de Grade Triangular (TIN) e Grade Regular (GRID) com objetivo de maior aproveitamento das vantagens de cada um.

Para geração e interpretação dos Modelos Digitais de Terreno foi necessária a produção de informações altamente precisas da área, tendo em vista as sutis variações no terreno. Desta forma, os dados de entrada foram todos preparados a partir da coleta de cartas do PROJIR da ordem de 1:10.000, conforme descrito a seguir.

Os planos de informação utilizados como entrada para a produção do MDT, representando a rede de drenagem da área de trabalho, os pontos de altimetria e o polígono da área de trabalho foram todos criados no formato shapefile a partir do software ArcCatalog, usado para gerenciamento dos geodados e também para criação dos shapefiles e outros arquivos da interface ArcGis Desktop.

- Hidrografia: A hidrografia foi desenhada no ArcMap, usando o as cartas do PROJIR como plano de fundo de referência.
- Pontos de cota: Os pontos de altimetria foram marcados no modo de Edição do ArcMap, utilizando as cartas do PROJIR como referência, sendo as toponímias das cotas digitadas na tabela de atributos do shapefile. No total, foram 49.189 marcados manualmente.
- Área de trabalho: Definida como faixa territorial compreendida longitudinalmente entre os limites do canal Campos-Macaé e Coqueiros, e no sentido latitudinal parte da margem direita do Rio Paraíba do Sul indo até a Lagoa Feia, também foi demarcada no modo de Edição do ArcMap, usando os mapas digitalizados do PROJIR como referência.

3.2.3 Caracterização da Área de Trabalho

- Para identificação dos usos da Terra e caracterização sócio-econômica da região de estudo nas áreas identificadas como sujeitas a Inundações, foram utilizadas imagens Google Earth, conforme descrito acima. As imagens adquiridas tinham data de captura de Abril de 2010, sempre na altitude 1.3 km, sendo um total de 376 imagens. Estas posteriormente foram mosaicadas, a princípio com auxílio do software CorelDraw 12; e uma vez verificada uma dificuldade de operação do programa com imagens muito “pesadas”, foram confeccionados vários mosaicos, com alcance máximo de aproximadamente (70Mb). Estes mosaicos foram então georreferenciados a partir de pontos de controle em áreas bastante evidentes, utilizando as coordenadas GoogleEarth.

- As áreas urbanas dentro da área de trabalho foram delimitadas a partir das informações de arquivos CADs da Macrozona de Expansão Urbana (aos quais delimitava apenas a zona entre a área central e o distrito de Goytacazes), sendo o arquivo exportado para o formato shapefile;

- Delimitação da área urbana do distrito de Tocos: uma vez que a Secretaria Municipal de Obras e Urbanismo não disponibilizou os arquivos CAD do distrito de Tocos, foi utilizado a imagem do arquivo (.pdf)² referente a este distrito, acessível no Plano Diretor da Prefeitura de Campos¹. A imagem do arquivo “pdf “ foi georreferenciada no ambiente ArcMap e usada de base para criação de shape do entorno do distrito de Tocos.

- Delimitação da área urbanizada de Ponta Grossa dos Fidalgos: a comunidade de Ponta Grossa dos Fidalgos, localizada muito próxima às margens da Lagoa Feia, faz parte do distrito de Tocos, entretanto, não foi caracterizada na imagem que limita o perímetro urbano do distrito. Sendo assim, para delimitação da comunidade foi utilizada a imagem Google Earth como base.

3.2.4 Criação de curvas de nível a partir dos Modelos Digitais de Terreno

Uma vez gerados os MDTs, ambos os modelos (TIN e GRID) foram utilizados para produção de curvas de nível com intervalo de contorno 0,5 metro.

2. Arquivos do Plano Diretor Municipal disponíveis eletronicamente em: <http://www.campos.rj.gov.br/listaPlano.php>

3.2.5 Determinação das Zonas Sujeitas a Inundações na Baixada Campista

De posse das curvas de nível geradas a partir do GRID, foram realizadas consultas para seleção das feições correspondentes as seguintes cotas:

- 0,5 metro
- 1 metro
- 1,5 metros
- 2 metros
- 2,5 metros

Cada classe selecionada foi exportada para shapefiles únicos, formando as classes de Inundação.

A escolha deste intervalo de classes de inundação está fundamentada no questionamento provocado pelo “Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção - das Principais Lagoas da Baixada Campista”, o qual verificou um conflito ao definir as PAO (Projeto de Alinhamento da Orla) das lagoas Feia e do Jacaré. O PAO destas lagoas encontra-se definido na cota de 1,5m, sendo que sob condições naturais, o PAO deveria estar compreendido entre 2,3 e 2,6 (baseado nas marcas de água identificadas em campo e registros históricos anteriores a construção do canal das Flechas), conforme explicado na Revisão deste trabalho.

O cálculo para dimensionar as áreas alagáveis de acordo com as classe de inundações estabelecidas, foram feitos seguindo os mesmos princípios dos cálculos de FMPs de canais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES: CONTEXTUALIZAÇÃO DO CENÁRIO

➤ Guia Hidrológico:

No mapa da figura 13 pode-se visualizar o primeiro produto do trabalho, no qual se verifica a grande extensão hídrica da área trabalhada na Baixada Campista.

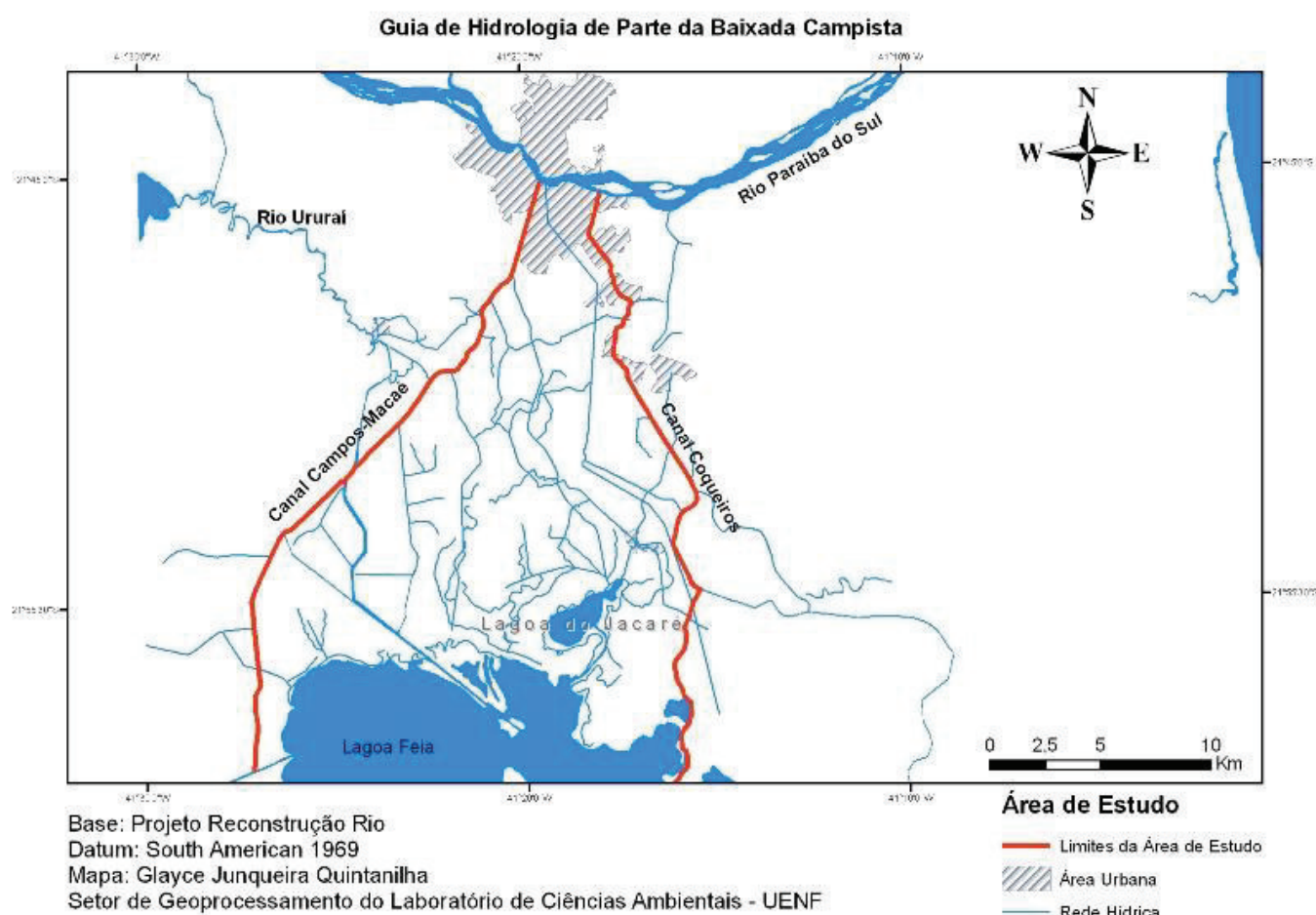


Figura 13: Guia hidrológico da área de estudo.

Como se pode observar no mapa produzido, a área de estudo deste trabalho (delimitada pelos canais Campos-Macaé e Coqueiros, em vermelho) é extensamente cortada por corpos hídricos, representados por diversos canais de drenagem da baixada, compreendendo também valas, rios e lagoas. A extensão total de canais de drenagem calculada com auxílio do ArcGis é de aproximadamente 156,18km (Tabela 5). Esse valor representa cerca de 10% dos estimados 1.500 km de Canais artificiais da Baixada Campista, fazendo desta área, uma amostra significativa da região. O mapa representado na Figura 13 possibilita uma visualização mais ampla da área de estudo, assim como alguns dos principais corpos hídricos contribuintes para a Bacia da Lagoa Feia (parcialmente apresentada na área de estudo).

A grande extensão deste sistema hídrico já permite por si mesma, demonstrar a fragilidade desta região a inundações. A isso, se associa os problemas advindos das épocas de altos índices pluviométricos, sendo possível identificar cenas como as mostradas nas figuras (14 a e 14 b). As principais atividades desenvolvidas na região de estudo, a agrícola e pecuária, com destaque para produção canavieira ficam bastante comprometida. Os índices pluviométricos da época das fotos, final do ano de 2006 e início de 2007, foi observado por Miro (2008). Tal evento é descrito como o pior evento desde 1966. De acordo com estudos da autora, em dezembro, o volume de chuvas alcançou 130 mm distribuídos em 17 dias. Já em janeiro o índice pluviométrico foi de mais de 400 mm distribuídos em cerca de 16 dias. Consultando os dados da Estação Pluviométrica da UFRRJ, *campus* Leonel Miranda, percebe-se que a média de chuvas do primeiro mês do ano é de 110,1 mm (medida entre de 1976 e 2005) e que, portanto, foi bastante excedida no período das fotos.

A ASFLUCAN (Associação Fluminense dos Plantadores de Cana), em 18 de janeiro de 2007, elaborou um documento no qual revelava algumas conseqüências econômicas da inundação sofrida na região na época, e reivindicava ações as quais consideravam importantes para minimizar os impactos à agricultura fortemente afetada no acontecimento. O documento, analisado por Miro (2008), corrobora para demonstrar a fragilidade do sistema de drenagem da região quando há aumento das chuvas e da vazão dos rios contribuintes ao sistema. Segundo os dados, as inundações atingiram cerca de 40 mil hectares de terras agricultáveis da baixada (Figuras 14a e 14b) estimando uma preda na ordem de um milhão de toneladas de cana-de-açúcar, contabilizado apenas para o setor da agricultura, um prejuízo que gira em torno de R\$ 150 milhões de reais.



Figuras 14a e 14b: Inundação ocorrida na área de entorno do canal Coqueiros em 2007. Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Campos dos Goytacazes.

A atividade agrícola desenvolvida na área de estudo, tem os canais da baixada como grande fonte de água para manter a umidade do solo e a irrigação das lavouras. Entretanto conforme explica Mendonça (2007), a infra-estrutura do sistema encontra-se bastante descuidada, provocando prejuízos àqueles que dependem deles para produzir. Segundo o mesmo autor, a rede de canais da Baixada Campista é bastante frágil, devido às suas grandes extensões (conforme verificado na Figura 13), e baixas declividades dos canais, o que reflete em reduzidas vazões (OLIVEIRA, 2007). Estes fatores favorecem a ocorrência de inundações, devido ao alto grau de assoreamento e às intervenções irregulares promovidas em períodos de seca. As obstruções dos canais para garantia de água pelos agricultores coloca a região numa situação delicada de conflito sobre o uso da água, situação agravada pelas mudanças climáticas que apontam uma tendência à aridez. Segundo Oliveira (2007), além da complexidade da rede de canais como demonstrado, falta uma gestão eficiente na rede implantada para contornar os prejuízos constantes aos setores dependentes.

Planejar o uso da Baixada Campista em função das características intrínsecas da região deve ser uma das primeiras medidas a serem tomadas no sentido de mitigar os problemas históricos de danos ao meio ambiente, prejuízos econômicos e sociais referentes à falta de uma gestão eficiente com o agravante de sua hidrologia complexa, e isso inclui considerar as áreas inundáveis como tal; prevendo usos compatíveis para estas áreas que possuem cotas bem abaixo das do rio Paraíba do Sul.

Já na Figura 15, a rede de canais incluída na área está representada pelas linhas em tom azul claro.

Área de Estudo e Rede de Drenagem

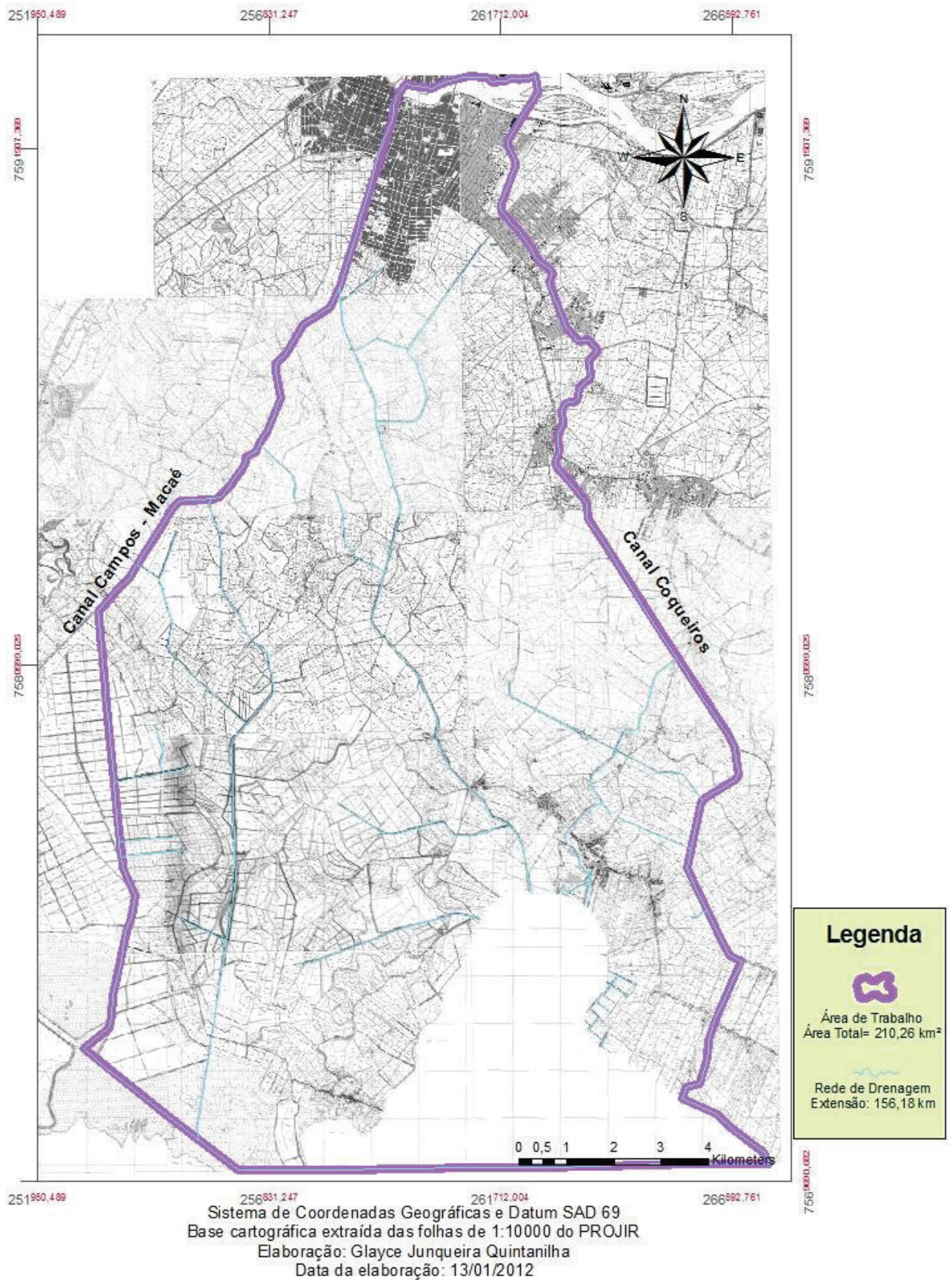


Figura 15: Área de Estudo e Rede de Drenagem

4.2 GEOPROCESSAMENTO DOS DADOS DAS FAIXAS MARGINAIS DE PROTEÇÃO (LAGOAS E CANAIS)

As informações do “Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista” indicam que o Projeto de Alinhamento de Orla (PAO) das Lagoas Feia e do Jacaré obedecem aos limites do Nível Máximo de Água (NMA) atingido pelas mesmas, e uma vez que estes níveis são artificialmente controlados por comportas que possuem a altura de 1,5m, a cota de PAO destas lagoas foi definida neste valor. Como já tratado em tópicos anteriores, uma vez que as lagoas presentes na área de trabalho foram definidas como Áreas de Interesse Especial do Estado, a especificação de FMPs das mesmas ficou definida em 300 metros - Anexo 1, da Lei Estadual nº 1.130 de 12 de fevereiro de 1987, sendo esta a base de referência para os cálculos posteriores.

A Tabela 5 mostra os valores referentes às medidas da área de trabalho, do comprimento total de malha de canais dentro da área de trabalho, FMPs de Lagoas e Canais para os corpos hídricos dentro da área pesquisada e em seu domínio total (no caso da Lagoa Feia).

Tabela 5: Medidas da Área de Trabalho, FMP dos Canais, Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré (Valores de área).

Cálculo de Área	(m²)	(km²)	Hectare (ha)	Comprimento (canais)
Área de Trabalho total	210259455,428	210,26	21025,95	N/A*
FMP Canais	4687300,865	4,70	468,73	156,18km
FMP da Lagoa Feia (Área de trabalho)	7301670,274	7,3	730,17	N/A*
FMP Lagoa Feia	213129368,423	213,13	21312,94	N/A*
FMP da Lagoa do Jacaré	7845458,167	7,85	784,55	N/A*
Lagoa Feia/Jacaré (PROJIR) 06/1981 – 07/1982	26866737,296	26,87	2686,67	N/A*

N/A – Não aplicável

Conforme se pode observar, a área de trabalho possui 210,26 km² dos 1638,33 km² de terrenos de planície (RAMALHO, 2005) compreendidos no município de Campos, uma amostra significativa de território total de Baixada (12,83 %).

A análise com relação à ocupação das áreas marginais adjacentes a trechos de canais artificiais foi experimentada com auxílio da geotecnologia, à luz da legislação específica. Para este critério, a extensão da rede de canais na área de trabalho e a Lei Estadual 650/83, que determina a largura mínima das FMPs foram consideradas utilizando o parâmetro de 15 metros laterais para cada lado dos canais de drenagem da área estudada para efeito de cálculo total de FMPs. Como se pode observar na Tabela 5, a área de FMP total de canais na área de trabalho é 4,70 km². Estas informações ficaram de difícil representação real em função de não se ter informação a respeito do NMA dos canais (limite ao qual seria o ponto de partida para iniciar a marcação dos 15 m de FMP). Mas na Figura 16, a representação simbólica das FMPs de canais, ilustra a porção de área protegida em azul claro.

A área da Lagoa Feia/Jacaré cartografada entre Junho de 1981 e Julho de 1982 (Figura 17), para o Projeto de Irrigação e Drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense (PROJIR), como se pode verificar na Tabela 5, corresponde a uma área bem maior as hoje estabelecidas como FMP destas lagoas. Conforme pode-se verificar, a área da lagoa Feia no período do levantamento do PROJIR ocupava 26,87 km² da área estudada. As FMPs hoje estabelecidas para as duas lagoas na área de trabalho ocupam pouco mais de 15 km² (uma área 44% menor). Não foi objeto deste estudo maiores detalhamentos sobre o período e condições de levantamento de campo do PROJIR, mas, uma vez que foram utilizadas cartas digitalizadas da área de interesse para delineamento das lagoas, pode-se inferir que este valor referia-se ao espelho d'água no período cartografado, enquanto os valores de FMP calculados possuem ainda um acréscimo de 300 m marginais além da linha de PAO. O que leva a crer que os espelhos d'água destas lagoas tiveram uma redução ainda maior que 44%; ou ainda que caso a FMP tivesse sido delimitada considerando a linha de espelho d'água das cartas do PROJIR como PAO, a área protegida para as lagoas seria ainda maior.

A Tabela 5 ainda oferece uma informação interessante que merece ser destacada. A FMP da Lagoa Feia, apesar das reduções provocadas pelas alterações no ecossistema, é grande, representando uma área maior que a área de trabalho: 213,13 km², ao passo que a área deste estudo representa 210,26 km². Entretanto Bidegain; Bizerril; Soffiati Neto (2002) traz informações históricas sobre a área da Lagoa Feia, registrando para ela, uma superfície de 370 km² entre os anos de 1894 e 1901. Uma vez que a Bacia hidrográfica da lagoa Feia se estende numa área de aproximadamente 3.430 km² (PLANER), esse número corresponderia a aproximadamente 11 % do território da Bacia. A área registrada como FMP da Lagoa Feia ainda estaria bastante aquém da área calculada como sua superfície primitiva relatada acima. Ressaltando para o caso, que o cálculo de FMP para da Lagoa Feia considera ainda uma margem de 300m além do NMA de 1,5m.

Representação de FMP de Canais

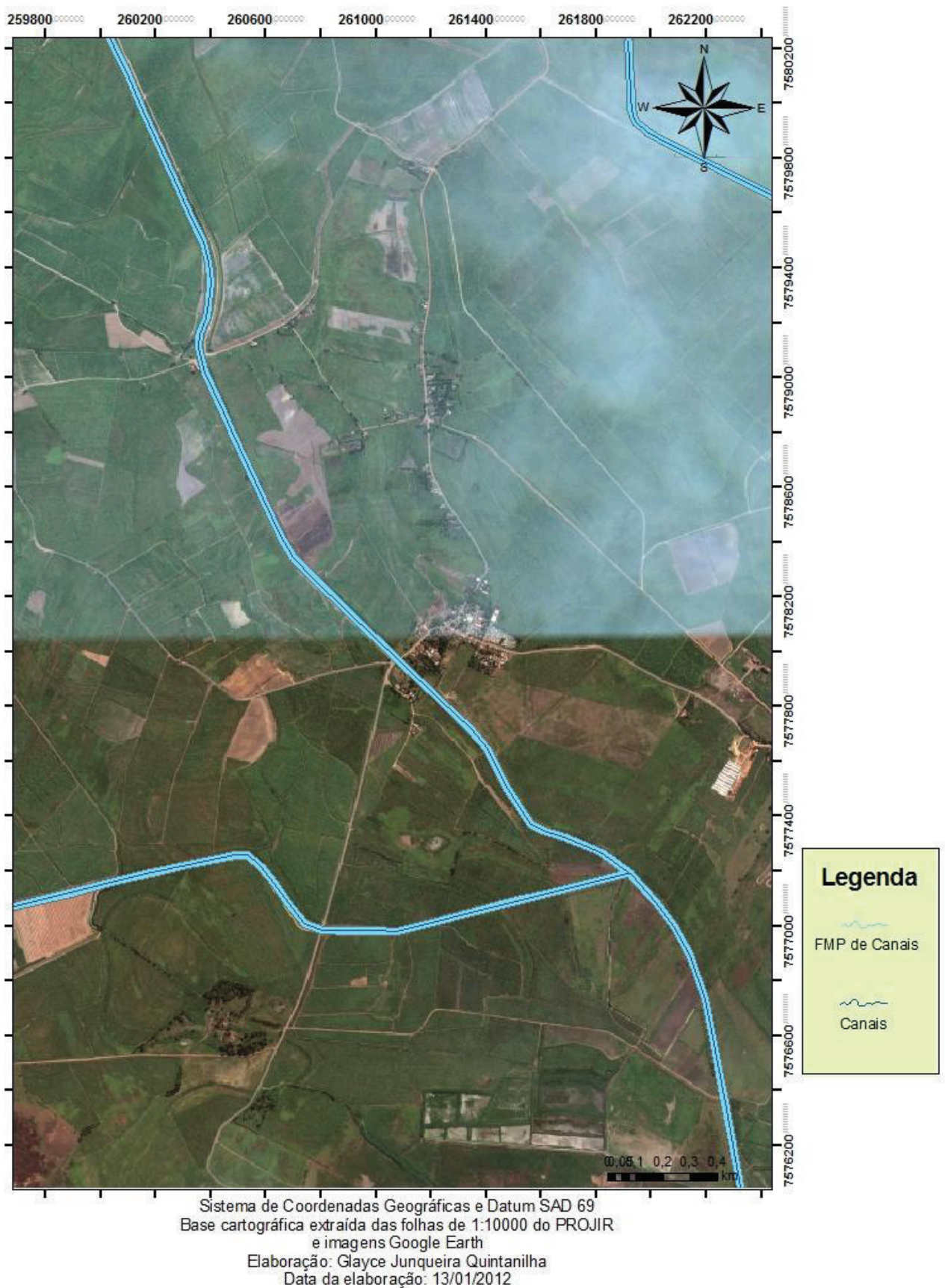
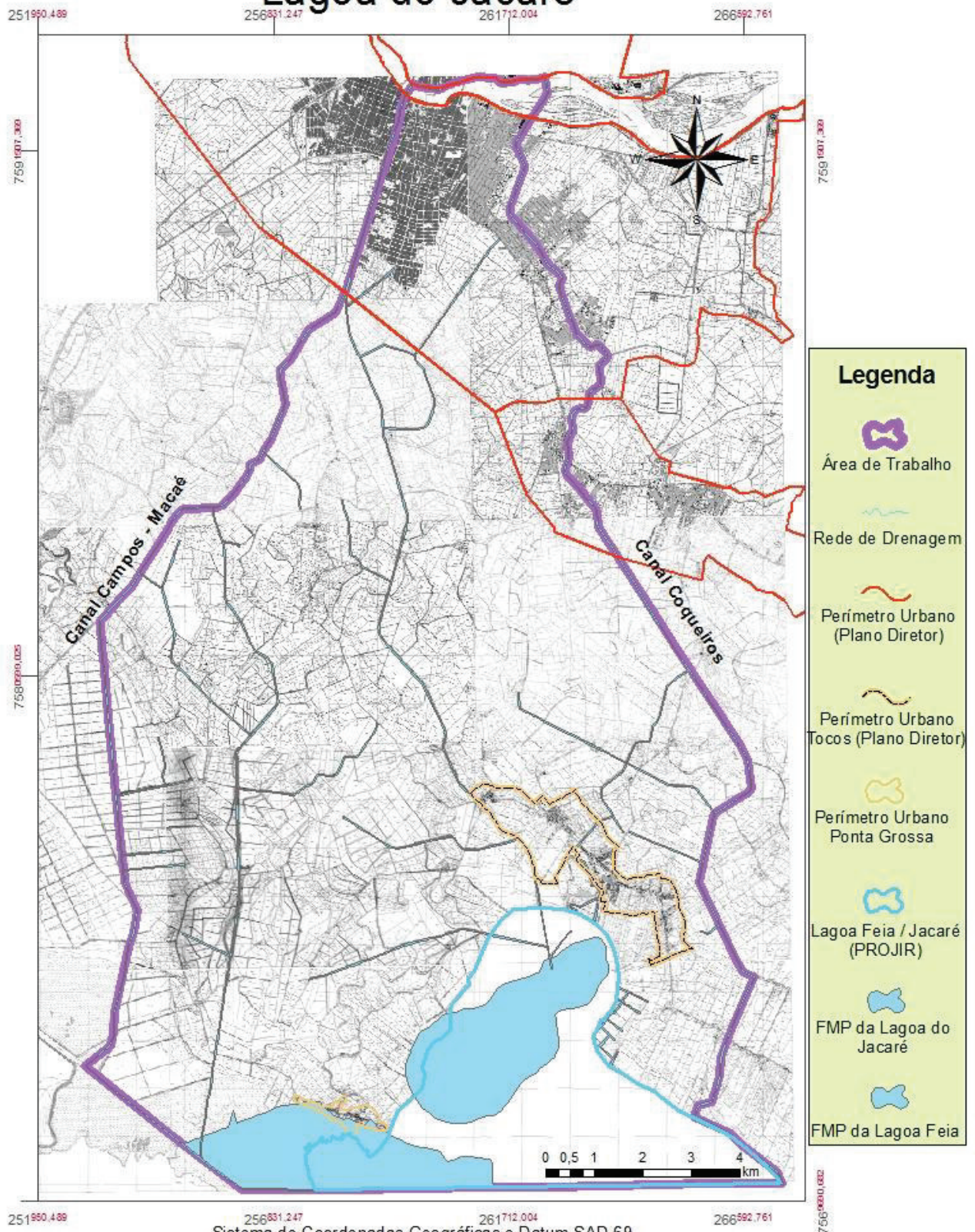


Figura 16: Representação Simbólica de Faixas Marginais de Proteção dos Canais

Perímetros Urbanos, Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 17: Representação das FMPs da Lagoa Feia e Lagoa do Jacaré e Perímetros Urbanos da Área de Estudo

4.3 QUALIDADE DOS DADOS E A GERAÇÃO DE MDTs – PROPOSTA METODOLÓGICA PARA BAIXADA CAMPISTA

Em função da sutileza da altimetria dos terrenos do domínio geomorfológico da Baixada Campista, cuidados especiais devem ser tomados na coleta de dados para representação real desta região. Baixas amostragens de dados, ou dados pouco precisos podem causar generalizações de muitos metros quadrados de áreas alagadas não representadas. Pois, conforme apresentado na Revisão Bibliográfica, 1,0 m de redução de cota na lagoa Feia pode ter levado a uma grande redução do seu espelho d'água, que teve sua área diminuída em aproximadamente 70% no passado (PLANER, 2007). As informações de marca d'água do Projeto de Demarcação das 22 principais lagoas da Baixada Campista identificou marcas no entorno das Lagoas Feia e do Jacaré, com alcance de 2,4m, sendo estas lagoas limitadas atual e artificialmente pela cota de 1,5m.

Um importante resultado desta pesquisa foi a proposição de uma abordagem metodológica diferenciada quando se trata da confecção de MDTs.

Lopes et al. (2006) ao concluiu analisar modelos numéricos de terreno para modelos geomorfológicos que na maioria das vezes, os mapas topográficos não contêm os dados suficientes, isto é, feições na forma de isolinhas e pontos cotados, para elaborar MNT compatíveis com as aplicações pretendidas.

No trabalho de Oliveira et al. (2004), o autor chamou ainda atenção para necessidade de aquisição de dados em grandes escalas para geração de um modelo digital de terreno. O mesmo utilizou dados vetoriais, como pontos cotados da região e curvas de nível com equidistância de 10 m que foram editados e tratados para produção de um MDE que permitiu prognosticar zonas eventualmente inundáveis na Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi.

Os trabalhos demonstrados relatam a importância de boas bases de dados para a elaboração de trabalhos desta natureza. O que nem sempre é notado nestes campos. Isso porque, percebeu-se que para o caso específico da Baixada Campista, a fase de extração de dados era crucial quanto à quantidade e qualidade das fontes para produção de um Modelo Digital de representação fidedigna da realidade do relevo trabalhado. As informações altimétricas podem ser citadas como o ponto mais importante para este fim, já que estes são os dados mais relevantes para a construção do modelo digital de terreno. A pesquisa de fontes de dados altimétricos, neste sentido, iniciou-se pelos dados disponíveis nas cartas do IBGE,

muito utilizadas para este fim. Entretanto as cartas fornecidas livremente com esse nível de informação da área de estudo estão disponíveis na ordem de 1:50.000 (Figura 18). A baixa precisão destas informações e a alta dispersão dos dados mostraram insuficiência da base para o objetivo do trabalho. A Baixada Campista apresenta desníveis de terreno bastante sutis, e, portanto, somente uma base precisa e em grande número de informações, seria adequada para representação da região. Esse nível de exigência, obviamente diminui as opções disponíveis para o trabalho ou o torna mais oneroso. A alternativa viável e barata para execução do trabalho foi a recuperação de dados do PROJIR. A pesquisa metodológica mostra que os resultados do presente trabalho iniciam na proposição de fontes alternativas de dados para trabalhar questões inerentes à morfologia do relevo da região. Por isso, este trabalho propõe o uso da base de dados do PROJIR na escala de 1:10000, não apenas para área de trabalho definida aqui, mas para toda a Baixada Campista, já que as cartas existentes abrangem toda ela.

Existem diversas formas para se construir um MDE, como através de ortofotos, imagens de satélite SPOT, imagens de radar, extração de dados tridimensionais de fotografias aéreas com a utilização de restituidores e por fim a utilização de dados oriundos da vetorização ou digitalização de elementos topográficos (drenagem, pontos cotados, etc.), que é a metodologia proposta neste trabalho. Apesar de não tão comum, a proposição da metodologia de pontos cotados a partir dos dados do PROJIR foi fundamental para execução do trabalho, e por isso ganha destaque como um dos principais resultados desta pesquisa. Esta metodologia, apesar de trabalhosa, representa-se bastante válida pelas peculiaridades já citadas da região e pela recuperação de dados valiosos e detalhados da Baixada com auxílio de SIG, e sem ônus financeiros; além de estímulo ao melhor aproveitamento deles.

A boa qualidade da base do PROJIR, por oferecer cartas em grandes escalas, foi importante, pois permitiu gerar não somente informações altimétricas adequadas para baixada, mas também um delineamento preciso da rede hidrográfica e contorno da área de trabalho, utilizados na construção do MDT.

As informações altimétricas são de fato o ponto mais delicado na modelagem de elevação, ainda mais quando trata-se de regiões de baixada. Como exposto, somente uma grande quantidade de pontos de altimetria garantiria confiança a proposta, sendo assim, o primeiro resultado desta abordagem metodológica produziu 49.189 pontos vetorizados dentro da área de trabalho para utilização como dados de compilação para gerar os Modelos Digitais de Terreno da área (Figura 19). Tal número de pontos era fundamental, pois estes constituem o ponto mais delicado, onde grande cuidado deve ser tomado na escolha e na quantidade dos

pontos amostrados que influenciam bastante na qualidade do produto final. A comparação das informações altimétricas disponíveis na carta do IBGE (Figura 18) com o mapa de pontos cotados produzido a partir das cartas do PROJIR mostra a grau de diferença quanto aos dados fornecidos. Câmara & Felgueiras (1999) confirmam isso. De acordo com os autores em aplicações onde se requer um grau de realismo maior, a quantidade de pontos amostrados, bem como o cuidado na escolha desses pontos, ou seja, a qualidade dos dados, são decisivos; mas revelam também que quanto maior a quantidade de pontos representantes da superfície real, maior é o esforço computacional para que estes sejam armazenados, recuperados e processados. Desta forma, as bases de maiores escalas do PROJIR, atendem as necessidades para criação de MDTs na Baixada Campista quanto à percepção de pequenos desníveis, desde que a coleta seja significativa e homogênea, o que demanda tempo e grande empenho na etapa da digitalização dos pontos. Esses pontos mostram algumas dificuldades da metodologia proposta quando comparadas às outras citadas acima, mas que se justifica pela questão do valor financeiro, da qualidade dos dados e a confiabilidade das modelagens produzidas a partir deles, além da possibilidade utilizações futuras dos dados (Figura 19) para geração de outras informações de boa precisão.

Os dois modelos digitais (TIN e regular) testados neste trabalho têm algumas propriedades diferentes, (que serão comparadas mais detalhadamente no próximo tópico quanto a sua aplicabilidade à Baixada Campista), principalmente no que diz respeito à forma como processam pontos cotados e disponibilizam o modelo de relevo. A etapa de aquisição dos dados altimétricos, foi, portanto, preponderante para qualidade MDTs gerados. Isso está associado em o quão próximo os pontos de cotas devem estar um do outro e a precisão dos mesmos (CÂMARA & FELGUEIRAS, 1999). Grande quantidade de pontos próximos, como visto (figura 119), garante maior realismo ao modelo, entretanto, as operações ficam lentas, o que de fato foi verificado durante as execuções dos comandos utilizando a metodologia proposta, dificultando a aplicação para áreas mais extensas; um ponto que deve ser considerado no caso de trabalhar com essa proposta para toda a região da Baixada Campista. Entretanto, tal ressalva quanto à utilização desta base de cotas digitalizada, com pontos cotados bastante próximos deve ser avaliada quanto à qualidade dos produtos desejados.

Com relação à quantidade de pontos de cotas necessários para geração de TINs (grades triangulares), Lopes et al. (2006), demonstrou em seu trabalho que grande quantidade de dados é necessário em locais de máximo, mínimo e vales para se evitar a formação de triângulos no plano horizontal (flat triangles), de forma a permitir identificação das menores sinuosidades de terreno, portanto a maior quantidade melhora a qualidade .

No caso de Modelos regulares, a modelagem é obtida a partir de equações interpoladoras, que usa o critério de suposição espacial pelo qual “pontos mais próximos seriam mais parecidos que os mais distantes”. Assim, este tipo de modelo calcula um valor desconhecido a partir de um conjunto de pontos de amostra com valores conhecidos que estão distribuídos ao longo de uma área. A distância a partir da célula com valor desconhecido às células de amostra, contribui para a estimação do seu valor final (UFES, 2011). Desta forma, embora uma grande quantidade de pontos, como procedido, não seja necessária para geração de MDTs no formato regular, este fator aumenta a qualidade do modelo, sobretudo em regiões de terreno mais suaves, nas quais as variações altimétricas são mais sutis, ressalvando o aumento do esforço computacional para compilação destes dados neste tipo de operação.

Mapa do IBGE com escala de 1:50000

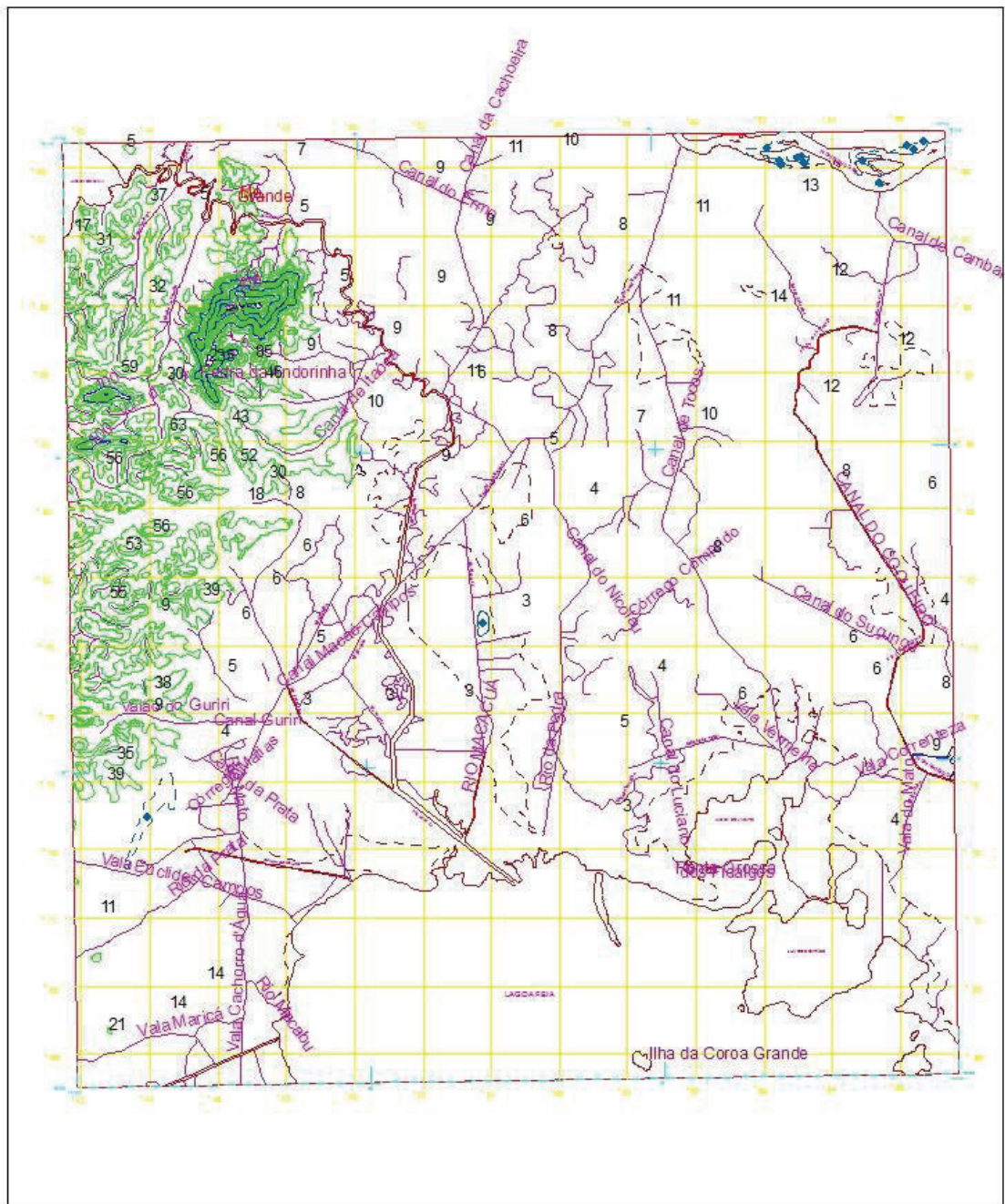


Figura 18: Informação altimétrica da região de estudo, com canais limitantes da área de trabalho destacados nos círculos vermelhos. Fonte: IBGE (adaptado pela autora)

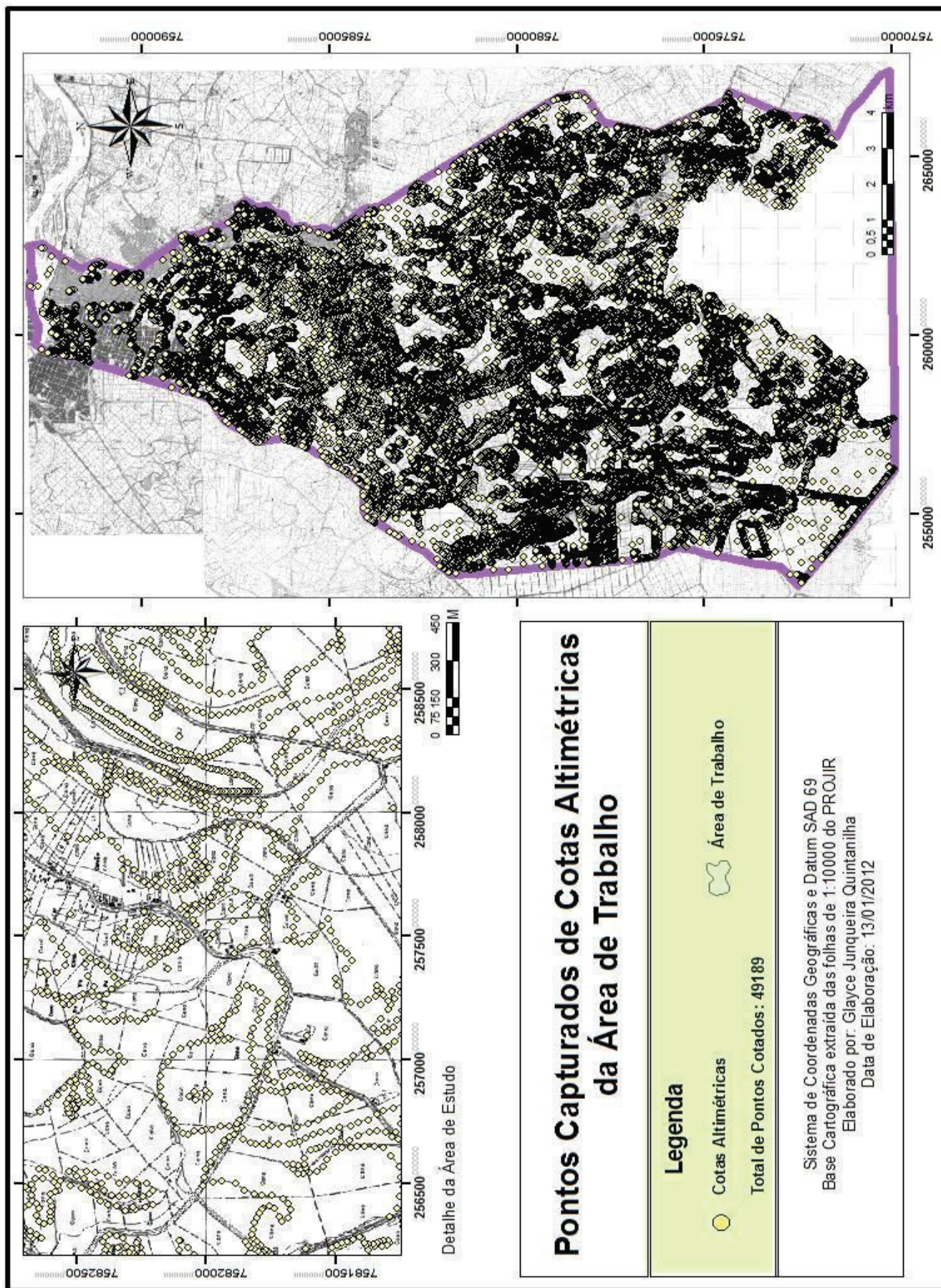


Figura 19: Pontos Capturados para Obtenção das Cotas Altimétricas da Área de Estudo.

grosseiros e patamares (que torna a declividade zero), principalmente em áreas de topos ou planas com poucos pontos amostrados. Esta característica pode ser evidenciada no detalhe do TIN da Figura 20, indicando-se nestes casos, a suavização neste modelo. Os GRIDs já formam relevos mais suaves, adequados para visualização 3D. Colaborando com esta abordagem Lopes et al.,(2006) ao comparar os diversos produtos dos MNT gerados em seu trabalho, identificou a grade criada com o software ArcGIS, com interpolador “Topo to Raster” como o que apresentou melhor resultado visual. Este é o mesmo interpolador utilizado para criação do GRID no presente estudo, sendo assim, esta e as demais características apresentadas para os dois modelos adéquam melhor o modelo GRID para os manuseios posteriores deste trabalho. A representação do relevo na matriz GRID obviamente resulta numa aproximação da forma real que Collischonn & Tassi (2011) manifestam que podem conduzir a erros. Entretanto a incidência destes erros pode ser diminuída com uma boa amostragem da área, conforme procedido, e a utilização correta da ferramenta. A resolução das imagens GRID, também está associada a este fator. Melhores resoluções facilitam a extração de mais dados precisos, como para o caso da geração de curvas de nível, indispensáveis para definição de zonas de inundação.

Em função das comparações discutidas, para operações como visualização das sinuosidades do terreno, geração de dados secundários, pela maior facilidade de manuseio computacional, e demais instrumentos disponíveis, as grades regulares se apresentam preferíveis para geração de MDTs adequados à Baixada Campista.

Os Modelos Digitais de Terreno produzidos evidenciam nas áreas mais claras, e principalmente em tons de azul, aquelas com maior susceptibilidade a inundações, (exceto os tons de cinza e branco, na área urbana do município, que são pontos mais altos da área de estudo). Conforme pode-se observar na paleta de cores da legenda, as áreas em tons de azul e amarelo claro, representam locais de cotas na escala de 0,5, 1,0 e 1,5 metro (tons azuis) e 2,0 metros (amarelo claro). Desta forma, são os pontos mais baixos da área de trabalho, estando sobretudo, localizadas nas proximidades das margens das lagoas Feia e do Jacaré. Já as áreas com variações em tons alaranjados representam altimetrias intermediárias distribuídas, sobretudo, nas áreas urbanas do município, vide Mapa de perímetros urbanos (Figura 17).

Conforme observado os Modelos Digitais de Terreno gerados, possibilitaram uma representação real da superfície da área estudada, a partir da utilização das características intrínsecas do terreno, facilitando a identificação visual das áreas com maior susceptibilidade a inundações. De acordo com Oliveira et al. (2004), os modelos tridimensionais de terreno são instrumentos de geotecnologia que permitem avaliar os processos de inundações a partir de

uma análise espacial das áreas de estudo. O referido autor pesquisou a utilização de geotecnologias para avaliação do risco Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi – Florianópolis/SC, também utilizando um Modelo 3D de Terreno como base para avaliar o processo de enchente.

Os Modelos Digitais de Terreno produzidos no presente trabalho, aliados a outros planos de informação, podem ser utilizados como base de dados para novas consultas e manipulações geográficas, tanto para fins de determinação de áreas susceptíveis a inundações quanto para outros objetivos.

Modelo Digital de Terreno da Área de Estudo - (TIN)

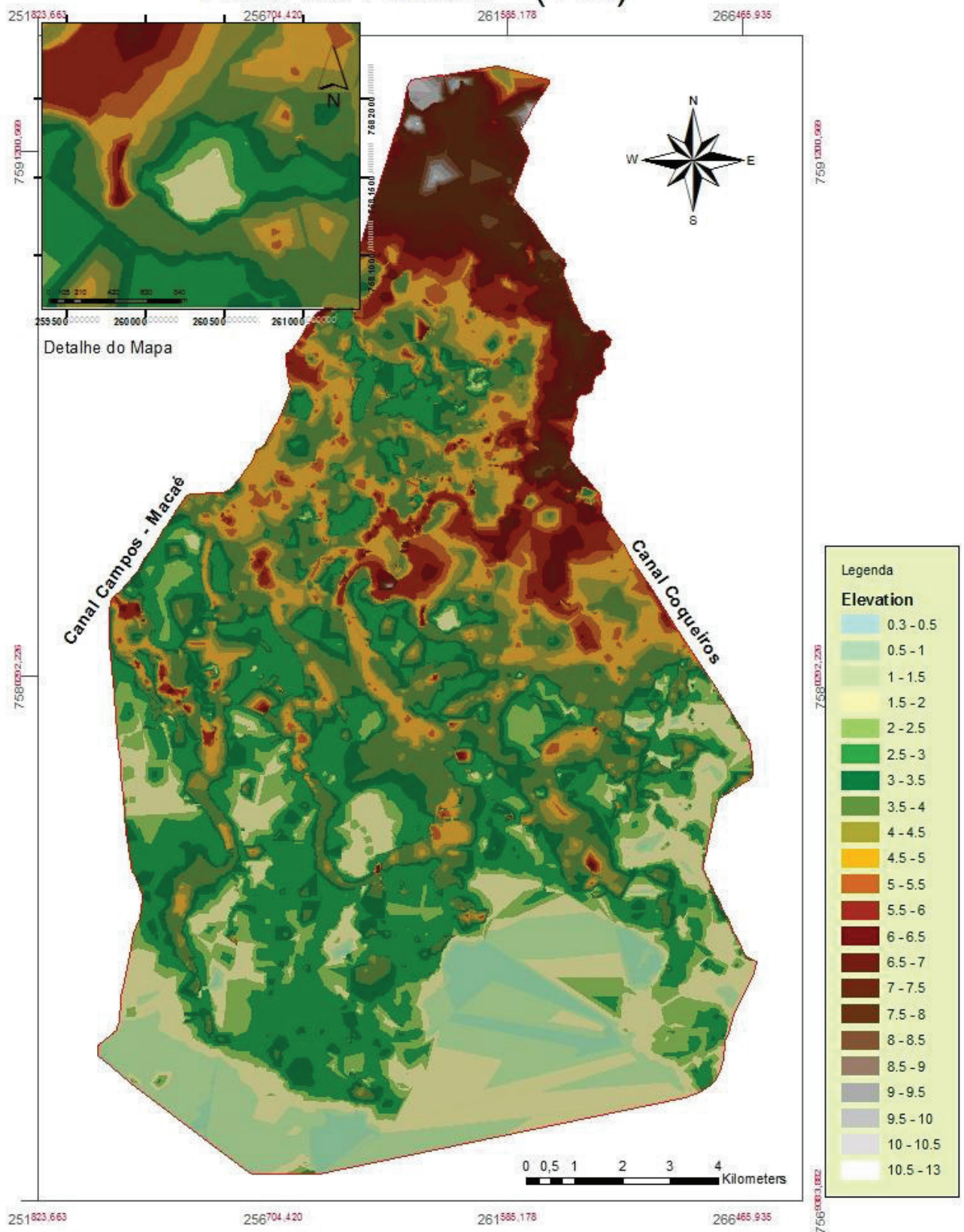
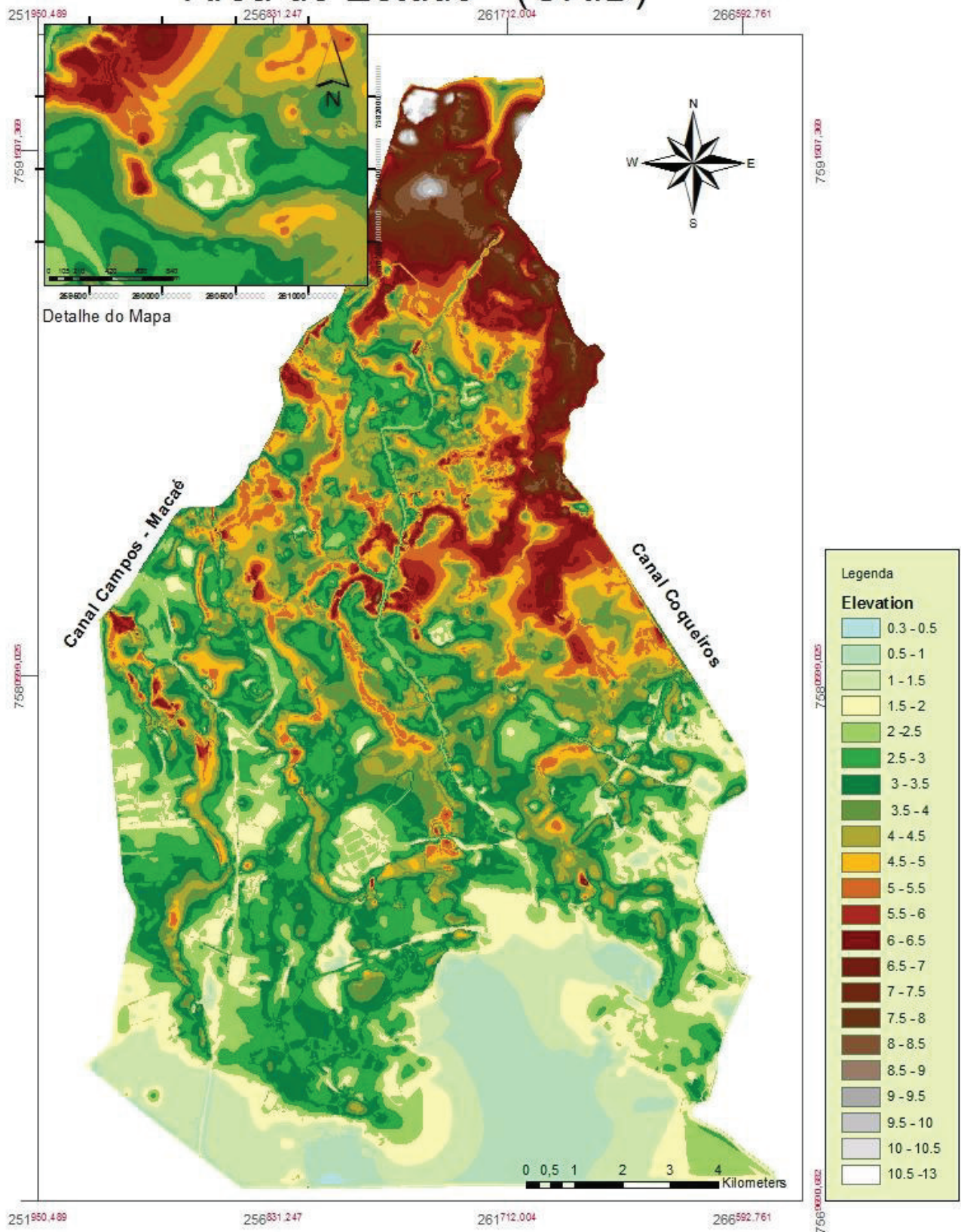


Figura 20: Modelo Digital de Terreno da Área de Estudo no Formato TIN

Modelo Digital de Terreno da Área de Estudo - (GRID)



Sistemas de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
 Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
 Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 21: Modelo Digital de Terreno da Área de Estudo no Formato GRID

A importância do estudo se traduz ainda, com relação à otimização da produtividade e do uso e ocupação do espaço, principalmente no que se refere às áreas destacadas nas cores mais claras dos MDTs. Estas regiões devem ser utilizadas prioritariamente para preservação ambiental. Na porção Sul, como já observado, existe uma predominância de cores claras, principalmente azul nas proximidades das lagoas Feia e do Jacaré, que são as áreas mais baixas da área de trabalho e possivelmente, no passado deveriam pertencer ao espelho d'água destas lagoas. Conforme citado anteriormente, SERLA (2004) relata que as lagoas Feia e do Jacaré deviam alcançar cotas de até 2,6 metros antes da finalização do canal da Flecha (1949). Outros trabalhos aumentam ainda mais esta medida, (4,73m), registrada em 1943, por um Relatório produzido pela Engenharia Gallioli em 1969, encontrado no acervo do DNOS, pesquisado por Bidegain; Bizerril; Soffiati Neto (2002). Hoje se sabe que a cota máxima destas Lagoas é 1,5 metro, que corresponde altura máxima do Canal da Flecha.

A indagação feita no “Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista” produzido pela antiga SERLA em conjunto com uma empresa contratada, (conforme explicado no tópico “Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações: considerações sobre Proteção Ambiental e seus Aspectos Legais”) no qual questionava a possibilidade de elevação da altura das comportas do Canal da Flecha, para desta forma recuperar a área das lagoas Feia e do Jacaré, avaliando para isso, o impacto socioeconômico nas adjacências das mesmas, pode ser em parte respondida comparando as áreas claras (no entorno da lagoa Feia/Jacaré) do MDT e suas correspondentes localizações no Google Earth.

Traçando uma linha nos limites da zona amarela clara do MDT, próximo às margens da lagoa Feia e do Jacaré, como ilustrado na Figura 22, e sobrepondo esta, à imagem Google Earth da área, pode-se simular a influência de um aumento no nível d'água para recuperação da lagoa Feia na cota de 2 metros, evidenciando as supostas regiões atingidas, (frisando que o presente estudo levou em conta somente a porção Norte da Lagoa Feia, dentro do município de Campos). Neste ponto, sem maiores refinamentos sobre o uso do solo das áreas atingidas, sugere-se um baixo impacto no caso de uma possível elevação do espelho d'água nas margens da lagoa, já que a maior parte das áreas urbanizadas encontra-se fora do alcance destas linhas. As áreas dentro da linha limite estão subutilizadas, sendo ocupadas majoritariamente por pastagens. Entretanto pode-se visualizar uma parte urbana de Ponta Grossa dos Fidalgos e de Tocos tocadas pela linha. Já para simular uma elevação para o nível de 2,4/2,6 m como proposto pelo trabalho de Demarcação das 22 principais lagoas da Baixada Campista, seria mais complicado, uma vez que estas zonas estão classificadas num verde claro bastante

miscigenado e atingindo bem mais áreas na região de estudo. Para se ter uma resposta mais concisa, seria necessário fazer um mapeamento eficiente de uso da terra na região, abordando toda a área marginal da lagoa Feia (indo além dos limites da área de trabalho) e identificar a partir de curvas de nível de muito pequena equidistância (da ordem de 0,5 m), as áreas totais atingidas.

Outra ponderação a ser considerada é com relação às alterações humanas feitas nas margens destas lagoas provocadas pela construção de diques irregulares para represamento da água em determinados pontos, inibindo o espalhamento natural do espelho d'água nestes pontos, que tinham objetivo de expandir as áreas das propriedades rurais do entorno. Este fato altera a dinâmica das águas e a confiança da simulação feita. Além disso, diminui o volume d'água necessário para elevação do espelho d'água das lagoas.

Suposta Área de Expansão da Lagoa Feia à Cota de 2 Metros

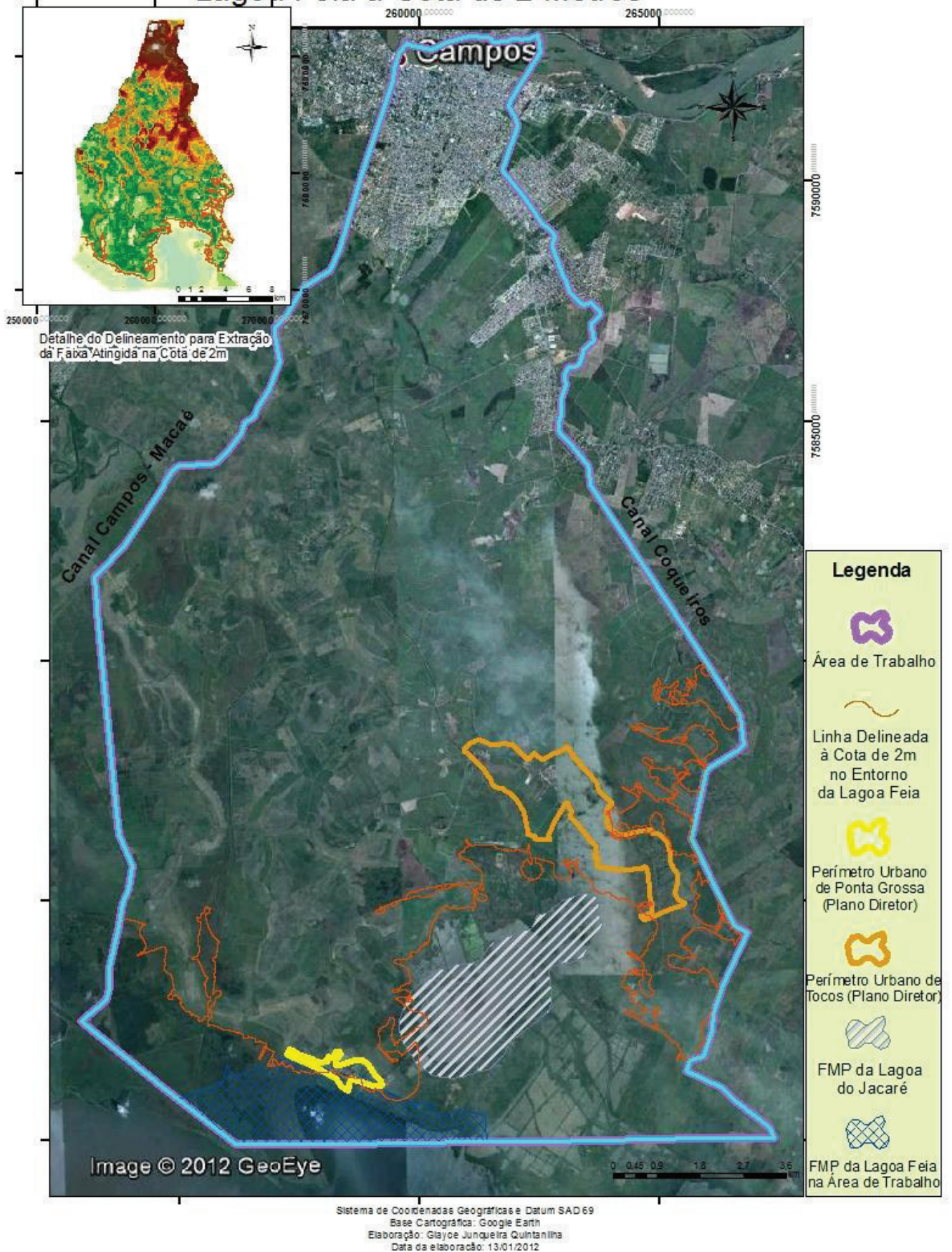


Figura 22: Suposta Área de Expansão da Lagoa Feia à Cota de 2 Metros.

4.5 DETERMINAÇÃO DE ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES

Neste tópico será tratado o foco principal do presente trabalho, ao qual objetivou estabelecer simulações de cenários de inundação e a sobreposição destes, sobre imagens do Google Earth de forma que se identificasse os principais usos da Terra nas áreas atingidas, visando indicar manejos mais sustentáveis para as mesmas.

Segundo Tucci (1993), para se regulamentar o uso de áreas inundáveis, estabelecendo um zoneamento adequado, é necessário estabelecer o risco de inundação de diferentes cotas das áreas ribeirinhas. Nas áreas de menor risco são permitidas habitações, mas podem ser utilizadas para recreação, desde que o investimento necessário seja baixo e não se danifique, como parques e campos esportivos. Para cotas com riscos menores são permitidas construções com precauções especiais, com sistemas de esgoto e viário especiais (TUCCI, 2000, apud FERRAZ, 1996, p.12) (COSTA, 2007).

Para definição das cotas de inundação adequadas às suaves alterações que ocorrem no Terreno de baixada, ao qual se localiza a área de estudo do presente trabalho, curvas de nível foram extraídas do Modelo Regular de Terreno gerando informações bastante refinadas (curvas de nível, da ordem de 0,5 m) capazes de evidenciar pequenas mudanças no relevo. Isto porque, como comentado, as áreas de baixada apresentam por sua natureza geomorfológica, declividades ínfimas, as quais 1 metro de elevação pode representar muitos quilômetros de áreas alagáveis.

Para desenvolver as análises de suscetibilidade de áreas sujeitas a inundações na área de trabalho do presente estudo, optou-se pelo Modelo Digital de Terreno GRID (Figura 21), como base para gerar curvas de nível de pequena equidistância (0,5 m) (Figura 23).

Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002), relatando a hidrologia primitiva da lagoa Feia, destacaram as inundações ocorridas no passado quando o nível do espelho d'água ultrapassava determinada cota, provavelmente, acima de 2,8m. Em função das características ambientais peculiares da área (evidentemente grandeza e importância ambiental), Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002) sugeriram a implantação de uma APA na região. Segundo os autores, a Unidade de Conservação proposta deveria abranger tanto a área de espelho d'água, quanto as suas FMPs. Entretanto, diferente da Metodologia adotada pelo "Projeto de

Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção das Principais Lagoas da Baixada Campista”, Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002) sugeriram a cota de 4,73 como o limite externo de FMP. O que difere da legislação vigente de demarcação de FMP, discutida na revisão Bibliográfica, que leva em função o NMA como o ponto de partida para demarcação lateral das FMPs, as larguras das FMPs, conforme visto também, varia de acordo com os regimentos legais. A Lagoa Feia, uma vez que foi considerada Área de Interesse Especial do Estado, teve sua FMP definida em 300 metros.

A recuperação da Lagoa Feia, com retomada da área de quando alcançava a sua cota máxima de 4,73 m (meados do século XX), como proposto por Bidegain, Bizerril & Soffiati Neto (2002), seria algo bastante complicado, em função dos atuais usos que se fazem na região. Áreas com até 4,73m, conforme pode-se observar no tom limítrofe (amarelo mostarda) do MDT na Figura 24, representa a maior parte da área de trabalho, inclusive grande parte do Perímetro de Expansão Urbana do município, indicado pelo Plano Diretor Municipal. Outrossim, o processo de transformação de lagos e lagoas em brejos ou áreas pantanosas é considerado um processo natural, mas que vem sendo acelerado por interferências antrópicas. Desta forma, uma alternativa para uma gestão sustentável da área, seria considerar as áreas sujeitas a inundações (tanto em função da recuperação ambiental, quanto no sentido de redução de perdas socioeconômicas), respeitando limites plausíveis para recuperação do principal ecossistema presente na área de estudo deste trabalho: as lagoas Feia e do Jacaré. Portanto, estas simulações são apresentadas em intervalos de cotas de meio metro, de (0,5, 1, 1,5, 2 e 2,5) até o intervalo limite de 2,5 m (Figura 25), pois corresponde ao valor aproximado que a SERLA (2004) inferiu ser a cota recomendada para lagoa Feia.

A Tabela 6 apresenta os dados de áreas totais (m², km², ha), Porcentagem por classe do total de áreas inundadas e Porcentagem da área de estudo ocupada por cada classe.

Tabela 6: Dados das Áreas das Classes de Inundação na Área de Estudo.

Classes de Inundação (m)	Área calculada (m²)	Área calculada (km²)	Área Calculada hectare (ha)	Área Total Inundável Calculada (%)	Área Total De Estudo (%)
Meio	110431,99	0,11	11,04	0,21	0,05
Um	3207077,37	3,21	320,71	6,17	1,53
Um e Meio	11775038,23	11,77	1177,50	22,61	5,60
Dois	27926741,55	27,93	2792,67	53,65	13,28
Dois e Meio	52056349,59	52,06	5205,63	100	24,76

Curvas de Nível da Área de Estudo Extraídas a partir do MDE (GRID)

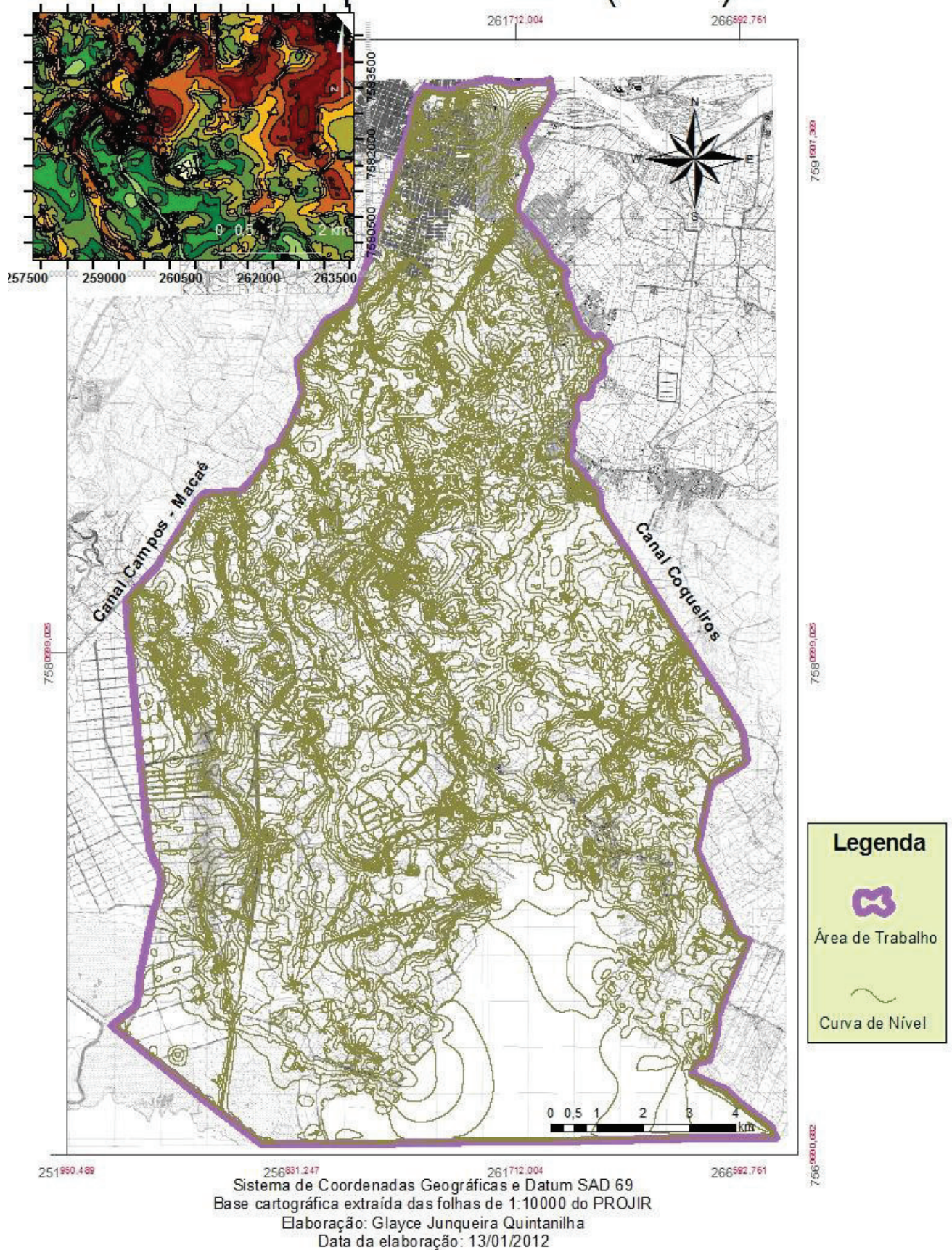


Figura 23: Curvas de Nível da Área de Estudo extraídas a partir do MDE, modelo GRID.

Sobreposição de Perímetros Urbanos no Modelo Digital de Terreno (GRID)

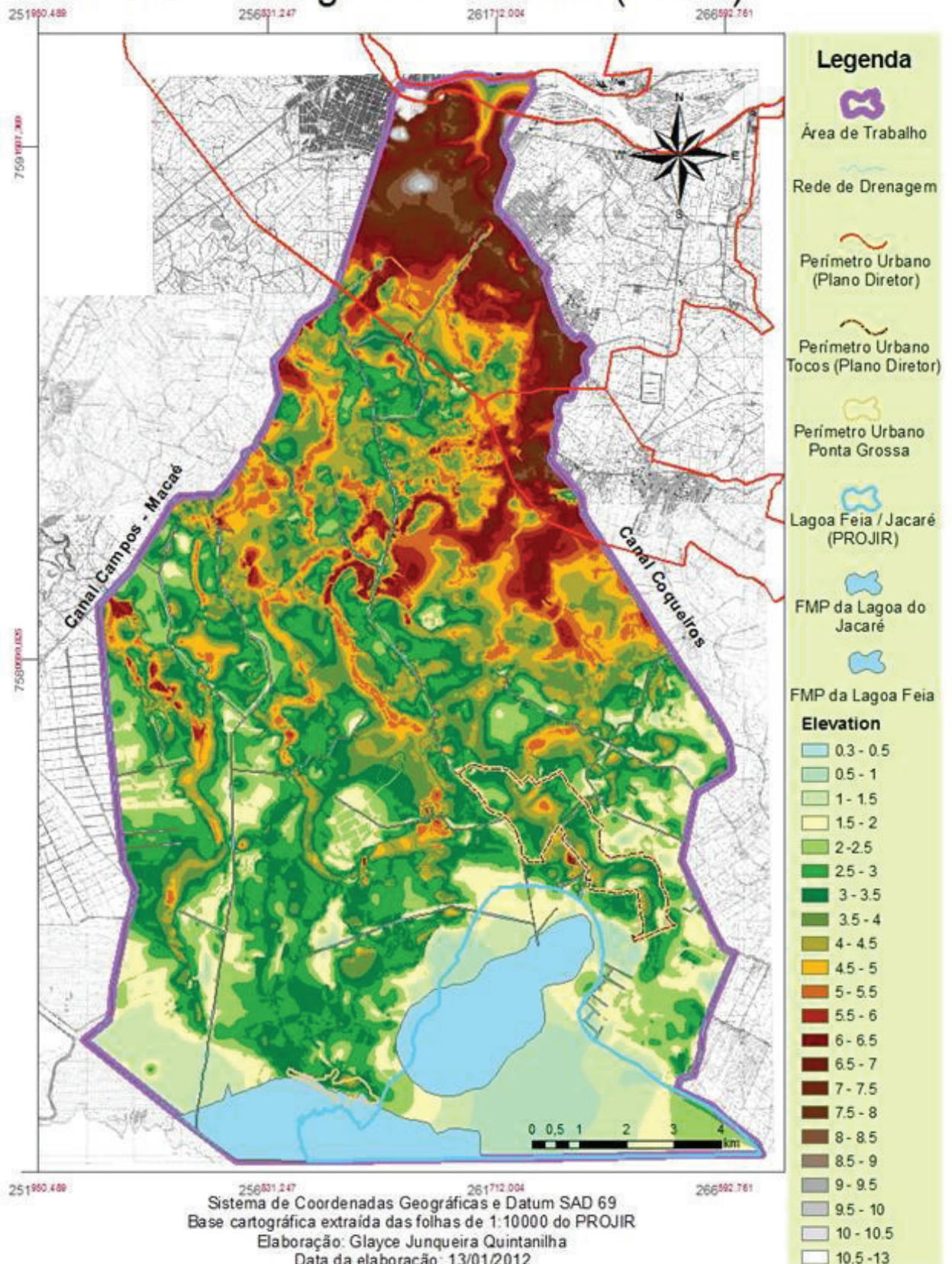


Figura 24: Perímetros Urbanos Sobrepostos ao MDT, formato GRID.

Os cálculos produzidos, como se pode observar na Figura 25, não consideraram a área branca do mosaico do PROJIR, em que na época do levantamento aerofotogramétrico deveria conter o espelho d'água da lagoa Feia e do Jacaré. Embora o MDT (GRID) tenha interpolado valores para esta área, preferiu-se não adotá-los para os cálculos para se evitar erros de precisão.

Conforme observado, as cotas que mais causariam impacto na área seriam de 2,0 m e 2,5m. As cotas abaixo 1,5 m estão pouco representadas no Mapa de Zonas Inundáveis, pois fazem parte principalmente das Lagoas Feia e do Jacaré, concordando com as informações de seu Projeto de Demarcação (cota máxima atual: 1,5m). Uma inundação na cota 2,0 m atingiria cerca de 13,28 % da área de estudo, já a cota de 2,5 m de altitude, sugerida pela SERLA (2004) para recuperação da lagoa Feia, afetaria 24,76% do território total estudado.

Esses valores não levam em consideração os efeitos das barragens (diques), existentes na área, o que pode alterar a dinâmica de espalhamento das águas.

Zonas Inundáveis na Área de Estudo

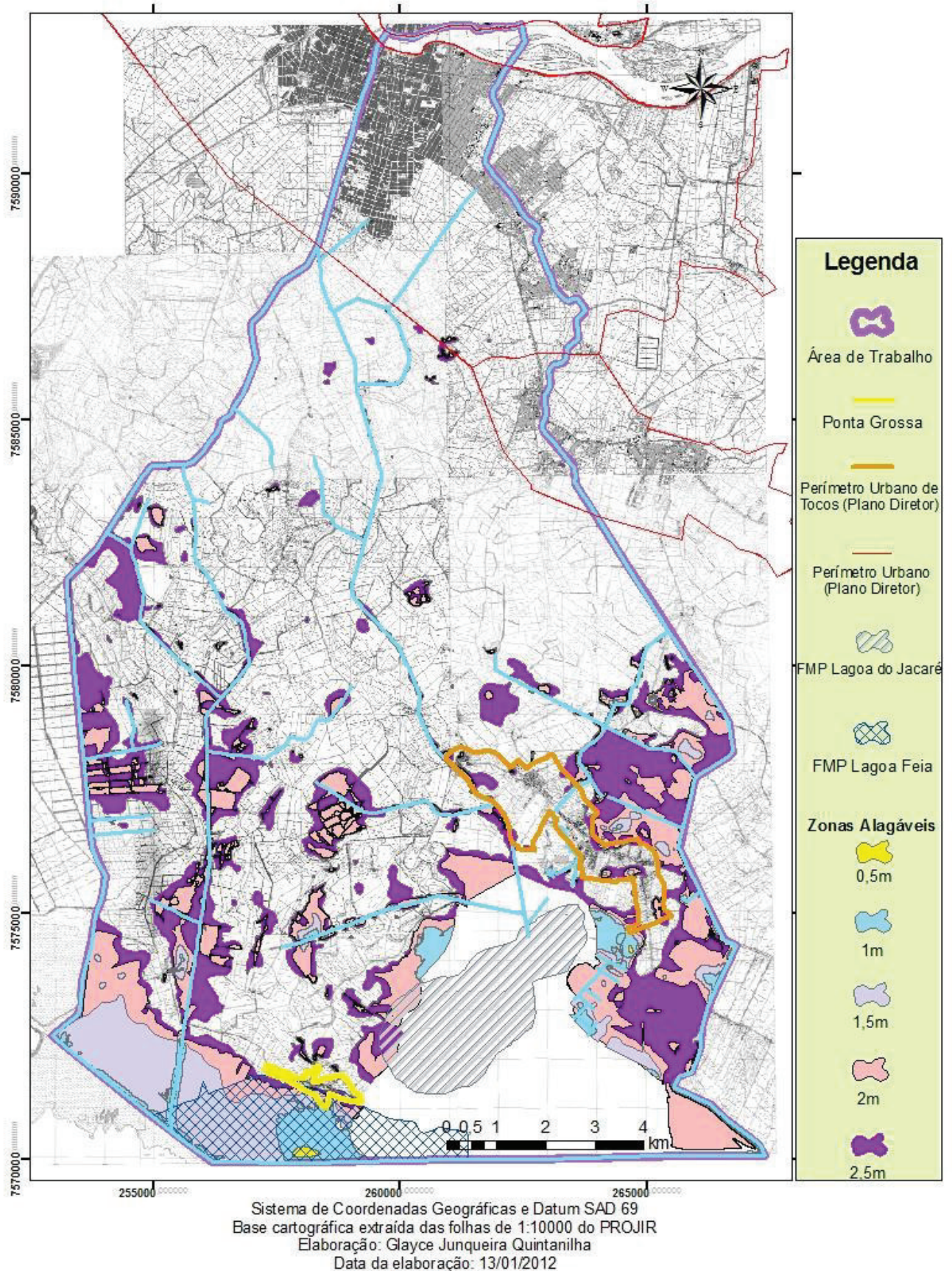


Figura 25: Zonas Inundáveis na Área de Estudo, observando as Classes de Inundação.

4.6 PROJEÇÃO DOS POLÍGONOS DE INUNDAÇÃO E IMPACTOS SOBRE O USO DA TERRA NA ÁREA DE ESTUDO

Conforme a classificação de zonas inundáveis geradas neste trabalho (0,5-2,5 m) com intervalos de 0,5m elaborou-se mapas de sobreposição das classes inundáveis a imagens Google Earth para identificação dos principais usos nestas áreas.

Nas Figuras 26 e 27 observa-se o efeito de possíveis inundações à cota de 1,5 m. Como anteriormente observado, a maior parte dos polígonos de inundação de 1,5 encontra-se nas proximidades das lagoas Feia e do Jacaré, sendo que na simulação, alguns poucos e pequenos polígonos podem ser observados na linha que se refere ao limite urbano de Tocos, e uma área maior alcançando a comunidade de Ponta Grossa dos Fidalgos. Na Figura 27, observa-se ainda que boa parte desta comunidade está localizada na FMP da lagoa Feia, representada pelo polígono quadriculado azul.

Já à cota de 2 metros observa-se que o efeito de uma inundação na região é bem mais evidente. Tocos, que na simulação de 1,5m apresentava polígonos de inundação, principalmente no seu entorno, com pequenos pontos em seu perímetro urbano, já vê esta última área com manchas maiores destacadas na cor rosa. O entorno, nesta simulação, mostra-se bastante atingido, com polígonos bem maiores, que parece num primeiro momento afetar áreas agrícolas, que é uma grande vocação do distrito (Ramalho, 2005), com destaque ao cultivo de cana-de-açúcar para abastecer uma das últimas remanescentes usinas canavieiras da Região.

O efeito da inundação à cota de 2 metros é bem mais pronunciável na área que concerne a comunidade de Ponta Grossa dos Fidalgos. Portanto, na ocasião de inundações, pode-se inferir que esta seria a comunidade mais atingida (Figuras 29). É importante novamente considerar que o efeito dos diques não foi abordado nas simulações (Figuras 28 e 29). Bidegain, Bizerril & Soffiat Neto (2002) descreve a existência desses diques (“polders”) entre a foz do rio Ururaí e o início da enseada do Tatu, construídos por proprietários marginais que se apossaram de partes do espelho d’água.

A orla da lagoa Feia é composta por terrenos da planície aluvial e de restinga, o que explica este efeito maior nas comunidades do seu entorno. Bidegain, Bizerril & Soffiat Neto (2002) cita Ponta Grossa dos Fidalgos (a comunidade mais afetada por uma possível expansão do espelho d’água da Lagoa Feia) como o único povoado próximo a orla que é praticamente circundada por pastagem com raras árvores nativas, isoladas. Os terrenos marginais são

descritos como extremamente planos, inexistindo trechos com barrancos. A periferia da lagoa é dominada por brejos formados principalmente por taboas. Na colônia de Ponta Grossa dos Fidalgos vivem cerca de 400 pescadores, sendo a pesca a principal fonte de subsistência da maioria das famílias. Destaca-se entre as espécies de peixes, o Robalo, a Tainha e a Traíra. De acordo com levantamento realizado em 1998 estimou-se que cerca de 10 mil pessoas vivam diretamente da pesca na lagoa (Bidegain, Bizerril & Soffiat Neto, 2002). A comunidade pesqueira de Ponta Grossa dos Fidalgos é bastante reconhecida pelo conflito do “Durinho da Valeta”, quando 600 pescadores em 100 canoas paralisaram uma draga flutuante do DNOS que pretendia remover o “Durinho da Valeta” (vertedouro natural existente na origem do canal da Flecha) e concluir o canal submerso em forma de tridente no leito da lagoa Feia em 1979 (BIDEGAIN, BIZERRIL & SOFFIAT NETO, 2002). Portanto, mostra-se importante relevar que uma interferência no nível da Lagoa deva considerar também os aspectos sociais e históricos envolvidos.

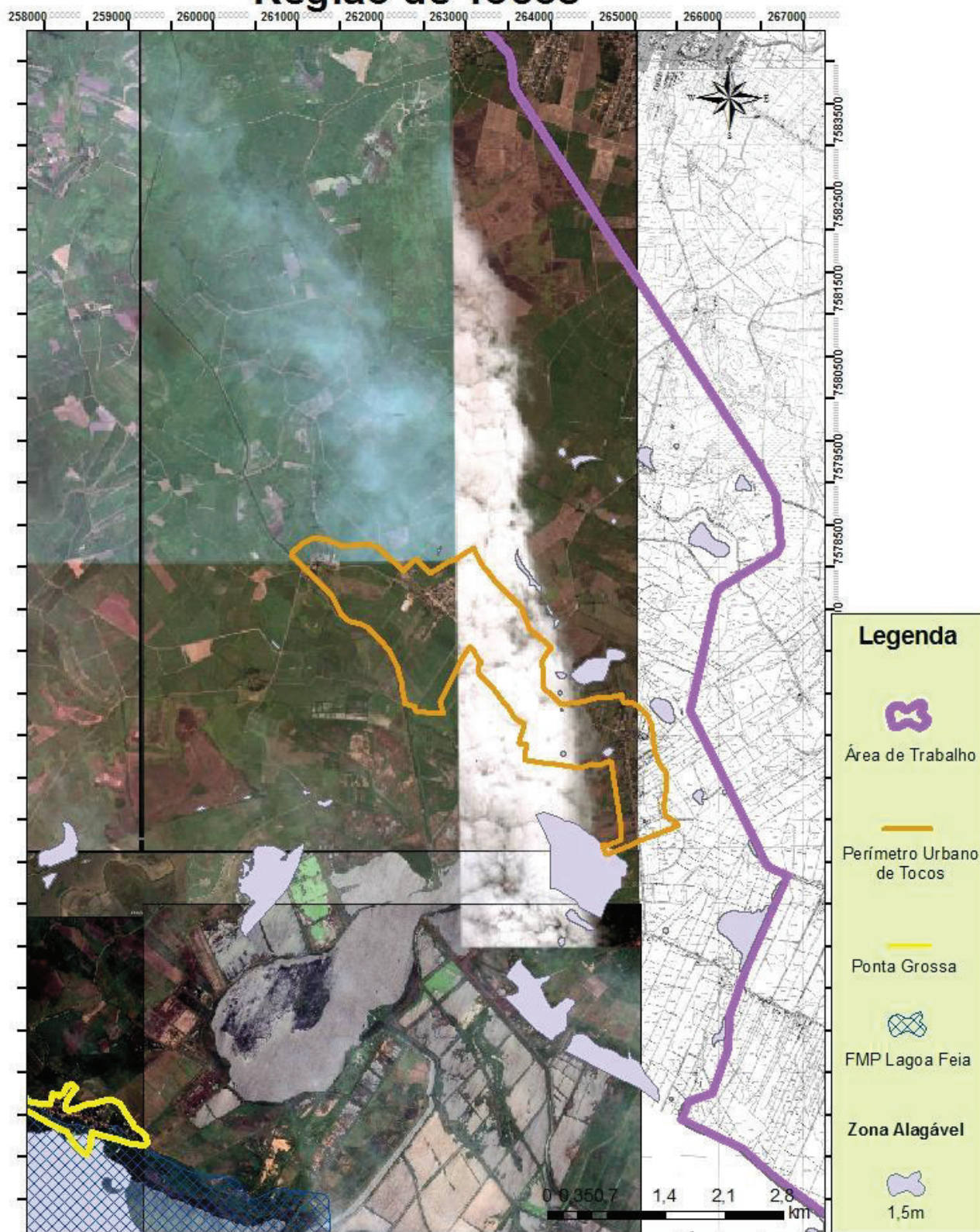
Na simulação feita com polígonos que abrangem a cota de 2,5 metros, observa-se um aumento nas manchas de inundação afetando, conforme visto, 24,76 % de toda a área estudada. Nesta cota, pode-se também simular o efeito de um possível aumento na altura da comporta do canal da Flecha, conforme proposto por SERLA (2004), com o objetivo de recuperação do espelho d’água antigo da Lagoa Feia, baseado na altimetria natural do terreno, sem intervenções de diques ou barragens.

Nesta cota, a inundação continua afetando pouco os núcleos populacionais, entretanto a região de entorno está repleta de polígonos de 2,5 metros, representados pela cor roxa (Figura 30 para Tocos e Figura 31 para Ponta Grossa dos Fidalgos).

Como já comentado, a Baixada Campista foi dessecada em função principalmente de benefícios para atividade agrícola, tida como vocação local. Tomando por base este conhecimento, sobreposições das classes de inundações foram feitas nas demais áreas do mapa, buscando evidenciar seus principais usos.

Conforme observado nas Figuras 32 e 33, as demais áreas afetadas têm seu uso predominantemente agrícola, com destaque principal a cultura canavieira, que já teve momentos de destaque nacional no passado, sendo a área atualmente bastante ocupada por pastagens. Os prejuízos econômicos diante de eventos de inundação afetam todas as atividades econômicas e usos da área, em especial o setor agropecuário, afetando tanto os grandes quanto os pequenos produtores.

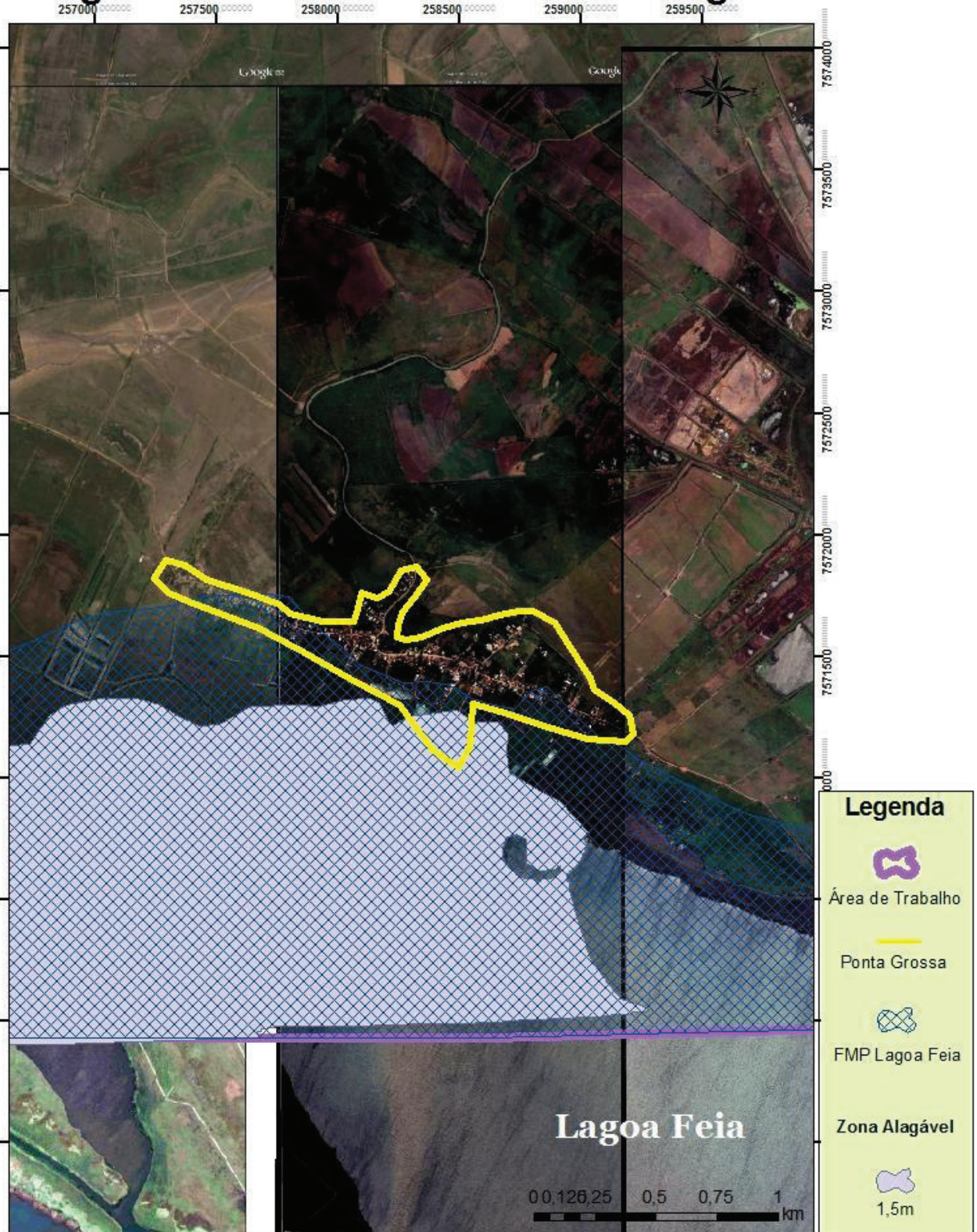
Zona Inundável (Cota 1,5 m) Região de Tocos



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
 Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
 e imagens do Google Earth
 Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
 Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 26: Zonas Inundáveis à Cota de 1,5 metros na Região de Tocos

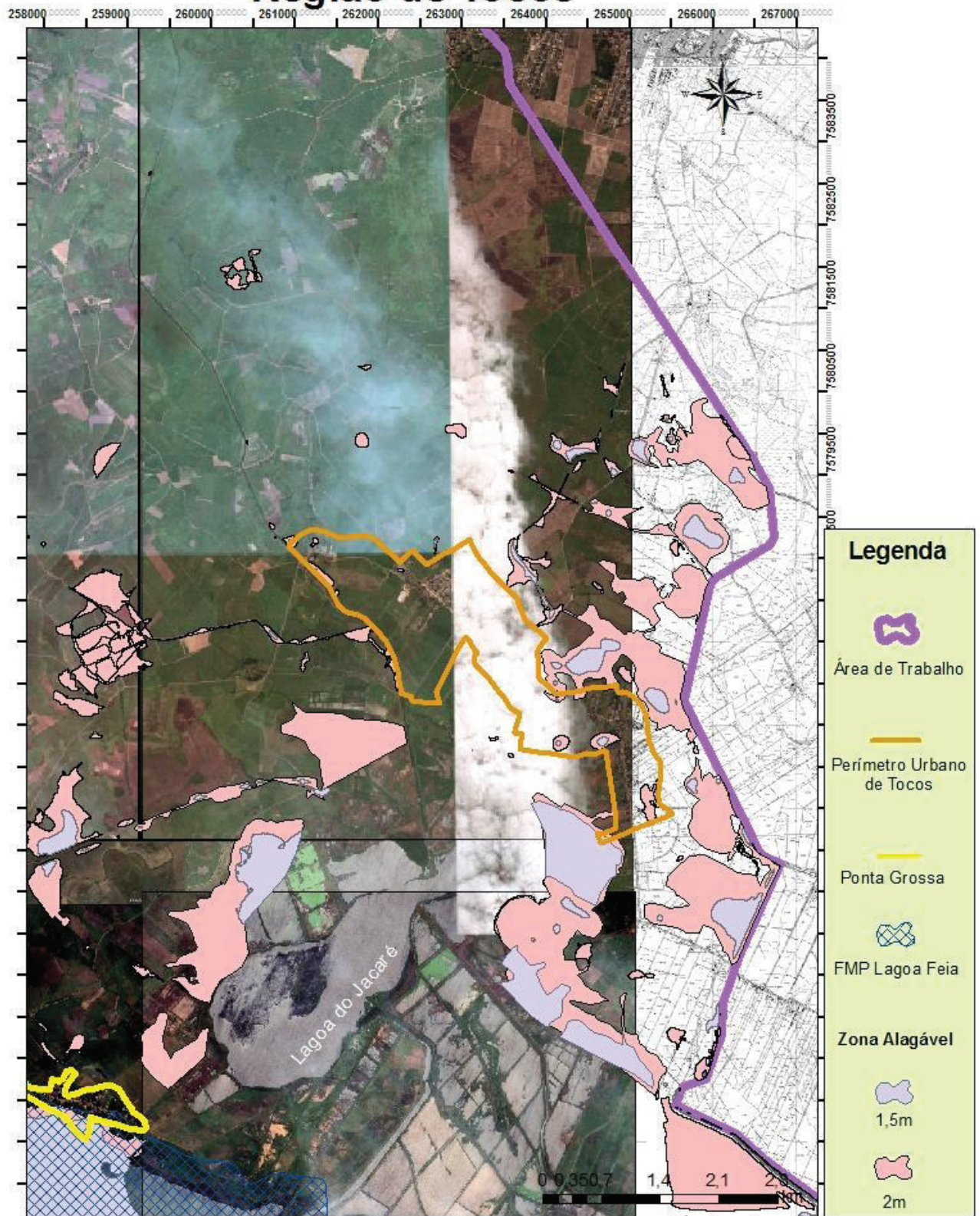
Zona Inundável (Cota 1,5 m) Região de Ponta Grossa dos Fidalgos



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
 Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
 e imagens do Google Earth
 Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
 Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 27: Zonas Inundáveis I à Cota de 1,5 metros na Região de Ponta Grossa dos Fidalgos

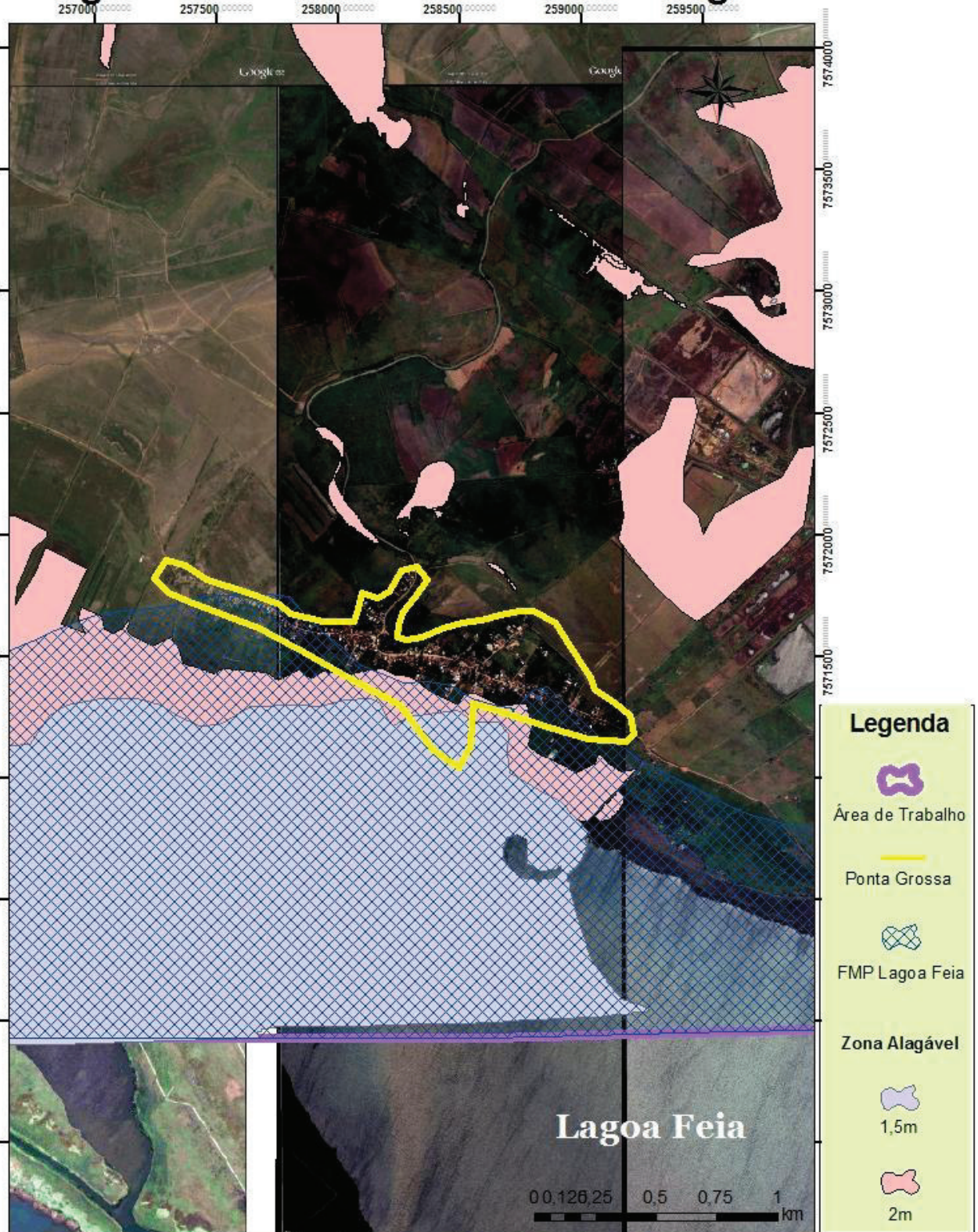
Zona Inundável (Cota 2 m) Região de Tocos



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
 Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
 e imagens do Google Earth
 Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
 Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 28: Zonas Inundáveis à Cota de 2 metros na Região de Tocos

Zona Inundável (Cota 2 m) Região de Ponta Grossa dos Fidalgos



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
e imagens do Google Earth
Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 29: Zonas Inundáveis à Cota de 2 metros na Região de Ponta Grossa dos Fidalgos

O presente trabalho pretende contribuir para o planejamento do Uso e Ocupação da Terra na Baixada Campista, já que o Plano Diretor Municipal prevê a Elaboração de Estudo para delimitação das áreas sujeitas à inundação como diretriz para o controle das enchentes no município. Desta forma, o zoneamento de áreas de inundação é uma responsabilidade do poder público. O Plano Diretor está em fase de reavaliação, entretanto até o presente momento nenhuma retificação do seu texto oficial foi disponibilizada à população. A redação atual que trata de áreas de risco de inundação é descrita abaixo:

“CAPÍTULO III – Meio Ambiente e Saneamento Ambiental – Recursos Preservados e Vida Sadia.

Seção III – Do controle de enchentes

Art. 67. O controle das enchentes no Município tem como estratégia específica a implementação de planos de macrodrenagem, de modo a evitar riscos à vida humana e prejuízos às atividades produtivas, adotando como diretrizes:

I Implementação do Plano de Microbacias;

II Elaboração de Estudo para delimitação das áreas sujeitas à inundação.

Art. 68. Para controle das enchentes e seus efeitos serão adotadas as seguintes ações e medidas de planejamento:

I Cadastrar habitações e famílias localizadas em áreas de risco de inundação;

II Estabelecer cotas de nível de soleiras a serem respeitadas em novos parcelamentos de glebas localizadas em áreas de risco de inundação;

III Implementar programa para remoção da população residente em áreas de risco de inundação para áreas próximas;

IV Elaborar projetos para requalificação das áreas a serem desocupadas.

Art. 69. Para o controle das enchentes e seus efeitos serão adotadas as seguintes ações e medidas de gerenciamento:

I Executar o Plano Diretor de Macrodrenagem já elaborado para a sede municipal e áreas adjacentes;

II Observar as recomendações do Programa de Ações Coordenadas, da Secretaria do Meio Ambiente e Defesa Civil.

III Promover a remoção da população moradora de áreas de risco;

IV- Coibir a ocupação de áreas sujeitas à inundação.” .

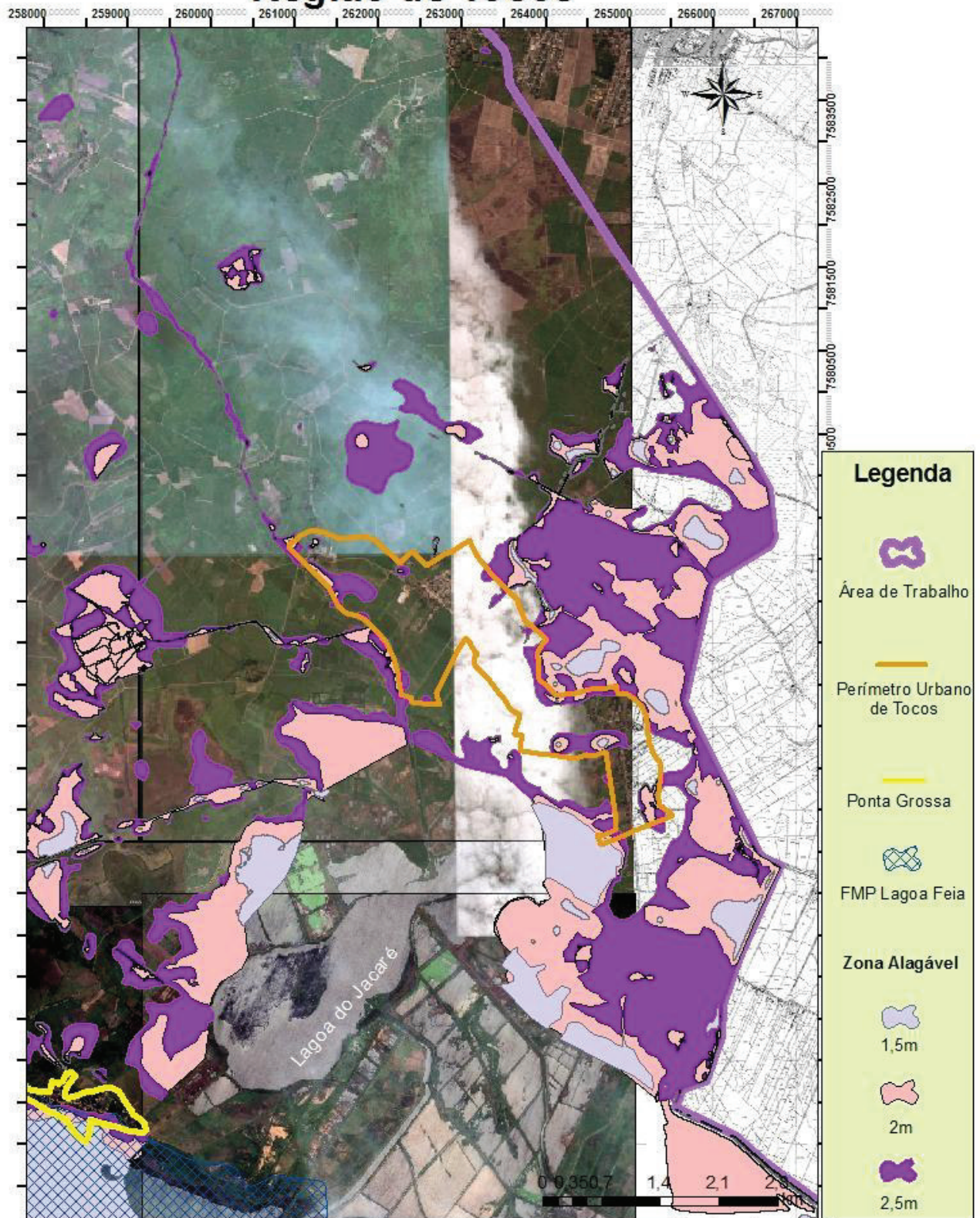
Esta redação leva a concluir que para haver novas intervenções na área, é essencial considerar as características ambientais da mesma, evitando recair nos mesmos erros do passado.

Segundo Miro (2008) as áreas críticas mais sujeitas a inundações ou enchentes, devem ter seu uso direcionado preferencialmente, por exemplo, para recreação ou preservação ambiental, evitando assim problemas de ordem socioeconômica e catástrofes com possíveis perdas humanas.

O início das intervenções na baixada campista segundo FENORTE (2003), indica que o sistema hídrico deve passar por melhorias, implementando medidas emergenciais, tais como recuperação de comportas, desassoreamento de galerias e canais, limpeza de taludes, remoção e redimensionamento do manilhamento, além da recuperação das matas ciliares com respeito à demarcação das faixas de domínio dos cursos d'água, observando a legislação em vigor. No caso das lagoas, a então Serla, em 2004, demarcou como visto, as Faixas Marginais de Proteção (FMP) das Principais Lagoas da Baixada Campista, sendo que em 2011 a Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes finalizou a demarcação dos limites físicos das faixas de domínios das lagoas.

Desta forma o zoneamento, aliado às ferramentas de SIGs aparecem como instrumentos essenciais para planejamento e definição das diretrizes que nortearão o uso racional do espaço, considerando em seus aspectos, a importância dos atributos físicos e socioeconômicos regionais. Este pode atuar como elemento organizador do uso e ocupação da terra de uma região, vislumbrando um desenvolvimento mais sustentável, uma vez que possibilita a indicação de medidas que podem minimizar os impactos negativos de fatores próprios de um meio, como são as inundações na Baixada Campista, a partir da visualização e manipulação virtual dos seus atributos.

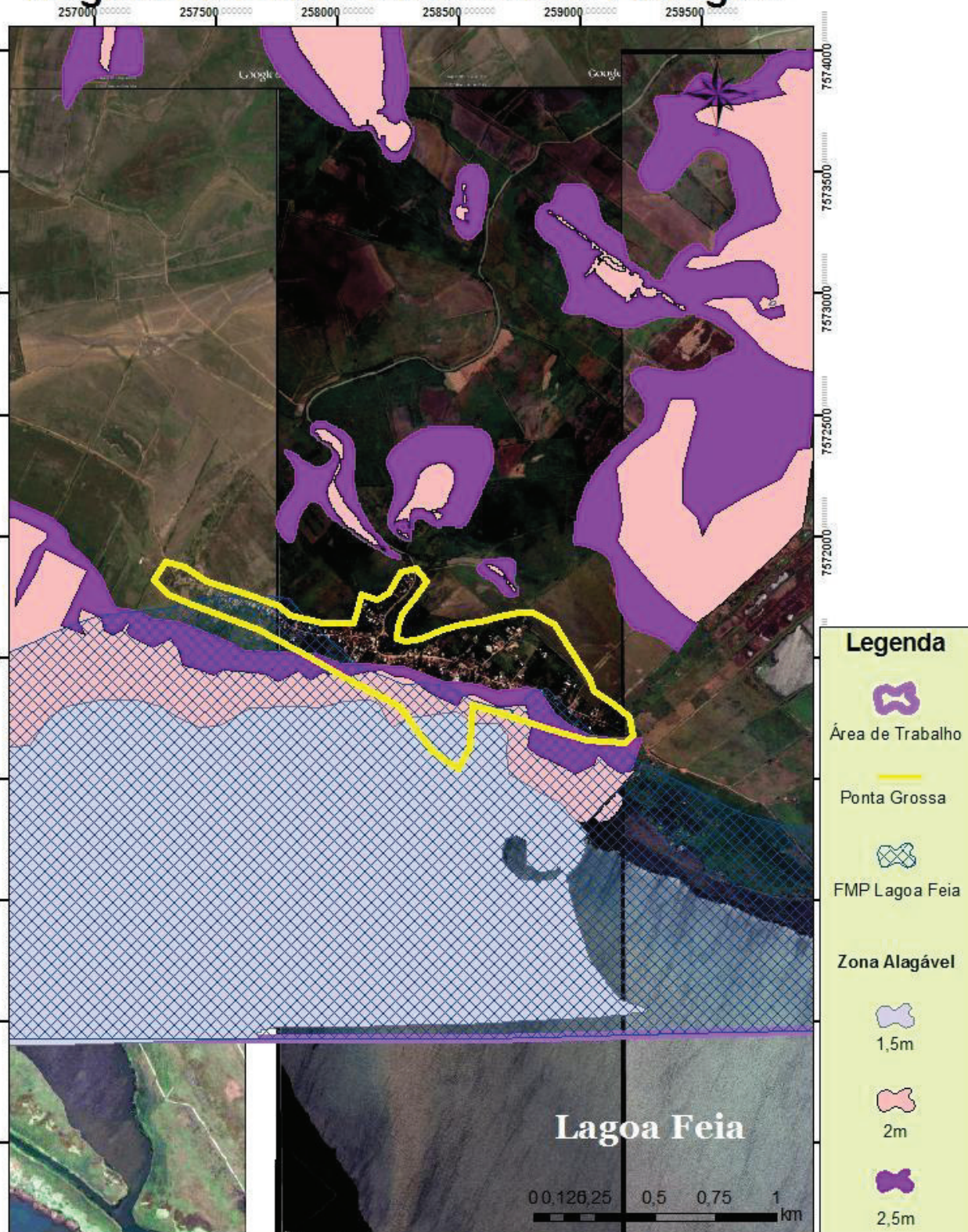
Zona Inundável (Cota 2,5 m) Região de Tocos



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
 Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
 e imagens do Google Earth
 Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
 Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 30: Zonas Inundáveis à Cota de 2,5 metros na Região de Tocos

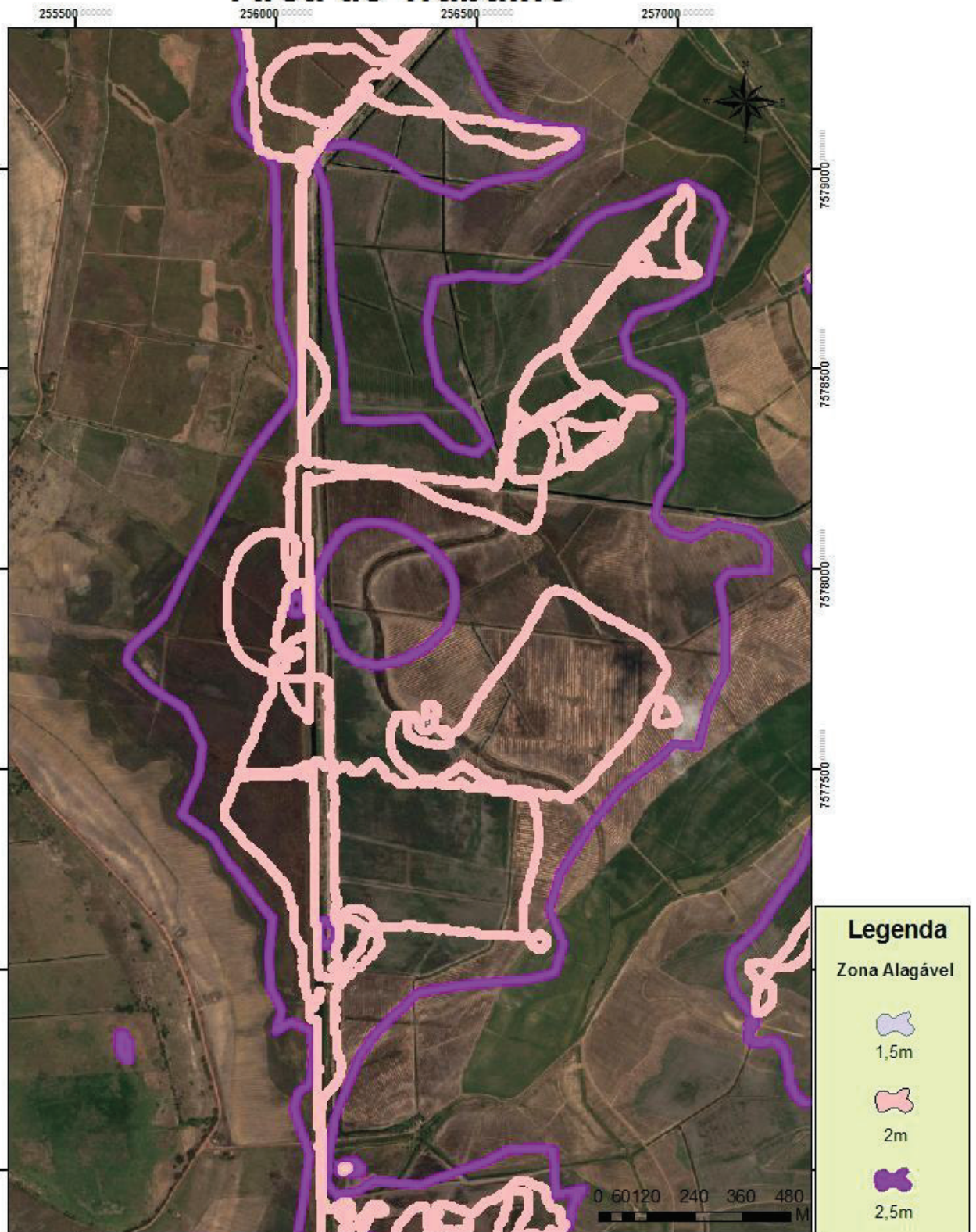
Zona Inundável (Cota 2,5 m) Região de Ponta Grossa dos Fidalgos



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
e imagens do Google Earth
Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
Data da elaboração: 13/01/2012

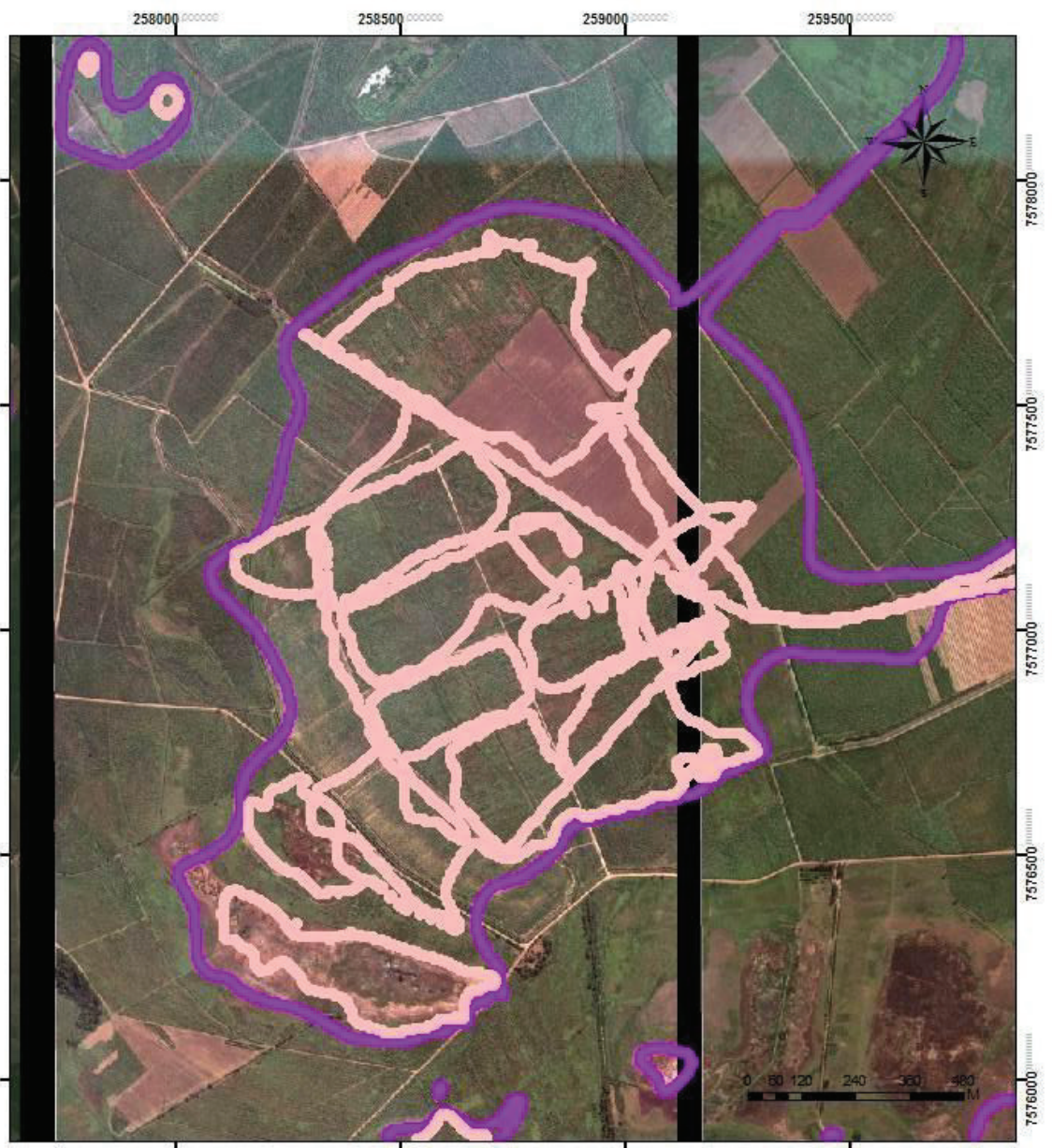
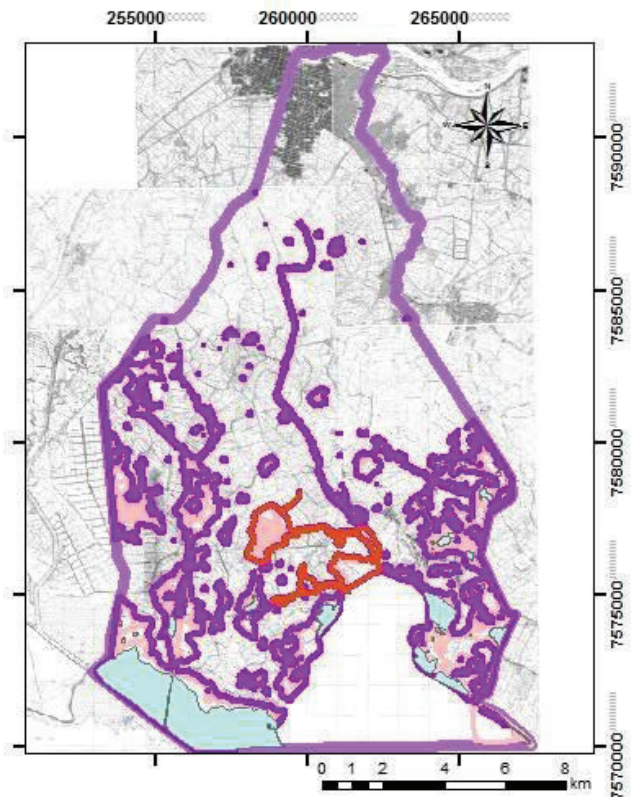
Figura 31: Zonas Inundáveis à Cota de 2,5 metros na Região de Ponta Grossa dos Fidalgos

Áreas Rurais Inundáveis na Área de Trabalho



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
e imagens do Google Earth
Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 32: Zonas Inundáveis em Área Rural na Área de Estudo.



**Áreas Rurais Inundáveis na
Área de Trabalho**

Zonas Alagáveis			
Legenda:	2,5m	Região em Destaque	Área de Trabalho
	2m		

Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD 69
 Base cartográfica extraída das folhas de 1:10000 do PROJIR
 e imagens do Google Earth
 Elaboração: Glayce Junqueira Quintanilha
 Data da elaboração: 13/01/2012

Figura 33: Zonas Inundáveis em Área Rural na Área de Estudo com Detalhamento do Local.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

O uso dos Sistemas de Informações Geográficas no presente trabalho possibilitou a recuperação, agregação, organização e sistematização de dados e informações espaciais da área de estudo, gerando como produto final um mapa de susceptibilidade a inundações ao qual deve servir de instrumento para o planejamento de políticas públicas urbanas, agrícolas e de proteção ambiental.

A representação da superfície real do terreno da área estudada a partir do sistema computacional ArcGis, foi indispensável para visualização das áreas mais susceptíveis a inundações, bem como para extração de dados importantes para definição de zonas de inundação.

Como visto, grande parte do município de Campos dos Goytacazes está desenvolvida em áreas antes banhadas por extensos corpos d'água e hoje, várias áreas existem como resultado de grandes intervenções humanas para drenagem dos terrenos baixos da região, principalmente para expandir as áreas agricultáveis.

Para as áreas zoneadas como classes sujeitas a inundações, devem-se desenvolver atividades de usos adequados, propondo otimização da produtividade respeitando sua característica alagável e promovendo com prioridade medidas de organização do uso e ocupação do espaço, principalmente no que se refere às áreas destacadas nas cores mais claras dos MDTs. Estas regiões devem ser utilizadas prioritariamente para preservação ambiental, conforme proposição da SERLA (2004), avaliando medidas para reincorporá-las ao espelho d'água das Lagoas Feia e do Jacaré.

Um destaque importante deste trabalho está na recuperação de uma base de dados do PROJIR, com auxílio do SIG (ArcGis), que possibilitou colocar informação antiga num novo contexto. A base analógica do PROJIR tem sido pouco explorada, porém possui uma gama de

informações valiosas e precisas da Região Norte Fluminense, passíveis de serem utilizadas para diversos trabalhos.

O trabalho identificou a vila de Ponta Grossa dos Fidalgos como uma área altamente susceptível a inundações, incorporando inclusive uma parte da área de FMP da lagoa Feia.

Tocos também foi um perímetro considerado dentre as zonas inundáveis, sendo que os efeitos das inundações na área urbanizada deste distrito são bem mais amenos que no povoado de Ponta Grossa. Entretanto, o efeito nas áreas de entorno, cujas atividades principais, conforme verificado, estão associadas à agricultura foi bastante evidente, com muitas áreas afetadas. Um agravante a este caso é o fato de Tocos ser identificado em outros estudos, como uma área de alto potencial agrícola para o município. Desta forma, o planejamento do uso desta área, tanto para produção agrícola quanto para a preservação ambiental deve ser bem avaliado visando racionalizar o uso da Baixada.

Para desdobramentos futuros sobre o tema abordado, seria importante considerar dados pormenorizados de uso e ocupação do solo da área, bem como as áreas de preservação ambiental. É importante ainda que se considere toda área da Bacia da Lagoa Feia para fins de tomada de decisão sobre a alteração do sistema hidráulico atual, considerando inclusive as influências das barragens de fluxo.

As conclusões do estudo indicam algumas recomendações importantes:

- O respeito às faixas marginais de proteção sendo essas reservadas para a preservação/conservação ou recreação, acarretando a minimização dos danos econômicos e sociais;
- Utilização dos mapas para orientar políticas públicas na Baixada Campista - regular o uso do solo da Baixada Campista;
- Delimitação das faixas marginais de proteção dos Canais, tendo em vista a importância deles para a dinâmica hídrica na região. Gerenciar e fiscalizar as FMPs das lagoas demarcadas;
- Realizar uma política de gestão do sistema hídrico eficiente, definindo-se claramente os órgãos responsáveis sobre esta gestão para reduzir os conflitos pelas águas.
- Criação de Comitê específico para tratar do Sistema Hidráulico na Baixada Campista, envolvendo órgãos gestores, agricultores, pescadores e usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia: Questões de Escala e Método. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 4-20, 1989.

Agência Nacional de Águas (ANA). CD n. 4, Rio de Janeiro, série: **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul- Trecho Leste, 2005.

ALCOFORADO, R. G., CIRILO, J. A. **Sistema de Suporte à Decisão para Análise, Previsão e Controle de Inundações. Revista Brasileira de Recursos Hídricos** V. 6 n. 4. P.133-153. Recife – PE, 2001.

ALVES, M. G., BARROSO, J. A., RAMOS, I. S., PACHECO, L. A. **Espacialização dos Principais Pontos para o Desenvolvimento do Turismo Geológico-Ecológico do Município de Campos dos Goytacazes – RJ. Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 a 10 de abril, INPE, p. 537-541. 2003.

ASSUNÇÃO, G. V., FORMAGGIO, A. R., ALVES, A. R.. **Mapa de aptidão agrícola das terras e uso adequado das terras: uma abordagem usando SIG e imagens de satélite**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6, 1990, Manaus. Anais. São José dos Campos : INPE, 1990, p. 162 - 166.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 332 p. 2002

BIDEGAIN, P. B. S. P; BIZERRIL, C. R. S. F.; SOFFIATI NETO, A. A. **Lagoas do Norte-Fluminense - perfil ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2002.

BRASIL, **DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934**. Decreta o Código de Águas.

BRASIL, **Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965**. Institui o Código Florestal.

BRASIL, **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. – Publicação DOU: 02/09/1981.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº4, de e 18 de setembro de 1985**. Dispõe sobre definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas. Publicado no D.O.U. de 20/1/86.

CÂMARA, G., FELGUEIRAS, C. A. **Introdução à Ciência da Geoinformação: Apresentação**. In: G. Câmara; C. A. Davis Jr.; A. M. V. Monteiro. (Organizadores). **Modelagem Numérica de Terreno**. c. 7 p. 1-36, 1999.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. Plano Diretor Municipal. Anteprojeto de Lei. Revisão do Plano Diretor de Campos dos Goytacazes/RJ. Março, 2007.

CANÇADO, C. J. ; LORANDI, R., PINHEIRO, M. C. **Proposta de Zoneamento de Áreas de Risco de Inundações em Bacias Hidrográficas**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Anais do Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2000. p. 1-13.

CHAGAS, C. S., CARVALHO JÚNIOR, W., PEREIRA, N. R. et al. **Um método para Elaboração de Zoneamentos Agropedoclimáticos: Um Estudo de Caso do Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3., p. 571-580. 2001. Número Especial – Zoneamento Agrícola.

CHICATI M. L., NANNI M. R., OLIVEIRA R. B., CEZAR E. **Modelagem de um Complexo de Inundação por Meio de Sistema de Informações Geográficas**. Bragantia, v.69, n.2, p.485-491, Campinas, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Edgar Blucher/USP. 149P 1974.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COLLISCHONN, W., TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE. **Relatório do Grupo de Trabalho Cheias do Rio Doce**. Belo Horizonte, 2005.

COSTA, S.S.M.; Santos, J.E.; Pires, J.S.R.; Henke-Oliveira, C., Moschini, L.E., **Caracterização ambiental da Reserva Extrativista Chico Mendes (Acre, Brasil)**. In: Fórum Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental. Rio Claro. SP, Anais. SEB: Rio Claro. São Paulo, 2000.

COSTA, H. & WILFRIED, T. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral**. Rio de Janeiro. 160p. SEMADS, 2001

COSTA, M. G. A. **Avaliação de Áreas de Risco à Inundação no Perímetro Urbano de Caratinga - MG Através do Uso de Dados Altimétricos Provenientes do Sensor Aerotransportado Lidar**. Monografia, Viçosa-MG, 2007.

COSTA, A. N., POLIVANOV, H., ALVES, M. G. . **Mapeamento Geológico-Geotécnico Preliminar, Utilizando Geoprocessamento, no Município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro**. Anuário do Instituto de Geociências (Rio de Janeiro), v. 31, p. 50-64, 2008.

CREPANI, E., MEDEIROS, J. S., HERNANDEZ FILHO, P. et. al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, (INPE-8454-RQP/722), p.103, jun. 2001.

CRESPO, M.s P. ; ROSEIRA, R. E. G. ; Do Nascimento, G. S ; Da Silva, J. A.F. ; QUINTO JUNIOR, L. P. . **Contribuições para o Planejamento Urbano-ambiental na região Norte-Fluminense**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 4, p. 113-126, 2010.

FERREIRA, N. C. **Apostila de Sistema de Informações Geográficas**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, 2006.

FLORIANO, P. E. **Planejamento Ambiental**. Caderno Didático, ANORGS, Santa Rosa, nº 6, 1ª Ed., 2004.

GEROE – Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência. **Projeto Reconstrução Rio**. Fundação Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro – CIDE. Governo do Estado do Rio de Janeiro, 1995.

GOMES, P. M. **Gestão ambiental na esfera do Estado e do mercado: quem regula o quê e por quê**. In.: Quintas, J.S. Pensando e Praticando a Educação Ambiental na Gestão do Meio Ambiente. Brasília: Ed. IBAMA, 1992, p. 129-136.

EMÍDIO, T. **Meio Ambiente & Paisagem**. São Paulo: Editora SENAC/SP, 2006.

KURTZ, F. C., ROCHA, J. S. M., KURTZ, S. M. J. M., et al. **Zoneamento Ambiental dos Banhados da Estação Ecológica do Taim, RS**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 1, p.77-83, jan-fev., 2003.

LAMEGO, A. R., **O Homem e o Brejo**. Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro. 1945

LEI ORGÂNICA MUNICIPAL. Campos dos Goytacazes: Câmara Municipal, promulgada em 28 de março de 1990.

LOPES, E. S. S., RIEDEL, P. S., VIDOTTI, M., MERINO, E. R. **Análise de Modelos Numéricos de Terreno Para Modelos Geomorfológicos**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, 6 a 10 de Setembro de 2006.

MARTORANO, L. G., ANGELOCCI, L. R., VETTORAZZI, C. A. et al. **Zoneamento Agroecológico para a Região de Ribeirão Preto Utilizando um Sistema de Informações Geográficas**. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 1-9, jul. 1999.

MENDONÇA, J. C., FREITAS, R. M., SOUZA, E. F. **Aplicação de Modelo de Mistura Espectral e Imagens Modis em Análise de Inundação na Baixada Campista, Região Norte Fluminense, RJ**. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 21-26 abril, Florianópolis. Anais... INPE. P. 3461 – 3467, 2007.

MIRO J. S. L. **Proposta para a Elaboração do Zoneamento de Áreas Sujeitas à Inundação na Baixada Campista/Norte Fluminense**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - IFF Campos.

O GLOBO. **Governo destrói outro dique que teria agravado enchente em Campos**. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2008/12/05/governo_destroi_outro_dique_que_teriba_agravado_enchente_em_campos-586861908.asp>. Acessado em: 10 de outubro de 2009.

O GLOBO. **Rio transborda e ameaça cerca de 150 famílias em Campos, diz prefeitura** Disponível em: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/01/rio-transborda-e-ameaca-cerca-de-150-familias-em-campos-diz-prefeitura.html>>. Acessado em: 10/01/2012.

OLIVEIRA, M. O. **A Crise Ambiental e suas Implicações na Produção de Conhecimento**. In.: Quintas, J.S. *Pensando e Praticando a Educação Ambiental na Gestão do Meio Ambiente*. Brasília: Ed. IBAMA, 1992, p. 77-92.

OLIVEIRA, F. H., PINTO, J. F., WOSNY, G. C., DAL SANTO, M. A. **Utilização de Geotecnologias Para Avaliação do Risco Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi – Florianópolis/ SC.** In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, Florianópolis, 2004.

OLIVEIRA, V. P. S. QUINTINO, A. S. S.; SAMPAIO, S.; ALMEIDA, C. V. C. L. S.; PESSANHA T. R., ARAÚJO F. A.. **Conflito no Uso da Água na Baixada Campista.** IX ENGEMA - Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. CURITIBA, 19 a 21 de novembro de 2007.

OLIVEIRA, A. S. **Desenvolvimento de Modelo Numérico de Fluxo de Água Subterrânea no Município de São Paulo – Jurubatuba.** Trabalho de Graduação da USP de São Carlos, São Paulo, 2008.

PLANER Ltda. Consórcio Intermunicipal Campos dos Goytacazes/Quissamã, **Relatório de Impacto no Meio Ambiente. Projeto de Solução Integrada para Reabilitação Ambiental da Lagoa Feia, Canal das Flechas, Praia da Barra do Furado e Praia da Boa Vista.** 2007.

PROJIR - Projeto de Irrigação e Drenagem do Norte Fluminense. 1982

RAMALHO, R. S. O. Diagnóstico do Meio Físico como Contribuição ao Planejamento do Uso da Terra do Município de Campos dos Goytacazes. Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 108 p. 2005.

ROMISIO A. G. B., PINHEIRO F. M. A., MARQUES V. S. **Índices de Aridez e de Umidade para a Região Norte Fluminense.** Anais: Congresso Brasileiro de Meteorologia. Fortaleza, 2004

ROSA, R. **O uso de SIG's para o zoneamento: uma abordagem metodológica.** Tese de Doutorado, São Paulo, 1995.

RIO DE JANEIRO, **Lei nº 650 de 11 de janeiro de 1983 do Rio de Janeiro.** Dispõe Sobre a Política Estadual de Defesa e Proteção das Bacias Fluviais e Lacustres do Rio De Janeiro.

RIO DE JANEIRO, **Lei Estadual nº 1.130, de 12 de fevereiro de 1987.** Define as áreas de interesse especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000m² (hum milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de

municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projeto de parcelamento do solo para fins urbanos, a que se refere o artigo 13 da Lei nº 6.766/79

RIO DE JANEIRO, Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989.

RIO DE JANEIRO, Portaria SERLA nº 261-A, de 31 de Julho de 1997. Determina Normas para Demarcação de Faixas Marginais de Proteção em Lagos, Lagoas e Lagunas e da Outras Providências.

RIO DE JANEIRO, Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências.

RIO DE JANEIRO, Portaria SERLA nº 324 de 28 de AGOSTO de 2003. Define a Base Legal para Estabelecimento da Largura Mínima da FMP e dá Outras Providências.

SANTOS, U.P. dos et al. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, 1996.

SANTOS, M. A Grande Crise já se Instalou. In.: BENJAMIN, C.; ELIAS, L. A. Brasil: crise e destino. Entrevistas com pensadores contemporâneos. São Paulo: Expressão Popular, 2000, p. 21-34.

SERLA. Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul-RJ. Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul MPO/SEPURB/PQA-ABC-PNUD-UFRJ/COPPE. Governo do Estado do Rio de Janeiro. 1997.

SERLA. Projeto de Demarcação das FMP – Faixas Marginais de Proteção – das Principais Lagoas da Baixada Campista, 2004.

SILVA, J. S. V. Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Taquari MS/MT. 2003. 307 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SILVA, J. S. V., SANTOS, R. F. **Zoneamento para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 21, n. 2, p.221-263, maio/ago, 2004.

SILVA, L. P. **Modelagem e Geoprocessamento na Identificação de Áreas Passíveis de Risco de Inundação e Erosão.** Relatório Técnico, UFPB – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Mestrado. Paraíba, 2005.

TUCCI, C. E. M., BERTONI, J. C. (orgs.)- **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** UFRGS: Porto Alegre, 943 p. 2002.

U.F.E.S. **Apostila de ArcGis.** Laboratório de Topografia e Cartografia Universidade Federal do Espírito Santo. Acessado em 15/09/2011. Disponível em:
[http://www.ltc.ufes.br/geomaticsee/Apostila%20de%20ArcGIS%20\(Geodatabase\).pdf](http://www.ltc.ufes.br/geomaticsee/Apostila%20de%20ArcGIS%20(Geodatabase).pdf)

ANEXOS

Anexo A

7/12/2008 - MPF consegue demolição de diques irregulares em Campos

Ordem judicial minimiza efeitos de enchentes na região

A partir de ação do Ministério Público Federal (MPF), a Justiça determinou a demolição de diques irregulares na Lagoa Feia pelo município de Campos e pela Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (Serla). A liminar visa minimizar os efeitos de enchentes e inundações como as ocorridas recentemente. Nesta quarta-feira (17), as Polícias Civil, Militar e Rodoviária Federal e o Batalhão de Engenharia do Exército começaram a demolição. Representantes do MPF e do MPE acompanham o cumprimento da liminar.

Com a decisão, o município e a Serla deverão fazer vistorias em terras para verificar se há construções de diques irregulares em área de preservação permanente. A liminar também bloqueou temporariamente o repasse de R\$ 40 milhões da União à Serla, para os reparos exigidos pelas enchentes na Baixada Campista. A decisão, da 1ª Vara Federal de Campos, resulta de ação civil pública proposta pelos procuradores da República Eduardo Santos de Oliveira e Marta Cristina Pires Anciães (processo 2008.51.03.003067-2).

Segundo o MPF, o bloqueio da verba federal foi pedido para que seja mais detalhado o uso do dinheiro público. Esses recursos seriam aplicados se a demolição dos diques não for suficiente para garantir a segurança dos moradores.

“O MP Federal encampou a luta do MP Estadual para remoção das construções irregulares que, nos últimos anos, mudaram o leito da lagoa. Essa medida vai desafogar as áreas alagadas e minimizar o impacto de novas enchentes”, diz o procurador Eduardo Santos.

Fonte: <http://www.prrj.mpf.gov.br/noticias/noticias_corpo.php>

Anexo B

19/01/2009 - MPF quer impedir reconstrução de diques em Campos

Ação visa evitar enchentes como as ocorridas no fim de 2008

O Ministério Público Federal (MPF) moveu ação civil pública para impedir que os proprietários de quatro fazendas e uma usina açucareira em Campos reconstruam os diques que tiveram a demolição determinada pela Justiça em dezembro passado. O objetivo do procurador da República Eduardo Santos de Oliveira, autor da ação, é evitar enchentes como as que afetaram a região após as intensas chuvas do fim de 2008.

A ação foi proposta contra os proprietários da Fazenda do Louro (Reginaldo Frangela), das "terras de Demerval Queiroz" (espólio de Demerval Queiroz Fernandes), das "terras de Ari Pessanha" (Ari Pessanha Monteiro), da fazenda Ilha dos Carães (Scyla Maria Martins dos Santos) e da usina Paraíso (espólio de Geraldo Coutinho). O processo (2009.51.03.000146-9) está na 1ª Vara Federal de Campos, que ordenou a demolição dos diques irregulares pela Superintendência de Rios e Lagoas (Serla).

Em liminar, o MPF pede que a Justiça proíba novas construções nessas propriedades que margeiam rios, lagoas e canais, devido aos danos que causam ao meio ambiente e a milhares de cidadãos em épocas de chuvas intensas. O MPF também quer que, se a ordem não for cumprida, os réus sejam condenados a pagar multa diária de R\$20 mil.

Entre 17 e 20 de dezembro passado, a Serla cumpriu a liminar concedida na ação anterior do MPF e destruiu os diques irregulares localizados nas quatro propriedades que são alvo do novo processo. A usina Paraíso terá seu dique demolido ainda em janeiro, conforme informou a Serla à Justiça.

Fonte: <http://www.prrj.mpf.gov.br/noticias/noticias_corpo.php>

Rio transborda e ameaça cerca de 150 famílias em Campos, diz prefeitura

Equipes estão colocando sacos de areia para evitar novo rompimento. Rio transbordou por volta das 21h e interditou um trecho da BR-356.

Do G1 RJ

Comente agora

Tweetar 134

Recomendar 11



Dique em Campos se rompeu na quinta-feira (5) (Foto: Reprodução/TV Globo)

A cheia do Rio Paraíba do Sul, em Campos dos Goytacazes, no Norte Fluminense, deixa a Defesa Civil do município em alerta máximo na noite desta terça-feira (10). Segundo informações da assessoria de comunicação social da prefeitura, cerca de 150 famílias que moram nas localidades conhecidas como Parque Aldeia e Fundão, próximas ao leito do rio, podem ser removidas se tiverem as casas invadidas pela água.

De acordo com a prefeitura, o rio transbordou por volta das 21h desta

terça-feira (10) e um outro trecho da BR-356, que liga Campos à Itaperuna, foi interditado. Equipes da Defesa Civil estão colocando raspas de asfalto e sacos de areia para que não haja outro afundamento da via.

Na quinta-feira (5), um **trecho da mesma rodovia se rompeu** e as águas do Rio Muriaé começaram a invadir a localidade de Três Vendas, também em Campos, alagando todas as ruas.

Ainda de acordo com a prefeitura, por volta das 19h, o rio atingiu 11,5 metros. O município de Campos está com oito pontos de alagamento nas comunidades da Ilha do Cunha, Tira Gosto, Matadouro, Ururai, Parque Prazeres e Lebret.

A Defesa Civil pede para que moradores redobrem a atenção e liguem para o número 199 em casos de risco de desabamento de residência.

Fonte: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/01/rio-transborda-e-ameaca-cerca-de-150-familias-em-campos-diz-prefeitura.html>>

Acessado em 13 de Janeiro de 2012