

## Atividades e Produtos em Desenvolvimento no Projeto “Subsídios para a Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jaguaribe e Ipitanga no Município do Salvador, BA”



## Autoria

### **Maria Lucia Zuccari**

Pesquisadora

Embrapa Monitoramento por Satélite

*mlucia@cnpm.embrapa.br*

### **Carlos Fernando Quartaroli**

Pesquisador

Embrapa Monitoramento por Satélite

*quarta@cnpm.embrapa.br*

### **Denise de La Costa Bacci**

Professora Doutora

Universidade de São Paulo

*bacci@igc.usp.br*

### **Eduardo Mendes da Silva**

Professor Adjunto III

Universidade Federal da Bahia

*dasilva@ufba.com.br*

### **Marcos Cicarini Hott**

Pesquisador

Embrapa Monitoramento por Satélite

*marcos@cnpm.embrapa.br*

## **Equipe Técnica**

Este trabalho foi desenvolvido por uma equipe técnica multidisciplinar e multiinstitucional, da qual participaram:

### **Embrapa Monitoramento por Satélite**

Maria Lucia Zuccari  
Bióloga, doutora em Energia na Agricultura

Carlos Fernando Quartaroli  
Engenheiro Agrônomo, mestre em Agronomia

Marcos Cicarini Hott  
Engenheiro Florestal, mestre em Sensoriamento Remoto

### **Universidade Federal da Bahia**

Eduardo Mendes da Silva  
Biólogo, doutor em Biologia Marinha e Biogeografia

### **Universidade de São Paulo**

Denise de La Corte Bacci  
Geóloga, doutora em Geociências e Meio ambiente

### **Equipe de Campo em Salvador**

Maria Lucia Zuccari, Pesquisadora Embrapa Monitoramento por Satélite  
Denise de La Corte Bacci, Professora da Universidade de São Paulo  
Alice Motta, Pós-Graduanda da Universidade Federal da Bahia  
Márcio Assis de Sá, Pós-Graduando da Universidade Federal da Bahia  
João Cláudio Cerqueira Viana, Pós-Graduando da Universidade Federal da Bahia





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Monitoramento por Satélite  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*Dezembro, 2006  
ISSN 0103-78110*

# ***Documentos 58***

**Atividades e Produtos em Desenvolvimento no  
Projeto “Subsídios para a Gestão dos Recursos  
Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios  
Jaguaribe e Ipitanga no Município do Salvador,  
BA”**

*Maria Lucia Zuccari  
Carlos Fernando Quartaroli  
Denise de La Costa Bacci  
Eduardo Mendes da Silva  
Marcos Cicarini Hott*

**Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 58**  
**Área de Comunicação e Negócios (ACN)**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Monitoramento por Satélite  
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 – Parque São Quirino  
13088-300, Campinas (SP) – BRASIL  
Caixa Postal 491, CEP 13001-970  
Telefone: (19) 3256-6030 Fax: (19) 3254-1100  
*sac@cnpm.embrapa.br*  
<http://www.cnpm.embrapa.br>

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José Roberto Miranda*

Secretária: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Adriana Vieira de Camargo de Moraes, André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Alberto de Carvalho, Carlos Fernando Quartaroli, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Graziella Galinari, Gustavo Souza Valladares, Mateus Batistella*

**1ª edição**

1ª impressão (2006): 50 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

---

Zuccari, Maria Lucia

Atividades e produtos em desenvolvimento no projeto "Subsídios para a Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jaguaripe e Ipitanga no Município do Salvador, BA" / Maria Lucia Zuccari, Carlos Fernando Quartaroli, Denise de La Costa Bacci, Eduardo Mendes da Silva e Marcos Cicarini Hott – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006.

98 p. : il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 58)

ISSN 1806-3322

1. Limnologia 2. Bacias Hidrográficas 3. Uso e cobertura das terras  
4. SIGs 5. Análise Integrada 6. Salvador, Bahia I. Quartaroli, Carlos  
Fernando. II. Bacci, Denise de La Corte. III. Silva, Eduardo Mendes da.  
IV. Hott, Marcos Cicarini. V. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de  
Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). VI. Título. VII. Série.

---

CDD 333.91

© Embrapa Monitoramento por Satélite, dez. 2006

# Sumário

INTRODUÇÃO.....	9
ÁREA DE ESTUDO .....	12
LOCALIZAÇÃO.....	12
ASPECTOS FÍSICOS .....	15
Clima.....	15
Geomorfologia e Pedologia .....	15
Geologia Regional .....	17
Geologia Estrutural.....	20
Geologia Local.....	20
ECOSISTEMAS AQUÁTICOS SUPERFICIAIS.....	27
CURVAS DE NÍVEL E DECLIVIDADE .....	29
MATERIAL CARTOGRÁFICO E ICONOGRÁFICO .....	32
BASE CARTOGRÁFICA .....	32
IMAGENS ORBITAIS .....	34
AMOSTRAGEM E ANÁLISES DE ÁGUA E SOLO.....	37
AMOSTRAGEM .....	37
ANÁLISES DE ÁGUA .....	37
ANÁLISES DE SOLO.....	37
EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	39
ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA.....	40
REFERÊNCIAS.....	96

# Tabelas

Tabela 1 - Classes de declividade e percentual da área ocupada por cada classe em relação à área total de cada bacia. .....	30
Tabela 2 - Faixa espectral e resolução das bandas de imagens QuickBird. .....	34

# Figuras

<b>Figura 1.</b> Localização da área de estudo com a delimitação das bacias dos rios Ipitanga e Jaguaribe sobre imagens do satélite QuicKBird. ....	13
<b>Figura 2.</b> APA Lagoa e Dunas do Abaeté delimitada sobre imagem do satélite QuickBird e sua localização nas bacias dos rios Ipitanga e Jaguaribe. ....	14
<b>Figura 3.</b> Barragem do reservatório de Ipitanga I usado para o abastecimento público de água ....	15
<b>Figura 4.</b> Corte de talude, vista da Avenida Orlando Gomes....	16
<b>Figura 5.</b> Aterro na Avenida Paralela.....	16
<b>Figura 6.</b> Mapa geológico da área de estudo, modificado de REIBER(1992). ....	21
<b>Figura 7.</b> Afloramento de rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	22
<b>Figura 8.</b> Detalhe do afloramento representando rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	22
<b>Figura 9.</b> Afloramento de rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	23
<b>Figura 10.</b> Detalhe das rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	23
<b>Figura 11.</b> Afloramento de rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	24
<b>Figura 12.</b> Detalhe das rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	24
<b>Figura 13.</b> Detalhe das rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	25
<b>Figura 14.</b> Detalhe de um veio de composição mais argilosa e coloração cinza representando rochas alteradas do Complexo Cristalino. ....	25
<b>Figura 15.</b> Área de depósitos quaternários indiferenciados no entorno da Lagoa do Abaeté. ....	26
<b>Figura 16.</b> Dunas próximas à Lagoa do Abaeté. ....	26
<b>Figura 17.</b> Depósitos de areia no entorno da Lagoa Seca.....	27
<b>Figura 18.</b> Rede hidrográfica e ecossistemas lacustres das bacias dos rios Jaguaribe e Ipitanga (Salvador, BA), escala 1:12.500.....	28
<b>Figura 19.</b> Curvas de nível das bacias de Jaguaribe e Ipitanga (Salvador, BA), escala 1:12 500...	29
<b>Figura 20.</b> Ilustração que demonstra o processo de geração do mapa de classes de declividades para a área de estudo.....	31
<b>Figura 21.</b> Detalhe do mapa topográfico digitalizado utilizado no SIG como base cartográfica de referência para registro das imagens de satélite e outros dados. ....	33
<b>Figura 22.</b> Área de abrangência das imagens QuickBird utilizadas com suas respectivas datas....	35
<b>Figura 23.</b> Detalhe da imagem classificada de cobertura das terras.....	36
<b>Figura 24.</b> Distribuição das estações de amostragem de água.....	38
<b>Figura 25.</b> Lagoa do Abaeté no local da amostragem de água, na sua porção norte. ....	40
<b>Figura 26.</b> Lagoa do Abaeté em imagem do satélite Quickbird, dunas e aspecto urbano do entorno. ....	41
<b>Figura 27.</b> Preparo das amostras para estocagem e preservação. ....	41
<b>Figura 28.</b> Equipe de campo. ....	42
<b>Figura 29.</b> Estrutura urbanística e recreativa da Lagoa do Abaeté, na sua porção sudoeste.....	42
<b>Figura 30.</b> Estrutura urbanística e recreativa da Lagoa do Abaeté, na sua porção sudoeste.....	43
<b>Figura 31.</b> Estrutura urbanística e recreativa da Lagoa do Abaeté, na sua porção norte. ....	43
<b>Figura 32.</b> Área urbanizada próxima à Lagoa do Abaeté vista do ponto mais alto do local (altitude de 38 m).....	44
<b>Figura 33.</b> Lagoa do Abaeté e seu entorno vistos do ponto mais alto do local, o mesmo ponto de visada da Figura 32, do lado oposto.....	44
<b>Figura 34.</b> Ponto de coleta de amostras na porção sudeste do lago. ....	45
<b>Figura 35.</b> Vista frontal do lago a partir do ponto de amostragem.....	46
<b>Figura 36.</b> Entorno do ponto A2, região de dunas.....	46
<b>Figura 37.</b> Vista do terreno imediatamente anterior à nascente. ....	47
<b>Figura 38.</b> Ponto de amostragem A3. ....	48
<b>Figura 39.</b> Imagem Quickbird, em 19/12/2005. Entorno do ponto de amostragem A3, clube da Petrobrás.....	49
<b>Figura 40.</b> Ambiente de escoamento da água da nascente em direção ao lago. ....	49
<b>Figura 41.</b> Ambiente de escoamento da água da nascente imediatamente antes de atingir o lago..	50
<b>Figura 42.</b> Estação da amostragem A4.....	51
<b>Figura 43.</b> Estação da amostragem A4 vista pela imagem Quickbird de 19/12/2005. ....	51
<b>Figura 44.</b> Restos de rituais religiosos na Estação de amostragem A4.....	52

<b>Figura 45.</b> Arquidiocese de São Salvador da Bahia, próxima à praia. ....	52
<b>Figura 46.</b> Percurso do rio em direção à praia. ....	53
<b>Figura 47.</b> Represamento a montante da estação de amostragem, aspecto típico da vegetação e urbanização ao longo do curso. ....	54
<b>Figura 48.</b> Imagem do satélite da Estação de amostragem A5. ....	55
<b>Figura 49.</b> Estação de amostragem A5. ....	55
<b>Figura 50.</b> Aspecto da vegetação e urbanização na foz da represa a jusante da estação de amostragem. ....	56
<b>Figura 51.</b> Desembocadura da represa na praia Stella Mares. ....	56
<b>Figura 52.</b> Estação de amostragem A6. ....	57
<b>Figura 53.</b> Imagem do satélite Quickbird mostrando o represamento ao longo da praia e as dunas do Abaeté. ....	58
<b>Figura 54.</b> Fotografia da represa a jusante do ponto de amostragem A6. ....	58
<b>Figura 55.</b> Aspecto típico do ambiente natural do ponto A6. ....	59
<b>Figura 56.</b> Estação de amostragem A7, aspecto da vegetação e ambiente. ....	60
<b>Figura 57.</b> Imagem de satélite do ponto de amostragem A7 e CEASA ao norte. ....	61
<b>Figura 58.</b> Ponto de amostragem na estação A7. ....	61
<b>Figura 59.</b> Estação de amostragem A8. ....	62
<b>Figura 60.</b> Imagem do ponto de amostragem na estação A8. ....	63
<b>Figura 61.</b> Campo de futebol e vegetação do entorno da estação A8. ....	63
<b>Figura 62.</b> Trecho que separa a entrada pela cia Aeroporto até o ponto A9. ....	64
<b>Figura 63.</b> Estação de amostragem A9. ....	65
<b>Figura 64.</b> Imagem de satélite correspondente ao lago da estação de amostragem A9 e cia Aeroporto. ....	65
<b>Figura 65.</b> Aspecto paisagístico da estação A9. ....	66
<b>Figura 66.</b> Vista da Pedreira Valéria próximo à entrada para a Estação de amostragem A10 e paisagem local. ....	67
<b>Figura 67.</b> Imagem do satélite da localização da Estação de amostragem A10, lagos e Pedreira Valéria. ....	67
<b>Figura 68.</b> Vista da Estação A10 com a Pedreira Valéria ao fundo. ....	68
<b>Figura 69.</b> Vista lateral direita da Estação de amostragem A10. ....	68
<b>Figura 70.</b> Vista do ambiente de acesso ao lago pelo bairro Palestina. ....	69
<b>Figura 71.</b> Acesso ao lago da Estação A11 pela Av. Luiz Eduardo magalhães (Paralela). ....	70
<b>Figura 72.</b> Imagem da Estação de Amostragem A11. ....	70
<b>Figura 73.</b> Vista aproximada da Estação de amostragem A11. ....	71
<b>Figura 74.</b> Vista frontal esquerda da Estação de amostragem A11. ....	71
<b>Figura 75.</b> Vista frontal da Estação de amostragem A11. ....	72
<b>Figura 76.</b> Vista frontal do lago na Estação de amostragem A12. ....	73
<b>Figura 77.</b> Imagem da Estação de Amostragem A12, represa de Ipitanga III, estrada Cia Aeroporto e CEASA. ....	73
<b>Figura 78.</b> Fotografia frontal direita da Estação A12. ....	74
<b>Figura 79.</b> Foto do entorno da Estação de amostragem A12 vista pelo lado oposto ao CEASA. ....	74
<b>Figura 80.</b> Caminho de entrada à Estação de amostragem A13. ....	75
<b>Figura 81.</b> Vegetação à margem da represa Ipitanga II no local de acesso. ....	76
<b>Figura 82.</b> Imagem do satélite referente à Estação de amostragem A13, Pedreira Aratu e Represa de Ipitanga II. ....	76
<b>Figura 83.</b> Aspecto paisagístico da margem oposta à propriedade de acesso à equipe de campo, vista frontal. ....	77
<b>Figura 84.</b> Aspecto paisagístico da margem oposta à propriedade de acesso à equipe de campo, vista frontal direita. ....	77
<b>Figura 85.</b> Aspecto geral do ambiente na Estação de amostragem A14. ....	78
<b>Figura 86.</b> Vista geral da estação de amostragem A14 na imagem do satélite. ....	79
<b>Figura 87.</b> Bovinos pastando em terreno paludososo, vegetação típica da região ao fundo. ....	79
<b>Figura 88.</b> Aspecto lodoso da água com assoreamento de margens. ....	80
<b>Figura 89.</b> Bovinos reunidos em uma ilha seca e outros pastando no charco coberto por gramíneas. ....	80
<b>Figura 90.</b> Aspecto do entorno, construções, agricultura de subsistÊncia e canal do rio Águas Claras. ....	81

<b>Figura 91.</b> Imagem Quickbird da Estação de amostragem A15 na via Regional.....	82
<b>Figura 92.</b> Rio Águas Claras, estação de amostragem A15.....	82
<b>Figura 93.</b> Aspecto externo da mata que circunda o lago. ....	83
<b>Figura 94.</b> Lago na imagem de satélite, mata e avenida Paralela.....	84
<b>Figura 95.</b> Aspecto interno da mata e lago. ....	84
<b>Figura 96.</b> Vista das habitações e ambiente do entorno da Estação A17. ....	86
<b>Figura 97.</b> Imagem do satélite da região de entorno A17, intermediária entre urbana e rural. ....	86
<b>Figura 98.</b> Afluente do rio Ipitanga em frente à residência de uma moradora.....	87
<b>Figura 99.</b> Afluente do rio Ipitanga próximo à residência de uma moradora. ....	87
<b>Figura 100.</b> Estação de amostragem A17, afluente do rio Ipitanga. ....	88
<b>Figura 101.</b> Estação de amostragem A18.....	89
<b>Figura 102.</b> Imagem do satélite da Estação A18, dunas, lagos e Avenida Dorival Caymi. ....	89
<b>Figura 103.</b> Início de uma duna, vegetação e agricultura de subsistência.....	90
<b>Figura 104.</b> Ambiente do entorno do lago na Estação A18. ....	90
<b>Figura 105.</b> Estação de amostragem A19, rio Ipitanga. ....	91
<b>Figura 106.</b> Imagem do satélite mostrando a localização da Estação A19. ....	92
<b>Figura 107.</b> Aspecto do entorno do Rio Ipitanga na Estação de amostragem A19.....	92
<b>Figura 108.</b> Aspecto do entorno do Rio Ipitanga na Estação de amostragem A19.....	93
<b>Figura 109.</b> Placa da Prefeitura da cidade do Salvador. ....	93
<b>Figura 110.</b> Estação de amostragem A20, próximo à desembocadura do rio Jaguaribe no mar.....	94
<b>Figura 111.</b> Imagem do satélite mostrando a localização da Estação de amostragem e o aspecto da urbanização. ....	95
<b>Figura 112.</b> Foto da Estação de amostragem A20. ....	95
<b>Figura 113.</b> Paisagem a jusante da Estação de amostragem A20. ....	96

# **Atividades e produtos em desenvolvimento no projeto subsídios para a gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe e Ipitanga no município do Salvador, BA**

---

*Maria Lucia Zuccari  
 Carlos Fernando Quartaroli  
 Denise de La Corte Bacci  
 Eduardo Mendes da Silva  
 Marcos Cicarini Hott*

## **Introdução**

As bacias hidrográficas dos rios Ipitanga e Jaguaribe compreendem 117 km<sup>2</sup> ou 38,0% da área terrestre do município do Salvador (BA), segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano da Cidade do Salvador - PDDU (SALVADOR, 2004). São áreas de grande importância, por ainda apresentarem resquícios da Mata Atlântica, por serem áreas turísticas de beleza cênica inigualável, pela existência de mananciais com pontos de captação, reserva e tratamento de água para abastecimento público, pelo uso agrícola e ainda por constituírem uma região com necessidade de preservação.

Na área em questão não existem estudos detalhados e integrados que abordem tanto os aspectos físicos do ambiente quanto a qualidade da água e integridade ecológica e ambiental, representados na forma de mapas temáticos que proporcionem visão quantitativa e qualitativa do ambiente.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), instrumentos computacionais do geoprocessamento, aliados à utilização de imagens de satélite de alta resolução, são tecnologias de baixo custo e permitem estudos detalhados e à distância das feições da superfície terrestre. São instrumentos adequados para suprir a carência de informação para a tomada de decisões sobre problemas ambientais, quer sejam urbanos ou rurais.

Ballester et al.(2003) desenvolveram uma abordagem integradora dos ambientes em estudo sobre os efeitos das mudanças do uso do solo na biogeoquímica dos rios das bacias de drenagem do Ji-Paraná (Rondônia) e Piracicaba (São Paulo). Para descrever os processos que operam na bacia de drenagem, utilizaram a combinação de traçadores biogeoquímicos e medidas da paisagem através de SIGs e estabeleceram relações estatísticas entre parâmetros medidos tanto nos ecossistemas aquáticos, quanto nos sistemas terrestres. Concluíram que o uso e cobertura da terra na bacia de drenagem foi

um bom instrumento para prever a composição da água do rio, especialmente para condutividade, ânions e os cátions maiores que podem ser utilizados como indicativo do material de origem drenados pela bacia.

Ballester et al. (2005) ressaltam a importância do estudo simultâneo das características físicas, bióticas e antrópicas da bacia hidrográfica para possibilitar o entendimento completo de cada uma delas como fontes geográficas de elementos bioativos para os ecossistemas aquáticos. Quando compararam duas bacias hidrográficas, uma delas dominada por fontes não pontuais de poluição (Ji-Paraná, RO) e outra onde predominam fontes pontuais de poluição (Piracicaba, SP), concluíram que nos dois casos o uso e cobertura da bacia de drenagem tiveram influência na composição biogeoquímica dos rios e que o uso do geoprocessamento teve papel fundamental na determinação dos padrões espaço-temporais e no estabelecimento das correlações entre ocupação do solo e qualidade da água. O uso das terras na escala de bacia de drenagem, foi um bom instrumento para prever a composição da água do rio, especialmente para condutividade e cátions e ânions maiores.

Metodologia similar pode ser aplicada àquela utilizada nos referidos trabalhos, nas bacias dos rios Jaguaribe e Ipitanga que possuem fontes predominantemente pontuais e não pontuais de poluição respectivamente. E embora muitas das características físicas, bióticas e antrópicas sejam diferentes, espera-se que as ferramentas utilizadas também sejam úteis à obtenção dos conhecimentos necessários a tais bacias.

O projeto "Subsídios para a Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jaguaribe e Ipitanga no Município do Salvador/BA" tem como objetivos gerais: 1) a análise integrada das características da paisagem das bacias hidrográficas de Jaguaribe e Ipitanga, utilizando análise espacial (SIG/SR) de seus padrões incluindo atributos do solo, rede de drenagem, topografia e uso e cobertura das terras para inferir questões complexas como o efeito do uso e cobertura das terras na biogeoquímica das águas superficiais; 2) descrição de padrões de intervenções humanas nas bacias, por meio de produtos de sensoriamento remoto orbital, técnicas de geoprocessamento e análise espacial de dados, relacionando-os com as propostas e diretrizes do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) da cidade do Salvador; 3) simulação de cenários que mostrem alternativas de uso e manejo voltados à conservação dos recursos naturais, à manutenção das funções ecológicas com vistas ao desenvolvimento sustentável.

A análise de todos os elementos que compõem a paisagem, com enfoque nos ecossistemas aquáticos como receptores do impacto poluidor das intervenções antrópicas, atende aos objetivos do projeto em questão pela possibilidade de geração de conhecimento detalhado e integrado do ambiente do entorno, o que deverá auxiliar nas medidas de intervenção.

Os objetivos secundários são as atividades previstas no projeto, entre eles estão a compilação de mapas e dados existentes referentes à área de estudo, aquisição e tratamento de imagem de satélite de alta resolução espacial, atualização e correção dos mapas já existentes e geração de novos mapas, trabalhos de campo para coleta de amostras de água e solo e análises de solo e água. Os mapas e dados, organizados dentro de um Sistema de Informação Geográfica, permitirão atender os objetivos gerais previstos no projeto de pesquisa e ainda subsidiar trabalhos futuros de outros pesquisadores e atender demandas na área de educação ambiental e público em geral.

Dessa forma, será possível sugerir otimizações de manejo nas atividades agrícolas e urbanas que resultem em vantagens tanto para seus gestores e investidores, quanto ao ambiente natural.

Este documento é a síntese das atividades do projeto já executadas e em andamento. Alguns dados sobre a área, especialmente sobre seus aspectos físicos, também são apresentados. Entre as atividades executadas, deu-se ênfase ao trabalho de campo executado em maio de 2006, com o objetivo de efetuar medições de variáveis limnológicas, observação dos aspectos geológicos e coleta de amostras de solo e água. Durante esse trabalho, foram feitas diversas observações sobre os ambientes visitados acompanhadas por registros fotográficos. Estas observações são descritas neste documento e constituem um importante diagnóstico preliminar da situação ambiental da área de estudo. Os resultados das análises efetuadas e as atividades subseqüentes previstas no projeto permitirão um diagnóstico mais detalhado dessa situação e a análise integrada das diversas variáveis ambientais.

Além dos objetivos científicos, o trabalho tem por finalidade fornecer subsídios para órgãos e instituições que administram programas de gerenciamento ambiental no município do Salvador. Estas informações irão auxiliar no planejamento e gestão territorial da área, implantação de políticas públicas e a tomada de decisões quanto à sua ocupação futura e à sua preservação. Adicionalmente, a informação gerada poderá subsidiar o planejamento de trabalhos de pesquisa de professores e alunos do curso de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento e outros programas da Universidade Federal da Bahia.

O trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia – FAPESB e está sendo desenvolvido pela Universidade Federal da Bahia (Salvador-BA) e pela Embrapa Monitoramento por Satélite (Campinas-SP) em parceria para intercâmbio de recursos e conhecimentos.

## Materiais e Métodos

Os materiais e métodos são descritos como no projeto original com o acréscimo das atividades, informações e produtos finalizados e em desenvolvimento que serão utilizados para a análise integrada aos dados das amostras de água e solo.

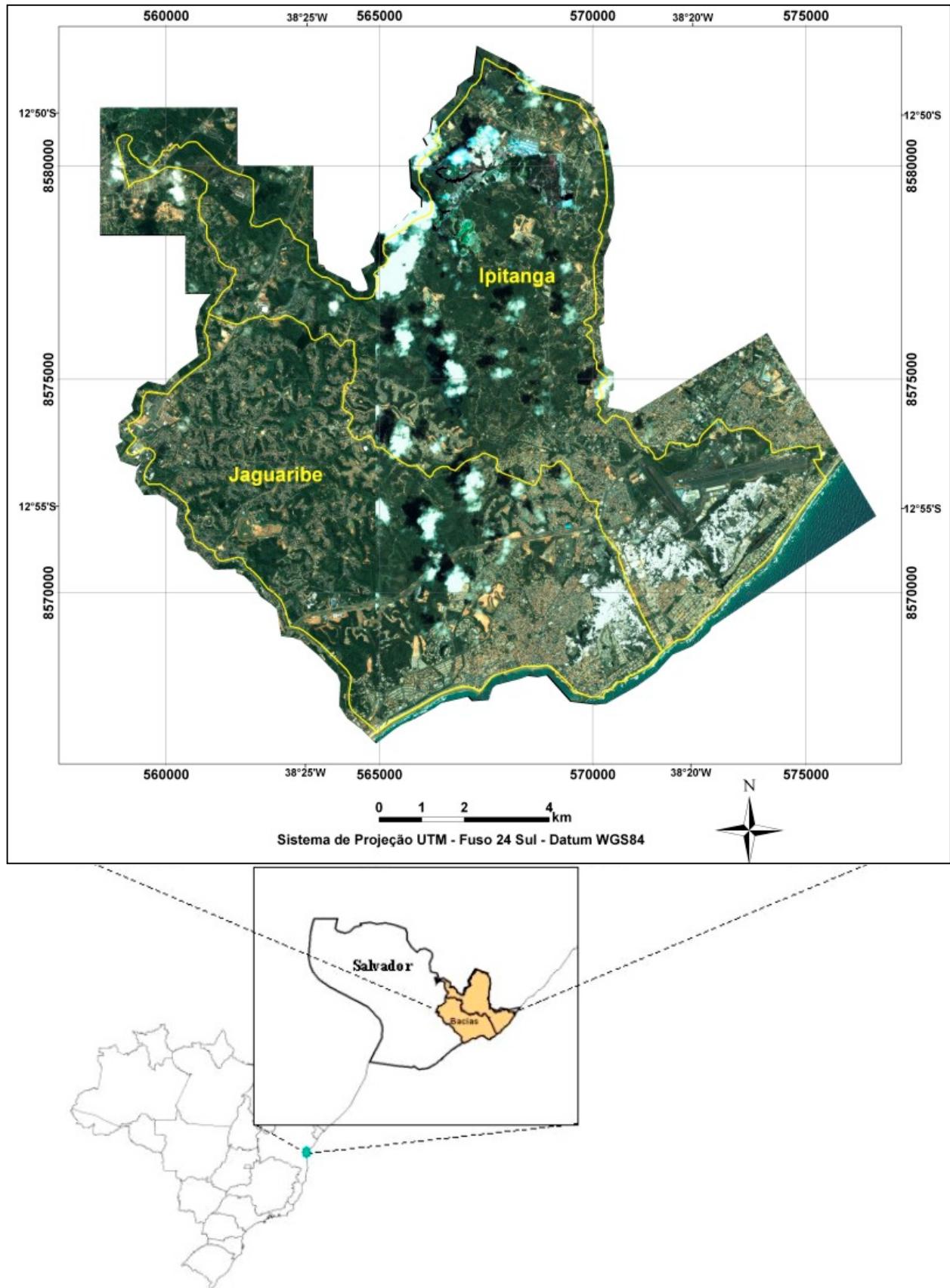
### Área de Estudo

#### Localização

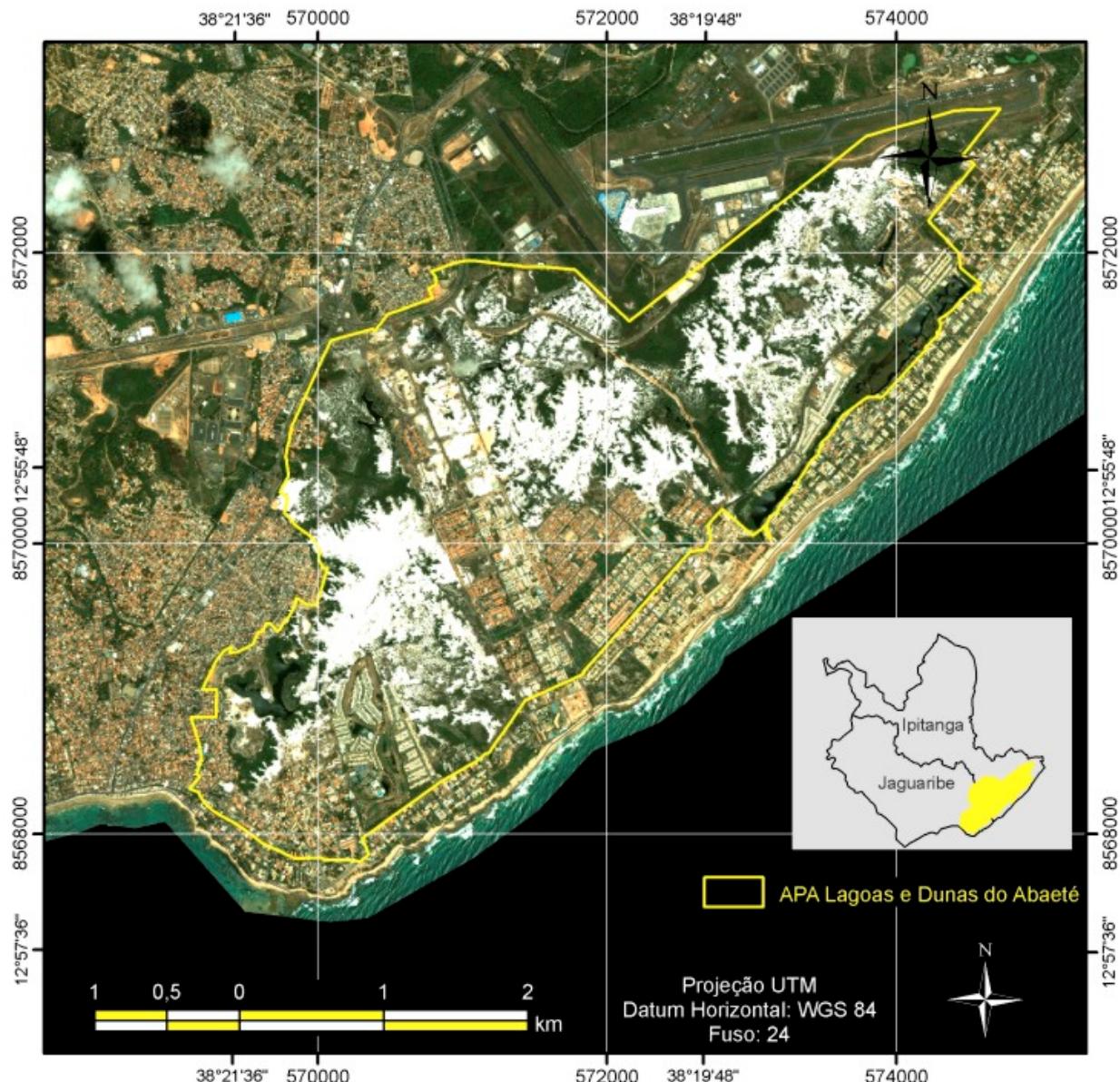
Com 2.673.560 habitantes (IBGE, 2006) e sede de região metropolitana, o município do Salvador possui área terrestre de 308,15 km<sup>2</sup> (SALVADOR, 2004) com aproximadamente 99,8% de sua área sob domínio da Mata Atlântica (ISA, 2000). As bacias dos rios Jaguaribe e Ipitanga compreendem 35% da área terrestre do município do Salvador (117 km<sup>2</sup>). Essas bacias possuem áreas urbanas e rurais com atividades diversificadas como turismo, mineração, captação de água para abastecimento urbano; e conflitos de uso e ocupação, o que ocasiona problemas como poluição das águas fluviais e do solo e desmatamento desordenado. A localização dessas bacias no município é apresentada na Figura 1.

A bacia do rio Jaguaribe está totalmente inserida no município do Salvador, possui área de 58,03 km<sup>2</sup> que envolve parte da APA do Abaeté (longitude 38° 21' O e latitude 12° 56' S), Unidade de Conservação Estadual criada pelo Decreto Estadual n.º 2450/93, com área de 18 km<sup>2</sup>, caracterizada por dezoito ecossistemas lacustres lênticos (Figura 2). A APA está sujeita a forte especulação imobiliária e apresenta áreas degradadas que necessitam recuperação. Os resultados do Projeto de Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos (MMA, 2000), classificam a região da APA como área de alta importância biológica, sendo recomendado o manejo local como a melhor ação estratégica para a conservação da Mata Atlântica remanescente (no caso, há predominância da restinga). A Resolução do CONAMA n.º 03/96 (BRASIL, 1996), dispõe que a vegetação remanescente de Mata Atlântica abrange a totalidade de vegetação primária e secundária em estágio inicial, médio e avançado de regeneração. BRITTO et al. (1993) estudando a flora fanerogâmica das Dunas e Lagoas do Abaeté, listaram 410 espécies (283 gêneros em 88 famílias), demonstrando que ainda há uma flora rica na região que deve ser conservada.

A bacia do rio Ipitanga estende-se por Salvador e municípios próximos como Lauro de Freitas e Simões Filho. Dentro de Salvador compreende uma área de 59,0 km<sup>2</sup>, definida pelo PDDU 2004 (SALVADOR, 2004) como área rural e também abrange uma parte da APA do Abaeté. Distingue-se das outras bacias do município do Salvador, quanto ao uso e cobertura das terras, pela existência de áreas ocupadas pela agricultura e também pela localização de adutoras e reservatórios para abastecimento público de água (Figura 3). A mineração e desflorestamento destacam-se como fatores de intervenção antrópica desordenada e promotoras de desequilíbrios ambientais, entretanto a bacia ainda possui uma grande cobertura de mata atlântica que necessita ser preservada. A geração de informação detalhada e diversificada faz-se necessária para a gestão territorial dessa bacia.



**Figura 1.** Localização da área de estudo com a delimitação das bacias dos rios Ipitanga e Jaguaribe sobre imagens do satélite QuicKBird.



**Figura 2.** APA Lagoa e Dunas do Abaeté delimitada sobre imagem do satélite QuickBird e sua localização nas bacias dos rios Ipitanga e Jaguaribe.



**Figura 3.** Barragem do reservatório de Ipitanga I usado para o abastecimento público de água

## Aspectos Físicos

### Clima

Segundo Nascimento e Barbosa (2005), em toda Salvador o clima tem sido importante no intemperismo das suas rochas, o clima é do tipo Tropical Chuvoso de Floresta (Af), segundo a classificação de Köppen de 1936, e Úmido (B2rÁÁ), conforme a classificação de Thornthwaite de 1948. Dados da estação meteorológica de Ondina mostraram índice hídrico igual a 48,4, com excedente de 694,2 mm/ano e evapotranspiração potencial da ordem de 1417,9 mm/ano.

As precipitações são sempre maiores que 100 mm em todos os meses do ano, sem estação seca definida. A pluviometria média no período de 1961 a 1990 foi de 2089,9 mm/ano (SEI 1998), com maior concentração de chuvas de abril a julho. A temperatura média anual para o período citado foi de 25,3°C, com máximas em janeiro, fevereiro e março e, mínimas, em julho e agosto.

### Geomorfologia e Pedologia

Geomorfologicamente as bacias hidrográficas estudadas localizam-se no alto cristalino de Salvador, formado por rochas metamórficas de alto grau, cujos sistemas de fraturas controlaram a modelagem da paisagem, resultando na formação de planalto de altitude entre 50 e 70 m, com vertentes íngremes e abruptas. Outra feição, também resultante do sistema de fraturas, são os morros e as colinas semiarredondadas, de cotas por volta de 20 a 30 m. O sistema de fraturas também facilitou a alteração das rochas cristalinas, servindo como canais de percolação da água de chuva. Em consequência, o

intemperismo físico e químico das rochas subjacentes e a erosão resultaram na formação de vales e depressões que alojam os leitos fluviais (Sacramento, 1975). A decomposição química causada pelas águas pluviais, sob condições climáticas rigorosas, gerou, na área estudada, solos residuais areno-argilosos e, por vezes, argilosos relativamente espessos. Dados de poços tubulares de determinadas áreas das bacias hidrográficas de Salvador indicam que os solos, geralmente latossolos vermelho amarelo distróficos, podem atingir mais de 30 m de espessura (Nascimento & Barbosa, 2005). Por outro lado, essas bacias também podem conter leques coluviais ou depósitos de talus com fragmentos das rochas cristalinas, devido ao intemperismo mecânico, e sobre os quais desenvolveram-se solos alóctones. Como a área estudada está incluída em região urbana, é importante ressaltar que a dinâmica morfogenética atual foi profundamente influenciada pela ação antrópica e, consequentemente, muitas das formas de relevo resultaram de terraplanagem, cortes de taludes, aterros e outras obras de engenharia (Figuras 4 e 5).



**Figura 4.** Corte de talude, vista da Avenida Orlando Gomes.



**Figura 5.** Aterro na Avenida Paralela.

## Geologia Regional

A Região Metropolitana do Salvador está representada litologicamente por rochas do Complexo Cristalino, de alto e médio grau de matamorfismo, sedimentos jurássico-cretáceos da bacia sedimentar do Recôncavo, coberturas terciárias que repousam discordantemente sobre as rochas mais antigas e os sedimentos quaternários recentes (Reiber et al., 1992; Buzzi, et al., 2003 e Nascimento & Barbosa, 2005).

As rochas do Complexo Cristalino ocorrem tanto em uma faixa que acompanha a borda atlântica do continente, como a oeste da Região Metropolitana do Salvador (RMS), em contato por falha com as rochas sedimentares (Reiber et al., 1992).

O pacote sedimentar encontra-se sobreposto a um substrato de rochas ígneas e metamórficas e é limitado por duas grandes falhas de gravidade: a falha de Salvador, a leste e a falha de Maragogipe, esta situada além do limite da Região Metropolitana do Salvador (Reiber, et al. 1992).

A Bacia do Recôncavo é a mais conhecida das bacias sedimentares brasileiras. Em decorrência da contínua e prolongada atividade exploratória para petróleo, existem muitos dados geológicos e geofísicos sobre diversos aspectos da geologia da bacia. O embasamento da bacia é formado por rochas arqueanas e paleoproterozóicas de Serrinha e do *Greenstone Belt* Rio Itapicuru, por rochas paleoproterozóicas da Faixa Salvador-Curaçá e neoproterozóicas da Faixa Sergipana (Delgado e Pedreira, 1995; in Buzzi et al. 2003).

A Bacia do Recôncavo constitui-se de estrutura única formando meio gráben de direção NNE-SSW, com borda falhada a sudeste e flexural a oeste. O seu arcabouço tectônico consiste-se de falhas antitéticas paralelas à falha principal (Falha de Salvador, na borda SE) e zonas de transferência NW-SE que acomodam o deslocamento lateral entre blocos crustais (Aragão, 1993; in Buzzi et al. 2003).

### Complexo Cristalino

O embasamento das bacias que compõe a Bacia Sedimentar do Recôncavo é formado por rochas arqueanas e paleoproterozóicas de Serrinha e do *Greenstone Belt* Rio Itapicuru, por rochas paleoproterozóicas da Faixa Salvador-Curaçá e neoproterozóicas da Faixa Sergipana (Delgado e Pedreira, 1995; in Buzzi et al 2003).

O embasamento da região integra um conjunto de rochas de organização intrincada e de relação estratigráfica complexa, descritos como metamorfitos de alto e médio graus, incluindo rochas da fácie granulito e da fácie anfibolito. O embasamento é considerado como uma única unidade denominada Complexo Cristalino (Reiber et al. 1992).

As rochas granulíticas, que abrangem as partes situadas a SW w NE, incluem ainda gnaisses, migmatitos (metatexitos e diatexitos) e granitóides. Estas rochas estão geralmente encobertas pelos sedimentos da Formação Barreiras, de idade terciária, ou por espesso manto de alteração, restringindo-se, por isso, suas melhores exposições aos fundos de vales. De maneira geral, mostram-se foliadas, dobradas e com granulação fina a média. Os gnaisses, em muitos casos, estão associados a anfibolitos e às vezes, gradam para augen-gnaisses. Todo o conjunto é freqüentemente cortado por diques de pegmatito, aplitos, granitóides e diabásios. Estes últimos, de distribuição escassa na região, exibem em geral espessura da ordem de 3 a 4 cm, podendo, em certos trechos, atingir valores bem mais significativos (Nascimento & Barbosa, 2005)

A área de exposição dessas rochas inicia-se na zona urbana da cidade do Salvador, prolongando-se pelos municípios de Simões Filho e Lauro de Freitas.

Adjacentes aos limites da Região Metropolitana do Salvador, com áreas de exposições mais amplas, localizam-se as rochas cristalinas do bordo ocidental da Bacia do Recôncavo, que se caracterizam por uma suíte de rochas granulíticas e charnoquíticas, além de rochas ígneas ígneo-metamórficas representadas por granitos, diatexitos, metatexitos e augen-gnaisses. Essas rochas ocorrem em uma faixa contínua, dominando toda a porção ocidental da área, estendendo-se desde os arredores da cidade de Feira de Santana, ao norte, e prolongando-se na direção sul, onde afloram as margens do rio Paraguaçu, bordejando os sedimentos da Bacia do Recôncavo (Reiber et al. 1992).

### Bacia Sedimentar

As rochas sedimentares que ocupam as porções central e ocidental da RMS são partes integrantes da Bacia Sedimentar do Recôncavo e pertencem ao sistema de Bacias Cretáceas do Leste Brasileiro, as quais foram formadas, basicamente a partir de uma fossa tectônica de origem compressional e tensional, onde se acumularam sedimentos continentais cujas espessuras atingem até 7.000 m, nas partes mais profundas (Reiber et al. 1992).

O preenchimento sedimentar da Bacia Sedimentar do Recôncavo compreende uma fase Sinéclise paleozóica seguida por uma fase Pré-rift. Nesta fase depositaram-se sedimentos continentais das formações Aliança, Sergi, Itaparica e Água Grande - flúvio lacustres e eólicas (Magnavita et al. 1988; in Buzzi et al 2003).

O início da deposição desses sedimentos fanerozóicos sobre o Complexo Cristalino Pré-Cambriano data do Neojurássico e Cretáceo. Esses sedimentos constituem o Supergrupo Bahia, que se encontra subdividido em grupos Brotas, Santo Amaro, Ilhas e Massacará (Reiber et. al. 1992).

Os sistemas de falhas de Salvador e Maragogipe desenvolvem os limites atuais das rochas da Bacia Sedimentar do Recôncavo.

A seguir estão descritas as unidades litológicas encontradas em nível regional, abrangendo a área de estudo. A descrição é baseada em Reider, et al 1992, que descreve em detalhes as unidades da região metropolitana do Salvador.

### Formação Barreiras

O nome Barreiras originou-se da expressão “Formação das Barreiras”, que designa a feição morfológica característica que cobre extensa área da Região Metropolitana do Salvador, onde os sedimentos terrígenos estão esculpidos em mesas, ou “tabuleiros”, que bordejam frequentemente, a costa. Esta formação, de idade pliocênica, assenta-se discordantemente tanto sobre o embasamento como sobre as demais unidade do Subgrupo Bahia e da Formação Marizal. A superfície de discordância Barreiras sobre o Supergrupo Bahia apresenta uma inclinação de 1,5m/km na direção leste.

Litologicamente, a Formação Barreiras é constituída por arenitos grosseiros, de grãos mal selecionados, subangulares a subarredondados, de cores variadas, predominando a vermelha sobre a amarela, branca e violeta, conforme argila matriz. Leitos de argila cinza, com manchas amareladas e/ou avermelhadas, maciça ou com laminação paralela e espessura de 5 a 10cm, ocorrem em extensão apreciável e cortam, discordantemente, as camadas inferiores. Em direção ao topo, predominam espessas camadas de arenitos de

granulação média a fina, com matriz argilosa e coloração amarelo-esbranquiçada, cuja espessura máxima chega a chegar a alcançar 20 m. Níveis de concreções lateríticas ocorrem em todo o perfil. A espessura dessa formação é bastante variável, dependendo principalmente da atuação da erosão sobre sua superfície. As maiores espessuras medidas na área são da ordem de 50m, sendo que a base, em geral ocorre a uma cota média de 60m, podendo, em alguns locais, aparecer testemunhos com cotas inferiores (Reiber, et al 1992).

### Quaternário

Os sedimentos quaternários-fluviais e costeiros são representados por aluviões do quaternário indiferenciado (Qi), pântanos em mangues atuais (Qpm), dunas (Qe), depósitos flúvio-lagunares (Qfl), terraços arenosos (Qt2).

### Quaternários indiferenciados

Dentro do quaternário indiferenciado aparecem os depósitos arenosos e argilo-arenosos fluviais que ocorrem no fundo dos vales, com espessuras variáveis, na sua maior parte acima do limite atingido pelo máximo da penúltima transgressão marinha.

### Pântanos e Mangues Atuais

Constituem-se, predominantemente, de depósitos de materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica encontrados nas margens protegidas dos rios e riachos, bem como das baías, e nas zonas de influência das marés.

### Dunas

Correspondem a depósitos de areias finas, bem selecionadas, predominantemente quartzosas, com graus de arredondamento variado, de coloração branca, ocre e amarelada, que se prolongam por quase toda a costa oriental da Região Metropolitana do Salvador.

### Depósitos Flúvio-Lagunares

Representam as areias e siltes argilosos, ricos em matéria orgânica, que vêm sendo formados desde o início da última transgressão até o tempo atual. São encontrados tanto em zonas baixas, que margeiam os rios, como em antigas lagunas, constituindo-se em certos trechos depósitos de turfa.

### Terraços arenosos

Compreendem os depósitos formados por areias litorâneas, bem selecionadas, com conchas marinhas e tubos fósseis de calianassa. Essas cristas são bem diferenciadas das dos depósitos da penúltima transgressão por serem mais finas e estreitamente próximas e paralelas entre si. O topo desses terraços situa-se de alguns centímetros a mais de 4 m acima do nível do mar.

### Depósitos de Leques Aluviais

Estes depósitos são encontrados normalmente encostados no sopé de elevação, exibindo topes situados entre 15 e 20m acima do nível atual do mar. Constituem-se de areias brancas, mal selecionadas, contendo seixos de grãos arredondados e angulosos. A

depender da região de ocorrência, essas areias podem ter sido originadas das formações cretáceas, ou de rochas pré-cambrianas, cujas características texturais e mineralógicas são variáveis de acordo com as diversas fontes. Tendo em vista suas extensões, características sedimentológicas e posição ao sopé das encostas, em alguns casos, sua forma em leque, esses sedimentos são aqui considerados como continentais.

## Geologia Estrutural

O comportamento geral do Complexo Cristalino ocorrente na Região Metropolitana do Salvador é de direção geral NE-SW, com mergulhos fortes, quase sempre próximos à vertical e com ligeira tendência para W, com variações locais, onde aparecem estruturas móveis relacionadas à migmatização. Outras manifestações ígneas, associadas à falhamentos e zonas de cisalhamento, provocaram várias deformações. A NE da área e em outros trechos a foliação é de plano axial. A superposição da foliação, em algumas zonas, evidencia que estas rochas foram submetidas, pelo menos, a mais de um evento tectônico (Reider et al 1992) .

Em termos regionais, a Bacia Sedimentar do Recôncavo se comporta estruturalmente como um grande gráben, de direção geral N-S e inclinando para leste. Este gráben é assimétrico, tendo em vista ser o rejeito da grande falha de Salvador, de maior amplitude e constitui-se em um gráben de afundamento compressional de um ramo abortado do grande paleo-sistema de rift-valley, precursor da separação dos continentes africano e sul-americano (Reider et al 1992).

## Geologia Local

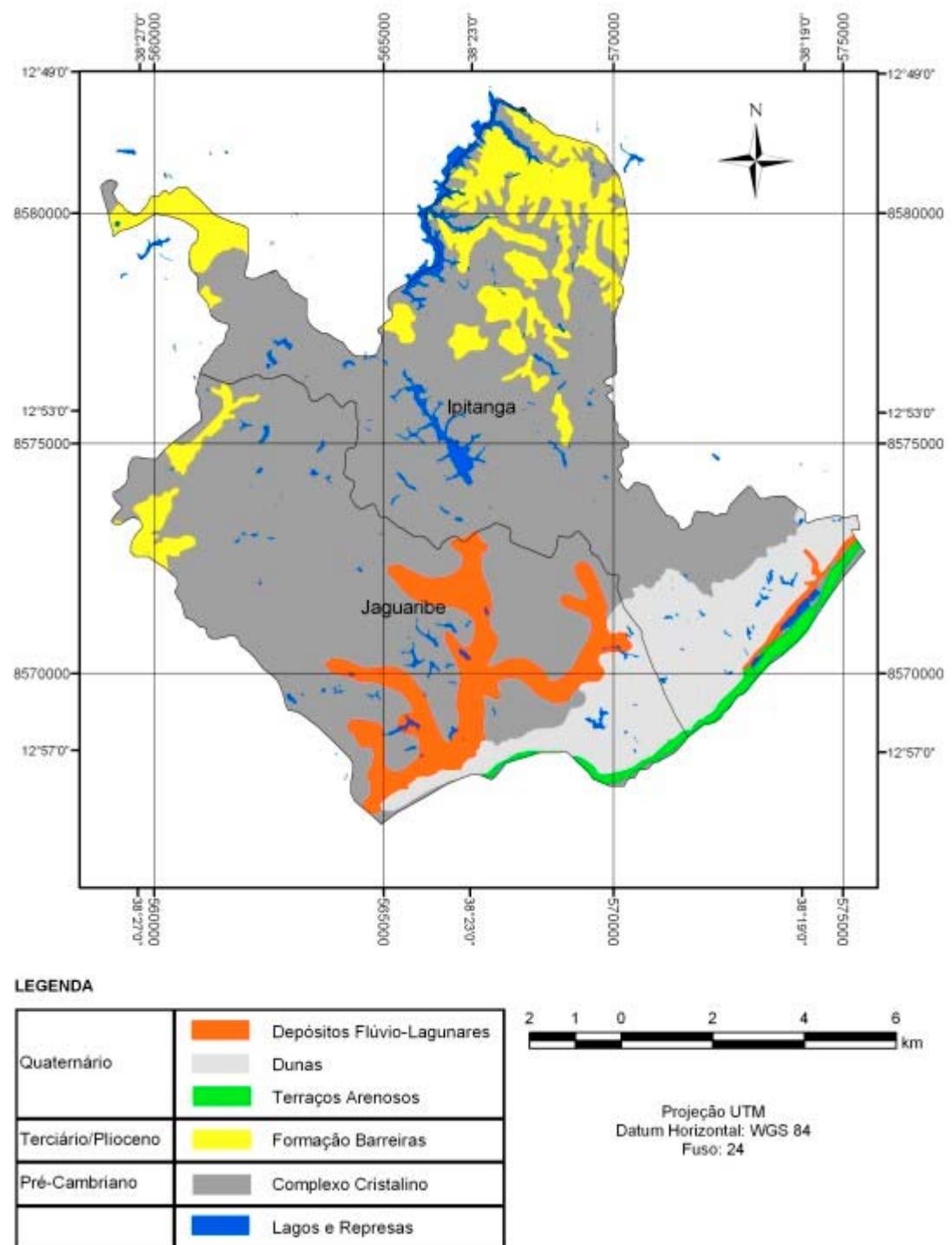
As bacias hidrográficas de Ipitanga e Jaguaribe estão inseridas no contexto da Geologia Regional descrita anteriormente e representada no mapa geológico (Figura 6). As formações litológicas que ocorrem nestas áreas são representadas pelo Complexo Cristalino, Formação Barreiras e Depósitos Quaternários, segundo Reiber et al. (1992), Buzzi, et al. (2003) e Nascimento & Barbosa (2005). As descrições que se seguem são decorrentes de observações diretas em campo, corroboradas pela literatura atual.

Na bacia hidrográfica do Ipitanga, o Complexo Cristalino é representado por uma série de afloramentos de rocha alterada que ainda preservam algumas estruturas da rocha original. Apresentam coloração variada, de amarelo claro, bege, passando para rosa até marrom avermelhado. Ocorrem nas partes oeste e norte da bacia (Figuras 7 a 14).

Na bacia do Jaguaribe, rochas do Complexo Cristalino são encontradas como rocha sã nas áreas de extração de pedreiras (granitos e granulitos), na porção noroeste da bacia. Na porção oeste também ocorrem rochas graníticas e gnáissicas do embasamento cristalino.

Os depósitos de dunas correspondem a areias finas, bem selecionadas, predominantemente quartzosas, com graus de arredondamento variado, de coloração branca, ocre e amarelada. Ocorrem nas bacias do Jaguaribe e Ipitanga na porção sul, nos arredores da Lagoa de Abaeté (Figuras 15 e 16).

Os depósitos flúvio-lagunares também estão presentes nas bacias hidrográficas estudadas, ocorrendo na Lagoa Seca, ao norte da Represa de Ipitanga (Figura 17). São representados por areias e siltes argilosos, e vêm sendo explorados em portos de areia.



**Figura 6.** Mapa geológico da área de estudo, modificado de REIBER(1992).



**Figura 7.** Afloramento de rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 8.** Detalhe do afloramento representando rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 9.** Afloramento de rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 10.** Detalhe das rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 11.** Afloramento de rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 12.** Detalhe das rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 13.** Detalhe das rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 14.** Detalhe de um veio de composição mais argilosa e coloração cinza representando rochas alteradas do Complexo Cristalino.



**Figura 15.** Área de depósitos quaternários indiferenciados no entorno da Lagoa do Abaeté.



**Figura 16.** Dunas próximas à Lagoa do Abaeté.

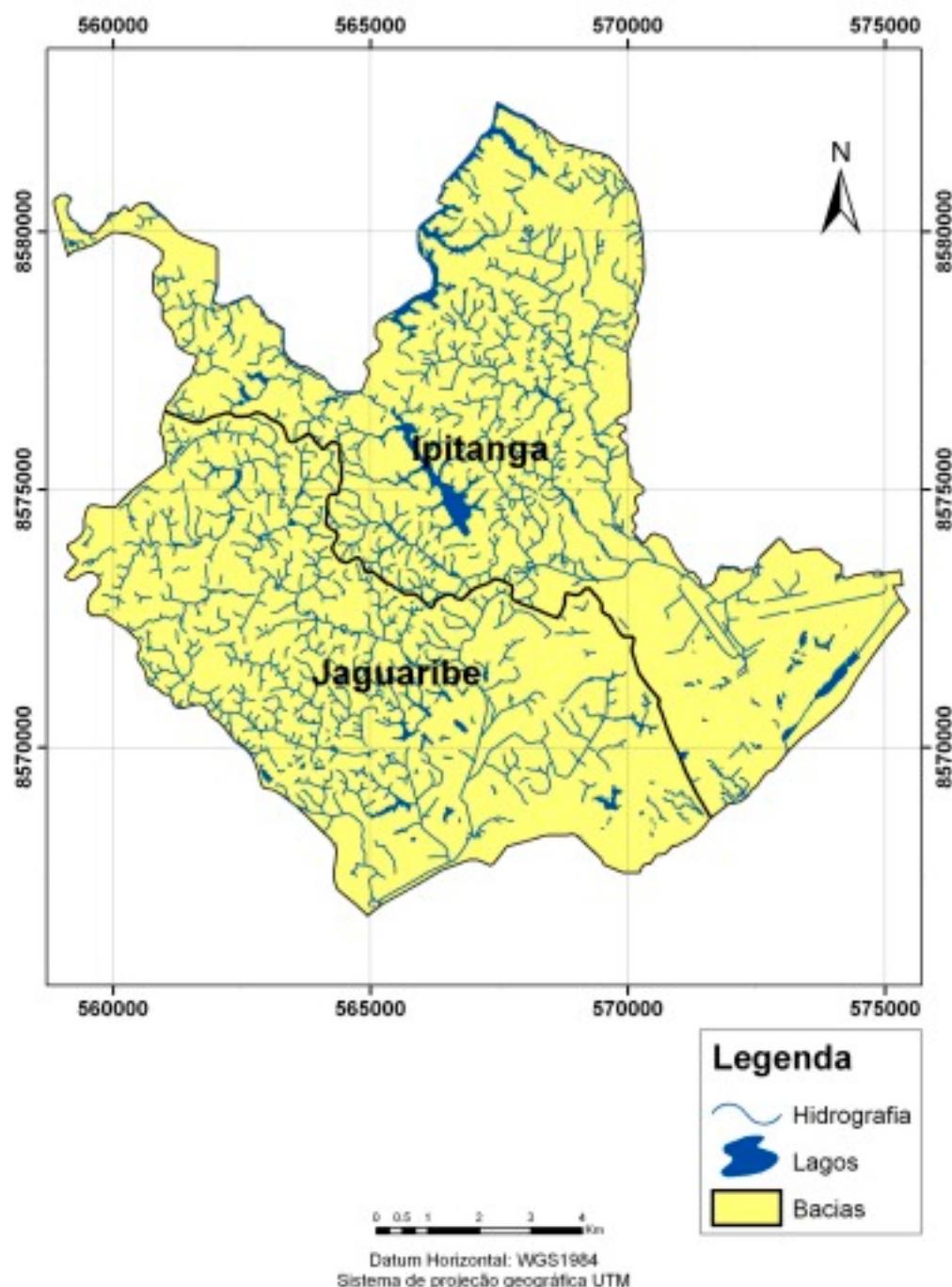


**Figura 17.** Depósitos de areia no entorno da Lagoa Seca.

## **Ecossistemas aquáticos superficiais**

A hidrografia e o mapa de ecossistemas lacustres foram digitalizados a partir de mapa topográfico em Projeção UTM na escala 1: 12.500 (CONDER, 1989) e posteriormente corrigidos por meio de imagens do satélite Quickbird do ano 2005 (Figura 18). Em algumas situações, para esclarecimento de alguma dúvida sobre feições cobertas por nuvens, foi utilizada a imagem do ano 2001 do sensor ETM+ do satélite Landsat 7 adquirida gratuitamente no site <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.

Algumas observações foram realizadas para aprimorar o mapeamento durante os trabalhos de campo executados em maio de 2006. Outras observações de campo poderão ser necessárias para esclarecer dúvidas que ainda persistirem, tanto na hidrografia quanto no mapa de ecossistemas lacustres.



**Figura 18.** Rede hidrográfica e ecossistemas lacustres das bacias dos rios Jaguaribe e Ipitanga (Salvador, BA), escala 1:12.500.

## Curvas de nível e declividade

Curvas de nível digitalizadas a partir do mapa topográfico em Projeção UTM na escala 1: 12.500 (CONDER, 1989) foram usadas para a geração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) por meio do módulo Topogrid do ArcInfo Workstation. Também foram utilizados para a geração do MDE, o arquivo de lagos digitalizado com parâmetros default, mas sem a imposição da hidrografia (Figura 19).

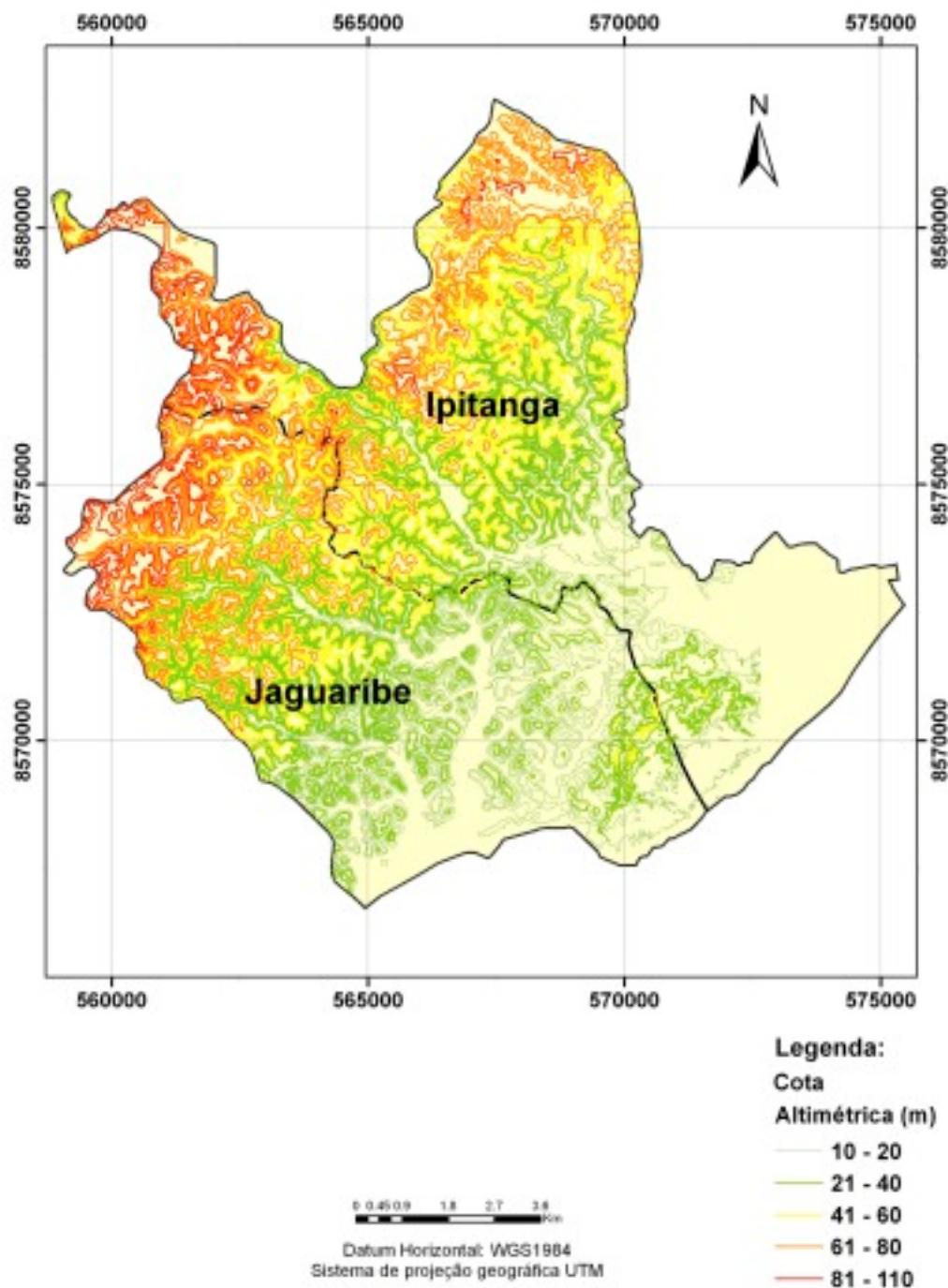


Figura 19. Curvas de nível das bacias de Jaguaribe e Ipitanga (Salvador, BA), escala 1:12 500.

O MDE da área em questão foi processado para a derivação das declividades usando o comando Slope do ArcGIS 9.0, o qual trabalha com uma máscara de 3x3. Posteriormente, o mapa com as declividades foi suavizado com um filtro de média e reclassificado em seis classes definidas a partir de intervalos de declividade (Tabela 1). O mapa com as declividades reclassificadas foi então refinado, eliminando-se, para cada classe, as regiões contíguas com áreas inferiores ou iguais a 0,25 hectares. (Figura 20).

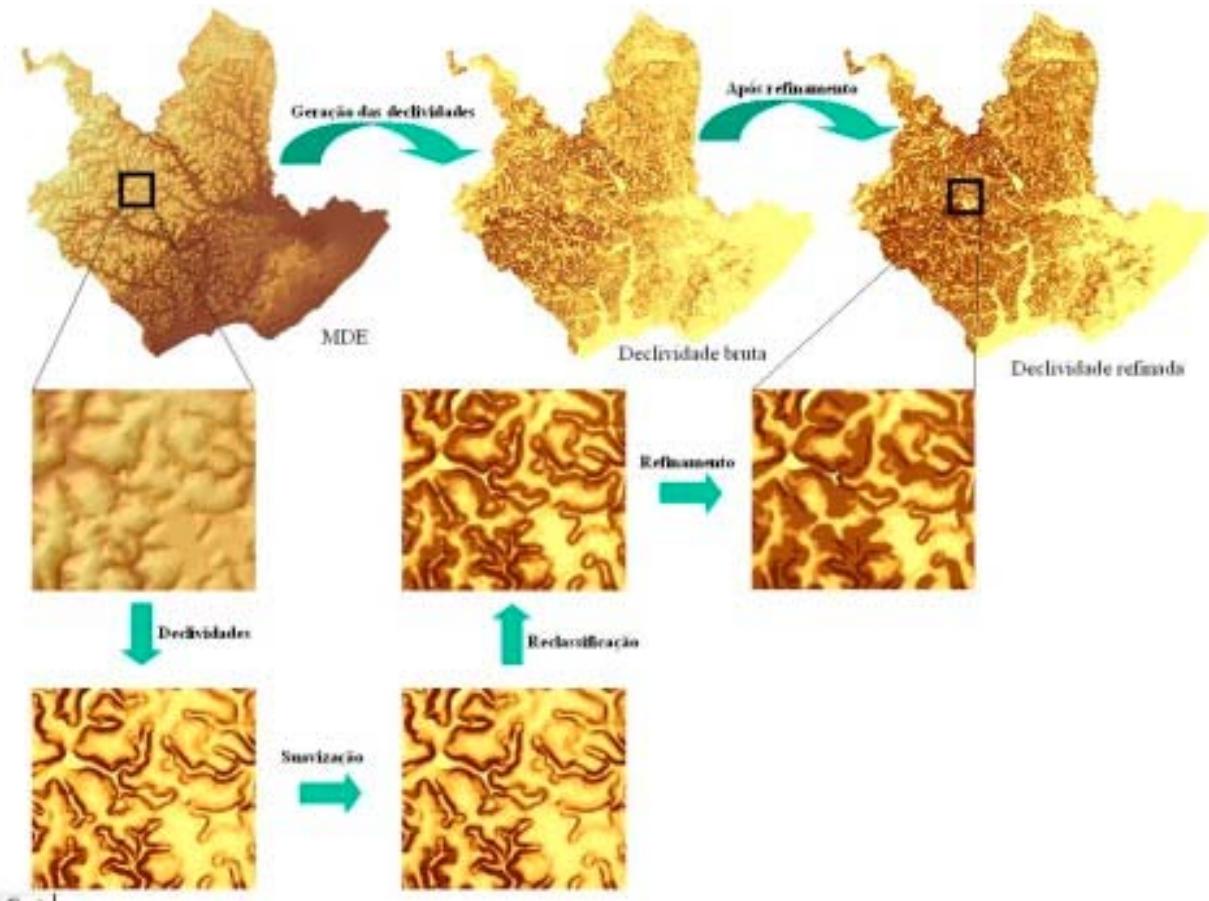
Obteve-se como resultado, o mapa de classes de declividades. As áreas ocupadas por cada classe foram calculadas. Os percentuais da área de cada classe em relação à área de cada bacia dentro do município do Salvador são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Classes de declividade e percentual da área ocupada por cada classe em relação à área total de cada bacia.

Nome da Classe	Declividade (%)	Ipitanga (%)	Jaguaribe (%)
Plano	0-3	31	17
Suave ondulado	3-8	19	20
Moderadamente ondulado	8-13	10	11
Ondulado	13-20	11	10
Forte ondulado	20-45	26	36
Montanhoso ou escarpado	>45	3	6

A Figura 20 mostra como foram gerados os resultados para o mapa final de declividades, que apoiarão a análise ambiental na área de estudo. Outros dados serão considerados, tais como geologia, solos e qualidade da água.

O relevo se mostrou bastante diversificado, com o predomínio de relevo plano na Bacia do rio Ipitanga e forte ondulado na Bacia do rio Jaguaribe. O método utilizado mostrou-se eficiente para o refinamento das declividades e será útil para a análise integrada proposta no projeto.



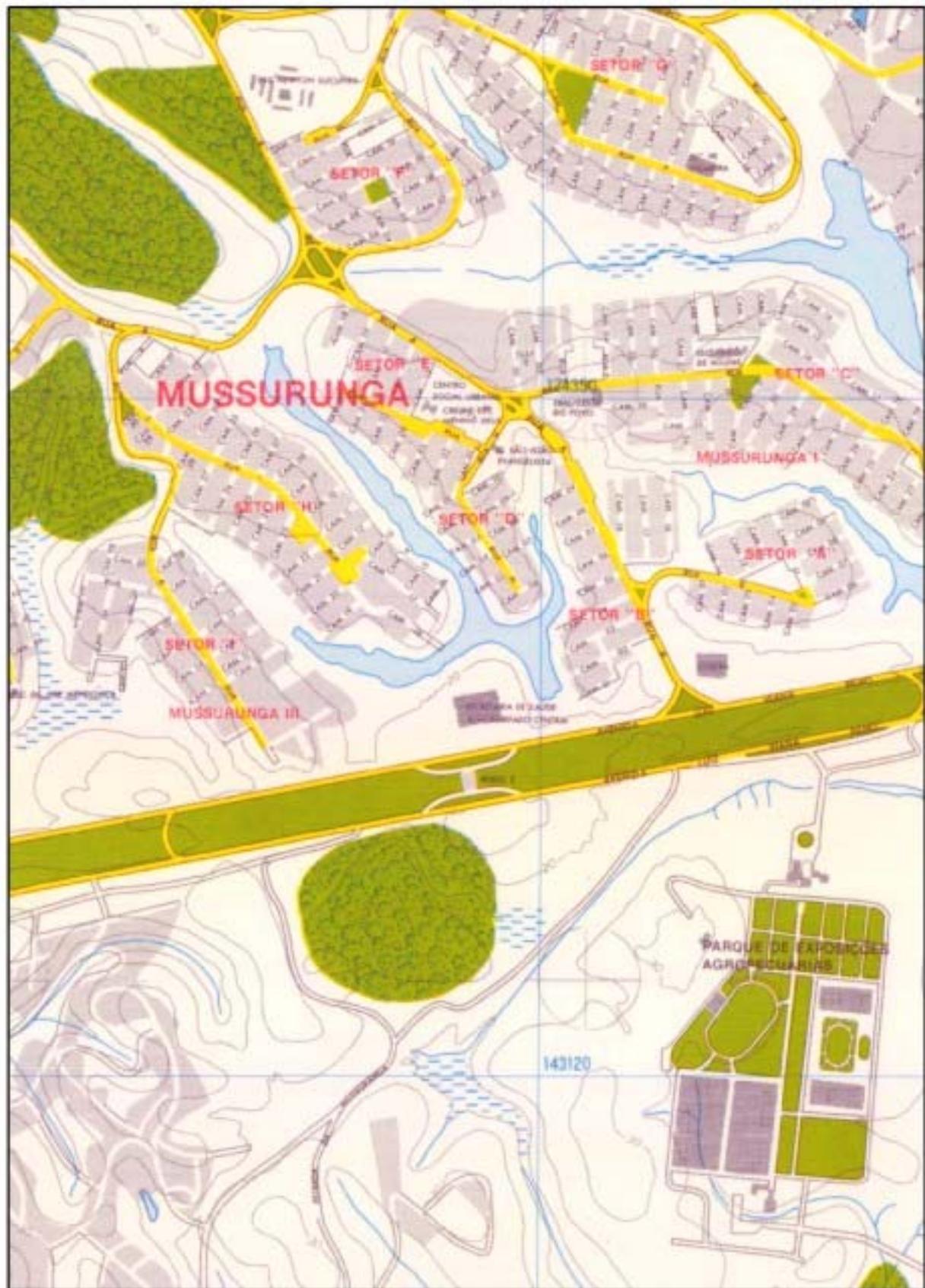
**Figura 20.** Ilustração que demonstra o processo de geração do mapa de classes de declividades para a área de estudo.

## Material Cartográfico e Iconográfico

### Base Cartográfica

A base cartográfica utilizada para o registro e uniformização dos dados foi um mapa topográfico em Projeção UTM na escala 1: 12.500, executado em 1989 pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER, 1989). O mapa apresenta o limite do município, a rede hidrográfica, o sistema viário e a delimitação de quadras, áreas vegetadas, praias, corpos d'água, dunas e grandes construções (Figura 21). A maioria dessas feições tem seu topônimo registrado no mapa. O mapa apresenta informações de altimetria por meio de curvas de nível com equidistância vertical de 10 m. Originalmente impresso, o mapa foi digitalizado e a imagem resultante retificada para corrigir distorções provenientes do processo de digitalização e para transformar o sistema de coordenadas da imagem para o sistema UTM, datum SAD 69, o mesmo do mapa impresso. A transformação de coordenadas foi modelada por meio de um polinômio de primeira ordem, computado pelo método dos mínimos quadrados em relação a pontos de controle adquiridos sobre a imagem digitalizada do mapa. Os pontos de cruzamentos da grade UTM do próprio mapa digitalizado foram usados como pontos de controle pela facilidade de se identificar as coordenadas de referência desses pontos, também registradas no mapa. Todo o processo de retificação foi realizado no software ArcGis.

O mapa em formato digital já retificado foi reprojetado para o datum WGS 84, o mesmo usado para as imagens orbitais adquiridas (Figuras 1 e 2). Posteriormente, inserido num Sistema de Informação Geográfica, foi utilizado para o registro das imagens de satélite, para a vetorização das curvas de nível e da rede hidrográfica. Também serviu de guia durante os trabalhos de campo



**Figura 21.** Detalhe do mapa topográfico digitalizado utilizado no SIG como base cartográfica de referência para registro das imagens de satélite e outros dados.

## Imagens Orbitais

As imagens orbitais foram utilizadas para a atualização, correção e aprimoramento dos dados cartográficos disponíveis, bem como para gerar novos produtos, especialmente o mapa de cobertura das terras. As imagens escolhidas foram do satélite Quickbird em cinco bandas espectrais (Figuras 1 e 2). A faixa espectral e a resolução espacial correspondente a cada banda é apresentada na Tabela 2).

**Tabela 2** – Faixa espectral e resolução das bandas de imagens QuickBird.

Bandas	Faixa espectral	Resolução espacial
Azul	450 a 520 nm	0,61 m
Verde	520 a 600 nm	0,61 m
Vermelho	630 a 690 nm	0,61 m
Infravermelho Próximo	760 a 900 nm	0,61 m
Pancromática	450 a 900 nm	2,44 m

O fato das imagens utilizadas disporem de quatro bandas multiespectrais, três na faixa visível do espectro eletromagnético e uma na faixa do infravermelho próximo, permite gerar, além da composição com cores naturais, várias composições de três bandas com falsa cor, o que possibilita a escolha da composição que melhor realça feições de interesse na imagem

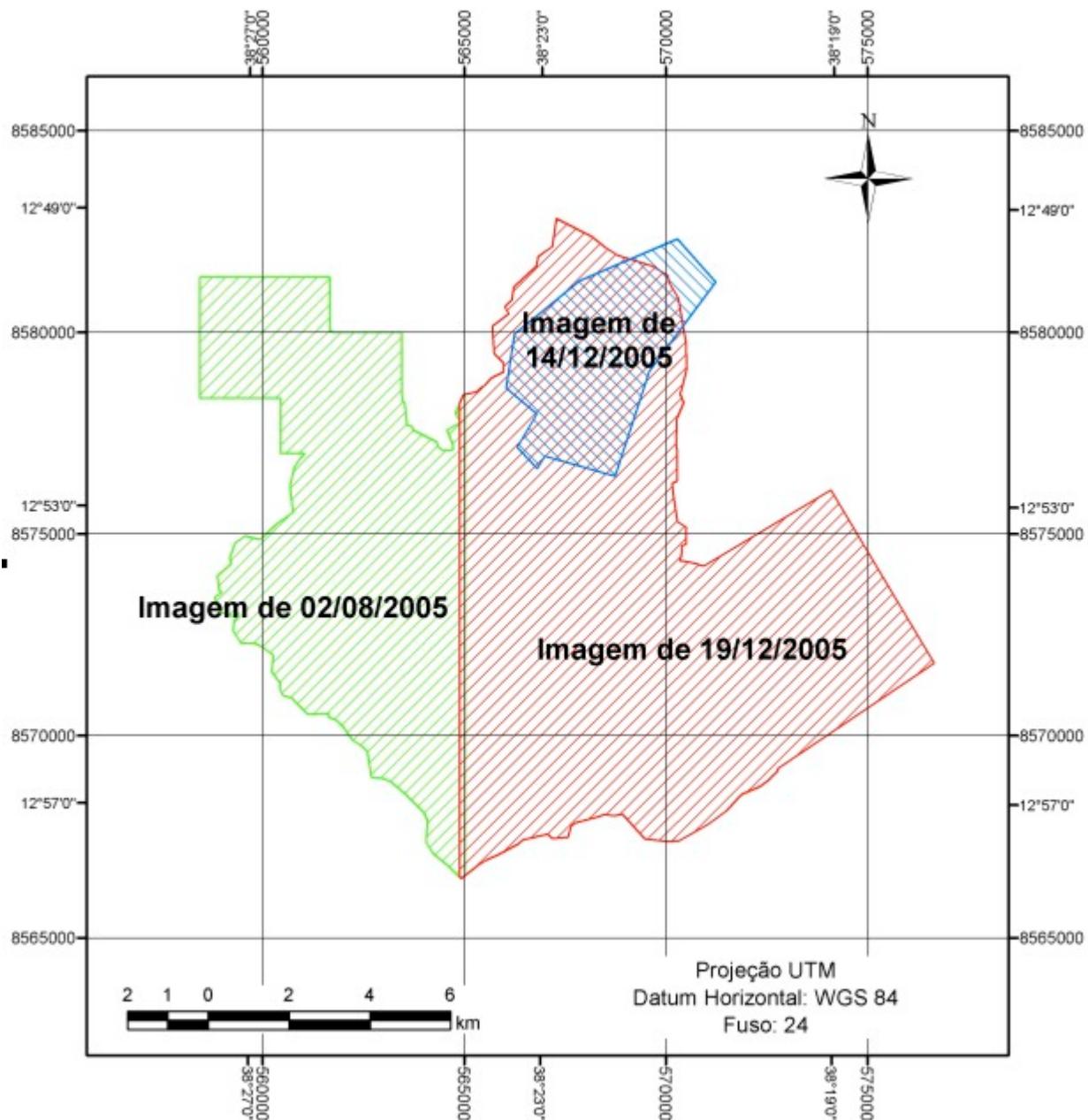
As imagens de satélite muitas vezes apresentam áreas encobertas por nuvens, o que pode impedir ou restringir seu uso. Para recobrir toda a área de estudo, foram necessários recortes de imagens de três datas diferentes, de forma a minimizar a cobertura por nuvens. A área de abrangência de cada imagem e suas datas são apresentadas na Figura 22.

As imagens, com correção geométrica prévia efetuada pelo seu fornecedor, apresentavam algumas distorções em relação ao mapa topográfico do município em escala 1: 12.500, usado como base cartográfica para o trabalho. Por isso, procedeu-se ao registro da imagem, a fim de deixar as imagens em conformidade com o mapa. O registro foi efetuado por meio de transformações das coordenadas das imagens. Essas transformações foram modeladas por polinômios de primeira ordem, computados pelo método dos mínimos quadrados em relação a pontos de controle adquirido sobre as imagens. Esses pontos de controle estavam associados a feições facilmente identificáveis, tanto nas imagens quanto no mapa topográfico, que serviu como fonte para as coordenadas de referência. No processo de registro utilizou-se o software Erdas Imagine.

Com o objetivo de aumentar a resolução espacial das bandas multiespectrais das imagens, foi feita uma fusão dessas bandas com a banda pancromática. Esse processo, executado com ferramentas do software Erdas Imagine, permitiu que a resolução espacial das bandas multiespectrais fosse aumentada de 2,44 m para 0,61 m, a resolução espacial original da banda pancromática. Alguns ajustes de brilho e contraste foram necessários para facilitar a interpretação visual das imagens.

As imagens já corrigidas e realçadas foram utilizadas para a atualização, correção e aprimoramento da rede hidrográfica do município, com sobreposição e edição manual dos arquivos vetoriais inicialmente desenhados a partir do mapa topográfico em escala 1: 25.000. Também foram utilizadas para um mapeamento prévio da cobertura das terras (Figura 23), com o objetivo de facilitar a locação de pontos para coleta de amostras de água. Esse mapeamento foi realizado por classificação supervisionada com amostras de

treinamento de classes de cobertura identificáveis visualmente nas imagens e aplicação do algoritmo de máxima verossimilhança.. As classes mapeadas foram água, vegetação predominantemente arbórea, vegetação predominantemente herbácea, asfalto/sombra, telhados/calçadas, solo exposto, dunas e nuvens. O resultado foi utilizado para facilitar a locação de pontos para coleta de amostras de água, em função do grau de impermeabilização, de ocupação por construções, de exposição de solos, e de cobertura vegetal. Para o cruzamento e análise de dados da cobertura das terras com outros dados gerados no projeto, será realizado ainda um aprimoramento desse mapeamento, com a utilização de técnicas de classificação de imagens mais avançadas que produzam melhores resultados com imagens de alta resolução espacial.



**Figura 22.** Área de abrangência das imagens QuickBird utilizadas com suas respectivas datas.



Figura 23. Detalhe da imagem classificada de cobertura das terras.

# Amostragem e análises de água e solo

## Amostragem

As amostras de água e solo foram coletadas em maio de 2006 juntamente com as observações sobre a geologia das bacias dos rios Jaguaribe e Ipitanga. As condições em que os trabalhos de campo foram executados e algumas observações subjetivas em cada estação de amostragem são descritas com o propósito de facilitar a programação de trabalhos de campo para novos estudos de outros pesquisadores. As estações de amostragem são aqui apresentadas com as respectivas coordenadas UTM, indicações de acesso físico e registro fotográfico do entorno. Espera-se que tais informações, juntamente com os produtos de georreferenciamento e imagem de Satélite possam ser úteis ao trabalho de professores e alunos, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento do Instituto de Biologia da UFBA.

## Análises de água

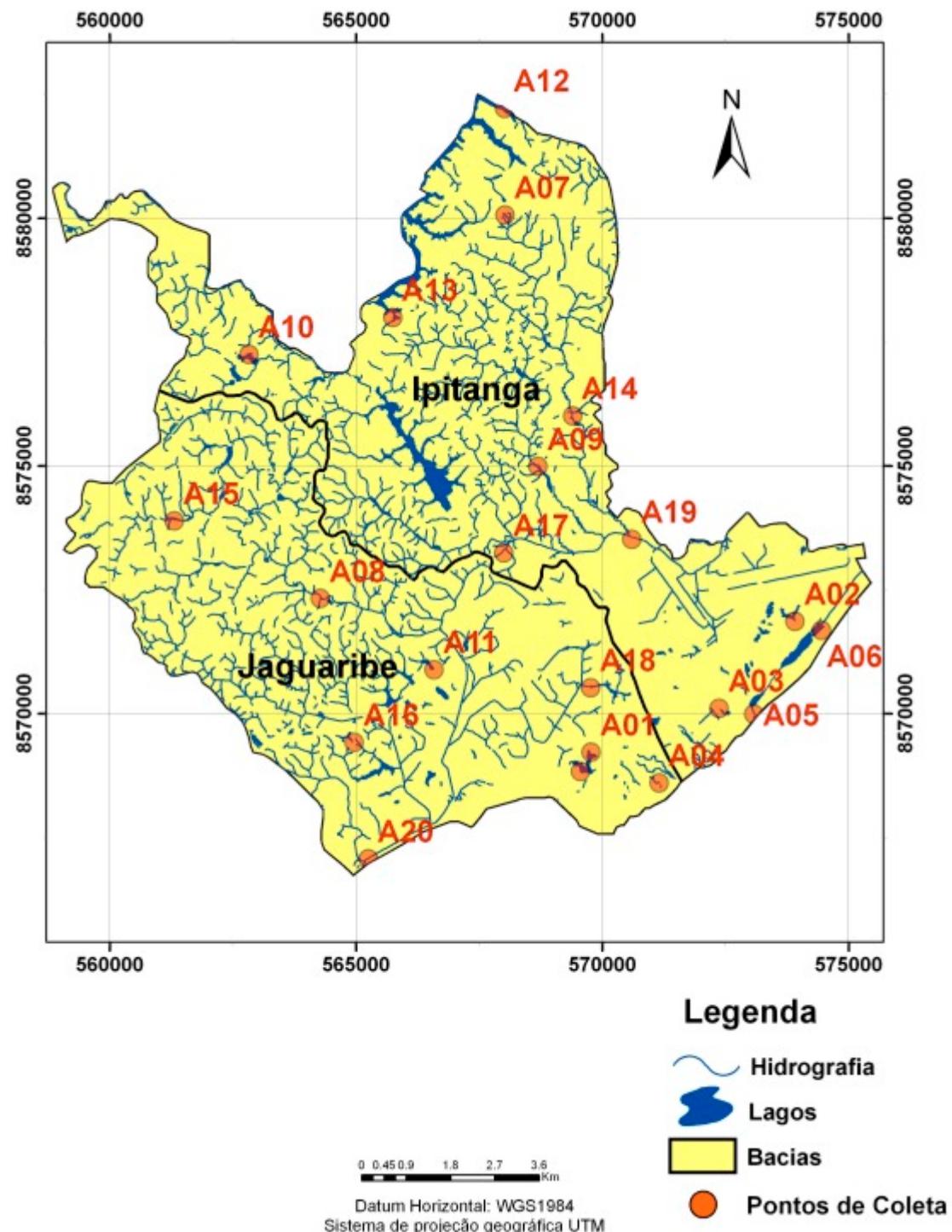
Durante a coleta de amostras, foram medidas as variáveis pH, condutividade elétrica e temperatura da água e do ar por meio de equipamentos portáteis

As amostras de água coletadas foram enviadas para análises de laboratório. No laboratório do Instituto de Geociências da UFBA serão realizadas análises dos íons  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , tais íons são os mesmos àqueles utilizados para o CTEC – Capacidade de Troca Efetiva de Cátions no solo, essas amostras foram preservadas com ácido nítrico concentrado em campo e posteriormente mantidas sob refrigeração. No mesmo laboratório também serão analisados o  $\text{PO}_4^{3-}$ , de amostras preservadas em campo com ácido sulfúrico concentrado e o  $\text{Cl}^-$ , ambas mantidas sob refrigeração. No laboratório do Instituto de Biologia da UFBA serão realizadas análises para N total, nitrito, nitrito, ptotal e fosfato em amostras congeladas logo após a coleta; carbono particulado, carbono dissolvido mantidos refrigerados e clorofila a, também mantida refrigerada após a adição de carbonato de magnésio. As determinações de oxigênio dissolvido nas amostras foram feitas imediatamente após as coletas diárias após, em campo foram fixadas com sulfato manganoso e azida sódica. Todas as análises seguem as metodologias preconizadas pelas APHA, AWWA, WPCF, 1996 (GREENBERG et al., 1996). Ambos os Institutos onde se farão as análise de água fazem parte da UFBA e se localizam na cidade de Salvador, BA.

A Figura 24 apresenta o mapa das bacias em estudo, com a localização das vinte estações de amostragem de água e sobreposição da hidrografia e dos ecossistemas lacustres.

## Análises de solo

As análises de solos estão sendo realizadas no Departamento de Solos da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, SP. Compreendem análises químicas (pH em  $\text{H}_2\text{O}$ , pH em  $\text{KCl}$  1N, pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01M, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, Na, Al,  $\text{H} + \text{Al}$ , e os cálculos SB (Soma de Bases), CTEC (Capacidade de Troca Efetiva de Cátions), V% (saturação por bases) , e análises físicas (condutividade elétrica, areia total, silte e argila com dispersante).



**Figura 24.** Distribuição das estações de amostragem de água.

## Equipamentos utilizados

Os trabalhos de campo foram realizados com intercâmbio de recursos das duas instituições envolvidas.

Os equipamentos levados a campo, fornecidos pela Embrapa Monitoramento por Satélite – Campinas (SP), foram: GPS, máquina fotográfica digital, notebook, martelo para geologia, bússula, altímetro, bolsa para equipamentos, trado, caneta para retroprojetor, prancheta, mapas e imagens impressas em plotter.

Para medições de campo como valor pH, condutividade elétrica e temperatura foram utilizados equipamentos portáteis dos laboratórios do Instituto de Biologia da UFBA; assim como vidrarias e materiais diversos.

## Estações de amostragem de água

**A1 – Lagoa do Abaeté – APA das Lagoas e Dunas do Abaeté; bacia do Jaguaribe - Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 569782/8569214 - Área: 7,3 ha.**

A lagoa faz parte do Parque Metropolitano do Abaeté, que abrange as localidades de Itapuã e Abaeté, conforme definido no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (SALVADOR, 2004). A área é uma APA Estadual e está incluída no SAVAM (Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural) como Parque da Natureza – PN, definido como “espaço dotado de ecossistemas naturais excepcionais e beleza cênica, que possui um ou mais ecossistemas totalmente inalterados ou parcialmente alterados pela ação do homem e que se destinam prioritariamente à preservação da natureza” (SALVADOR, 2004).

O local é bastante urbanizado com facilidade de acesso físico, porém pouco freqüentado por turistas ou moradores locais. A água apresenta aspecto visual agradável e harmonia paisagística com todo o ambiente que envolve a lagoa.

As figuras 25, 26, 27 e 28 apresentam o local de amostragem e trabalho da equipe de campo. As figuras 29, 30 e 31 apresentam a estrutura urbanística do entorno da lagoa e um aspecto típico da paisagem. Do ponto mais alto do local (38 m de altitude), pode-se ver a área urbanizada próxima, (Figura 32) no lado oposto à lagoa e seu entorno (Figura 33).



**Figura 25.** Lagoa do Abaeté no local da amostragem de água, na sua porção norte.



**Figura 26.** Lagoa do Abaeté em imagem do satélite Quickbird, dunas e aspecto urbano do entorno.



**Figura 27.** Preparo das amostras para estocagem e preservação.



**Figura 28.** Equipe de campo.



**Figura 29.** Estrutura urbanística e recreativa da Lagoa do Abaeté, na sua porção sudoeste.



**Figura 30.** Estrutura urbanística e recreativa da Lagoa do Abaeté, na sua porção sudoeste.



**Figura 31.** Estrutura urbanística e recreativa da Lagoa do Abaeté, na sua porção norte.



**Figura 32.** Área urbanizada próxima à Lagoa do Abaeté vista do ponto mais alto do local (altitude de 38 m).



**Figura 33.** Lagoa do Abaeté e seu entorno vistos do ponto mais alto do local, o mesmo ponto de visada da Figura 32, do lado oposto.

**Estação de amostragem A2 – Lagoa na APA das Lagoas e Dunas do Abaeté, próximo à Praia da Costa – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0573920; 8571860; Área: 3,0 ha.**

Região com muitos loteamentos, apesar de pertencer à APA. Ambiente bastante deteriorado, com perda da harmonia paisagística pela intervenção antrópica forte e sem ordenação do território. Facilidade de acesso físico. Observa-se grande especulação imobiliária na área e consequente desmatamento das dunas, a vegetação é composta em sua maioria por gramíneas.

A figura 34 mostra a Estação de Amostragem A2, onde se observa pouca proteção do ambiente aquático pelo desmatamento das dunas. As Figuras 35 e 36 mostram outros ângulos do mesmo ambiente.



**Figura 34.** Ponto de coleta de amostras na porção sudeste do lago.



**Figura 35.** Vista frontal do lago a partir do ponto de amostragem.



**Figura 36.** Entorno do ponto A2, região de dunas.

**Estação de amostragem A3 – Nascente cercada por mureta de alvenaria dentro do Clube da Petrobrás na APA das Lagoas e Dunas do Abaeté – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0572381; 8570106; Altitude: - 9 m.**

Este ambiente encontra-se dentro de um clube da Petrobrás que foi construído sobre as dunas do Abaeté envolvendo um de seus lagos. São aproximadamente 9,3 ha de terreno com parques para crianças, piscinas, quadras, lanchonetes. O lago possui cerca de 0,9 ha, alimentado por nascente que está circundada por mureta de alvenaria.

Não houve dificuldade de acesso ao local .

A Figura 37 mostra o terreno ao redor da nascente, área que teve a vegetação modificada pela implantação de um projeto de paisagismo. Em segundo plano, observa-se uma mureta que separa essa área de uma outra que se estende por 10 m até os limites do terreno do clube. Nessa outra área, aparentemente não houve introdução de espécies.

A Figura 38 mostra a nascente na qual foi coletada a amostra e realizadas as medições de variáveis limnológicas. A Figura 39 é uma vista ampliada do terreno do clube na imagem de satélite. Nessa figura, é possível observar resquícios das dunas nas porções noroeste e sul.



**Figura 37.** Vista do terreno imediatamente anterior à nascente.



**Figura 38.** Ponto de amostragem A3.



**Figura 39.** Imagem Quickbird, em 19/12/2005. Entorno do ponto de amostragem A3, clube da Petrobrás.



**Figura 40.** Ambiente de escoamento da água da nascente em direção ao lago.



**Figura 41.** Ambiente de escoamento da água da nascente imediatamente antes de atingir o lago.

**Estação de amostragem A4 – Próximo à nascente, aproximadamente 200 m, na APA das Lagoas e Dunas do Abaeté – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0571168; 8568596.**

Ambiente protegido por mata fechada e com riqueza de espécies vegetais maior que nos outros ambientes da APA, grande quantidade de matéria orgânica da própria vegetação em decomposição, macrófitas aquáticas, dendê, árvores de porte médio e gramíneas (Figuras 42 e 43).

Facilidade de acesso físico ao local, situado à margem da rua General Severino de Freitas Prestes Filho que dá acesso à praia de Itapuã.. A distância entre a rua e o pequeno espelho d'água é de aproximadamente 15 m.

A Figura 42 mostra objetos descartados à margem da água, entre eles, documentos de pessoas e de automóveis em diferentes graus de deterioração. A figura 44 mostra sobras de rituais religiosos.

A Figura 45 mostra um ponto importante de referência da localização da Estação de Amostragem A4, o Centro de Treinamento de Líderes da Arquidiocese de Salvador, que se situa no lado oposto da estrada, já próximo à praia. A Figura 46 apresenta um trecho do percurso do rio em direção à praia.



**Figura 42.** Estação da amostragem A4.



**Figura 43.** Estação da amostragem A4 vista pela imagem Quickbird de 19/12/2005.



**Figura 44.** Restos de rituais religiosos na Estação de amostragem A4.



**Figura 45.** Arquidiocese de São Salvador da Bahia, próxima à praia.



**Figura 46.** Percurso do rio em direção à praia.

**Estação de amostragem A5 – Foz na APA das Lagoas e Dunas do Abaeté – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0573088; 8569990; Altitude: - 21 m.**

O rio percorre uma área paralela às praias do litoral, região bastante urbanizada, e suas margens apresentam vegetação predominante de gramíneas.

A Figura 47 mostra um aspecto típico do rio, a montante do ponto de amostragem. As Figura 48 e 49 mostram a Estação de Amostragem A5 e sua localização na imagem de satélite. As Figuras de 50 e 51 apresentam aspectos a jusante da estação de amostragem até a desembocadura da represa na praia de Stella Mares, onde a água começa a apresentar claramente alteração de cor e aspecto visual e odor desagradáveis, o que pode ser indicativo de poluição por despejos urbanos.



**Figura 47.** Represamento a montante da estação de amostragem, aspecto típico da vegetação e urbanização ao longo do curso.



**Figura 48.** Imagem do satélite da Estação de amostragem A5.



**Figura 49.** Estação de amostragem A5.



**Figura 50.** Aspecto da vegetação e urbanização na foz da represa a jusante da estação de amostragem.



**Figura 51.** Desembocadura da represa na praia Stella Mares.

**Estação de amostragem A6 – Represa na APA das Lagoas e Dunas do Abaeté –  
Coordenadas UTM – Bacia do Ipitanga - Datum WGS-84: 0574459; 8571672;  
Área: 20,2 ha.**

Represamento de aproximadamente 2200 m paralela à praia, separado desta por uma distância aproximada de 200 m. Houve facilidade de acesso físico ao local. Ambiente com urbanização recente e muitos empreendimentos imobiliários, vegetação composta predominantemente por gramíneas e muitas ilhas no lago, também recobertas por gramíneas.

As Figuras 52 e 53 mostram, respectivamente, o local de amostragem e a imagem de satélite correspondente. As Figuras 54 e 55 mostram trechos a jusante do local de amostragem, representativo do ambiente urbano e aquático que predomina em uma faixa com aproximadamente 7 km ao longo da praia, desde as proximidades do Farol de Itapuã até a praia de Ipitanga.



**Figura 52.** Estação de amostragem A6.



**Figura 53.** Imagem do satélite Quickbird mostrando o represamento ao longo da praia e as dunas do Abaeté.



**Figura 54.** Fotografia da represa a jusante do ponto de amostragem A6.



**Figura 55.** Aspecto típico do ambiente natural do ponto A6.

**Estação de amostragem A7 – Norte da bacia do Ipitanga - Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0568033/ 8580060.**

Amostragem realizada em rio próximo à nascente, inserida em um fragmento de mata de aproximadamente 9,3 ha, aparentemente sem grandes alterações antrópicas, localizado nas imediações do CEASA – Central de Abastecimento da Bahia. A figura 56 mostra fotografia do aspecto vegetacional do fragmento de mata. O mesmo fragmento, a estação de amostragem A7 e seu ponto de referência (CEASA) são apresentados na imagem de satélite da Figura 57. A figura 58 mostra fotografia do ponto A7.

O acesso físico ao local foi dificultado pela distância da estrada do Bonsucesso, onde ficou estacionado o veículo, até o riacho. Esse percurso, de aproximadamente 300 m, incluiu uma descida até o rio de uns 60 m em declive acentuado, com a equipe portando equipamentos e, ainda, muitas amostras no retorno ao veículo. Entretanto, foi possível executar o trabalho somente por duas pessoas sem grandes problemas.



**Figura 56.** Estação de amostragem A7, aspecto da vegetação e ambiente.



**Figura 57.** Imagem de satélite do ponto de amostragem A7 e CEASA ao norte.



**Figura 58.** Ponto de amostragem na estação A7.

**Estação de amostragem A8 – Na bacia do Jaguaribe, Bairro Nova Brasília – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0564284/ 8572318.**

Como pode ser observado na Figura 59, nessa região, o rio Jaguaribe apresenta-se com aspecto muito poluído, tanto em relação ao aspecto da água, cor e odor; quanto à presença de resíduos sólidos transportados por suas águas e presos às margens e vegetação, tratando-se claramente de lixo doméstico.

O aspecto do bairro é de extrema pobreza e o acesso ao ponto foi feito por uma caminhada de aproximadamente 400 m por uma ruela em declive acentuado, sem calçamento. Moradores da comunidade local relataram que não têm acesso ao sistema de coleta de lixo que acaba se acumulando na área e saneamento básico de modo geral. Para minimizar o problema, alguns cidadãos tomam a iniciativa de cobrir a área com camadas de terra conforme o lixo se acumula.

A Figura 60 mostra o entorno do ponto na imagem de satélite. Nela observa-se que o aspecto do bairro não aparenta estrutura desorganizada, o que contraria as observações da realidade *in loco*. A figura 61, próxima ao ponto A8, mostra um campo de futebol precário e o aspecto paisagístico na porção oposta ao caminho de acesso ao local.



**Figura 59.** Estação de amostragem A8.



**Figura 60.** Imagem do ponto de amostragem na estação A8.



**Figura 61.** Campo de futebol e vegetação do entorno da estação A8.

**Estação de amostragem A9 – Lago na Estrada Cia Aeroporto/BA 526 – Bacia do Ipitanga – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0568706/ 8574984. Área: 3,3 ha.**

Acesso pela Estrada Cia Aeroporto, distância aproximada de 4 km por essa estrada, desde a rotula que dá acesso ao Jardim das Margaridas até o ponto A9 em direção ao norte da bacia de Ipitanga. Entrada por um terreno em frente a uma barraquinha de frutas com distância aproximada de 300 m até o lago. A Figura 62 mostra um trecho do caminho percorrido até o local de amostragem.

A figura 63 e 64 mostram respectivamente a Estação de amostragem A9 e a imagem de satélite correspondente. Tanto o aspecto da água, quanto da paisagem é agradável e harmonizado, com muita mata ao redor, aparentemente sem grandes alterações antrópicas, como pode ser observado também na Figura 65.



**Figura 62.** Trecho que separa a entrada pela cia Aeroporto até o ponto A9.



**Figura 63.** Estação de amostragem A9.



**Figura 64.** Imagem de satélite correspondente ao lago da estação de amostragem A9 e cia Aeroporto.



**Figura 65.** Aspecto paisagístico da estação A9.

**Estação de amostragem A10 – Lago na Estrada Salvador-Feira/BR 324 – Bacia do Ipitanga – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0562837/ 8577248. Área: 3,9 ha.**

Acesso por uma entrada para o Bairro Palestina a cerca de 700 m de distância e uma caminhada de 130 m da rua em que se estacionou o veículo até o lago em frente. O bairro é muito pobre e sem recursos.

A figura 66 apresenta a vista frontal da Pedreira Valéria a partir do lago. Essa pedreira, com área de aproximadamente 53,5 ha, está localizada no centro de uma mata natural densa de 101,2 ha. O lago, do lado oposto à pedreira, está no centro de outro fragmento de mata densa natural de aproximadamente 30,3 ha, onde existe um outro lago de dimensões e forma similar, conforme podem ser observados na imagem do satélite da Figura 67.

As figuras 68 e 69 são dois ângulos de visão da Estação de amostragem A10. O aspecto da paisagem é harmonioso, a água apresenta cor e aspecto agradável sugerindo ambiente saudável, apesar da presença da pedreira em frente.

A Figura 70 mostra o ambiente de entrada ao lago, com aspecto um pouco antropizado, certamente devido à utilização do local por moradores do bairro em atividades de lazer.



**Figura 66.** Vista da Pedreira Valéria próximo à entrada para a Estação de amostragem A10 e paisagem local.



**Figura 67.** Imagem do satélite da localização da Estação de amostragem A10, lagos e Pedreira Valéria.



**Figura 68.** Vista da Estação A10 com a Pedreira Valéria ao fundo.



**Figura 69.** Vista lateral direita da Estação de amostragem A10.



**Figura 70.** Vista do ambiente de acesso ao lago pelo bairro Palestina.

**Estação de amostragem A11 – Lago na Avenida Paralela – Bacia do Jaguaribe – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0566596/8570884. Área: 2,4 ha.**

Lago localizado ao lado direito da Avenida Luiz Magalhães (Av. Paralela) (Figura 71) no sentido leste-oeste, a aproximadamente 4 km da 1<sup>a</sup>. rótula, que faz o cruzamento desta avenida com a Av. Dorival Caymi. O lago tem área aproximada de 2,4 ha. A imagem do satélite na Figura 72 mostra a Avenida Paralela, o lago onde foi realizada a amostragem e vários outros lagos no entorno.

No local escolhido para a amostragem haviam pescadores e muitos materiais descartados por pescadores (Figura 73), o que evidencia a prática de pesca freqüente no local.

Apesar do lago ser circundado por mata e ter uma aparência paisagística harmônica com o ambiente do entorno, há indícios de alterações antrópicas e consequente eutrofização. Como pode ser observado nas fotos das Figuras 73 e 74, existe grande quantidade de macrófitas aquáticas e muita gramínea no entorno e nas margens. A figura 75 é uma vista ampla do local de amostragem.



**Figura 71.** Acesso ao lago da Estação A11 pela Av. Luiz Eduardo magalhães (Paralela).



**Figura 72.** Imagem da Estação de Amostragem A11.



**Figura 73.** Vista aproximada da Estação de amostragem A11.



**Figura 74.** Vista frontal esquerda da Estação de amostragem A11.



Figura 75. Vista frontal da Estação de amostragem A11.

**Estação de amostragem A12 - Represa do Ipitanga III - Bacia do rio Ipitanga - Coordenadas UTM - Datum WGS-84: 568024/8582218. Área: 48,2 ha.**

A represa de Ipitanga III tem área aproximada de 48,2 ha e a estação de amostragem pode ser localizada a 2,2 km, por estrada de terra no sentido sudeste-noroeste, a partir da rotula na Estrada Cia Aeroporto, a mesma que dá acesso ao CEASA - Central de Abastecimento da Bahia. A figura 76 mostra a fotografia em frente à Estação de amostragem e a Figura 77 a imagem do satélite onde aparecem os pontos de referência citados.

O acesso físico apresenta alguns problemas como estrada de terra que após a chuva dificulta a passagem de veículos em trechos de aproximadamente 100 m, atividades de mineração de areia com trânsito muito intenso de caminhões e o lugar não é urbanizado.

A represa é circundada por mata natural com aparência de pouca alteração antrópica como pode ser observado na figura 78. O solo da região tem aparência bastante degradada, provavelmente por atividades atuais de mineração de areia e utilização agrícola ou agropecuária antiga. Outro aspecto desta descrição pode ser vista na Figura 79.



**Figura 76.** Vista frontal do lago na Estação de amostragem A12.



**Figura 77.** Imagem da Estação de Amostragem A12, represa de Ipitanga III, estrada Cia Aeroporto e CEASA.



**Figura 78.** Fotografia frontal direita da Estação A12.



**Figura 79.** Foto do entorno da Estação de amostragem A12 vista pelo lado oposto ao CEASA.

**Estação de amostragem A13 - Represa do Ipitanga II - Bacia do Ipitanga - entre Parque Senhor do Bonfim e Raposo - Coordenadas UTM - Datum WGS-84: 565755/8577992. Área: 170,9 ha.**

A estação de amostragem, localizada na Represa de Ipitanga II, é um dos ecossistemas de água doce mais bonitos visitados na campanha de amostragem deste projeto.

A Figura 80 e 81 mostram o acesso ao ponto de amostragem e o aspecto da vegetação dessa margem. Nesse local, utiliza-se a terra para agricultura de subsistência com plantações de hortaliças e frutas.

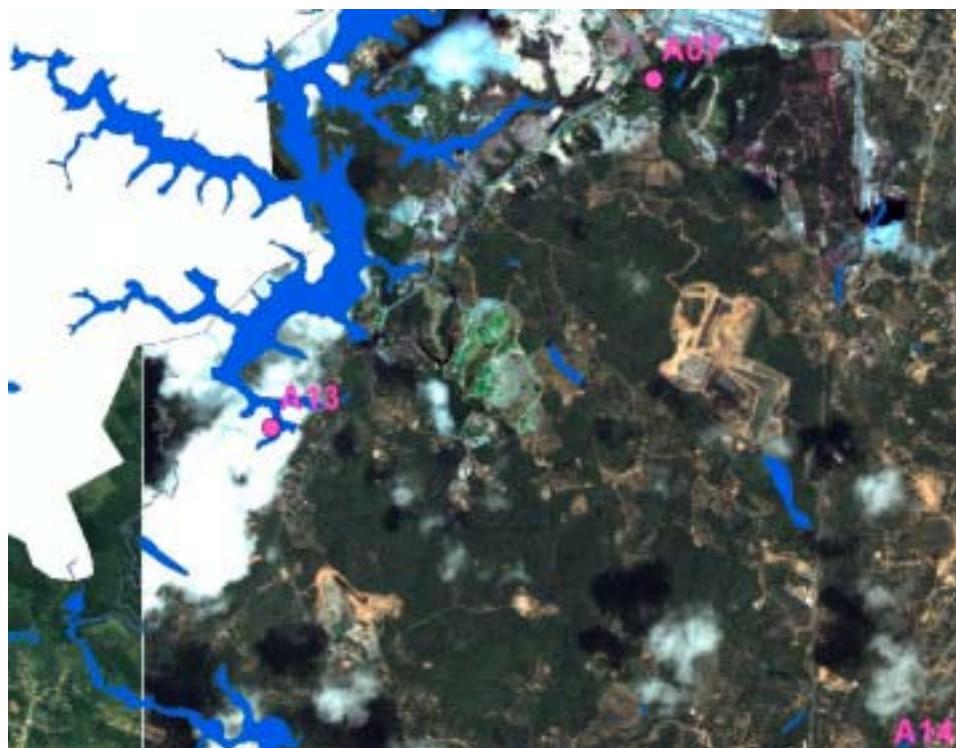
Próximo a esse local de amostragem está a Pedreira de Aratu, que aparece na Figura 82, em tons de verde, acima da Estação de amostragem A13 na sentido nordeste. O acesso está à direita da entrada da pedreira logo no início de uma pequena estrada sem asfaltamento. A margem do lado de acesso à represa apresenta vegetação mais alterada que na margem oposta. As Figuras 83 e 84 que mostram dois ângulos de visão do espelho d'água da represa que aparenta cor natural e harmonia com o ambiente de mata.



**Figura 80.** Caminho de entrada à Estação de amostragem A13.



**Figura 81.** Vegetação à margem da represa Ipitanga II no local de acesso.



**Figura 82.** Imagem do satélite referente à Estação de amostragem A13, Pedreira Aratu e Represa de Ipitanga II.



**Figura 83.** Aspecto paisagístico da margem oposta à propriedade de acesso à equipe de campo, vista frontal.



**Figura 84.** Aspecto paisagístico da margem oposta à propriedade de acesso à equipe de campo, vista frontal direita.

**Estação de amostragem A14 – Rio Itinga – Bacia do Ipitanga – Próximo à Estrada Cia Aeroporto - Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 569406/8576008.**

Para o acesso à estação de amostragem, percorreu-se cerca de 4,8 km pela estrada Cia Aeroporto, a partir da rotula que dá acesso ao Jardim das Margaridas. Em seguida, percorre-se mais 1000 m, aproximadamente, por estrada sem asfaltamento, até o Rio Itinga, local da estação A14. A Figura 85 mostra o ambiente em vista geral e a Figura 86 a imagem do satélite, onde é possível visualizar a Cia Aeroporto e a entrada para a estação de amostragem.

Essa região é uma pequena várzea com característica rural que está a 450 m da divisa do Município Lauro de Freitas, pelo lado leste, onde o território já se apresenta intensamente ocupado por moradias irregulares com infra-estrutura muito precária, conforme é perceptível na imagem de satélite (Figura 86).

O acesso ao local foi dificultado pela umidade causada por chuvas no solo que se torna liso provocando derrapagens no veículo. Muitos atoleiros longos e buracos que impedem a passagem

As Figuras 87, 88 e 89 mostram o ambiente que é úmido, com dominância de gramíneas nas margens do rio Itinga e no seu entorno. Evidenciam também o uso da terra para a pecuária de subsistência. O aspecto geral de todo o ambiente é de insalubridade, de pobreza extrema e pouco ou nenhum acesso ao saneamento básico, saúde e educação.

A água do rio apresentava aspecto lodoso em função das chuvas que ocorriam na época de execução dos trabalhos de campo, mas também cores e aspecto típicos de poluição por esgotamento sanitário



**Figura 85.** Aspecto geral do ambiente na Estação de amostragem A14.



**Figura 86.** Vista geral da estação de amostragem A14 na imagem do satélite.



**Figura 87.** Bovinos pastando em terreno paludoso, vegetação típica da região ao fundo.



**Figura 88.** Aspecto lodoso da água com assoreamento de margens.



**Figura 89.** Bovinos reunidos em uma ilha seca e outros pastando no charco coberto por gramíneas.

**Estação de amostragem A15 – Rio Águas Claras, na Via Regional– Bacia Jaguaribe – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0561316/8573886.**

A estação A15 situa-se no Bairro Águas Claras, na Via Regional - Estrada que liga a Avenida Paralela à BR 324 – ao fundo de uma lavagem de carros parcialmente desativada. Está a uma distância aproximada de 860 m da rótula do Bairro Castelo Branco pela Via Regional no sentido leste-oeste.

A Figura 90 apresenta uma vista do entorno em frente à estação de amostragem A15, área fortemente urbanizada como pode ser observado na Figura 91. O aspecto da população e construções sugere muita pobreza e escassez de infra-estrutura urbana básica. Na Figura 90 aparece, na margem oposta à tomada da fotografia, um terreno com agricultura de subsistência

Nessa área observa-se muito resíduo sólido acumulado, tanto no ambiente aquático como no terrestre. As águas do rio Águas Claras são de aspecto desagradável e malcheiroso, característicos de rios que recebem esgotos *in natura* e lixo urbano sólido, como se pode observar na Figura 92.



**Figura 90.** Aspecto do entorno, construções, agricultura de subsistência e canal do rio Águas Claras.



**Figura 91.** Imagem Quickbird da Estação de amostragem A15 na via Regional.



**Figura 92.** Rio Águas Claras, estação de amostragem A15.

**Estação de amostragem A16 – Condomínio Alphaville – Avenida Luiz Eduardo Magalhães (Av. Paralela) – Bacia do Jaguaribe – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0564974/8569412.**

Localizado à margem da Avenida Luiz Eduardo Magalhães, a uma distância de aproximadamente 5,7 km da rotula que dá acesso à Avenida Dorival Caymi no sentido de leste para sudoeste.

O lago, com área de 1,3 ha, está confinado dentro de condomínio residencial de alto padrão. A Figura 93 mostra o aspecto externo da pequena mata natural que circunda o lago. Todo o entorno está impermeabilizado, como pode ser observado na imagem de satélite de 19 de dezembro de 2005 (Figura 94).

O condomínio está inserido em um fragmento de mata de aproximadamente 40,0 ha, ocupando uma área de aproximadamente 1/3 do total. Não houve dificuldade de acesso físico ao local, apenas alguma dificuldade para descer até o lago carregando os equipamentos por causa da mata fechada.

A mata que protege o lago é bastante fechada conferindo ao ambiente muita umidade e pouca luz. Suas águas têm aparência eutrófica, talvez pela metabolização de matéria orgânica da própria mata (Figura 95).



**Figura 93.** Aspecto externo da mata que circunda o lago.



**Figura 94.** Lago na imagem de satélite, mata e avenida Paralela.



**Figura 95.** Aspecto interno da mata e lago.

**Estação de amostragem A17 – Próximo à nascente do rio Ipitanga – Estrada Velha do Aeroporto - Bacia Ipitanga (limite com a Bacia do Ipitanga) – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0568012/8573238.**

O local é de difícil acesso, são 960 m a partir da rotula da Estrada Velha do Aeroporto do Parque São Cristóvão, sentido de leste para oeste e ainda, nesse ponto, mais 400 m no sentido sudoeste-noroeste por caminhos de chão batido, com muitos buracos e muito escorregadio após chuvas.

A Figura 96 mostra a entrada da comunidade que vive no entorno dos rios.

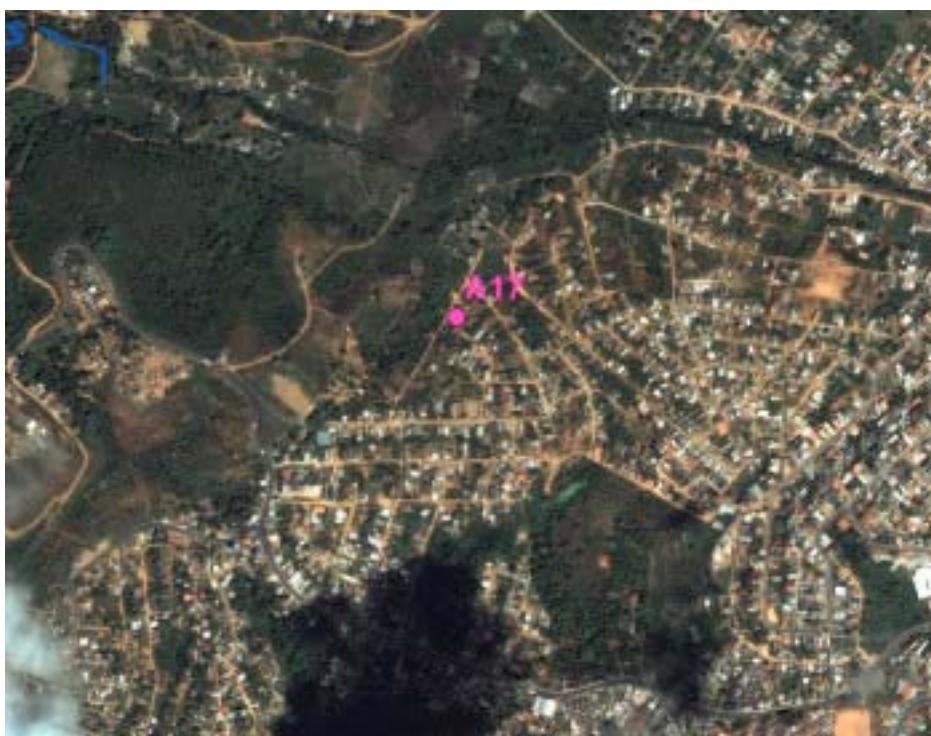
A coleta das amostras foi feita em um afluente do rio Ipitanga, em região intermediária entre a forte urbanização da bacia do Jaguaribe e o início da Bacia do Ipitanga, com muita mata e características rurais (Figura 97). Nesse local, tem-se o acesso a vários trechos de rios e ribeirões, alguns com características naturais e em outros percebe-se a influência de esgoto urbano em suas águas.

Em geral, o aspecto paisagístico da área é muito bom, com muita vegetação natural e também alguns espaços utilizados para agricultura de subsistência (figura 96). Entretanto, as pessoas que ali vivem têm muitos problemas, como a falta de infra-estrutura, dificuldades de trânsito interno por causa do relevo acidentado e falta de calçamento e dificuldades para acesso ao meio urbano.

As Figuras 98 e 99 mostram o riacho da Estação A17 em frente a uma moradia. Para compor o conjunto de amostras das bacias Jaguaribe e Ipitanga nessa área, foi escolhido esse pequeno riacho que apresentava situação de alteração antrópica intermediária entre os outros trechos ou rios (figura 100). Ao longo de seu leito e de outros rios que ali estão, as famílias têm suas casas dispostas sempre próximas à água. As casas não são muitas e estão situadas bastante distantes umas das outras e sempre separadas por grandes barrancos.



**Figura 96.** Vista das habitações e ambiente do entorno da Estação A17.



**Figura 97.** Imagem do satélite da região de entorno A17, intermediária entre urbana e rural.



**Figura 98.** Afluente do rio Ipitanga em frente à residência de uma moradora.



**Figura 99.** Afluente do rio Ipitanga próximo à residência de uma moradora.



**Figura 100.** Estação de amostragem A17, afluente do rio Ipitanga.

**Estação de amostragem A18 – Lago na APA das Lagoas e Dunas do Abaeté - ao lado de rotatória da Av. Dorival Caymi, próximo à Vila dos Ex-Combatentes - Bacia do Jaguaribe) – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0569773/8570514. Área: 0,33 ha.**

O local da Estação A18 fica à direita da Av. Dorival Caymi, sentido do sul para o norte, imediatamente após a rotatória anterior àquela que dá acesso à Av. Luiz Eduardo Magalhães (Av. Paralela). A estação situa-se no lado extremo oeste da APA dos Lagos e Dunas do Abaeté, em local onde se forma um pequeno lago com cerca de 1 m de profundidade e área aproximada de 0,2 ha, em meio a uma região encharcada que drena para o córrego do Bispo do outro lado da avenida Dorival Caymi.

A Figura 101 mostra o ambiente onde se situa a Estação A18. A Figura 102 é a imagem de satélite do local, onde aparecem as dunas do Abaeté, Avenida Dorival Caymi e a área encharcada destacada em azul.

A figura 103 mostra o início de uma duna e ao fundo uma casa de um morador que pratica agricultura de subsistência.

O aspecto visual da água é agradável, mas acredita-se que os resultados das análises devam confirmar forte alteração antrópica. As figuras, especialmente a número 103, mostram que no local existia muito lixo acumulado. Não se percebeu a presença evidente de esgoto urbano.



**Figura 101.** Estação de amostragem A18.



**Figura 102.** Imagem do satélite da Estação A18, dunas, lagos e Avenida Dorival Caymi.



**Figura 103.** Inicio de uma duna, vegetação e agricultura de subsistência.



**Figura 104.** Ambiente do entorno do lago na Estação A18.

**Estação de amostragem A19 – Rio Ipitanga (próximo à ponte para entrada ao Jardim das Margaridas) – Bacia do Ipitanga – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0570610/8573518.**

Trecho de rio com aspecto e odor muito poluído por esgoto urbano, próximo à ponte para o jardim das Margaridas. A Figura 105 mostra a Estação de amostragem A19, a montante da ponte.

A Figura 106 mostra a imagem do satélite com a localização da Estação A19. A área é bastante urbanizada e o rio no local acumula dejetos e despejos de grande parte da bacia.

As Figuras 107 e 108 mostram o acúmulo de dejetos e o rio Ipitanga com aspecto degradado. A Figura 109 mostra uma placa da prefeitura da cidade anunciando limpeza de canal em maio de 2006.



**Figura 105.** Estação de amostragem A19, rio Ipitanga.



**Figura 106.** Imagem do satélite mostrando a localizaçã da Estação A19.



**Figura 107.** Aspecto do entorno do Rio Ipitanga na Estação de amostragem A19.



Figura 108. Aspecto do entorno do Rio Ipitanga na Estação de amostragem A19.



Figura 109. Placa da Prefeitura da cidade do Salvador.

**Estação de amostragem A20 – Rio Jaguaribe – Avenida Otávio Mangabeira, Praia da 3<sup>a</sup> Ponte – Bacia do Jaguaribe – Coordenadas UTM – Datum WGS-84: 0565262/8567064.**

Ambiente bastante urbanizado, de uso turístico, dispensa maiores informações sobre a localização por ser bastante conhecido. Não houve dificuldade de acesso físico ao local. A Figura 110 mostra o entorno do ponto de amostragem.

A Figura 111 mostra, na imagem de satélite, um trecho de 1600 m do percurso do rio Jaguaribe ao longo da praia e a urbanização local.

Mesmo com as constantes chuvas no período de amostragem, o rio se apresentava com aspecto visual desagradável resultante do transporte de resíduos e efluentes urbanos. A Figura 112 é uma fotografia tirada a aproximadamente 400 m antes do rio desaguar no mar, local onde o rio já sofre influência da água salgada e onde foram executados os trabalhos de medição e coleta de amostras. A Figura 113 apresenta um aspecto da paisagem pouco mais a jusante.



**Figura 110.** Estação de amostragem A20, próximo à desembocadura do rio Jaguaribe no mar.



**Figura 111.** Imagem do satélite mostrando a localização da Estação de amostragem e o aspecto da urbanização.



**Figura 112.** Foto da Estação de amostragem A20.



**Figura 113.** Paisagem a jusante da Estação de amostragem A20.

## Referências

BALLESTER, M. V. R.; KRUSCHE, A. V.; VICTORIA., R. L. et al. Uso de geoprocessamento em ecossistemas fluviais. In: ROLAND, F., CESAR, D., MARINHO, M. (Eds.) **Lições de limnologia**. São Carlos: Rima, 2005. p. 433-460.

BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, D. de C.; KRUSCHE, A. V. et al. A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of Ji-Paraná river basin (Western Amazônia). **Remote Sensing of Environmental**, v. 87, p. 429-45, 2003.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVER, J. H. (Eds.) **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: Texto, Mapas e SIG. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA). **Resolução nº 3, de 18 de abril de 1996: Define vegetação remanescente da Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res96/res0396.html>>. Acesso em: 20 dez. 2005.

BRITTO, I. C; QUEIROZ, L. P; GUEDES, M. L.; OLIVEIRA, N. C.; SILVA, L. B. Flora fanerogâmica das dunas e lagoas do Abaeté, Salvador, Bahia. **Sitienbus**, v. 11, p. 31-46, 1993.

CONDER - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. **Cidade do Salvador**. Salvador, 1989. 1 mapa topográfico, digital (JPG), color. Escala 1:12.500.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A .D. (Eds.) **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCF, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 15 dez. 2006.

ISA – Instituto Socioambiental. 2000. Disponível em: <<http://www.isa.org.br>>. Acesso em: 17 fev. 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Subprograma do PPG7 para a mata atlântica**. 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/pnf/projetos/napma/n2apres.html>>. Acesso em: 17 fev. 2005.

NASCIMENTO, S. A. de M.; BARBOSA, J. S.F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, n. 4, p. 543-550, dez. 2005.

REIBER, W. F. (Coord.) **Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Salvador**. Salvador, 1992. 124 p., il., 2 mapas. (DNPM/Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador e Superintendência de Geologia e Recursos Minerais da Bahia).

SACRAMENTO, M. G. P. **Estudos das Encostas sobre Rochas Cristalinas**: Arredores de Salvador. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, IG, 1975, Salvador-BA.

SALVADOR. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal do Salvador (SEPLAM). **Lei nº 6.586, de 3 de agosto de 2004: Revisão e Atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador (PDDU)**. Disponível em: <<http://www.seplam.pms.ba.gov.br/pddua/lei658604.asp>>. Acesso em: 19 fev. 2005.

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Análises de Atributos Climáticos do Estado da Bahia**. Salvador, 1998. 58 p. (Estudos e Pesquisas).

THORNTONTHWAITE, C. W. An approach toward and a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

## Conclusão

O projeto "Subsídios para a Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jaguaribe e Ipitanga no Município do Salvador, BA" está em fase de finalização dos produtos que foram planejados tais como aprimoramento do mapa de uso e cobertura, pequenas correções nos mapas da hidrografia e ecossistemas lacustres e geração de bacias hidrográficas. Também será realizada a atualização da literatura existente, principalmente sobre as revisões ocorridas no PDDU da cidade do Salvador. Em seguida, de posse dos resultados das análises laboratoriais, terá início a fase de tabulação de dados, procedimentos estatísticos e interpretações.

As atividades aqui descritas estarão disponíveis em site da Embrapa Monitoramento por Satélite e ainda, futuramente pretende-se disponibilizar mapas e informações na forma de Website adequando-as para o público geral e principalmente a educadores e alunos dos ensinos fundamental e médio.



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

**Embrapa Monitoramento por Satélite**

*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 - Parque São Quirino*

*CEP 13088-300 Campinas-SP*

*Fone (19) 3256-6030 Fax (19) 3254-1100*

*<http://www.cnpm.embrapa.br> [sac@cnpm.embrapa.br](mailto:sac@cnpm.embrapa.br)*