

As saídas de campo ocorreram duas vezes na semana, nas tardes das segundas-feiras e nas manhãs de sábado, e foram realizadas entre março a agosto de 2004. Durante este período foram aplicados 131 questionários nas diversas comunidades que circundam a LC, sendo seis em Santa Rita, 96 em São Benedito, 13 em Cajueiro e 16 em Barra do Canal do Ururaí (Figura 2).

A equipe de pesquisa foi bem recebida pelos moradores, o que facilitou a obtenção dos dados e agregou novas informações para o auxiliou no entendimento da problemática socioambiental em que a LC esta envolvida. Os participantes da amostra são abordados em suas residências, combinando uma população de residentes fixos e veranistas.



Capítulo 4.

Delimitação, Localização e Divisão Político-Administrativa

4.1. O Estudo da Bacia Hidrográfica como Sistema

A bacia hidrográfica se apresenta como um sistema pelas inter-relações de importantes subsistemas transformadores da paisagem: social, econômico, geográfico, físico e biótico. Nesse sentido, a bacia hidrográfica pode ser definida como uma delimitação espacial traçada para conter um sistema de águas que convergem a um mesmo rio, lago ou mar, abrangendo neste espaço as modificações geradas pela ação ou interação dos seus subsistemas. A água é tida como o agente carreador os corpos hídricos, receptores dessas transformações. Desta forma os recursos hídricos constituem-se indicadores fundamentais dos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos subsistemas.

Geograficamente, a bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica compreendida entre divisores de água. É um espaço de terreno limitado pelas partes mais altas de montanhas e morros, gerador de um sistema de drenagem superficial ou sub-superficial que concentra suas águas em um rio principal o qual está ligado a um corpo hídrico maior, mar, lago ou a outro rio (Embrapa, 2006).

Como em outros espaços naturais, os principais componentes das bacias hidrográficas (solo, água, vegetação e fauna) coexistem em permanente

dinâmica, respondendo a processos naturais como clima, intemperismo e erosão ou de natureza antrópica, como a ocupação da paisagem e seu uso econômico. A coexistência entre esses componentes se desdobra em freqüentes interdependências desses componentes entre si. A sobreposição de uso do espaço e dos recursos é desta forma, responsabilizada pelos conflitos de interesses dos usuários do sistema.

A água como insumo essencial à manutenção da vida no planeta, vem se tornando cada vez mais motivo de preocupação em todo o mundo pelos sinais evidentes de crescente escassez e deterioração. Pelo fato de ser um recurso natural, único e insubstituível, o manejo e a preservação de bacias hidrográficas tornaram-se temas relevantes nos últimos anos. A falta de conservação e proteção das fontes, fluxos e reservatórios de água têm conseqüências não apenas sociais e ecológicas, mas também econômicas pelo encarecimento ou inviabilizarão para o tratamento e/ou captação para o abastecimento (Sousa e Fernandes, 2000).

Por esse motivo, delimitamos a área considerada nesse Diagnóstico com base na bacia hidrográfica dos rios e córregos que abastecem a Lagoa de Cima. Dessa forma, a Bacia Hidrográfica do rio Imbé e Lagoa de Cima foi consolidada como um compartimento geográfico coerente para planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços silvestres, rurais e urbanos da região, tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual podem se compatibilizar atividades econômicas com preservação ecológica e qualidade ambiental.

4.2. Localização

A Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima abrange grande parte da região Serrana do Norte Fluminense. Está compreendida entre os paralelos 21°40' e 22°05' S e os meridianos 41°24' e 42°05' W, totalizando uma área de 1270 km². Desta área, 860 km² situam-se em Campos dos Goytacazes, enquanto 395 mil km² e 15 km² pertencem à Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes respectivamente.

Isso significa que 68% da área está em Campos dos Goytacazes, 31% em S.M. Madalena e apenas 1% em Trajano de Moraes. A área da bacia compreende onze distritos com 1 de Trajano de Moraes, quatro de S. M. Madalena (S. M. Madalena, Triunfo, S. A. do Imbé e Dr. Loreti) e cinco de Campos dos Goytacazes (Primeiro Distrito, Serrinha, Dolores de Macabu, Ibitioca e Morangaba). A LC propriamente dita localiza-se no Município de Campos dos Goytacazes, distrito de Ibitioca (Figura 1, Tabela 3).

A LC, que está situada a 28 km do centro urbano de Campos dos Goytacazes, é abastecida pela confluência dos rios Urubu, Imbé e por três pequenos córregos, que formam um espelho d'água com 15 km² de área, 18 quilômetros de perímetro e quatro metros de profundidade (Figura 1).

Tabela 3: Divisão geográfica e político-administrativa da Bacia de Drenagem do Rio Imbé e da Lagoa de Cima

Sub-Bacias	Divisões	Área	Total
		(km ²)	%
Rio Imbé		488.5	39
Sub-Bacia do Alto Imbé			
	Total	247.2	19
	Santa Maria Madalena	238.0	
	Trajano de Moraes	9.2	
Sub-bacia do Rio Boa Vista			
	Total	61.4	5
	Campos dos Goytacazes	45.4	
	Santa Maria Madalena	15.9	
Sub-Bacia da Morumbeca			
	Total	99.9	8
	Campos dos Goytacazes	38.7	
	Santa Maria Madalena	61.2	
Sub-Bacia do Zangado			
	Santa Maria Madalena	80.0	6
Outras Sub-Bacias em Campos dos Goytacazes			
	Total	230.9	18
	Sub-Bacia do Rio Opinião	30.8	2
	Sub-Bacia do Rio Mocotó	137.7	11
	Sub-Bacia do Conceição	62.4	5
Outras Bacias que Deságuam na Lagoa de Cima			
	Total	216.9	17
	Bacia do Urubu	175.8	14
	Bacia do Córrego do Imbé*	5.6	0
	Outras	35.5	3
Espelho D'água da Lagoa de Cima		14.8	1.2
Rio Ururai e Sub-Bacias			
	Total	317.4	25
	Sub-Bacia do Rio Preto**	214.0	17
	Outras Sub-Bacias ***	103.4	8
Total		1268.7	
Participação Geral dos Municípios			
	Campos dos Goytacazes	864.3	68
	Santa Maria Madalena	395.2	31
	Trajano de Moraes	9.2	1

* O Córrego Imbé não tem qualquer relação hídrica com o rio de mesmo nome.

** O Rio Preto, embora deságüe após a foz da lagoa foi incluso no Diagnóstico pela estreita relação geográfica e socioambiental que tem com a bacia da Lagoa de Cima.

*** Refere-se a pequenos córregos localizados entre a Lagoa de Cima e o Morro do Itaoca, incluído, e que deságuam no Rio Ururai.

Além do rio Imbé, principal abastecedor da Lagoa de Cima, a Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima englobada ainda a bacia do rio Urubu e a bacia do rio Preto, que desemboca no rio Ururaí, próximo a foz da Lagoa de Cima. Na Lagoa ainda desembocam ou desembocavam pequenas valas que drenam as áreas baixas e alagados dos arredores, como o rio Morto que drena a Lagoinha ao noroeste da LC ou drenam pequenos morros como o do Itaoca, que deságua nos meandros do canal Ururaí (Tabela 3). O rio ou canal do Ururai por sua vez, é um importante abastecedor dulcícola da Lagoa Feia, esta, a maior lagoa de água doce do país.

Para esse Diagnóstico, englobou-se na bacia de drenagem da LC, além do trecho a montante da Lagoa, a bacia do rio Preto que desemboca no rio Ururai a 1,8 km abaixo da desembocadura da Lagoa de Cima e a margem direita do Canal do Ururaí. No trecho de 10 km adjacente da lagoa, os curvos meandros desse canal ainda mostram traços preservados da mata ciliar. Essas inclusões se deram em função da continuidade da bacia hidrográfica em diversos aspectos, integrada com a LC e o canal do Ururai.

No entorno da LC encontram-se três pequenos adensamentos humanos que interagem diretamente com o espelho d'água: Santa Rita, São Benedito e Barra do Ururaí. Na localidade de São Benedito reside a maior parte dos pescadores tradicionais existentes no entorno da Lagoa de Cima. Para esta comunidade converge também o maior fluxo de turistas de fim de semana e carnaval. Além disso, ao longo dos últimos anos, São Benedito vem recebendo uma série de melhorias de infra-estrutura por parte da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes, trazendo benefícios significativos para a população que já habita a localidade. Essas melhorias vêm por outro lado, despertando o interesse de outras pessoas a se mudarem para a região. Na margem sul, registra-se a ocupação marcada pelas construções residenciais de mais alto padrão, destinadas a veraneio, sendo ainda observada grande propriedades rurais destinadas à criação de gado e ao plantio de cana-de-açúcar. Nessa margem, na localidade de Santa Rita, se encontra o Iate Clube Lagoa de Cima, principal e mais tradicional empreendimento privado da região. A comunidade de Barra do Ururai permanece a mais isolada. É composta de poucos casebres, alguns deles isolados por via seca da estrada municipal que leva a Lagoa de Cima e dos serviços públicos dessa região.

Dentre os principais tributários da LC, o rio Imbé representa o 76% da área da bacia de drenagem e converge grande parte das águas da face Leste da Serra do Desengano. Nesse rio desembocam importantes microbacias locais, dentre elas a do Boa Vista, do Norte, Mocotó e Opinião, que drenam as regiões mais bem preservadas de Mata Atlântica da Serra do Desengano. A microbacia do rio Urubu ocupa 18% da bacia de drenagem, em uma região de pequenos morros e colinas fortemente impactados pela agricultura e pecuária. A porção a nordeste da bacia é drenada pelo rio Preto e seus afluentes, que embora deságüe

no canal Ururaí, fora do corpo da lagoa, esta integralmente associado em diversos aspectos geológicos, ambientais e sócio-econômicos ao sistema LC (Figura 4 a 5).

A LC deságua no rio Ururaí, que por sua vez deságua na Lagoa Feia. Embora esse rio se encontre em avançado estado de alteração ambiental, com a parte inferior do seu curso retificado – por isso chamado canal, na porção próxima a LC (10 km) apresenta seu curso ainda preservado, mostrando um desenho de meandros e lagoinhas que fizeram parte do curso em épocas passadaa. Além disso, importantes representantes dos remanescentes da mata ciliar da região podem ser observados. Nesse trecho encontra-se ainda o Morro do Itaoca, um dos últimos remanescente de Mata Atlântica da baixada Campista.



Capítulo 5.

Sistemas Naturais

5.1. Abiótico

5.1.1. Pluviosidade e Temperatura

O clima da região possui uma característica estacional, com inverno pouco seco e verão úmido, e a vertente Atlântica apresenta pouco ou nenhum déficit hídrico. Segundo o Diagnóstico Ambiental do Parque do Desengano (Pró-Natura /UFRRJ, 1994), abaixo de 200 m de altitude, a precipitação média anual fica em torno de 1400 mm e a temperatura média em torno de 19°C. Dados da estação meteorológica do Laboratório de Ciências Ambientais, instalada nas margens da LC, indicam que a precipitação média mensal no ano de 2004 foi de 1820 mm e a temperatura média de 23°C, variando entre a mínima e a máxima de 13 e 36°C (Figura 3).

Na região Norte Fluminense a pluviosidade média é inferior a 1000 mm ao ano e em Campos dos Goytacazes a temperatura média varia entre 16°C e 32°C (Feema, 1993).

5.1.2. Relevo

Apesar da área da Bacia de Drenagem da Lagoa de Cima possuir em mais de 60% abaixo da cota de 100 m, apresenta grande variação de altitude, pela inclusão de parte da Serra do Desengano, trecho local da Serra do Mar. As

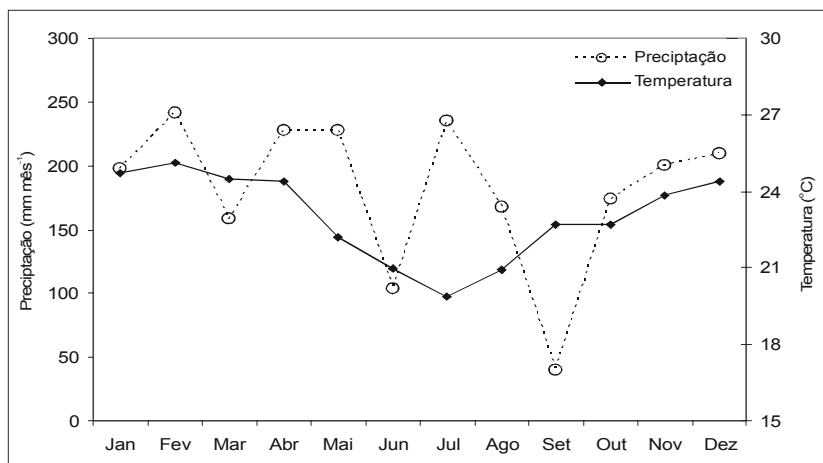


Figura 3: Precipitação pluviométrica (mm mês⁻¹) na Lagoa de Cima para o ano de 2004.

maiores elevações chegam a 2300 m (Figura 4). Esse aspecto do relevo reflete-se em sua hidrologia, que conjuga riachos com fortes corredeiras, mas com grande parte da rede de drenagem em áreas planas (Figura 5). Destaca-se o próprio rio Imbé que tem a maior parte de seu percurso com pouca ou nenhuma variação de altitude, acarretando alagamentos periódicos nos meses de maior pluviosidade.

A rede de drenagem pode ser classificada como dendritica e fina apresentando distribuição mais fina na bacia representada pelos rios Urubu e Preto, região de morros. Já as bacias dos rios do Norte, Mocotó e Opinião drenam regiões de elevada declividade, na vertente leste da Serra do Desengano (Figura 5), e podem ser caracterizadas como rios de corredeiras nas suas porções superiores.

5.1.3. *Recursos Hídricos*

5.1.3.1. A Bacia de Drenagem

A análise das variáveis hidroquímicas mostrou padrões diferenciados de variação espacial. Os valores de pH e alcalinidade total estiveram maiores nos pontos mais elevados da bacia, com pouca variação e decrescendo em direção a baixada. Padrão semelhante foi observado para os valores de condutividade elétrica e para as concentrações de H_4SiO_4 , N-NO_3^- , MPS e P-PO_4^{3-} para nos localizados no rio Imbé (Figura 2). Contudo, as concentrações nestes pontos podem estar relacionadas às variações na geomorfologia da

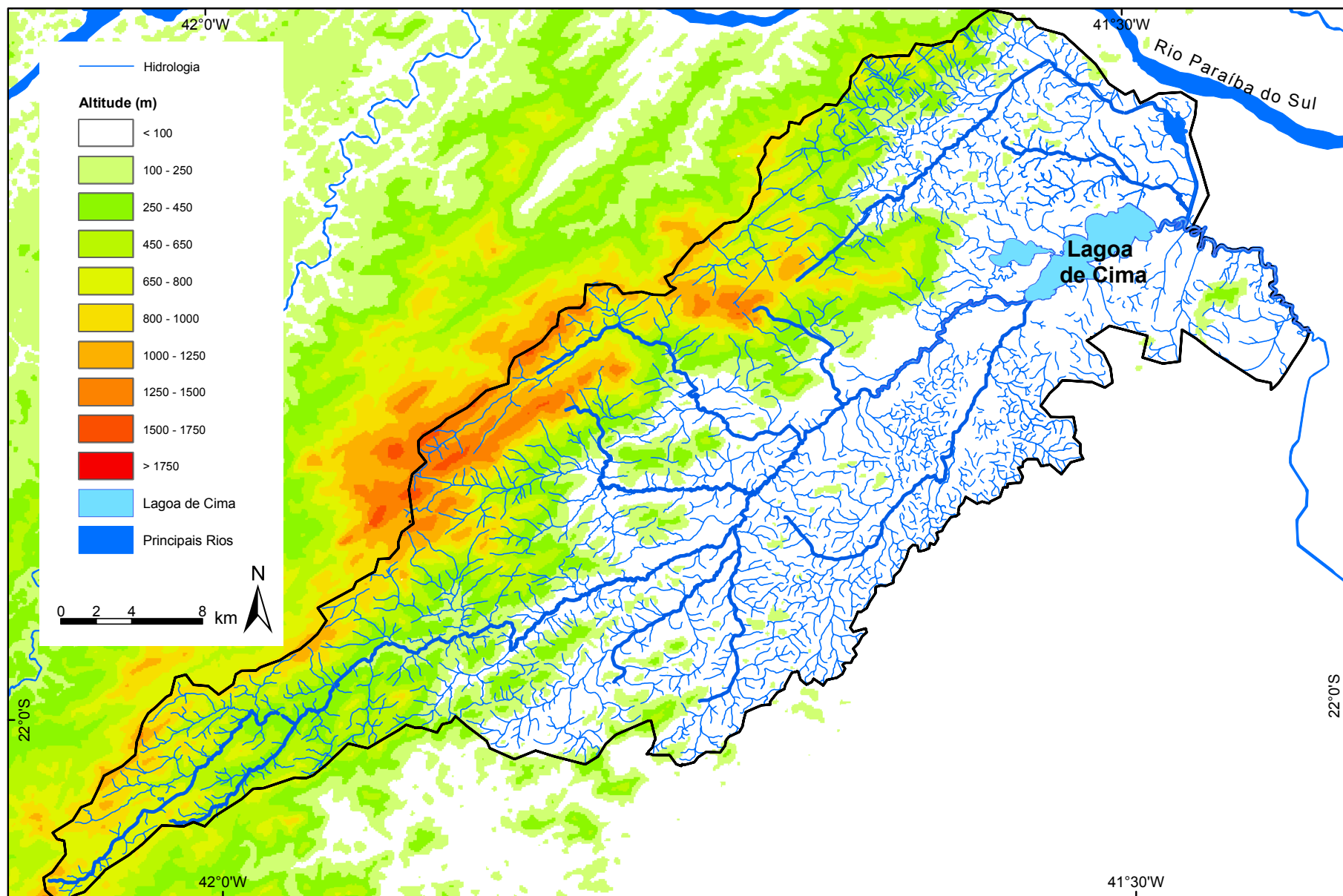


Figura 4: Variação altitudinal extraída do modelo digital do terreno (SRTM, 2000) e malha pluvial da bacia de drenagem do rio Imbé e Lagoa de Cima extraída da Base Cartográfica, IBGE.

bacia de drenagem. As concentrações mais elevadas foram registradas nas maiores altitudes, estabelecendo uma diminuição gradativa à medida que se aproxima da baixada. As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) foram constantes ao longo da bacia, com pequenas variações entre os diferentes pontos de amostragem, exceto para o ponto rio Imbé 1 que mostrou valores baixos de concentração.

As concentrações de N-NH_4^+ e N-NO_2^- se apresentaram menores nos pontos onde a altitude é maior, aumentou em direção à região de baixada. As concentrações de P-PO_4^{3-} , POD , Ca^{+2} , Mg^{+2} , SO_4^{2-} e NOD mostraram variações ao longo dos pontos de amostragem e seu gradiente de concentração não pode ser relacionado com a geomorfologia. As variáveis Na^+ , K^+ e Cl^- registaram as maiores concentrações nos pontos de amostragem de áreas topográficas mais elevadas. Por último, destaca-se os valores de carbono orgânico dissolvido (COD), com um gradiente decrescente em direção a baixada no canal principal e com padrão inverso de variação para os afluentes.

Com origem numa fonte comum, que consiste predominantemente no processo de intemperismo, os valores de alcalinidade total e as concentrações de silicato reativo dissolvido (H_4SiO_4), Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} correlacionaram-se positivamente entre si. Este processo é a decomposição física e química das rochas expostas além de solos encontrados na bacia (Tabela 4).

Os macroelementos dissolvidos em sistemas hídricos podem ser provenientes de processos de evaporação e cristalização, interação com rochas da bacia de drenagem e processo de precipitação atmosférica. Para esta bacia de drenagem, pode-se dizer que a concentração iônica é controlada principalmente pelo aporte proveniente da litologia da região, constituída basicamente por gnaisses granitóides. No entanto, há uma contribuição significativa via precipitação na área de captação da bacia. A forte correlação positiva entre as concentrações de Cl^- , Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} e SO_4^{2-} para as águas fluviais desta bacia sugere uma fonte comum para o aporte destes elementos, a precipitação.

A correlação positiva existente entre as concentrações de P-PO_4^{3-} e a alcalinidade total sugere que o intemperismo é uma importante fonte para estes compostos, considerando principalmente a litologia predominante na bacia de drenagem. Sua composição mineralógica inclui o mineral apatita – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$ (F, Cl, OH) e o intemperismo de rochas dessa origem consiste na maior fonte natural de P-PO_4^{3-} para os sistemas aquáticos (Tabela 4).

A correlação positiva e significativa entre o carbono orgânico dissolvido (COD) e nitrogênio orgânico dissolvido (NOD) também sugere uma fonte comum destes elementos para as águas fluviais. Hope *et al.* (1997) relataram que características de uma bacia de drenagem, tais como, geomorfologia, precipitação, vazão, vegetação e composição das áreas alagadas, influenciam diretamente nas concentrações de carbono nas águas fluviais e indiretamente,

nas concentrações de nitrogênio, uma vez que ambos são produzidos pela decomposição da matéria orgânica. O estoque de matéria orgânica nos solos explica, em parte, a correlação positiva e significativa com os parâmetros relacionados aos processos de intemperismo e sua interação com os solos da bacia que promove a liberação de alcalinidade, Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} , Na^{+} entre outros (Tabela 4).

As concentrações de material particulado em suspensão (MPS) correlacionaram-se negativamente com o conteúdo de oxigênio dissolvido (OD). Essa é a relação representativa das taxas dos processos metabólicos em ecossistemas aquáticos. O aumento de MPS gera diminuição da penetração de luz na coluna d'água, e ao restringir a quantidade de luz, há uma inibição da produção primária e consequentemente do oxigênio dissolvido.

Concentrações de nitrogênio orgânico dissolvido (NOD) e nitrato correlacionaram-se negativamente. Em ecossistemas aquáticos, altas concentrações de NOD são usadas como fomento para os processos envolvendo o nitrogênio. No sistema, o NOD sofre amonificação e posteriormente nitrificação, modificando a forma de nitrogênio dissolvido presente nos ecossistemas aquáticos. O nitrato consiste numa fonte de nitrogênio importante para os produtores primários aquáticos (Esteves, 1998).

5.1.3.2.As Águas da Lagoa de Cima

Numa base anual, estima-se que os tempos médios de residência das águas na LC variem entre 19 e 33 dias (Tabela 5). Essa variação é, em parte, devida a variações nas estimativas disponíveis para o volume médio da LC, o qual constitui informação inerente para a realização dos cálculos de tempo de

Tabela 4: Valores médios de pH, alcalinidade, condutividade elétrica e concentrações médias de nutrientes, cátions e ânions para os domínios biogeoquímicos A, B, C e D da bacia de drenagem do rio Imbé.

Parâmetro\Domínios	Encosta (topografia elevada)		Área de Baixada	
	A	B	C	D
pH	7,0	6,1	5,8	6,0
Alcalinidade (meq L ⁻¹)	0,32	0,15	0,3	0,3
Cátions (meq L ⁻¹)	12	6	7,2	9,2
Ânions (meq L ⁻¹)	6,7	4	3,0	6,3
Nutrientes (µM)	38	10	19	17
Condutividade (µS cm ⁻¹)	50	27	47	45
H ₄ SiO ₄ (µM)	220	46		63
Pontos na Bacia	Rio Imbé (de 1 a 4)		Rio Imbé (de 5 a 7)	Rio Imbé (de 8 a 12)
Rios e Córregos	Córrego das Posses Afluente A	Rio do Norte Rio Mocotó Rio Oniñão	Córrego Santo Antônio do Imbé	Rio Urubu Rio Zangado

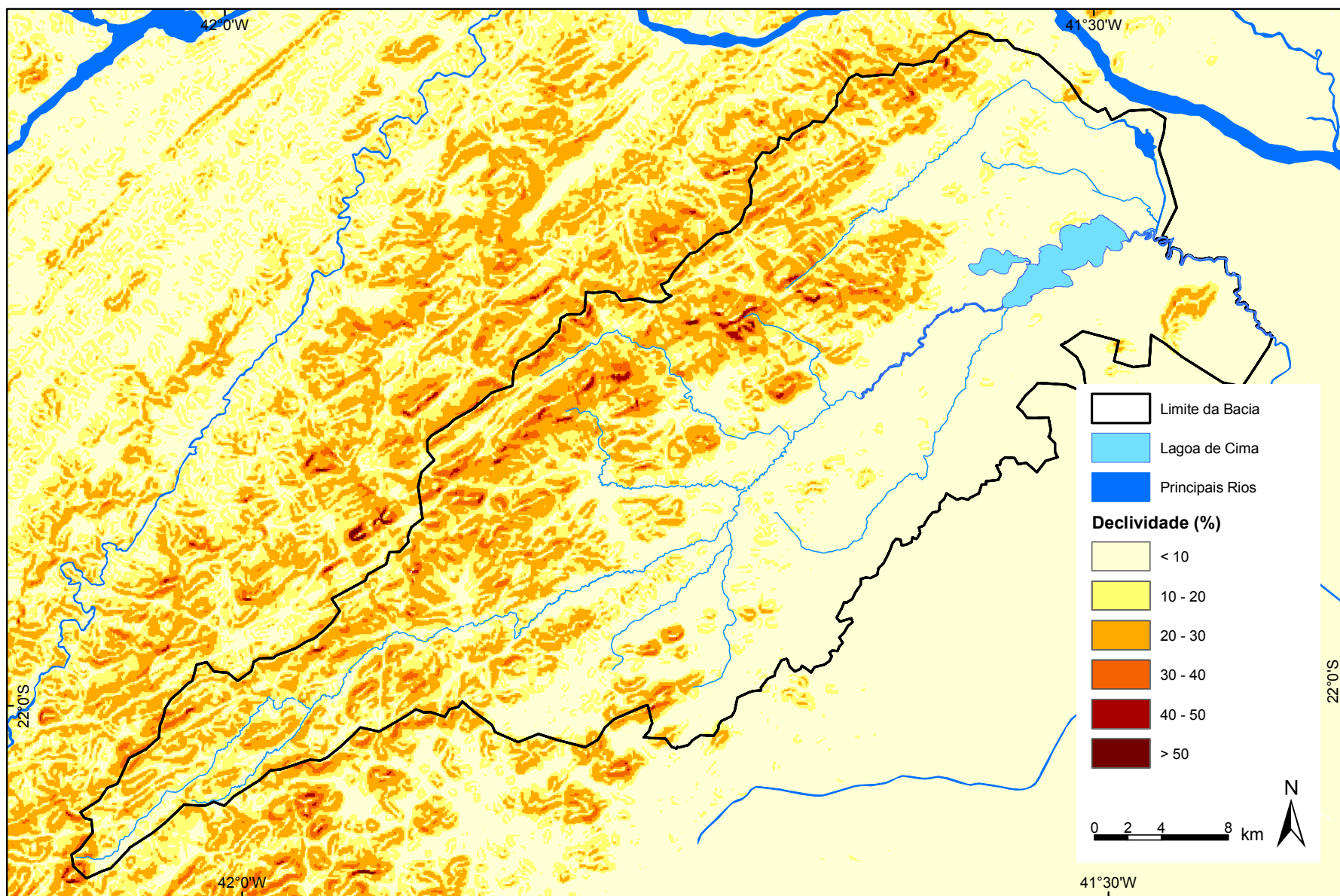


Figura 5: Declividade extraída do modelo digital do terreno (SRTM, 2000) e principais rios da bacia de drenagem do rio Imbé e Lagoa de Cima extraídos da Base Cartográfica, IBGE.

residência. De qualquer forma, essas estimativas indicam que a renovação de águas no sistema é relativamente rápida, sendo uma característica favorável à qualidade da água na Lagoa de Cima.

Em termos de abastecimento hídrico a Lagoa conta basicamente com a drenagem da Serra do Desengano, mais conhecida em Campos dos Goytacazes como Serra do Imbé (Figura 6). Essas serranias ainda contam com uma considerável cobertura de Mata Atlântica de preservação permanente, sendo englobadas pelo Parque Estadual do Desengano. O rio Urubu, os demais rios, canais e valas drenam regiões de várzeas e morrotes que em geral encontram-se ocupados por lavouras e pastos, desmatados, tendo por essas características pouca contribuição hídrica (Tabela 5).

5.1.3.3. Qualidade da Água

O enquadramento dos corpos d'água em classes constitui um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Artigo 5º da Lei nº 9433/97). De acordo com a resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, “o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade”. No caso da LC, trata-se de um

Tabela 5: Características hidrológicas: vazões fluviais, tempos de residência da água, taxas de renovação do sistema lacustre (Lagoa de Cima), e balanços hídricos fluviais.

	PERÍODO	SET/95-AGO/96	OUT/95-SET/96
Entrada Fluvial (Rio Imbé)	Vazão Média ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	15,3	17,8
	Intervalo ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	2,8 a 34,6	5,3 a 34,6
Lagoa de Cima	Tempo de Residência Médio (dias)	22 ^a	19 ^a
		33 ^b	29 ^b
	Renovação Média (Veze por ano)	17 ^a	20 ^a
		11 ^b	13 ^b
(Imbé/Ururáí)	Balanço Hídrico Médio	1,24	1,38
Saída Fluvial (Canal Ururáí)	Vazão Média ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	12,3	12,9
	Intervalo ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	5,0 a 21,6	5,0 a 21,6
Lagoa de Cima	Tempo de Residência Médio (dias)	27 ^a	25 ^a
		41 ^b	39 ^b
	Renovação Média (Veze por ano)	14 ^a	14 ^a
		9 ^b	9 ^b
(Ururáí/Imbé)	Balanço Hídrico Médio	0,8	0,73

Nota: Considerando o valor de 28.500.000 m^3 como o volume médio da Lagoa de Cima (Fonte: PRO-AGRO, 1975), (^b) considerando o valor de 44.000.000 m^3 como o volume médio da Lagoa de Cima (Fonte: FEEMA, 1993).

ecossistema de águas doces (dulcícula), apresentando valores de condutividade elétrica próximos a $30 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 6). De acordo com o artigo 3º desta resolução, as águas doces são organizadas em cinco classes.

No caso da LC, esta poderia ser enquadrada na Classe Especial e/ou na Classe 1. A Classe Especial destina-se: a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e b) a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. A Classe 1 se destina: a) ao abastecimento doméstico, embora seja necessário um tratamento simplificado, e b) à proteção das comunidades aquáticas, c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e e) a criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Atualmente, contudo, a LC enquadra-se, na Classe 2, cuja única diferença em relação a Classe 1 se refere ao fato de que a água de abastecimento doméstico necessita de tratamento convencional. Por outro lado, a LC também faz parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA). Conceitualmente, uma APA caracteriza-se por uma área extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. As APAs podem ser constituídas por terras públicas ou privadas e devem ser administradas por um conselho com participação de organizações da sociedade civil e da população residente. Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma APA.

Considerando a relevância ambiental da área em foco, a qual é regulamentada como uma APA, reforça-se a necessidade de referenciar a classificação das águas da LC minimamente em relação a Classe 2 da resolução CONAMA. A seguir, estão descritas algumas variáveis utilizadas para se estruturar uma base de diagnóstico ambiental circunstanciada em uma base legal. Na verdade, aqui são apresentados valores para outras variáveis não contempladas na referida resolução, mas que contribuem para a caracterização limnológica do sistema lacustre em foco (Tabela 6).

Temperatura – os valores médios de temperatura estendem-se entre um mínimo de 23 e um máximo de 25 °C, estando associados, à entrada e à saída das águas na Lagoa de Cima, respectivamente. Essa tendência de aumento da temperatura da água reflete coerentemente a disposição hidrográfica e o conseqüente comportamento hidrológico ao longo do percurso, que se inicia

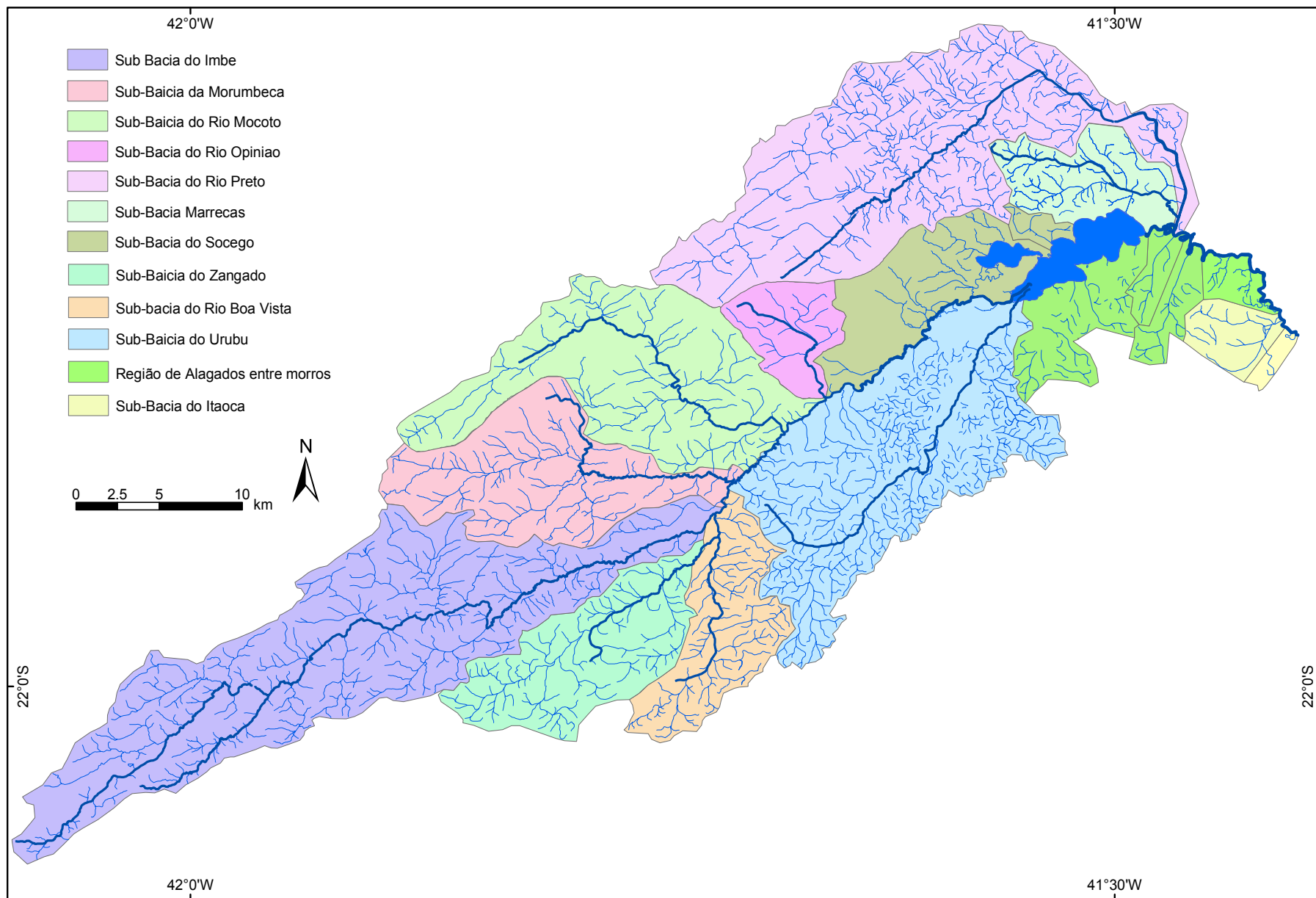


Figura 6: Aspectos hidrológicos da Bacia de Drenagem do Rio Imbé e da Lagoa de Cima, suas sub-bacias e respectivos rios.

Tabela 6: Média anual (obtida de 2 séries progressivas de 12 meses) e média dos desvios padrões (valores entre parênteses) relativos às medidas de variáveis físicas e físico-químicas no meio líquido do SHLC, entre setembro de 1995 e setembro de 1996.

PONTO	A	B	C	DS	DF	E	F
Temp. (°C)	23,3 (3,1)	24,9 (3,5)	24,6 (3,6)	25,1 (3,4)	24,5 (2,9)	24,9 (3,1)	25,1 (3,1)
OD (mg L ⁻¹)	6,7 (1,2)	4,9 (1,4)	7,1 (1,3)	8,1 (0,9)	7,9 (0,6)	8,5 (0,8)	8,9 (0,9)
OD (%SAT.)	78,6 (11,1)	58,3 (14,8)	85,6 (15,8)	98,0 (9,7)	94,1 (5,3)	103,1 (7,3)	108,3 (9,2)
pH	6,0 (0,5)	6,1 (0,3)	6,5 (0,5)	7,6 (0,9)	7,4 (0,8)	8,0 (1,0)	8,4 (0,8)
MPS (mg L ⁻¹)	14,5 (7,2)	18,2 (17,2)	12,2 (5,8)	11,3 (4,1)	12,5 (4,1)	11,6 (3,9)	13,2 (4,2)
Cond. (µS/cm)	28,6 (3,6)	49,8 (9,1)	29,6 (3,3)	30,3 (2,9)	33,7 (7,8)	29,8 (2,1)	31,2 (3,5)
Prof. (m)	1,2 (0,7)	1,9 (0,5)	1,8 (0,6)		3,1 (0,7)	2,4 (0,7)	1,8 (0,6)
Prof. de Secchi (m)	-	0,7 (0,3)	0,8 (0,2)	0,6 (0,1)	-	0,6 (0,1)	-
Zona Eufótica (m)	-	1,5 (0,6)	1,5 (0,3)	1,3 (0,2)	-	1,1 (0,2)	-
P-PO ₄ ⁻³ (µmol l ⁻¹)	0,7 (0,4)	0,5 (0,3)	0,6 (0,3)	0,5 (0,2)	0,6 (0,4)	0,6 (0,3)	0,5 (0,2)
P-total	1,4 (0,4)	1,1 (0,4)	1,3 (0,4)	1,2 (0,4)	1,2 (0,4)	1,1 (0,5)	1,2 (0,4)
(N-total : P-total) _a	32,9 (15,3)	46,5 (34,2)	41,1 (19,0)	63,7 (45)	50,4 (31,9)	70,2 (36,5)	56,0 (27,8)

em terras mais elevadas, na qual se inserem águas correntes, com posterior formação e acúmulo de águas na lagoa, as quais são caracteristicamente lênticas e apresentam maior tempo de residência. Do ponto de vista ecofisiológico, os valores de temperatura condicionam um ambiente favorável ao metabolismo e a ciclagem biogeoquímica de elementos bioativos.

Oxigênio dissolvido (OD) – segundo a resolução CONAMA nº 357, águas da Classe 2 não devem apresentar valores de OD inferiores a 5 mg L⁻¹. Assim, de modo geral, verifica-se que as águas no sistema hidrográfico da LC são relativamente bem oxigenadas, à exceção do observado para o rio Urubu, que apresentou um valor médio igual a 4,9 mg OD L⁻¹ (Tabela 6). Embora o valor médio de OD no rio Urubu esteja abaixo do estabelecido para águas da Classe 2, o seu impacto para as águas da LC é certamente minimizado pelo fato de que esse corpo d'água, embora fluvial, na prática, caracteriza-se mais apropriadamente como um sistema lêntico. Com relação ao percentual de saturação de OD, os valores demonstram um gradiente, com indicações de subsaturação a saturação (com tendência à supersaturação nas águas de saída da Lagoa de Cima).

pH – os valores de pH enquadram-se dentro da faixa estabelecida para águas da Classe 2, que vai de 6,0 a 9,0 (Tabela 5). Aqui também verifica-se um claro gradiente de valores, com aumento do pH da entrada da Lagoa, ~ 6,0, para a saída da mesma, ~ 8,5. Esse gradiente parece refletir os balanços metabólicos ocorrentes ao longo do sistema hidrográfico, no qual o metabolismo heterotrófico sobrepuja o autotrófico nas águas que alimentam a LC, e vice-versa nas águas que deixam o sistema lacustre.

Material Particulado em Suspensão (MPS) – encontra-se dentro de uma faixa regular, com valores médios mínimo e máxima, entre ~ 11 e 18 mg L⁻¹. Embora as concentrações de MPS não sejam elevadas, o sistema caracteriza-se por águas túrbidas, com um coeficiente de extinção vertical próximo a 1,5 m⁻¹ (dados não apresentados). Conseqüentemente, a profundidade de Secchi (transparência) é < 1,0 m. Nas região central da Lagoa de Cima, a zona eufótica estende-se até aproximadamente 1,3 m. Essa característica favorece uma produção primária fitoplancônica, uma vez que macrófitas aquáticas submersas poderiam ser limitadas por luz.

Nutrientes nitrogenados – os dados indicam que as águas que alimentam a LC, ou situadas próximo à desembocadura dos rios Imbé e Urubu são relativamente enriquecidas em nitrato, com concentrações médias entre ~ 4 e 7 µM (Tabela 5). Nas demais regiões do sistema as concentrações caem significativamente (0,1-0,6 µM), refletindo o consumo desse nutriente por produtores primários. Comparativamente à concentração estabelecida na

resolução Conama nº 20, que define como valor máximo $10 \text{ mg N-NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$ ($= 0,7 \text{ mM}$), as concentrações no sistema hidrográfico são baixas. Do mesmo modo, as concentrações de nitrito no sistema ($\sim 0,3 \text{ } \mu\text{M}$) também são baixas, comparativamente ao estabelecido pela resolução Conama nº 20 (1 mg N-NO_2^- ou $0,07 \text{ mM}$).

Para N-amoniacal e para as frações de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID), orgânico dissolvido (NOD), total (N-total), orgânico total (NOT) e particulado (N-particulado) não existe referencial na referida resolução para que se possa efetuar uma avaliação comparativa. Entretanto, esses dados permitem verificar que, ao longo do percurso das águas no sistema hidrográfico há, uma tendência de organificação das formas nitrogenadas inorgânicas e um conseqüente aumento do N-particulado, o qual é resultado de uma produção primária (dados de clorofila-a não apresentados).

Nutrientes fosfatados – as concentrações de fosfato situaram-se próximas a $0,6 \text{ } \mu\text{M}$, enquanto as de P-total próximas a $1,3 \text{ } \mu\text{M}$ (Tabela 5). Comparativamente à resolução CONAMA nº 20, que estabelece como concentração máxima de P-total o valor de $0,025 \text{ mg L}^{-1}$ ($= 0,8 \text{ } \mu\text{M}$), as concentrações desse nutriente no sistema hidrográfico da LC mostram, valores mais elevados. Esse fato sugere a necessidade de uma observação mais aprofundada em termos de monitoramento desse elemento no sistema. Adicionalmente, a consecução de estudos sobre as fontes de fosfato na bacia de drenagem, bem como uma avaliação de suas concentrações em perfis sedimentares, informação útil para a produção de um diagnóstico ambiental circunscrito ao fósforo.

Razão (N-total:P-total)_a – Razões (N/P)_a associadas ao sistema hidrográfico da LC também são apresentadas na Tabela 6. Os resultados foram obtidos através dos valores individuais de nitrogênio e fósforo totais. Os valores estenderam-se entre 33 (ponto A) e 70 (ponto E) e sugerem uma limitação por fósforo para o crescimento fitoplanctônico. Ainda na Tabela 6 é possível reconhecer dois grupos distintos: o primeiro abrangendo os pontos A, B e C, com médias inferiores a 50, e o segundo abrangendo os pontos D, E e F, com médias iguais ou superiores a 50. Esta divisão indica uma situação de deficiência ou limitação de fósforo mais aguda nas áreas do segundo grupo.

No entanto, independente do ponto considerado, essa avaliação não parece se preservar de modo invariável, visto que os desvios padrões médios relativos às médias são grandes. Desse modo, os resultados sugerem possibilidades ou situações mais abrangentes – com e sem limitação de fósforo. As concentrações elevadas de diversos parâmetros analisados, principalmente de COD, N-NO_3^- , NOD e P-PO_4^{3-} parecem indicar que determinados pontos da

bacia de drenagem como o rio Imbé 1 e o córrego das Posses podem estar sofrendo um processo de eutrofização.

As altas concentrações de sílica encontradas na bacia de drenagem do rio Imbé estão relacionadas principalmente com a litologia dominante da região que é dominada por gnaisses granitóides, que são rochas ácidas ricas em silicatos. Por outro lado, a influência do lençol freático para os ambientes aquáticos em regimes de seca e na interação com as rochas da bacia de drenagem magnificam as concentrações de sílica. O período de seca promove uma diminuição no fluxo fluvial e o relativo aumento da contribuição do lençol freático para o canal fluvial, aumentando a concentração de diversos elementos.

A importância de determinar e conhecer as áreas da bacia que são impactadas por algum tipo de atividade é indiscutível, mas verificar a qualidade da água nos demais pontos da bacia de drenagem que não são impactados também se torna essencial para possíveis monitoramentos, considerando principalmente a importância econômica da região. Assim, alguns parâmetros gerados no presente estudo foram comparados com os dados fornecidos pela Resolução CONAMA Nº 20 com a finalidade de fornecer informações complementares sobre a qualidade da água na bacia de drenagem.

Comparativamente aos valores da Resolução CONAMA Nº 20 verifica-se que determinados pontos de amostragem da bacia de drenagem apresenta valores de pH menores que o limite estabelecido, principalmente nas áreas de baixada da bacia. Provavelmente estes valores estão relacionados com as mudanças no uso do solo, marcadas pelo aparecimento de várzeas e de outras alterações relacionadas com variáveis ambientais adversas. Em geral, os valores de OD foram maiores que os níveis estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 20, ainda que em pelo menos um ponto da bacia de drenagem o valor de OD foi bem mais baixo que o valor estipulado pela legislação. As concentrações de nitrato, nitrito e sulfato estão dentro dos limites estabelecidos.

Com base nos dados gerados pelo presente estudo, pode se considerar que a qualidade da água para os parâmetros analisados ao longo da bacia de drenagem é boa, apesar de apresentar determinados pontos no rio Imbé e no córrego da Posse que sugerem se tratar de uma área impactada.

5.2. Domínios Biogeoquímicos

As diferentes feições do relevo, geologia, solo, vegetação e uso do solo e considerando-se os parâmetros analisados, a Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima foi dividida em quatro domínios Domínios Biogeoquímicos.

Domínio Biogeoquímico A: Região de topografia elevada, acima da cota de 500 m. Este domínio é formado por escarpas serranas sustentadas por

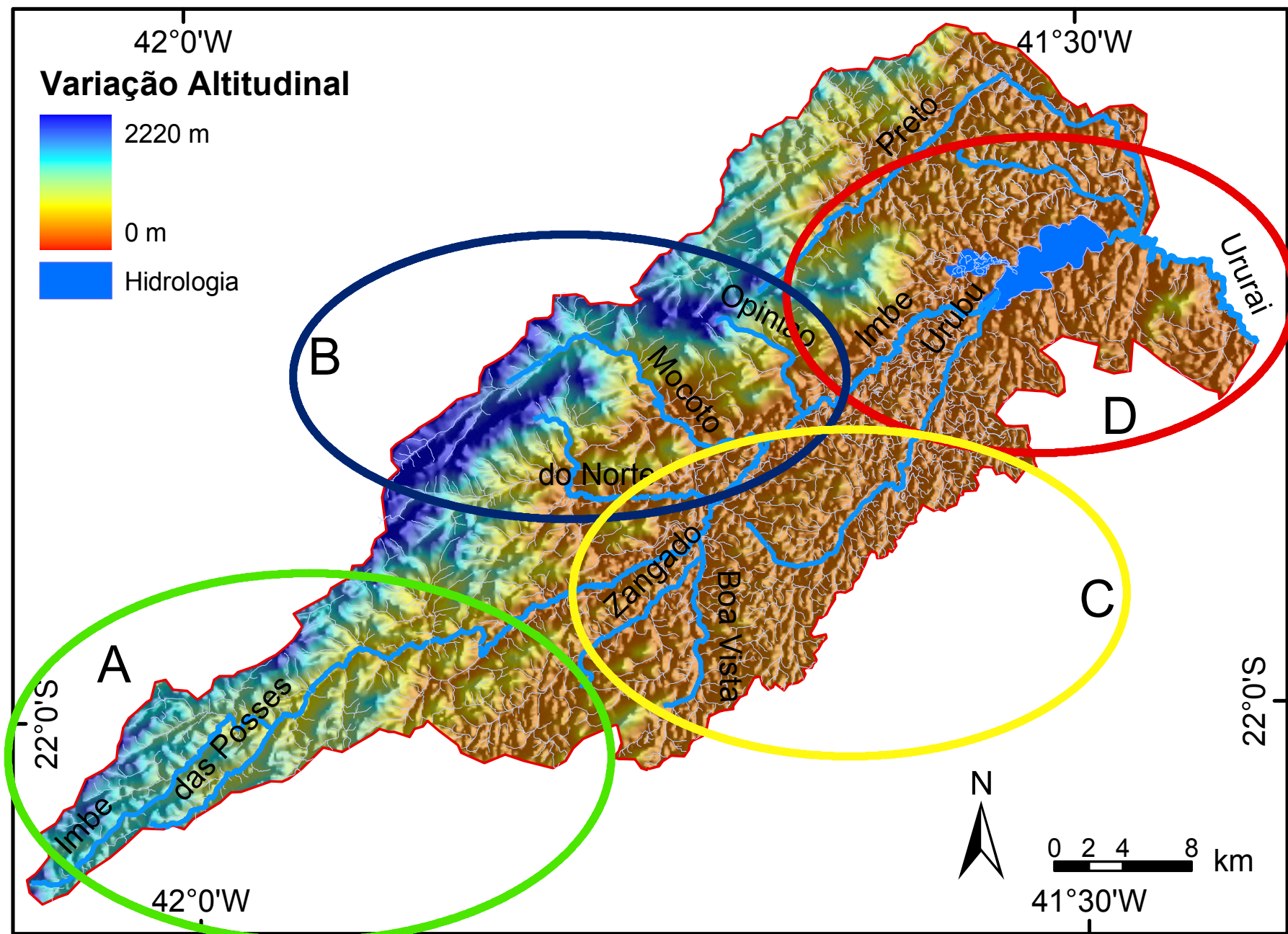


Figura 7: Compartimentalização biogeoquímica da bacia de drenagem do rio Imbé e Lagoa de Cima

gnaisses granitóides onde ocorrem afloramentos de rochas. Predomina solos podzólicos com vegetação nativa relativamente conservada, mas registra-se a formação de pequenos núcleos urbanos responsáveis pelo grau de impacto na área. O ponto representativo da nascente do rio Imbé 1 localiza-se na cidade de Trajano de Moraes, região com o maior adensamento populacional da bacia (cerca de 10.000 habitantes em uma área de 589 km²). A precipitação média nesse domínio varia de 1.300 a 2.400 mm (Figura 7).

Domínio Biogeoquímico B: Região topográfica também elevada, com amplitude topográfica superior a 500 m. Apresenta escarpas serranas sustentadas por gnaisses granitóides, onde se observam solos podzólicos vermelho-amarelos e vermelho-escuros eutróficos e distróficos. Destaca-se a vegetação original de mata relativamente bem preservada. A precipitação média de 1.100 a 2.400 mm (Figura 7).

Domínio Biogeoquímico C: Região de colinas baixas, abaixo de 50 m de altitude, com rochas predominantemente do tipo gnaisses granitóides, solos podzólicos vermelho-escuros eutróficos e latossolos vermelho-amarelos álicos ou distróficos. Vegetação original bastante fragmentada, em grande parte substituída por pastagens. Presença de pequenos e esparsos núcleos urbanos. Precipitação média anual de 700 a 1.500 mm.

Domínio Biogeoquímico D: Região de planícies fluviais e várzeas, constituída por sedimentos quaternários arenosos ou argilosos onde predominam solos do tipo glei e planossolos. Área predominantemente agrícola com pequenos e esparsos núcleos urbanos e pequenos e raros fragmentos de mata. Precipitação variando entre 1.200 a 1.900 mm (Figura 7).

5.3. Histórico de Ocupação

Dean (1996) menciona que no século XIX a Mata Atlântica no Rio de Janeiro, principalmente nas áreas altas como a região da Serra do Mar (Imbé), foi substituída por plantações de café. O mesmo também menciona a extração de madeira e palmito como importantes atividades antrópicas que afetavam a região, principalmente até os anos 1990. Essas ações, acrescidas da ocupação desordenada, do turismo, da implantação de pastos e plantios de cana-de-açúcar, provocaram a redução da área de cobertura vegetal da região do entorno da LC para 6% de sua extensão original.

Atualmente, a bacia do rio Imbé apresenta diferenças marcantes em termos de uso e ocupação do solo em relação ao norte e noroeste fluminense. Historicamente, o uso inicial da terra foi semelhante em toda a área. Porém, ao longo do último século a região da serra do Desengano passou a apresentar um padrão distinto do observado para a região. O processo de desenvolvimento

impulsionou as mudanças no uso e cobertura do solo. Houve substituição da floresta por plantações de café na região de morro no centro e noroeste fluminense e por cana-de-açúcar na baixada. Esse modelo econômico reduziu drasticamente a cobertura de mata em toda região (95%, SOS Mata Atlântica, 2004). No entanto, em regiões de terreno acidentado, como na serra do Desengano, esse processo pode ser estancado pela limitação na utilidade do solo para agricultura. Essa limitação rendeu, inclusive, o nome “desengano” a região, dado pelos colonos que vieram para cultivo de café e foram mal sucedidos.

A evolução temporal da cobertura do solo na bacia estudada e na região norte do Estado do Rio de Janeiro pode estar associada principalmente aos ciclos econômicos do café, pecuária, extrativismo silvícola e da cana-de-açúcar. Mas, é importante lembrar que as mudanças no uso do solo são determinadas não apenas por fatores econômicos. Em escala de tempo mais extensa, fatores físicos, como clima, solos e topografia da região também são determinantes. Por outro lado, em momentos específicos ações governamentais foram cruciais na dinâmica de mudança do uso do solo. Como exemplo, há o caso dos incentivos ao cultivo de cana-de-açúcar entre os anos de 1970 e 1980, ou a mudança na legislação ambiental no final da década de 80.

A Figura 8 mostra que ao longo dos anos de 1978 a 2004, a diferença mais marcante ocorreu no sentido da perda de áreas florestadas, principalmente entre 1978 e 1986 (Figura 8 e Figura 9). Esse processo se dá mais intensamente

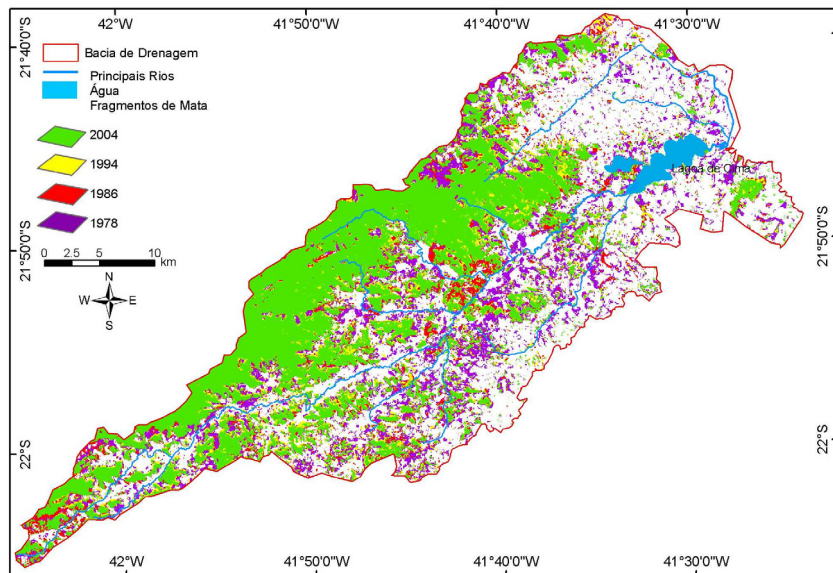


Figura 8: Variação da participação de cobertura e vegetação florestal entre 1978 e 2004 na Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima.

na região central da bacia, as margens do rio Imbé, no trecho de várzeas, e no seu entorno, na região de morros. Outros pontos de forte avanço das áreas agrícolas em direção a floresta se dá na região do rio Preto, mais precisamente na localidade de Olho D'Água, nas proximidades do Mocotó e nas áreas baixas de Santa Maria Madalena.

A diferenciação na distribuição temporal do uso das terras ocorre de maneira menos intensa nos anos de 1986 e 1994 (Figura 9). Esse fato pode ser relacionado tanto com limitação das atividades extrativistas estrangulada pela mudança na legislação ambiental, mais precisamente a partir da vigência do novo Código Ambiental (Lei no 6.938 de 31 de agosto de 1981 e Constituição Federal de 1988), quanto com as atividades de fiscalização e coibição associadas a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A essa época também estão associados o enfraquecimento dos incentivos ao plantio da cana-de-açúcar para produção de combustível e o esgotamento das áreas baixas, mais propícias a agricultura e pecuária extensiva. Outra possível causa para a redução das taxas de desmatamento é a aproximação da fronteira agrícola com as maiores declividades associados a Serra do Desengano (Figura 10).

5.4. Uso da Terra

O mapa de uso e cobertura do solo em áreas rurais é fundamentalmente baseado nas formas de vegetação da área. Pelo seu inerente potencial indicador das alterações sofridas em uma determinada área, a caracterização da vegetação pode ser considerada como marco inicial no

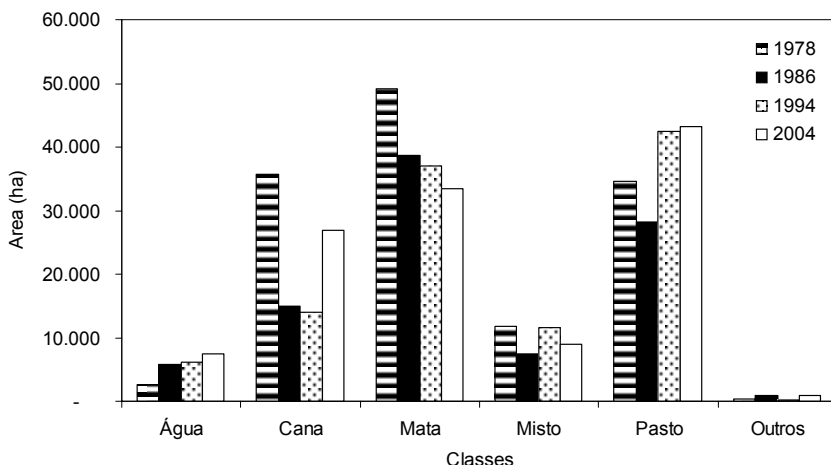


Figura 9: Variação na área de ocupação das seis principais classes de uso e ocupação da Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima.

planejamento. O estudo da vegetação permite conhecer as condições naturais do território e as influências antrópicas recebidas, podendo responder sobre a qualidade geral do meio.

Dentro do planejamento ambiental, o mapeamento da vegetação é a forma mais comum para tomadas de decisão relativas à conservação de ecossistemas naturais. Por meio de mapas de vegetação pode-se destacar os efeitos provocados e o novo padrão estabelecido pelas ações humanas. Através de mapas temáticos pode-se deduzir ainda as novas tendências ambientais como a regeneração natural e associar tais aspectos à tomada de decisão. Somam-se em importância na confecção dos mapas de cobertura do solo às características de ordem geográfica, como serranias e corpos hídricos, e rede de drenagem, regiões de intensa atividade humana e vias de intercomunicação. Esses são elementos de forte influência nas características naturais e, desta forma, especialmente relevante na confecção de mapas para o planejamento ambiental.

Em termos gerais, as mudanças no uso e cobertura do solo ocorridas entre 1978 e 2004 tiveram como consequência mais evidente o decréscimo nas áreas florestadas e o aumento nas áreas com plantio de cana-de-açúcar e de pastagens. Essa mudança no percentual de cobertura tem consequências diretas na fragmentação do habitat como um todo.

A Figura 10 apresenta o atual mapa da cobertura da Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima e a participação das principais classes de ocupação. Considerando que toda área tenha sido coberta por Mata Atlântica no passado, o cenário mostra hoje um forte índice de alteração promovido pela atividade econômica, levando a substituição dessa vegetação nativa em mais de 60% da área analisada. A partir do imageamento realizado em fevereiro de 2004, a ocupação da bacia é representada por 34% de pastagens e 21% de plantios de cana-de-açúcar.

Uma expressiva ocupação com formas de vegetação nativa, com ¼ de mata, deve ser considerado fator de absoluta importância, pois aí está um grande capital tanto no que refere aos serviços ambientais prestados a região quanto aos atributos turísticos, ainda pouco explorados. Como serviços ambientais, pode-se destacar a manutenção do clima, do fluxo hídrico do rio Imbé, e o banco de diversidade biológica. Em relação aos atributos turísticos, a configuração paisagística serra-mata-Lagoa é o principal deles.

Por outro lado, a cobertura de mata estimada em 26% deve ser olhada sobre dois aspectos: primeiro, na área da bacia encontra-se inclusive parte da Serra do Desengano, com regiões de forte declividade e solos rasos e, desta forma, impróprias para a agricultura típica da região. Isto pode ser visualizado na Figura 10, a qual mostra as fronteiras agrícolas associadas ao início da

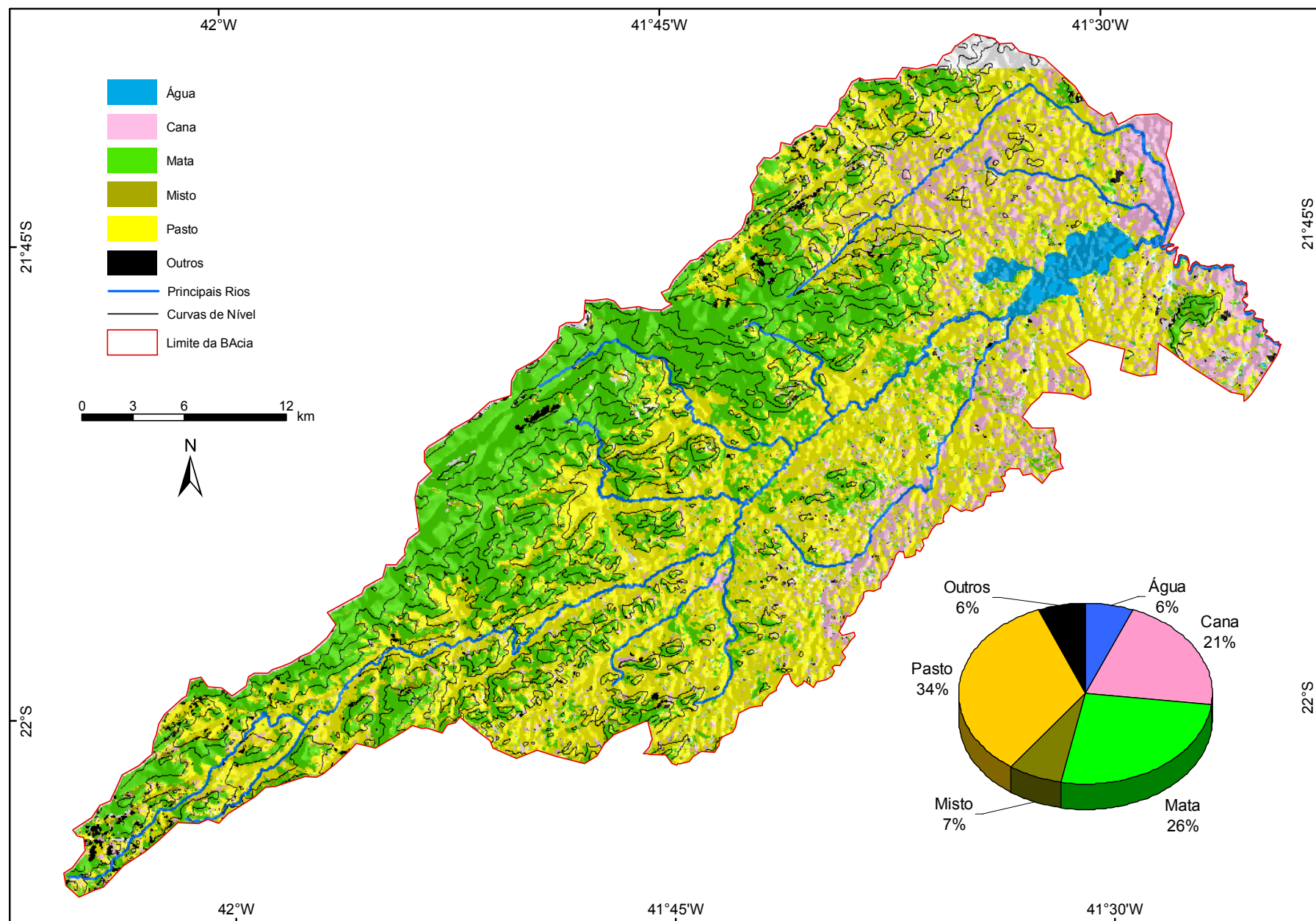


Figura 10: Mapa de Uso e ocupação e participação percentual das seis principais classes de ocupação do solo na Bacia de Drenagem do Rio Imbé e Lagoa de Cima.