



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - UESC**  
**Programa Regional de Pós-graduação em**  
**Desenvolvimento e Meio Ambiente**  
Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

**ALTERAÇÕES NO USO DA TERRA DAS BACIAS DO BAIXO RIO DE  
CONTAS E GONGOGI E REGIME HIDROLÓGICO DO RIO GONGOGI-  
BA**

**PRODEMA**

**AMOM CHRYSTIAN DE OLIVEIRA TEIXEIRA**

ILHÉUS, BAHIA.

2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**

**AMOM CHRYSTIAN DE OLIVEIRA TEIXEIRA**

**ALTERAÇÕES NO USO DA TERRA DAS BACIAS DO BAIXO RIO DE CONTAS E  
GONGOGI E REGIME HIDROLÓGICO DO RIO GONGOGI – BA**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Planejamento e Gestão Ambiental no Trópico Úmido

Orientador: Dr Maurício Santana Moreau

**ILHÉUS-BAHIA**

**2009**

T266      Teixeira, Amom Chrystian de Oliveira.  
            Alterações no uso da terra das bacias do baixo  
            Rio de Contas e Gongogi e regime hidrológico do Rio  
            Gongogi – BA / Amom Chrystian de Oliveira Teixeira . –  
            Ilhéus, BA: UESC/ PRODEMA, 2009.  
            x, 119f. : il.

            Orientador: Maurício Santana Moreau.  
            Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de  
            Santa Cruz. Programa Regional de Pós-graduação em  
            Desenvolvimento e Meio Ambiente.  
            Inclui bibliografia.

            1. Bacias hidrográficas. 2. Hidrologia. 3. Recursos  
            hídricos. 4. Cobertura do solo. 5. Vazão. I. Título.

CDD 551.483

## **DEDICO E OFEREÇO**

Às três pessoas mais importantes de minha vida, meus pais Maria Cristina Néri de Oliveira Teixeira e Herbert Caetité Montenegro Teixeira, e minha noiva Thiara Messias de Almeida, que me deram o apoio de que precisei.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus meu pai e criador que possibilitou minha caminhada.

A meu orientador e amigo Dr. Mauricio Santana Moreau pela compreensão, dedicação, incentivo e paciência.

A minha co-orientadora Dra. Ana Maria Moreau, pela firmeza e dedicação.

A minha noiva Thiara Messias de Almeida, pessoa que amo, pela solicitude, dedicação e compreensão nestes dois anos.

Aos meus queridos pais Herbert Caetité Montenegro Teixeira e Maria Cristina Néri de Oliveira Teixeira, pelo apoio.

Aos professores do PRODEMA, especialmente Raquel, Milton e Paulo Terra.

A minha colega e amiga Mikaele pela ajuda nos trabalhos.

A meus colegas de mestrado, especialmente Luciano Portela, Ricardo e Tiago Bucci.

A Marilene Messias Miranda, minha sogra pelo apoio durante minha graduação.

# ALTERAÇÕES NO USO DA TERRA DAS BACIAS DO BAIXO RIO DE CONTAS E GONGOGI E REGIME HIDROLÓGICO DO RIO GONGOGI – BA

## RESUMO

Modificações dos usos da terra que impliquem na substituição da cobertura vegetal nativa podem causar importantes alterações nas características hidrológicas da bacia, especialmente as ligadas ao aumento da energia cinética da chuva, redução da evapotranspiração, diminuição do volume de infiltração e conseqüente aumento do escoamento superficial. Observa-se que na bacia hidrográfica do Rio de Contas na Bahia, essa realidade apresentada não é diferente. Por isso, esse trabalho analisa as alterações no uso da terra e sua influência na dinâmica hidrológica em duas sub-bacias hidrográficas do Rio de Contas: a do Baixo Rio de Contas e a do Gongogi, servindo de parâmetro para propor medidas que favoreçam a conservação dos recursos hídricos na região. Desta forma foram identificadas e delimitadas as sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi com auxílio do SIG Arc View, detalhadas informações das sub-bacias identificadas tais como: usos da terra (1973, 1987, 1996 e 2002), geomorfologia, geologia, pedologia, hidrografia, pluviometria e vazão do período entre 1973 e 2002. Os resultados indicam uma severa diminuição das coberturas arbóreas da bacia, principalmente da bacia do Rio Gongogi, que foram gradualmente convertidas em pastagens. O desmatamento não causou grandes impactos à precipitação, evapotranspiração ou vazões anuais da bacia hidrográfica, foi observado no entanto, um aumento da produção de água da bacia no período em estudo.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica, vazão, cobertura do solo.

**ALTERATIONS IN THE USE OF THE LAND OF THE BASINS OF THE LOW RIVER  
OF CONTAS AND GONGOGI AND HYDROLOGIC REGIME OF THE RIVER  
GONGOGI - BA**

Modifications of the uses of the land that imply in the substitution of the native vegetal covering can cause important alterations in the hydrological characteristics of the basin, especially the ones that increase of the kinetic energy of rain, reduction of the evapotranspiration, reduction of the infiltration volume and consequently increase of the superficial draining. It is observed that in the hydrographical basin of the Contas River in Bahia, this presented reality is not different. Therefore, this work analyzes the alterations in the use of the land and its influence in the hydrological dynamics in two hydrographic sub-basins of the Contas River: of the Low Contas River and of the Gongogi, serving as parameter to propose measures that favor the conservation of the hydric resources of the region. The sub-basins of the Contas Low River and Gongogi had been identified and delimited with assistance of the SIG Arc View, detailed information of the identified sub-basins such as: use of the land (1973, 1987, 1996 and 2002), geomorphologic, geology, pedologic, hydrographic, pluviometric and outflow of the period between 1973 and 2002. The results indicate a severe reduction of the arborous coverings of the basin, mainly of the basin of the Gongogi River, that gradually had been converted into pastures. Besides that, the deforestation did not cause significant impacts to the precipitation, evapotranspiration or annual outflows of the hydrographical basin, being these controlled mainly by climatic factors that overwhelm the basin scale .

**Key -Words:** Hydrographical basin, outflow, covering of the ground.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das regiões secas e úmidas do planeta.	18
Figura 2 – Representação do ciclo hidrológico.	33
Figura 3 – Limites das sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi.	47
Figura 4 – Limites das sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi segundo a Secretaria de Recursos Hídricos da Bahia – SRH.	48
Figura 5 – Cenas do Landsat (a) e Landsat 5 que recobrem a área da bacia do Baixo Rio de Contas.	50
Figura 6 – Pontos de campo onde foram obtidos os usos da terra para as bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi.	52
Figura 7 - (a) postos pluviométricos com dados disponíveis para a bacia (até 50km) e (b) com dados entre o período de 1973 a 2002.	54
Figura 8 – Postos pluviométricos e polígonos de Thiessen nas Bacias do Baixo Rio de Contas.	56
Figura 9 – Estações Fluviométricas da Bacia do Baixo Rio de Contas.	58
Figura 10 – Limites das Sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi.	62
Figura 11 – Unidades Geológicas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	64



Figura 12 – Unidades Geomorfológicas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	65
Figura 13 – Isoietas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi	67
Figura 14 – Climas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	71
Figura 15 – Influencia da Estrutura Tectônica no curso dos rios das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	72
Figura 16 – Solos das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.....	73
Figura 17 – Ecorregiões das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	76
Figura 18 – Usos do Solo em hectares nos municípios com sede nas Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	82
Figura 19 – Usos da terra para as bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi em 1973.	93
Figura 20 – Usos da terra para as bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi em 1987.	94
Figura 21 – Usos da terra para as bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi em 1996.	95
Figura 22 – Usos da terra para as bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi em 2001.	96
Figura 23 – Totais anuais precipitados para a bacia do Rio Gongogi entre 1973 e 2001.	99

Figura 24 – Totais anuais de precipitação e evapotranspiração para a bacia do Gongogi (1973-2002).	103
Figura 25 – Precipitação (a) e evapotranspiração (b) acumulada para 36 meses (1973-2002).	104
Figura 26 – Totais anuais escoado pelo Rio Gongogi entre 1973 e 2001.	106
Figura 28 – Resposta Hidrológica da bacia do Rio Gongogi (1983-2002).	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estoques de água na Terra.	15
Tabela 2 – Consumo total de água (km <sup>3</sup> /ano).	17
Tabela 3 – Distribuição dos usos da água por continentes (1995).	17
Tabela 4 – Qualidade dos resultados estatísticos de Kappa.	52
Tabela 5 – Usos da Terra por município com sede nas bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.	83
Tabela 6 – Lavoura Permanente nas Bacias do Baixo Rio de Contas.	85
Tabela 7 - Lavoura Temporária nas Bacias do Baixo Rio de Contas.	86
Tabela 8 – Rebanho Bovino dos municípios com sede nas Bacias do Baixo Rio de Contas.	88
Tabela 9 – Concentração fundiária por município com sede nas bacias do baixo Rio de Contas.	90
Tabela 10 – Avaliação do mapeamento de uso da terra para a bacia do rio Gongogi e Baixo rio de contas (1973-2001), através dos resultados estatísticos de Kappa.	91
Tabela 11 – Áreas de matas/cabruças, pastagens, nuvens e sombra de nuvem nas bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi. ....	97
Tabela 12 – Áreas de matas/cabruças, pastagens, nuvens e sombra de nuvem nas bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.....	97

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	A importância da água: vida e sociedade.....	14
3.2	Sociedade, natureza e uso do solo.....	22
3.3	Bacias hidrográficas.....	27
3.4	O ciclo hidrológico.....	32
3.5	Vazão, regime hidrológico e balanço hídrico.....	37
3.6	A relação entre usos do solo e a água. ....	39
4	METODOLOGIA.....	45
4.1	Caracterização preliminar da área de estudo.....	45
4.2	Procedimentos metodológicos .....	48
5	RESULTADOS.....	62
5.1	Delimitação, Fisiografia e Vegetação das bacias hidrográficas do Baixo Rio de Contas e Gongogi .....	62
5.2	Histórico de ocupação e aspectos socioeconômicos .....	78
5.3	Evolução dos Usos da terra.....	91
5.4	Dados Hidrológicos.....	97
6	CONCLUSÕES.....	111
7	BIBLIOGRAFIA.....	113

## **1. INTRODUÇÃO**

As modificações dos usos da terra, que impliquem na substituição da cobertura vegetal, podem causar importantes alterações nas características hidrológicas de uma bacia hidrográfica, especialmente nas ligadas ao aumento da energia cinética da chuva (aumento do impacto da gota d'água no solo), redução da evapotranspiração, diminuição do volume de infiltração e conseqüente aumento do escoamento superficial.

Como conseqüências do aumento do escoamento superficial poderá ocorrer uma maior intensidade das cheias dos rios, enquanto que a diminuição da infiltração reduzirá a recarga do lençol freático que deixará de abastecer o rio em períodos de estiagem. Salienta-se que a diminuição da evapotranspiração pode causar um aumento global da vazão do rio em decorrência do maior volume de água escoado, mas este aumento se dá em função da diminuição da constância da vazão e da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, além do aumento da erosão e do assoreamento dos rios.

A vivência em campo indica que na bacia do Rio de Contas na Bahia, essa realidade apresentada não é diferente. A bacia do rio de Contas tem uma área de 53.334 km<sup>2</sup>, abrange de forma total ou parcial 62 municípios e seus principais usos contemplam as atividades de irrigação, geração de energia elétrica, mineração, pecuária e agricultura (BAHIA, 2000; BAHIA, 2001).

As Sub-bacias do Baixo Rio de Contas que incluem as bacias do Rio Gongogi, Oricó e diversos rios menores que deságuam no baixo curso do Rio de Contas contribuem com grande parte da vazão do trecho final do Rio de Contas, sendo portanto de importância fundamental para os ecossistemas e comunidades que vivem a sua jusante. Esta parte da bacia do Rio de Contas ainda possui trechos de Mata Atlântica preservados em decorrência da cacauicultura sob o sistema de cabruca (cacau sombreado pela mata), mas a crise da lavoura cacaueteira em decorrência dos baixos preços e de doenças, entre as quais se destaca a vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis moniliophthora*, tem levado a alguns produtores a procurar alternativas econômicas, que têm por consequência ao desmatamento da área.

Devido a importância ambiental e social desta bacia hidrográfica, surge a necessidade de pesquisas que balizem o uso racional de suas potencialidades e auxiliem na tomada de decisões em futuros projetos de intervenção nesta área.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1 Geral

Analisar as alterações no uso da terra e sua influência no regime hidrológico anual das sub-bacias do Baixo Rio de Contas e do Rio Gongogi, Bahia.

### 2.2 Específicos

2.2.1 Identificar e delimitar as sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi com auxílio do SIG Arc GIS;

2.2.2 Caracterizar socioeconomicamente as populações das sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi;

2.2.3 Levantar informações das sub-bacias identificadas tais como: usos da terra (1973, 1987, 1996 e 2001), geomorfologia, geologia, pedologia, hidrografia;

2.2.4 Determinar as variações pluviométricas e das vazões do Rio Gongogi nos últimos 30 anos e o efeito que as modificações dos usos da terra tiveram nestas variações.

### **3. REVISAO DE LITERATURA**

#### **3.1 A importância da água: vida e sociedade.**

A água é o principal componente dos seres vivos (SOARES, 2008), a composição química dos organismos é aproximadamente de 75% a 85% de água (CPV, 2003), a maior parte das reações e dos transportes intracelulares ocorre em meio aquoso. Nos organismos a água atua no transporte de alimentos, resíduos e sais minerais, lubrifica os tecidos e articulações, conduz a glicose e oxigênio para o interior das células e regula temperatura (EPAL, 2003). Como acontece nos outros organismos vivos a água constitui uma parte integrante também do organismo humano, apresentando-se neste como cerca de 70% de sua composição (BRANCO, 1991).

A vida provavelmente surgiu na água, como indica a teoria de Aleksandr Oparin de 1956, a qual afirma que descargas elétricas sobre a atmosfera primitiva originaram os primeiros compostos orgânicos, que nos oceanos constituíram os primeiros organismos. Nenhum outro solvente que não a água apresenta, reunidas às temperaturas e pressões normais da superfície do planeta, propriedades físico-químicas tão compatíveis com os processos biológicos essenciais. Pode-se afirmar que os processos biológicos somente tem as características atuais por que se desenvolveram a partir da disponibilidade de água (BRANCO, 1991), portanto a distribuição temporal e espacial das precipitações é um dos fatores que condicionam



o tipo de vida de uma região (CALASANS et al, 2002) e modificações nessa disponibilidade de água podem ser desastrosas para os organismos que dela dependem.

A água como substância está presente em toda parte, mas o recurso hídrico, entendido como bem aproveitável, sob custos financeiros razoáveis, é mais escasso (HIRATA, 2000). Embora a água recubra cerca de 70% de sua superfície da Terra, a água doce corresponde a menos de 3% do total de água existente na natureza (Tabela 1), sendo que 2,3% dos 3% está aprisionada em lençóis subterrâneos muito profundos ou congelada em calotas polares e geleiras, e menos de 0,5% do total da água do planeta encontra-se disponível imediatamente para o uso humano (PORTO et. al., 1991). A isto soma-se a distribuição não uniforme no tempo e no espaço dos recursos hídricos, existindo áreas e períodos com menor disponibilidade de água.

Tabela 1 – Estoques de água na Terra

<b>Reservatório</b>	<b>Volume(km<sup>3</sup>)</b>	<b>Total(%)</b>	<b>Água doce(%)</b>
Oceano	1.348.000.000	97,4	
Água doce	36.120.000	2,6	
Geleiras e calotas	27.820.000	2	77
Águas subterrâneas	8.001.000	0,58	22,2
Lagos e rios	225.000	0,02	0,62
Água no solo	61.000	0,004	0,17
Atmosfera	13.000	0,001	0,04

Fonte: adaptado de Baumgartner e Reichel (1975) apud Bonan (2002)

A água é, provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade (MOSS e MOSS, 2008). A disponibilidade de água doce para o consumo humano e para uso na agricultura sempre foi uma das prioridades a serem consideradas pelas sociedades antigas em

sua fixação em determinados locais (COM CIÊNCIA/SBPC, 2008). A demanda de água determinou a localização das comunidades desde que o homem passou a viver de forma sedentária adotando a agricultura como meio de subsistência (HELLER, 2006). Assim as primeiras cidades surgiram às margens dos grandes rios (COLLISCHONN, 2001). Os sumérios (3100 a.C.) aproveitavam o regime de cheias do Tigre e Eufrates; no Egito à época dos faraós a ocupação se dava principalmente às margens do Nilo; na Índia à época de Sidarta Gautama, o Buda (576-487 a.C.), as cidades localizavam-se na bacia dos rios Ganges-Jumna; na China da dinastia Shang os grupos humanos localizavam-se junto aos Rios Amarelo e Wei, e mais tarde na época de Confúcio também nas bacias dos Rios Hwai, Han e Yangtsé; no continente Americano a sociedade Olmeca erigiu por volta de 1250 a.C um império com capital próxima ao rio Coatzacoalcos (COM CIÊNCIA/SBPC, 2005).

Mas não foram só as sociedades antigas que consideraram a disponibilidade e proximidade de fontes de água em sua ocupação, a colonização portuguesa nas terras brasileiras considerou a proximidade do litoral e de outros corpos d'água como lagos e rios, neste caso estava em jogo os meios para o abastecimento de água doce e para o escoamento da produção da colônia e ainda hoje a disposição da maior parte dos municípios brasileiros mostra a dependência de recursos hídricos.

Por todas as razões apresentadas, e como já foi indicado, a água é um elemento fundamental não só para a vida de modo geral, mas também para todas as atividades humanas, que além das ligadas a processos fisiológicos, tais como: a dessedentarização, higiene pessoal e preparo de alimentos; incluem lazer, navegação e necessidades produtivas agropecuárias e industriais, tais como irrigação de culturas, dessedentarização de animais, refrigeração de máquinas,

processos químicos industriais, geração de energia elétrica e transporte e diluição dos dejetos da sociedade.

Heller (2006) apresenta como principais usos da água nas modernas sociedades os consuntivos (abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, aquicultura) nos quais há perdas entre o volume captado e o volume devolvido ao curso d'água e os não consuntivos (geração de energia hidroelétrica, navegação, recreação e harmonia paisagística, pesca, diluição, assimilação e afastamento de efluentes) onde não se verificam estas perdas, embora possam implicar em alterações no regime hidrológico e qualidade dos recursos aquáticos.

As Tabelas 2 e 3 apresentam respectivamente a evolução das retiradas totais de água para múltiplos usos, entre 1970 e 2000 e a distribuição dos usos da água por continentes em 1995.

Tabela 2 – Consumo total de água (km<sup>3</sup>/ano)

<b>Uso total</b>	<b>1970</b>	<b>1975</b>	<b>2000</b>
Suprimento Doméstico	120	150	500
Indústria	510	630	1.300
Agricultura	1.900	2.100	3.400
<b>Total</b>	<b>2.530</b>	<b>2.880</b>	<b>5.200</b>

Fonte: adaptado de GLEICK (2003); PIELOU (1998); TUNDISI (2001), apud TUNDISI (2003a)

Tabela 3 – Distribuição dos usos da água por continentes (1995)

<b>Continente</b>	<b>Irrigação</b>		<b>Uso Industrial</b>		<b>Uso Doméstico</b>	
	<b>km<sup>3</sup></b>	<b>%*</b>	<b>km<sup>3</sup></b>	<b>%*</b>	<b>km<sup>3</sup></b>	<b>%*</b>
África	127,7	88	7,3	5	10,2	7
Ásia	1388,8	85	147	9	98	6
Oceania	5,7	34,1	0,3	1,8	10,7	64,1
Europa	141,1	31	250,4	55	63,7	14
América do Norte e Central	248,1	46,1	235,5	43,7	54,8	10,2
América do Sul	62,7	59	24,4	23	19,1	18
<b>Total</b>	<b>2024,1</b>	<b>68,3</b>	<b>648,9</b>	<b>23,1</b>	<b>265,5</b>	<b>8,6</b>

\*percentual entre os três usos.

Fonte: adaptado de RAVEN et al. (1998), apud TUNDISI (2003); HELLER (2006)

Os usos dos recursos hídricos são diversos e atendem aos mais variados interesses, e embora possa se afirmar que todos os usos são necessários e devem, portanto ser garantidos, a concentração de populações humanas, de indústrias, de atividades agrícolas e socioeconômicas frequentemente levam a escassez de água gerando conflitos entre seus diversos usos e usuários (BARTH e BARBOSA, 1999). Trabalha-se assim com o conceito de essencialidade, que refere-se a quantidade mínima de água e as condições mínimas para seu fornecimento para as necessidades básicas da vida humana (HELLER, 2006). Portanto, embora os recursos hídricos sejam de usos múltiplos, o abastecimento público é mundialmente reconhecido como prioritário (LINO e DIAS, 2003).

A despeito de que a “hidrosfera aproveitável” seja suficiente para abastecer toda a população atual da Terra (HIRATA, 2000), conflitos pela água ocorrem desde tempos remotos causados pela distribuição irregular dos recursos hídricos. A irregularidade da distribuição da água em escala global pode ser observada na Figura 1, que apresenta a distribuição das zonas secas e úmidas do planeta.

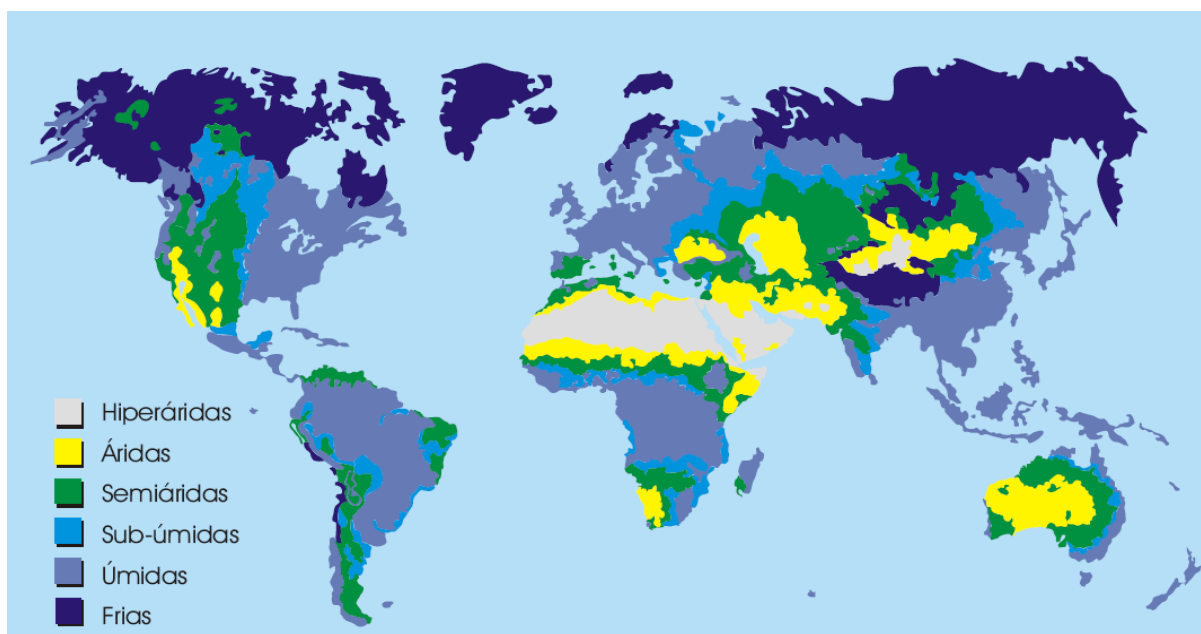


Figura 1 – Distribuição das regiões secas e úmidas do planeta.  
Fonte Nações Unidas (1997) apud Hirata (2000).

Mas não é somente em escala global que são observadas irregularidades na disponibilidade de água, temos também desigualdades em escalas regionais ou mesmo locais, causadas por fatores naturais e sociais.

Atualmente vem somar-se aos problemas ligados à irregularidade da distribuição da água o aumento acelerado da demanda, por incrementos populacionais, pelo desperdício e pela criação de novas necessidades, e a diminuição da oferta causada pela poluição dos recursos e por alterações no regime hidrológico, causando graves crises de abastecimento das populações, principalmente as mais carentes e gerando conflitos quanto aos usos e a posse da água.

A manutenção dos recursos hídricos é um tema que preocupa o homem a muito tempo, mas atualmente a escassez de água, já sentida em várias partes do mundo, as projeções de crescentes usos conflituosos da água (LIMA e ZAKIA, 2006), além de sua rápida deterioração, levaram a estabelecimento do planejamento e a conservação dos recursos hídricos como conceitos centrais nas últimas décadas. Em 1972 a conferencia das Nações Unidas sobre meio ambiente já prenunciava a crise mundial de água (HIRATA, 2000), em novembro de 1980 as Nações Unidas instituíram a Década da Água Potável, mais tarde, 2003 é declarado o Ano Internacional da Água Doce. O assunto é retomado dois anos depois, em março de 2005, quando a ONU coloca em vigor a Década Internacional da Água para a Vida.

Apesar da centralidade do tema, e do montante financeiro destinado à conservação dos recursos hídricos, a escassez de água é hoje um grave problema. Na década de 1990, o Comitê de Recursos Naturais das Nações Unidas confirmou que 80 países, representando cerca de 40% da população mundial sofriam com a

grave carência de água (HIRATA, 2000). Hoje a escassez atinge 460 milhões de pessoas (HIRATA, ibidem), segundo a UNESCO, em nossos dias mais de um sexto da população mundial (18%), não tem acesso ao fornecimento de água, até 2025 um terço da população mundial sofrerá de falta d'água (ROSE e CHIH, 2001), e em 2050, quando 9,3 bilhões de pessoas devem habitar a Terra, entre 2 e 7 bilhões de pessoas não terão acesso a água de qualidade, sendo a diferença entre estes extremos dependente das medidas adotadas pelos governos (FOLHA ONLINE, 2003).

Segundo a Agencia Nacional de Águas (ANA) no Brasil a escassez é causada pelo crescimento populacional, acompanhado do aumento da demanda e da diminuição da qualidade dos recursos hídricos (ANA, 2001), a estes acrescenta-se a irregularidade na distribuição dos recursos hídricos. O Brasil concentra 18% da água doce disponível e 2,7% da população mundial, mas como acontece no resto do mundo, a distribuição da água e da população pelo território brasileiro é bastante desigual, a maior parte da água disponível concentrada na região Norte, enquanto no Nordeste a oferta de água doce é de apenas 1500 m<sup>3</sup>/habitante/ano. Mesmo intra-regionalmente há imensas discrepâncias na distribuição espacial dos recursos hídricos, como exemplo o Nordeste, que possui regiões com boa disponibilidade de água, especialmente na área litorânea, sujeita a correntes de ar úmidas, e regiões onde a disponibilidade de água não atendem a padrões mínimos, necessários para a sobrevivência humana (ROSE e CHIH, 2001).

Fornecer água de qualidade é um desafio mundial para os próximos anos. O fornecimento de água de boa qualidade e o saneamento ambiental podem aumentar a expectativa de vida da população, além reduzir a mortalidade e enfermidades em até 75%; a falta de higiene e água potável estão associadas a doenças como

diarréia, que mata todos os anos 4,6 milhões de crianças de até cinco anos de idade, o tracoma que atinge meio bilhão de habitantes de países pobres (HIRATA, 2000), a ascaridíase (900.000.000 casos no mundo no ano de 2000) e a esquistossomose (200.000.000 casos no ano de 2000) (WHO, 2000 apud HELLER, 2006).

Pelo que já foi apresentado, percebe-se a necessidade de manter a disponibilidade hídrica para os ecossistemas e garantir o contínuo fluxo de água para as populações. A garantia do abastecimento de água dependerá de dois fatores principais: a manutenção da qualidade e da vazão hidrológica dos corpos hídricos.

Para o abastecimento de água é necessário a avaliação das vazões dos cursos d'água, especialmente os superficiais, importando avaliar as vazões mínimas, e para a segurança do fornecimento d'água é necessária a garantia de que as vazões a serem captadas sejam superiores à mínima do manancial em um determinado período hidrológico, a menos que sejam adotadas estruturas de acumulação de água, mas mesmo neste caso é necessário que se conheçam as vazões hidrológicas dos cursos d'água (HELLER, 2006). As vazões no entanto são muito vulneráveis ao uso e ocupação das bacias hidrográficas, e a crise ambiental atual, como já foi anteriormente indicado, tem diminuído a disponibilidade dos recursos hídricos (HELLER, *ibidem*). A urbanização, a industrialização, o manejo inadequado do solo pela agricultura e pecuária, os usos de fertilizantes e pesticidas, o desflorestamento e, conseqüentemente a erosão, as enchentes, a diminuição das reservas de água no subsolo (CALIJURI e BUBEL, 2006), além do já citado aumento da demanda, são problemas tanto para a quantidade quanto para qualidade da água, e devem ser mencionados. Ao longo deste trabalho procurar-se-á ampliar o

conhecimento científico para o balizamento da resolução de dois primeiros dos três problemas para o aproveitamento e conservação dos recursos hídricos indicados por Naghettini (2006), a saber: (i) o controle do excesso d'água, (ii) a conservação da quantidade de água e (iii) a conservação da qualidade da água.

Dada a importância reconhecida através de inúmeros trabalhos técnicos e científicos, das florestas para manutenção da qualidade dos recursos hídricos – papel que será melhor visto mais a frente – planos de manejo devem considerar os estoques de águas superficiais e sub-superficiais, e o papel que os usos da terra possuem na manutenção destes estoques de água. Em áreas preservadas o manejo das bacias hidrográficas deve procurar proteger os recursos florestais com vista a mitigar ou evitar os três problemas citados por Naghettini (2006), já em áreas mais devastadas o plano de manejo deve incluir a recuperação e o plantio de novas florestas (LINHARES, 2006).

### **3.2 Sociedade, natureza e uso do solo.**

Os recursos naturais são utilizados pelos grupos sociais para atender suas necessidades (LEFEBVRE, 1986, apud HAESBART, 2004), mas o aumento das atividades humanas tem provocado importantes alterações no espaço e conseqüentes impactos sobre o meio ambiente (ROCHA, 2003), tais alterações são potencializadas pela inobservância das interações entre os diversos componentes e sistemas do meio e agravadas pelo avanço da globalização e pela evolução da técnica, que produzem impactos mais severos, duradouros e que deixam de ser apenas em nível local para tomar proporções globais.

Mesmo antes de deixar de ser nômade o ser humano já provocava modificações, ainda que reduzidas, nas paisagens por onde passava, mas, havia



contudo, uma grande diferença nestas alterações: o grupo abandonava o local com o esgotamento ou diminuição dos recursos, e assim este poderia se recuperar até que houvesse uma nova ocupação (DEAN, 1996). As primeiras intervenções da humanidade nos processos naturais coincidem com o domínio do fogo, mas os registros mais antigos de exploração artificial mais ativa do recursos naturais datam de 8000 a.C., com o início da revolução agrícola (CORDANI e TAIOLI, 2000). O advento da agricultura e da conseqüente sedentarização das populações, tornaram as alterações mais profundas e duradouras, congelando as paisagens por décadas, séculos ou mesmo milênios, criando-se assim um impedimento para a recuperação dos sistemas impactados. Exemplos são dados por Dean (1996) – que descreve impactos ambientais decorrentes das paleolíticas sociedades caçadoras-coletoras e mais tarde dos povos indígenas agrícolas anteriores ao contato com os europeus, em sua relação com a Mata Atlântica, especialmente pela adoção do fogo; por Cordani e Taioli (2000) – que citam a salinização dos solos pelo intenso uso de irrigação da civilização mesopotâmica e; por Diamond (2007) – que cita as populações pré-industriais da Ilha de Páscoa e de Mangareva, além dos anasazis e maias como sociedades que entraram em colapso ou o provocaram em seus vizinhos em decorrência dos problemas ambientais que causaram.

Já para Santos (1996) nas relações deste período, as quais ele chamou de meio natural, havia uma certa harmonia entre homem e natureza, prova disto é a (re)produção de comportamentos sociais com o objetivo de preservar a continuidade do meio de vida, tais como rotação de culturas e terras, pousio e agricultura itinerante. É provável que tenha acontecido um pouco de cada, sociedades que não conseguiam estabelecer meios para a preservação do seu meio de vida acabavam perecendo, já as que conseguiam estabelecer regras sociais que culminassem na

preservação de parte dos recursos necessários à sua continuidade conseguiram sobreviver, para esta segunda possibilidade um bom exemplo são os inuitis, habitantes da Groenlândia, citados por Diamond (2007), que conseguiram sobreviver num ambiente frágil, onde a sociedade viking falhou.

O desenvolvimento da técnica aumentou o poder da sociedade impactar a natureza, de modo que as modificações ambientais da primeira sobre a segunda tornam-se conseqüentemente mais profundos, e cada vez mais irreversíveis. A adoção da agricultura, a domesticação de animais, a manipulação do fogo e de ferramentas para caça e agricultura, os saltos agrícolas e industriais dados pelas sociedades, em geral foram acompanhados de profundas transformações em seu espaço de vida.

Além do avanço das tecnologias alguns fatores que impulsionaram a degradação do meio devem ser citados, a saber: o crescimento e concentração populacional em determinadas partes da Terra; a interação entre técnica e ciência, que aumenta exponencialmente o avanço da primeira; a interação entre produção e técnica; a substituição da lógica local pela lógica “dos de fora”, atualmente a lógica global, o que criou uma quebra da ligação entre as pessoas e os recursos, e; a atual visão sob a qual é visto o desenvolvimento, uma sociedade industrial e consumista.

À ocupação e utilização de parcelas da superfície terrestre pela sociedade para suas atividades dá-se o nome de uso do solo. Os solos podem ser utilizados com as mais diferentes atividades e nas mais diversas intensidades, exemplos que podem ser citados são a utilização da terra para cultivos agrícolas, para pecuária, para fins industriais ou como cidades. O impacto decorrente destas atividades irá depender das características da atividade, das características do meio e principalmente das práticas de manejo adotadas.

O uso intensivo do solo traz preocupações em relação aos impactos ambientais que são gerados e à conservação dos recursos naturais a curto, médio e longo prazo (OLIVEIRA, 2001), por outro lado, usos da terra inapropriados conduzem à exploração ineficiente, à degradação dos recursos, à pobreza e à outros problemas sociais, surgindo destes riscos a necessidade da avaliação e do planejamento do uso da terra (BEEK et al, 1996). Para o planejamento do uso sustentável do solo existe uma seqüência que precisa ser seguida, independentemente dos métodos que o planejador pretenda utilizar para realizar cada etapa: para planejar é preciso avaliar, para avaliar é preciso conhecer e para conhecer é preciso caracterizar (ALVES et al, 2003). Vê-se assim como de fundamental a realização de estudos que balizem os usos adequados da terra, bem como as práticas de manejo adotadas. Lembrando que a falta de estudos pode contribuir para a ocorrência de problemas tais como ocupação de áreas impróprias com riscos de erosão e exposição do solo, poluição de recursos hídricos e invasão de áreas de preservação permanente (MONTESI e BATISTA, 2003 apud BARROS et al, 2007). O conhecimento do uso do solo é assim de grande utilidade, para o conhecimento das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo uma importante ferramenta de planejamento e tomada de decisão (IBGE, 2006). É portanto fundamental a realização de levantamentos de usos da terra, tanto para o planejamento de uso sustentável como para solução de conflitos já existentes. Os usos do solo influenciam ainda no regime hidrológico dos cursos fluviais, a impermeabilização, gerada por certas atividades e a retirada da cobertura vegetal tem afetado a disponibilidade de água para os seres que dela necessitam, incluído aí o ser humano.

A necessidade de estudos e os problemas decorrentes de usos inadequados do solo tem levado os pesquisadores a buscar novos conhecimentos, com técnicas de estudo voltadas à exploração e à análise do meio fisiográfico, que possibilitem a aquisição de informações da maneira rápida e econômica (MONTESI e BATISTA, 2003 apud BARROS et. al, 2007). Entre as ferramentas mais utilizadas da atualidade está a técnica de sensoriamento remoto, esta vem se constituindo em um instrumento imprescindível aos planejadores, ambientalistas e pesquisadores ligados às Ciências da Terra, pois possibilita a aquisição de informações sobre determinada área e os fenômenos que nela ocorrem (LUCHIARI et. al, 2005).

Os dados de sensoriamento remoto são utilizados nos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs).

Os SIGs, que podem ser definidos como ferramentas que permitem o armazenamento, processamento, gerenciamento e consulta de dados espaciais, vem se disseminando rapidamente nos últimos anos, entre outras razões por que os sistemas computacionais tem evoluído rapidamente, tornando-se amigáveis para usuários não especialistas, por que houve uma sensível diminuição dos custos de programas e equipamentos e por que houve um gradual aumento da disponibilidade de dados espaciais em formato digital e de pessoas especializadas utilizando SIG para diversas finalidades (BECKER, 2005; JONHSON & GAGE, 1997 apud BECKER, 2005; EHLERS, 1996 apud BECKER, 2005).

Entre as principais vantagens do SIGs, está a possibilidade de armazenamento em um único banco de dados, informações e planos temáticos de diversas modalidade em diferentes formatos, associando aos procedimentos da análise geográfica, além da agilidade; da versatilidade (ALVES et al, 2003); da facilidade de manuseio das informações; da diversidade de formatos gerados e da

facilidade do compartilhamento das informações geradas por apresentarem resultados facilmente visualizados pelo público e por profissionais de áreas diversas, na forma de tabelas, gráficos ou representações espaciais.

Os SIGs são próprios a análise de questões de natureza espacial, nas quais é de grande importância a localização de um determinado objeto de estudo ou fenômeno em relação a outros ou em relação a influências ambientais. Na área de estudo de bacias hidrográficas os SIGs possuem uma ampla aplicação, permitindo através de dados de sensoriamento remoto estudos morfométricos e acompanhamento dos usos da terra e monitoramento de áreas, além da análise da relação entre os diversos fenômenos que ocorrem na área da bacia hidrográfica. Os estudos, antes realizados através de cartas topográficas e observações diretas, hoje podem ser realizados através de bancos de dados preexistentes e de imagens coletadas por sensores remotos, sem abdicar, é claro, do trabalho de campo.

### **3.3 Bacias hidrográficas**

Há hoje uma convergência em diversas áreas de pesquisa e gerenciamento dos recursos naturais, na definição da bacia hidrográfica como uma unidade de estudo, planejamento e gerenciamento, fato constatado na literatura da área de Ecologia, Geografia, Engenharia Agrônômica, Engenharia Sanitária e Ambiental, Ciências Sociais, entre outras (OLIVEIRA, 2002). Isto ocorre por que a utilização da unidade de análise “bacia hidrográfica” é a mais adequada para compatibilização da produção e preservação ambiental, já que estas são unidades geográficas naturais, possuindo portanto características biogeofísicas e sociais integradas (SOUZA e FERNANDES, 2007), ou seja ao adotar a bacia hidrográfica como célula básica de

análise ambiental o pesquisador pode conhecer e avaliar os diversos componentes, processo e interações que nela ocorrem (BOTELHO e SILVA, 2004).

Mas nem sempre foi assim, embora a bacia hidrográfica seja reconhecida como unidade espacial na Geografia desde o final da década de 60 (BOTELHO e SILVA, 2004), e hoje seja amplamente reconhecida a importância de estender os processos na bacia de drenagem e na vegetação riparia, considerando a profunda influência que exercem na qualidade da água, por muito tempo argumentou-se que a descrição e a definição da qualidade dos ambientes aquáticos não precisava se estender além das margens de rios e lagos (OLIVEIRA, 2002). Na última década, no entanto, houve a incorporação definitiva do conceito de Bacia Hidrográfica pelos profissionais não só da Geografia, mas também das chamadas Ciências Ambientais em seus estudos e pesquisas (BOTELHO e SILVA, 2004).

Uma bacia hidrográfica é normalmente definida como uma área natural de captação da precipitação, tendo limites marcado por divisores de água que fazem com que a água precipitada conflua para um único ponto de saída, o exutório. Desta forma, qualquer parte da superfície terrestre faz parte de uma bacia hidrográfica (SCHIAVETTI et al, 2002). São ainda comumente utilizados como sinônimos de bacia hidrográfica os termos bacia de captação, bacia imbrífera, bacia coletora e bacia de drenagem superficial (GARCEZ e ALVAREZ, 1988) e bacia de contribuição (MARTINS, 1976). Os divisores de água são divisores topográficos, cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes (NAGHETTINI, 2006).

Dois termos freqüentes na literatura correlata, que se relacionam diretamente ao de bacia são o de sub-bacia hidrográfica e o de microbacia hidrográfica. O termo sub-bacia hidrográfica se relaciona ao de bacia hidrográfica de forma hierárquica,

cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação a última, uma sub-bacia (SOUZA e FERNANDES, 2007), assim uma sub-bacia pode ser dividida em sub-bacias sendo cada sub-bacia uma bacia hidrográfica. Botelho e Silva (2004), no entanto consideram que a utilização do termo sub-bacia pode configurar-se algumas vezes em falhas do ponto de vista semântico, pois a menção à sub-bacia, independente de suas dimensões pressupõe, além de sua inserção em outra bacia maior, o seu vínculo com a mesma no estudo considerado. O segundo termo, microbacia, é definido por Botelho e Silva (2004, p. 157) como

toda bacia hidrográfica cuja área seja suficientemente grande para que se possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos (materiais, humanos e tempo), respondendo positivamente à relação custo/benefício existente em qualquer projeto de planejamento.

Botelho e Silva (2004), indicam ainda uma resistência por parte da comunidade científica, especialmente dos profissionais ligados à Geografia, em adotar o termo microbacia. Apesar das possíveis falhas que isso possa trazer, este trabalho utilizará, concordando, com Souza e Fernandes (2007), para quem o termo “microbacia”, embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, imprópria e subjetiva, sendo sugerida a substituição do termo microbacia por sub-bacia hidrográfica, o termo sub-bacia em substituição ao de microbacia, excetuando-se nas referências a terceiros que utilizem o termo microbacia.

Numa perspectiva geomorfológica e hidrográfica, uma bacia hidrográfica seria o conjunto de terras drenados por um corpo d'água principal e seus afluentes (Figura 2). Embora esta seja uma visão comumente difundida na literatura correlata, Rodrigues e Adami (2005) consideram esta definição incompleta por consolidarem a visão bidimensional da bacia hidrográfica e deixarem de considerar, por exemplo, os

limites internos desse sistema por onde atua e circula grande parte da água. Estes mesmos autores definem a bacia hidrográfica como:

“um sistema que compreende um volume de materiais predominantemente sólidos e líquidos, próximos a superfície terrestre, delimitado interna e externamente por processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas da água e do material por ela transportado que mantém relações com esses canais (RODRIGUES e ADAMI, 2005, p. 147).”

Assim a bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema físico, no qual há a entrada de água sob a forma de precipitação e saída como escoamento pelo exutório, transformando assim a entrada de água concentrada no tempo (precipitação) em uma saída relativamente distribuída no tempo (escoamento)

Considera-se portanto a coexistência dinâmica dos principais elementos de uma bacia hidrográfica: solo, água, vegetação e fauna, respondendo às perturbações naturais e antrópicas. Uma bacia hidrográfica conduz parte da água precipitada sobre sua superfície para o rio através do escoamento superficial e do subterrâneo, neste caminho solos e vegetação influirão na velocidade da água; a litologia controlará a textura do solo, que controla a capacidade de estocar água para a vegetação; a estrutura geológica controla a morfologia da bacia, os processos erosivos e de lixiviação, além do potencial de produtividade e; o tempo atuará no intemperismo das rochas e na morfologia da bacia hidrográfica (CALIJURI e BUBEL, 2006), tem-se ainda a influencia das características climáticas, especialmente temperatura e precipitação.

O clássico conceito de bacia hidrográfica é ainda ampliado pelo ponto de vista do planejador direcionado à conservação dos recursos hídricos, passando a englobar os aspectos hidrológicos, biofísicos, as modificações nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais (PIRES et al, 2002).



O gerenciamento da bacia hidrográfica nestes casos passa a ser visto como a adoção da bacia hidrográfica como unidade de intervenção da gestão ambiental, sistêmica e globalizada. A utilização do conceito de bacia hidrográfica ajuda a colocar em perspectiva, muito dos problemas e conflitos, visto que as causas dos problemas aquáticos não são exclusivamente deste sistema, e é geralmente o incorreto gerenciamento da bacia hidrográfica que destrói os recursos aquáticos, por isso a bacia hidrográfica deve ser considerada a unidade de gerenciamento (ODUM, 1988).

A pesquisa científica mostra os ecossistemas como dinâmicos, alterando-se continuamente sob os impactos das interferências antrópicas e a crescente pressão exercida sobre os recursos hídricos torna essencial a implantação de ações de monitoramento, pesquisa e gerenciamento, possibilitando a transformação do conhecimento científico em aplicação. Para atividades humanas, a pressão sobre os recursos hídricos torna essencial a implantação de ações de monitoramento, pesquisa e gerenciamento (CALIJURI e BUBEL, 2006). E a utilização da bacia hidrográfica como célula básica de análise ambiental permite conhecer e avaliar seus diversos componentes, processos e interações (BOTELHO e SILVA, 2004)

Utilizando-se a definição da bacia hidrográfica como um sistema integrado, onde seus principais elementos coexistem dinamicamente, se influenciam e influenciam as características os recursos hídricos, é possível utilizar os últimos como indicadores de desequilíbrios do sistema. Segundo Lima e Zakia (2006) a manutenção da vazão, quantidade e qualidade da água dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica depende de mecanismos naturais de controle desenvolvidos ao longo da evolução da paisagem, um destes mecanismos é a relação entre

floresta e a água, na escala de bacia hidrográfica, objeto de estudo deste trabalho e que será discutida mais a frente.

Os diferentes usos do solo provocam diferentes alterações na paisagem e na dinâmica da área utilizada, e os recursos hídricos poderão refletir com diferentes intensidades as alterações nos usos do solo das regiões de drenagem. Portanto atividades como a utilização de agentes contaminantes na agricultura e mineração, a implantação de aterros sanitários na área da bacia hidrográfica, terão impactos sobre a qualidade da água dos corpos hídricos receptores do escoamento das terras e conseqüentemente da biota que utiliza este corpo hídrico. Por outro lado reflexos na quantidade de água poderão ser sentidos em decorrência de modificações no relevo, solo e vegetação. Neste sentido Guerra (2006) chama atenção de que é preciso conhecer a formação, constituição e dinâmica das bacias hidrográficas, para que obras de recuperação não sejam temporárias e sem eficácia, bem como para promover o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

### **3.4 O ciclo hidrológico**

Ciclo hidrológico (Figura 2) é processo contínuo de circulação e distribuição da água entre os seus principais reservatórios (subsolo, atmosfera, oceanos, lagos, rios, geleiras, solo, matéria viva, entre outros).

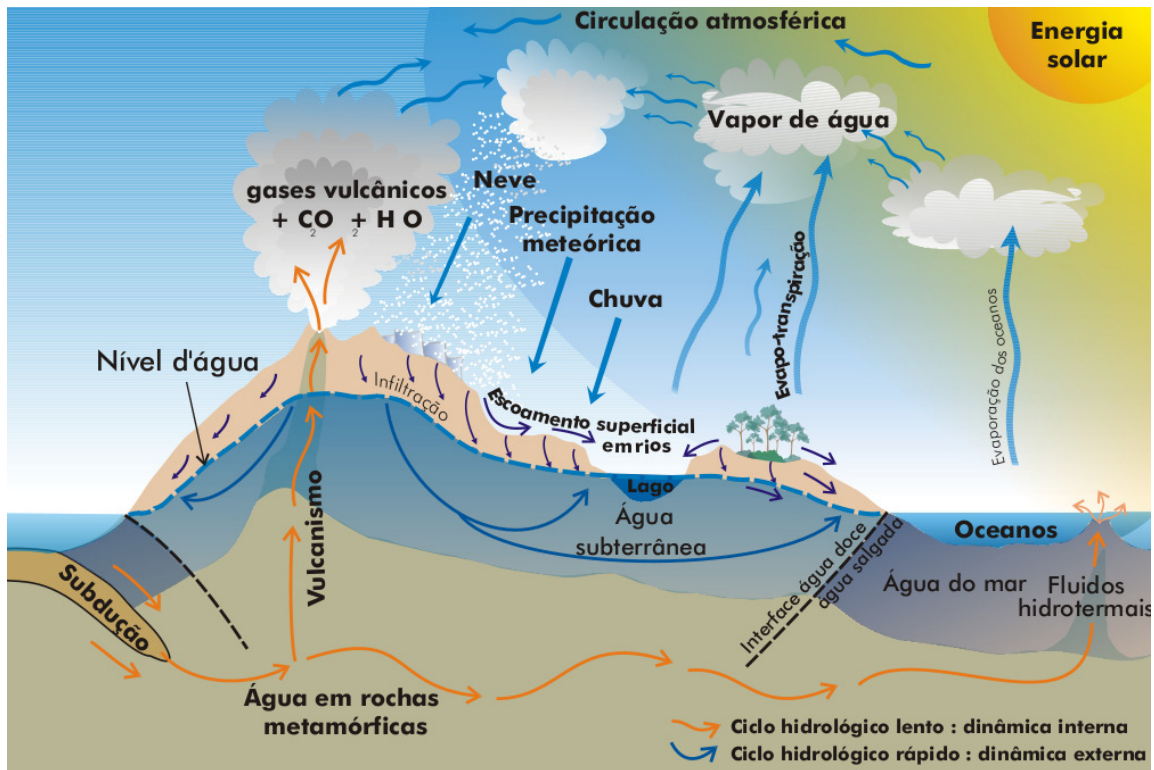


Figura 2 – Representação do ciclo hidrológico  
 Fonte: KARMANN (2000)

O ciclo hidrológico é um fenômeno global, cíclico e fechado de circulação das massas de água entre a superfície terrestre e a atmosfera, tendo seu funcionamento impulsionado pela energia solar associada à gravidade e à rotação da Terra (SILVEIRA, 2002). Existem seis processos básicos no ciclo hidrológico: evaporação, precipitação, infiltração, transpiração, escoamento superficial e subterrâneo (NAGHETTINI, 2006). A energia solar permite que a água evapore, seja transportada pelo vento e quando em condições adequadas se condense e precipite; pela ação da gravidade a água que chegou ao solo move-se para os pontos mais baixos do terreno até chegar aos rios e oceanos (PORTO et al, 1991). Tendo em vista o caminho percorrido pela água Garcez e Alvarez (1988) dividem o ciclo hidrológico em duas fases principais, a fase atmosférica e a fase terrestre, onde

cada uma compreende, o armazenamento temporário de água, transporte e mudança de estado físico desta água.

Embora a água se movimente continuamente na natureza em um processo cíclico, e portanto sem início ou fim, para fins de descrição dividir-se-á aqui o ciclo hidrológico em três etapas: evapotranspiração, precipitação e escoamentos e serão estabelecidos como etapa inicial de descrição os processos de evapotranspiração, sendo seguido da precipitação e por fim dos escoamentos superficial e subterrâneo.

O suprimento de água à atmosfera se dá em sua maior parte pelo conjunto de processos denominados evapotranspiração, composto de evaporação direta e transpiração (KARMANN, 2000). A evaporação ocorre sob o efeito da radiação solar e da turbulência atmosférica, formando uma massa de ar úmido a partir das superfícies de água (NAGHETTINI, 2006). Suas fontes podem ser os corpos d'água, tais como lagos, rios e oceanos, o solo, a água evaporada durante queda da precipitação e interceptada pela vegetação. Além do processo de evaporação temos o de transpiração, onde a fonte de água é a transpiração animal e vegetal. Na transpiração as plantas retiram a água do solo através de suas raízes, a utilizam para seus processos vitais e devolvem-na a atmosfera através de seus estômatos. Em áreas florestadas de clima quente e úmido há a devolução à atmosfera, através da evapotranspiração, de até 70% da água precipitada (KARMANN, 2000). Em nível global cerca de 62% da água que ocorre nos continentes é evapotranspirada, desse total, 97% é evapotranspirada das superfícies terrestres e 3% das superfícies aquáticas (CALASANS et al, 2002).

A segunda fase, a precipitação pode ser entendida como a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre de qualquer forma, como: granizo, chuva, orvalho, neblina, neve ou geada (HOLTZ, 1976), ocorrendo

após a atmosfera ficar saturada da água evaporada da Terra e temporariamente estocada sob forma de vapor, formando as nuvens. Assim, a água retorna a superfície sob as diversas formas de precipitação (WARD e ELLIOT, 1995). Quando a precipitação ocorre no interior das nuvens podem ser formadas as chuvas, a neve se a temperatura de condensação for abaixo de zero grau centígrado (Celsius), ou o granizo no caso da água condensada em forma de chuva, em sua queda, atravessar zonas com temperaturas abaixo de zero; quando a precipitação ocorre diretamente sobre uma superfície sólida ocorre a formação de orvalho ou geada conforme a condensação se dê em temperaturas acima ou abaixo do ponto de congelamento (PINTO, 1976). A precipitação é portanto um fenômeno natural sobre o qual os humanos podem exercer apenas um pequeno controle.

A precipitação, na sua forma mais comum que é a chuva, ocorre quando complexos fenômenos de aglutinação e crescimento de microgotículas, em nuvens com presença significativa de umidade (vapor de água) e núcleos de condensação (poeira e gelo), formam uma grande quantidade de gotas com tamanho e peso suficientes para que a força da gravidade supere a força da turbulência normal ou movimentos ascendentes do meio atmosférico (SILVEIRA, 2002 p. 36).

Parte da precipitação evapora novamente antes de chegar ao solo, podendo essa evaporação se dar durante a queda em contato com o ar ou pela interceptação de superfícies tais como folhas e troncos (PINTO, 1976; WARD e ELLIOT, 1995; KARMANN, 2000; SILVEIRA, 2002). Sobre a água interceptada pela vegetação, após excedida a capacidade de armazenamento, com a continuidade da precipitação ou a ação do vento e de animais poderá fazer com que esta chegue ao solo.

A água que chega ao solo pode seguir dois caminhos: escoar ou infiltrar. No início da chuva, o solo está seco e a água precipitada começa a infiltrar-se no solo até atingir a capacidade de saturação do solo, a água começa então a se acumular nas depressões do terreno formando pequenas poças, que com a continuidade da

chuva se unem e formam pequenos filetes d'água, que por sua vez impulsionados pela gravidade e guiados pelo microrrelevo até as partes mais baixas do terreno, formam uma microrrede de drenagem. Os pequenos filetes de água em seu caminho se unem formando filetes cada vez mais grossos até chegar aos rios, tendo como destino final geralmente os oceanos. A água não infiltrada segue pela superfície através de caminhos nas formas do relevo, formando os conjuntos de processos denominado escoamento superficial ou runoff, que incluem: as águas livres, torrentes e os rios.

Encostas de maior declividade aumentam o volume e velocidade das enxurradas, não havendo tempo suficiente para que o solo absorva grande quantidade de água, a rugosidade e as depressões na superfície do terreno ajudam a diminuir o fluxo superficial e acumular água, o volume o tipo e o diâmetro dos poros do solo definirão uma maior ou menor infiltração e conseqüentemente menor ou maior escoamento superficial (BOTELHO e SILVA, 2004). A taxa de infiltração é assim dominada pelas características pluviométricas (distribuição temporal, intensidade e duração das chuvas), pedológicas, geológicas, geomorfológicas e da vegetação. Como exemplos solos porosos, pouco compactados, combinados com chuvas breves fará com que quase toda a água precipitada seja infiltrada, em contrapartida relevos íngremes e chuvas mais prolongadas diminuirão a porcentagem da precipitação infiltrada. Já a vegetação além de aumentar o aporte de matéria orgânica e melhorar as características físicas do solo, diminuir a quantidade da água que chega ao solo, atuará também como obstáculo para o escoamento superficial, aumentando a taxa de infiltração.

A água infiltrada pode voltar à superfície por capilaridade, pode ser utilizada pelas plantas em seu metabolismo, sendo posteriormente evapotranspirada, ou

pode percolar. Na percolação a água, entra em movimento descendente através do perfil do solo impulsionada pela gravidade, eventualmente atingindo uma zona totalmente saturada, formando o lençol subterrâneo (PINTO, 1976; WARD e ELLIOT, 1995). O lençol poderá interceptar uma vertente, retornando a água para superfície, alimentando rios ou mesmo os próprios oceanos (PINTO, 1976).

Parte da água infiltrada pode ainda escoar sub-superficialmente, nas camadas superiores do terreno, dependendo das condições do terreno, sendo neste caso difícil de ser separado do escoamento superficial e sendo em geral considerado escoamento superficial (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Pelo que foi exposto entende-se que o homem pode interferir diretamente no ciclo hidrológico ao modificar a cobertura do terreno, principalmente pela modificação da vegetação e impermeabilização do solo. Ao retirar a vegetação ele diminui a evatranspiração, diminui a infiltração e aumenta o escoamento superficial, a implantação de obras tais como rodovias e cidades podem até impedir totalmente a infiltração e transpiração sendo praticamente toda a água precipitada escoada superficialmente.

### **3.5 Vazão, regime hidrológico e balanço hídrico**

A vazão, pode ser definida como “o volume de água escoado na unidade de tempo em uma determinada seção do curso de água” (MARTINS, 1976), a vazão é, portanto o deflúvio de um dado rio em um dado espaço de tempo. A vazão de uma bacia hidrográfica resulta da interação de inúmeros processos de armazenamento e transporte do ciclo hidrológico (NAGHETTINI, 2006). A vazão total à saída de uma bacia hidrográfica é conhecida como hidrógrafa, sendo subdividida em três componentes: escoamento superficial, subsuperficial e o fluxo de água subterrânea,

sendo que os dois primeiros formam a hidrógrafa de escoamento e o último sendo o que mantém a vazão durante o período sem precipitação (CALASANS et al, 2002).

Entre os fatores que intervinientes na vazão Martins (1976) e Calasans et al (2002) destacam dois grandes grupos de fatores:

- O primeiro grupo composto dos fatores que presidem a quantidade, intensidade e distribuição temporal e espacial da água precipitada (quantidade de água na atmosfera – que por sua vez é controlado pela existência de grandes superfícies de água expostas evaporação - e condicionantes meteorológicos e topográficos favoráveis à evaporação, à movimentação das massas de ar e à condensação do vapor de água);
- O segundo grupo composto dos fatores que presidem o afluxo de água na seção em estudo (área e forma da bacia, conformação topográfica da bacia – declividades, depressões acumuladoras e retentores de água –, condições de superfície do solo e constituição geológica do sub-solo – cobertura do solo, capacidade de infiltração do solo, natureza e disposição das camadas geológicas, tipos de rochas e obras de controle e utilização da água a montante da seção – obras de irrigação, drenagem, canalização, retificação, construção de barragens).

À variação da vazão numa escala de tempo sazonal é dado a denominação do regime hidrológico e a este estarão condicionados a adaptação da biota aquática, terrestre, as comunidades mais tradicionais e mesmo a conformação das construções urbanas. Tal como a vazão o regime hidrológico será reflexo da integração da série de fatores já abordados anteriormente.

O balanço hídrico se refere a contabilização da água em cada uma das fases do ciclo, permitindo o entendimento da dinâmica de uma bacia hidrográfica



(LINHARES, 2006). “Esta quantificação advém da aplicação do princípio de conservação de massa, cuja formulação representa a lei fundamental da hidrologia ou equação do balanço hídrico (NAGHETTINI, 2006). A entrada de água na bacia hidrográfica se daria principalmente por meio da precipitação e a saída é representada pela vazão e pelos processos de evapotranspiração. A equação do balanço hídrico, anual de uma bacia poderia então ser representada da seguinte forma:

$$P=Q+E_t$$

Onde P se refere a precipitação, Q à vazão dos cursos d'água e  $E_t$  aos processos de evapotranspiração, em medidas de volume ou lineares (LINHARES, 2006).

### **3.6 A relação entre usos do solo e a água.**

Como já foi indicado anteriormente o regime hidrológico é reflexo da integração das diversas características de uma determinada bacia hidrográfica, vista como um sistema. É composta pela interação dos usos do solo e dos fatores fisiográficos, tais como geomorfologia, classes de solo, vegetação e geologia. Esta integração de características definirão as taxas de transpiração, infiltração, percolação, evapotranspiração e escoamento superficial. O regime hidrológico é ainda fortemente influenciado pelos fatores climáticos, que afetam precipitação e evapotranspiração – não apenas quanto a quantidade de chuva mas também os aspectos relacionados a padrão, intensidade, duração e distribuição temporal da precipitação (LIMA, 2006).

Embora a evolução da técnica tenha dado poder à sociedade para modificar quase todos os componentes da paisagens – da cobertura do solo (retirada de

vegetação florestal, implantação de florestas com fins à produção de papel e madeira, implantação de pastagens e cultivos diversos), ao clima (aquecimento global numa macro-escala e modificações dos microclimas das áreas urbanas em menor escala), passando pelos solos (modificação da porosidade e profundidade) e geomorfologia (modificação de encostas), para fins de análise estas características podem ser divididas em dois grupos de acordo com a influencia humana: no primeiro grupo estariam localizadas os componentes que alteram-se a longo prazo e sofrem menor e mais localizada influencia da ação humana, seriam estas, as características geológicas (tipo de rochas, porosidade, existência de fraturas, entre outras), as características geomorfológicas (rugosidade do terreno, declividades, comprimento da drenagem principal, formas do relevo, tamanho e forma da bacia entre outros) e as características pedológicas que são deste grupo as que são mais intensamente afetadas pela ação humana. O segundo grupo, que inclui os componentes mais diretamente influenciados pela ação humana, modificados em uma escala de tempo menor, possui apenas dois componentes da bacia hidrográfica: a cobertura da terra (vegetação e uso da terra), que é o fator mais intensamente afetado pela ação humana e o clima, no qual a ação antrópica tem tido um reconhecimento cada vez maior em decorrência das grandes mudanças ainda em cursos, tanto em nível da micro-escala quanto em nível global. Por pretender avaliar os resultados da ação antrópica sobre o regime hidrológico, e por serem os fatores que mais rapidamente são modificados nas escalas de tempo e espaço adotadas, este trabalho tenderá a considerar apenas os últimos componentes, principalmente a cobertura vegetal a qual será utilizada para avaliação dos impactos gerados pela atividade humana na produção de água de uma bacia hidrográfica.

Para Garcez e Alvarez (1998) há um importante papel desempenhado pelo tipo de cobertura e uso do solo de uma bacia hidrográfica em estudo na avaliação do comportamento hidrológico da mesma. A tendência cada vez mais acentuada de ocupação de todas as partes do globo pelo homem, traz alterações substanciais ao tipo de cobertura do terreno de uma bacia hidrográfica, o que por sua vez pode causar importantes alterações às características da bacia hidrográfica no tempo.

As florestas exercem um papel muito importante na captação e distribuição de água da chuva nas bacias hidrográficas, no processo de suprimento de água dos aquíferos, assim como na regulação do escoamento de água. Isso ocorre por que as florestas atuam como barreiras para a água além de alterarem as características do solo, favorecendo a infiltração, e, portanto aumentando a recarga dos lençóis freáticos. A água infiltrada possui um ciclo muito mais longo que a água que esco superficialmente, assim a água infiltrada só chega aos rios depois que a chuva já passou, e de maneira mais lenta. Portanto a velocidade na qual a água se move no solo afetará intensamente o balanço entre descarga e recarga de um rio, e visto que a maior parte da água subterrânea move-se lentamente e presença de vegetação aumenta a recarga do lençol (COLERIDGE, 2006), pode-se afirmar que as florestas atuam como reguladoras do ciclo hidrológico. Em um primeiro momento a cobertura florestal é capaz de segurar a vazão do rio, atenuando enchentes, em contrapartida a liberação gradativa da água acumulada na parte subterrânea do ciclo ameniza as baixas vazões em períodos de estiagem (LINO e DIAS, 2003).

Considerando-se os efeitos do uso do solo na bacia hidrográfica, pode-se afirmar que bacias hidrográficas com cobertura florestal, agrícola arbustiva, pastoril ou urbanas terão diferentes respostas aos eventos precipitação. Os solos florestados, em geral apresentam uma capacidade maior de infiltração do que os

solos nús, e os solos de áreas urbanas apresentam-se quase totalmente impermeabilizados, com geração de expressivos fluxos superficiais e nenhuma ou quase nenhuma infiltração de água no solo (BOTELHO e SILVA, 2006), e diversos trabalhos no Brasil e no mundo têm contribuído para ratificar esta afirmação.

Vendrame e Lopes (2005) ao avaliarem a variação de hidrogramas em uma seção o rio Pararangaba (município de São José dos Campos , SP) observou o efeito do crescimento urbano na mudança da dinâmica de escoamento deste curso fluvial através de modelo computacional, percebendo um aumento significativo da vazão natural do rio. Baldissera et al (1989 apud BOTELHO e SILVA, 2006), estudando diferentes tipos de solo no Oeste de Santa Catarina, chegaram a conclusão que a taxa de infiltração em solos sob mata nativa é muito superior à taxa de infiltração de solos sob o cultivo convencional. Resultados semelhantes foram obtidos por Linhares (2005) ao comparar na região amazônica as bacias do Rio Ji-Paraná e Rio Sucunduri – na qual apenas a primeira sofreu um intenso processo de desflorestamento – este autor concluiu que enquanto na segunda bacia, mais preservada, o regime hidrológico é resultado de flutuações interanuais relacionados a fatores naturais e processos de armazenamento de água na bacia hidrográfica; na Bacia do Rio Ji-Paraná houve uma rápida resposta no escoamento superficial em decorrência da remoção da cobertura vegetal, para esta aurora, esta resposta pode ser atribuída à diminuição dos processos de interceptação e infiltração após a retirada da floresta. Machado (1976 apud BOTELHO e SILVA, 2006) demonstrou através de experimentos que a velocidade de infiltração em um solo com 14 anos de cultivo correspondeu 4,5% da infiltração do mesmo tipo de solo sob uma área florestada.

Evidências da capacidade de retenção de água do solo sob uma floresta foram obtidas por Cardoso et al (2006) – ao estudar a bacia hidrográfica do Rio Debossan em Nova Friburgo (RJ) – para quem o ecossistema florestal exerceu um efeito tamponante sobre a quantidade de água da bacia hidrográfica. Já Costa et al (2003) concluíram que para o rio Tocantins embora a modificação da cobertura vegetal tenha provocado um aumento do escoamento superficial durante a estação chuvosa, a redução da infiltração foi modesta, não havendo grande redução no fluxo de água na estação seca. Bruijnzeel (2004), no sudeste asiático, analisa a produção científica acerca da influência da cobertura vegetal na produção de água, no regime hidrológico e na erosão, para este autor a retirada da cobertura florestal diminui a infiltração durante a estação chuvosa, mas o reflorestamento pode diminuir a produção de água, ainda para este autor o rendimento total anual de água parece aumentar com a percentagem de biomassa florestal removida. O fenômeno observado por Bruijnzeel (2004) é resultado da maior taxa de consumo de água das florestas, do aumento da interceptação e da evapotranspiração o que tende a diminuir a produção de água na bacia hidrográfica. Estes estudos podem ser corroborados pelos de Sun et al (2006) que concluíram que o plantio de florestas na China pode em muitos casos diminuir o rendimento anual de água nas bacias hidrográficas, especialmente na região do planalto semi-árido.

Evidenciando a quantidade de água absorvida por florestas tropicais a pesquisa de Cicco et al (1988 apud LINO e DIAS, 2003) quantificou a interceptação de água em uma mata secundária no Parque Estadual Serra do Mar (SP) – Mata Atlântica – evidenciando que 18,23% da precipitação retorna a atmosfera pela interceptação. Para a floresta Amazônica, Salatiel (1985) apud LINO e DIAS, 2003) indicou em uma bacia próxima a Manaus com cobertura vegetal densa, 25% da

chuva não chega atingir o solo, sendo retida pela folhagem e retornando a atmosfera por evaporação direta, 50% são utilizados pelas plantas, sendo devolvida a atmosfera pela transpiração, e somente 25% da água escoam para os igarapés que drenam a bacia hidrográfica.

Em uma revisão do tema Andreassian (2004) afirma que embora se possa considerar o impacto hidrológico das florestas como provado, em diferentes bacias hidrográficas, com condições climáticas e pedológicas diferentes, as florestas não têm o mesmo impacto. Assim condições como uma maior profundidade do solo, as condições climáticas com períodos de hidrologia excedente e déficit hídrico e condições fisiológicas favoráveis (espécie e idade das árvores) farão com que as florestas tenham uma maior relevância no ciclo hidrológico.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Caracterização preliminar da área de estudo**

A Bahia está localizada na região Nordeste do Brasil, tem uma área de 567.692,67 km<sup>2</sup>, em 2005 sua população total era de 13.825.883 habitantes, sendo a população urbana correspondente 9.198.944 habitantes e a população rural correspondente a 4.626.939 habitantes, tendo portanto um grau de urbanização de 66,5%. A esperança de vida ao nascer era em 2005 de 71,4 anos de vida, a idade média correspondia a 28,6 anos e a mortalidade infantil era de 35,6 crianças por mil nascidas (SEI, 2007a).

Seus principais climas são o árido, semi-árido, subúmido a seco, úmido a subúmido e úmido, suas temperaturas médias variam entre 18,4° e 29,9° C (SEI, 2007b) e suas precipitações médias oscilam entre 457 mm no município de Nordestina e 2486 mm no município de Camamu (SEI, 2007b) A principais formações vegetais são a Caatinga, a Mata Atlântica e os Cerrados, além da vegetação de Restinga e Manguezais.

Sua rede hidrográfica possui dezesseis bacias hidrográficas, sendo as mais importantes: do São Francisco, Paraguaçu de Contas, Vaza Barris, Itapicuru, Jacuípe, Pardo e Jequitinhonha, e pode ser dividida em dois grandes grupos de rios, um que segue para o Atlântico (Vaza-Barris, Itapicuru, Jacuípe, Paraguaçu, Pardo, Jequitinhonha, Mucuri e das Contas) e um segue para a bacia do São Francisco

(Cariranha, Correntes, Grande, Salitre, Jacaré, Verde Grande, Paramirim, Santo Onofre e rio das Rãs) (AMBIENTE BRASIL, 2007).

A bacia do Rio de Contas se limita com as bacias do São Francisco, Paraguaçu, Pardo, Bacias do Leste e do Recôncavo Sul, abrangendo de forma total ou parcial os municípios de Abaíra, Aiquara, Anagê, Aracatu, Aurelino Leal, Barra da Estiva, Barra do Rocha, Belo Campo, Boa Nova, Bom Jesus da Serra, Brumado, Caculé, Caetanos, Caetité, Caraíbas, Condeúba, Contendas do Sincorá, Cordeitos, Dário Meira, Dom Basílio, Érico Cardoso, Gongogi, Guajeru, Ibiassucê, Ibicuí, Ibirapitanga, Ibirataia, Iguai, Ipiaú, Iramaia, Itagibá, Itacaré, Itagi, Itapitanga, Itiruçu, Ituaçu, Jacaraci, Jequié, Jitaúna, Jussiape, Lafaiete Coutinho, Lagoa Real, Licínio de Almeida, Livramento do Brumado, Maetinga, Malhada de Pedras, Manoel Vitorino, Maracás, Mirante, Mortugaba, Nova Canaã, Paramirim, Piatã, Piripá, Poções, Pres. Jânio Quadros, Rio de Contas, Rio do Antônio, Tanhaçu, Tremendal, Ubaitaba, Ubatã e Vitória da Conquista.

As sub-bacias do Rio de Contas: Baixo Rio de Contas e Gongogi localizam-se no Litoral Sul da Bahia e os municípios abrangidos podem ser vistos na Figura 3.



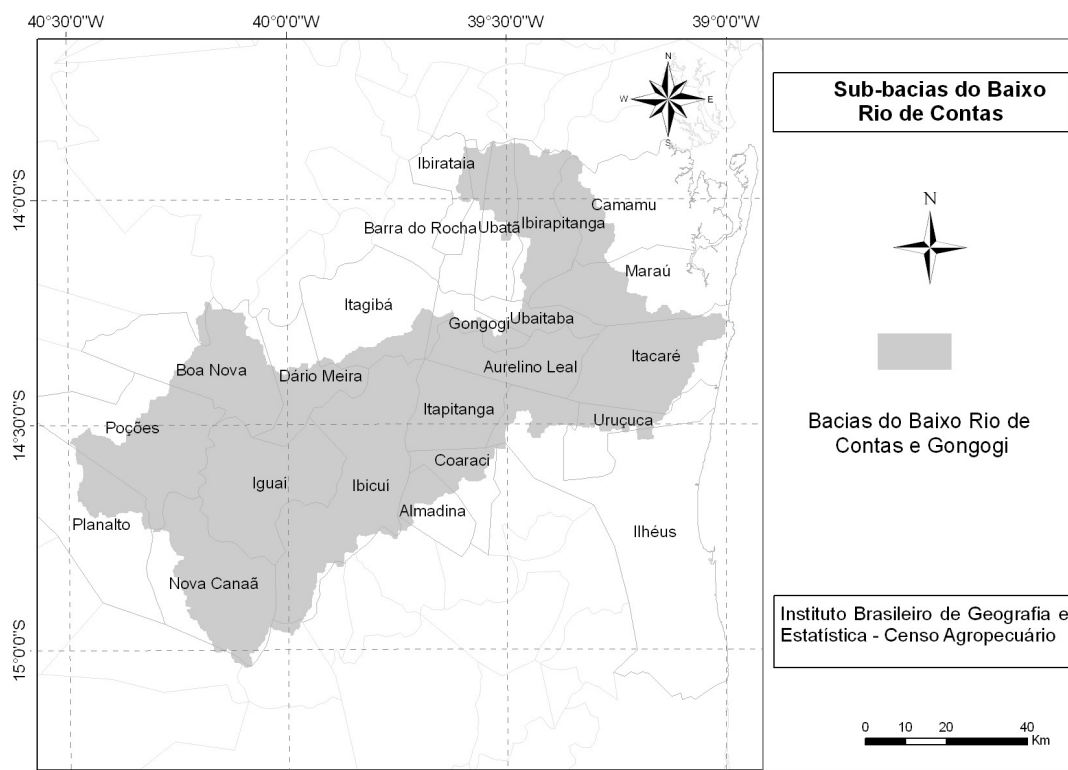


Figura 3 – Limites das sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi.

O Rio de Contas, nascendo no município de Piatã e desaguardo no Oceano Atlântico na altura do município de Itacaré-BA, encontra-se totalmente inserido no território baiano, possuindo uma área de 55.334 km<sup>2</sup> e abrangendo uma população de 1.423.153 habitantes (1991). Entre seus principais afluentes têm-se os rios Brumado, Gavião, Gongogi (margem direita) e os rios Ourives, do Laço, Jequezinho e Oricó (margem esquerda) (BAHIA, 2001).

O clima predominante na bacia do Rio de Contas é o quente com temperatura do mês mais frio superior a 18°C, o regime pluviométrico apresenta um período chuvoso no verão (trimestre nov/dez/jan), com picos nos meses de dezembro a janeiro, e um período seco no inverno (trimestre jun/jul/ago) (BAHIA, 2000, 2001). Na faixa litoral da bacia as chuvas são regulares, com índices em torno de 1.750

mm, a medida que a massa de ar se interioriza, o volume de precipitação diminui, chegando a 750 mm (BAHIA, *ibidem*).

“Esta bacia tem como principais usos o abastecimento a irrigação, a mineração e a energia (COSTA, 2003)”. “Constata-se a existência de um conflito na região de Brumado, gerado pela irrigação pública (Projeto Brumado, do DNOCS) e pela irrigação privada na cidade de Dom Basílio (COSTA, *ibidem*)”.

## 4.2 Procedimentos metodológicos

### 4.2.1 Identificação e delimitação as sub-bacia do Baixo Rio de Contas e Gongogi

O atual mapa das Bacias do Baixo Rio de Contas foi confeccionado pela antiga Secretaria de Recursos Hídricos da Bahia – SRH – e pode ser visto na Figura 4.

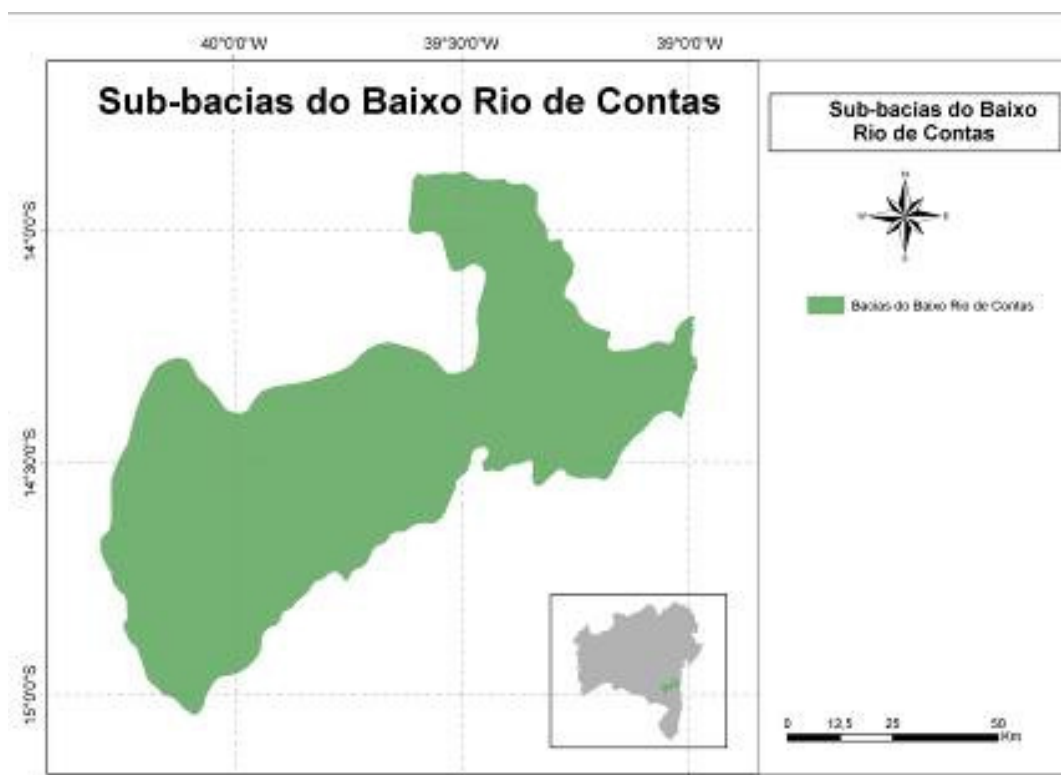


Figura 4 – Limites das sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi segundo a Secretaria de Recursos Hídricos da Bahia – SRH.

O mapa da SRH no entanto apresenta baixo nível de detalhamento e diversas imprecisões quanto a localização dos divisores de água, principalmente no que se refere a nascente do Rio Gongogi, principal da região.

A correção do mapa foi realizada por meio da digitalização das curvas de nível da área de estudo na escala de 1:100.000, a partir de folhas do IBGE, gerando o mapa digital do terreno. Utilizou-se para esta fase do trabalho o software de informações geográficas ARCGIS.9.3. Em seguida, ainda com auxílio do sistema de informação geográfica ARCGIS 9.3, foi realizada a interpolação das curvas de nível digitalizadas anteriormente com o objetivo de gerar um modelo numérico do terreno – MNT. A partir do MNT foram realizados de forma automática no ARCMAP a delimitação das bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi, respeitando os divisores de água identificados pelo software.

#### *4.2.2 Digitalização e recopilação de informações das sub-bacias*

Por meio de pesquisa documental, foram selecionados mapas com as características físicas da região estudada tais como: geologia, geomorfologia, solos e hidrografia. Também foram catalogadas informações sobre infra-estrutura tais como: rodovias e barragens. Os principais mapas tiveram como fonte o Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Bahia – IESB, a Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos da Bahia, e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente – IBAMA.

Os mapas, em sua maior parte, encontravam-se na escala de 1:100.000 e foram interseccionados com a área de estudo, gerando os catálogo de mapas para a área de estudo.

#### *4.2.3. Mapeamento do uso da terra*

O mapa de uso da terra de 1973 e 2005, foi elaborado na escala de 1:50.000, a partir da classificação de imagens dos satélites LandSat 1 (órbitas 231/070 e 232/070 (Figura 5a) e LandSat 5 (órbitas 216/070 e 215/070) (Figura 5b). Todas as imagens de satélite são originárias do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Geração de Imagens (DGI), sendo adquiridas em formato digital, nos sensores MSS (LandSat), que possui resolução espacial de 80 metros, e TM (Landsat 5), que possui resolução espacial de 30 metros. As imagens foram selecionadas tendo em vista condições atmosféricas favoráveis, de modo que fosse obtida pelo menos uma imagem para cada década entre os anos de 1973 (início da disponibilidade de imagens orbitais do LandSat) e 2002. Assim foram obtidas imagens que abarcam um período de 30 anos, tempo mínimo recomendável para estudos hidrológicos. As imagens escolhidas foram as dos anos de 1973, 1987, 1993 e 2002.

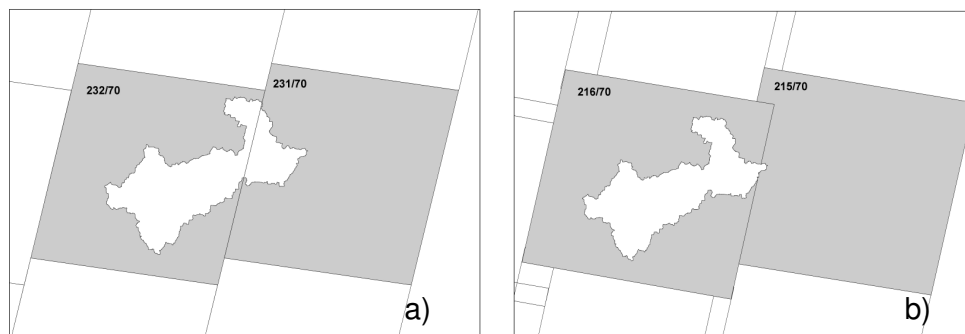


Figura 5 – Cenas do Landsat (a) e Landsat 5 (b) que recobrem a área da bacia do Baixo Rio de Contas.

Fonte: Elaborado a partir de Engesat (2009); INPE (2009).

A partir das imagens de satélite foi realizada a classificação das imagens com vistas a produzir mapas temáticos de cobertura vegetal. Nestas etapas foram utilizados os softwares, o ArcGis 9.2 e o ERDAS, ambos da ESRI que auxiliaram a classificação das duas cenas (em cada período) dos satélites Landsat que juntas compreendiam a área da bacia.

Utilizando o ArcMap (ArcGis 9.2) as imagens foram georreferenciadas a partir de pontos de GPS coletados em campo e feições características das quais se conheça previamente a localização geográfica, tais como a linha de costa e os rios com vistas a ortorretificação das imagens. Como estas já possuíam correção, foi necessário apenas pequenos ajustes nesta etapa do trabalho.

Após o georeferenciamento as imagens foram importadas para o software ERDAS da ESRI, no qual foi realizada a classificação, utilizando o método de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (maximum likelihood), gerando uma série de quatro mapas temáticos de vegetação, utilizando para isto pontos de controle obtidos em campo (Figura 6). Durante o processo de classificação foram definidas quatro classes que deveriam aparecer na legenda do mapa temático, sendo estas: Mata/cacau cabruca (cultivado sob a sombra da mata), que incluiu as matas originais, os plantios de cacau sob o sistema de cabruca, as matas em estágio de regeneração avançado e os manguezais; na segunda classe foram incluídas às áreas com maiores alterações antrópicas, tais como cidades, pastagens, áreas de queimadas, áreas em estado de regeneração inicial, solo exposto e cultivos agrícolas temporários. Além destas foram utilizadas duas classes para representar zonas de nuvens e de sombra de nuvens, a utilização de tais classes foi necessária por esta ser uma área litorânea e em sua maior parte com altas taxas de pluviosidade. A definição da legenda foi uma adaptação da realizada em por Linhares (2006), modificada aqui para comportar a questão científica a ser testada neste trabalho, de que a substituição da vegetação arbórea possui resposta hidrológica na bacia hidrográfica. Após a classificação supervisionada foi realizada uma rápida vista do mapa gerado para análise sua qualidade final e medido o índice

de Kappa das imagens para verificação da acúrcia do mapa, segundo os limites expostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Qualidade dos resultados estatísticos de Kappa.

<b>Kappa</b>	<b>Qualidade</b>
< 0,0	Péssima
0,0 - 0,2	Ruim
0,2 - 0,4	Razoável
0,4 - 0,6	Boa
0,6 - 0,8	Muito Boa
0,8 - 1,0	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977) *apud* Valente e Vettorazzi (2003)

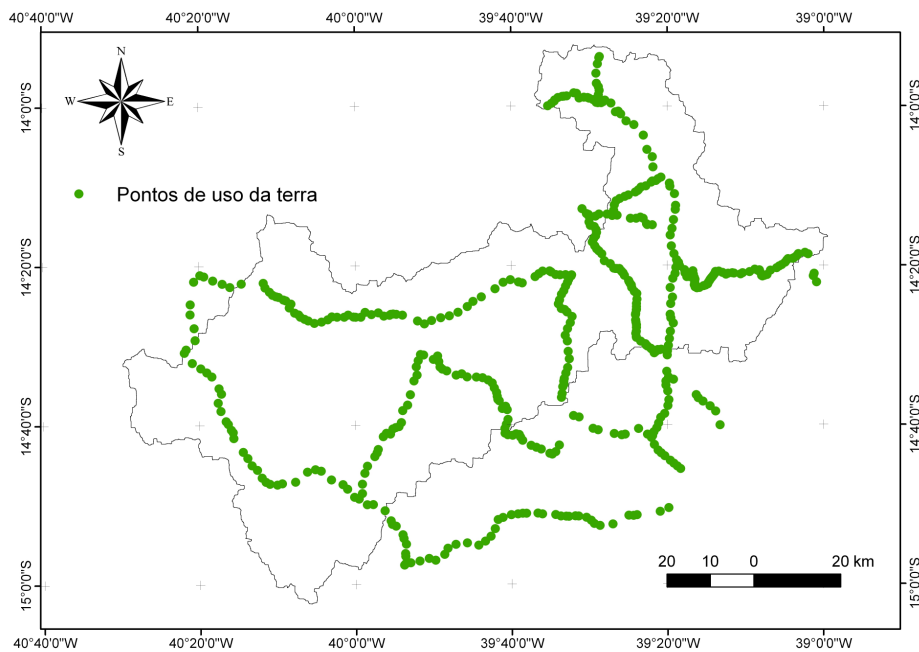


Figura 6 – Pontos de campo onde foram obtidos os usos da terra para as bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi.

Após a classificação das imagens no ERDAS os mapas temáticos gerados foram importados para o ArcMap onde as classes semelhantes foram unidas, e para eliminar a poluição visual do mapa, foi adotado o conceito de área mínima

mapeável, que neste trabalho correspondeu a polígonos com menos de 0,04 cm<sup>2</sup> contínuos. Ainda no ArcMap foi realizado o cálculo das áreas ocupadas por cada classe adotada no trabalho.

O mapa de uso foi obtido através do método de classificação supervisionada utilizando para isto o software ERDAS da ESRI. Para auxílio da classificação supervisionada foram utilizadas informações de uma base de pontos coletados com um GPS – Global Positioning System, durante viagens de campo.

#### 4.2.4 Dados Hidrológicos

Os dados hidrológicos foram obtidos junto a Agência Nacional de Águas, no sistema Hidroweb, disponível on-line, que se caracteriza como um esforço conjunto de diversas instituições tais como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), atualmente Instituto de Águas e Clima (INGA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). Os dados utilizados neste trabalho, provenientes do Hidroweb foram obtidos no formato Access e posteriormente importados para o software Hidro, podendo ser divididos em dois grupos conforme o tipo: os dados pluviométricos e fluviométricos.

Os dados foram processados por meio de 3 softwares – o Microsoft Office Excel 2003, o ArcGis 9.2 da ESRI, e o Hidro – Sistema de Informações Hidrológicas versão 1.0.9 da Agência Nacional de Águas (ANA), todos em ambiente Windows.

O Microsoft Office foi utilizado na maior parte dos cálculos em série do trabalho (média, somas, porcentagens dos dados fluviométricos e pluviométricos), bem como para a confecção dos gráficos e tabelas para análise e apresentação dos resultados. O ArcGis 9.2, por meio do ArcMap e ArcCatalog foi utilizado para

especialização dos dados fluviométricos e pluviométricos, para obtenção dos polígonos de Thiessen e para confecção dos mapas apresentados. O Hidro foi utilizado para análise de séries de dados, e para o preenchimento de falhas pequenas das séries de dados.

#### 4.2.4.1 Dados Pluviométricos

Para obtenção de dados pluviométricos para a bacia foram inicialmente plotados no ArcMap todos os postos pluviométricos da Bahia e inicialmente selecionados todos os que possuíam dados e que se situavam dentro da bacia e até um raio de 50 km a partir de seus limites, sendo nesta fase obtido um total de 134 estações pluviométricas (Figura 7a).

Após essa seleção inicial, os dados dos pluviômetros foram importados para o software Hidro, onde foram descartados todos os postos pluviométricos que não possuíam séries que perfizessem todo o período entre janeiro de 1973 e dezembro de 2002, nesta fase o número de pluviômetros foi reduzido de 134 para apenas 15 (Figura 7b).

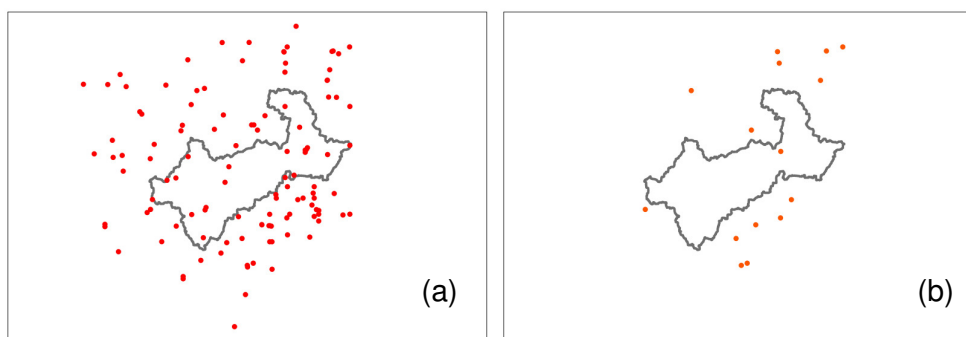


Figura 7 - (a) postos pluviométricos com dados disponíveis para a bacia (até 50km) e (b) com dados entre o período de 1973 a 2002.



A maior parte dos dados pluviométricos disponíveis já se encontravam consistidos, ainda assim haviam algumas falhas nas série de dados, em sua maior parte pequenas de apenas uns poucos dias. Assim foi dado início ao preenchimento das falhas – dias sem registros. As falhas são resultado de impedimentos do operador ou falhas dos aparelhos de registro (HOLTZ, 1976; MIJARES, 1992) e seu preenchimento é uma operação comum em qualquer estudo hidrológico.

Neste trabalho para o preenchimento de falhas de medições inferiores a sete dias no mês foi utilizado o procedimento descrito por Linhares (2006) que trata-se da média móvel dos oito vizinhos para preencher os dias faltantes. Tal método tem como vantagem a priorização das informações existentes.

Para falhas maiores os valores não foram interpolados pois as variações temporais e espaciais de chuva são muito grandes. Assim foi obtido apenas a precipitação mensal, utilizando para isto o método descrito por Holtz (1976) que considera a precipitação de três estações pluviométricas vizinhas, e supõe que a precipitação sob determinada estação seja proporcional a precipitação dos postos vizinhos num mesmo período, sendo definida pela seguinte equação:

$$P_x = 1/3((M_x/M_a)P_a + (M_x/M_b)P_b + (M_x/M_c)P_c)$$

Onde  $P_x$  é a precipitação do posto em que se quer obter a vazão;  $M_x$  é a média da precipitação no posto em que se quer obter a vazão;  $M_a$ ,  $M_b$  e  $M_c$  são as médias de precipitação dos postos vizinhos e  $P_a$ ,  $P_b$  e  $P_c$  são as precipitações dos postos vizinhos.

Existem diversos métodos de obtenção dos valores médios de precipitação sobre uma bacia, sendo neste trabalho escolhido o método dos Polígonos de

Thiessen (MIJARES, 1992; HOLTZ, 1976), que tem como principal vantagem o fato de considerar as áreas de influencia de vários pluviômetros numa dada bacia. O método consiste em interligar os pluviômetros por linhas retas formando triângulos, e traçar linhas perpendiculares às áreas dos triângulos que ao se encontrarem definem os polígonos de Thiessen (LINHARES, 2006). Neste trabalho os polígonos de Thiessen foram obtidos por meio de procedimentos automáticos no software ArcGis 9.2 através dos postos pluviométricos plotados, tendo este método como principal vantagem a precisão do cálculo de área de cada polígono.

Após a obtenção dos polígonos foram eliminadas os postos pluviométricos que tinham como área de influência polígonos fora da bacia, restando assim apenas 10 postos pluviométricos a serem considerados (Figura 8).

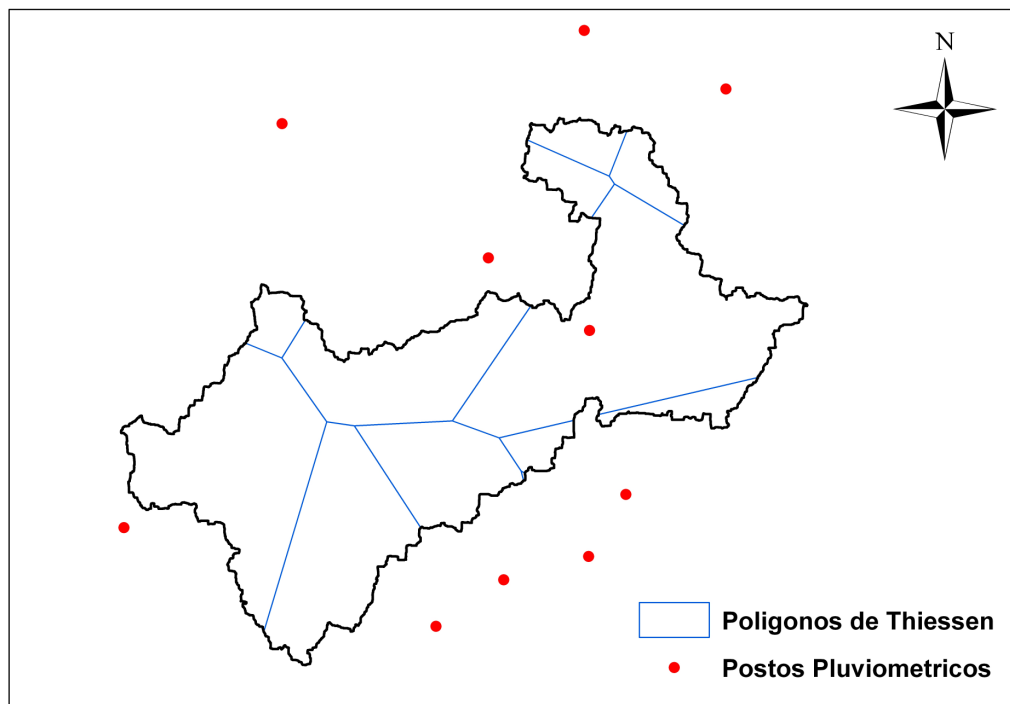


Figura 8 – Postos pluviométricos e polígonos de Thiessen nas Bacias do Baixo Rio de Contas.

Após a obtenção dos Polígonos de Thiessen e de suas respectivas áreas o

total da precipitação de cada estação pluviométrica foi agrupado por mês/ano no Hidro e exportado para o Microsoft Excel. Para obtenção do valor médio das precipitações na bacia para cada mês/ano foi aplicada a seguinte equação:

$$P_m = 1/A(\sum A_i P_i)$$

Onde  $P_m$  é a precipitação média sobre a bacia,  $A$  é o somatório das áreas dos polígonos ( $m^2$ ),  $A_i$  é a área do polígono de influência do pluviômetro ( $m^2$ ) e  $P_i$  é a precipitação total mensal registrada pelo pluviômetro ( $m^2$ ) (LINHARES, 2006).

Toda análise hidrológica foi baseada no “ano hidrológico que se inicia no mês de menores vazão e precipitação e termina 11 meses depois (LINHARES, 2006), neste trabalho o ano hidrológico para os dados pluviométricos inicia-se em setembro e finaliza-se em agosto.

#### 4.2.4.2 Dados Fluviométricos

Assim como nos dados pluviométricos, a obtenção dos dados fluviométricos também foi a partir do sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas. A espacialização das réguas da região (Figura 9), realizada no software ArcGis 9.2 permitiu identificar três réguas dentro dos limites das bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi, sendo destas, duas localizadas no município de Ubaitaba (52831000 e 52830000) e uma no município de Gongogi (52790000).

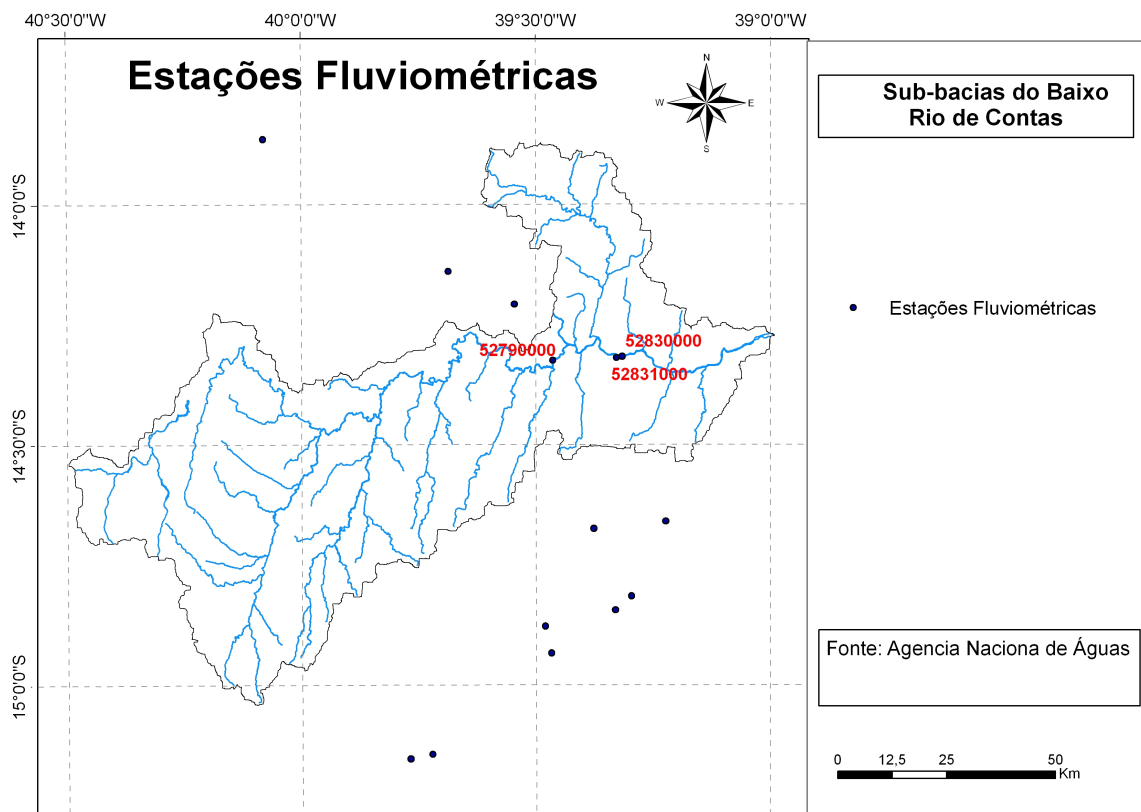


Figura 9 – Estações Fluviométricas da Bacia do Baixo Rio de Contas  
 Elaborado a partir de Ana 2008

As estações de Ubaitaba perfaziam períodos diferentes que se autocompletam, sendo provavelmente decorrentes de mudanças da mesma régua para uma outra estação: a régua de código 52830000 inicia sua série de dados em setembro de 1935 e vai até novembro de 1987, e a régua 52831000 inicia sua série no momento que a de código 52830000 encerra sua série, e registra dados até os dias atuais. No entanto, embora essas régua forneçam dados do período analisado (1973 a 2002), elas não foram utilizadas para análise dos efeitos das modificações nos usos da terra nesta bacia no regime de vazões da bacia, por estarem instaladas no Rio de Contas e receberem toda a vazão deste, de outras sub-bacias, inclusive a do Rio Gongogi, e por serem influenciáveis pela Barragem do Funil instalada no Rio

de Contas. A estação instalada no Rio Gongogi por outro lado cobre quase toda a bacia do Rio Gongogi, e não sofre influência do Rio de Contas ou da Barragem do Funil, sendo por isto selecionada para os estudos referente ao efeito da modificação do usos da terra no regime hidrológico da bacia.

Após a seleção do pluviômetro e da obtenção dos dados foi prosseguida com o preenchimento das falhas, e assim como ocorreu com precipitação as falhas menores que sete dias por mês foram preenchidas com a média móvel dos oito vizinhos mais próximos. Já as falhas maiores e mais continuas foram preenchidas pelo método da interpolação através de uma equação de regressão entre os dados da estação fluviométrica do rio Gongogi e a estação vizinha mais próxima com séries de dados compatíveis. Preliminarmente foram selecionadas as estações de Ubaitaba, Ubatã e Ipiaú, e destas a que apresentou melhores resultados foi a de Ubaitaba ( $r^2 > 0,78$ ), sendo portanto selecionada para o preenchimento das falhas da estação de Gongogi ( $y = 0,2902x + 4E+07$ ).

Após o preenchimento das falhas os resultados de vazão foram convertidos para a mesma unidade de precipitação (mm), conforme procedimento descrito por Linhares (2006), para isto os dados que estão disponíveis no sistema Hidroweb em  $m^3/s$ , foram multiplicados por 86.400 (número de segundos em um dia) gerando os totais diários em  $m^3$ . Os valores em  $m^3$  diários foram somados para obtenção dos totais mensais anuais e em seguida divididos pela área de drenagem da bacia em  $m^2$  e multiplicados por 1000, gerando os totais mensais em lamina d'água (mm).

#### *4.2.5. Caracterização socioeconômica*

A caracterização socioeconômica da região do estudo foi feita através de dados secundários da base disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística – IBGE e pela Superintendência de Estudos Socioeconômicos da Bahia – SEI. As modificações socioeconômicas consideradas foram: o crescimento populacional (urbano, rural e total), os usos da terra e as principais culturas e as variações do rebanho bovino.

#### *4.2.6. Análise dos resultados*

O trabalho foi realizado por meio da quantificação das áreas utilizadas para os diversos usos da terra nas duas sub-bacias e sua variação temporal. Um levantamento preliminar foi realizado utilizando os dados do IBGE que foi mais tarde corroborado pelos mapas temáticos de uso da terra. A evolução do uso da terra foi utilizada para marcar o ritmo de diminuição da cobertura florestal e sua respectiva substituição por outros usos, principalmente as pastagens.

As variáveis pluviometria e fluviometria foram relacionados entre si de duas maneiras:

- a) cálculo da resposta hidrológica da bacia;
- b) evolução da evapotranspiração da bacia

A resposta hidrológica é uma variável adimensional relacionada com a produção de água na bacia, dada pela razão entre vazão e precipitação ( $RH = Q/P$ ), esta normalização elimina as variações de vazão devido a flutuações na dinâmica de precipitação (LINHARES, 2006). A evapotranspiração foi calculada apenas anualmente de maneira simplificada pela diferença entre a água precipitada e escoada, considerando insignificantes os volumes armazenados pela bacia hidrográfica e as perdas do sistema. Estas variáveis foram analisados sob a forma de gráficos mensais, anuais e acumulados dos totais mensais para 36 meses

seguidos nos períodos de 1973 a 1975; 1983 a 1985; 1993 a 1995; 2000 a 2001, com objetivo de diminuir o peso de anomalias mensais e anuais.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Delimitação, Fisiografia e Vegetação das bacias hidrográficas do Baixo Rio de Contas e Gongogi

O mapa das sub-bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi pode ser visto na Figura 10. Sua área total perfaz cerca de 75.1501,8 hectares.

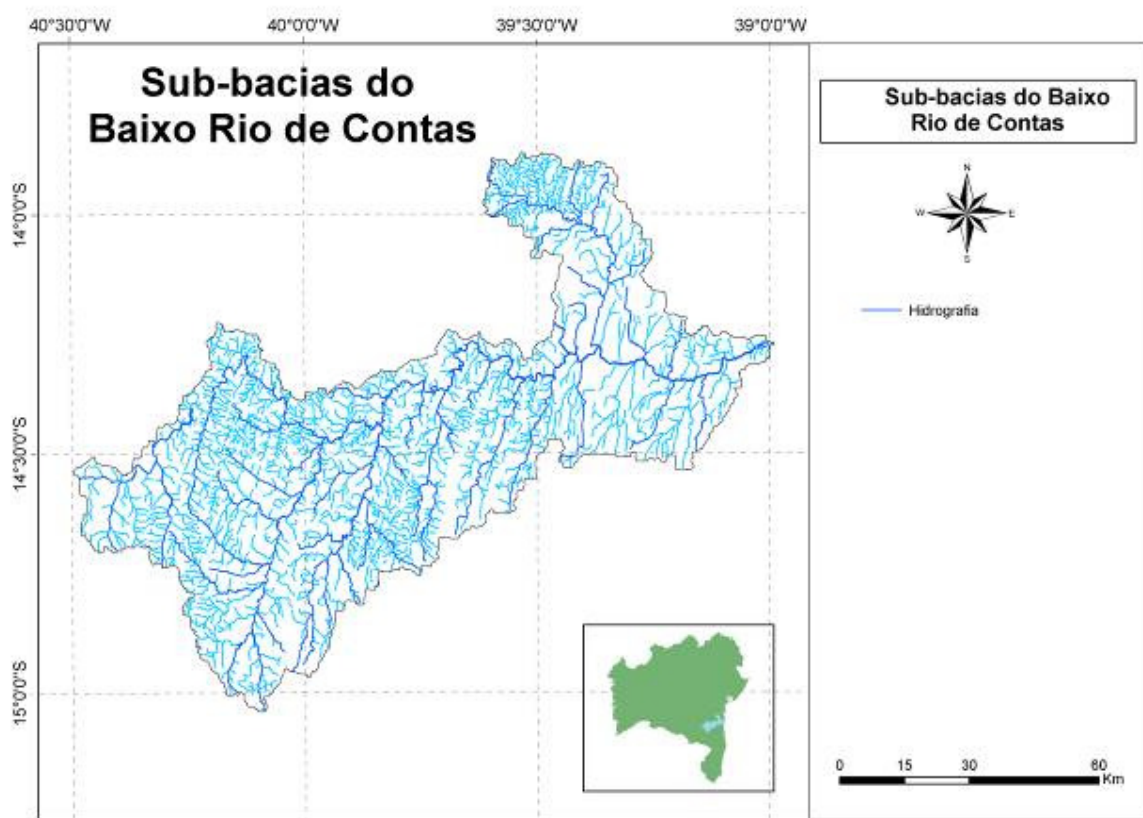


Figura 10 – Limites das Sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi.



### *5.1.1 Geologia e Geomorfologia*

Nas Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas Gongogi as rochas mais antigas foram formadas a 3,2 bilhões de anos (Arqueano), e pertencem às Unidades Itapetinga (gnaisse, migmatito, ortognaisse, anfibolito, diorito, gabro, kingzito, metaperidotito e norito) e Jequié (migmatito, quartzo, diorito). Durante o Arqueano também foram formadas as rochas das Unidades Almadina e Itabuna, mas estas tem idade inferior às das Unidades Itapetinga e Jequié, sendo de 2,5 e 2,8 bilhões de anos, respectivamente (SEI, 2004).

Como pode ser visto na Figura 11 a unidade geológica mais expressiva em área nestas sub-bacias é a Unidade de Itabuna, na qual predominam rochas essencialmente ígneas, sendo os tipos mais freqüentes os gabros, os riolitos, os dacitos e seus correspondentes intrusivos os tonalitos. Associadas a estes, são encontradas como principal rocha metamórfica os anfibolitos formados em processos metamórficos regionais (SEI, 2004).

As unidades mais novas são as compostas de depósitos marinhos e continentais-costeiros na área litorânea e, depósitos detrítico-lateríticos formados nas proximidades da desembocadura do Rio de Contas (Barreiras) (Figura 11), que datam do Cenozóico. Os depósitos costeiros possuem expressão bastante reduzida e idade máxima de 1,75 milhões de anos, já os depósitos detrítico-lateríticos foram formadas no Fanerozóico, possuem maior expressão que os anteriores e idades máximas de 23,5 milhões de anos (SEI, 2004).

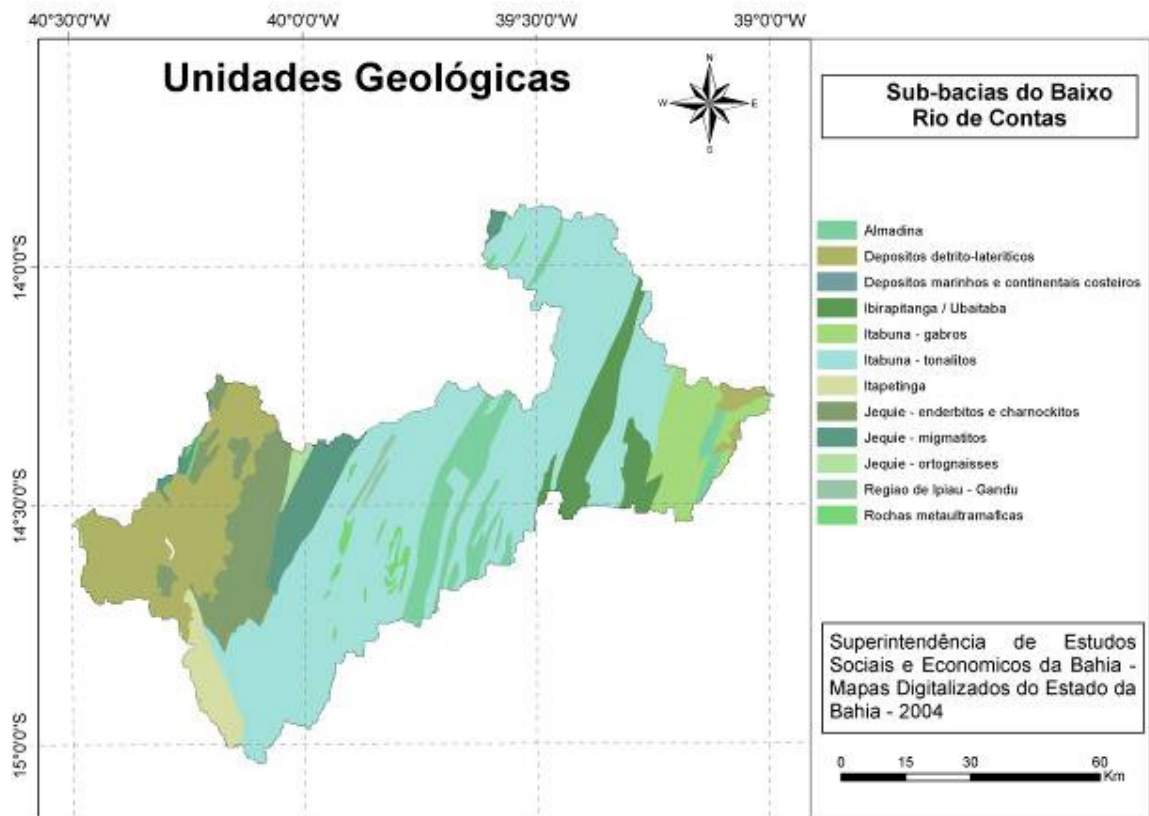


Figura 11 – Unidades Geológicas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.

Fonte: Elaborado a partir de SEI (2004).

Na área de estudo, as quatro maiores unidades geomorfológicas são o Planalto Pré-litorâneo, o Planalto Sul-baiano, o Planalto Costeiro e a Planalto da Conquista (Figura 12).

O relevo do Planalto Pré-Litorâneo é caracterizado por topos planos e encostas predominantemente convexas e convexa-côncavas, serras e maciços montanhosos, refletindo os alinhamentos estruturais das rochas intensamente metamorizadas cortadas por gargantas do tipo apalachiano (SEI, 2004).

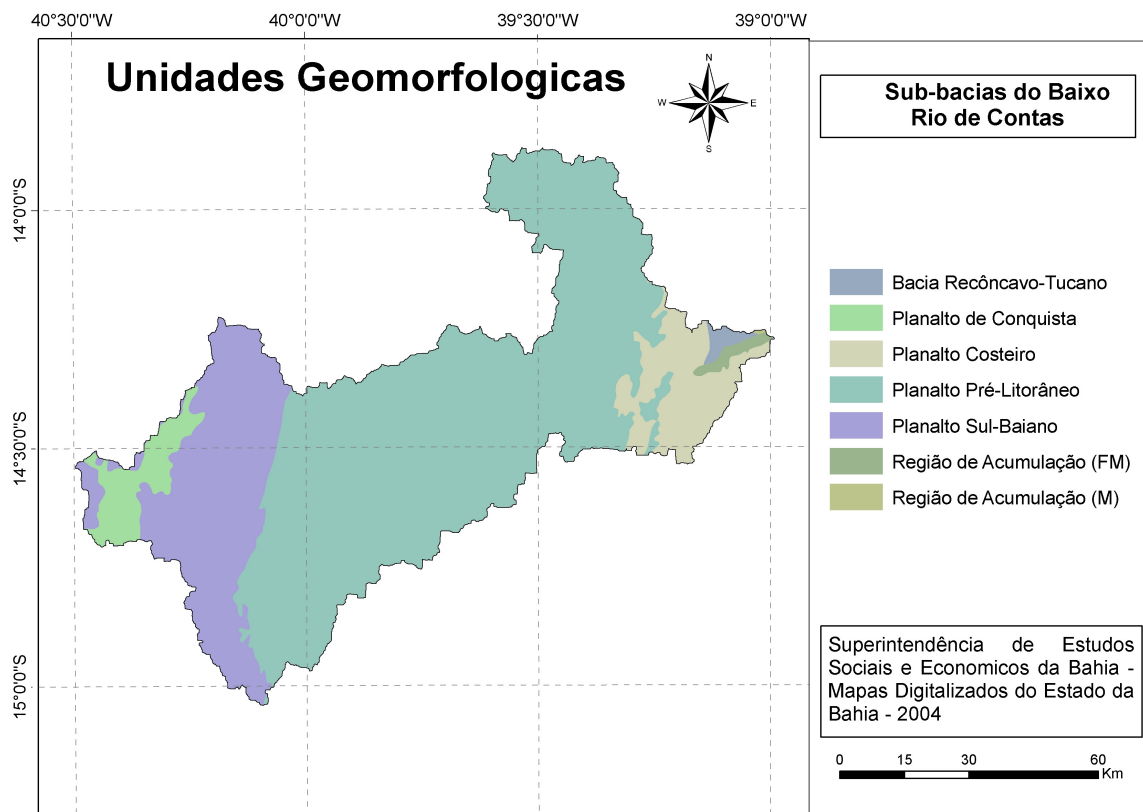


Figura 12 – Unidades Geomorfológicas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.

Fonte: Elaborado a partir de SEI (2004).

O Planalto Sul Baiano foi formado por processos de soerguimento e rejuvenescimento e apresenta influência lito-estrutural notável na morfologia, sendo dividido em dois setores pela Bacia do Rio de Contas: O Planalto dos Maracás-Jaguaquara e o Planalto de Conquista, sendo que nos topos com altitudes médias situadas entre 800 a 900 m ocorrem vestígios de fenômenos de ferrificação devido ao processo de aplainamento (SAMPAIO et al, 1994), podendo as elevações nesta parte da bacia chegar aos 1000 metros de altitude.

O Planalto Sul Baiano possui uma espessa cobertura, ferralítica-arenosa-argilosa, que sob a ação do clima favoreceu o escavamento de depressões sobre o planalto e cabeceiras de vales suspensos (SAMPAIO, et al, 1994), além do Rio de

Contas e alguns de seus afluentes esta formação é cortada pelos rios Pardo e Paraguaçu.

O Planalto Costeiro constitui-se em uma estrutura intensamente dissecada e rampeada em direção à costa, apresentando nas Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi desníveis da ordem entre 100 e 200 metros. Por ser formado por rochas do neoarqueano e por sedimentos detrítico-lateríticos do cenozóico, possui duas formas principais associadas, os Tabuleiros Costeiros e os Mares de Morros, a primeira associada aos depósitos cenozóicos e a segunda associada às rochas do embasamento cristalino.

Os Tabuleiros Costeiros são caracterizados pela predominância de feições aplainadas parcialmente conservadas, submetidas a retoques e remanejamentos sucessivos, ocorrendo também áreas dissecadas constituídas por feições de topos convexos e eventualmente aguçados (BRASIL, 1981). Nas bacias do Baixo Rio de Contas os Tabuleiros Costeiros possuem largura entre 15 e 25 quilômetros a partir da linha de costa, e estão submetidos ao clima úmido que favorece a dissecação do relevo e formação de solos profundos e de baixa fertilidade natural (SEI, 2003; BRASIL, 1981; EMBRAPA, 2008).

Os mares de morro são estruturas de formas mamelonares formados em uma região de clima úmido, aparecendo nos locais onde as “rochas do embasamento cristalino afloram a superfície e nas áreas onde o desgaste das rochas do Grupo Barreiras ocorreram de maneira desigual (BRASIL, 1981).

São ainda encontradas na bacia, na região próxima a desembocadura, com diminuta expressão, regiões de acumulação marinha e fluvio-marinha, além de uma pequena porção da bacia sedimentar Recôncavo-Tucano.

### 5.1.2 Climas e Hidrologia

As Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas possuem grande variação pluviométrica espacial, variando entre 2400 mm anuais aos 600 mm anuais (Figura 13). A pluviosidade diminui no sentido da interiorização até aproximadamente a isoietas de 800 mm, quando modifica a direção de diminuição em direção ao noroeste.

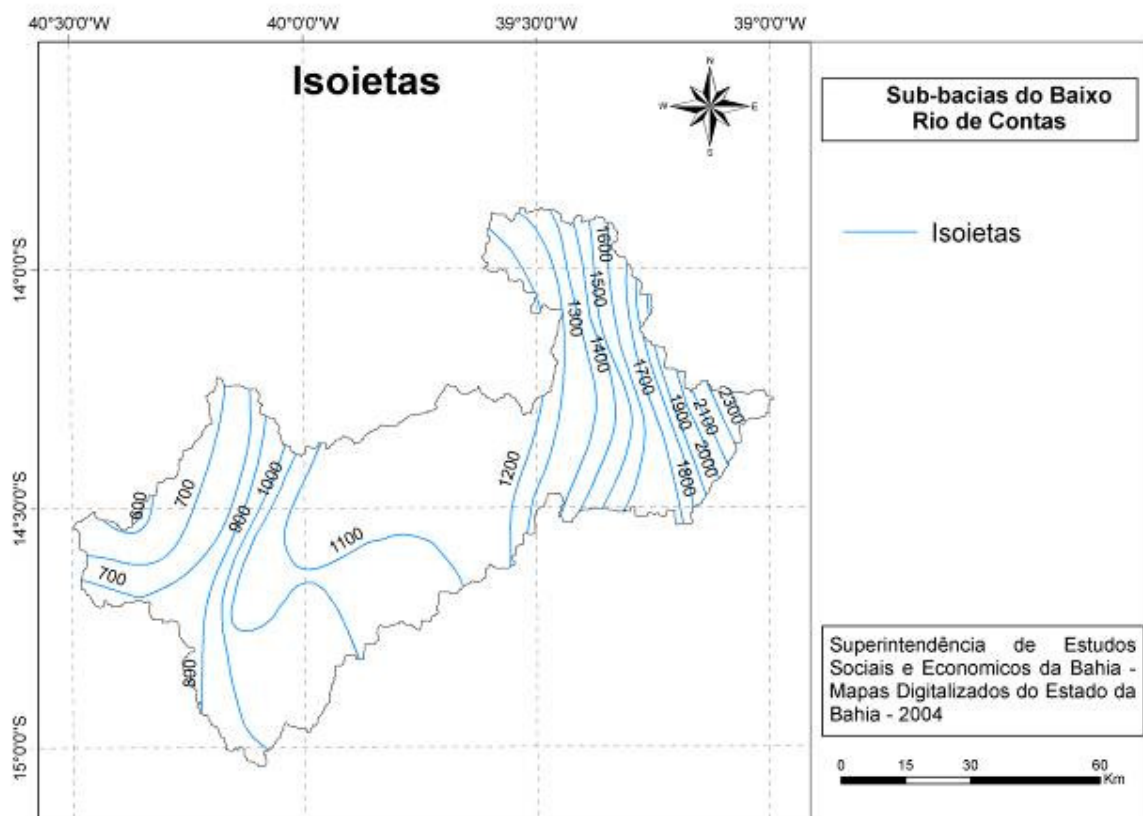


Figura 13 – Isoietas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.  
Fonte: Elaborado a partir de SEI (2003).

Como acontece na Bacia do Rio de Contas como um todo, nas Bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi o clima mantém estreita relação com o relevo e com os sistemas atmosféricos portadores de chuva, cuja ação se enfraquece em direção ao interior. Nestas bacias hidrográficas os setores com maiores pluviosidades (até os

1000 mm) são beneficiados por chuvas oriundas da circulação de inverno provenientes do sul (SAMPAIO, 1994). No Litoral Sul da Bahia a pluviosidade é influenciada por massas de ar, que embora originalmente secas, por serem provenientes da alta troposfera, adquirem umidade por envolverem o ar da superfície que percorre grandes distâncias sobre o mar e assim adquiriu umidade (MAKSOU, 1964).

O relevo atua com mais força em dois pontos da bacia, onde elevações atuam como barreiras para a entrada de massas de ar úmidas: o primeiro ponto ocorre na transição do planalto Pré-Litorâneo para o Planalto Sul-Baiano, o qual tem o contorno seguido pela isoietas de 1000 mm e, o segundo ponto encontra-se nas imediações da Planalto de Vitória da Conquista onde elevações influenciam direção da diminuição da pluviometria, que abandonando o sentido leste-oeste (interiorização), passa a enfraquecer-se em direção a noroeste, e forma, no município de Poções, uma “ilha” com uma das menores taxas pluviométricas da Bahia (500 mm anuais).

O clima segundo a classificação proposta por Koepen varia entre os climas Tropical, Árido e Temperado. Como pode ser visto na Figura 14 na maior parte da bacia hidrográfica predominam os climas tropicais, mas na parte oeste da bacia aparecem pequenas manchas de climas temperado e semi-árido. Segundo a classificação de Koppen são encontrados cinco climas na bacia (Figura 14):

#### *Climas Tropicais (A)*

Denominado megatérmico ou tropical úmido, e apresenta temperatura média do mês mais frio acima de 18°C e precipitação média anual não inferior a 750 mm. Ocupam a maior parte das Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas e nestas subdivide-

se em três sub-tipos:

- Af: Apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano (CONCEIÇÃO e MAIA, 2003). Este é o clima das florestas tropicais, é quente e úmido, sem estação seca, com pluviosidade média superior a 60 mm para o mês menos chuvoso. Nas Bacias do Baixo Rio de Contas ocupa as áreas mais próximas do litoral, sujeita às massas de ar úmidas de origem oceânica. O tipo climático é substituído pelo Am em decorrência das elevações de altitude, presentes no médio curso da Sub-Bacia do Rio Gongogi e no médio curso do Rio Oricó.
- Am: É o clima de transição para o tipo Aw, sendo o de maior ocorrência nas Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas. É também quente e úmido, com chuvas suficientes para satisfazer as necessidades hídricas de florestas tropicais permanente, e com chuvas que embora ocorram todo o ano, distinguem um período chuvoso bem caracterizado e outro mais seco e curto (MAKSOUUD, 1964). Ocupa o médio e alto curso da Bacia do Rio Oricó e o médio curso do Bacia do Rio Gongogi (Figura 12), sendo nesta última substituído pelo tipo climático Aw, em decorrência das elevações que dão origem ao Planalto Sul Baiano.
- Aw: É caracterizado por possuir inverno seco e chuvas máximas de verão (CONCEIÇÃO e MAIA, 2003), sendo denominado tropical úmido de savanas. Difere dos anteriores por apresentar uma estação seca bem mais acentuada, coincidindo com o inverno (MAKSOUUD, 1964). Nas Bacias do Baixo Rio de Contas, este tipo climático está presente apenas na Sub-Bacia do Rio de Gongogi, sobre o Planalto Sul Baiano.

### *Clima Árido (B)*

São climas secos com precipitação anual inferior à evapotranspiração. Não possuem cursos d'água permanentes e as chuvas são escassas (precipitação inferior a 700 mm, os quais ocorrem quase totalmente no verão). Nas Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas Gongogi só ocorre, nas imediações da Planalto de Vitória da Conquista (Sub-bacia do Rio Gongogi), sendo nestas o único sub-tipo presente o BswH, que se caracteriza por ser quente e semi-árido, e pelo atraso da estação chuvosa para o outono, e tendo a maior incidência de chuvas no verão para o outono; as chuvas têm distribuição bastante irregular no tempo e no espaço, aumentando sobremaneira o risco climático (MAIA et al, 1998).

### *Clima Temperado (C)*

É um clima mesotérmico com estações de verão e inverno bem definidas e temperatura média do ar nos três meses mais frios entre -3°C e 18°C e a temperatura do mês mais quente superior a 10°C. Nas Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas ocorre apenas o tipo Cwb (temperado úmido com inverno seco e verão temperado) associado às maiores elevações do Planalto de Conquista (superiores a 1000 metros), ocupando assim apenas uma pequena porção do município de Planalto no oeste da Sub-Bacia do Rio Gongogi (Figura 9).



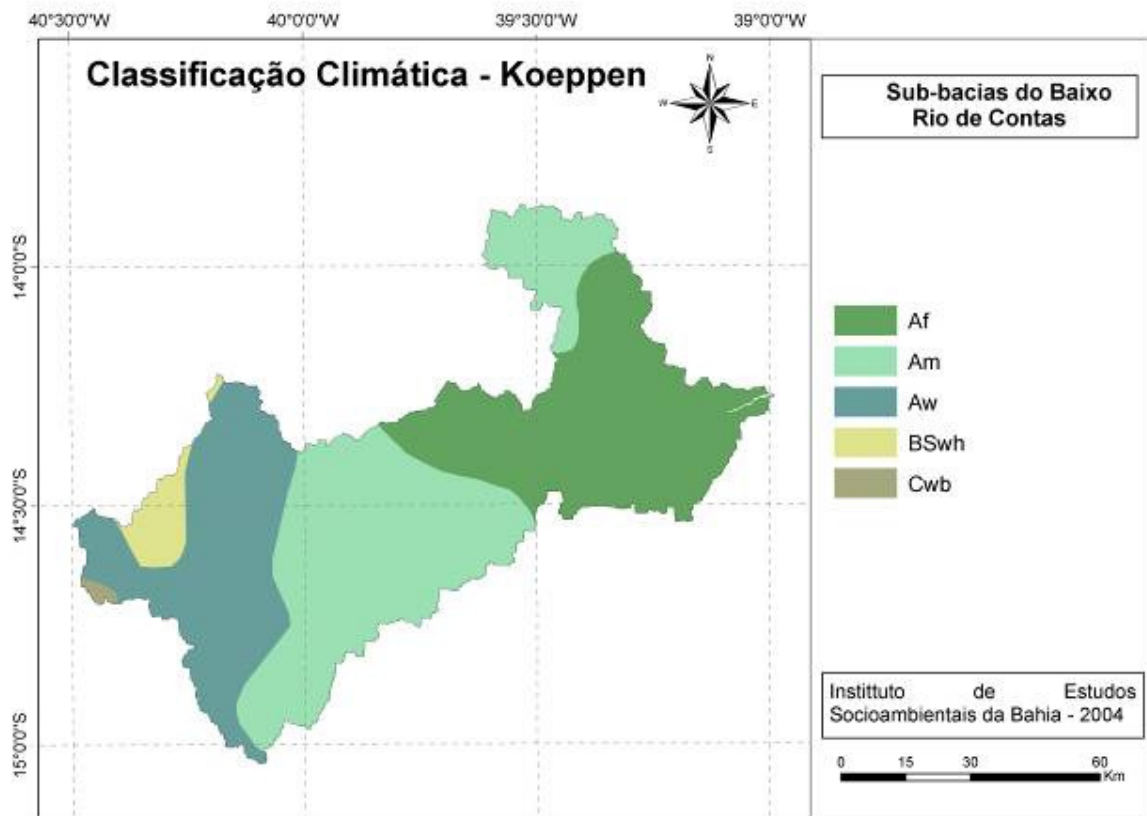


Figura 14 – Climas das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.  
 Fonte: Elaborado a partir de IESB (2003).

As diferenças climáticas, expressas principalmente nas diferenças de pluviosidade, influenciam o regime hidrológico dos principais cursos d'água, os rios com nascente no Planalto Sul Baiano e Planalto de Vitória da Conquista de clima mais seco e pluviosidade inferior a 1000 mm anuais são em sua maioria intermitentes, contrastando com o resto das Sub-Bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi, que tem em geral rios perenes.

Como pode ser visto na Figura 15, os cursos d'água sofrem ainda notável influência da estrutura tectônica, os cursos d'água dos Planaltos Costeiro e Pré-Litorâneo correm sobre zonas de cisalhamento transpressional sinistral, tendo como direção de escoamento principalmente o sentido sudoeste-nordeste. Já no Planalto

Sul Baiano as falhas dominantes são as anticlinais que fazem com que os rios corram no sentido NE-SO.

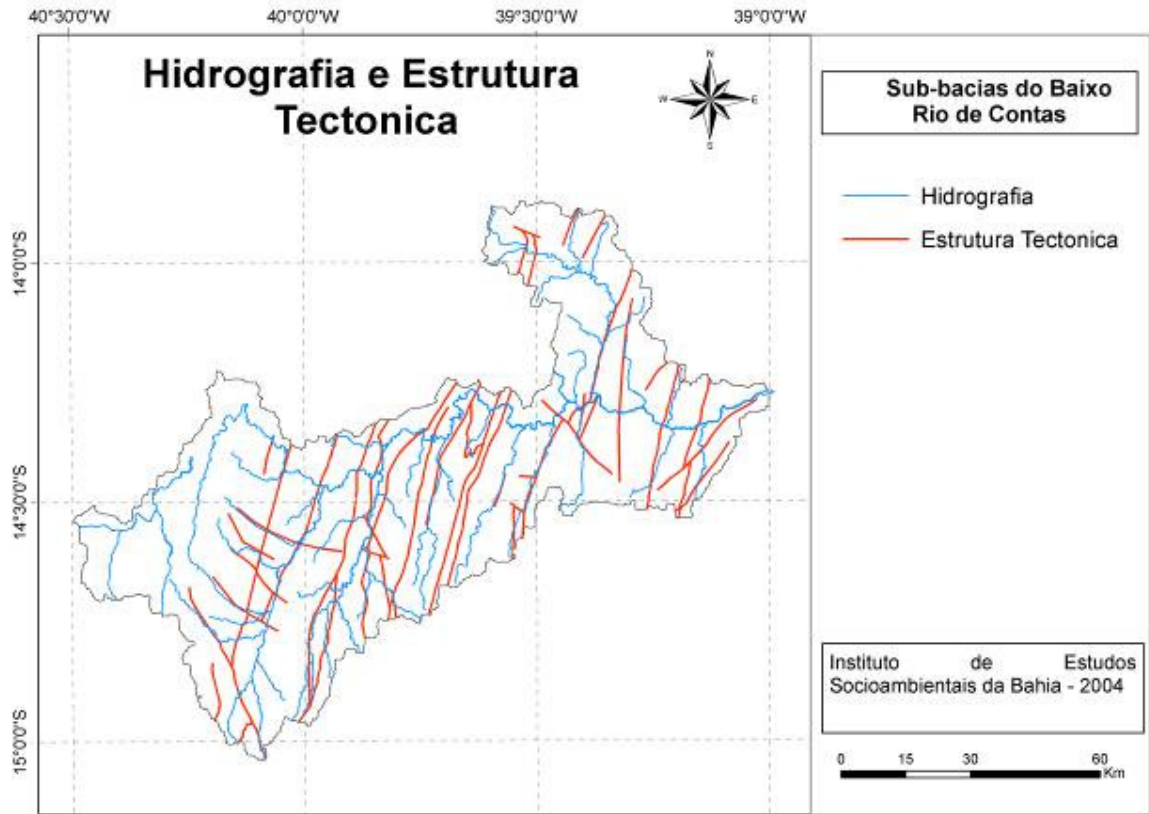


Figura 15 – Influência da Estrutura Tectônica no curso dos rios das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.  
Fonte: Elaborado a partir de IESB (2003).

### 5.1.3 Solos

Como pode ser observado na Figura 16, por ordem de abrangência as classes de solos com maior expressão nestas sub-bacias observam-se os Argissolos (Vermelho-Amarelo Distróficos e Vermelho-Amarelo Eutróficos), Latossolos (Vermelho-Amarelo Distróficos e Amarelo Distrófico) e Chernossolos Háplicos. Com pequeníssima expressão são ainda encontrados Neossolos Quartzarênicos e Planossolos Háplicos.

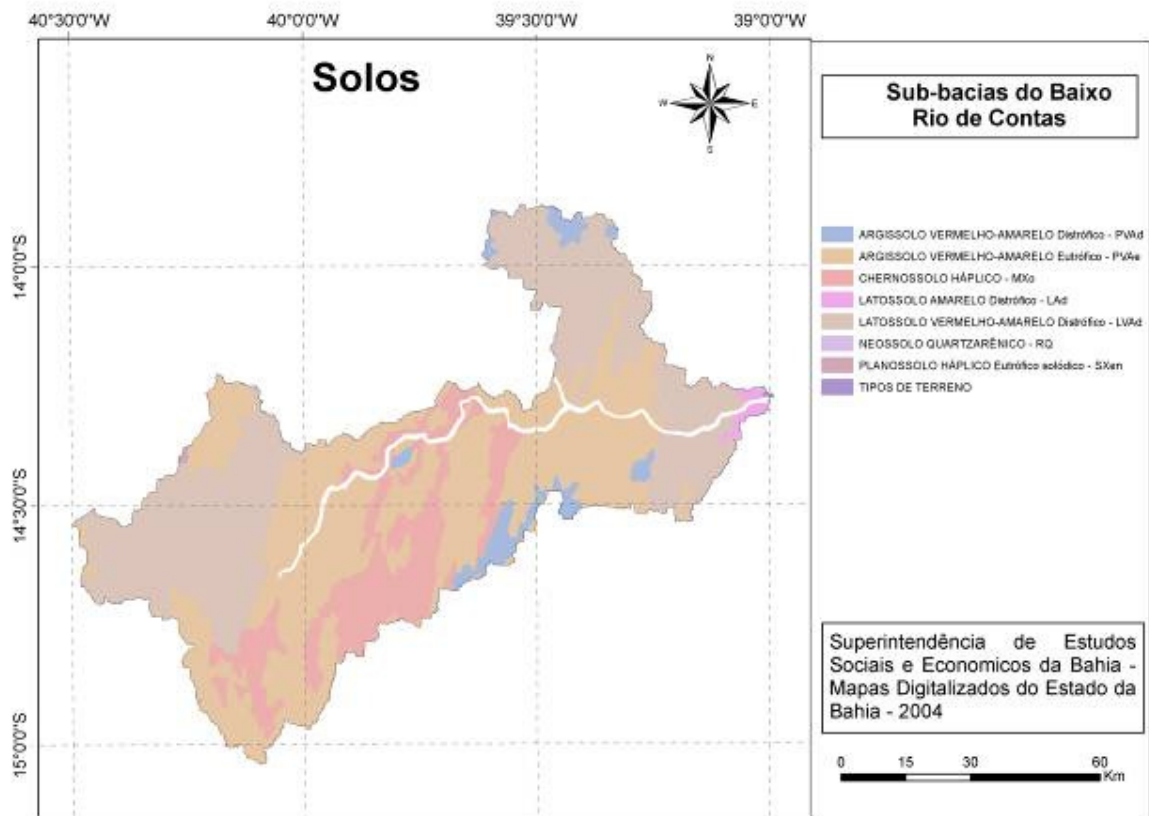


Figura 16 – Solos das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.  
 Fonte: Elaborado a partir de SEI (2003).

Os solos mais pobres da bacia são os Latossolos e os Neossolos. Os Neossolos Quartzarênicos ocorrem apenas em pequenas extensões associados à desembocadura fluvial do Rio de Contas e no litoral. Já os Latossolos ocorrem em grandes áreas, nas partes baixas da bacia hidrográfica – próximos à desembocadura do Rio de Contas – (Latossolo Amarelo Distrófico e Vermelho Amarelo Distrófico), em quase toda a Sub-Bacia do Rio Orico (Vermelho Amarelo Distrófico) e no alto curso do Rio Gongogi (Vermelho Amarelo Distrófico) (Figura 14).

Os Latossolos Vermelhos Amarelos Distróficos são solos não hidromórficos com horizonte B latossolico abaixo de quaisquer tipos de A, tem baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, tem geralmente

boa permeabilidade, e são forte e moderadamente drenados, possuem boa porosidades e características físicas propícias ao bom desenvolvimento das raízes das plantas (SAMPAIO, et al, 1994; EMBRAPA, 2003), estes solos são, no entanto, quimicamente pobres e tem baixa fertilidade natural.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos das partes mais altas da bacia, foram formados sobre depósitos detrito-lateríticos do fanerozóico e enderbitos e charnockitos da unidade Jequié. Os enderbitos e charnockitos representam um corpo batolítico intrusivo em um conjunto de litologias metamórficas de alto grau, formado de granulitos bandados ácidos e básicos, kinzigitos, quartzitos, formações ferríferas, rochas ortoderivadas e migmatitos granulíticos (FORNARI, 1992). Assim, embora as características climáticas no domínio destes solos favoreçam menos ao intemperismo do que as das áreas mais próximas ao litoral, foram formados solos pobres, resultado de um material de origem pobre.

Os Latossolos mais próximos à desembocadura e da Bacia do Rio Oricó são parte dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, sendo a formação destes resultado da acumulação de material pré-intemperizado do Grupo Barreiras. Já os Latossolos Amarelos próximos à desembocadura são formados pelas condições climáticas mais favoráveis ao intemperismo químico, especialmente o índice de pluviosidade, que pode passar dos 2400 mm anuais propiciando a hidratação da hematita que se transforma em goethita dando ao Latossolo a cor amarela (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1983).

Os outros solos das sub-bacias foram formados por uma combinação da transformação de um material de origem relativamente mais rico (diretamente do embasamento) sob condições intempéricas mais amenas. São estes os Argissolos, especialmente os Vermelho-Amarelo Eutrófico e Chernossolos.

A classe dos Argissolos compreende, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (EMBRAPA, 2003). Segundo Baena e Rodrigues (2005) as principais limitações do Argissolos (antigos Podzolicos) são: acidez, baixa CTC, baixa reserva de nutrientes, aumento da fração argila em profundidade e adensamento/compactação. Os Argissolos das Bacias do Baixo Rio de Contas destas sub-bacias, são em sua maior parte Eutróficos, ou seja possuem valor de V acima de 50%, e portanto uma alta saturação por bases.

Já a classe dos Chernossolos compreende os solos constituídos por material mineral que têm como características diferenciais alta saturação por bases e horizonte A chernozêmico sobrejacente a horizonte B textural, ou B incipiente com argila de atividade alta, ou sobre horizonte C carbonático ou horizonte cálcico, ou ainda sobre a rocha, quando o horizonte A apresentar concentração de carbonato de cálcio (EMBRAPA, 2003). Nas bacias hidrográficas do Baixo Rio de Contas ocupam grandes áreas, sendo formados sobre o embasamento cristalino do Arqueano (Neoarqueano) no Planalto Pré-litorâneo.

#### *5.1.4 Vegetação*

As bacias hidrográficas do Baixo Rio de Contas e Gongogi encontram-se dentro das ecorregiões Floresta Costeira Baiana e Floresta Interior Baiana (Figura 17). A

primeira, trata-se de uma Floresta Ombrófila, sendo caracterizada por formações vegetais que não possuem deficiência hídrica que comprometam os processos metabólicos necessários a manutenção de sua estrutura foliar. Já a segunda é uma Floresta Estacional que tem como principais características a distinção entre a estação chuvosa e a estação seca e o desenvolvimento de vegetação caducifólia, que perde parte das folhas no período de maior estiagem.

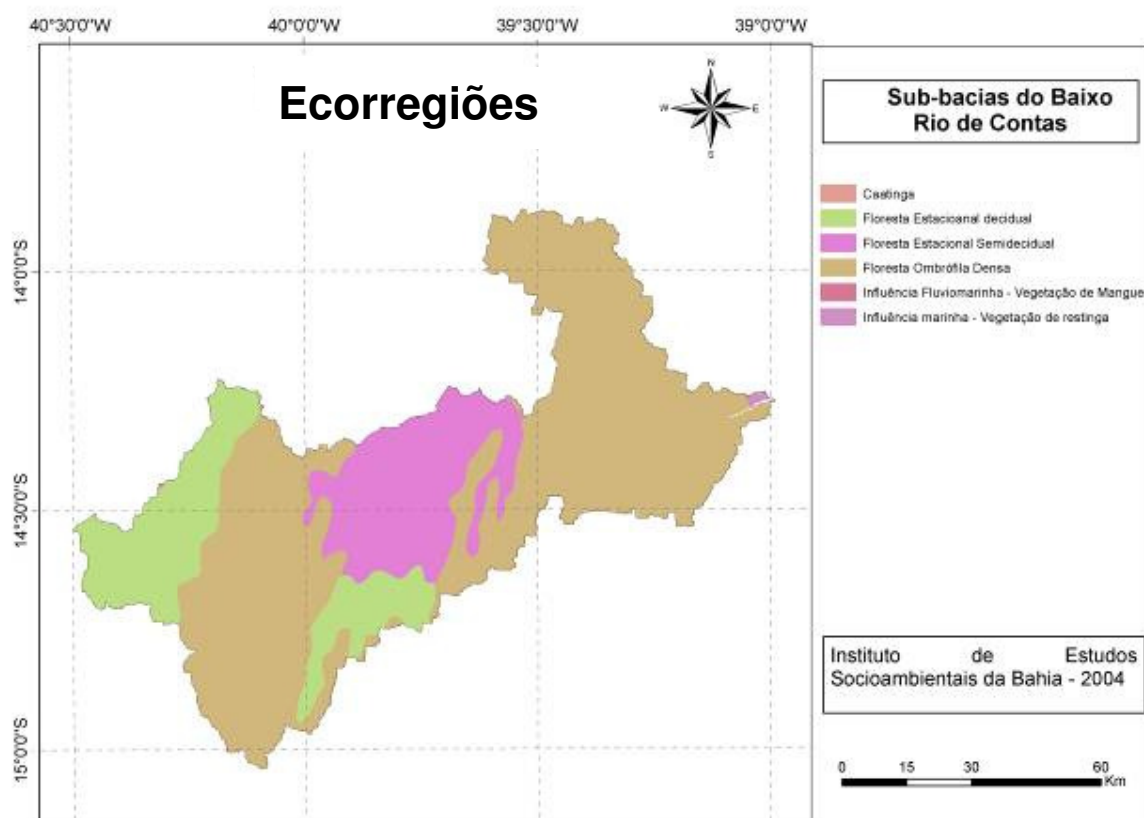


Figura 17 – Ecorregiões das Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.  
Fonte: Elaborado a partir de SEI (2003).

Em um maior nível de detalhes pode-se identificar ainda dentro destes grupos outros ambientes menores característicos da região litorânea (manguezais e restingas). Maksoud (1964) agrupou em uma zona estas formações, a qual denominou zona de vegetação halofita e psamófito na planície da praia e do litoral. A

vegetação desta zona possui intensa relação com o ambiente costeiro, estando adaptada às condições ambientais adversas demais para a maior parte das espécies terrestres, entre as quais podemos citar as variações e os altos níveis de salinidade, o tipo de substrato sobre o qual se formaram os solos (pacotes sedimentares lamosos e areias quartzarênicas) e as variações da maré que sujeitam alguns destes ambientes a alagamentos periódicos. Maksoud (1964) observou três espécies principais nos manguezais presentes na foz do Rio de Contas ao alcance da maré, são elas a *Avicenia tomentosa* JACG. (mangue-siriuba), *Laguncularia racemosa* GAERTNER (mangue branco) e *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), além da espécie de transição para a terra firme *Hibiscus tiliaceus* (algodoeiro da praia). Como vegetação de psamófita Maksoud (1964) apresenta apenas como alguma das espécies presentes a *Ipomoea pes caprae* (salsa da praia) e *Canavalia obtusifolia* (papil), *Sporobolus virginicus* (capim barba de bode), *Polygala cyparissias* (pinheirinho da praia) e *Scaevola plumieri* (mangue de praia). Salienta ainda a presença terra adentro de gramíneas, ciperáceas e vegetação de arbustos como o coqueiro anão, bromeliáceas e pequenas cactáceas.

Em seguida, no sentido da interiorização, logo após as restingas, tem-se a Mata Pluvial Tropical ou Floresta Ombrófila (Ecorregião Floresta Costeira Baiana) que é a formação vegetal com maior presença nas sub-bacias do Baixo Rio de Contas (Figura 17) e é caracterizada pela alta pluviosidade, pela grande umidade e pela constância da vegetação (manutenção da estrutura foliar em todas as estações). Segundo Maksoud (1964) a mata pluvial tropical da Bacia do Rio de Contas é uma mata rica em lianas das famílias das bignoníaceas, leguminosas, sapindáceas, passifloráceas, asclepiadáceas entre outras. As árvores são cobertas de aráceas, bromeliáceas, orquídeas e fetos. Entre as árvores de maior valor

econômico há a *Caselpina echinata* (pau-brasil), e entre as palmeiras destaca-se a *Euterpe attaleya* e *Bactris* (MAKSOUUD, 1964).

As Florestas Estacionais (Ecorregião Floresta Interior Baiana) são encontradas em dois trechos da bacia hidrográfica (Figura 17): o primeiro localiza-se no médio curso da Bacia do Rio Gongogi, nas imediações dos municípios de Itapitanga e Ibicuí, onde desenvolve-se principalmente sobre Chernossolos e o segundo encontra-se localizado no alto curso da bacia do Rio Gongogi, nas imediações dos municípios de Poções e Boa Nova.

No primeiro trecho ela divide-se em Semi-decidual e Decidual, que diferenciam-se pela perda simultânea de folhas que é maior na Floresta Decidual (mais de 50% das espécies são caducifólias) do que na semi-decidual (entre 20% e 50% das espécies vegetais são caducifólias) em decorrência de um maior período de estiagem na primeira. Neste trecho encontra-se uma mata mesófila, com vegetação de médio porte com sub-bosque e dossel fechado.

No segundo trecho, alto curso da bacia do rio Gongogi, encontra-se presente apenas a floresta estacional decidual, que ocorre sobre as serras marginais do Planalto Sul Baiano e no Planalto de Vitória da Conquista e é representada pela mata de cipós, que atua como uma transição para a caatinga, a qual Maksoud (1964) caracterizou como sendo rica em espécies de finas lianas (cipó), árvores espinhosas de tronco fino.

## **5.2 Histórico de ocupação e aspectos socioeconômicos**

### *5.2.1 Histórico de Ocupação*

Os municípios que compõem as Sub-bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi fazem parte, segundo a classificação da SEI das regiões administrativas



Litoral Sul e Sudoeste da Bahia. Tais regiões têm características históricas e econômicas que diferem bastante entre si: enquanto o Litoral Sul é marcado historicamente pela colonização portuguesa já a época do descobrimento e ter sua economia e cultura atual, marcada pela monocultura cacaueteira; a região Sudeste tem sua história marcada pela colonização bandeirante e pela pecuária. As Sub-bacias do Baixo Rio de Contas tem seu espaço, história e economia marcados por estes dois opostos: a medida que há uma interiorização, há também um aprofundamento das características da região Sudeste e enfraquecimento das características da região Litoral Sul. Busca-se nos textos a seguir a realização de um rápido levantamento histórico destas duas regiões, realizando uma melhor caracterização da Sub-bacias do Baixo Rio de Contas.

#### *5.2.1.1 Região Litoral Sul*

A região sul teve sua ocupação iniciada já na época da chegada dos primeiros colonizadores ao Brasil. Juntamente com todo o sul da Bahia, a ocupação de seu território ocorreu com movimentos de avanços e recuos, devido a fatores como a indefinição econômica dos colonizadores, presença de índios hostis, rivalidade entre colonos, insalubridade, dificuldades de comunicação e penetração nas terras além do litoral (SEI, 2003). Seu primeiro produto de valor econômico foi o pau-brasil e sua colonização esteve ligada à exportação de recursos da mata. Se por um lado às condições naturais, especialmente a presença da mata dificultaram a penetração ao interior, por outro favoreceram a atividade extrativista do pau-brasil, abundante à época da colonização. As características adversas da nova terra por sua vez influenciaram no tipo de colonização dado: colonização de exploração com vistas ao rápido enriquecimento e retorno à Europa.

Mais tarde procurou-se coordenar a extração de pau-brasil, e proteger os colonos portugueses dos ataques de índios e europeus, foram assim estabelecidos entrepostos comerciais que logo foram substituídos pelo sistema de Capitânicas Hereditárias (1534), este sistema foi responsável na região pela formação dos primeiros núcleos de povoações dispersos pelo litoral (SEI, 2003).

A economia local foi por muito tempo ligada à agricultura de semi-subsistência, até a chegada da monocultura cacaueteira. Favorecida pelo clima semelhante ao de seu local de origem, a cacauicultura se expandiu de forma significativa, entre o século XIX e início do século XX, atraindo grandes contingentes populacionais para a região. Mais tarde, em decorrência da necessidade da expansão da produção houve a interiorização do povoamento.

Durante o século XX a cacauicultura passou por crises cíclicas em decorrências de doenças e queda nos preços, que culminaram na vassoura-de-bruxa, deixando a região em estado de estagnação econômica.

Nas sub-bacias a cacauicultura encontra-se concentrada nos municípios mais próximos ao litoral, enquanto nos municípios mais secos sequer existe este cultivo.

#### *5.2.1.1 Região Sudoeste*

A região Sudoeste encontra-se na Grande Área do Semi-Árido baiano, seu desbravamento inicial se deu entre o final do século XVII e início do século XVIII, devendo-se essencialmente ao bandeirantismo. Neste período houve a dizimação de diversas etnias indígenas e o estabelecimento dos primeiros núcleos de colonização nas regiões das atuais cidades Vitória da Conquista, Jequié e Poções. Durante este período foram abertas vias de comunicação ligando estas áreas ao Recôncavo Baiano e ao litoral na altura da foz do Rio de Contas e Ilhéus (ZORZO,

2001 apud SEI, 2003). A ocupação ocorreu mais consistentemente com a implantação do sistema de sesmarias, especialmente quando as terras então conhecidas como “Alto Sertão da Serra Geral da Bahia” foram doadas a Antônio Guedes de Brito, em fins do século XVII (SEI, 2003).

Essa região servia de ponto de apoio para vaqueiros e o gado que eram transportados do sertão para Salvador e Recôncavo. Contudo, com a expansão da demanda por carne na capital e áreas litorâneas próximas, esta região acabou se especializando na pecuária, ampliando as próprias criações de gado. A fazenda de gado foi ao mesmo tempo unidade de produção e movimentação de capital (CAR, 1994).

A região passou por várias atividades econômicas como a extração de látex, cultura algodoeira, cafeeira, horticultura e cacauicultura, no entanto até o final do século XIX, a pecuária e agricultura de subsistência dominavam a paisagem na região (SEI, 2003).

Somente na década de 70 que o cultivo de café é disseminado pela região, principalmente na região de Vitória da Conquista e Barra do Choça, juntamente com a implantação de dois distritos industriais em Vitória da Conquista e Jequié, que vieram a dinamizar a economia e estabelecer uma maior integração regional.

Nesta área a cacauicultura não se expandiu devido aos baixos índices pluviométricos, sobrando extensas áreas de terras férteis, mas com grandes restrições climáticas. As extensas de áreas não utilizadas com cacau foram utilizadas na pecuária, sistema extensivo e alguns cultivos temporários com menor expressão espacial.

## 5.2 Dinâmica sócio-econômica

Como pode ser observado na Figura 18 e na Tabela 5 o uso predominante na maior parte dos municípios da bacia são as pastagens, mas existem, no entanto, grandes diferenças espaciais dos usos, no sentido leste-oeste. Os municípios mais próximos ao litoral, têm como principal uso da terra as lavouras, principalmente a permanente, mas à medida que há a interiorização, a agricultura rapidamente perde espaço para as pastagens só retornando a ter alguma importância nos municípios de Poções e Boa Nova agora com outro produto agrícola, como será visto a frente, sem, no entanto, ameaçar a hegemonia da pecuária (Figura 18).

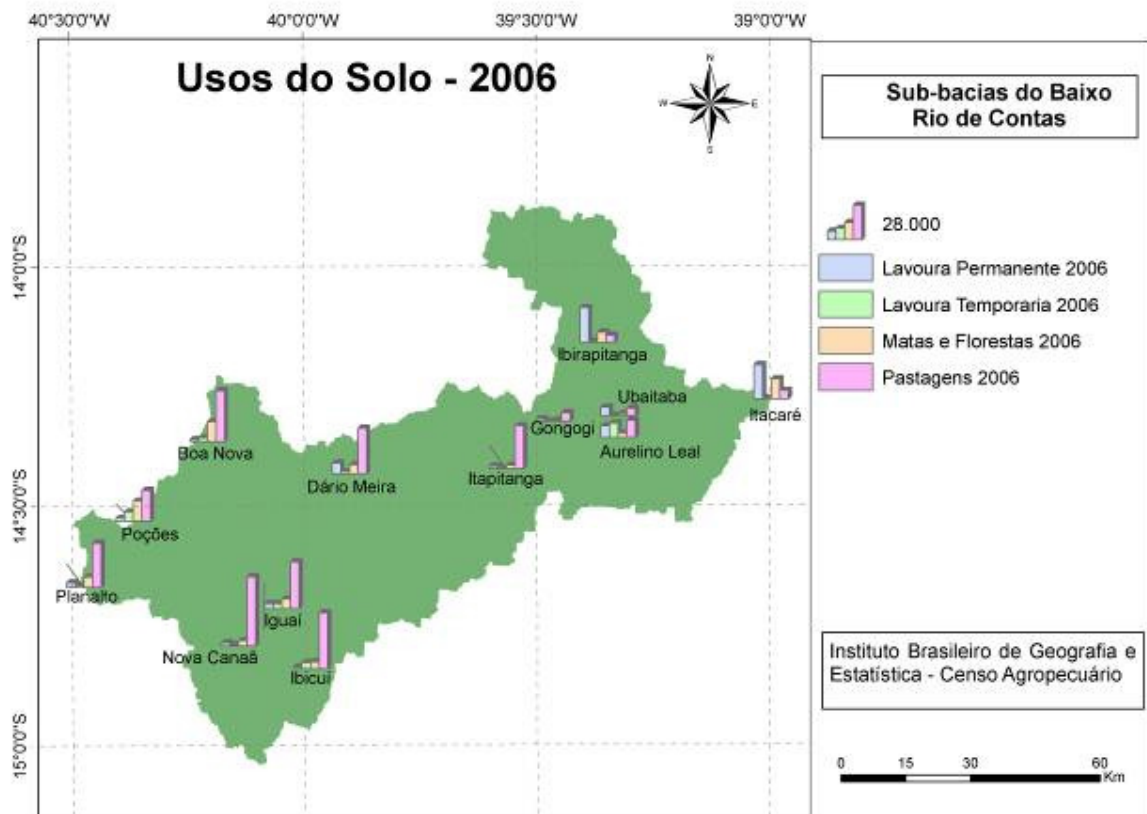


Figura 18 – Usos do Solo em hectares nos municípios com sede nas Sub-Bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi.  
Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2008).

Em 2006 nos municípios de Ibicuí, Iguai, Itapitanga e Nova Canaã e Planalto mais de 70% das terras dos estabelecimentos agropecuários eram ocupadas com pastagens (Tabela 5), em outros três municípios esta taxa superava os 50% (Boa Nova, Dário Meira e Gongogi). Em 1996 eram nove, os municípios que tinham mais de 50% da área de seus estabelecimentos rurais ocupados com pastagens, tendo decrescido (percentualmente) no período entre 1996 e 2007 as áreas de pastagens dos municípios de Aurelino Leal, Ibicuí, Ibirapitanga, Iguai, Itacaré e Poções, tal diminuição afetou o total de áreas de pastagens dos municípios dentro das Sub-bacias do Baixo Rio de Contas que passaram de 413.874 para 353.449 hectares.

Tabela 5 – Usos da Terra por município com sede nas bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi

	Lavouras permanentes ha		Lavouras temporárias ha		Pastagens ha		Matas e florestas ha	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006
<b>Aurelino Leal</b>	12001	9640	2622	12002	23651	14091	4778	3863
<b>Boa Nova</b>	995	1557	14839	2952	35564	41104	11665	16247
<b>Dário Meira</b>	7012	8584	3750	1755	23997	37028	5165	7188
<b>Gongogi</b>	4705	1908	2099	13	15107	7076	3260	1245
<b>Ibicuí</b>	1759	1300	1539	5090	91175	45435	7063	5685
<b>Ibirapitanga</b>	18865	28278	2658	1291	7326	5980	9140	8598
<b>Iguai</b>	3281	3942	4772	3864	46739	37896	6008	7674
<b>Itacaré</b>	21536	27857	6341	660	9506	6966	20464	16307
<b>Itapitanga</b>	3176	2059	979	43	35596	34927	2187	2716
<b>Nova Canaã</b>	1491	2511	2125	670	41850	56089	2928	4189
<b>Planalto</b>	5684	3854	8322	1784	47802	35824	6559	8374
<b>Poções</b>	1717	2345	18762	7549	29959	24870	7610	16380
<b>Ubaitaba</b>	10224	7111	606	199	5602	6163	3009	1649

Fonte: Censo Agropecuário 1996 e 2006 (IBGE,2008)

A espacialização das lavouras (permanente e temporárias) permite perceber novamente, grandes diferenças entre os lados leste e oeste da bacia. Enquanto na região litorânea predominam as lavouras permanentes, no lado oeste há a predominância das lavouras temporárias. Em 2006 os municípios que apresentavam maior percentual área em estabelecimentos rurais com lavouras eram Ibirapitanga,

Itacaré, Aurelino Leal e Ubaitaba com respectivamente 66,9%, 55,0% 54,6% e 48,3% de sua área recoberta por cultivos agrícolas, todos estes localizados no lado leste da bacia hidrográfica. No período compreendido entre 1996 e 2006 embora a área ocupada pela agricultura tenha recuado na bacia, os municípios de Ibirapitanga, Itacaré, Aurelino Leal, Ibicuí e Iguaí tiveram aumentaram das áreas utilizadas em cultivos agrícolas. O decréscimo na área ocupada por lavouras nestas bacias ocorreu por causa da diminuição das áreas de lavoura temporária, pois neste período as áreas ocupadas por lavoura permanente aumentaram.

Em relação à área de matas e florestas em estabelecimentos comerciais os municípios com maior percentagem de áreas de matas e florestas foram Poções e Itacaré, que tinham em 2006 mais de 30% de sua área ocupada por matas e Boa Nova e Ibirapitanga com respectivamente 26% e 19%. No período entre 1996 e 2006 as áreas de estabelecimentos rurais ocupadas por matas e florestas aumentaram em oito municípios das Sub-bacias do Baixo Rio de Contas, sendo estes: Boa Nova, Dario Meira, Ibicuí, Iguaí, Itapitanga, Nova Canaã, Planalto e Poções.

Os principais produtos da bacia hidrográfica são o cacau, o café a banana (culturas permanentes), que em 2006 ocupavam respectivamente 69,5%, 5,5% e 9% das áreas agrícolas da bacia e a cana, o feijão, a mandioca e o milho (culturas temporárias) que neste mesmo período ocupavam respectivamente 2,2%, 2,9%, 6,9% e 2,1% das áreas de cultivos da bacia.

Como pode ser visto na Tabela 6, entre os produtos de lavoura permanente o cacau terá presença marcante apenas nos municípios mais próximos do litoral, diminuindo sua participação à medida que há a interiorização, chegando a desaparecer nos municípios mais a oeste da bacia hidrográfica. O café não tem a importância do cacau na área de estudo e somente nos municípios de Poções e

Planalto tem participação maior que 500 ha (por município). A banana tem participação um pouco maior que o café, mas, mais da metade de sua área de cultivo localiza-se em Ibirapitanga (4500 hectares).

Tabela 6 – Lavoura Permanente nas Bacias do Baixo Rio de Contas

	<b>Banana Há</b>	<b>Cacau ha</b>	<b>Café Há</b>
<b>Aurelino Leal - BA</b>	526	9252	0
<b>Boa Nova - BA</b>	150	511	150
<b>Dário Meira - BA</b>	850	5588	83
<b>Gongogi – BA</b>	420	2544	0
<b>Ibicuí – BA</b>	100	1515	40
<b>Ibirapitanga - BA</b>	4500	26000	300
<b>Iguaí – BA</b>	300	2570	200
<b>Itacaré – BA</b>	450	13045	39
<b>Itapitanga - BA</b>	100	2440	20
<b>Nova Canaã - BA</b>	200	347	380
<b>Planalto – BA</b>	336	0	2172
<b>Poções – BA</b>	820	0	2260
<b>Ubaitaba - BA</b>	400	6739	0

Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2008)

Entre os produtos de lavoura temporária a mandioca é a que tem maior participação na área da bacia, ocupando 6997 hectares, e é o único cultivo temporário que tem expressividade nos municípios mais próximos ao litoral (Tabela 7). No médio curso do Rio Gongogi, adquire alguma importância a cana de açúcar, o milho e o feijão. No alto curso da bacia aumenta a participação do feijão enquanto decresce a da cana.

Tabela 7 – Lavoura Temporária nas Bacias do Baixo Rio de Contas

	<b>Cana-de-açúcar (hectares)</b>	<b>Feijão (hectares)</b>	<b>Mandioca (hectares)</b>	<b>Milho (hectares)</b>
<b>Aurelino Leal - BA</b>	0	0	240	0
<b>Boa Nova - BA</b>	100	170	600	60
<b>Dário Meira - BA</b>	650	150	1435	180
<b>Gongogi - BA</b>	10	7	190	10
<b>Ibicuí – BA</b>	300	200	180	250
<b>Ibirapitanga - BA</b>	5	70	1350	40
<b>Iguaí – BA</b>	900	325	540	325
<b>Itacaré – BA</b>	0	0	320	12
<b>Itapitanga - BA</b>	45	12	32	20
<b>Nova Canaã - BA</b>	100	300	400	300
<b>Planalto - BA</b>	77	1295	1260	312
<b>Poçoões - BA</b>	82	400	300	600
<b>Ubaitaba - BA</b>	0	0	150	0

Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2008)

Os diferentes usos da terra nesta bacia são influenciados por uma série de fatores, entre os quais se destacam as características climáticas, o café e o cacau são as únicas duas lavouras que ocupam mais de 10% da área de um dos municípios da bacia hidrográfica e ocorrem em partes diferentes da bacia, que por sua vez possuem condições ambientais diferentes. O cacau, principal produto agrícola da bacia hidrográfica, responsável pela utilização de mais de 60% das áreas destinadas à lavoura nos municípios com sede na sub-bacia hidrográfica, só tem presença significativa na parte leste da bacia, que por estar mais próxima ao litoral encontra-se sujeita à ocorrência de massas de ar oceânicas que aumentam a pluviosidade e a umidade do ar. O cacauzeiro é bastante exigente quanto ao clima, segundo Hardy (1961) entre outras exigências climáticas o cacauzeiro necessita de temperatura média anual superior a 21°C (mínima de 22º e máxima de 28º para melhor floração e frutificação), temperatura média diária superior a 15,5°C e temperatura, chuvas bem distribuídas ao longo do ano e precipitação mínima de 1250 mm anuais (preferivelmente 1500 mm). O cacauzeiro exige solos férteis,



profundos e sem limitações físicas (TUCCI e Z AidAN, 1998), no entanto a maior parte da cacauicultura da região desenvolveu-se sobre latossolos distróficos, que possuem baixa fertilidade natural, já em regiões com solos relativamente ricos como o médio curso da bacia do Rio Gongogi a cacauicultura ocupa apenas uma ínfima porção da área da bacia hidrográfica, assim embora haja ainda limitação de profundidade do solo em diversas áreas o que inviabilizaria a cacauicultura nestas áreas, a ausência da cacauicultura mesmo em áreas de solo mais profundo é um indicativo nesta região de que o principal limitante é mesmo o clima. As exigências diminuem o potencial econômico da lavoura cacauera em grande parte da sub-bacia do Gongogi. Nos municípios mais próximos ao litoral ela pode representar até 55% da área do município (Ibirapitanta que em 2006 tinha 26 mil hectares plantados com cacau), mas a medida que há uma interiorização o cacau vai perdendo força chegando a ocupar menos de 5% de municípios como Dario Meira e desaparecendo em Planalto e Poções.

O café por outro lado, embora não tenha grande participação na maior parte da bacia hidrográfica, apresenta-se com um pouco mais de força na região Oeste, as condições ambientais podem variar bastante a depender do tipo de café escolhido para a lavoura, existindo espécies que embora apreciem a disponibilidade de água suportam melhor os déficits hídricos, exemplos são o *Coffea canephora* (café robusta) que suporta déficit de até 200 mm anuais e o *Coffea arabica* (café arábica) que suporta déficit hídrico de até 150 mm.

A ausência de uma cultura agrícola de grandes proporções e as limitações climáticas que dificultam a expansão da cacauicultura por toda a bacia fizeram com que nesta bacia hidrográfica predominassem a pecuária extensiva e as áreas de pastagens.

O rebanho bovino oscilou em todos os municípios entre 1975 e 2005, mas hoje se apresenta maior em nove dos treze municípios analisados e a quantidade total de cabeças de gado que era de 364937 na metade da década de 70 subiu para 407213 em 2005, houve, no entanto quedas significativas em dois períodos o primeiro situado entre 1975 e 1980 e o segundo entre 1990 e 1995. No primeiro período o ano de maior perda foi 1978, quando o numero de cabeças de gado caiu mais de 16% em relação ao ano anterior (perda de 62187 cabeças), sendo os municípios que apresentaram perdas foram: Gongogi, Ibicuí, Iguai, Nova Canaã e Planalto. No segundo período os anos de maiores perdas foram 1993 e 1994 com perdas de 19,45% e 13,64% respectivamente, nestes dois anos perderam seus rebanhos todos os municípios com sede na área da bacia hidrográfica, com exceção de Itacaré e Ubaitaba. Além de outros anos com perdas menores (1979, 1982, 1983, 1985, 1990, 1995, 1996 e 2002) é registrada ainda uma outra perda severa de rebanho que ocorreu em 1998 quando a bacia hidrográfica perdeu 12,84% das cabeças de gado (41.950 cabeças de gado), neste ano as maiores perdas ocorreram em Ibicuí, Iguai e Nova Canaã.

Tabela 8 – Rebanho Bovino dos municípios com sede nas Bacias do Baixo Rio de Contas

	Rebanho (cabeças)						
	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
<b>Aurelino Leal</b>	15087	22297	24000	38500	42000	41700	50700
<b>Boa Nova</b>	22520	22638	30535	30320	26758	28432	18600
<b>Dário Meira</b>	14638	9527	16840	18450	12297	10759	13775
<b>Gongogi</b>	28796	12836	14496	16920	13500	18232	14499
<b>Ibicuí</b>	120215	121950	108870	130120	68854	66500	107873
<b>Ibirapitanga</b>	320	1281	1380	5250	3890	2392	1307
<b>Iguai</b>	36520	27848	16508	42600	17365	35000	41363
<b>Itacaré</b>	1905	1700	2234	2250	2480	2920	3185
<b>Itapitanga</b>	33535	36624	44041	51000	45650	41500	46750
<b>Nova Canaã</b>	48504	42500	40620	54200	36849	44189	49625
<b>Planalto</b>	17677	17160	15050	19459	9227	16667	31800
<b>Poções</b>	23660	25975	28660	21126	16171	23544	24453
<b>Ubaitaba</b>	1560	1394	1380	1800	2430	2500	3283

Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2008)

Atualmente o município com o maior número de cabeças de gado é Ibicuí com 110.030 cabeças de gado e o menor efetivo bovino é o correspondente a Ibirapitanga com 1768 cabeças.

Não foi encontrada relação entre as oscilações de áreas de pastagens e as oscilações do número de cabeças de gado. Para tal foram comparadas as variações entre os anos de 1996 e 2006 para número de cabeças de gado e área de pastagens. Neste período os municípios de Aurelino Leal, Gongogi, Ibicuí, Iguaí, Itacaré, Itapitanga, Planalto e Poções diminuíram as pastagens, mas aumentaram o efetivo bovino, já o município de Boa Nova aumentou a área destinada a pastagens, mas diminui o rebanho de gado. Os municípios que responderam positivamente ao aumento de pastagens foram Dário Meira, Nova Canaã e Ubaitaba, e o único município onde houve simultaneamente queda no número de pastagens e no efetivo bovino foi Ibirapitanga.

Quanto a estrutura fundiária de modo geral para a bacia hidrográfica as maiores concentrações de terra encontram-se nas classes de 100 a 1000 ha que concentram mais de 53% da área dos municípios e menos de 2% das propriedades. O município que apresenta maior concentração é Poções que apresenta 12% da área municipal em apenas um estabelecimento (maior que 5 mil hectares), neste município 21% da área encontram-se em propriedades acima de 1000 ha. Aurelino Leal e Itapitanga também apresentam grandes concentrações de terras em propriedades acima de 1000 ha (17,6% e 18,9%). Em nenhum município as propriedades com menos de 1 ha chegam a ocupar 0,5% das áreas rurais, embora o número de propriedades chegue a ocupar até 35% do total da área rural do município como em Ibicuí. Já as propriedades com até 10 ha não chegam a ocupar 10% da área da bacia evidenciando uma elevada concentração de terras. A

concentração fundiária na bacia é um reflexo do histórico uso da terra, ocasionado principalmente pelo processo de ocupação e expansão da pecuária extensiva.

Tabela 9 – Concentração fundiária por município com sede nas bacias do baixo Rio de Contas 2006.

	<1ha		≥1<10ha		≥10<100ha		≥100<1000ha		>1000ha	
	nº	área	nº	área	nº	área	nº	área	nº	área
<b>A. Leal</b>	23	11,978	159	596,795	246	9776,532	101	25937,06	6	7757,4
<b>Boa Nova</b>	3	1,871	310	1529,968	734	23841,545	128	31877,5	7	7940
<b>Dário Meira</b>	118	55,704	760	2659,931	409	11389,086	94	24627,6	2	2369,1
<b>Gongogi</b>	0	0	14	100,5	79	2723	48	14523,5	4	8070
<b>Ibicuí</b>	457	214,341	319	1021,731	323	11221,162	171	53309,84	19	38329,84
<b>Ibirapitanga</b>	13	3,882	308	1673,292	502	17031,41	106	20158,63	0	0
<b>Iguai</b>	121	104,169	380	1826,747	739	22223,155	145	34608,74	3	3598,8
<b>Itacaré</b>	227	86,523	1028	3252,798	824	22908,02	127	29896,05	3	4018
<b>Itapitanga</b>	4	0,51	192	693,628	145	5056,996	76	28864,6	4	8089,7
<b>Nova Canaã</b>	77	56,282	451	1731,025	418	12740,597	97	29039,33	4	4986,8
<b>Planalto</b>	12	9,589	391	1837,926	894	28168,843	155	33352,4	6	7755,6
<b>Poções</b>	8	3,667	176	957,476	599	19987,307	92	26392,79	5	12902,72
<b>Ubaitaba</b>	3	1,652	100	455,64	154	6004,208	48	13961,6	0	0
<b>TOTAL</b>	1066	550,168	4588	18337,457	6066	193071,861	1388	366549,6	63	105818

Fonte: Censo agropecuário

### 5.2.2 Dinâmica demográfica

Segundo o censo realizado pelo IBGE em 2000 a soma da população dos 13 municípios com sede dentro das Bacias do Baixo Rio de Contas era de 259.519, sendo a taxa de urbanização de 55,1%, tratando-se portanto hoje de uma bacia hidrográfica de população predominantemente urbana. Os municípios com maiores taxas de urbanização são Aurelino Leal, Ubaitaba e Poções, que possuíam em 2000 valores acima de 70% da população urbana. Nesta mesma época os municípios mais rurais eram Boa Nova e Ibirapitanga, com população rural acima de 70%. Entre as décadas de 1970 e 2000 todos os municípios com exceção de Ubaitaba experimentaram decréscimos populacionais em algum momento. As maiores quedas foram as que ocorreram entre as décadas de 80 e 90, quando mesmo os

crescimentos de alguns municípios não foram suficientes para estancar a perda populacional da bacia. Já a população urbana que era no início da década de 60 de apenas 26% é hoje, após um crescimento contínuo em quase todos os municípios, de mais de 55%. A urbanização da população e a conseqüente maior facilitação ao acesso a saneamento básico, serviços de saúde e educação é provavelmente o principal responsável pelo aumento da esperança de vida ao nascer e diminuição da taxa de mortalidade infantil registrada pelo Atlas de Desenvolvimento Humano (2000).

### 5.3 Evolução dos Usos da terra

Nesta etapa do trabalho que constou da obtenção e classificação de imagens de satélite de épocas distintas, geraram-se quatro mapas temáticos de cobertura vegetal. Os usos foram agrupados em dois grandes grupos. No primeiro foram agrupados os usos florestais, principalmente as matas e a lavoura de cacau cabruca e a segunda classe constou dos usos que deixam o solo mais exposto sendo nesta bacia as principais as pastagens e lavouras temporárias. O cálculo da acúrcia dos mapas utilizando o Índice Kappa indicou mapas de qualidade muito boa, como pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 – Avaliação do mapeamento de uso da terra para a bacia do Rio Gongogi e Baixo Rio de Contas (1973-2001), por meio dos resultados estatísticos de Kappa.

<b>Anos</b>	<b>Kappa</b>
1973	0,625
1987	0,715
1996	0,696
2001	0,723

As bacias hidrográficas do Baixo Rio de Contas e Gongogi apresentavam juntas em 1973 cerca de 435.173 ha cobertos por usos florestais, o que correspondia a 58% da área da bacia hidrográfica (Figura 19 e Tabela 11). A maior parte das áreas com usos florestais concentrava-se na região litorânea e na bacia hidrográfica do rio Oricó. Tal fenômeno foi causado pelo desenvolvimento da cacauicultura nas áreas mais úmidas da bacia. O cacau além de ser uma cultura permanente, protegendo o solo por um tempo maior, é plantado sob o sistema de cabruca que preserva os extratos mais altos da mata e portanto também contribui para proteção do solo. As áreas mais degradadas são o trecho médio da bacia hidrográfica do Gongogi e o trecho próximo à nascente deste rio (Figura 19 e Tabela 11). A degradação neste trecho tem como principal motivo a pecuária extensiva que tomou força já nos fins do século XVII, impulsionada por um clima adverso demais para a maior parte das culturas tropicais que mais tarde viriam a ser implantadas em outras partes da Bahia. Atualmente, como foi mostrado, o principal uso da terra na região do Rio de Contas é com a pecuária, e os principais produtos agrícolas, à exceção do cacau nas áreas de maior índice pluviométrico, ocupam áreas muito pequenas da bacia do Rio Gongogi.

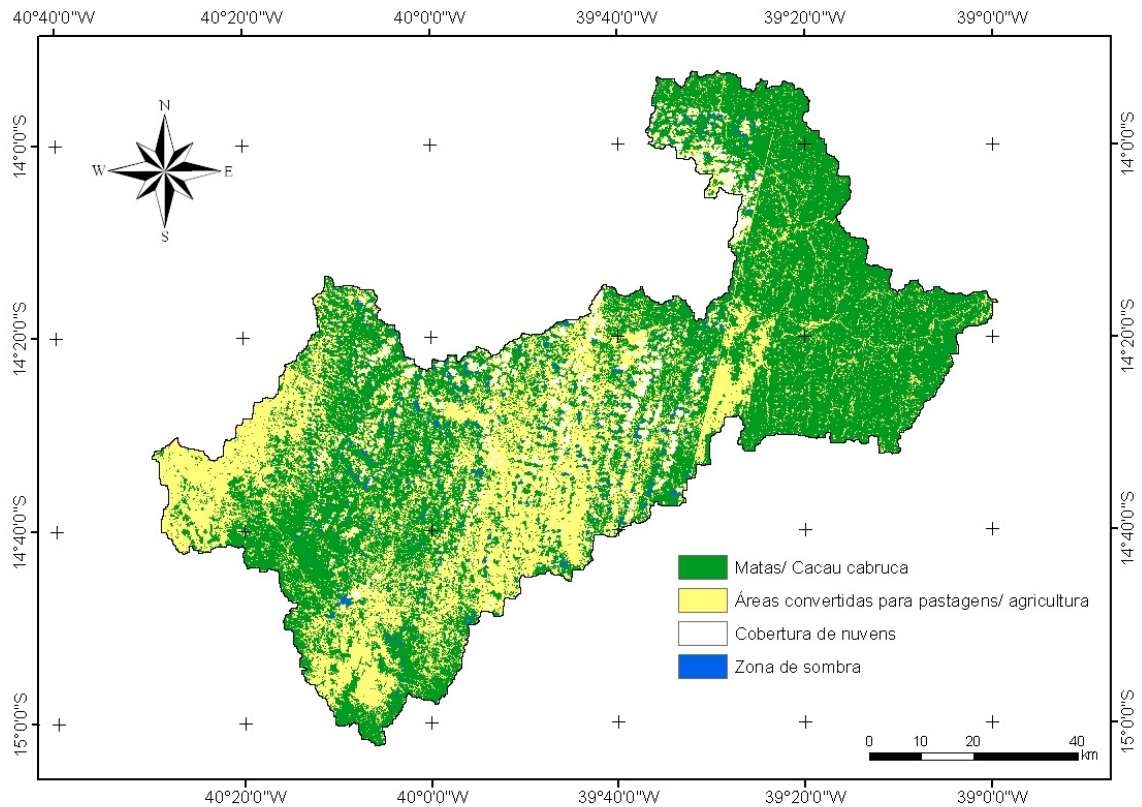


Figura 19 – Usos da terra para as bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi em 1973.

A Figura 20, apresenta os principais usos para as bacias do Baixo Rio de Contas e Rio Gongogi para o ano de 1987. É possível perceber a expansão das áreas descobertas e uma conseqüente redução das áreas florestadas. As regiões mais impactadas foram novamente as da bacia hidrográfica do Rio Gongogi que passa a apresentar muito pouco de sua cobertura vegetal original (Tabela 12). Nas bacias hidrográficas como um todo no período de 14 anos as áreas de florestas passam de 435.173,76 ha para 379.160,37 ha, representando uma diminuição de 12,8% das áreas de mata e cacau. Na área litorânea também há uma expansão das áreas desmatadas enquanto a bacia hidrográfica do Rio Oricó passa a apresentar a feição de mosaico.

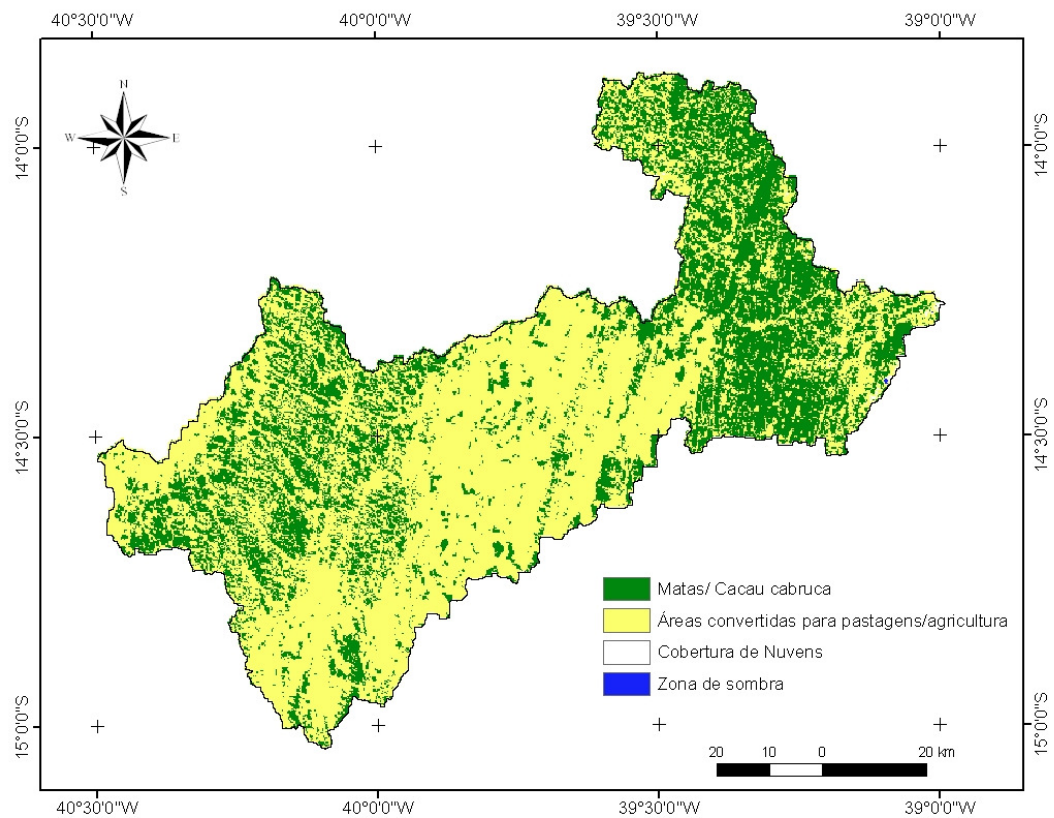


Figura 20 – Usos da terra para as bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi em 1987.

O mapa de elaborado a partir de imagens de 1996 (Figura 21) apresenta a continuidade do processo de desmatamento das bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi. Há a diminuição de 30% das áreas desmatadas e a bacia hidrográfica conta agora com somente 36,43% de sua área coberta por matas e cultivos consorciados com florestas. Mas, assim como nos períodos anteriores, essa diminuição, se deu de forma muito mais intensa na bacia do Rio Gongogi.



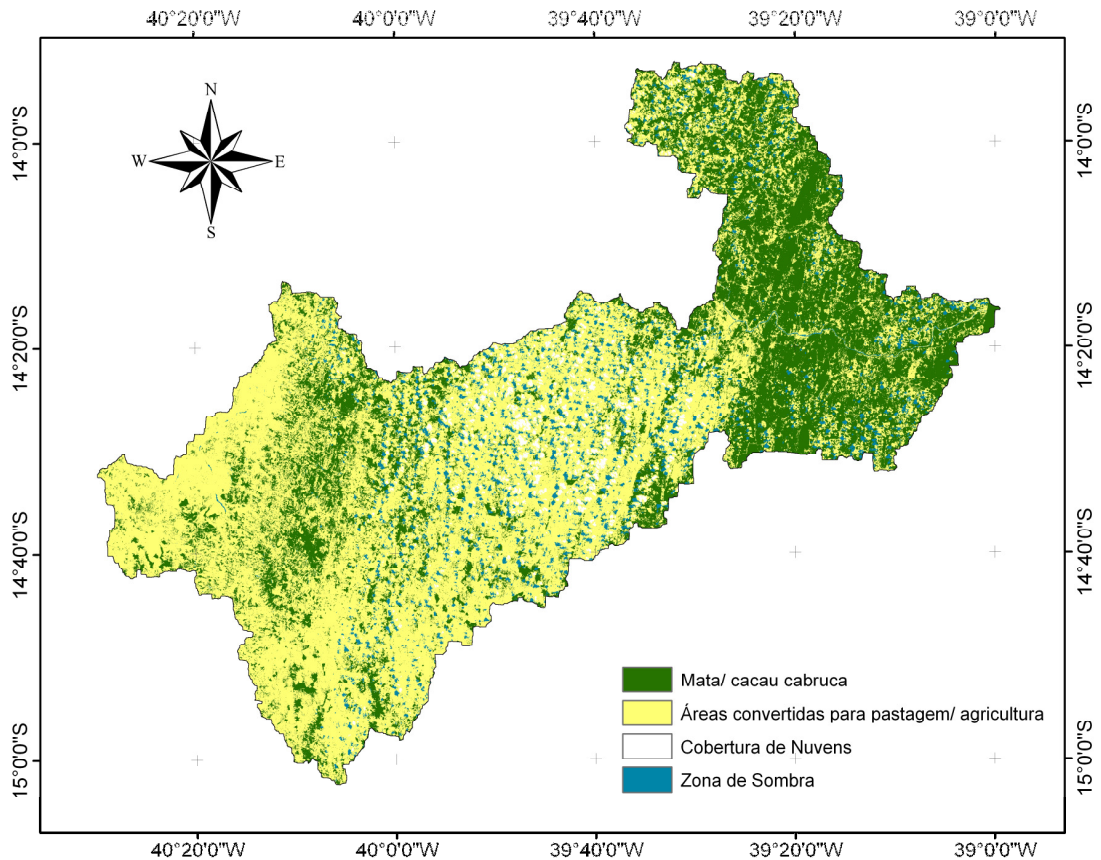


Figura 21 – Usos da terra para as bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi em 1996.

Em 2001, há novamente a expansão das áreas desflorestadas, e novamente esta se dá com maior intensidade na bacia hidrográfica do Rio Gongogi.

O desmatamento acelerado observado desde o fim da década de 80, é o resultado da substituição do cacau, cultivo dominante na bacia, pelas pastagens devido a crise da lavoura cacauzeira. Nesse mesmo ano, o uso da terra com matas e cacau cabruca representava apenas 33,21% da área da bacia, sendo portanto, as pastagens o uso predominante (Figura 22). Entre 1996 e 2001, verificou-se a redução de quase 25 mil hectares nas áreas de cobertura vegetal.

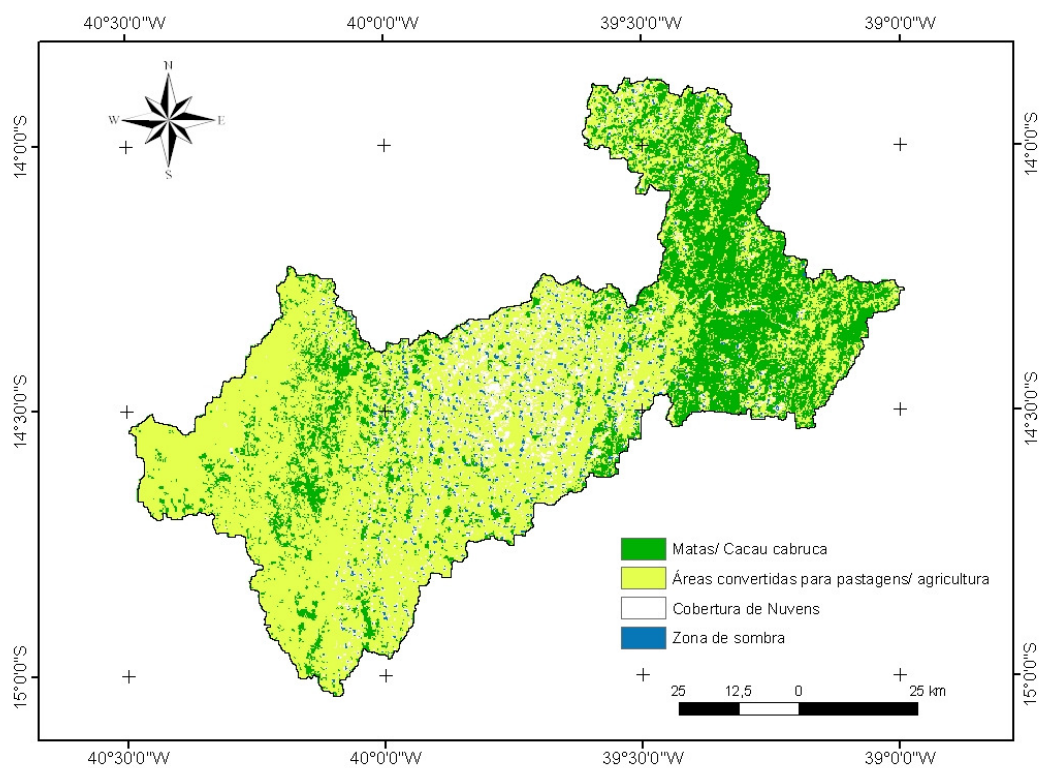


Figura 22 – Usos da terra para as bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi em 2001.

Como pode ser visto nas figuras 19, 20, 21 e 22 a evolução das áreas desflorestadas, ocorreu de forma rápida de modo que nos últimos 30 anos as bacias do Baixo Rio de Contas e Gongogi perderam mais de 150.000 ha de áreas florestais (mata e cacau cabruca). As áreas com vegetação arbóreas que ocupavam, no início da década de 1970, 58% da área das bacias agora respondem por menos de 35% do total.

O resumo dos mapas com respectivas áreas pode ser visto nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 – Áreas de matas/cabruças, pastagens, nuvens e sombra de nuvem nas bacias do baixo Rio de Contas e Gongogi

Categorias	1973		1987		1996		2001	
	Há	%	ha	%	ha	%	ha	%
Matas/cacau cabruca	435.173,76	58,07	379.160,37	50,6	273.011,91	36,43	248.827,77	33,21
Pastagens Agricultura	289.619,84	38,65	369.176,40	49,27	409.523,97	54,65	444.245,58	59,28
Cobertura de nuvens	11.392,13	1,52	765,99	0,1	19.461,81	2,60	16.577,01	2,21
Zona de sombra	13.159,04	1,76	242,01	0,03	47.347,08	6,32	39.694,41	5,3
Total	749.344,77	100	749.344,77	100	749.344,77	100	749.344,77	100

Tabela 12 – Áreas de matas/cabruças, pastagens, nuvens e sombra de nuvem na Bacia do Rio Gongogi

Categorias	1973		1987		1996		2001	
	ha	%	Há	%	ha	%	ha	%
Matas/cacau cabruca	275197,30	47,24	234664,22	40,28	112404,10	19,29	102101,88	17,53
Pastagens Agricultura	291802,26	50,09	340263,12	58,41	418703,50	71,87	429428,48	73,71
Cobertura de nuvens	2403,87	0,41	3313,65	0,57	16142,80	2,77	16015,98	2,75
Zona de sombra	13177,87	2,26	4340,31	0,75	35330,90	6,06	35034,96	6,01
Total	582581,30	100,00	582581,30	100,00	582581,30	100,00	582581,30	100,00

## 5.4 Dados Hidrológicos

### 5.4.1 Precipitação

No período estudado os totais pluviométricos mensais para a bacia do Rio Gongogi variaram entre 10,6 mm (mês de maior estiagem do período) e 497,1 mm (mês de maior pluviosidade do período) mensais e os totais pluviométricos anuais entre 533 mm (ano de menor pluviosidade) e 1510 mm (ano de maior pluviosidade). Considerando as médias mensais dos 30 anos de estudo, a amplitude pluviométrica mensal da área é bastante alta, sendo a média do mês de maior estiagem, (setembro com 55 mm mensais), 247% menor que a do mês mais chuvoso, (dezembro com 136 mm mensais).

Quanto às variações plurianuais, até o início da década de 1980 a bacia apresentava variações aproximadamente uniformes de precipitação a cada 3 anos (Figura 23), mas modificações deste padrão começaram a ocorrer em 1982, ano que coincide com o primeiro ano, da série de dados em estudo, em que o El Niño ocorreu com intensidade forte. No Brasil o El Niño tem entre seus efeitos a diminuição das chuvas no Nordeste, em áreas do Sertão (semi-árido), e em condições desfavoráveis todo o setor leste (do Nordeste) – Agreste, Zona da Mata e Litoral (LABMET, 2007). Novas modificações no padrão de chuvas para a Bacia do Gongogi, são observadas durante as décadas seguintes, em consonância com eventos ENSO que atingiram o Brasil com intensidades entre moderada e forte (CPTEC, 2009), diminuindo principalmente as precipitações dos meses mais secos da bacia. Ao final da década de noventa, o padrão inicial parece se restabelecer, no entanto por insuficiência de dados da década seguinte não foi possível concluir se o retorno a este padrão é momentâneo ou duradouro.

Aos totais pluviométricos anuais foram ajustadas retas para avaliar a ocorrência de tendências no comportamento pluviométrico das bacias (Figura 23). Embora tenha pouco significado estatístico, a reta indicou para a Bacia do Rio Gongogi tendência negativa, o que pode indicar a diminuição dos totais pluviométricos ao longo das décadas em estudo. É necessário, no entanto, ser cauteloso com tal afirmação, pois os fatores que regem as variações climáticas são complexos e em sua maior parte fogem a escala local. Diversos trabalhos indicam que são necessárias séries temporais de no mínimo 50 anos para a constatação de mudanças no clima e de variações interdecadais (LINHARES, 2006). Bruijnzeel (1996 apud LINHARES, 2006) afirma que já foram identificados ciclos climáticos de 10, 21 e 32 anos, o que dificulta ainda mais a análise, já que um ciclo de 32 anos

poderia incluir todo o período analisado neste trabalho, podendo, portanto, levar a falsas conclusões, já ciclos de 21 anos abarcariam grande parte do período levando a conclusão de que existiria uma tendência, quando na verdade seriam apenas transições entre a fase cíclica e a normal. Os eventos El Niño e La Niña, com ciclos entre 3 e 8 anos, também seriam fontes de influência para a precipitação regional. No espaço de tempo deste estudo ocorreram eventos El Niño fortes em 1982/1983, 1991/1993 e 1998 e La Niña fortes em 1973/1976 e 1988/1989 (CPTEC, 2009) abarcando, portanto, grande parte do período em estudo. No entanto a comparação entre os gráficos anuais de pluviosidade e a tabela de eventos El Niño e La Niña mostrou que no período em estudo, somente o El Niño teve influencias significativas nas precipitações da bacia.

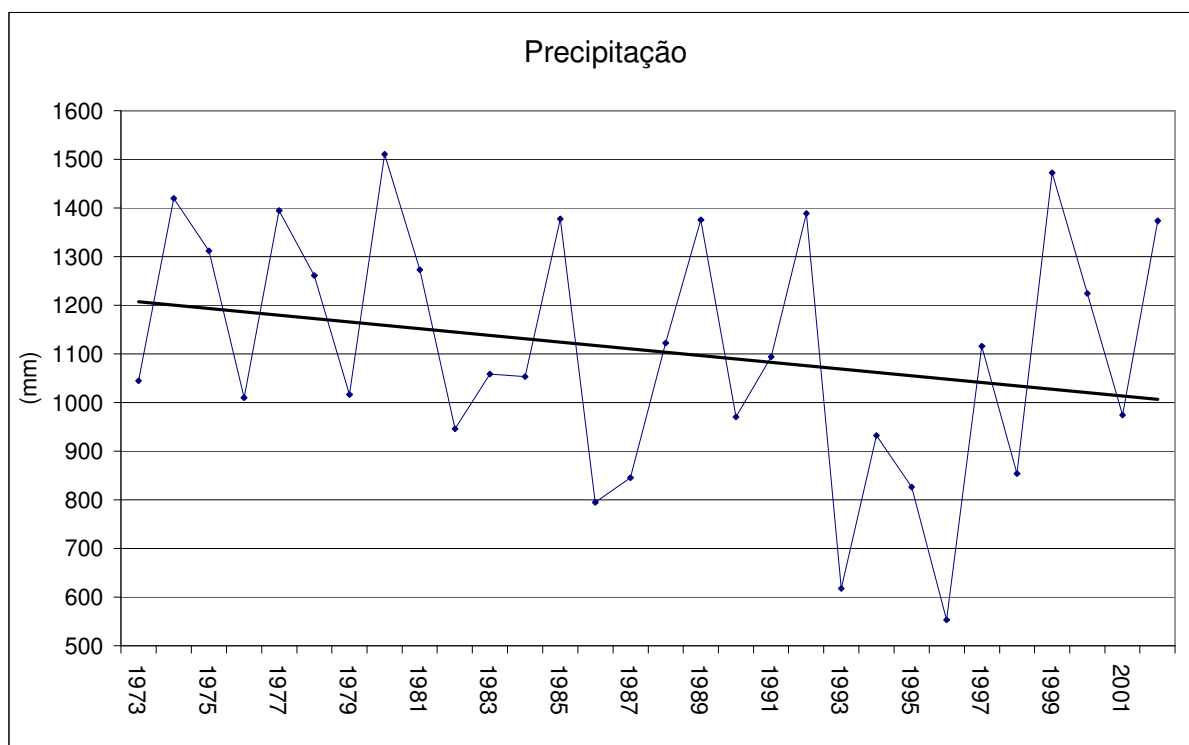


Figura 23 – Totais anuais precipitados para a bacia do Rio Gongogi entre 1973 e 2001.

A complexidade dos fatores que regem as modificações climáticas torna muito

difícil a determinação de tendências, e, portanto uma correlação entre as mudanças de uso do solo e da precipitação é ainda mais difícil. Bruijnzeel (1996 apud LINHARES, 2006) afirma ainda que diversos trabalhos incorrem em erros, por desconsiderar padrões climáticos globais, como ENSO, flutuações cíclicas e variações interdecadais, além de realizar a aplicação de técnicas estatísticas inadequadas à análise de dados. Para este autor é quase impossível determinar a causa e efeito entre deflorestamento e alterações nos padrões de chuva, além de que, como indica Lima (2008), a eliminação da floresta não cessa a evaporação local, mas sim diminui de aproximadamente 1/3 ou menos. Segundo Linhares (2006) quem analisa os dados corretamente encontra dados pouco ou nada significativos, Mooley e Parthasarathy (1983 apud LINHARES) estudaram os totais anuais de 306 estações para um período de mais de 100 anos na Índia e não encontraram tendências estatísticas significativas; de modo inverso Fleming (1983 apud LINHARES), analisou tendências totais anuais de precipitação para 10 estações na Costa Rica, com dados de 28 a 95 anos e mesmo não encontrando resultados significativos estatisticamente, inferiu que a diminuição da precipitação nas planícies foi em decorrência da conversão da floresta em pasto.

Lima (2008) realiza uma interessante revisão teórica acerca do tema, classificando como crença os fatos de que as florestas contribuam para o aumento da precipitação local, por apresentarem normalmente uma alta taxa de evapotranspiração, e que o desmatamento contribua para a ocorrência de secas, tal crença chega inclusive a ser encontrada na literatura em alguns trabalhos baseados em medições realizadas em campo (RAKHMANOV, 1966 apud LIMA, 2008), (SHPAK, 1971 apud LIMA, 2008), (MOLCHANOV, 1963 apud LIMA, 2008). Todavia, continua o Lima (2008), na maior parte dos trabalhos, chegou-se a conclusão, de

que chovia mais em áreas florestadas do que em áreas abertas através da simples comparação de dados de precipitação medidos na floresta e na área aberta, desconsiderando outros fatores como as variações causadas por diferentes condições entre os ambientes nas medições dos pluviômetros e a necessidade de maiores taxas pluviométricas para o desenvolvimento de florestas.

Em sua revisão Lima (ibidem) cita o trabalho realizado por Gilman em 1964 que afirma que a evaporação local não controla a precipitação neste mesmo local, tampouco se correlaciona com o padrão das chuvas sobre a Terra, podendo, no entanto, eventualmente contribuir apenas com uma fração ínfima para a precipitação em áreas continentais, Lima (ibidem) completa afirmando que para se considerar que a evaporação de um dado local possa contribuir para aumentar a chuva nesta mesma área é preciso, antes, levar em conta a constante movimentação do ar.

Na bacia em estudo a reta de tendência apresentou-se negativa, mas o valor de  $r^2$  não foi significativo, além disto a ocorrência de eventos e El Nino de intensidades entre moderada a forte parecem ter influenciado significativamente as retas – a inclinação negativa desta reta tem grande influência das baixas taxas pluviométricas de parte das décadas de 80 e 90 – sendo portanto impossível inferir na Bacia do Rio Gongogi qualquer relação entre as variações da precipitação e as mudanças de cobertura do solo.

#### 5.4.2 Evapotranspiração

A evapotranspiração é o componente mais importante do ciclo hidrológico por superar em volume em muito os outros componentes, como escoamento superficial, recarga e umidade do solo (BEST et al., 2003). Na bacia do Gongogi a evapotranspiração média anual variou entre 486 e 1212 mm anuais.

Não foi realizado o cálculo da evapotranspiração mensal, por esta ser derivada dos valores de precipitação e vazão, dos quais o segundo tem efeito memória que afeta significativamente os valores de evapotranspiração.

A reta ajustada para os totais anuais mostrou tendência negativa no período (Figura 24), embora no final da década de 1990 e início dos anos 2000 a evapotranspiração tenha voltado a aumentar, isso é corroborado pelos gráficos de evapotranspiração acumulada (36 meses) das décadas de 1970 (1973 a 1975), 1980 (1983 a 1985), 1990 (1993 a 1995) e 2000 (2000 a 2002).

Durante todo o período de estudo a maior parte da água precipitada anualmente sobre a bacia retornou a atmosfera pelos processos de evapotranspiração. A relação entre a água precipitada e a água evapotranspirada variou entre pouco menos de 70% (1978) e mais de 90% (1987) da precipitação retornando a atmosfera pelos processos de evapotranspiração. A média anual de retorno da água precipitada para atmosfera nos 30 anos em que se deu o estudo foi de cerca de 80% da água precipitada.

Segundo Bacellar (2005), a evapotranspiração é especialmente influenciada pelo clima e pelo tipo de vegetação, árvores evapotranspiram mais que vegetação de menor porte como gramíneas, arbustos e boa parte das culturas agrícolas, assim era de se esperar que a substituição de grande parte da cobertura arbórea por pastagens que ocorreu nesta bacia, tivesse diminuído significativamente a evapotranspiração na sub-bacia, o que não ocorreu. Na escala de trabalho o reflexo da ação humana na bacia sobre os processos de evapotranspiração se existir, é suprimido em sua maior parte por outros processos atmosféricos, principalmente a precipitação. Como pode ser observado nos gráficos das Figuras 24 e 25, na Bacia do Rio Gongogi o principal agente controlador da evapotranspiração é a quantidade



precipitada: uma maior quantidade precipitada em um curto espaço de tempo significa a saturação do solo e o escoamento da água superficialmente, desta maneira os anos em que a quantidade precipitada mais se aproximava da quantidade evapotranspirada foram os anos com maior estiagem (década de 1990), isto ocorre por que uma menor porcentagem da água precipitada foi transformada em escoamento superficial, o contrário foi observado durante a década de 70 até a metade da década de 80 quando a razão entre evapotranspiração e precipitação apresentou-se maior. Assim, embora a cobertura arbórea da bacia tenha sido grandemente diminuída no período entre 1973 e 2002, não são observadas modificações significativas que indiquem que em escala anual os processos de evapotranspiração possam estar sendo afetados pelas modificações nos usos da terra.

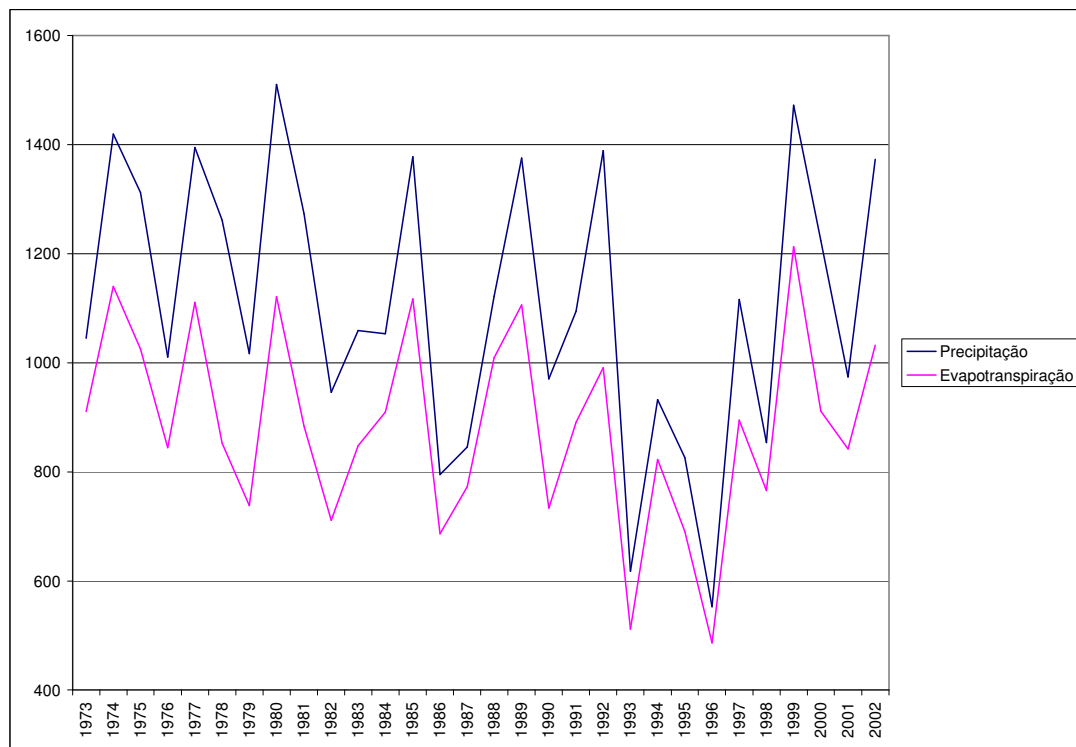


Figura 24 – Totais anuais de precipitação e evapotranspiração para a bacia do Gongogi (1973-2002).

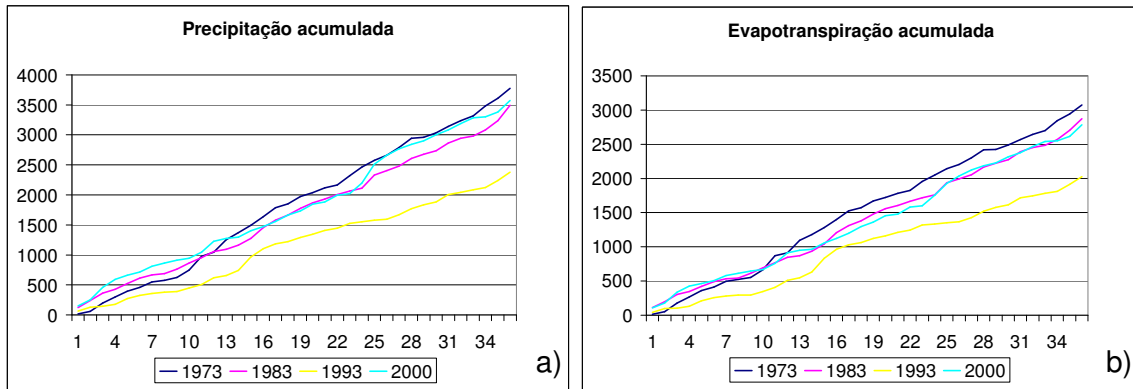


Figura 25 – Precipitação (a) e evapotranspiração (b) acumulada para 36 meses (1973-2002).

#### 5.4.3 Vazão do Rio Gongogi

Entre 1973 e 2002 na bacia do Rio Gongogi as vazões médias mensais variaram entre 1,3 m<sup>3</sup>/s e 408 m<sup>3</sup>/s e as médias anuais se situaram entre o mínimo de 9 m<sup>3</sup>/s a um máximo de 74 m<sup>3</sup>/s. Em milímetros as médias mensais variaram entre 0,6 e 191 mm mensais, e as anuais entre 31,9 e 2367,5 mm. O ajuste de uma reta permitiu perceber uma tendência ligeiramente negativa das vazões anuais (Figura 26), mas isto ocorre principalmente em resposta às menores quantidades precipitadas a partir do início da década de 1980, corroborando com consenso de que a vazão de uma bacia cresce e decresce, de forma não linear, em função da pluviosidade (ZHANG *et al.*1999 apud BACELLAR, 2005).

O ano hidrológico fluviométrico na bacia do Rio Gongogi inicia-se em outubro e finaliza-se em setembro, tendo, portanto uma defasagem de um mês em relação ao ano hidrológico pluviométrico desta mesma bacia. Por outro lado o mês mais chuvoso nesta bacia é também o mês de maior vazão (dezembro), o que indica que neste mês a maior parte do escoamento do Gongogi é proveniente do escoamento superficial, que é de maior velocidade. O atraso da vazão de um mês em relação ao

mês de menor precipitação é em decorrência da sustentação do rio, neste período, pelo ciclo lento da água (sub-superficial e subterrânea), isso ocorre por que nos meses mais secos há a ocorrência de chuvas que não atingem o ponto de saturação do solo e, portanto não formam escoamento superficial, nestes períodos grande parte da vazão do rio é proveniente do nível de base, que tem o fluxo mais lento que o escoamento superficial, e grande parte da água que se precipita sobre o solo tende a retornar à atmosfera pelos processos de evapotranspiração.

A comparação mês a mês entre as precipitações e vazões mensais permite, pelos mesmos motivos indicados anteriormente, dar ainda mais importância ao escoamento de base em períodos mais secos, especialmente em anos de eventos ENSO, quando a precipitação do mês seco é ainda menor.

Além dos já citados totais anuais e diários foram obtidas as vazões máximas diárias (para cada mês do período de estudo) para a bacia do Gongogi, que correspondem ao total escoado no dia de maior vazão em um dado mês. Sobre as vazões máximas diárias foi ajustada uma linha de tendência que, se apresentou, também, levemente negativa (Figura 26), isto é associado principalmente à diminuição das taxas pluviométricas anuais nas décadas de 1980 e 1990, principalmente dos meses mais secos. Para corrigir o problema e diminuir o peso da precipitação sobre os valores das vazões diárias máximas foi realizado um cálculo de um parâmetro para a descarga da bacia, definido aqui pela razão entre a máxima diária de um dado mês e a precipitação mensal total deste mesmo mês. Os resultados desta variável também apresentaram uma tendência discretamente negativa dos dados, sem grande significância estatística, corroborando com uma das hipóteses centrais deste trabalho que versa sobre um possível aumento das vazões máximas em decorrência da substituição da cobertura vegetal original da bacia. A

explicação para isto é provavelmente proveniente do tipo de uso do solo atual (predominantemente pastagens) que substituiu as matas, tal uso, como indicam Botelho e Silva (2006), tem perdas de água semelhante à das matas (cobertura original da bacia). Outra possível explicação para a minimização do papel da vegetação no escoamento provém da constituição geológico-geomorfológica da bacia, que à exceção do alto curso do Gongogi – que é recoberto por depósitos detríticos e Latossolos – é recoberta pelo escudo cristalino (rochas ígneas e metamórficas) e de solos bastante rasos – em campo foram observados afloramentos rochosos em diversas partes do médio e baixo curso da bacia, que indicam pequena capacidade de armazenamento de água, já o relevo bastante acidentado e movimentado da maior parte da bacia, inclusive do alto curso da bacia, por sua vez, propicia o escoamento superficial em detrimento da infiltração.

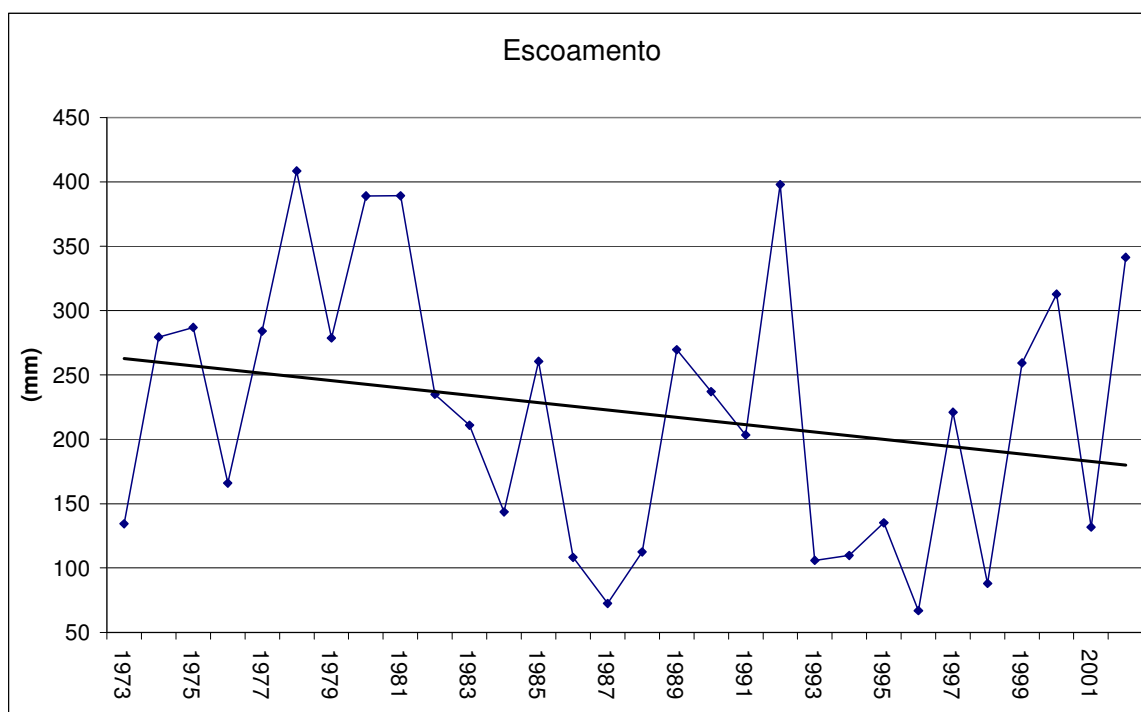


Figura 26 – Totais anuais escoado pelo Rio Gongogi entre 1973 e 2001.

Embora em sua maior parte o comportamento da vazão anual encontre-se associado à quantidade de água precipitada o encaixe entre os gráficos de precipitação (Figura 23) e vazão (Figura 26) anuais não foi perfeito isso pode indicar a existência de outros fatores, além da precipitação anual, como as modificações do uso do solo, que interferem na vazão do Gongogi ,mas também podem ser reflexo apenas da rápida depleção dos lençóis freáticos em períodos de maior estiagem e sua recomposição nos períodos de maior precipitação. Para testar as hipóteses foi realizada a comparação entre os gráficos de precipitação e vazão do Gongogi, observando o atraso da resposta da vazão às modificações dos totais pluviométricos anuais e mensais e a comparação da resposta hidrológica anual da bacia.

Os baixos níveis de vazão do Gongogi em 1973 são em decorrência dos anos anteriores (1971 e 1972) com menores taxas pluviométricas e, portanto de menores vazões. Logo nos primeiros anos do período em estudo (1973-1982) embora a precipitação sobre a bacia apresentasse-se em ciclo trienais, a vazão do rio Gongogi cresceu lentamente. A partir da década de 1980 com as modificações climáticas causadas pelos eventos ENSO as variações de vazão (Figura 26) passaram então a seguir as variações pluviométricas (Figura 23) com pequenos atrasos em decorrência de atrasos no escoamento da água pelo ciclo subterrâneo.

A bacia parece apresentar um efeito de memória que pode causar o atraso de até um ano na vazão do Rio Gongogi (anual), assim embora a precipitação total (anual) tenha diminuído entre os anos de 1975 e 1975; 1977 e 1978; 1980 e 1981; 1994 e 1995 e; 1999 e 2000, a vazão continuou a aumentar nestes mesmos períodos e; de modo contrário os aumentos da precipitação entre 1982 e 1983; 1987 e 1988 e; 1990 e 1991 não foram suficientes para impedir as quedas dos totais escoados anualmente pelo Rio Gongogi. Os períodos de defasagem entre as

variações de precipitação e as variações de vazão são explicadas pelo tempo de residência da água em fluxos mais lentos ligados à água subterrânea, a água armazenada na bacia tem um tempo de residência na bacia grande o suficiente para afetar o ano posterior. E assim mesmo em anos em que a precipitação diminui a vazão pode aumentar e, de modo inverso lençóis freáticos em nível mais baixo após períodos de estiagem podem demorar para voltar ao volume que tinham nos períodos de maior precipitação, desta maneira mesmo que aumentem os totais precipitados entre um ano e outro, a vazão pode continuar a cair em decorrência do nível da contribuição da água subterrânea ser menor. Salienta-se que isto ocorre apenas em anos com variações pequenas na pluviosidade em relação ao ano anterior (no período em estudo e na bacia em questão até 250 mm de diferença).

Os gráficos mensais e diários permitem observar que os maiores picos de vazão ocorrem logo após a precipitação e que quanto maiores as chuvas mensais, mais rápido é o aumento da vazão, isso acontece por que chuvas mais abundantes em um período de tempo mais curtos tendem a saturar o solo rapidamente e escoar superficialmente (CALASANS, 2002). Na bacia do Gongogi no período estudado a concentração de grandes volumes de chuva em um ou em poucos dias teve como efeito o aumento rápido da vazão do Gongogi e sua diminuição para volumes próximos aos anteriores à precipitação pouco tempo após o final da chuva.

A segunda metodologia para avaliar os efeitos das variações vazão foi a resposta hidrológica da bacia, definida pelo razão entre a vazão de um dado mês ou ano e a precipitação deste mesmo mês. Segundo Linhares (2006) a resposta hidrológica é um parâmetro que reflete a produção de água da bacia hidrográfica, independentemente das variações de precipitação.

Os resultados obtidos para resposta hidrológica anual para a bacia do

Gongogi não corroboraram com os obtidos na maior parte dos trabalhos científicos já realizados. Como já foi apontado há um consenso de que as variações de cobertura vegetal interferiram na vazão; trabalhos clássicos como o de Hibbert (1967 apud Andreassian, 2004) e Bosch e Hewlett (1982 apud Andreassian, 2004) demonstram que a redução da cobertura vegetal aumenta a vazão anual e em contrapartida o reflorestamento diminui esta mesma vazão, isso ocorre principalmente em decorrência das variações de evapotranspiração da bacia. No entanto, segundo Brunjizel (1990) são encontradas na literatura diversas situações pontuais e anômalas, normalmente justificadas por características locais das bacias, um exemplo de situação deste tipo foi encontrado Almeida (2007) ao estudar a resposta hidrológica de uma bacia de pouco menos de 1000 km<sup>2</sup> no Espírito Santo não encontrou qualquer relação entre a diminuição ou incremento da floresta e a resposta hidrológica da bacia. Mesmo Hibbert (1967 apud Lima, 2006) já alertava para o fato de que a análise de inúmeros resultados disponíveis mostrava claramente que esses efeitos eram altamente variáveis de lugar para lugar e, em alguns casos imprevisíveis.

Os resultados para a bacia do Rio Gongogi para resposta hidrológica nual apresentam tendência apenas levemente negativa e sem qualquer significado estatístico (Figura 27) indicando a diminuição da capacidade da bacia de produção de água.

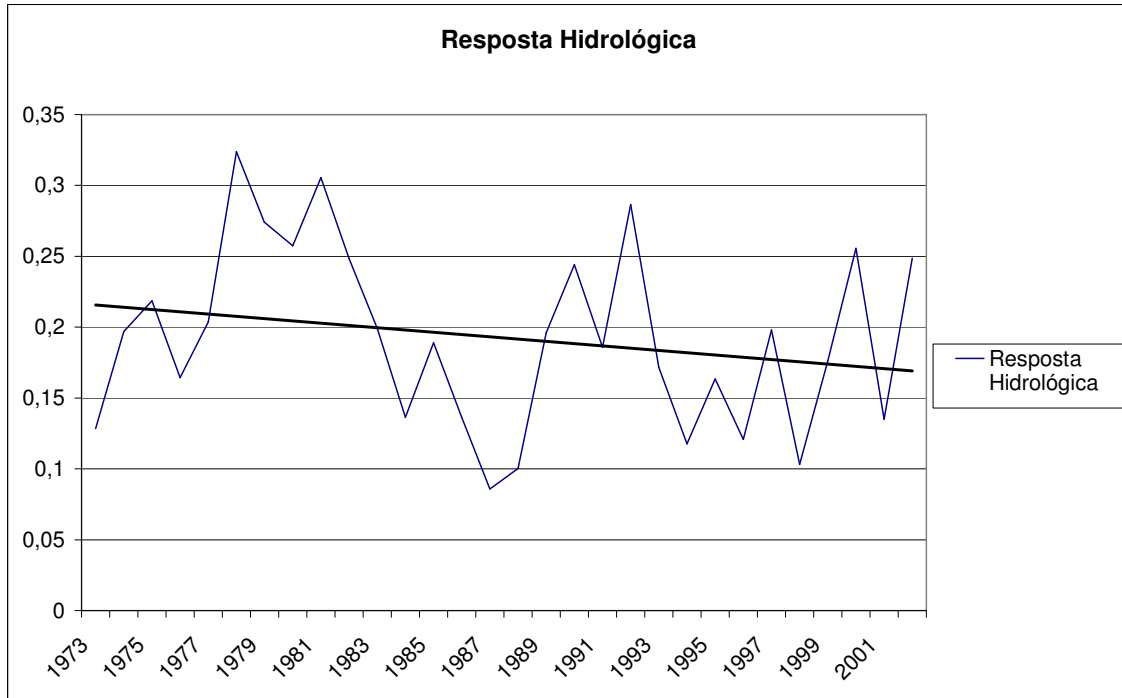


Figura 27 – Resposta Hidrológica da bacia do Rio Gongogi (1983-2002).



## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise dos dados permitiu perceber que as paisagens Bacias Hidrográficas do Baixo Rio de Contas e Gongogi apresentam-se hoje bastante modificadas em decorrência das utilizações da terra. Predominam nestas bacias hidrográficas grandes propriedades cacauicultoras nas áreas litorâneas e pastoris nas áreas mais interiores da bacia, sendo os demais usos da terra pouco significativos.

Os usos da terra nesta bacia são extremamente influenciados pelas características ambientais da bacia, entre as quais se destaca o clima. As áreas com maiores índices pluviométricos permitiram o desenvolvimento da lavoura cacaueteira esta por ser uma cultura permanente e ser desenvolvida sob o sistema de cabruca, caracterizado pela manutenção de parte dos estratos vegetais originais. A análise da evolução dos usos da terra na bacia hidrográfica, mostra, entre as décadas de 1970 e 2000 a diminuição das áreas com cobertura vegetal arbórea das bacias, principalmente da sub-bacia do Rio Gongogi que hoje apresenta menos de 20% de sua área ocupada por vegetação arbórea.

As Bacias do Baixo Rio de Contas e do Rio Gongogi apresentam basicamente dois tipos de ambientes: na parte mais a oeste, próximo a cabeceira as taxas pluviométricas são menores e há o desenvolvimento de uma formação arbustiva conhecida como cerradão. À medida que aproxima-se do enxutório desta bacia, as formações florestais vão ficando cada vez mais fechadas e mais próximas da vegetação arbórea da mata atlântica. A maior parte da bacia é dominada por rochas

ígneas do escudo cristalino e por solos rasos (observados em campo) que não favorecem a infiltração, a maior exceção para isto é encontrado na cabeceira do Gongogi, que possui uma grande formação detritico-laterítica sobre a qual se formam latossolos bem desenvolvidos, e com boa capacidade de infiltração. O relevo da maior parte da bacia é em sua maior parte movimentado e que em geral não favorece a infiltração.

Na Bacia do Rio Gongogi os principais usos da bacia são o cacau e as pastagens com absoluta predominância do segundo sobre o primeiro especialmente no médio e alto curso do Rio Gongogi.

Embora, as alterações do uso do solo tenham sido de elevada magnitude a dinâmica hidrológica parece ter sido pouco afetada por essas alterações. A precipitação encontra-se mais ligada a sistemas mais complexos e que fogem à escala da bacia, principalmente os eventos ENSO. A evapotranspiração, a vazão e a produção de água da bacia estão mais ligadas à quantidade precipitada e a intensidade e duração dessa precipitação. Conclui-se com isto que os períodos de seca pronunciadas em geral creditados às modificações do uso do solo, são na verdade reflexo de fatores que fogem a escala da bacia principalmente os ligados às quantidades precipitadas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

A TARDE. **OMS: água contaminada mata 28 mil por ano no país.** 27/06/2008. Disponível em: <<http://www.atarde.com.br/brasil/noticia.jsf?id=907745>>. Acesso em 31 jul 2008.

ALVES, H. M. R.; ALVARENGA, M.I.N.; LACERDA, M.P.C. **Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso.** 2003. Disponível em: <[http://www.epamig.br/.../Informes%20e%20Revistas/Informe%20Agropecu%E1rio/V.24%20N.220%20\(2003\)/001.doc](http://www.epamig.br/.../Informes%20e%20Revistas/Informe%20Agropecu%E1rio/V.24%20N.220%20(2003)/001.doc)>. Acesso em: 13 mai 2008.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos hídricos.** Brasília, 2001. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 31 jul 2008.

ANDREASSIAN, Vazken. **Waters and forests:** from historical controversy to scientific debate . Journal of Hydrology 291 (2004) 1–27.

BAHIA, 2000. **Avaliação da qualidade das águas – 2000.** Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br/aguas/bacias/template02.cfm?idCodigo=180>> Acesso em 21 nov 2006.

BAHIA, 2001. **Avaliação da qualidade das águas – 2001.** Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br/aguas/bacias/template02.cfm?idCodigo=180>> Acesso em 21 nov. 2006.

BARROS, Emmanuel Kirlian Evangelista; MARTINS, Alan Kardec Elias; BONATTO; Frederico; FARIA, Viviane Machado Lettry de. **Mapeamento do conflito do uso em áreas de preservação permanente na microbacia Sana Cruz, município de Porto Nacional – Tocantins – Brasil.** In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3739-3745.

BARTH, Flavio Terra; BARBOSA, Wanda Espírito Santo. **Recursos hídricos.** Apostila. São Paulo, 1999.

BEEK, K.J.; BIE, C.A. De; DRIESSEN, P.M. **La evaluacion de las tierras (el método FAO) para su planeacion y manejo sostenible: estado actual y perspectivas.** In: Congresso Latino Americano de la Ciência del Suelo, 13, 1996, Águas de Lindóia, SP. Anais. Águas de Lindoia: SBCS, 1996, 24p. CD-ROM.

BECKER, Fernando Gertum. **Aplicações de Sistemas de Informação Geográfica em Ecologia e Manejo de Bacias Hidrográficas.** In: SCHIAVETTI, Alexandre;

- CAMARGO, Antônio F.M (org). Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e aplicações. Ilhéus, Ba. Editus, 2005.
- BONAM, Gordon B. **Hydrologic Cycle**. In: BONAM, Gordon B. Ecological Climatology: Concepts and Applications. Editora Cambridge University. 2002. 678 p.
- BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira (org). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Ri de Janeiro, Bertrand Brasil. 2004
- BRANCO, Samuel Murgel. **A água e o homem**. In: PORTO, Rubem La Laina; BRANCO, Samuel Murgel; CLEARY, Robert Willian; COIMBRA, Roberto Moreira; ELGER, Sérgio; LUCA, Sergio João de; NOGUEIRA, Vicente de Paula Queiróz; PORTO; Monica Ferreira do Amaral. Hidrologia Ambiental. ABRH, Edusp. 1991
- BRASIL - Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD24 Salvador. Rio de Janeiro, 1981. 427p.
- BRUIJNZEEL, L.A. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 104 (2004) 185–228.
- CALASANS, Neylor Alvez Rego; LEVY, Maria do Carmo Tavares; MOREAU, Mauricio. **Interrelações entre clima e vazão**. In: Schiavetti, A. (org.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, Ba. Editus, 2002.
- CALIJURI, Maria do Carmo; BUBEL, Anna Paola Michelano. **Conceituação de Microbacias**. In: LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito (org). As florestas plantadas e a água: Implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. Rima, São Carlos. 2006.
- CARDOSO, Chrystian Araujo; DIAS, Herly Carlos Teixeira; MARTINS, Sebastião Venancio; SOARES, Carlos Pedro Boechet. Caracterização Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.249-256, 2006
- COLERIDGE, Samuel Taylor. **O ciclo hidrológico e a água subterrânea**. In PRESS, Frank; SIEVER, Raymond; GROTZINGER, John; JORDAN, Thomas H. Para entender a Terra. 4 ed. Bookman. Porto Alegre, 2006. 656p.
- COLLISCHONN, Walter. **Simulação hidrológica de grandes bacias**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL - CAR (BA). **Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável - PDRS: Sul da Bahia** – Salvador, 1997.
- COM CIÊNCIA/SBPC. **Água: abundância e escassez**. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/aguas/aguas09.htm>. Acesso em: 31 mai 2008.

CONCEIÇÃO, Marco Antonio Fonseca; MAIA, João Dimas Garcia. Cultivo da Videira Niágara Rosada em Regiões Tropicais do Brasil. Embrapa, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaNiagaraRosadaRegioesTropicais/clima.htm>>. Acesso em: 01 ago 2008.

CORDANI, Umberto G.; TAIOLI, Fabio. **A Terra, a humanidade e o desenvolvimento sustentável**. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. Cristiano Motta de; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio. Decifrando a Terra. São Paulo, Oficina de Textos, 2000. 568p.

COSTA, Marcos Heil; BOTTAB, Aurelie; CARDILLEB, Jeffrey A. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia . In: Journal of Hydrology 283 (2003) 206–217.

CPTEC. **El Niño e La Niña**. 2009. Disponível em: <[http://www7.cptec.inpe.br/pesq\\_desen/](http://www7.cptec.inpe.br/pesq_desen/)> Acesso em: 14 maio 2009.

CPV, **CPV Educacional**. CPV Editora, Ensino Fundamental: 8 Série, fascículo 1. São Paulo. 2003.

DEAN, Warren. **A ferro e fogo: A história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484 p.

DIAMOND, Jared. **Colapso: Como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. Rio de Janeiro, Editora Record, 2007. 683 p.

EPAL, Empresa Portuguesa de Águas Livres. **Livro da Água**. 2003, Disponível em: <<http://www.epal.pt/epal/Helios/asp/download.aspx?id=746>>. Acesso em: 30 mai 2008.

EMBRAPA, Propostas de Revisão e Atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2003. 53p.

ENGESAT. **Consulta Gráfica à Base de Dados Landsat do Acervo Engesat**. Disponível em: <[http://www2.engesat.com.br/produtos/grade\\_landsats/ba.htm](http://www2.engesat.com.br/produtos/grade_landsats/ba.htm)>. Acesso em: 01 maio 2009.

FOLHA ONLINE. **Um sexto da população mundial não tem acesso à água**. 05/03/2003. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9255.shtml>>. Acesso em: 01 ago 2008.

FORNARI, A. Petrologia, geoquímica e metamorfismo das rochas enderbíticas-charnockíticas da Região de Lage-Mutuípe, Bahia. 1992. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 1992.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 2º Ed, 1988.

HAESBAERT, H. da C. **O mito da desterritorialização**: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade . Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 400p.

HELLER, Léo. **Abastecimento de água, sociedade e ambiente**. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG. 2006

HIRATA, Ricardo. **Recursos Hídricos**. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. Cristiano Motta de; FAIRCHILD. Thomas Rich; TAIOLI, Fabio. Decifrando a Terra. São Paulo, Oficina de Textos, 2000. 568p.

HOLTZ, Antonio Carlos Tatit. **Precipitação**. In: PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut (org). Hidrologia Básica. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1976.

IBGE, **Manual técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/usodaterra.shtm#>> Acesso em: 23 nov. 2006

IBGE-SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: ago 2008.

INPE. **Grade MSS de Órbitas e Pontos LANDSAT (Shape File)**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/arqdocs.php>>. Acesso em: 01 maio 2009.

KARMANN, Ivo. **Ciclo da água**: água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. Cristiano Motta de; FAIRCHILD. Thomas Rich; TAIOLI, Fabio. Decifrando a Terra. São Paulo, Oficina de Textos, 2000. 568p.

KÄMPF, N. & SCHWERTMANN, U. Goethite and hematite in a climosequence in southern Brazil and their application in classification of kaolinitic soils. **Geoderma**, 29:27-39, 1983.

LABMET. **El Niño e La Niña**. 2007. Disponível em: <[www.labmet.org](http://www.labmet.org)> Acesso em: 23 mai 2007.

LIMA, Walter de Paula. **Efeitos hidrológicos do manejo de florestas plantadas**. In: LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito (org). As florestas plantadas e a água: Implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. Rima, São Carlos. 2006.

LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito. **Saúde ambiental da microbacia**. In: LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito (org). As florestas plantadas e a água: Implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. Rima, São Carlos. 2006.

LINHARES, Claudia de Albuquerque. **Influência do desflorestamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do rio Ji-Paraná/RO**. Tese. Doutorado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de pesquisas Espaciais – INPE, 2006. 189 p.

LINO, Clayton F.; DIAS, Heloisa. **Águas e florestas da Mata Atlântica**: por uma gestão integrada. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Serie Políticas Publicas, caderno 27, 2003.

LUCHIARI, Antonio; KAWAKUBO, Fernando Shinji; MORATO, Rúbia Gomes. **Aplicações do sensoriamento remoto na Geografia**. In: VENTURI, Luiz Antonio Bittar (org), Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório. São Paulo, Oficina de Textos, 2005.

MAIA, C.E., MORAIS, E.R.C., OLIVEIRA, M. Estimação de algumas características químicas da água de irrigação pela condutividade elétrica nas regiões da Chapada do Apodi e do Baixo Açu, Rio Grande do Norte, Caatinga, Mossoró-RN, 11(1/2):59-63, dez. 1998

MAKSOUH. H. Hidrologia e possibilidades hidrenergéticas da bacia do Rio de Contas na Bahia. IBGE, CNG. 1964.

MARTINS, José Augusto. **Escoamento Superficial**. In: PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut (org). Hidrologia Básica. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1976.

MIJARES, Francisco Javier Aparício. **Precipitation**. In: MIJARES, Francisco Javier Aparício. Fundamentos de Hidrologia de Superfície. Mexico, Editora Limusa, 1992.

MOSS, Gérard; MOSS, Margi. **A importância da água**. Disponível em: <[http://www.brasildasaguas.com.br/brasil\\_das\\_aguas/importancia\\_agua.html](http://www.brasildasaguas.com.br/brasil_das_aguas/importancia_agua.html)>. Acesso em 25 jul 2008.

NAGHETTINI, Mauro. **Mananciais superficiais**: aspectos quantitativos. In HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG. 2006.

ODUM, E.P.. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Interciencias. 1985

OLIVEIRA, R. A. P. de. **Adequação da dinâmica do uso agrícola e avaliação socio-econômica das terras do município de Aguiar/SP**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2001.

OLIVEIRA, H.T; **Potencialidades do uso educativo do conceito de bacia hidrográfica em programas de educação ambiental**. In Schiavetti, A. (org.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, Ba. Editus, 2002.

OPARIN, A. **A origem da vida**. Editorial Vitoria Limitada, Rio de Janeiro. 1956.

PINTO, Nelson L. De Sousa. Introdução. In: In: PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut (org). Hidrologia Básica. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1976.

PIRES, José Salatiel Rodrigues; SANTOS, José Eduardo dos; DEL PRETTE, Marcos Estevan. **A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para**

**conservação dos recursos naturais.** In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro (org). Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, Ba. Editus, 2002.

PORTO, Monica F.A.; BRANCO, Samuel M.; LUCA, Sergio J. de. **Caracterização da qualidade da água.** In: PORTO, Rubem La Laina; BRANCO, Samuel Murgel; CLEARY, Robert Willian; COIMBRA, Roberto Moreira; ELGER, Sérgio; LUCA, Sergio João de; NOGUEIRA, Vicente de Paula Queiróz; PORTO; Monica Ferreira do Amaral. Hidrologia Ambiental. ABRH, Edusp. 1991

ROCHA, Jansle Vieira. **Sistema de informações geográficas no contexto do planejamento integrado de bacias hidrográficas.** In: ORTEGA, Enrique (org). Engenharia ecológica e agricultura sustentável: Exemplos de uso da metodologia energética-ecossistêmica. 2003. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C20-SIGPIBH-Jansle.pdf>>. Acesso em: 03 ago 2003.

RODRIGUES, Cleide; ADAMI, Samuel. Técnicas **fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas.** In: VENTURI, Luiz Antonio Bittar (org), Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório. São Paulo, Oficina de Textos, 2005.

ROSE, Ricardo; CHIH, Karin ould. **Guia de tecnologias ambientais** – Brasil-Alemanha 2001-2002. Pancron Gráfica e Fotolito, São Paulo. 2001.

SAMPAIO, Joelma Silva; FERREIRA, Marcos César Félix; SILVA FILHA, Maria da Glória do E. Santo. Degradação do Rio das Contas : expansão urbano-industrial e meio ambiente. Ilhéus, 1994. 97f. Monografia (Especialização) - Universidade Estadual de Santa Cruz

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço.** Hucitec, São Paulo. 1996.

SCHIAVETTI, Alexandre; SCHILLING, Ana Cristina; OLIVEIRA, Haydeé Torres, **Caracterização Sócio-ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Sul da Bahia, Brasil.** In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO (org), Antonio Fernando Monteiro, Conceitos de Bacias Hidrográficas. Editora Ilhéus, Ba, Editus, 2002.

SCHIAVETTI, Alexandre; SCHILLING, Ana Cristina; OLIVEIRA, Haydeé Torres, **Caracterização Sócio-ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Sul da Bahia, Brasil.** In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO (org), Antonio Fernando Monteiro, Conceitos de Bacias Hidrográficas. Editora Ilhéus, Ba, Editus, 2002.

SEI. Base cartográfica digital. 2003. CDROM

SEI, Indicadores demográficos: Bahia, 1980-2005. 2007, Disponível em: <[http://www.sei.ba.gov.br/bahia\\_sintese/bahia\\_numeros/xls/ind\\_soc/1\\_01\\_demoid\\_2006.xls](http://www.sei.ba.gov.br/bahia_sintese/bahia_numeros/xls/ind_soc/1_01_demoid_2006.xls)> Acesso em 20 jul 2007.

SILVEIRA, André L.L. da. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica.** In: TUCCI, Carlos E.N. (org). Hidrologia: ciência e aplicação. Edusp, Editora da Universidade, ABRH. Porto Alegre, RS. 2002.



SOARES, Raquel. **Componentes químicos dos seres vivos**. 2007, Disponível em: <[http://bioquimica.med.up.pt/disciplinas/quimicaorganica/pdf/componentesQuimicosSeresVivos\\_QO\\_imp.pdf](http://bioquimica.med.up.pt/disciplinas/quimicaorganica/pdf/componentesQuimicosSeresVivos_QO_imp.pdf)>. Acesso em 25 jul 2008.

SOUZA, E.R.; FERNANDES, M.R., Informe Agropecuário (2008)

SUN, Ge. ZHOU, Guoyi, ZHANG, Zhiquiang; WEI, Xiaohua; MCNULTY, Steven G.; VOSE, James M. Potential water yield reduction due to forestation across China . Journal of Hydrology (2006) 328, 548– 558

TUCCI, M. L. S. ; Z Aidan, H. A. . Cacaueiro (Theobroma Cacao L.). In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.. (Org.). Ecofisiologia de fruteiras tropicais: abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira e cacaueiro. 1 ed. São Paulo: Nobel, 1998, v. , p. 89-111.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. In: **Ciência e cultura**, vol.55, n.4, São Paulo. 2003.

VENDRAME, Iria Fernandes; LOPES, Wallace Alan Blois. Análise do crescimento urbano e seus efeitos na mudança da dinâmica de escoamento superficial da bacia do Pararangaba. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2555-2562.

WARD, Andy D.; ELLIOT, Willian J. **The hydrologic cycle, water resources and society**. In: WARD, Andy D.; ELLIOT, Willian J. Environmental hydrology. Editora Lewis Publishers. 1995.