

Organizadores:  
Maria Eugênia Totti e Arthur Soffiati

# GESTÃO DE ÁGUAS NO BAIXO PARAÍBA DO SUL

REGIÃO HIDROGRÁFICA IX DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



Campos dos Goytacazes, RJ



2014

© 2014  
Obra financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPERJ)

Todos os direitos reservados. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição na internet ou outros), sem a autorização, por escrito, da Essentia Editora.

### *Equipe Editorial*

**Revisão de língua portuguesa**  
Priscila Mattos Monken

**Capa**  
Mariana de Almeida Reis

**Projeto Gráfico**  
Mariana de Almeida Reis  
Fernando P. de M. Bettencourt  
Rodolfo Rodrigues Pontes

**Diagramação**  
Cláudia Marcia Alves Ferreira  
Mariana de Almeida Reis  
Fernando P. de M. Bettencourt

**Catálogo e Revisão técnica**  
Inez Barcellos de Andrade

G393 Gestão de águas no baixo Paraíba do Sul: região hidrográfica IX do estado do Rio de Janeiro / Organizado por Maria Eugênia Totti e Arthur Soffiati. -- Campos dos Goytacazes (RJ): Essentia Editora, 2014.

152 p: Il.  
ISBN 978 - 85 - 99968 - 38 - 3

1.Recursos hídricos – baixo Paraíba do Sul. I. Totti, Maria Eugênia, Org. II. Soffiati, Arthur, Org.

CDD - 551.48098153

**Tiragem:** 500 exemplares  
**Impressão:** GSA Gráfica e Editora | **Tel.:** (27) 3232 1266

**Essentia Editora**  
Rua Dr. Siqueira, 273 - Anexo do Bloco A - 2º. andar  
Parque Dom Bosco - Campos dos Goytacazes/RJ  
CEP 28030-130 | Tel.: (22) 2726-2882 | fax (22) 2733-3079  
www.essentiaeditora.iff.edu.br | [essentia@iff.edu.br](mailto:essentia@iff.edu.br)

# SUMÁRIO

## **5 Prefácio**

## **7 Capítulo 1**

*Recursos naturais de uso comum: abordagem teórica*

Maria Eugênia Totti e Sérgio de Azevedo

## **25 Capítulo 2**

*Gestão das águas no Brasil: trajetória*

Maria Eugênia Totti

## **45 Capítulo 3**

*Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul: criação, implementação e funcionamento*

Maria Eugênia Totti, Sérgio de Azevedo, Elias Fernandes de Sousa e Zenilson Coutinho

## **59 Capítulo 4**

*Região Hidrográfica IX do Estado do Rio de Janeiro: aspectos geológicos, hídricos e vegetacionais*

Arthur Soffiati

## **91 Capítulo 5**

*Inundações na baixada campista*

José Carlos Mendonça

## **129 Capítulo 6**

*Balanco hídrico climatológico sequencial da cultura da cana-de-açúcar na região norte do estado do Rio de Janeiro (período de janeiro/2010 a fevereiro/2013)*

José Carlos Mendonça e Elias Fernandes de Sousa



# PREFÁCIO

**E**sta publicação reúne informações interdisciplinares extremamente relevantes para a gestão de águas na IX Região Hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro, correspondente a boa parte do território do Norte e do Noroeste Fluminense. Em um único volume, temos dados úteis não apenas para subsidiar a atuação dos gestores públicos, mas também para aprofundar o debate acadêmico, bem como para ampliar o conhecimento da sociedade civil sobre a temática abordada.

Ao longo dos seis capítulos que estruturam a obra, o leitor terá acesso ao intercâmbio de saberes, pois é na articulação entre as vertentes disciplinares que podemos vislumbrar sinergias, que subsidiam práxis e deliberações tecnicamente embasadas e politicamente mais viáveis.

Os avanços socioambientais são perceptíveis, tanto por conta da gestão participativa quanto pela questão dos usos múltiplos para os recursos hídricos. Outra perspectiva progressista é a implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (CBH-BPS), tendo em vista os conflitos inerentes aos interesses de diversos agentes públicos e privados, em escalas variadas, refletindo, ainda, no impacto para as comunidades, e nos estudos ligados à geologia, à cobertura vegetal e ao balanço hídrico-climatológico e na sustentabilidade hídrica.

Consolidando esforços de pesquisa que tiveram apoio da Faperj (Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro), por meio do projeto “Gestão de recursos hídricos no Norte-Noroeste Fluminense: análise, ações e proposições”, esta obra pretende demonstrar a inserção de nossa comunidade científica nas discussões mais inquietantes travadas pela sociedade contemporânea no que se refere a um bem comum e sua sustentabilidade.

Silvério de Paiva Freitas  
*Reitor da Uenf*



# Capítulo 1

## Recursos naturais de uso comum: abordagem teórica

Maria Eugênia Totti  
Sérgio de Azevedo

**A** maioria dos “issues” vinculados ao meio-ambiente possui uma natureza interdisciplinar envolvendo, muitas vezes, dimensões sociais, econômicas e políticas. No que se refere, especificamente, às políticas de gestão de recursos naturais de uso comum, como no caso da água, as interfaces entre as chamadas “Ciências Hard” e as Ciências Sociais são bastante fortes.

Neste artigo nos propomos apresentar alguns instrumentos analíticos, incluindo, entre eles, três “esquemas analíticos de alcance médio” que poderiam facilitar uma maior interação entre pesquisadores de diferentes formações acadêmicas, que trabalham na área de “recursos naturais de uso comum”.

Para alcançar tal objetivo, a primeira seção é dedicada a explicitar as especificidades dos “Recursos de Uso Comum”. Na segunda, buscamos ressaltar as interfaces entre “atores” e “instituições”, tema de extrema relevância nas ciências sociais contemporânea. Na terceira seção apresentamos, de forma simplificada, três “meso- teorias” que podem vir a contribuir -individualmente ou agregadas- para uma análise mais sofisticada do tema em pauta. Ressalta-se, entretanto, que cada uma dessas abordagens apresenta, também, pontos frágeis. Os instrumentais teóricos selecionados foram os seguintes: o dilema olsoniano do “free rider”; o “dilema do prisioneiro”; e a denominada “tragédia dos comuns”. Por último, nas “considerações finais”, discutimos os desafios que se colocam para a implementação de políticas de gestão dos recursos hídricos, a partir das contribuições teóricas e/ou empíricas de diferentes autores.

## *Características dos “Recursos de Uso Comum”*

O direito brasileiro, através do Código Civil vigente, declara serem bens públicos de uso comum do povo os rios, os mares, as estradas, ruas e praças (DOU, 2002). O uso dos bens públicos, por sua vez, pode ser comum, exercido em igualdade de condições por todas as pessoas, ou privativo, praticado com exclusividade, mediante título conferido pelo Estado (por tempo determinado).

Em princípio, a regra é a utilização gratuita dos bens públicos de uso comum, embora, pelo Código Civil a cobrança possa ser feita. O uso dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuído, conforme for estabelecido legalmente pela entidade a cuja administração pertencerem. Ao contrário do uso comum, o privativo, geralmente, não é gratuito. A tese da onerosidade, para alguns, baseia-se no fato do beneficiário dever compensar a comunidade pela desigualdade de desfrute do seu bem. Daí a expressão compensação financeira constante do art. 20 da Constituição Federal e a terminologia recurso hídrico utilizada na lei sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos que aborda a água na condição de bem econômico ou recurso de uso comum<sup>1</sup> (POMPEU, 2004).

Para Elinor Ostrom<sup>2</sup> (1999), os recursos de uso comum ou bens comuns são sistemas de recursos<sup>3</sup>, naturais ou não, que possuem duas características essenciais: a primeira é que as unidades de recursos exploradas por um indivíduo deixam de estar disponíveis a outros – ou seja, unidades do recurso podem ser subtraídas. A segunda é que são suficientemente amplos para tornar altamente onerosa a exclusão de potenciais beneficiários.

Essa última característica dos bens públicos afeta, fortemente, a ação coletiva (associação e mobilização) dos potenciais beneficiários em prol dos mesmos. Como não há possibilidade de exclusão dos não participantes, quanto maior for a amplitude do bem público ou coletivo, maior será o incentivo à deserção dos atores envolvidos (OLSON, 1999). Em outras palavras, como o “interesse comum” não leva, nos grandes grupos, à mobilização dos futuros beneficiários, torna-se necessário o uso de outras estratégias e incentivos adicionais<sup>4</sup> para lograr uma maior participação.

<sup>1</sup> “Recursos de Uso Comum” é usado como sinônimo de Bens Públicos ou Bens de Uso Coletivo passíveis de cobrança. Isso significa que são termos intercambiáveis, sendo que quando for necessária a referência a uma característica mais ampla privilegiaremos o termo Bens Públicos ou Coletivos por sua maior abrangência.

<sup>2</sup> Elinor Ostrom, nascida em 1933, é uma cientista política estadunidense, formada na Universidade da Califórnia e Professora da Universidade de Indiana, fortemente influenciada pela chamada “nova economia institucional”. Ostrom foi uma das agraciadas com o Prêmio Nobel de Economia de 2009, por suas pesquisas voltadas para a gestão e preservação dos “bens de uso comum”, através de diferentes tipos de “arranjos institucionais”.

<sup>3</sup> Um sistema de recursos é melhor compreendido quando considerado como estoques variados capazes de, sob condições favoráveis, produzir uma quantidade máxima de fluxo do bem sem que se comprometa o estoque ou o próprio sistema de recursos.

<sup>4</sup> Na verdade para Olson algumas das estratégias possíveis seriam os chamados “incentivos seletivos”, que podem ser positivos ou negativos, ou a utilização do “empreendedor” em grupos menores, para o qual - em função de sua situação específica (pobreza, carência, etc.) o custo de arcar com maior nível de participação (“carregar o piano”) em relação aos demais membros é menor que os ganhos advindos dos ganhos provenientes do acesso ao bem comum ou coletivo. (OLSON, 1999)

Em se tratando de unidades de recursos renováveis, como no caso da água, as partes retiradas não devem comprometer o estoque, portanto, garantir a renovação dele é um aspecto primordial da boa gestão desses recursos. Embora a água seja um recurso renovável é, também, sujeita ao esgotamento e à escassez. Essa condição está relacionada a possibilidades de comprometimento da qualidade, em função do mau uso, e da quantidade em função da sobre-exploração e de fatores que influenciam o ciclo hidrológico, podendo inviabilizar o seu uso por outro indivíduo, recaindo, portanto, em questão análoga à da subtração de unidades ou quotas (TOTTI, 2008).

Desse modo, nos processos de gestão de recursos de uso comum se podem diferenciar dois elementos constitutivos: o sistema de recursos e as unidades de recursos. Ostrom (1999) considera que um sistema de recursos é mais bem compreendido, quando considerado como estoques variados capazes de, sob condições favoráveis, produzir uma quantidade máxima de fluxo do bem, sem que se comprometa o estoque ou o próprio sistema de recursos. Assim, as águas doces, tanto superficiais quanto subterrâneas, são exemplos de sistemas de recursos. O segundo elemento considerado por Ostrom é o fluxo de unidades de recurso produzidas pelo sistema. As unidades de recursos correspondem à parcela do sistema de recursos da qual os indivíduos se apropriam ou usam, como, por exemplo, a quantidade de metros cúbicos de água que são extraídos de um determinado corpo hídrico. Este é, portanto, o grande desafio da gestão dos recursos de uso comum: coordenar os diversos interesses de uso a fim de manter os estoques e, ao mesmo tempo, permitir o uso por parte de todos.

Dessa forma, um determinado recurso de uso comum pode ser apropriado por um grupo de indivíduos que usam o sistema de recursos ao mesmo tempo. Embora o processo de apropriação das unidades de recurso possa ser realizado por múltiplos apropriadores de forma simultânea ou consecutiva, as unidades do recurso em si não são suscetíveis da apropriação ou uso conjunto. Ou seja, os mesmos metros cúbicos de água que um determinado usuário retira, por exemplo, para irrigar suas terras, não poderá ser usado pelo seu vizinho. Em outras palavras, o sistema de recursos pode ser utilizado de maneira conjunta enquanto que as unidades de recurso não. As arenas desse tipo – denominadas pela literatura como “jogo de soma zero” – apresentam conflitos difíceis de serem processados, pois, na falta de uma coordenação adequada do uso do recurso escasso, o aumento de ganhos de um ator significa uma perda correspondente de outro.

## *Instituições, Atores e suas interfaces*

As instituições consideradas por Ostrom (1999) podem ser descritas como um conjunto específico de normas e relações que canalizam comportamentos a fim de atender a determinadas necessidades humanas (BUTTEL, 2001). Incluem-se, aí, as regras formais e informais da sociedade que regulam as interações humanas e limitam o conjunto de escolhas dos indivíduos.

As regras são definidas por Ostrom, Gardner e Walker (1994) como sendo os preceitos que especificam quais ações ou resultados são requeridos, proibidos ou permitidos, e as sanções autorizadas caso as regras não sejam seguidas. Assim, servem para estabelecer ordem nas atividades sociais e aumentar a previsibilidade de seus resultados. Para Ostrom e Ahn (2001), elas, também, estão relacionadas a padrões de atividades em diversos níveis, podendo incluir desde atividades operacionais diárias, até atividades constitucionais, que ditam as regras gerais em uma escala “macro” sobre como os indivíduos podem se comportar na sociedade.

As abordagens de Ostrom apresentam forte sintonia com as de Douglas North<sup>5</sup>, um dos mentores do chamado neo-institucionalismo, para o qual as instituições são responsáveis pela definição das “regras do jogo” em uma sociedade. Em outras palavras, as instituições forneceriam, também, os valores morais e cognitivos tanto para a interpretação da realidade quanto para a ação de seus atores. Incluem-se, aí, os constrangimentos formais (normas, leis, regras) e os informais (convenções, códigos de conduta, cultura, hábitos, entre outros) de modo a orientar as ações dos indivíduos, quanto ao que deve e o que não deve ser feito<sup>6</sup> (NORTH, 1990).

Para North, as “regras do jogo” são perfeitamente análogas às de um esporte coletivo como o futebol. Em outras palavras, elas consistem em regras formais escritas, assim como códigos de condutas não escritos que suplementam as regras escritas<sup>7</sup>.

Uma distinção crucial deve ser feita entre instituições e organizações. Como as instituições, as organizações proporcionam uma estrutura para as

<sup>5</sup> Douglass North é Ph.D. em Economia pela Universidade da Califórnia, em Berkeley, e Professor da Universidade de Washington, em St. Louis, desde 1983. No início dos anos 1960, North ajudou a fundar a “cliometria”, disciplina que aplica economia e métodos quantitativos ao estudo da história econômica. Na qualidade do mais importante representante do chamado “neo-institucionalismo histórico”, North foi um dos agraciados com o **Prêmio Nobel de Economia de 1993**, por ter renovado a pesquisa em história econômica ao demonstrar a importância das instituições para se entender às transformações econômicas e sociais.

<sup>6</sup> A partir desses pressupostos, North afirma que a mudança institucional molda a maneira pela qual a sociedade evolui através do tempo e por isso, para ele as instituições são consideradas a chave para se entender mudanças históricas (North, 1990). Em outras palavras, as instituições – diferentemente da visão tradicional de instrumento ou suporte para a viabilizar e maximizar as atividades humanas – passam a ter um papel de “variável independente”, ou seja capaz de induzir mudanças em outras esferas. Não é por acaso, que ele é um dos pais do chamado “neo-institucionalismo histórico”, que convive e interage seja de modo complementar ou, as vezes, conflitivo com outros tipos de “neo-institucionalismo”, tais como o “político”; “sociológico” e o da “escolha racional” (econômico). Para maiores detalhes sobre as diferentes formas de “neo-institucionalismos” ver o instigante artigo de Paulo Gala (2003).

<sup>7</sup> Nesse último caso, por exemplo, jogar deliberadamente a bola para fora do campo quando um jogador no time adversário estiver machucado, esperando que quando o mesmo se reabilite o time beneficiado retribua da mesma forma, retornando a situação anterior antes de a partida ter sido interrompida.

interações humanas. De fato, quando examinamos os custos que surgem como uma consequência da moldura institucional, vemos que eles são o resultado não só da moldura, mas também das organizações que se desenvolveram em consequência dessa moldura. Conceitualmente, o que deve ser claramente diferenciado são as regras e os jogadores.

Continuando com a analogia esportiva, as instituições seriam as “regras do jogo” e as organizações, os times de futebol que participam de um torneio. O propósito das regras é definir a maneira pela qual o jogo deve ser jogado. Mas o objetivo do time dentro deste conjunto de regras é vencer o jogo – a partir de uma combinação de habilidades, estratégia e coordenação; por meios justos e às vezes injustos. A montagem das estratégias e habilidades de um time é um processo diferente da criação, evolução e consequências das regras (NORTH, 1990).

Na abordagem “northiana”, organizações incluem corpos políticos (partidos políticos, o Senado, uma câmara municipal, uma agência reguladora etc), corpos econômicos (firmas, sindicatos, fazendas familiares, cooperativas etc), corpos sociais (igrejas, clubes, associações atléticas etc) e corpos educacionais (escolas, universidades, centros de treinamento vocacionais etc). São grupos de indivíduos ligados por algum propósito comum para alcançar determinados objetivos (NORTH, 1990).

Tanto o nascimento das organizações quanto a sua evolução através do tempo são fundamentalmente influenciados pela moldura institucional, sendo que as organizações, por sua vez, influenciam a evolução da moldura institucional.

As instituições reduzem a incerteza, provendo uma estrutura para vida cotidiana. Além disso, elas afetam o desempenho da economia pelos seus efeitos nos custos de troca e produção. Em conjunto com a tecnologia empregada, as instituições afetam os custos de transação e de transformação (produção). As mudanças institucionais – evoluções ou regressões – ocorrem através de processos complexos, uma vez que as mudanças na margem podem ser tanto consequências de transformações nas regras, como também decorrente de constrangimentos informais e, ainda, de maior ou menor eficácia das organizações. De mais a mais, as instituições, geralmente, mudam de maneira incremental ao invés de fazê-lo de maneira descontinuada<sup>8</sup>.

A estratégia central das instituições é, portanto, facilitar a superação dos dilemas da ação coletiva, situações nas quais os indivíduos agem de modo

<sup>8</sup> Embora regras formais possam mudar do dia para a noite como o resultado de decisões políticas ou judiciais, constrangimentos informais enraizados em costumes, tradições e códigos de conduta são muito mais impermeáveis à deliberação de políticas. Esses constrangimentos culturais não apenas conectam o passado com o presente e o futuro, mas nos proporciona uma chave para explicar o caminho da mudança histórica (NORTH, 1990).

a maximizar a satisfação de suas próprias preferências, comprometendo, assim, a obtenção de um possível resultado adequado para todo o coletivo. Considera-se que tais dilemas se produzem, em parte, pela ausência de arranjos institucionais que se existentes, impediriam, através da coerção, que cada ator adotasse uma estratégia para maximização de seus ganhos individuais. As instituições, portanto, representam arranjos e estratégias socialmente construídos, favorecendo, muitas vezes, a obtenção de conquistas coletivas e reprimindo as racionalidades individuais que estejam baseadas em opções oportunistas individualistas.

### ***“Meso teorias” aplicáveis à gestão de recursos de uso comum***

No sistema de recursos de uso comum qualquer intervenção sofrida, melhoria ou degradação pode, a princípio, atingir a todos os seus usuários de forma simultânea. Pensando em termos de ganhos, todos se beneficiam com a melhoria da qualidade do sistema (isto é, um “jogo de soma positiva”) ou, em caso de degradação, todos perderiam (isto é, “jogo de soma negativa”), ainda que de maneira diferenciada; havendo ou não contribuído, respectivamente, para este ganho ou perda (TOTTI, 2008).

Por sua vez, ao considerar, por exemplo, a natureza unidirecional dos rios, há o agravante de que os usuários, tanto os beneficiados quanto os prejudicados, estão sempre abaixo, à jusante do ponto de interferência, o que é um fator negativo para a proteção e o uso múltiplo e comum desse recurso.

Durante muito tempo - em contextos similares ao acima relatado - não havia contestação sobre a aplicabilidade do chamado “Teorema de Pigou”. Traduzindo de forma livre, o Teorema de Pigou<sup>9</sup> afirma que toda vez que uma transação *lato sensu* (ação, omissão ou permissão) envolvendo dois ou mais atores (instituições, empresas ou indivíduos) afeta positiva ou negativamente terceiros, o mercado por si só não seria capaz de cobrar dos beneficiários os ganhos indevidos ou ressarcir aqueles que tiveram prejuízos. Isto significa que, nesses casos, uma intervenção externa, normalmente o Estado, seria a única forma de minimizar os efeitos não esperados dessas transações (PIGOU, 1962).

O Teorema de Pigou gozou de uma virtual unanimidade entre os economistas de diferentes correntes até a publicação do clássico trabalho de

<sup>9</sup> Arthur Cecil Pigou (1877 - 1959) foi um economista inglês, aluno e sucessor de Alfred Marshall na cátedra de Economia Política da Universidade de Cambridge (1908-1943). Pigou desafiou doutrinas econômicas vigentes e a tradição neoclássica em relação à substituição da ação industrial privada pelo estado. Ele desenvolveu, também, um índice conhecido como “taxa de Pigou”, uma medida do estado para influenciar o comportamento de agentes econômicos no mercado, com o objetivo de corrigir externalidades negativas.

Ronald Coase<sup>10</sup> “The problem of social cost” - (1960). No referido artigo - que influenciou fortemente a “Escola de Chigaco”<sup>11</sup> (Chicago School of Political Economy) – O autor supracitado refuta a análise de Pigou, contrapondo a possibilidade de negociações voluntárias exitosas nos casos de danos a terceiros decorrentes de uma atividade produtiva. Afirma, ainda, que nesses casos é possível alcançar um “Pareto – Eficiente” através de negociações voluntárias, desde que não haja “custos de transações”<sup>12</sup> e uma legislação que regule o litígio. Ressalte-se que a legislação para Coase é importante apenas para incentivar os participantes a iniciarem a negociação, uma vez que o autor vai procurar demonstrar que independente de quem a lei penaliza, na verdade o resultado da negociação tende a ser quase o mesmo.

O que ficou conhecido metaforicamente na literatura como “Teorema de Coase”, na verdade, foi testado através de diversos estudos de casos hipotéticos envolvendo sempre dois agentes (por exemplo, agricultor prejudicado por pecuarista; consultório médico afetado pelos ruídos de uma panificação vizinha, entre outros) nos quais Coase (1960) busca demonstrar que a negociação - quando ocorre - sempre favorece ambas as partes.

Por outro lado, Mancur Olson<sup>13</sup> critica, fortemente, a possibilidade de generalização das negociações coasianas, argumentando que o resultado vai sempre depender do tamanho do grupo em questão (OLSON, 2000). O autor ressalta que o raciocínio de Coase não leva em conta os constrangimentos da ação coletiva dos grandes grupos, tema desenvolvido no seu livro “A lógica da Ação Coletiva”.<sup>14</sup>

Para Olson o “Teorema de Coase” pode não funcionar, mesmo imaginando que os “custos de transação” fossem integralmente cobertos por algum agente externo (Estado, Agência não governamental etc.). Quando o grupo que partilha interesses comuns é pequeno – através de estratégias de interação e da utilização de “incentivos seletivos” – pode-se alcançar uma barganha mutuamente vantajosa. Entretanto,

if a group is sufficiently large, its members will not have any incentive to engage in the costly bargaining and strategic interaction that would work out ... Coasian bargain. ...Any

<sup>10</sup> Ronald Coase, economista norte-americano, de origem britânica, nascido de 1910, licenciado em 1932, na *London School of Economics*, onde também se doutorou em 1951. Partiu depois para os Estados Unidos da América onde lecionou nas Universidades de Buffalo, Virgínia e Chicago. Recebeu o Prêmio Nobel de Economia, em 1991, pela descoberta e definição do significado dos “custos de transação” para a estrutura institucional e funcionamento da economia.

<sup>11</sup> Escola de Chicago: representa uma corrente que defende o livre-mercado.

<sup>12</sup> “Custos de Transações” são todos os custos operacionais necessários para se poder realizar uma operação no mercado

<sup>13</sup> Mancur Lloyd Olson, Jr. (1932 – 1998) foi um dos mais importantes economista e cientista social norte-americano da segunda metade do século vinte. Olson é um dos mentores da Rational Choose, que com o seu clássico livro “The Logic of Collective Action (1965) derrubou um pressuposto aceito - de forma expressa ou pré-reflexiva - por diferentes correntes de pensamento (de liberais à marxistas) ou seja, a de que pessoas com os mesmos interesses tenderiam a se associarem ou cooperarem para alcançarem objetivos comuns. Olson trabalhou a maior parte da sua vida na University of Maryland (College Park).

<sup>14</sup> “The Logical of Collective Action” foi publicado inicialmente em 1965 e, posteriormente, republicado em 1971 com um apêndice onde Olson discute a repercussão e algumas das críticas ao seu livro. No Brasil esse livro - que tornou Olson conhecido internacionalmente - somente foi publicado no final dos anos 90 (OLSON, 1999).

expectation that the Coaseian bargain would be made would generate a game without a core – a continuing effort of all rational individuals to be in a subgroup that obtained the largest gains, the coalition of free riders (OLSON, 2000, p.87).

Como pode ser visto a seguir, isso ocorre inclusive em casos mais extremos de arenas de “jogo de soma negativa” em que, em médio ou longo prazo, pelas dificuldades de coordenação de terceiros e de mobilização para ações coletivas, todos os atores são prejudicados.

Para uma melhor compreensão teórica do problema relativo à coordenação do acesso, do uso e da preservação dos recursos de uso comum vamos discutir três conhecidas “representações analíticas” que apresentam interfaces importantes: o dilema olsoniano do “free rider”, o “dilema do prisioneiro e a “tragédia dos comuns”.

### *O Dilema Olsoniano do “Free Rider”*

O argumento central de Olson baseia-se no fato de que se nenhum indivíduo pode ser excluído de um bem coletivo uma vez que este já tenha sido provido, as pessoas que serão beneficiadas têm poucos incentivos para contribuir de maneira voluntária para a produção desse bem. A lógica da ação coletiva aceita como um de seus pressupostos a percepção de que os custos operativos da formação de sujeitos coletivos não compensam os resultados das ações por eles empreendidas, uma vez que indivíduos racionais podem alcançar seus objetivos através da estratégia do “carona”<sup>15</sup>. De fato, os autores Olson (1999) e Ostrom (1999) concordam que os indivíduos não agiriam racionalmente a favor de objetivos grupais ou coletivos, a menos que fossem coagidos a fazê-lo ou que recebessem para isso algum tipo de incentivo seletivo. Indivíduos racionais agem em função de seus interesses próprios e essa estratégia não produz bens públicos.

### *O Dilema do Prisioneiro*

Caracterizado como um jogo não cooperativo devido à falta de confiança recíproca dos atores envolvidos<sup>16</sup>. Nesse contexto (desconfiança)

<sup>15</sup> A estratégia do “carona” ou “free-rider” é aquela na qual indivíduos auto-interessados usufruem os benefícios da ação coletiva, sem despendem esforços para a sua obtenção. Sua estratégia dominante é a deserção, uma vez que o bem coletivo implica no usufruto do bem por todos, mesmo daqueles que não cooperam na realização das ações tendo em vista a sua obtenção.

<sup>16</sup> O dilema do prisioneiro: a impossibilidade de comunicação entre dois prisioneiros suspeitos de um crime também leva cada um deles a ter uma opção racional que é “melhor” individualmente, porém não é a melhor opção para ambos. A idéia deste jogo é a de que dois indivíduos, que a polícia tem...

a tendência é que os participantes abram mão da “escolha ótima” – por essa exigir coordenação e confiança entre os envolvidos – optando conscientemente por uma “escolha subótima”, mas que dependa apenas de sua própria ação. Essa é uma das representações mais conhecidas na literatura (contada com pequenas diferenças por diferentes autores) para explicitar os efeitos negativos decorrentes da não negociação entre atores envolvidos em uma ação coletiva. Ressalte-se que há fortes críticas ao modelo na medida em que utiliza o caso de um grupo pequeno, ou seja, “dois prisioneiros” para demonstrar problemas decorrentes das dificuldades da não negociação. Os problemas de negociação na verdade são comuns aos grandes grupos devido aos altos custos de negociação, sendo que os pequenos grupos se destacam especificamente pela maior possibilidade de sucesso de negociação coletiva (COASE, 1960; OLSON, 1999; OLSON, 2000). Outros críticos lembram, ainda, que toda a trama do “dilema do prisioneiro” cairia por terra se os dois prisioneiros fossem, por exemplo, mãe e filho.

### *A “Tragédia dos Comuns”*

Esse modelo ficou conhecido a partir da publicação, em 1968, do artigo de Hardin<sup>17</sup>. O autor questiona a possibilidade de se encontrar uma “solução técnica” para o problema da distribuição de recursos no planeta, dado ao crescimento exponencial da população, sem que se modificassem valores, ideias e, até mesmo, a moralidade (HARDIN, 1968). Esse autor argumenta, através de sua conhecida metáfora do pastor em um “campo aberto a todos”, que onde muitos usuários têm acesso a um recurso para uso comum, haverá um nível de extração maior que o ótimo, levando à sobre-exploração do recurso. A argumentação de Hardin é ilustrada pela ideia de um pasto “aberto a todos”, onde cada pastor racional sente-se impulsionado a introduzir cada vez mais animais no pasto, porque recebe um benefício direto, na íntegra, por cada um de seus próprios animais, e arca apenas com os custos resultantes do sobre pastoreio rateados entre todos os pastores. Esta coletividade, acreditando na liberdade dos bens comuns, teria como destino uma tragédia, já que cada indivíduo persegue

<sup>16</sup> ... certeza de que cometeram um crime, porém não tem as evidências adequadas para condená-los em um juízo, são tomados prisioneiros e separados. Os prisioneiros têm duas alternativas: confessar ou não confessar o crime. Se nenhum dos dois confessa, o fiscal sustenta que formulará contra eles acusações falsas menores, e que ambos receberão um castigo menor; se ambos confessarem, serão processados, embora ele recomendasse menos que a sentença mais severa. Mas se um deles confessa e o outro não, aquele que confessou receberá um tratamento indulgente por oferecer evidência ao Estado, enquanto o último será tratado com todo o rigor da lei. Este jogo, ao apresentar uma situação de não cooperação onde estratégias individualmente racionais podem conduzir a resultados coletivamente irracionais, traz um paradoxo que questiona a afirmação de que os seres humanos racionais sempre podem alcançar resultados racionais.

<sup>17</sup> Garrett James Hardin (1915-2003) foi um destacado professor da Universidade da Califórnia - formado em Zoologia, com doutorado em microbiologia- que a partir do seu artigo “The tragedy of the commons”, um dos mais lidos no mundo por ocasião de sua publicação (1968), tornou-se famoso junto a comunidade científica internacional, especialmente nas áreas das Ciências Sociais.

seu próprio interesse, preso em um sistema que o compele a aumentar seu gado sem nenhum limite, em um espaço que é limitado.

A discussão sobre como organizar a gestão dos recursos de uso comum é bastante polêmica. O argumento sustentado pelas teorias convencionais dos recursos de uso comum é que, caso não haja mecanismo de cooperação entre os atores envolvidos, a busca de maximização dos interesses individuais de cada um dos agentes acarretará, em médio ou longo prazo, um “jogo de soma negativa” em que com a degradação do bem comum, todos os atores sairão perdendo. Mesmo tendo consciência desse futuro sombrio, a inexistência de coordenação ou pactuação de um acordo entre os envolvidos fará com que a busca de maximização dos usos por cada agente, nessas circunstâncias, seja encarada como uma ação racional, pois é a única forma – antes da degradação do bem comum – que cada ator tem de, pelo menos, não sofrer perdas muito maiores que a média dos atores envolvidos.

Nessas situações, os atores não seriam capazes de encontrar formas de cooperação ou negociação voluntária entre si devido aos altos “custos de negociação” (Coase, 1960), ou seja, somente poderiam escapar de um “*laisser-faire*” com perdas para todos os envolvidos, através da intervenção de uma instituição externa – capaz de diminuir consideravelmente os “custos de transação” - seja ela um órgão governamental (Estado), uma entidade pública não estatal, ou, ainda, um colegiado representativo dos consumidores, com poderes coercitivos para com os membros que não sigam as regras acordadas (OLSON, 2000).

As possibilidades de construção de formas de coordenação em ambientes desse tipo - que envolvem a necessidade de pactuação de um número muito grande de atores (individuais e coletivos), com interesses diversos - exige uma instituição coordenadora com autoridade de regulação e uma relativa capacidade de controle dos diferentes agentes. Além disso, como a coerção por si não é suficiente para empreitadas dessa magnitude – seja por limitações estruturais do órgão regulador, seja pelas inúmeras possibilidades dos agentes de burlarem as regras - seria necessário que essa política regulatória fornecesse também, entre outras vantagens, incentivos seletivos para os participantes como forma de legitimar e tornar mais eficiente as atividades de coordenação (OSTROM 1999; OSTROM; AHN, 2001).

Em suma, “a tragédia dos comuns” chama a atenção para a impossibilidade da produção do bem público numa situação de busca de maximização do ganho individual no uso dos recursos comuns ou públicos, o que simplesmente inviabilizaria sua preservação, prejudicando igualmente

a todos os interessados. Pode-se admitir que, no curto prazo, a realização do autointeresse seja uma estratégia racional do ator, porém, no médio prazo pode ser a pior estratégia possível para todos.

O modelo teórico, apesar de sua interessante intuição a respeito das dificuldades relativas à coordenação do acesso aos bens comuns, aprisiona os indivíduos numa trágica armadilha de sua própria racionalidade. A tragédia dos comuns, através do exemplo clássico do uso de terras coletivas por atores individuais sem a existência de mecanismos de coordenação dos atores (seja através de uma autoridade externa ou de mecanismos de co-gestão), demonstra que em um mercado sem regulação, as ações racionais individuais de cada ator em particular para aumentar os seus ganhos de curto prazo aceleram o processo de “tragédia” de todos os participantes. No caso em pauta, a inexistência ou impossibilidade de coordenação confiável das ações individuais, leva a que, mesmo nos casos em que os diversos atores tenham plena consciência da inevitabilidade do desastre geral, cada ator busque maximizar seus interesses para pelo menos perder menos que os demais.

### ***Considerações Finais: desafios para a gestão dos Recursos de Uso Comum***

Os modelos apresentados colocam em questão as possibilidades e condições nas quais as pessoas se dispõem a cooperar. Resumidamente, podemos dizer que juntas essas abordagens chamam atenção, especialmente, para a necessidade do enfrentamento de três importantes constrangimentos:

- a) o dilema olsoniano do “free rider” (“carona”) ou seja, daquele indivíduo que terá um comportamento não cooperativo, se puder se beneficiar do bem coletivo produzido pelos demais.
- b) o dilema do “prisioneiro”, em que, em função do baixo nível de confiança entre os pares, tende-se a priorizar estratégias individualistas, que deságuam em soluções “sub-ótimas”.
- c) a *tragédia dos comuns*, que ao apresentar uma situação de não cooperação em que estratégias individualmente racionais podem conduzir a resultados coletivamente irracionais, traz um paradoxo que questiona a afirmação de que os seres humanos racionais sempre podem alcançar resultados racionais.

Em suma, esses modelos – o dilema olsoniano do “free rider,” o dilema do “prisioneiro” e a *tragédia dos comuns* - colocam em questão as possibilidades e condições nas quais as pessoas se dispõem a cooperar. Todos eles têm em essência que o comportamento mais provável é o do “carona”. Entretanto, se todos os indivíduos dependentes de um bem coletivo decidissem se comportar como caronas, o benefício comum não seria produzido, muito pelo contrário, o resultado seria ruim para todos os interessados. Assim, por algum tempo, as únicas opções colocadas para este problema residiam na necessidade de que houvesse algum mecanismo de coerção externo.

McKean e Ostrom (2001) defendem que é fundamental o reconhecimento de que a propriedade comum ou coletiva significa na prática propriedade privada compartilhada, e não de livre acesso. A falta de rigor nessas definições teria sido o erro fundamental do modelo da tragédia dos comuns de Hardin, uma vez que este autor considerou que as pastagens eram de livre acesso e não de propriedade comum, não estando sujeitas a nenhum tipo de regulação, nem mesmo acordos entre seus usuários.

Essa falta de articulação e de negociação entre os usuários, que é impressa nos modelos teóricos, é um importante fato a ser destacado. Embora os modelos possam ser aplicáveis a determinadas situações reais, não considera que a racionalidade humana seja capaz de apreender que, sob determinadas situações, a cooperação é a melhor alternativa, ainda que para isso seja necessário arcar com algum ônus dela resultante. Além de que, essa racionalidade seria um tanto míope, pois que, um ser racional pode ser definido como aquele que toma decisões proporcionais e coerentes com o conhecimento que tem do meio ambiente aonde vai aplicá-las tendo em vista a sua capacidade de implementá-las.

Dentro desse mesmo contexto, Ostrom (1999) faz a seguinte reflexão: “o paradoxo de que estratégias racionais individuais levam a resultados coletivamente irracionais parece desafiar a convicção fundamental de que seres humanos racionais possam obter resultados racionais”.

Por sua vez, Adhikari (2001) comenta que, desde a publicação do artigo de Hardin (1968), tem ocorrido um crescente debate sobre a questão dos recursos de uso comum, direitos de propriedade e degradação dos recursos naturais, dentro do qual diversos autores têm argumentado que uma gestão coletiva e descentralizada, incluindo os usuários de recursos comuns, poderia ser uma forma mais adequada de superar o problema

da tragédia dos comuns<sup>18</sup>. Essa é uma alternativa, também, defendida por Ostrom (1999), quando procura entender como indivíduos co-usuários de recursos seriam capazes de criar uma forma efetiva de governança e gestão desses, de modo a resolver os dilemas da cooperação. Nesse sentido, sua argumentação admite como plausível que os indivíduos interessados criem instituições que favoreçam a cooperação entre eles.

Em suma, o problema da gestão dos recursos de uso comum traz os dilemas da ação coletiva, onde por muito tempo predominou uma visão dicotômica entre as possibilidades do Estado ou do mercado solucionarem a questão. Embora estas não estivessem completamente incorretas, elas falharam ao desconsiderar que muitos problemas da ação coletiva estão enraizados em redes, organizações ou relações entre os indivíduos – o que constituem elementos do que tem sido chamado de capital social.

O argumento básico de Putnam (1996), um dos principais autores da teoria do capital social é que o funcionamento de instituições democráticas é condicionado pela existência de uma sociedade civil ativa e vibrante, em outras palavras, de uma sociedade que tenha uma grande reserva de capital social. Robert Putnam parte de uma pesquisa empírica que teve como objeto os governos regionais da Itália (década de 1970), que no período em questão, viviam uma transição na qual a tradição secular de centralização do governo italiano dava lugar a novos governos regionais autônomos<sup>19</sup>. A lógica do argumento de Putnam é que uma sociedade civil é fundamental para o fortalecimento de uma ordem política democrática (RENNÓ, 2003). Nessa lógica, um eficiente arranjo institucional deliberativo deve ser precedido por uma sociedade organizada.

Nesse mesmo sentido, segundo a teoria do capital social, indivíduos que são mais confiantes uns nos outros, mais tolerantes a divergências políticas e mais otimistas quanto a seus futuros são também mais propensos a envolverem-se em distintas formas de ação coletiva porque são mais abertos à interação com estranhos (PUTNAM, 1996). A confiança interpessoal estimula a mobilização em torno de assuntos coletivos porque gera expectativas positivas acerca do comportamento de outros. Na essência do conceito de confiança, de acordo com vários autores, está a ideia de reciprocidade (PUTNAM, 1996; HARDIN, 1999). Uma pessoa confia

<sup>18</sup> Feeny et al. (2001) comentando especificamente sobre o modelo de Hardin, em artigo intitulado "A tragédia dos comuns: vinte e dois anos depois", apontam as principais falhas: pressupor que os campos eram de livre acesso, e não de propriedade comum; pressupor a ausência de restrições aos comportamentos individuais, e a incapacidade dos usuários de alterar suas regras. Hardin teria negligenciado, portanto, o papel de arranjos institucionais que podem gerar exclusão e regulação de uso, além de fatores culturais (CASTELLANO, 2007).

<sup>19</sup> A constatação do autor é que a região norte da Itália tem instituições democráticas mais eficazes e consolidadas porque é mais bem irrigada pelas redes de engajamento cívico que sua contraparte do sul do país. A presença de altos níveis de mobilização coletiva acerca de temas públicos cria, portanto, um círculo virtuoso de valorização de práticas democráticas e fortalecimento de instituições democráticas (PUTNAM, 1996).

em outra porque espera dela certo tipo de atitude. Quando há confiança interpessoal generalizada, o espaço para comportamentos oportunistas é reduzido, já que tendem a prevalecer padrões comportamentais cooperativos.

A tolerância política, por sua vez, é um sinal de que um indivíduo aceita diferenças de ponto de vista e respeita posições e preferências contrárias às suas (PUTNAM, 1996). Um indivíduo tolerante busca conciliação e aceita conviver com visões de mundo conflitantes, ambas as características importantes para quem participa em formas de ação coletiva, como nos casos dos comitês de bacia hidrográfica. Por fim, pessoas otimistas quanto ao futuro também estão mais propensas a envolverem-se em movimentos e grupos sociais, pois também tendem a ver outras pessoas de maneira positiva.

Uma leitura ortodoxa de Putnam poderia nos levar a pensar que as sociedades com baixo grau de “capital social” - como a brasileira e a de outros países emergentes - estariam fadadas ao fracasso no enfrentamento dos dilemas de ação coletiva, através de mecanismos democráticos. Ressalte-se - mesmo reconhecendo a importante contribuição de Putnam - que trabalhos recentes têm matizado interpretações culturalistas que superestimam a importância da “confiança interpessoal” como elemento central para explicar políticas e contextos democráticos.

Dessa maneira, conforme observado por Levi (1996), as instituições resolvem problemas da ação coletiva trazendo à tona contribuições de indivíduos que, por sua vez, só conseguem realizar seus desígnios porque existe alguém (ou algumas pessoas) que têm o poder de coordenar, ou coagir, ou mobilizar um grupo de pessoas para agir conjuntamente.

Teoricamente, no campo das políticas públicas, há possibilidades de oficializar distintos formatos institucionais em consonância com as correlações de forças existentes entre os atores envolvidos. Mesmo nos casos em que os atores com maior controle sobre os recursos críticos (financeiros, políticos, organizacionais etc) tendam a optar por um determinado arranjo institucional, a autonomia relativa do sistema político bem como as especificidades e a capacidade de pressão dos grupos envolvidos conspiram contra um alinhamento automático entre, por exemplo, a esfera econômica e a esfera política (marxismo ortodoxo).

Quando se deseja incentivar mudanças, ou em outras palavras, utilizar o próprio formato institucional como uma das variáveis

independentes (ou, pelo menos, intervenientes) no processo, o grande desafio é o de não se replicar automaticamente o encaixe “quase perfeito”, pois esse seria um fator inibidor de mudanças (LEVI, 1996). Por outro lado, nem, muito menos, cair no extremo oposto, uma vez que uma forte assimetria entre normas organizacionais e o equilíbrio de forças entre os agentes, significa inviabilizar o processo de institucionalização por boicote dos atores com maior controle sobre recursos estratégicos, quando estes venham a sentir-se prejudicados (REIS, 2000; LEVI, 1996; AZEVEDO; ANASTASIA, 2002).

O que se demanda, portanto, é um aprofundamento da democracia, capaz de lidar com a necessidade de se criar formas alternativas de organizações, como as instituições deliberativas, nas quais a participação de representantes da sociedade organizada na deliberação e planejamento de estratégias e soluções para problemas coletivos seja fundamental, tanto pelos fins em si, como pelo processo aí envolvido (EVANS, 2003). Nesse sentido, diversos arranjos institucionais têm sido criados nos últimos anos visando o co-gerenciamento de recursos de uso comum, o empoderamento das comunidades locais e sua capacitação para uma participação cada vez mais qualificada nos processos de gestão. Várias combinações de divisão de responsabilidades entre poder público e usuários têm sido criadas, em diferentes níveis, tanto em uma instância quanto em outra (NYIKAHADZOI; SONGORE, 1999).

Entre essas inovações, tem-se a implementação das chamadas “instituições híbridas”<sup>20</sup>, que são formadas em parte por representantes do Estado, em parte por representantes da sociedade civil, com poderes consultivos e/ou deliberativos, que reúnem, a um só tempo, elementos da democracia representativa e da democracia direta” (AVRITZER, 2000). Essas instituições permitem maior participação de grupos organizados da sociedade na elaboração, na implementação e na fiscalização das políticas públicas, como é o caso dos comitês de bacia hidrográfica.

Ressalta-se que a política nacional de recursos hídricos (Lei 9433 /1997) preconiza, para a gestão das bacias hidrográficas, um formato institucional de “gestão participativa”, pois compartilham tanto atores governamentais (três níveis de governo), como usuários de água (empresas públicas e privadas) e representantes da sociedade organizada.

Assim, um governo que propicie um ambiente institucional

<sup>20</sup> Nos últimos anos, em consonância com o preceito constitucional que possibilita - nos três níveis de governo - a participação da sociedade organizada na elaboração e fiscalização de políticas públicas surgiram inúmeras “organizações híbridas”, podendo-se citar: Conselhos Municipais setoriais, Conselhos das Cidades; Conselhos de Desenvolvimento Econômico, Conselhos de Desenvolvimento Social, Orçamento Participativo, e Comitês de Bacias, entre outros.

no qual os indivíduos possam criar organizações para lidar com uma diversidade de problemas e oportunidades de ação coletiva pode aumentar, significativamente, o capital social de sua população. Nesse sentido, levando em conta o pouco tempo da política nacional de recursos hídricos e o histórico nacional de participação política, os comitês de bacia são muito mais do que a entidade responsável pela gestão das águas, mas principalmente um berço de oportunidades de criação de capital social voltado para a sustentabilidade hídrica.

## *Referências*

ADHIKARI, B. Property Rights and Natural Resources: Impact of Common Property Institutions on Community-Based Resource Management. In: ANNUAL DEVELOPMENT NETWORK CONFERENCE, 3., 2001, Rio de Janeiro, Brasil.

AVRITZER, L. **Esfera pública, teoria democrática e participação: uma análise da deliberação nos Conselhos de Políticas**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. Mimeo.

AZEVEDO, S. DE; ANASTASIA, F. Governança, 'Accountability' e Responsividade. **Revista de Economia Política**, v. 22, n 1, p.85, 2002.

BUTTEL, F.H. Instituições sociais e mudanças ambientais. **Idéas**, Campinas: IFCH-Unicamp, v.8, n.2, p.9-37, 2001.

CASTELLANO, M. **Relações entre poder público e sociedade na gestão dos recursos hídricos: o caso do Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí**. 2007. Tese (Doutorado) - PROCAM/USP, 2007. 265p.

COASE, R. H. The Problem of Social Cost. **Journal of Law and Economics**, Review v.82, p. 713-719, 1960.

DRUMMOND, J. A. A primazia dos cientistas naturais na construção da agenda ambiental contemporânea. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo , v.21, n.62, Oct. 2006.

EVANS, P. Além da ‘Monocultura Institucional’: instituições, capacidades e o desenvolvimento deliberativo. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 5, n.9, p.20-63, jan./jun. 2003.

FEENY, D. et al. A tragédia dos comuns: vinte e dois anos depois?. In: DIEGUES, A. C.; MOREIRA, A. C. (Orgs.). **Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum**. Trad. por Moreira, A de C. São Paulo: NUPAUB – USP, 2001.

GALA, Paulo. A Teoria Institucional de Douglass North. **Revista de Economia Política**, v. 23, n. 2, p. 90, abr./jun. 2003.

LEVI, M. Uma lógica da mudança institucional. **DADOS – Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, p. 79-99, 1996.

HARDIN, Garrett. The Tragedy of the Commons. **Science**, v.162, p.1243-1248, 1968.

JOURAVLEV, A. **Los municipios y la gestión de los recursos hídricos**. Santiago de Chile: CEPAL, 2003

MCKEAN, M. A.; OSTROM, Elinor. Regimes de Propriedade Comum em Florestas – Somente uma Relíquia do Passado?. In: DIEGUES, A. C.; MOREIRA, A. de C. (Orgs.) **Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum**. Trad. por A de C. Moreira. São Paulo: NUPAUB. USP, 2001. p. 79-95.

NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge University Press, 1990.

NYIKAHADZOI, K.; SONGORE, N. Introducing Co Management Arrangements in Lake Kariba Inshore Fishery: Progress, Oportunities and Constraints. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON FISHERIES CO-MANAGEMENT, 1999, Penang, Malaysia.

OLSON, M. **A Lógica da Ação Coletiva**: os benefícios públicos e uma teoria dos grupos sociais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

OLSON, M. **Power and Prosperity**: Outgrowing Communist and Capitalist Dictatorship. New York: Basic Books, 2000.

OSTROM, E.; AHN, A Social Science Perspective on Social Capital: Social Capital and Collective Action. In: WORKSHOP IN POLITICAL THEORY AND POLICY ANALYSIS, Indiana University (draft version), 2001.

OSTROM, E.; GARDNER, R.; WALKER, J. **Rules, Games, and Common-Pool Resources**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1994.

OSTROM, E. Institutional Rational Choice: An Assessment of the IAD Framework”. In: SABATIER. P.A. (Ed). **Theories of the Policy Process**. Boulder (CO): Westview Press, 1999.

PIGOU, A. C. **The Economics of Welfare**. London: Macmillan, 1962.

POMPEU, C.T. **Direito de águas no Brasil**. Bauru, São Paulo: Office Aperfeiçoamento e Promoções S/C Ltda, 2004. 1 Cd Rom.

PUTNAM, R. D. **Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1996.

REIS, Fabio W. Weber e a Ciência Política Atual: notas sobre três temas. In: SOUZA, Jessé (Org). **A Atualidade de Max Weber**. Brasília: Ed. da Universidade de Brasília, 2000.

RENNÓ, L. R. Estruturas de oportunidade política e engajamento em organizações da sociedade civil: um estudo comparado sobre a América Latina. **Revista de Sociologia e Política**, v. 21, 2003.

TOTTI, M.E.F. **Gestão das Águas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: governança, instituição e atores**. 2008. Tese (Doutorado) – UENF, 2008

## Capítulo 2

# Gestão das águas no Brasil: trajetória

Maria Eugênia Totti

**A** qualidade e a quantidade de água doce disponível aos meios urbano e rural têm sido, de um modo geral, pressionadas pela poluição, pelas mudanças climáticas, pelo mau uso e pela crescente demanda por este recurso. Com efeito, procurando-se minimizar esse problema, políticas ambientais voltadas para a gestão de águas têm sido desenvolvidas em todo o mundo. A partir dos anos 80, as iniciativas de modernização dos modelos e sistemas nacionais de gestão da água passam a ser revistos e pensados no âmbito de bacias hidrográficas.

Essas transformações em torno da gestão das águas expressam as mudanças de paradigmas que vêm ocorrendo no mundo, nos últimos anos, em relação aos recursos naturais. Uma preocupação vinda do fim da crença na capacidade infinita do meio ambiente de suportar todas as atividades humanas. Aos governos e às sociedades é atribuída a responsabilidade pela promoção de uma atitude nova frente aos recursos naturais e problemas ambientais, como um todo. Nesse sentido, as soluções propostas para a resolução dos problemas da água passaram a ser colocadas não somente em termos de preservação, mas também em termos de gestão para que as relações dos homens com a natureza possam ser estabelecidas de tal modo que os recursos oferecidos por ela permaneçam renováveis.

No Brasil, houve um período de completa falta de normas, quando era assegurado o direito de propriedade do solo em toda a sua plenitude aos proprietários de terra (Constituição do Império de 25/03/1824), a outro período, no qual se verifica que a gestão da água passou a ser centralizada no Estado, sendo considerada de interesse nacional (período do Estado Novo compreendido entre 1937 e 1945). Tida como coadjuvante no processo de desenvolvimento, atualmente a água vem se deslocando para uma posição central na sociedade, sob um processo de gestão participativa e de usos múltiplos.

A constatação e a reflexão sobre o modo de apropriação e os tipos de relações mantidas pelos atores da dinâmica territorial com os recursos hídricos conduziram, sobretudo ao longo dos últimos trinta anos, a um processo de revisão das atribuições do Estado, do papel dos usuários, da sociedade e do próprio uso da água. Os processos de mudanças institucionais e sociais introduzidos através de recentes políticas governamentais ocorrem, contudo, de forma heterogênea no tempo e no espaço territorial.

Este estudo tem por objetivo analisar a gestão e a governabilidade das águas doces no Brasil, tomando-se por base os principais marcos institucionais. Para embasar premissas tanto da Constituição Federal de 1988 e, principalmente, da atual política nacional de recursos hídricos abriu-se um tópico sobre descentralização e governabilidade de águas. Finalmente, apresenta-se a política nacional de recursos hídricos e discutem-se algumas dificuldades relativas ao processo de implantação e consolidação dessa política, que inova ao propor uma gestão integrada, descentralizada e participativa.

## *A institucionalização da água*

A questão da água entra na agenda político-administrativa do Brasil no final do século XIX, como uma dificuldade urbana, quando o adensamento da cidade de São Paulo desencadeia os problemas das enchentes e, principalmente, da escassez de água para abastecimento. O Diário de São Paulo, no ano de 1860, denunciava: *“Estamos sem água, a população sofre sede, e o que faz o governo? O que faz V. Excia. que deixa o povo morrendo de sede e não toma nenhuma providência? O povo está comprando o barril de lama a 80 réis!”* (O DIÁRIO de São Paulo apud VICTORINO, 2003).

Anos depois, através de Saturnino de Brito<sup>1</sup> (1905), foi feita uma das primeiras sugestões de institucionalizar a proteção das águas, com uma visão sistêmica e futurista, entretanto, sem sucesso. Na época, questionava-se a possibilidade do, já poluído, rio Tietê ser utilizado para abastecer a cidade de São Paulo:

O fato de se ter atualmente condenado doutrinariamente as águas do Tietê, conduzirá ao abandono de suas margens e do seu curso, ao desenvolvimento de povoações para montante, e ao lançamento de impurezas que contaminarão o que com a “lei de proteção” se pode desde já conservar e transmitir sem mácula ao

<sup>1</sup> Engenheiro sanitarista nascido em 1864. É considerado o pioneiro da engenharia sanitária e ambiental no Brasil. Realizou alguns dos mais importantes estudos de saneamento básico e urbanismo em cidades brasileiras, como Santos, Recife e na sua cidade natal, Campos dos Goytacazes. Escreveu diversas obras técnicas de saneamento que foram adotadas na França, Inglaterra e Estados Unidos.

porvir, de modo que as águas sejam cada vez mais potáveis em lugar de se tornarem cada vez mais poluídas. (...) O único meio de manter a integridade higiênica do rio é a lei de proteção e a prática do abastecimento: então velarão por ele os interessados pela pureza das suas águas, o povo e os governos quaisquer, hoje e para sempre (DE BRITO apud VICTORINO, 2003).

Entretanto, por motivos políticos e econômicos o que poderia ter sido o início de um processo de preservação ambiental resultou não somente no abandono de um rio e na construção de um dos mais complexos sistemas para abastecimento urbano e geração de energia no Brasil, o sistema Billings na década de 1920, mas também no fortalecimento de uma falsa ideia na qual se credita à engenharia o poder de resolver todos os problemas relativos à água.

O aproveitamento da água acontecia, essencialmente, por iniciativa dos agentes privados enquanto que a iniciativa pública era exclusivamente direcionada aos setores de saneamento e abastecimento, sempre pressionados pela opinião pública, consequência da crescente demanda urbana. Vigorava o modelo de propriedade conjunta terra-água, sendo ausente o papel de regulação do poder público. Com a evolução da tecnologia, permitindo um uso mais intensivo da água, uma maior geração de cargas poluidoras e a implantação de obras de engenharia de grande porte, passou a ser necessária uma ação de gerenciamento deste recurso.

O debate sobre o regime jurídico a que estavam submetidas as águas e seu aproveitamento foi levantado, principalmente, pelo interesse em construir novos aproveitamentos hidrelétricos. Como consequência, o Governo Federal apresentou ao Congresso Nacional, em 1907, o Código das Águas (Barth, 2002) que em razão da sua inadequabilidade aos dispositivos da Constituição Federal vigente foi editado somente 27 anos mais tarde (Decreto nº 24.643 de 17/10/1934).

Antes, porém, foi instituída uma nova Constituição Republicana (16/07/1934), que disciplinou o domínio dos recursos hídricos, concedendo-os à União e aos Estados. Foi instituída, também, a necessidade de autorização ou concessão federal para a exploração e aproveitamento industrial das águas e energia hidráulica (POMPEU, 2001).

## *Código das águas*

A primeira legislação brasileira elaborada especificamente para tratar

de recursos hídricos foi o Código das Águas<sup>2</sup> (1934), que segundo Barth e Pompeu (1987, p. 56):

[...] é considerado, mundialmente, como uma das mais completas entre as leis de águas já produzidas. [...] por exemplo, o princípio do “poluidor pagador”, introduzido na Europa como novidade, está previsto nos arts. 111 e 112 do Código. Entretanto, [...] nesse meio século de vigência do Código das Águas, muitas de suas disposições, que deveriam ter sido tratadas por leis especiais ou regulamentos, não o foram e, conseqüentemente, deixaram de ser aplicadas.

Ainda que criado durante a chamada “República Velha” (1889-1930), somente após a revolução de 1930 o Código das Águas passa a ser utilizado parcialmente. Ressalte-se que a primeira grande reforma do Estado no século XX inicia-se no primeiro período Getulista, com a estruturação das bases do chamado Estado nacional desenvolvimentista, em que a questão social entra na agenda pública, ainda que se restringisse apenas aos trabalhadores formais urbanos. Além disso, é emblemática em nível econômico a disposição de maior participação direta do Estado nas chamadas indústrias de base — como forma de incentivar a modernização do país — e na dimensão institucional a criação do legendário Departamento Administrativo do Serviço Público (DASP), com o objetivo de modernizar toda a administração federal<sup>3</sup> (AZEVEDO, 2006).

Assim, é nesse arcabouço político-administrativo que, em 1939, com a criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), ligado diretamente à presidência da República, passou-se a decidir sobre águas e energia elétrica, cuja gestão foi considerada como de “interesse nacional”, devido a sua importância estratégica para o desenvolvimento nacional (PENNA, 1999).

Por sua vez, dos 205 artigos do Código, mais de 60 referem-se, especificamente, à normatização para o aproveitamento industrial, os quais foram regulamentados e aplicados na íntegra com vistas a viabilizar a produção de energia e atender à demanda das novas indústrias que estavam sendo instaladas no país. Entretanto, ao contrário da política energética, as medidas de conservação, proteção e recuperação das águas, previstas no Código, não foram implementadas. Apenas alguns princípios como o

<sup>2</sup> Código das Águas: instituído através do Decreto 24.643 de 1934. Medida atribuída ao governo de Getúlio Vargas (1930 – 1945), período que se divide em duas fases: uma democrática (1930 – 1937) e outra de ditadura do Estado Novo (1937 – 1945).

<sup>3</sup> Partimos do pressuposto de que se deve reservar a denominação de “Reforma do Estado” para as ocasiões de mudança do pacto social, ou seja, quando ocorre uma redefinição qualitativa do escopo do que se considera “bem público” (amplitude ou redução dos mesmos) e/ou mudanças significativas na forma de produção e oferta desses bens (ênfase na produção direta ou na regulação estatal). Nesse sentido, apesar do sucesso da Administração JK (1956 – 1961) em compatibilizar arranjos institucionais inovadores capazes de viabilizar novas metas de governo (com o *sluggan* de crescer 50 anos em 5), isso ocorre dentro do marco do chamado Estado Desenvolvimentista iniciado na primeira Administração Getulista. No lugar de propor uma reforma administrativa clássica — que inevitavelmente acarretaria fortes fricções com o Congresso e dispêndio de grande energia e tempo —, Juscelino optou por criar uma estrutura paralela moderna (os conhecidos “Grupos Executivos” da indústria automobilística; da NOVACAP, etc.) como forma de implementar suas propostas mais inovadoras (AZEVEDO; ANDRADE, 1997).

do usuário-pagador e o do poluidor pagador foram adotados mais tarde através de outras legislações brasileiras.

Esse é, portanto, o marco normativo específico de águas no Brasil. Entretanto, constituiu-se, também ironicamente, no marco regulatório para o setor de energia elétrica ao proporcionar os recursos legais e econômico-financeiros para a grande expansão deste setor, viabilizando a construção de mais de uma dezena de pequenas hidrelétricas nas décadas seguintes. Esse período é marcado por uma mudança na política econômica no Brasil, que era basicamente agrícola e de exportação de matéria prima para uma industrialização com substituição das importações pela produção interna. Para isto foi imprescindível aumentar a oferta energética para atender a nova demanda, como a exigida pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), criada em 1941 através de um decreto presidencial.

É justamente nessa época que se inicia, por um lado, através do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), a construção dos maiores reservatórios de água do nordeste, região mais seca do país, e, por outro lado, através do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), dá-se início ao grandioso projeto de construção dos 1.300 km de canais para drenagem da, então, pantanosa Baixada Campista (RJ) a fim de sanear o ambiente e expandir e consolidar a indústria sucroalcooleira.

Esse processo centralizado sofreu uma inflexão com a Constituição de 1946<sup>4</sup> com transferência de parte do poder da União para os governos subnacionais, podendo os estados federados legislar sobre águas, em caráter supletivo e complementar. Competência que não foi exercida, pois a utilização de água ainda não envolvia conflitos cuja solução atraísse a atenção dos administradores e legisladores estaduais (BARTH, 2002). Dessa forma, embora os Estados pudessem legislar sobre águas, esses não o fizeram.

O segundo momento de reforma do Estado - dentro dos parâmetros anteriormente definidos - ocorre por ocasião da instalação do regime militar em 1964, especialmente, através do Decreto Lei-200 que ampliou e possibilitou maior eficiência da chamada Administração Indireta (Autarquias, Fundações, Empresas estatais e de economia mista), que passaram a atuar em bases empresariais. Do ponto de vista político - institucional, ocorreu uma forte centralização no governo federal em detrimento dos estados federados e municípios.

Em relação à questão econômica, o governo militar optou por uma

<sup>4</sup> A partir de 1945 tem início a um período de mudança política no país. A transição da ditadura estadonovista para a democracia representativa havia sido iniciada antes mesmo da deposição de Getúlio Vargas em outubro de 1945, mas é a partir desta data até a promulgação da nova Constituição de 1946 que se convencionou designar de redemocratização (PENNA, 1999).

estratégia econômica de maior integração em nível internacional — sem abrir mão da defesa da indústria nacional — e de rápida modernização tecnológica nos setores dinâmicos da economia (bens de capital, bens de consumo durável etc.). Nesse sentido, o sistema produtivo, de modo geral, podia ser definido como lastreado na grande empresa privada, na sua maioria multinacional, e por outro sustentado por um considerável conglomerado de grandes empresas estatais bastante dependentes de investimento governamental (AZEVEDO, 2006)<sup>5</sup>.

Segundo Penna, nesse contexto, “a República Federalista na verdade não existia mais, senão como um princípio abstrato, pois pela Carta de 1967 o governo federal tinha direito de intervir em estados e municípios, desde que julgasse tal atitude um imperativo da ordem e da segurança nacional” (PENNA, 1999, p. 271).

Na prática, a aplicação do Código das Águas ficou caracterizada por uma visão utilitarista do uso dos recursos hídricos, a partir de sua priorização como insumo econômico em detrimento de outros usos e setores. Apesar do aumento e diversificação das demandas ao longo das décadas, a questão da água acabou sendo tratada e normatizada de maneira isolada, sem uma perspectiva prática de gestão integrada. É importante, também, lembrar que, com o acentuado desenvolvimento econômico nos finais dos anos 1970 são projetadas as duas maiores hidrelétricas do Brasil (Itaipu e Tucuruí), construídas na década seguinte.

## *Discussões, novos caminhos e a Constituição Federal de 1988*

Com a modernização do país, após a década de 70, outros usos da água, principalmente a irrigação, passaram a competir com o uso energético, gerando inúmeros conflitos, que envolviam além de diferentes setores de usuários, distintas unidades político-administrativas. Neste contexto, começou-se a suscitar discussões no meio acadêmico e técnico sobre como minimizar esses problemas.

Teve início, também, uma maior preocupação social com a qualidade ambiental e uma maior mobilização da sociedade civil nos países desenvolvidos; culminando na Conferência de Estocolmo, promovida

<sup>5</sup> Em sua grande maioria, as empresas privadas tipicamente nacionais não eram capazes de competir em igualdade de condições com as empresas multinacionais e estatais, atuando preferencialmente em áreas recorrentes e complementares. Diversas políticas compensatórias foram tomadas pelos seguidos governos militares a fim de minorar as dificuldades da economia nacional. Concomitantemente às iniciativas governamentais, o empresariado nacional lançou mão de várias estratégias buscando enfrentar tal situação de fragilidade frente às multinacionais e empresas estatais (associação com capitais internacionais, transferências para setores menos dinâmicos, “lobby” para ampliação da legislação protecionista, fusão entre empresas nacionais, demandas ao governo federal visando receberem benefícios fiscais etc.).

pela ONU em 1972. Nessa ocasião, como bem ressalta Pedro Jacobi, países desenvolvidos que participavam do evento acusaram os países emergentes pela ausência de legislação voltada para o controle dos graves problemas ambientais. Nesse contexto, “o Brasil teve papel de destaque como organizador do bloco dos países em desenvolvimento que viam no aumento das restrições ambientais uma interferência nos planos nacionais de desenvolvimento” (JACOBI, 2003).

A posição do Brasil e da China que lideraram um bloco de países do chamado “terceiro mundo” na Conferência de Estocolmo, segundo Eduardo Viola, baseou-se em três princípios: “a defesa de soberania nacional irrestrita em relação ao uso de recursos naturais, a ideia de que a proteção ambiental deveria vir somente após o crescimento da renda per capita e a atribuição de responsabilidade exclusiva aos países desenvolvidos pelo ônus da proteção do meio ambiente global”. (VIOLA, 2004, p. 86). Apesar dessa posição brasileira, a partir de então o meio ambiente passa a fazer parte dos estudos de viabilidade de empreendimentos causadores de poluição ou de degradação ambiental, como exigência de organismos multilaterais de financiamento, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento.

No Brasil, em meados dos anos 70, com o início do processo de abertura política, diversos grupos ambientalistas - em parte incentivados pelos resultados da Conferência de Estocolmo- organizam-se buscando denunciar práticas de degradação de diferentes dimensões da questão ambiental<sup>6</sup>. Dessa forma, as demandas democráticas canalizaram as reivindicações em direção à construção de um novo padrão de políticas públicas, que tivessem uma maior participação da população e que fossem mais transparentes e descentralizadas, para conformar um novo Estado.

Com a promulgação da Constituição de 1988 e a das Constituições estaduais posteriores, iniciou-se um período de ampla hegemonia de uma retórica municipalista exacerbada (ARRETCHE, 1996; AZEVEDO; MARES GUIA, 2004; ABRUCIO, 2004). Entre os diversos efeitos perversos dessa ideologia ingênua, ressalta-se que esse “neolocalismo” dos anos 90 produziu uma agenda pública local ancorada no princípio de que todos (ou quase todos) os problemas poderiam ser resolvidos localmente (MELO, 2004). Essa abordagem acabou tendo efeitos deletérios nas grandes metrópoles, sobretudo nas áreas de interesse comum que exigem

---

<sup>6</sup> A maioria dos grupos ambientalistas surgidos na década de setenta priorizaram as atividades de “denúncia” na defesa do meio ambiente. Com o passar do tempo, muitos desses grupos, organizados em ONGs, começaram a se profissionalizar e paulatinamente as atividades de diagnósticos e sugestão de políticas, bem como o levantamento de recursos para a aplicação em projetos específicos passaram a predominar.

políticas entrelaçadas que envolvam os três níveis de governo (Azevedo, 2006). Enquadram-se, entre essas questões, os transportes públicos, a coleta e tratamento de lixo, o meio ambiente, o saneamento e as gestões das bacias hidrográficas, que abrangem vários municípios e muitas vezes mais de um estado federado<sup>7</sup>.

Confundi-se o fortalecimento institucional dos municípios — decorrente do novo status de “entes federativos” — com a capacidade dos mesmos de enfrentarem localmente questões complexas, que extravasam suas fronteiras (AZEVEDO, 2006). Como bem lembrou Abrucio (2004), infelizmente uma crença bem intencionada, porém ingênua instalou-se desde a constituição de 1988: os municípios resolveriam sozinhos seus problemas de políticas públicas, bastando repassar o poder e os recursos para isso. Entretanto, em nossa Federação tal proposição é falsa em termos econômicos, sociais e no âmbito das instituições e da competição política local. Os governos municipais, na sua maioria, não têm renda, capital humano ou social, afora uma burocracia meritocrática, para equacionarem seus problemas coletivos e de políticas públicas sem a ajuda de um ente superior e/ou da cooperação horizontal no plano regional (ABRUCIO, 2004).

As tentativas frustradas de implementar políticas públicas a partir desse municipalismo exacerbado, paulatinamente abriram espaços para visões mais realistas que buscavam envolver os três entes federativos e atores da sociedade organizada em ações cooperativas. Em meados dos anos 90 como decorrência desse processo pós-constituente - entre outros acordos institucionais de política pública - ocorre a institucionalização da Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei Federal 9.433/1997.

Para a administração dos recursos naturais a CF trouxe mudanças significativas afetando, de imediato, a hegemonia do setor elétrico sobre a gestão das águas. Os preceitos institucionais da Constituição, no que diz respeito à gestão de águas, estão dispostos no Quadro 1, no qual pode ser observada a busca de uma divisão de responsabilidade e um entrelaçamento vertical e horizontal de política pública envolvendo a União os estados federados e os municípios.

---

<sup>7</sup> Um exemplo foi a criação, pela Constituição do Estado de Minas Gerais, da Assembléia Metropolitana de Belo Horizonte, AMBEL, onde os pequenos municípios sempre controlaram o órgão e o estado possuía apenas um representante. O Fundo de Financiamento nunca saiu do papel, pois o governo do estado e os prefeitos dos maiores municípios resolveram, independentemente do partido a que pertenciam, esvaziar a AMBEL. Trata-se de um caso em que um formato institucional em tese extremamente democrático não funcionou por desconsiderar totalmente a correlação de forças existentes (Azevedo e Mares Guia, 2004). Atualmente tramita uma emenda constitucional que deve sanar tal situação, pois o estado teria 40% do Conselho Deliberativo, os municípios outros 40% (com participação maior dos grandes municípios), 10% para a União e 10% para representantes da sociedade organizada, que atuam preferencialmente na Região Metropolitana.

*Quadro 1: Constituição Federal de 1988 e os preceitos institucionais relativos à água*

Bens da União	Estabelece que são bens da União, os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.
Bens dos Estados	São bens dos Estados, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.
Competência da União	Compete privativamente à União legislar sobre águas. É de competência da União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos; os serviços de transporte aquaviário entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou território; definir critérios de outorga de direitos de uso das águas.
Competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios.	Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; promover a melhoria das condições e fiscalizar as concessões de direitos de exploração de recursos hídricos em seus territórios; legislar concorrentemente sobre defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, responsabilidade por dano ao meio ambiente e proteção e defesa da saúde.
Para fins administrativos	A União poderá articular ações em um mesmo complexo geoeconômico e social, visando ao seu desenvolvimento e à redução das desigualdades regionais, por meio da priorização do aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas à secas periódicas.

Para Barth (1999) as principais mudanças introduzidas por este documento, relativas aos recursos hídricos, são as que dizem respeito aos domínios das águas, no qual todos os corpos hídricos passaram a ser de domínio público, o que significa dizer que a utilização de água é passível da exigência de uma licença ou pedido de outorga.

Cabe lembrar que a base do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, proposto na CF, resultou do processo de discussão entre poder público e associações de profissionais relacionados às questões dos recursos hídricos, com destaque para a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Segundo Barth (1999), as Cartas de Salvador (1987), Foz do Iguaçu (1989) e do Rio de Janeiro (1991), emitidas pela ABRH, sob a orientação e apoio de seus associados em assembleias gerais da entidade, serviram como referência para a formulação das legislações federal e estaduais de recursos hídricos, nos anos subsequentes. Esse processo ocorreu quando se buscava contornar a fragmentação existente na administração dos recursos hídricos. Entretanto, a participação de profissionais vinculados àquela entidade na esfera pública (federal e estaduais), associada aos princípios estabelecidos para a gestão dos recursos hídricos em suas assembleias gerais, denota um caráter tecnocrático que se internalizou nas atividades de gestão hídrica no país desde então (SOUZA JÚNIOR, 2004).

## *Descentralização e governabilidade partilhada*

A América Latina vive, desde os anos 1980, um processo de transformação sem precedentes em termos econômicos, políticos, culturais e sociais, fruto da globalização da economia, das transformações dos processos produtivos e da estrutura e dinâmica do trabalho e, sobretudo, da profunda e intensa mudança nos padrões de comunicação (PEREIRA; JOHNSON, 2005). Uma das principais evidências dessas manifestações consiste no movimento do Estado em direção à sociedade e no movimento dos níveis centrais de decisão para os níveis locais, isto é, a descentralização. Esses movimentos criam e articulam estruturas e processos em novas configurações de poder, nos diferentes níveis: central, regional, da bacia hidrográfica e do município.

A descentralização é, sobretudo, um processo de transferência ou de devolução de direitos e deveres de uma entidade para outra, dentro do ambiente estatal ou fora dele. Especificamente no caso da descentralização dentro da estrutura do serviço público, uma condição primordial é que existam governos estaduais e municipais, capazes de assumirem estas novas tarefas, ao lado de uma sociedade organizada que possa exercer em plenitude o seu papel de cidadã, co-participando da gestão dos bens públicos.

Entretanto, afirmar que existe, no Brasil, um processo de descentralização das estruturas administrativas e das funções do Estado é impreciso. Na verdade, para além dos esforços de descentralização de alguns programas públicos e dos resultados descentralizados que as iniciativas dos níveis subnacionais têm ensejado, não existe uma estratégia ou programa nacional de descentralização que, comandado pela União, proponha um rearranjo das estruturas politicoinstitucionais do Estado (ARRETCHE, 1996).

Por sua vez, no sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos a descentralização institucional e financeira é buscada, lembrando que o processo histórico de gestão das águas no Brasil ficou marcado por uma forte centralização e verticalização no qual o Estado, principalmente a esfera federal, foi responsável pela definição das prioridades, planejamento e gestão destes recursos.

Em suma, na contramão desse processo histórico de gestão federal das águas e com benefícios setorizados, mas na corrente mundial da descentralização e participação, nasce a Política Nacional de Recursos Hídricos, inspirada no modelo francês, amparada pela Constituição Federal

e baseada nas seguintes premissas da agenda 21<sup>8</sup>: a gestão dos recursos hídricos deve ser feita de forma integrada, isto é, visando aos múltiplos usos da água, descentralizada à nível de bacia hidrográfica e participativa, através da criação de comitês de bacia. O reconhecimento de que a água é um recurso finito, vulnerável e de uso passível de cobrança, são, também, princípios da agenda 21 que foram incorporados à política nacional.

### *Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9.433/97*

A proposta da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi enviada ao Congresso Nacional em 1991 e aprovada somente em janeiro de 1997. Durante esse intervalo de seis anos vários Estados promulgaram suas leis de recursos hídricos como, por exemplo, São Paulo (1991), Ceará (1992) e Rio Grande do Sul (1994). Período em que houve uma intensa discussão política tanto por parte dos Estados quanto do setor elétrico. Os primeiros precisavam da sinalização de alternativas sobre as quais basear suas regulamentações específicas e o setor elétrico por temer que a nova legislação viesse a dificultar suas perspectivas de crescimento.

É com a política nacional de recursos hídricos que a governabilidade das águas deixa de ser um monopólio de governos, para incorporar entidades da sociedade diretamente envolvidas e/ou interessadas nos resultados e na condução da gestão desse recurso natural. De modo que, o exercício efetivo do papel de cada um desses atores, governamentais e não governamentais demanda cooperação e participação, bem como a definição clara do papel dos atores no sistema de gestão. E é nesse processo de dedicar esforços e recursos exclusivamente para a resolução das questões coletivas agendadas, que os atores passam a enfatizar princípios interorganizacionais tais como participação, transparência, equidade e a gestão negociada dos conflitos de interesse em torno do uso da água (PEREIRA; JOHNSON, 2005).

Para atingir os objetivos dessa nova concepção foi adotado um conjunto de princípios, de instrumentos técnicos e um arranjo institucional que busca garantir a gestão integrada, participativa e descentralizada do uso da água.

Os novos princípios sobre os quais se baseia a política de gestão de águas são:

A compreensão da água como um recurso natural que, embora considerado renovável, é limitado, estando sujeito a diversas formas de

<sup>8</sup> Agenda 21, capítulo 18: Estes pontos foram acordados mundialmente para a gestão das águas. Acordo assinado por 170 países, em 1992, no Rio de Janeiro para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-21 ou Rio-92, como ficou conhecida).

esgotamento e dotada de valor econômico.

A água é um bem público, portanto, é um bem de uso de todos, ou comum do povo, e que, conseqüentemente, deve ser compartilhada com o propósito de atender aos interesses coletivos de toda a população.

A bacia hidrográfica é a unidade territorial de gestão em detrimento das unidades político-administrativas: municípios, estados e regiões. A bacia hidrográfica constitui a área onde interage, em processo permanente e dinâmico, a água com outros recursos naturais; é onde se produzem relações de interdependência entre o sistema natural e o socioeconômico. É a unidade territorial por onde as águas são drenadas para um determinado ponto, um rio ou uma lagoa, por exemplo, integrando as relações de causa-efeito.

A necessidade do uso múltiplo: relaciona-se à construção de um arcabouço normativo-administrativo que, reconhecendo a existência e legitimidade de conflitos que envolvem os múltiplos usos da água, estabelece um processo de gestão que permite contemplar estes usos, não favorecendo uma determinada atividade ou um grupo social.

Para tanto se estabeleceu que essa gestão integrada deve ser colegiada, tendo, por isso, de ser descentralizada e contar com ampla participação social, incorporando representantes do poder público, dos usuários e da sociedade civil organizada. Este ente colegiado, o Comitê de Bacia, é quem deve garantir na sua área de abrangência a pluralidade de interesses na definição do destino a ser dado aos recursos hídricos e possibilitar a mais ampla fiscalização das ações, desde sua definição até a elaboração de projetos e o controle da eficácia e da aplicação dos recursos financeiros, bem como a universalização das informações existentes e produzidas sobre os recursos hídricos no âmbito da bacia. Logo, é de competência dos comitês a implantação dos instrumentos de gestão.

Esses instrumentos (Quadro 2) são interdependentes e complementares do ponto de vista conceitual, demanda capacidades técnicas, políticas e institucionais, e requer ainda, tempo para sua definição e operacionalização, pois sua implantação é, antes de tudo, um processo organizativo social, o qual demanda a participação e a aceitação por parte dos atores envolvidos, dentro da compreensão de que haverá um benefício geral coletivo.

*Quadro 2: Instrumentos de gestão de bacias hidrográficas*

Instrumentos de gestão de bacias hidrográficas	
Instrumento	Objetivo
Plano de bacia	Fundamentar e orientar a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica.
Enquadramento dos corpos de água	Assegurar às águas qualidade compatível com os usos e diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanentes.
Outorga de direito de uso de recursos hídricos	Garantir o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.
Cobrança pelo uso da água	Incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas de intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.
Sistema de informações sobre recursos hídricos	Armazenar dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos para caracterizar a situação da bacia.

Dado que a implementação de tais instrumentos é de caráter executivo, foi criada em 2000 (Lei 9.984), a Agência Nacional de Águas (ANA), o órgão gestor de recursos hídricos de domínio da União. Diferente das agências reguladoras de prestação de serviços públicos, como a ANAC (aviação) ou a ANATEL (telefonía), a ANA faz a gestão de um recurso natural e integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (Figura 1).

O SINGREH é o arcabouço institucional para a gestão descentralizada e compartilhada do uso da água, do qual fazem parte o Conselho Nacional de Recursos Hídricos<sup>9</sup> (CNRH), a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano<sup>10</sup> no Ministério do Meio Ambiente (SRHU/MMA), a Agência Nacional de Águas<sup>11</sup> (ANA), os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos<sup>12</sup> (CERH), os órgãos gestores federais e estaduais, os Comitês de Bacia e as Agências de Bacia.

Uma característica a ser destacada no SINGREH é a importância dada à participação e articulação dos diferentes setores da sociedade nos organismos colegiados constituídos: uma forma de legitimar as decisões tomadas e assegurar a sua implementação. Destaca-se, também, a incorporação dos municípios nos comitês de bacia, considerando que a Lei das Águas descentraliza a gestão de recursos hídricos ao nível de

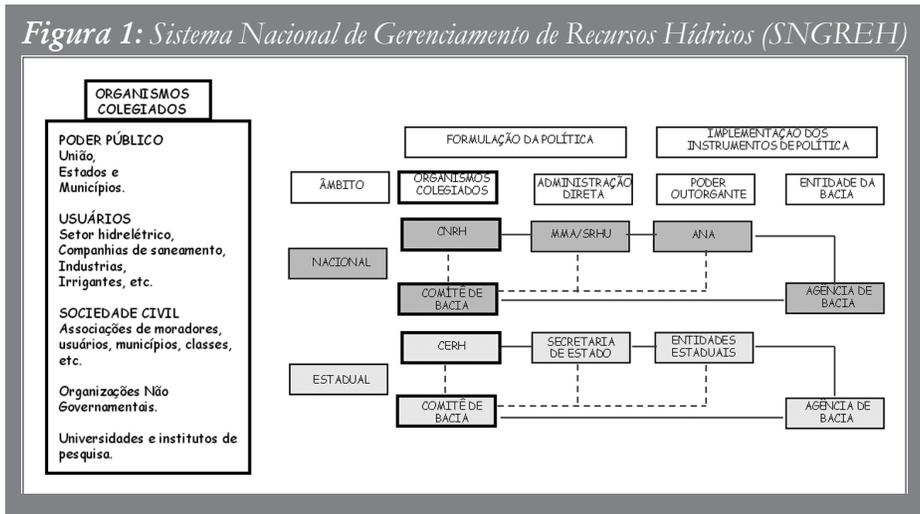
<sup>9</sup> CNRH: Articular o planejamento dos recursos hídricos, arbitrar conflitos.

<sup>10</sup> SRHU: Prestar apoio técnico, administrativo e financeiro ao CNRH, coordenar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

<sup>11</sup> ANA: Organizar, implantar e gerir o SNRH, definir e fiscalizar condições de operação de reservatórios, garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos.

<sup>12</sup> CERH: Promover debate sobre recursos hídricos, arbitrar conflitos, estabelecer cobrança pelo uso do recurso.

bacia hidrográfica, mas que por sua vez, o fato de o município ser a menor unidade administrativa, este é fundamental à implementação desse sistema. Os organismos colegiados são, portanto, a “alma” do SINGREH, pois é onde residem as negociações da bacia hidrográfica.



Fonte: CNRH/CERH: Conselho Nacional/Estadual de Recursos Hídricos; MMA: Ministério do Meio Ambiente; SRHU: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano; ANA: Agência Nacional de Águas.

A Lei das Águas está sendo detalhada no Conselho Nacional de Recursos Hídricos em forma de resoluções. Entretanto, dada a inserção dos recursos hídricos no contexto ambiental alguns temas como, por exemplo, qualidade da água e água subterrânea são também objetos de discussão e legislação por parte do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Sem grandes alterações no campo técnico, a inovação institucional promovida pelo novo sistema se deu no campo político. Assim, não houve alteração nas competências específicas pré-existentes dos órgãos de gestão técnica e controle ambiental. A emissão e a fiscalização da outorga, por exemplo, é de competência da ANA nos rios de domínio da União, como mencionado anteriormente, e dos gestores estaduais, nos rios de domínio dos estados. Pereira (2003) menciona que cabe, ainda, a essas instituições gestoras a aplicação da cobrança pelo uso da água, em articulação com os comitês de bacia, conforme normas pré-estabelecidas.

As competências constitucionais na gestão dos recursos hídricos determinam a emergência de acordos e barganhas federativas, no interior do comitê, uma vez que estabelecem, como imposição legal, o domínio

compartilhado entre a União e os Estados sobre as águas de bacias da União. O processo de gestão nessas bacias deve, assim, conformar entendimentos, interesses, capacidades institucionais das burocracias e vontades políticas em diferentes esferas de atuação. Portanto, a gestão de bacias hidrográficas federais é um caso de política pública<sup>13</sup> cuja descentralização precisa ser pactuada caso a caso, fazendo com que a democratização desse processo seja demasiado lento e a governabilidade das águas complexa e particularizada.

### *Desafios a serem vencidos para se alcançar a gestão descentralizada, integrada e participativa das águas*

Após anos de regime político autoritário, o Brasil passa por um processo de aprendizado democrático que inclui a governabilidade partilhada de recursos naturais em órgãos colegiados. Somado a este esforço tem-se as diferenças regionais, a variedade cultural, geográfica e institucional existentes no país. De modo que são muitos os desafios encontrados para a implantação e a operacionalização do sistema de gestão de águas em nível de bacia hidrográfica, dentro dos preceitos da PNRH, com destaque para os seguintes:

- a) Construção de uma lógica territorial, cultural e sustentável de gestão de águas: ao instituir a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, buscou-se superar uma lógica setorial administrativa que tem dominado a gestão das águas no Brasil, e criar uma lógica territorial e cultural de gestão integrada dos usos múltiplos. Entretanto, após 10 anos de instituição da Lei 9.433, apesar de todos os estados brasileiros terem suas leis promulgadas, somente duas bacias hidrográficas de rios federais têm todos os instrumentos de gestão implantados: a bacia do rio Paraíba do Sul (SP, MG e RJ) e a dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (MG e SP). Este é, portanto, um processo que demanda tempo, ajustes, qualificação do corpo técnico nos diferentes órgãos gestores e de fiscalização e a construção de uma cultura mais ativa e participativa por parte da sociedade. É preciso que a informação chegue a todos em linguagem adequada, o que ainda não acontece. Nesse sentido, a bacia hidrográfica, por exemplo, ainda é um conceito desconhecido e, infelizmente, sem identidade para a sociedade.

<sup>13</sup> Políticas públicas entendidas como o conjunto de orientações e ações de um governo com vistas ao alcance de determinados objetivos através de instrumentos de controle da atividade econômica.

- b) Harmonização institucional da gestão de águas: construção de mecanismos de articulação entre os órgãos gestores de recursos hídricos, federal e estadual, em nível de bacia hidrográfica e, ainda, articulação entre estes e os demais órgãos ou entidades de planejamento, preservação e fiscalização ambiental, incluindo os municípios e o Ministério Público, articulação ainda incipiente (TOTTI; CARVALHO; PEDROSA, 2007). Não é fácil articular os poderes de outorga pelo uso da água e de fiscalização, e de todos estes com os interesses econômicos.
- c) Estabelecimento de regras de convivência no âmbito dos comitês de bacia: a tomada de decisões dos comitês deve primar pela clareza, transparência e pela explicitação de propósitos, amparados pelo conhecimento técnico, empírico e cultural sobre o tema, isto é, pela negociação sociotécnica<sup>14</sup>. Os desafios dos comitês passam, então, pelos atores e interesses envolvidos nas diferentes unidades federativas (rios federais) e nos diferentes níveis hierárquicos desse sistema.

Apesar dos desafios que ainda precisam ser enfrentados, a mudança na percepção sobre os efeitos das atividades humanas sobre a dinâmica das águas é crescente entre grupos de técnicos, tomadores de decisão e ambientalistas, por outro lado, a sociedade como um todo, ainda, é bastante alheia a este fato. De modo que, uma importante causa da demora na implantação efetiva do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos pode, também, ser atribuída à falta de conhecimento e sensibilização da sociedade, que mesmo nas regiões de maior demanda, conflito, escassez e poluição, tem imposto pouca pressão para a formação dos comitês de bacia.

Por sua vez, a mudança de paradigma desses grupos de técnicos, tomadores de decisão e ambientalistas passa a atribuir às políticas públicas a expectativa de reversão do atual quadro de degradação dos recursos naturais. Mais do que estabelecer padrões para emissões de poluentes, fiscalizar o cumprimento de normas técnicas e punir aqueles que, infringindo essas normas, poluem o meio ambiente, é atribuída responsabilidade a todos, governo e sociedade, para a promoção de uma nova atitude frente aos recursos hídricos e aos problemas ambientais. Trata-se, portanto, de um

<sup>14</sup> O termo sociotécnico tem por objetivo enfatizar a necessidade de fazer dialogar o social e o técnico, face à complexidade, à heterogeneidade e à diversidade dos elementos que se combinam e se misturam num dado espaço geográfico de uma sociedade mais ampla, formando um emaranhado de relações constitutivas das práticas e ações cotidianas dos atores da dinâmica territorial (Machado, 2003).

complexo processo de construção social de uma nova institucionalidade que a experiência dos últimos anos tem mostrado que é de longo prazo e que os meios são tão importantes quanto o ponto de chegada.

## *Referências*

ABRUCIO, F. L. In: Seminário INTERNACIONAL SOBRE AS REGIÕES METROPOLITANAS. Promoção Governo Federal / Câmara dos Deputados, 2004, Brasília.

ARRETCHE, M. Os mitos da descentralização: mais democracia e eficiência nas políticas públicas? **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 11, n. 31, p. 44-66, 1996.

AZEVEDO, S. de; MARES GUIA, V.R. dos. Os dilemas institucionais da gestão metropolitana no Brasil. In: RIBEIRO, L. C. de Q. (Org.). **Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito**. São Paulo: Editora Perseu Abramo; Rio de Janeiro: FASE, 2004.

AZEVEDO, S. de; ANDRADE, L. A. G. A reforma do Estado e a questão federalista: reflexões sobre a proposta Bresser Pereira”. In: AZEVEDO, S. de; DINIZ, E. (Orgs). **Reforma do Estado e Democracia no Brasil**. Brasília: Ed. UNB, 1997. p. 55-80.

AZEVEDO, S. de. Desigualdades Sociais e Reforma do Estado: os desafios da gestão metropolitana no federalismo brasileiro”. In: FLEURY, S. **Democracia, Descentralização e Desenvolvimento: Brasil & Espanha**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

BARTH, F.T. Aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2a ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

BARTH, F.T. Evolução nos aspectos institucionais e no gerenciamento de

recursos hídricos no Brasil In: FREITAS, M.A.V. **O estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. Brasília: ANEEL, 1999.

BARTH, F.T.; POMPEU, C.T. Fundamentos para Gestão de Recursos Hídricos. In: BARTH, F.T. et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel: ABRH, 1987.

JACOBI, P. Movimento ambientalista no Brasil: representação social e complexidade da articulação de práticas coletivas. In: RIBEIRO, W. (Org.). **Patrimônio Ambiental**. São Paulo: EDUSP, 2003.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente e Sociedade**, v.6, n.2, 2003.

MELO, M. A. B. C. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AS REGIÕES METROPOLITANAS. Promoção Governo Federal / Câmara dos Deputados, 2004, Brasília.

PENNA, L.de A. **República brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

PEREIRA, D.S.P. **Governabilidade dos Recursos Hídricos no Brasil**: a implementação dos instrumentos de gestão na bacia do rio Paraíba do Sul. ANA, 2003.

PEREIRA, D.S.P.; JOHNSON, R.M.F. Descentralização da gestão de recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. **REGA**, v. 2, n.1, 2005.

POMPEU, C.T. Águas doces no direito brasileiro. In REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; RIO, G.A.P.; PEIXOTO, M.N.O. Superfícies de regulação e conflitos de atribuições na gestão de recursos hídricos. **Território**, LAGET/ UFRJ, Rio de Janeiro, n.10, p.51-65. 2001.

SOUZA JÚNIOR, W.C. **Gestão das Águas no Brasil**: reflexões, diagnósticos e desafios. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

TOTTI, M. E. F.; CARVALHO, A. M.; PEDROSA, P. Recursos hídricos e atuação do Ministério Público na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.12, n.1, 2007.

VIOLA, E. Evolução do papel do Brasil no regime internacional de mudança climática na governabilidade global. **Cena Internacional – Revista de Análise em Política Internacional**, v. 6, n. 1, jun. 2004.

VICTORINO, V.I.P. Monopólio, conflito e participação na gestão dos recursos hídricos. **Ambiente e Sociedade**, v.6, n.2, 2003.



## Capítulo 3

# Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul: criação, implementação e funcionamento

Maria Eugênia Totti

Sergio de Azevedo

Elias Fernandes de Sousa

Zenilson Coutinho

**N**este capítulo é apresentado e analisado o histórico de criação e instalação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (CBH-BPS), território geográfico correspondente à região Norte - Noroeste do Rio de Janeiro (Brasil). Historicamente, o Baixo Paraíba do Sul vivencia múltiplos conflitos sócioambientais dos quais a gestão e uso dos recursos hídricos aparecem como uma das principais problemáticas, envolvendo grande diversidade de atores: prefeituras da região e, em menor escala, representantes do governo estadual e federal; instituições científicas, empresários, fazendeiros, comunidades de pescadores, ambientalistas e usuários de água, entre outros atores.

Ressalte-se que a referida região geográfica se insere à jusante de regiões fortemente industrializadas e de grande densidade demográfica, estando por isto vulnerável aos problemas gerados à montante. Beneficiada pelos recursos voltados para a modernização da agroindústria açucareira a partir da década de 50, bem como pelos recursos oriundos da extração de petróleo, a partir da década de 80, a região em pauta adentra o século XXI, reproduzindo e agravando uma série de heranças negativas, de pobreza, de exclusão e de desigualdades socioeconômicas. Nesse caso, há um aparente paradoxo, pois se por um lado essa bacia se mantém entre as regiões hidrográficas mais problemáticas do Brasil, por outro, o chamado “Baixo Paraíba do Sul” aparece como possuindo um grande volume de

recursos públicos locais derivados dos “Royalties do Petróleo”, ou seja, com potencialidade para superar essa herança negativa.

Por sua vez, a Região do Baixo Paraíba do Sul é caracterizada por uma rica diversidade de paisagens formadas por serras, colinas, tabuleiros, planícies, restingas e uma grande quantidade de corpos de água associados às lagoas, lagunas, rios e córregos, em diferentes estados de preservação ambiental. Destaca-se que a Região apresenta um histórico de ocupação marcado pelo monopólio sucroalcooleiro, por uma gritante desigualdade social e por grandes transformações ambientais relacionadas à dinâmica de águas em seu território, que causaram inúmeros “efeitos perversos” não esperados (CARVALHO; TOTTI, 2004; TOTTI; PEDROSA, 2006).

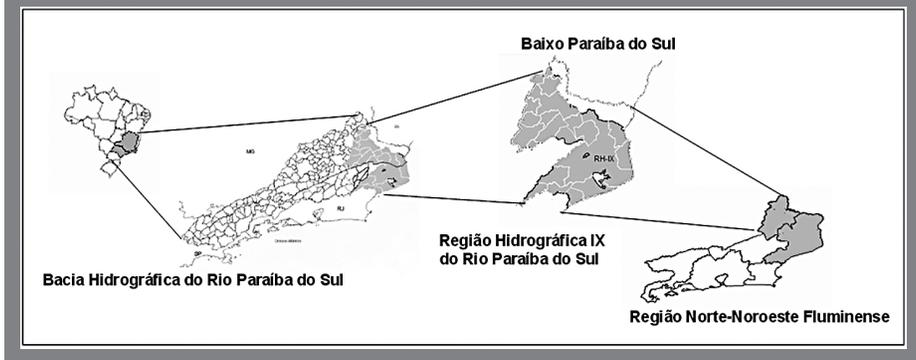
Na bacia do Rio Paraíba do Sul<sup>1</sup> principal manancial de água doce do estado do Rio de Janeiro, concomitante à complexidade institucional imposta pela existência de águas federais e estaduais, tem-se um amplo conjunto de organismos de bacia<sup>2</sup> voltados para a gestão das águas, articulados ao CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul).

Desse modo, a busca pela gestão integrada, descentralizada e participativa das águas na bacia do rio Paraíba do Sul teve início com a criação do CEIVAP em 1996, e segue em processo de implantação incremental até os dias de hoje, sendo que para o seu bom funcionamento é fundamental uma articulação em rede com os demais organismos de bacia, que apresentam diferentes graus de institucionalização (Totti et. al. 2013). Entretanto, apesar dos esforços empreendidos por grupos locais para a implantação de um organismo de bacia (comitês, consórcios e associações), na Região Norte-Noroeste Fluminense, até 2009, havia um vazio institucional causado justamente pela ausência de um Comitê. Ressalta-se que a referida Região, além de integrar a porção inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul (bacia federal), compõe, também, a divisão em regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro (bacias estaduais - Região Hidrográfica IX), Figura 1.

<sup>1</sup> A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se pelos estados de São Paulo (Vale do Paraíba), de Minas Gerais (Zona da Mata) e pela maior parte do interior do estado do Rio de Janeiro. O rio segue fazendo o limite entre os estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro até desaguar no Norte Fluminense, entre os municípios de São João da Barra e São Francisco de Itabapoana, depois de percorrer 1.150 Km. Os principais tributários, da nascente para a foz, são os rios Jaguari (SP), Paratci (SP), Buquira (SP), Bananal (RJ), Pirai (RJ), Piabanha (RJ), Paraíba (MG), Pirapetinga (MG), Pomba (RJ), Dois rios (RJ) e Muriaé (RJ). A área da Bacia é de 55.500 km<sup>2</sup>, localizada em uma das regiões mais desenvolvidas, urbanizadas e exploradas do Brasil, a bacia abrange 180 municípios, com uma população total de 5,6 milhões de habitantes, dos quais 89% vivem nas áreas urbanas (IBGE, Censo 2001). Entretanto, quando considerados os 8,7 milhões de moradores da região metropolitana do Rio de Janeiro, abastecidos com as águas transportadas do rio Paraíba para o rio Guandu, tem-se um total de 14,3 milhões de pessoas.

<sup>2</sup> Esses organismos de bacia são: i) comitês de trechos ou de sub-bacias, tais como o CBH-PS (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), criado em 1991 no trecho paulista da bacia; ii) consórcios intermunicipais e interestaduais articulados em torno de determinadas sub-bacias e; iii) associações regionais de usuários de águas de determinados trechos da Bacia (Totti, 2008).

*Figura 1: Localização da Região Norte-Noroeste Fluminense na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*



Atualmente, compete ao INEA – Instituto Estadual do Meio Ambiente, órgão do governo do estado do Rio de Janeiro, apoiar a criação de comitês e operacionalizar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual, ou seja, daqueles rios ou demais corpos d’água que têm o seu curso inteiramente contido na área de abrangência do estado, além da água subterrânea subjacente ao seu território. Por sua vez, cabe ao CEIVAP a mesma responsabilidade no âmbito da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

A cobrança pelo uso da água bruta é um dos instrumentos previstos pela Lei 3.239/99, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, tendo sido regulamentada pela Lei 4.247/03. Os recursos financeiros, resultantes da cobrança pelo uso da água, em rios de abrangência do estado do Rio de Janeiro, devem ser recolhidos ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) e, posteriormente, aplicados de acordo com o estabelecido pelos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica. Destaca-se que a RH-IX é a maior Região Hidrográfica do Rio de Janeiro, mas a que possui um dos menores valores arrecadados pelo uso da água. Por sua vez, é interessante observar que o maior uso da água para fins industriais, na bacia do Rio Paraíba do Sul, excetuando-se a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), é o do setor sucroalcooleiro no município de Campos dos Goytacazes/RJ (MMA/CEIVAP, 2000).

Na ausência de um Comitê, a atual Região do Baixo Paraíba do Sul tinha uma participação pouco produtiva nas assembleias do CEIVAP e do Conselho Regional de Recursos Hídricos, uma vez que a representação da região nestas reuniões se fazia através de atores setoriais, de forma

isolada, e que na maioria das vezes não tinha autonomia para decidir ou implementar ações, mesmo havendo empenho em levar as discussões, demandas e problemas regionais até essas instâncias. A falta deste fórum para representar os atores sociais baixo Paraíba do Sul permitia que seus problemas e anseios ficassem aguardando a boa vontade do poder público, nem sempre atento aos conflitos pelo uso da água, ou à mercê dos poucos grandes usuários.

### *Diagnóstico dos entraves à criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul*

Historicamente, o Baixo Paraíba do Sul é uma região que foi beneficiada pelos recursos voltados para a modernização da agroindústria açucareira, principalmente a partir da década de 50, bem como pelos recursos oriundos da extração do petróleo, a partir da década de 80. Por outro lado, adentra o século XXI reproduzindo e agravando uma série de heranças negativas, de pobreza, de exclusão e de desigualdades socioeconômicas. Nesse caso, há um aparente paradoxo, pois se por um lado essa região se mantém entre as mais problemáticas do Brasil, por outro, aparece como tendo um grande volume de recursos públicos locais derivados dos royalties do petróleo, ou seja, com potencialidade para superar essa herança negativa.

A evocação regionalista, da identidade territorial em torno do Baixo Paraíba do Sul, por parte das elites da pecuária e da agroindústria açucareira, lideradas pela fração industrial desta última, na virada da década de 70, remete a um imaginário que tem sustentação num “passado glorioso”, no qual essa região possuía projeção nacional nessas atividades econômicas, além do café. Evoca, ainda, uma posição de autoridade legítima, para dentro da região, dos membros dessas elites, para chamar a si a condição de representantes dos interesses regionais junto às diversas escalas dos poderes públicos constituídos, de onde emanavam os recursos para os investimentos no setor (Vianna, 2006).

O apelo ao orgulho da sociedade regional, para fazer contraponto a um sentimento geral de decadência econômica era fundamental como parte da estratégia de se candidatar à condição de controladores dos recursos federais fartos e baratos, canalizados, nesse período, para a agroindústria açucareira. Ao mesmo tempo, ante a ameaça dos capitais de São Paulo em assumir a hegemonia definitiva do processo de acumulação na agroindústria

açucareira, era preciso consolidar a condição de representante dos interesses da sociedade regional junto ao Governo Federal.

Os elementos que produziram o Norte Fluminense como região problema, na sua dimensão mais remota – quando ainda o Norte e o Noroeste Fluminense eram reconhecidos como Norte Fluminense – começaram a tomar corpo, a partir da crise econômica de 1929, que desarticulou a produção nacional com reflexos extremamente negativos na agroindústria da Região, afetando fortemente a lavoura cafeeira e a expansão do cultivo da cana. A Revolução de 1930 e a chegada ao poder do Presidente Getúlio Vargas permitiram a criação do chamado “Estado Desenvolvimentista” com grande poder tanto de atuação direta (Ex. Usina Siderúrgica Nacional) como de regulação de políticas públicas. Nesse sentido, a criação do “Conselho Nacional do Café” (1931), especialmente com o objetivo de amparar a produção e garantir os preços de mercado, é um dos exemplos dos efeitos diferenciados de uma mesma política. Diante dos imensos estoques, o governo federal opta pela “queima dos estoques, impõe as quotas de exportação e de empréstimos externos para garantir a sustentação de preços, o que beneficiou o café paulista em detrimento do café do Norte-Noroeste Fluminense do estado do Rio de Janeiro” (ALVES, 2013, p.84).

Por outro lado, para a Região em pauta, após a criação do “Instituto do Açúcar e do Álcool” (1933), as políticas federais induziram a “ampliação e concentração das usinas da mesma forma que estimularam a concentração de grandes extensões de terra nas mãos das indústrias açucareiras” (LEWIN; RIBEIRO; SILVA, 2005).

Até então, o Norte Fluminense possuía uma economia diversificada e bastante representativa em termos estaduais e nacionais. Além do café e do açúcar havia o algodão e a indústria têxtil, a de cerâmica, a de doces, de mobiliário, a de barcos de pesca, a de aguardente (SOFIATTI, 1997; SILVA, 2002).

Essa transformação no setor agrícola e agroindustrial diminuiu drasticamente a diversidade das atividades produtivas regionais. Se por um lado, as políticas do IAA reforçam a tutela governamental e aumentam a concentração de renda, por outro, viabilizam uma forte retomada do crescimento da lavoura da cana e a produção do açúcar no Norte Fluminense. Em 1936 a Região torna-se uma das maiores exportadoras de açúcar para o exterior, e o estado do Rio de Janeiro passa a ser o maior produtor do país. (PANTOJA, 1992; ALVES, 2013).

A percepção remota associa o problema de desenvolvimento do Norte Fluminense ao avanço da monocultura da cana-de-açúcar e aos seus aspectos correlatos de declínio da produção de subsistência e dos demais ramos agropecuários, agroindustriais e industriais, gerando concentração e polarização espacial e econômica, impondo a sazonalidade ao mercado de trabalho e proporcionando precárias condições de trabalho e vida aos trabalhadores rurais assalariados (SOFIATTI, 1997; SILVA, 2002). Ainda hoje esse é um tema de debates recorrentes, em que se coloca como objetivo a necessidade de diversificação das atividades produtivas, como forma de evitar crises cíclicas.

A parte do antigo Norte Fluminense que constitui o atual Noroeste Fluminense corresponde à porção mais pobre e menos dinâmica do Baixo Paraíba do Sul, condição que adquiriu a partir da erradicação dos cafezais, tendo sido sempre marginal em relação à economia açucareira dominante dessa região, embora permanecesse polarizada por ela até à sua emancipação como região, em 1987. Suas terras estão esgotadas, sua economia estagnada e, apesar de atividades econômicas concentradas e pontualmente localizadas, com destaque para a pecuária leiteira e o tomate, sofre com o desemprego e o êxodo populacional (GRABOIS, 1996; CRUZ, 1997). Tal condição tem estado cristalizada, tanto em termos de força política quanto nas questões sócio econômicas. Fator desmotivador à criação de um comitê de bacia hidrográfica para essa região como um todo considerando a crença dos atores do Noroeste Fluminense na hegemonia política do Norte Fluminense, principalmente na força política do município de Campos dos Goytacazes.

Por sua vez, o Baixo Paraíba do Sul, como um todo, vem sofrendo, ao longo das últimas décadas, uma sucessão de conflitos sócioambientais, que envolvem tanto setores públicos quanto, privados, em que a gestão e uso da água aparecem como um dos principais problemas. Soma-se, ainda, o fato dessa região hidrográfica estar inserida à jusante de regiões fortemente industrializadas e de grande densidade demográfica, estando por isso vulnerável aos problemas gerados à montante (enchentes, acidentes, poluição das águas etc.).

Essa região rica em diversidade de paisagens formadas por serras, colinas, tabuleiros, planícies, restingas e uma grande quantidade de corpos de água associados às lagoas, lagunas, rios e córregos sofreu grandes transformações ambientais relacionadas à dinâmica de águas em seu território (CARVALHO; TOTTI, 2004; TOTTI; PEDROSA, 2006). Um exemplo clássico foi a primeira grande intervenção ambiental que teve início

no ano de 1844 com a construção do canal Campos-Macaé. Esse canal, na época, com uma extensão de 100 km, construído para escoar a produção agrícola da Região, foi, aos poucos, aproveitado para a drenagem da Baixada dos Goytacazes e para despejo de esgoto. (SOFFIATI, 2007). Mais tarde, no Século XX, através de obras iniciadas nos anos 30 pela Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense e, posteriormente, pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) foram abertos em torno de 300 canais, totalizando 1.300 km, além de comportas e estruturas hidráulicas. Com a extinção do DNOS em 1989, essas obras foram completamente abandonadas (SEMADS, 2001), e a falta de manutenção dos canais criou uma herança de novos conflitos e falsas competências em relação à gestão dos recursos hídricos regionais. Pode-se, portanto, afirmar que esta vasta Região, com diferentes recortes administrativos, apresenta grande heterogeneidade, seja do ponto de vista territorial, ambiental e social.

Nesse período, os proprietários rurais e usineiros assumiram boa parte do controle das estruturas hidráulicas, operando comportas e barrando os cursos d'água de acordo com seus interesses. A fragilidade institucional das instituições públicas abriu caminho para a condução privada do sistema de canais e “mediação de conflitos”. Por outro lado, a extinção DNOS possibilitou também a emergência de novos atores sociais, ligados às instituições municipais e estaduais, mais sensíveis à ampliação de processos democráticos de decisão sobre a operação da infraestrutura hídrica deixada pelo DNOS (CARNEIRO, 2003).

Dentro desse contexto marcado por desigualdades sociais, econômicas e ambientais e conflitos de ordem política logrou-se instalar o Consórcio da Foz em 2003. As articulações para a criação desse organismo de bacia tiveram início em 2000, através do Grupo de Trabalho da Foz (GT-Foz) formado por representações da foz do rio Paraíba do Sul. Entre os objetivos do Consórcio estavam: resolver problemas de conflitos e de gerenciamento da rede de canais de Campos dos Goytacazes e da Foz do Paraíba do Sul, além de representar os interesses da região em outras áreas da bacia hidrográfica. Com a criação do Consórcio da Foz se pensou, também, em dar agilidade às ações de intervenção nessa região, com recursos oriundos de cotas a serem pagas pelos sócios (TOTTI; CARVALHO, 2007).

Entretanto, desde sua criação, quando foi feita a apresentação da proposta de custeio do Consórcio e do rateio das cotas entre os consorciados, não aconteceu mais nenhuma reunião com a conotação de assembleia ordinária ou extraordinária. É interessante destacar que o Consórcio da

Foz era composto por oito municípios do Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes, São Francisco do Itabapoana, São João da Barra, Quissamã, Carapebus, Conceição de Macabu, São Fidélis e Cardoso Moreira) e por três do Noroeste Fluminense (Aperibé, Cambuci e Itaocara). A descontinuidade das ações do Consórcio da Foz, aliada à vasta extensão territorial da RH-IX, fortaleciam a necessidade de elaboração de propostas para a superação dos desafios da gestão dos recursos hídricos na região.

No final da década de 2000, com o fortalecimento das políticas de recursos hídricos e a maior disposição de se efetivar a cobrança pelo uso da água, tanto em nível do comitê integrador da bacia (CEIVAP) quanto estadual (SERLA (Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas), atual INEA (Instituto Estadual do Ambiente)), foi dado apoio governamental ao grupo autodenominado “Comissão Pró-Comitê” do Baixo Paraíba do Sul. Esses apoios políticos (politics) e o conhecimento técnico (policy) advindo, especialmente, de pesquisadores universitários de várias áreas, aliados à militância e experiência dos movimentos ambientalistas da região possibilitaram um certo “empoderamento” desse grupo.

A partir de cursos e visitas técnicas e políticas aos diferentes municípios da Região a Comissão Pró-Comitê, com o apoio direto da SERLA, pode-se levar conhecimento específico relativo à política de recursos hídricos e, principalmente, ao funcionamento de um comitê de bacia, além de propiciar a articulação política entre os diferentes atores promovendo assim um ambiente favorável à criação do CBH-BPS.

### *Criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul*

Historicamente, as Regiões Norte e Noroeste Fluminense vivenciam múltiplos conflitos socioambientais dos quais a gestão e uso dos recursos hídricos aparecem como uma das principais problemáticas, envolvendo tanto setores públicos como privados – prefeituras, comunidades de pescadores, ambientalistas, instituições científicas, usuários de água, entre outros atores. Somam-se a isso, problemas de ordem ambiental, já que a referida região geográfica se insere à jusante de regiões fortemente industrializadas e de grande densidade demográfica, estando por isto vulnerável aos problemas gerados à montante (enchentes, acidentes, poluição das águas etc).

A partir de 2008, foram investidos esforços por parte de um pequeno

grupo de atores, representantes, tanto do poder público, quanto dos usuários e da sociedade organizada, para a criação do Comitê da Região Hidrográfica IX. Vale citar a variedade das instituições que enviaram representantes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Universidade Federal Fluminense (UFF), Fundação do Desenvolvimento do Norte Fluminense (FUNDENOR), Sindicato Rural de Campos, Associação de Plantadores de Cana (ASFLUCAN), Secretaria Municipal de Campos.

Contudo, o empenho destas entidades esbarrava em algumas limitações de caráter físico e político, tais como: a dimensão territorial e a diversidade de ambientes da Região Norte-Noroeste Fluminense; falta de conhecimento relativo à Política Nacional de Recursos Hídricos por parte de alguns dos atores envolvidos e a necessidade de desenvolver estratégias voltadas para a identificação e articulação de atores-chaves nos municípios que integram essa Região.

Esse pequeno grupo foi não só reconhecido como apoiado pela então SERLA (atual INEA) e com o respaldo do governo estadual a Comissão Pró-Comitê passou a promover reuniões nos municípios do Norte e Noroeste Fluminense. Para esses encontros foram convidados representantes de diferentes segmentos da sociedade: poder público, sociedade organizada e usuários de água.

Uma série de reuniões foi realizada pela Comissão Pró-Comitê com a finalidade de discutir o processo de articulação entre os atores locais, o regimento interno e o estatuto do Comitê, além de preparar outros documentos exigidos pela SERLA para a sua criação. É importante destacar que desde o princípio da mobilização para a criação do Comitê, a Comissão contou, também, com o apoio do CEIVAP.

O CBH-BPS foi instituído no dia 03/03/2009 pelo Decreto Estadual nº 41.720. A área de atuação do CBH-BPS é constituída pelas bacias dos rios Muriaé, Pomba, Pirapitinga e pelo baixo curso do rio Paraíba do Sul, que corresponde à Região Hidrográfica IX do estado do Rio de Janeiro, estabelecido pela Resolução nº 18 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro.

O Comitê é constituído por um plenário, órgão máximo deliberativo e uma diretoria responsável pela administração. O plenário é composto por trinta membros com direito a voto, sendo dez representantes dos Usuários de Água, dez da Sociedade Organizada e dez do Poder Público (federal, estadual e municipal).

A Diretoria é composta por dois membros de cada um dos três segmentos que integram o Comitê de Bacia do Baixo Paraíba do Sul.

A posse dos membros da primeira diretoria do comitê ocorreu em junho de 2009 com a presença dos representantes do INEA, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e do reitor da UENF. Nessa ocasião o reitor, atendendo aos pedidos da comissão pró-comitê, comprometeu-se em ceder um espaço para que fosse instalada a Secretaria Executiva do Comitê do Baixo Paraíba do Sul na Universidade.

O Comitê conta, atualmente, com quatro Câmaras Técnicas, de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas, de Defesa Civil, de Assuntos Legais e Institucionais e, recentemente criada, a da Pesca. Tais câmaras técnicas denotam as prioridades assumidas pelo Comitê: a estruturação e consolidação do Comitê; mitigar problemas relativos aos corpos hídricos e estruturas hidráulicas; reduzir as ameaças e vulnerabilidades a eventos relacionados às cheias e inundações, por meio de elaboração de diretrizes e assessoramento no mapeamento de riscos e desastres e monitoramento de dados meteorológicos, hídricos, pluviométricos e limimétricos.

A atual composição do CBH-BPS pode ser observada nos Quadros 1, 2 e 3:

**Quadro 1:** *Composição atual do CBH-BPS (poder público)*

			INSTITUIÇÃO	REPRESENTANTE
<b>Poder Público</b>	1	<b>Titular</b>		
		Suplente		
	2	<b>Titular</b>	INEA	René Justen
		Suplente		
	3	<b>Titular</b>	FIPERJ	Benito Igreja Júnior
		Suplente		
	4	<b>Titular</b>	Prefeitura de São João da Barra	Sidney Salgado
		Suplente		
	5	<b>Titular</b>	Prefeitura de Quissamã	Duvanil Ney S. Aleixo
		Suplente	Prefeitura de Natividade	Maria Inês T. Micichelli
	6	<b>Titular</b>	Prefeitura de São José de Ubá	Bismark José Ney
		Suplente	Prefeitura de Varre-Sai	Josenir da Silva de Oliveira
	7	<b>Titular</b>	Prefeitura de Cardoso Moreira	Juarez Noé da Rocha
		Suplente	Prefeitura de São Fidélis	Teodoro Pinheiro Filho
	8	<b>Titular</b>	Prefeitura de Aperibé	Ricardo Pinheiro de Souza
		Suplente	Prefeitura de Sto Ant de Pádua	Samuel Sá Alves
	9	<b>Titular</b>	Prefeitura de Itaperuna	Hilário de Magalhães Santos
		Suplente	Prefeitura de Italva	João Batista Nogueira
	10	<b>Titular</b>	Prefeitura de Miracema	Juliana Ribeiro Rodrigues
		Suplente	Prefeitura de Campos dos Goy.	Carlos Frederico da S. Paes

**Quadro 2: Composição atual do CBH-BPS (usuários)**

<b>Usuários</b>	11	<b>Titular</b>	Nova CEDAE	Vanuza Mota da Fonseca
		Suplente		
	12	<b>Titular</b>	Águas do Paraíba	Shirley Katianne L. Rabelo
		Suplente		
	13	<b>Titular</b>	Firjan	Luiz Mário de A Concebida
		Suplente		
	14	<b>Titular</b>	COPAPA	Jairo Almeida dos Santos
		Suplente	OSX	Paulo Roberto Rebeschini
	15	<b>Titular</b>	LLX Logística	Marcos Franco Machado
		Suplente		
	16	<b>Titular</b>	FURNAS	Wesley Maravilha de Sales
		Suplente		
	17	<b>Titular</b>	ASFLUCAN	Zenilson Amaral Coutinho
		Suplente	Sindicato Rural de Campos	José do Amaral R. Gomes
	18	<b>Titular</b>	APROMEPS	João Gomes da Siqueira
		Suplente	COAGRO	Luciana Salles da Silva
	19	<b>Titular</b>	Colônia de Pescadores Z-19	Rodolfo José R. da Silva
		Suplente	Colônia de Pescadores Z-21	Sirley de Souza Ornelas
	20	<b>Titular</b>	PETROBRAS - Macaé	Paulo Sérgio Boynard
		Suplente		

**Quadro 3: Composição atual do CBH-BPS (Sociedade Organizada)**

<b>Sociedade Civil</b>	21	<b>Titular</b>	OAB - Ordem do Adv. do Brasil	Jeferson N. Fernandes
		Suplente		
	22	<b>Titular</b>	ECOANZOL	Luiza Figueiredo Salles
		Suplente		
	23	<b>Titular</b>	FUNDENOR	José Carlos A de Menezes
		Suplente		
	24	<b>Titular</b>	ISECENSA	Frank Pavan de Souza
		Suplente		
	25	<b>Titular</b>	UENF	Elias Fernandes de Sousa
		Suplente		
	26	<b>Titular</b>	IFF	Vicente de P. O. Santos
		Suplente		
	27	<b>Titular</b>	UFF	Adriana Filgueira Leite
		Suplente		

A composição da atual diretoria do Comitê de Bacia do Baixo Paraíba do Sul: Diretor presidente (prefeitura de Itaperuna); Diretor vice-presidente (prefeitura de São João da Barra); Diretor secretário-executivo (UENF); Diretor administrativo (FIRJAN); Diretor administrativo (CEDAE); Diretor administrativo (ECOANZOL).

A Composição das Câmaras Técnicas é a seguinte:

- 1 - *Câmara Técnica de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas* composta por 10 membros titulares e 10 suplentes. Coordenador: representante da APROMEPS;
- 2 - *Câmara Técnica de Defesa Civil*: composta por 11 membros titulares. Coordenador: representante da Defesa Civil do Noroeste Fluminense;
- 3 - *Câmara Técnica para Assuntos Legais e Institucionais*: composta por 12 membros titulares. Coordenador: representante da ASFLUCAN.
- 4 - *Câmara Técnica da Pesca*. Em implementação.

Ressalte-se que, nos seus dois primeiros anos de existência do CBH-BPS, entre as ações empreendidas se destacam: a reforma do Regimento interno (21/06/2011); eleição de novos membros para o biênio 2011/2013 (14/09/2011); seminário e reunião de trabalho do CBH-BPS (30/11/2011) com a participação do Secretário de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, da presidente do INEA, do presidente do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro e outros 15 representantes de municípios; envio de 05 projetos ao Edital CEIVAP 2011; Um Projeto aprovado: Prefeitura Municipal de São José de Ubá - “Construção da Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Lagoa de São José de Ubá”; participação de representante do CBH BPS no XIII Encontro Nacional de Comitês de Bacia (ENCOB); anuência de 08 projetos para Edital CEIVAP 2012; organização de “Seminário de fortalecimento das atividades da Pesca e Aquicultura na Região Hidrográfica IX” (01/08/2012); entre outros eventos.

O histórico de formação do Comitê é marcado pela dinâmica das relações sociais entre os diferentes atores que concorrem pelo acesso e uso dos mananciais hídricos no território Norte-Noroeste Fluminense, bem como entre eles e os órgãos de Estado responsável pela regulação e por representantes da sociedade organizada (ONGs, universidades, movimentos sociais). Como um campo de disputas, a criação do Comitê de Bacias representa uma forma institucionalizada de relações de poder, com regras claras às quais todos os participantes devem estar submetidos. Neste sentido, potencializa mudanças incrementais na condução e democratização da política pública de recursos hídricos na referida região, congregando interesses públicos e privados, coletivos e individuais.

Obviamente, não se trata aqui de “cantar loas” ao funcionamento

do Comitê! Temos consciência da assimetria - em termos de correlação de força, informação e controle sobre recursos estratégicos - entre os vários atores envolvidos. Além disso, sabemos que os atores possuem diferentes níveis de prioridades em relação ao Comitê de Bacia e isso faz muita diferença, pois afeta fortemente a intensidade de participação de cada um deles. Entretanto, acreditamos que - apesar de diversos óbices - a possibilidade de uma arena formalizada e aberta na qual os diferentes atores podem discutir, buscar pontos em comum, realizar alianças e negociar suas demandas específicas se apresenta como um enorme avanço em relação às práticas tradicionais e de baixa transparência das decisões políticas (politics). Além disso, decisões colegiadas definem “regras do jogo” (policy) não só legítimas como publicizadas e bem definidas, condições essenciais para que os diversos atores possam planejar suas ações futuras sem receio de mudanças aleatórias ou não esperadas.

## *Referências*

ALVES, Heloisa C. Manhães. **A elite local e a modernização em Campos dos Goytacazes, 1930-50**. 2013. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Centro de Ciências do Homem, Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política PPGSP, Campos dos Goytacazes, maio 2013.

CARNEIRO, P.R.F. **Dos pântanos à escassez: uso da água e conflito na Baixada dos Goytacazes**. São Paulo: AnnaBlume, 2003.

CARVALHO, A.M.; TOTTI, M. E. F. Hierarquia urbana e qualidade de vida do Norte-Noroeste Fluminense In: **Economia e Desenvolvimento no Norte Fluminense: da cana-de-açúcar aos royalties do petróleo**. Campos dos Goytacazes, RJ: WTC, 2003.

CRUZ, J.L.V. Origem, natureza e persistência das desigualdades sociais no norte fluminense. In.: CARVALHO, A.M.; TOTTI, M.E.F. **Formação Histórica e Econômica do Norte Fluminense**. RJ: Ed. Garamond, 2006. p.33 – 67.

SEMADS. 2001. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável. **Bacias hidrográficas e rios fluminenses** – síntese informativa por macrorregião. Projeto PLANAGUA SEMADS/ GTZ de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha. Rio de Janeiro.

LEWIN, Hlena; RIBEIRO, Ana P. A.; SILVA, Liliane S. **Uma nova abordagem da questão da terra no Brasil: o caso do MST em Campos dos Goytacazes**. Rio de Janeiro: Ed. Letras, 2005.

PANTOJA, Silvia. **As raízes do pessedismo fluminense**. Rio de Janeiro: Ed. FGV.CEPDOC, 1992.

SILVA, R.C.R.S. **Formação econômica da região norte fluminense**, 2002.

SIQUEIRA, A. M. M. 2012. Gestão das águas no contexto de desenvolvimento do Norte-Fluminense/RJ. In: **Seminário Nacional de Gestão Sustentável de Ecossistemas Aquáticos: complexidade, interatividade e ecodesenvolvimento**, 1., 2012, Rio de Janeiro, COOPE/UFRJ, **Anais...**

SOFIATTI, A.A. **Bases históricas da economia regional e do regionalismo do Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes (RJ), 1997. p.1-7. Mimeo.

SOFFIATI, A. Os canais de navegação do século XIX no Norte Fluminense. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v.1, n.2, 2007.

TOTTI, M. E. F.; CARVALHO, A.M. **Bacia do Rio Paraíba do Sul** – que lugar é este? Essentia. Campos dos Goytacazes (RJ), 2007.

TOTTI, M. E. F.; PEDROSA, P. Região Norte Fluminense: Terra de Contrastes In: CARVALHO, A.M.; TOTTI, M.E.F. (Org.) **Formação Histórica e Econômica da Região Norte Fluminense**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

TOTTI, M. E. F. et. al. **Gestão de recursos hídricos no norte-noroeste fluminense: análise, ações e proposições**. Relatório Científico Projeto FAPERJ: E-26/112.030/08. 2013. 50 p.

## Capítulo 4

# Região Hidrográfica IX do Estado do Rio de Janeiro: aspectos geológicos, hídricos e vegetacionais

Arthur Soffiati

### *Formação Geológica do Delta do Rio Paraíba do Sul*

**C**om uma área de drenagem de cerca de 55.000 km<sup>2</sup>, a bacia do Rio Paraíba do Sul localiza-se na Região Sudeste. Em torno dela, formaram-se os estados de São Paulo (13.900 km<sup>2</sup>), Minas Gerais (20.700 km<sup>2</sup>) e Rio de Janeiro (20.900 km<sup>2</sup>), que constituem uma das regiões mais industrializadas e urbanizadas do Brasil. Em São Paulo, a bacia é formada por rios que correm na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista; em Minas Gerais, na denominada Zona da Mata; no Rio de Janeiro, cerca de 36 municípios desenvolveram-se no âmbito da bacia.

A população urbana total que vive diretamente na bacia, segundo o Censo do IBGE, em 2000, é de 4.922.779 habitantes, sendo que, desses, 2.142.397 vivem no estado do Rio de Janeiro, 1.632.670 em Minas Gerais e 1.147.712 em São Paulo. A tendência de concentração populacional nas áreas urbanas é um dos fatores responsáveis pelo aumento da poluição dos rios constituintes da bacia.

A Região Hidrográfica IX é a maior do estado do Rio de Janeiro, abrangendo o trecho final da Bacia do Rio Paraíba do Sul, entre o município de Itaocara e sua foz, no Oceano Atlântico, e a Bacia da Lagoa Feia, associada ao Rio Paraíba do Sul. A definição dos limites da RH-IX foi estabelecida em encontro na cidade de Quissamã em 2006, buscando conferir-lhe unidade do ponto de vista da formação geológica do Rio Paraíba do Sul e da Lagoa Feia, no Holoceno médio, vale dizer, a partir de 5.100 A.P. (Martín, Suguiú, Dominguez e Flexor, 1997), da realidade hidrológica e da história humana de ambas as bacias.

Partindo da premissa geológica, o primeiro estudioso a tentar uma interpretação para a formação dos dois sistemas hídricos foi Alberto Ribeiro Lamego (1955 e 1974). Em sua perspectiva, o Rio Paraíba do Sul saía da zona serrana, em Itereré, desembocando diretamente no mar, no Paleogeno (antigo Período Terciário), isto é, antes de 60 milhões de anos. Talvez até como afluente do Rio Muriaé, que, no futuro passará à condição de seu afluente.

No Paleogeno, constituem-se os tabuleiros do Grupo Barreiras com sedimentos carreados do planalto Pré-Cambriano e depositados sobre rochas sedimentares. Na altura do Fundão, o Rio Paraíba do Sul abre espaço no tabuleiro e, não conseguindo vencer a resistência deste, seu leito se aprofunda em vez de se alargar. Várias ilhas do Rio Paraíba do Sul, em seu trecho campista, originam-se da Formação Barreiras.

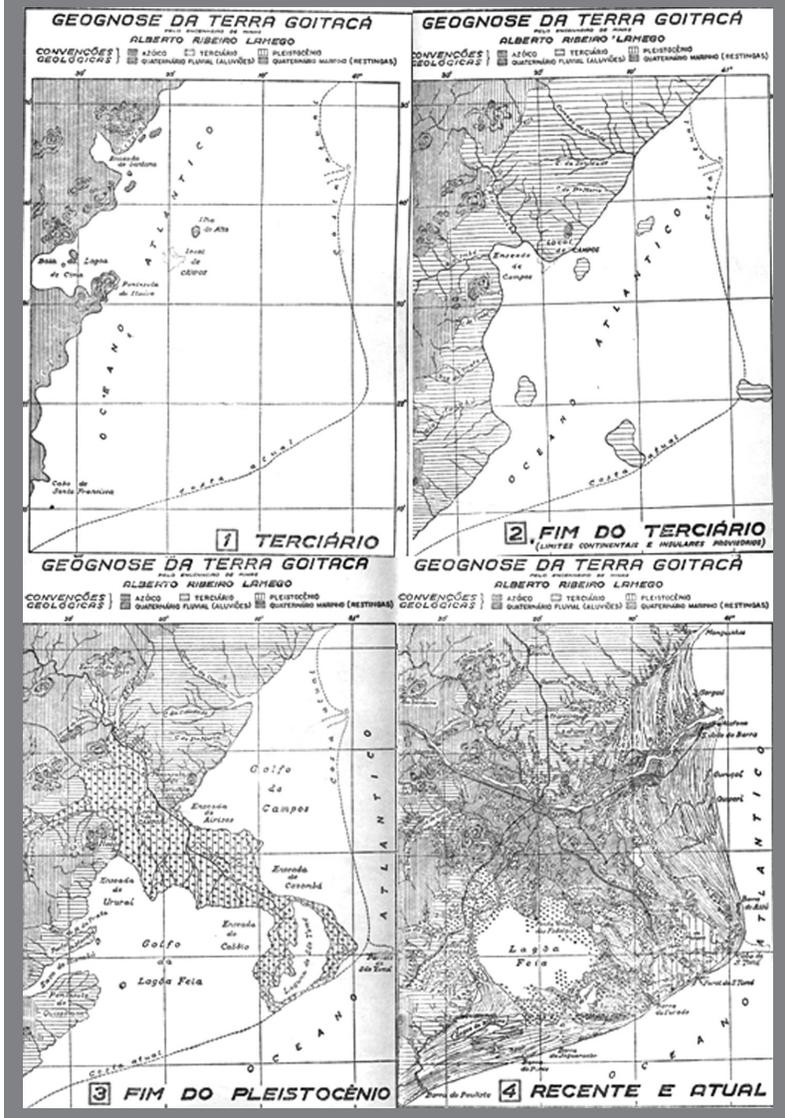
No Neogeno (antigo Período Quaternário), o Rio Paraíba do Sul avança mar adentro, formando um espigão que irá dividir um grande golfo raso em dois. Esse espigão constitui-se de sedimentos transportados da zona serrana pré-cambriana e dos tabuleiros paleogenos e vem a ser o embrião da planície fluviomarinha alóctone. Lamego explica que o leito original do Paraíba do Sul corre no sentido norte-sul, lançando sedimentos em ambas as margens para formar o espigão e que esse terminava num ponto entre os futuros Cabo de São Tomé e Lagoa Feia por meio de um delta do tipo “pé de ganso” ou Mississipi. O grande golfo raso foi dividido por ele em duas baías. A da direita foi denominada por Lamego de Baía da Lagoa Feia. A da esquerda, de Baía de Campos.

Em determinado momento do Neogeno, o Rio Paraíba do Sul se bifurca em dois braços distantes do mar, dando origem a um delta do tipo Ródano, segundo Lamego. O braço original, que recebeu o nome de Grande Canal ou Córrego do Cula, ingressou num processo de assoreamento e de abandono pelo próprio rio, que o reativava no período das cheias ordinárias e extraordinárias. Com a consolidação do braço esquerdo, o rio define sua foz por um pequeno delta, atualmente entre os Municípios de São João da Barra e de São Francisco de Itabapoana, que Lamego chamou de tipo Paraíba.

Pouco a pouco, as duas baías criadas pelo rio vão se colmatando. Na baía da direita, formou-se um grande ecossistema aquático continental chamado de Lagoa Feia, que capturou dois rios principais como afluentes: o Macabu e o Ururáí. Na baía da esquerda, a colmatção foi mais intensa, seja por sedimentos aluviais, seja por uma grande restinga que se estende, hoje, do Cabo de São Tomé à Praia de Manguinhos. Segundo Lamego, essa restinga não apenas foi formada pelo Rio Paraíba do Sul, funcionando como espigão hidráulico, como também foi cortada por este rio rumo ao

mar. O certo é que essa grande restinga, a maior do estado do Rio de Janeiro, bloqueou antigos cursos d'água que desciam da unidade de tabuleiro à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, dando origem a inúmeras lagoas alongadas e com fisionomia dendrítica. No interior da planície aluvial, várias lagoas foram formadas pela sedimentação das duas baías, sendo a Feia a maior delas. Nas restingas, o processo de transgressão-regressão marinha, também, constituiu lagoas paralelas e perpendiculares à costa.

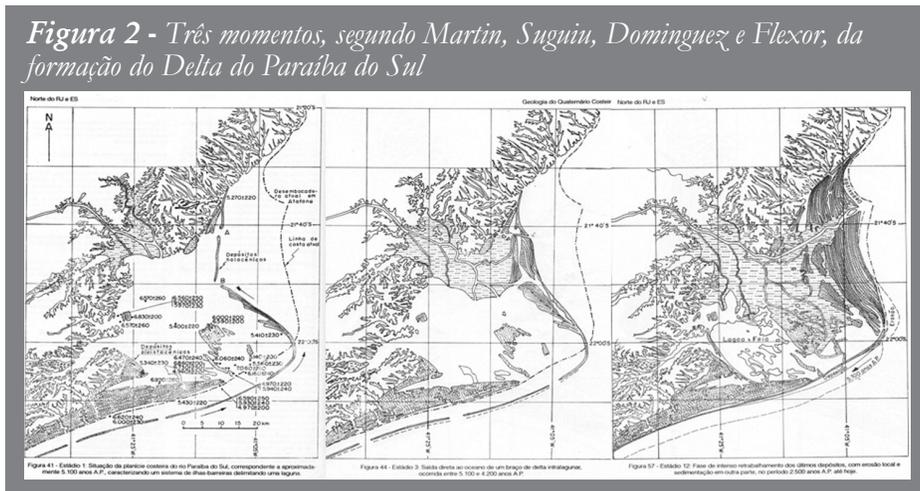
Figura 1 - Quatro momentos, segundo Alberto Ribeiro Lamego, da formação do Delta do Paraíba do Sul



Gilberto Dias (1981) partiu do mesmo ponto que Lamego, mas concluiu impossível um delta pé-de-ganso em mar aberto. Defendeu, então, um delta de forma simples, com braços curtos. Efetuando uma série de estudos com base em radiodatação, os geólogos Martin, Suguiu, Dominguez e Flexor (1997) expuseram, de forma sistematizada, uma nova interpretação da formação geológica da planície deltaica do Rio Paraíba do Sul. Ao contrário de Lamego e de Dias, partem eles de uma grande unidade do Grupo Barreiras que deveria se estender do Rio Macaé ao Rio Itapemirim, no final do Pleistoceno. Provavelmente, os Rios Imbé, Macabu, Paraíba do Sul, Guaxindiba, Itabapoana e Itapemirim já desaguassem no Oceano Atlântico àquela época.

Sucedede que, no Holoceno, com o aquecimento global, as geleiras do planeta foram se fundindo e elevando o nível do mar, que chegou a ponto mais alto que na atualidade no que se chamou *Optimum climaticum*, ocorrido em tempos diversos. Na costa norte fluminense, o mar foi se elevando até alcançar seu ponto máximo de transgressão em 5.100 anos A.P., segundo os autores. A Formação Barreiras avançava mar adentro além da costa atual, no setor sul, e recuava, no setor leste. Por um lento processo de erosão, o mar deixou uma linha de ilhas-barreiras marcando a costa e seccionando o grande tabuleiro em duas unidades: a primeira, do Rio Macaé à futura Lagoa Feia e a segunda, entre os Rios Paraíba do Sul e Itapemirim.

*Figura 2 - Três momentos, segundo Martin, Suguiu, Dominguez e Flexor, da formação do Delta do Paraíba do Sul*



A foz do Rio Paraíba do Sul alojou-se, então, no interior de uma semilaguna protegida da forte energia marinha pelas ilhas-barreiras. Dentro dela, o rio pôde progredir lentamente, formando um espigão em direção

ao sul, com um delta pé-de-ganso. Todavia, o primeiro braço a chegar ao mar aberto foi o atual. O processo alternado de transgressões e regressões propiciou não apenas a formação da planície aluvial como também da grande restinga entre o Cabo de São Tomé e a foz do Córrego de Manguinhos. A restinga de Jurubatiba, entre Barra do Furado e o Rio Macaé, resulta de processo mais antigo, datado de 123.000 anos A.P., conforme os autores mencionados (1997).

A constituição da planície deltaica fluviomarinha do Rio Paraíba do Sul ensejou a formação de lagoas de tabuleiro, de planície aluvial e de restinga. Se não forem inseridas em seu processo histórico, elas não podem ser compreendidas. O contexto delas permite uma interpretação abrangente e complexa.

Em sua progradação no interior da semilaguna, o Rio Paraíba do Sul formou a planície aluvial, a restinga e as lagoas costeiras. A grande restinga bloqueou uma série de córregos que desciam do tabuleiro, transformando-os em lagoas alongadas. Esse bloqueio, contudo, criou, entre o tabuleiro e a restinga, um sistema hídrico que resultou no Córrego e na Lagoa do Campelo, além do grande banhado do Mundeuzinho, permitindo a ligação do Rio Paraíba do Sul e do Rio Guaxindiba, em sua foz. Futuramente, essas ligações serão aprofundadas em suas linhas naturais de drenagem pela construção dos Canais de Cacimbas, do Vigário e do Engenheiro Antonio Resende. Essa ligação natural nos leva a propor o Rio Guaxindiba como limite entre a RH-IX e a RH-X, incluída toda a sua bacia juntamente com sua Área de Preservação Permanente (APP).

## ***Relações Hidrológicas entre as Bacias do Paraíba do Sul e da Lagoa Feia***

Pela própria formação geológica, pode-se fazer a ilação de que as bacias do rio e da grande lagoa estão imbricadas. Pela superfície, é inegável esta ligação no passado e na atualidade.

Sendo a margem direita do Paraíba do Sul mais alta que a planície aluvial, as águas das cheias corriam para o grande receptáculo da Lagoa Feia por várias lagoas intermediárias, e não mais retornavam ao rio principal. Já pela margem esquerda, ligeiramente mais alta, as águas se alastravam por um extenso complexo de lagoas e retornavam pouco a pouco ao rio quando seu nível baixava. O excedente hídrico da Lagoa Feia era escoado para o mar mediante uma intrincada rede de canais remanescentes do primitivo delta

do Paraíba do Sul que convergiam para o Rio Iguaçu (atual Lagoa do Açú), ponto mais baixo da costa até a abertura da Vala do Furado, em 1688, pelo capitão José de Barcelos Machado; outra parte infiltrava-se no solo, durante o estio, como acontece até hoje; a terceira parte, finalmente, “desemboca” ainda na atmosfera, face à extraordinária evaporação que se opera no vasto espelho d’água. Como se pode verificar, impossível conceber a bacia da Lagoa Feia sem levar em conta o papel desempenhado pelo Rio Paraíba do Sul na sua formação (Lamego, 1955 e 1974; Dias, 1981 e Martin et al., 1997).

No longínquo ano de 1819, José Carneiro da Silva (futuro Visconde de Araruama), anotou:

O majestoso rio Paraíba tem um longo curso banhando com suas águas os territórios de S. Paulo, Minas e Rio de Janeiro e, pouco abaixo da cidade de Campos, lança-se no oceano. Suas margens são mui irregulares, alterosas, variadas, ora formando imponentes cascatas e cachoeiras espumosas e mais abaixo as margens rentes com campos magníficos e férteis. A fertilidade dos campos é devida em grande parte às inundações periódicas semelhantes às do Nilo. Em suas margens existem magníficas fazendas e devido à porosidade do terreno a influência de suas águas se estende muito e é natural que existam correntes e mesmo canais subterrâneos que comuniquem as águas do rio com a de lagoas e riachos distantes (2010).

Esta percepção de José Carneiro da Silva foi corroborada pelo major e engenheiro Henrique Luís de Bellegarde Niemeyer em 1837.

[...] a pensar, com o sensato Autor da Memória Topográfica e Histórica de Campos, que semelhante fenômeno é devido a grandes filtrações, e a ocultos canais, que absorvem, e derivam grande parte de suas águas; ao menos muitos fatos concorrem para fortificar esta opinião. (1837).

O famoso engenheiro campista Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, em 1929, considerou que

é [...] natural que depois do rio sair da região montanhosa (em Itereré), uma parte de suas águas corra subterraneamente, alimentando o grande lençol aluviano da planície formada pelo próprio rio em colaboração com mananciais menores e com o oceano; este lençol desce para a bacia da lagoa Feia e para o mar [como suspeitavam Aires de Casal e o major Bellegarde] (1929).

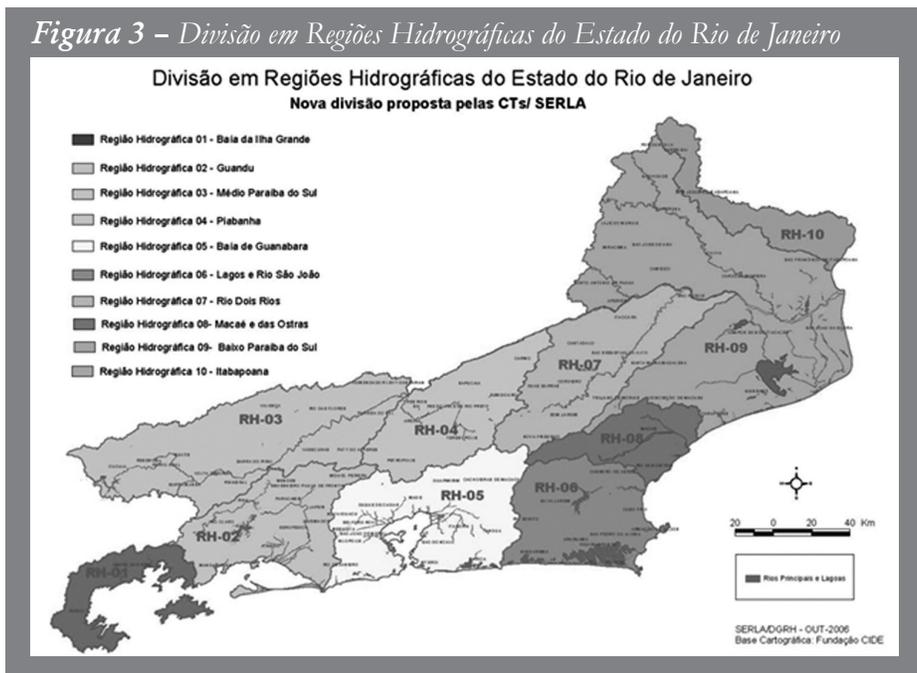
Por último, um relatório encomendado pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento à Engenharia Gallioli concluiu:

[...] ficou comprovada a sistemática correspondência entre as variações dos níveis do rio Paraíba e da lagoa Feia e, ainda, o fato, quase inexplicável, de que, durante os longos períodos de estiagem, a lagoa Feia, não se resseca, embora as contribuições dos cursos d'água acima citados [rios Ururá e Macabu, principalmente], tomados em conjunto, fiquem então reduzidos a uma descarga insignificante, da ordem de 7 m<sup>3</sup>/s. Note-se que a lagoa perde por evaporação uma descarga média aproximada de 8 m<sup>3</sup>/s [...] pode-se admitir que existe uma comunicação subterrânea entre o rio Paraíba e a lagoa Feia. (DNOS, 1969).

## Descrição da rede hidrográfica da RH-IX

Pelo mapa oficial *Regiões Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro*, aprovado pelo Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (D.O. de 15 de fevereiro de 2007), a RH-IX é a maior e a mais complexa do estado do Rio de Janeiro. Ela envolve, basicamente, toda a margem esquerda do Rio Paraíba do Sul a partir do município de Itaocara, onde volta a correr inteiramente dentro do estado do Rio de Janeiro, e também à direita a partir do Rio do Colégio, exclusive. Na planície fluvio-marinha, ela se bifurca em duas grandes sub-bacias: a do Rio Paraíba do Sul propriamente dito e a sub-bacia da Lagoa Feia. Intentamos um ensaio de descrição da rede hídrica começando pela margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, que será dividido em três estirões.

Figura 3 – Divisão em Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro



## *Sub-bacia do Rio Paraíba do Sul – margem esquerda*

### *Primeiro estirão: do Rio Pirapetinga ao Rio Pomba*

Este estirão começa no Rio Pirapetinga, que, num pequeno trecho, é usado como divisa entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, e se estende ao Rio Pomba. Ambos nascem em terras mineiras e desembocam no Rio Paraíba do Sul. Trata-se do menor estirão, com apenas alguns pequenos cursos d'água desembocando no rio principal da bacia. Todos os demais são afluentes dos dois. Com relação ao Rio Pirapetinga, sendo curto o seu curso no âmbito da RH-IX, poucos são também seus afluentes sob gestão do Comitê da Bacia da RH. O curso do Rio Pomba em terras fluminenses é expressivamente maior, destacando-se, como seus afluentes, sobretudo, os Ribeirões das Molas e das Frecheiras. Cumpre observar que, na desembocadura do Rio Pomba no Paraíba do Sul, encontra-se um grande arquipélago fluvial de inquestionável valor ecológico.

### *Segundo estirão: do Rio Pomba ao Rio Muriaé*

Os Rios Pirapetinga e Pomba correm inteiramente no embasamento cristalino de Minas Gerais e do Noroeste Fluminense. Assim também o Rio Muriaé, que, só no seu trecho final, onde deságua no Rio Paraíba do Sul, tem seu curso na planície aluvial.

Entre os Rios Pomba e Muriaé, várias pequenas bacias fluem para o rio principal. As mais notórias são as dos Valões dos Gomes e dos Macacos e o Córrego de Pureza. Já o rio Muriaé conta, no estado do Rio, com o grande afluente Rio Carangola, tendo como afluentes principais os Ribeirões Arataca e Conceição. Pela margem direita, assinalem-se os Ribeirões Reserva, Limoeiro e da Onça; o Rio São Domingos; os Valões Grande e São Luís; e os Córregos D'Anta, da Taboa, Quimbira e Marimbondo. Pela margem esquerda, além do Carangola, já mencionado, registramos os Córregos de Raposo, da Jabuticaba, Itaguaí, da Lama e Boa Ventura; os Valões do Cedro, do Bambuí, do Himalaia e da Prata. Já bem perto da confluência com o Rio Paraíba do Sul, destaca-se o Córrego da Onça, bem mais caudaloso outrora do que hoje. Sua nascente se situa na Serra da Onça, maciço isolado formando um inselberg, pródigo em sua cobertura florestal no passado. Ao longo do seu curso, ele recebe os Valões Panorama e de Pedra Lisa, bem

como o Córrego do Mato. O Córrego da Onça desembocava na Lagoa da Onça e esta, por sua vez, através de um defluente, era tributária do Rio Muriaé. No século XIX, para escoar mais facilmente madeiras nobres do Sertão da Onça, o estirão do córrego entre o Rio Muriaé e a Lagoa foi aprofundando e retilinizado. Na vigência do Departamento Nacional de Obras e Saneamento, após 1940, o Córrego da Onça foi desviado e passou a correr pela margem esquerda da lagoa, a fim de que esta fosse drenada para o plantio de cana-de-açúcar, sob pretexto de expulsar o impaludismo da área (SOFFIATI, 2007).

*Figura 4 - Rio da Onça apontado entre setas até sua desembocadura no Rio Muriaé*



Fonte: Google Earth (31/01/2011)

### Terceiro estirão: do Rio Muriaé à costa atlântica

Trata-se de um trecho formado por uma unidade de tabuleiro que descreve uma espécie de parábola vinda do norte, por parte muito estreita da planície aluvial e pelo segmento norte da restinga setentrional da região. No tabuleiro, encontram-se diversas lagoas com formato alongado e dendrítico, por se tratar de antigos cursos d'água vedados pela restinga. Os cursos datam do Paleogeno, mas sua vedação é holocênica. Podemos relacionar as seguintes, acompanhando o Rio Muriaé em direção ao Rio Guaxindiba: Lagoas do Coqueiro, do Lameiro, do Maranhão, Limpa, das

Pedras, de Furnas, do Jacu, do Cantagalo, do Vigário, de Maria do Pilar, do Taquaruçu, da Olaria, do Fogo, do Brejo Grande, dos Bondes (do Bongue), de São Gregório, de Santa Maria, da Saudade, de Imburi, da Sesmária, de Macabu, Salgada, da Cauaia, da Demanda, da Mutuca, de Funil, de Floresta, de Dentro e da Roça.

A planície aluvial, pela margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, é muito delgada. Observe-se que, em sua marcha para o mar e durante as cheias, o rio lançou sedimentos argilosos em ambas as margens, recobrendo o tabuleiro e a restinga. A rigor, a única lagoa tipicamente de planície aluvial, na margem esquerda do Paraíba do Sul, formou-se na confluência deste com o Rio Muriaé. Trata-se da Lagoa do Mel.

Já no segmento norte da restinga setentrional da RH-IX, existe uma sequência de lagoas e brejos paralelos à linha costeira, resultantes do processo de transgressão-regressão do mar. Os mais conspícuos e ainda existentes são o Brejo do Campelo (que facilitou a abertura do Canal Engenheiro Antonio Resende pelo DNOS), a Lagoa do Campelo, a Lagoa do Arisco, o Banhado da Cataia, os Brejos de Mundeuzinho (que favoreceu a abertura do Canal das Cacimbas), dos Cocos, dos Farias e do Manguê Seco; as Lagoas do Comércio, da Taboa, do Meio e da Praia.

*Figura 5 - Córrego e Banhado da Cataia assinalado entre setas*



Fonte: Google Earth (31/01/2011)

*Sub-bacia do Rio Paraíba do Sul – margem direita**Zona Serrana*

A rigor, pela margem direita do Rio Paraíba do Sul, no domínio da RH-IX, só podemos considerar, como integrantes dele, os rios cujo curso se situa na zona cristalina. A nosso juízo, o Rio do Colégio deveria ser a divisa entre a RH-VII (Rio Dois Rios) e a RH-IX, passando-o para o âmbito desta segunda região. Isso porque o Rio do Colégio está muito distante dos interesses da RH-VII e muito próximo dos interesses da RH-IX. Os mais expressivos cursos d'água na margem direita são o Imbé, o Urubu, o da Prata, o Macabu e o Preto.

*Figura 6 - Desembocadura do Rio do Colégio no Rio Paraíba do Sul*



Foto: Petrobras/Ibama, 2007

Quando ocorreu o máximo transgressivo marinho, em 5.100 anos A.P., as águas do mar chegaram até a Lagoa de Cima, talvez podendo tê-la imergido por completo. Assim, é de supor que os Rios Imbé, Urubu, da Prata, Macabu e Preto, além do Paraíba do Sul e do Muriaé, desembocassem no mar, em linha costeira mais recuada que a atual. Com a formação da planície fluvio-marinha do Paraíba do Sul, a linha de costa foi afastada da zona serrana, dando origem à planície aluvial e à planície de restinga, seção meridional.

O Rio Imbé corre junto ao sopé da Serra do Mar por sua vertente atlântica, coletando todos os rios que descem dela. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os Rios do Norte, Mocotó e Opinião. Pela margem direita, os Rios Santo Antônio e Zangado. Paralelamente a ele, corre o pequeno Rio Urubu.

O Rio da Prata também conta com curso diminuto. Confluem para o Rio Macabu, pela margem direita, os Rios Carocango, Macubuzinho, Santa Catarina e do Meio. Pela margem esquerda, os Rios Pedra Branca e do Gino. O Rio Preto, originalmente, desaguava no Rio Paraíba do Sul. Com a formação da planície aluvial, criaram-se duas desembocaduras: uma, durante as cheias, no Paraíba do Sul; outra, por ocasião da estiagem, no Rio Ururai. Valendo-se dessa dupla ligação, o DNOS transformou o braço do Rio Paraíba do Sul ao Ururai no Canal do Itereré, assim como fez com o Rio Cacumanga, drenando a lagoa de mesmo nome. Seu afluente principal é o Rio Bela Joana, que, juntamente com o Rio do Colégio, tem a mais elevada nascente dos rios regionais, cerca de 800 metros e de 600 metros, respectivamente.



Fonte: Google Earth (31/01/2011)

### Planície aluvial

Na retaguarda da costa construída pelo processo de transgressão-regressão marinha do norte fluminense, formou-se ou emergiu a Lagoa de Cima (que passou a ser o desaguadouro dos Rios Imbé e Urubu), ligando-se à Lagoa Feia por um defluente batizado de Rio Ururaí, todo ele coleando na planície aluvial. A Lagoa Feia capturou a foz dos Rios da Prata e Macabu. A Lagoa Feia construiu, na planície fluvio-marinha, um complexo distributário que se denominou Rio Iguaçú, o qual recebia também água do Paraíba do Sul pela margem esquerda. Entre o curso inferior do Paraíba do Sul e a Lagoa Feia, a formação da zona deltaica criou uma infinidade de lagoas, das quais ainda restam as Lagoas de Cima, do Pau Funcho, Grande, do Limão, da Goiaba, de Coqueiros, do Taí da Praia, dos Jacarés, das Bananeiras, Seca, do Capim, do Mulaco, do Lagamar, do Caboio, de Dentro e Banhado de Boa Vista. Dentre todas elas, ainda se destaca a Lagoa Feia, com seus 200 km<sup>2</sup>.

A ligeira declividade entre a margem direita do Rio Paraíba do Sul e a Lagoa Feia impedia que as águas de cheia do rio retornassem ao seu leito na estiagem. Assim, estas águas fluíam por uma infinidade de lagoas, caminhando em direção à Lagoa Feia e ao Rio Iguaçú. O Departamento Nacional de Obras e Saneamento aprofundou essas linhas naturais de drenagem e acelerou o fluxo para o subsistema Lagoa Feia. Constituiu-se, assim, uma rede de cerca de 1350 km de canais, cujos nomes seria inoportuno mencionar aqui. Basta que citemos os canais primários. Pela margem esquerda do Paraíba do Sul, cumpre destacar os Canais do Vigário, Engenheiro Antonio Resende e de Cacimbas. Pela margem direita, sobressaem-se os Canais de Itereré, de Cacumanga, Campos-Macaé, de Coqueiros, de Cambaíba, de Saquarema, de São Bento e do Quitungute.

### Restinga

Próximo à foz, o Rio Paraíba do Sul lançou braços à direita e à esquerda. À direita, o mais afastado da costa, ainda hoje, é chamado Rio Água Preta e era tributário do Rio Iguaçú. Mais adiante, nasciam deste rio os Canais de Gruçaí e Iquipari. Com a abertura do Canal do Quitungute pelo DNOS, a conexão entre o Rio Paraíba do Sul, Gruçaí, Iquipari e Iguaçú foi interrompida. Aconteceu o mesmo com a ligação entre a Lagoa Feia e o Rio

Iguaçu. Assim, formaram-se as Lagoas alongadas de Gruçaí, Iquipari e Açú. Nessa parte da restinga, a complexidade geológica e hídrica deu origem a outras lagoas, entre elas as Lagoas do Veiga e Salgada.

### *Bacia do Rio Guaxindiba*

O Guaxindiba é um pequeno rio que desce da zona cristalina, com nascente nas imediações de Morro Coco, em Campos dos Goytacases, para desaguar atualmente no Canal Engenheiro Antônio Resende, quase junto à praia de Guaxindiba, entre os Rios Itabapoana e Paraíba do Sul. Ao contrário de outros cursos d'água que desciam da zona cristalina, cortavam o Sistema Barreiras e morriam no mar, mas que acabaram por ser barrados no Holoceno pela planície aluvial, pelas restingas e pelas cristas praias, o Rio Guaxindiba foi o único com diminuto volume d'água a romper o obstáculo interposto pelos depósitos de areia da seção norte da restinga setentrional da região norte fluminense. Na década de 1970, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento rasgou o Canal Engenheiro Antônio Resende, ligando a Lagoa do Campelo à foz do Guaxindiba, e transformou esse rio em seu afluente. Esse canal também seccionou um pequeno afluente do rio pela margem direita, deixando apenas suas pegadas. Hoje, tudo indica que a foz permanece aberta graças ao aporte de água do canal. Ao penetrar na planície costeira, ele se torna sinuoso.

Também o Rio Guaxindiba foi retelinizado, contando atualmente com dois leitos: o original e o canalizado (Canal Guaxindiba). Este segundo desemboca igualmente no Canal Engenheiro Antonio Resende. Os principais afluentes do Guaxindiba são os Rios Espiador, Cobiça e Floresta.

Como os limites ao norte da RH-IX não estão claramente definidos, propõe-se que toda a Bacia do Guaxindiba seja tomada como marco divisor entre a RH-IX e a RH-X. Ela deve ser inteiramente incluída na primeira. A razão para essa inclusão é que a foz do Rio Guaxindiba foi atingida pela restinga formada pelo Rio Paraíba do Sul nos últimos 5.000 anos. Como o barramento ocorreu na extremidade norte, que termina no Córrego de Manguinhos, pouco acima do Guaxindiba, ele foi rompido pela vazão deste. Além do mais, formada a restinga, manteve-se uma comunicação natural entre o Rio Paraíba do Sul e o Rio Guaxindiba pelo Brejo do Campelo, que facilitou a abertura dos Canais do Vigário e Engenheiro Antonio Resende.

**Figura 8** - Relação entre a sub-bacia do Paraíba do Sul e a bacia de Guaxindiba  
 1-Sub-bacia do Paraíba do Sul; 2-bacia do Guaxindiba; 3-Lagoa do Campelo; 4-  
 Brejo do Campelo; 5-Brejo do Mundeuzinho; 6-Canal engenheiro Antonio Resende



Fonte: Google Earth (31/01/2011)

### *Lagoas da Restinga de Jurubatiba*

A Restinga de Jurubatiba, estendendo-se de Quissamã a Macaé, formou-se há cerca de 123.000 anos A.P. (Martin, Suguio, Dominguez e Flexor, 1997), muito antes, porém, da planície fluvio-marinha do Rio Paraíba do Sul. Por tal motivo, ela deve ser tratada separadamente. Com a estabilização desta última, a restinga meridional da região sofreu um processo de afundamento (subsidência) e foi arrematada na sua linha de costa por uma crista praial holocênica que criou um colar de lagoas recentes. Deve-se, contudo, observar que a maioria das lagoas pleistocênicas e holocênicas se encontram no interior do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, sujeitas, portanto, ao Plano de Manejo da Unidade de Conservação.

Mencionaremos as lagoas situadas fora e dentro do Parque.

### *Lagoas fora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba*

Dentre lagoas antigas e novas, citamos as Lagoas da Ribeira, do Luciano,

de São Miguel, da Chica, do Carvão, do Campelo, Canema e do Carrilho.

### Lagoas dentro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba

Entre grandes e pequenas, paralelas e perpendiculares à costa, estão as Lagoas de Ubatuba, da Casa Velha, da Barrinha, Preta, do Pires, do Visgueiro, do Robalo, Maria Menina, do Piripiri, das Garças, do Pacheco, Paulista, de Carapebus, Comprida, de Cabiúnas ou de Jurubatiba e do Atoleiro.

## ***Formações vegetais nativas da Região Hidrográfica IX***

As regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro desmembraram-se, nos anos de 1980, da grande região Norte Fluminense por ato oficial do Governo estadual e foram consideradas como mesorregiões pelo IBGE. Na região Norte-Noroeste Fluminense, ainda se encontram, potencial ou efetivamente, amostras de florestas ombrófilas densas aluviais, submontanas e montanas, de florestas estacionais semideciduais de terras baixas e submontanas, de formações psamófilas costeiras (vegetação de restinga) arbóreas, arbustivas e herbáceas, de manguezais, de refúgios vegetacionais (campos de altitude) e de ecótonos. Ao tempo em que Renato da Silveira Mendes publicou sua pioneira tese de doutorado sobre a Baixada Fluminense (1950), já existiam pelo menos quatro classificações da vegetação nativa no recorte brasileiro. Todavia, o geógrafo agrupa-as em floresta tropical, campos, vegetação de brejos, mangues e vegetação de restinga. Em seus mapas sobre o recuo das matas, todas as formações vegetais nativas reúnem-se sob a rubrica *florestas*.

Do interior para a costa, sucedem-se, na região Norte-Noroeste Fluminense, as seguintes formações vegetais nativas: campo de altitude (refúgio vegetacional), florestas ombrófilas densas atlânticas montana, submontana e aluvial, floresta estacional semidecidual, vegetação psamófila costeira (formações pioneiras de influência marinha) e manguezais (nas embocaduras dos Rios Guaxindiba e Paraíba do Sul; nas Lagoas de Gruçaí, de Iquipari e do Açú; em Barra do Furado (Carapeba e Fazenda São Miguel). Associando-as às grandes unidades geológicas da região, identificam-se os seguintes grandes conjuntos.

1- Campo de altitude (refúgios vegetacionais): Pedra do Desengano, na Serra do Mar, à margem direita do Rio Paraíba do Sul.

- 2- Floresta ombrófila densa atlântica montana e submontana: planalto cristalino da Serra do Mar, na margem direita do Rio Paraíba do Sul.
- 3- Florestas estacionais semidecíduais: zona cristalina da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul e tabuleiros sul e norte.
- 4- Florestas ombrófilas aluviais: planície fluvial do Rio Paraíba do Sul.
- 5- Formações psamófilas costeiras: restingas sul e norte.
- 6- Manguezais: foz de rios e lagoas.

### *Campos de altitude*

O ecossistema mais bem protegido, a bem dizer ainda íntegro, é o campo de altitude da Pedra do Desengano. A altura e a dificuldade de acesso respondem pelo seu estado. O campo de altitude da Pedra do Desengano, incluído na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no âmbito de uma Zona Núcleo I e no interior do Parque Estadual do Desengano é mais protegidos pela topografia acidentada do que pela legislação. A Pedra do Desengano mereceu estudos pioneiros de Brade e Santos Lima e, na década de 80, de Martinelli (1989).

*Figura 9 - Campo de Altitude da Pedra do Desengano*



Foto: João de Orleans e Bragança

### *Floresta ombrófila densa atlântica*

Em seguida, alinha-se a floresta ombrófila densa, por muito tempo

resguardada dos assaltos humanos, visto medrar nas encostas e nos cimos da Serra do Mar, locais de difícil acesso no período das chuvas, mormente quando não se dispõe de tecnologia avançada. Sua destruição só se intensificou no século XX, com a abertura de estradas. Malgrado tudo, ainda hoje as partes mais elevadas estão relativamente a salvo da exploração florestal e do solo. Alexandre Curt Brade e Santos Lima efetuaram estudos sobre a floresta ombrófila densa já na década de 30. Bem mais tarde, pesquisadores da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, como Oliveira, Araujo, Vianna e Carauta (1978), debruçaram-se especialmente sobre a vegetação contida no âmbito do Parque do Desengano, encontrando uma profusão de espécies vegetais e alertando para o desconhecimento que ainda reina sobre elas. Seus autores mencionam espécies raras, a exemplo das pertencentes ao gênero *Magdaleneae*, da família *Scrophulariaceae*, da *Bradea brasiliensis*, da família *Rubiaceae*, e da *Dorstenia elata*, da família *Moraceae*, só conhecida de herbários e observada pela primeira vez *in vivo*, a 25 de novembro de 1977. Toda a Serra do Mar está contemplada pela Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O Parque do Desengano, unidade de proteção ambiental sob responsabilidade do Estado do Rio de Janeiro e criado em 1970, foi incluído como Zona Núcleo I. No seu entorno, há Zonas Núcleo II, Zona de Amortecimento e Zona de Transição.



Foto: Luiz Cláudio Marigo, 1991-92

*Floresta estacional semidecidual*

O segundo conjunto mais profundamente devastado no Norte-Noroeste Fluminense é a floresta estacional semidecidual, que se alastrava contínua pelo Grupo Barreiras e pela zona cristalina baixa, na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, entre os Rios Itabapoana e Pomba, no estado do Rio de Janeiro. Ultrapassando estes limites, desenvolvia-se no sul do Espírito Santo e na Zona da Mata mineira. Jorge Pedro Pereira Carauta e Elizabeth de Souza Ferreira da Rocha (1988) sustentam, baseados em larga experiência de campo, que os remanescentes florestais das margens direita e esquerda do Rio Paraíba do Sul revelam composições florísticas nitidamente diferentes. Os da margem esquerda, conforme os autores, guardam semelhanças marcantes com as florestas do Espírito Santo. Com efeito, a fatores topográficos, climáticos e hídricos existentes à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, onde, no Norte-Noroeste Fluminense, os Rios Pomba e Muriaé sobressaem-se como os seus mais conspícuos afluentes, devem ser creditados tais particularidades da fitofisionomia. Veloso, Rangel Filho e Lima (1991) dizem dela que

O conceito ecológico deste tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática. Uma tropical com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas médias inferiores a 15° C. [...] É constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos e pelos), tendo folhas adultas esclerófitas ou membranáceas decíduais. Em tal tipo de vegetação, a porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal e não das espécies que perdem as folhas individualmente situa-se entre 20 e 50%. Nas áreas tropicais é composta por mesofanerófitos que revestem em geral solos areníticos distróficos [...] Esta floresta possui dominância de gêneros amazônicos de distribuição brasileira, como por exemplo: *Parapiptadenia*, *Peltophorum*, *Cariniana*, *Lecythis*, *Tabebuia*, *Astronium* e outros de menor importância fisionômica.

No Norte-Noroeste Fluminense, encontram-se, como formações propriamente ditas da floresta estacional semidecidual, as de terras baixas e a submontana, com prevalência da primeira, conforme mapa do IEF *Reserva da Biosfera da Mata Atlântica-Estado do Rio de Janeiro-1994*. A floresta estacional semidecidual reveste ainda, conquanto bastante adulterada, vários pontos do tabuleiro norte, onde se destaca a Mata do Carvão, o

maior fragmento dela no Norte-Noroeste Fluminense, protegida pela Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba; o maciço de Morro do Coco; as imediações de Rosal, no vale do Rio Itabapoana; e a Serra do Monte Verde, afora diminutos fragmentos na extremidade noroeste do estado do Rio de Janeiro que merecem proteção por meio de unidade especial, a fim de reagrupá-los numa porção representativa e funcional.

Prosseguem os mesmos autores (1991), com relação à floresta estacional semidecidual das terras baixas:

É uma formação encontrada frequentemente revestindo tabuleiros do Pliopleistoceno do Grupo Barreiras, desde o sul da cidade de Natal até o norte do Estado do Rio de Janeiro, nas cercanias de Campos bem como até as proximidades de Cabo Frio, aí então já em terreno quaternário [...] É um tipo florestal caracterizado pelo gênero *Caesalpinia* de origem africana, destacando-se pelo inegável valor histórico a espécie *C. echinata*, o pau-brasil, e outros gêneros brasileiros como: *Lecythis* que domina no baixo vale do rio Doce, acompanhado por outros gêneros da mesma família Lecythidaceae (afroamazônica) que bem caracterizam esta floresta semidecidual, tais como *Cariniana* (jequitibá) e *Eschweilera* (gonçalo-alves). Para terminar a caracterização desta formação, pode-se citar o táxon *Paratecoma peroba* (peroba-de-Campos) da família Bignoniaceae, de dispersão pantropical, mas com ecótipos exclusivos dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Quanto aos fragmentos de floresta estacional semidecidual encontrados entre os Rios Pomba e Guaxindiba, cabe mencionar os estudos efetuados por Carauta e Ferreira da Rocha (1988); Carauta, Széchy, Rizzini, Almeida, Santos, Rosa, Lima e Brito (1989); um grupo de cientistas da Universidade Estadual do Norte Fluminense sobre a mata do Carvão (Nascimento e Silva - 1996; Villela, Aragão, Buffon e Nascimento - 1996; Villela, Buffon, Aragão e Caiaffa - 1996).

*Figura 11 - Remanescente de floresta estacional semidecidual, em Cardoso Moreira, Norte Fluminense*



Fonte: Foto do autor

### *Complexo da planície aluvial*

De todos os ecossistemas vegetais nativos aqui referidos, os mais adulterados por uma secular ação antrópica localizam-se na planície aluvial, cuja formação se deve, em sua maior parte, aos sedimentos depositados pelo Rio Paraíba do Sul num sistema semilagunar, a partir de 5.100 anos A.P. (Martin, Suguiú, Dominguez e Flexor, 1997). De tal forma os campos nativos (formação pioneira de influência fluvial) foram explorados e substituídos por espécies vegetais exóticas cultivadas para a agricultura (cana-de-açúcar, principalmente) e para a pecuária (forrageiras) que nenhum remanescente restou deles. Hoje, nem sequer se sabe que espécies vegetais herbáceas medravam nesses campos, tornando-se necessário, para conhecê-las, possivelmente um rastreamento paleopalinológico ou arqueopalinológico. Por outro lado, as florestas ombrófilas densas aluviais, outrora ocupando as partes mais altas da planície, foram reduzidas a fragmentos mínimos. O ecossistema formado pela vegetação herbácea nativa foi tão sumariamente erradicado que nem mesmo, talvez, a cessação das atividades agropecuárias praticadas na planície aluvial permita sua autorregeneração. Trata-se, enfim, de um ecossistema extinto, irrecuperável sem a ação humana de pesquisa refinada e de restauração. Já os fragmentos de florestas ombrófilas densas aluviais possibilitam um conhecimento razoável de sua composição florística e de seus processos ecológicos. Um deles, inclusive, a Mata do Mergulhão,

vem sendo estudado por um grupo de cientistas da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Nascimento, Mazurec, Moreno, Assumpção e Moraes, 1996). Conclui-se, lastimavelmente, que investimentos com vistas a retornos de curto e médio prazos no que concerne à restauração dos ecossistemas nativos da planície aluvial do norte fluminense são desaconselhados. Essa planície é, de longe, a unidade geológica do norte fluminense que mais mereceu estudos por parte das universidades, dos centros de pesquisa e de órgãos governamentais ou privados, notadamente no que tange ao solo e aos ecossistemas de água doce. Não para fins de conhecimento puramente científico, mas para melhor dominá-la e colocá-la a serviço da agropecuária e da agroindústria sucroalcooleira principalmente, graças a seu prodigioso solo de massapé. A contar da década de 70, realizaram-se alguns estudos sobre ecossistemas lagunares. A única unidade de proteção ambiental existente nela é a Área de Proteção Ambiental do Lagamar, se é que podemos considerar esta lagoa como inteiramente situada em seu interior. Mencionem-se, também, as áreas da Lagoa Feia e das margens do Rio Paraíba do Sul, incluídas na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica como Zonas de Transição e de Pesquisa Experimental e Recuperação (SOFFIATI, 1996).

### *Formações vegetais nativas de restinga*

Pode-se considerar as formações vegetais nativas de restinga como o terceiro conjunto mais atingido por atividades humanas. Tanto quanto a planície aluvial, os ecossistemas de restinga já eram explorados pelos povos dos sambaquis, pelos goitacás e, a partir do século XVII, pelos europeus e seus descendentes. José Augusto Drummond explica que as planícies – e não as montanhas florestadas, como costumeiramente se pensa, – foram preferidas quer pelos povos indígenas quer pelos europeus (1997). No norte fluminense, situam-se os dois maiores sistemas de restinga do estado do Rio de Janeiro. O do sul, mais antigo, estende-se de Macaé a Quissamã. O do norte, o mais dilatado de todos, posto que bem recente, vai do Cabo de São Tomé à Praia de Manguinhos. Por várias razões, entre elas a virulência do mar, a restinga sul ficou mais protegida dos golpes humanos que a restinga norte.

O sistema de restinga norte conta com alguns estudos de Araújo, Henriques e Maciel (1984); de Assumpção (1998); e de Assumpção, Nascimento e Moreno (1996). Por sua vez, o sistema de restinga sul, segundo

informações de Esteves, é um dos ecossistemas mais bem esquadrihados do Brasil (*Folha da Manhã*, 1998). Para coroar o trabalho infatigável do professor Francisco de Assis Esteves e de sua equipe, bem como de outros pesquisadores, o presidente Fernando Henrique Cardoso assinou decreto no dia 29 de abril de 1998 criando o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, que envolve uma área com vegetação nativa de restingas e lagoas costeiras das mais íntegras do Brasil. No mais, ecossistemas das duas restingas do norte fluminense foram integrados à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica como Zona Núcleo II, Zona de Transição e Zona de Pesquisa Experimental e Recuperação.

*Figura 12 - Vegetação rasteira de restinga, com vários trechos já suprimidos*



Foto: Ricardo Terra, 2007

### *Manguezal*

Em termos de destruição, seguem-se os manguezais, também alvo de exploração pelos povos dos sambaquis, pelos goitacás e pelos europeus e seus descendentes. Levando-se em conta, entretantes, a sua capacidade de autorregeneração, pode-se considerá-los em situação menos crítica que as formações vegetais de restinga. Áreas de preservação permanente em toda sua extensão pelo só efeito da Lei Federal n.º 4.771/65, bem como da Resolução Conama n.º 303/2002, nem por isto os manguezais acham-se

protegidos efetivamente. Acresça-se que o manguezal sito no delta do Rio Paraíba do Sul foi tombado por ato do poder executivo do estado do Rio de Janeiro em 9 de dezembro de 1985, medida que também não o salvou de ataques predatórios. O mesmo poder-se-á dizer dos demais manguezais da região norte-fluminense, com apenas o do Rio Paraíba do Sul incluído como Área Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

*Figura 13 - Manguezal do Rio Paraíba do Sul*



Fonte: Foto do autor, 2007

## *Questões a serem definidas*

### *Rio do Colégio*

Já apresentamos, acima, algumas razões para que o Rio do Colégio, com curso inteiramente na zona cristalina, saia da RH-VII e seja incorporado à RH-IX. Os interesses do Comitê da RH-VII estão mais voltados para a Bacia do Rio Grande ou Dois Rios. O Rio do Colégio, por sua vez, tem toda a sua bacia muito próxima do centro de decisão da RH-IX, que deveria pleitear o Rio do Colégio e toda sua Área de Preservação Permanente da margem esquerda. Do contrário, é de se esperar que ele fique abandonado. Trata-se de um rio com forte vocação turística, desde que devidamente restaurado e revitalizado.

## *Rio Guaxindiba*

Também já procuramos demonstrar as ligações da bacia do Guaxindiba com a sub-bacia do Paraíba do Sul em seu curso final. A restinga de Paraíba do Sul, em sua seção norte, alcançou a foz do Rio Guaxindiba. Entre ele e o baixo curso do Paraíba do Sul, formaram-se sistemas hídricos que promoviam a ligação de ambos. Os dois principais são os Brejos do Campelo e do Mundeuzinho, que ligavam ambos em tempos de cheia. Pelo Mundeuzinho, construiu-se o Canal de Cacimbas, com vistas à navegação, na década de 1840, comunicando o Rio Paraíba do Sul à Lagoa de Macabu e, por outros sistemas hídricos, ao Rio Guaxindiba (Soffiati, 2007). Um depoimento colhido a um idoso morador da praia de Guaxindiba dá conta de que, nas cheias, era possível alcançar, de canoa, a margem direita do Rio Paraíba do Sul, pois todos os baixos divisores de água ficavam submersos. Assim, os moradores de Guaxindiba podiam fazer compras na famosa Casa Sincera, hoje à margem da rodovia BR-356, que liga Campos a São João da Barra.

Nos anos de 1970, o DNOS aproveitou o Brejo do Campelo para abrir o Canal Engenheiro Antônio Resende, ligando a Lagoa do Campelo (por sua vez, já ligada naturalmente ao Rio Paraíba do Sul pelo Córrego da Cataia e, depois, pelo Canal do Vigário) à foz do Rio Guaxindiba, que passou a desembocar no canal.

Assim, entende-se que toda a bacia do Guaxindiba, com as Áreas de Preservação Permanente na margem esquerda de todos os rios que a formam, deve integrar a RH-IX.

*Figura 14 - Abertura do Canal Engenheiro Antonio Resende pelo DNOS, em 1976*



Fonte: DNOS

### *Canal Campos-Macaé e a entrada de Macaé na RH-IX*

Examinando-se a sequência de mapas apresentada por Martin, Suguiu, Dominguez e Flexor (1997) sobre a formação geológica da planície fluviomarinha do Rio Paraíba do Sul, salta aos olhos a tendência dos cursos d'água no seu interior. Ao sair da zona cristalina, em Itereré, o Paraíba do Sul se ramifica em quatro braços que descrevem, com meandros acentuados, uma trajetória norte-sul e, depois, oeste-leste.

A título de ensaio, podemos explicar a direção desse curso primeiramente pela força da água do rio ao desembocar na semilaguna criada pelo movimento de transgressão do mar. Reduzida a velocidade do jato em função das águas calmas da semilaguna, consideremos que a corrente marinha predominante, ao sul da futura planície, tinha e ainda tem, a direção oeste-leste. Mesmo protegidos pela semilaguna, os cursos d'água em formação parece terem sofrido sua influência, orientando-se também para leste. Deve-se considerar ainda que a elevada unidade de tabuleiro a oeste impõe o rumo oeste-leste aos cursos d'água que se formaram com as derivações do Paraíba do Sul, notadamente os Córregos de Itereré, Cacumanga e Cula. Formada a Lagoa Feia, verificase também que o Rio Iguaçu, seu defluente, ruma para leste à procura de uma saída no mar.

A unidade de tabuleiro a oeste da semilaguna se constituiu no poderoso divisor de águas da bacia do baixo Paraíba do Sul e de rios menores, que a sulcaram em direção ao mar, como a bacia de Carapebus, principalmente, e do Rio Macabu, que passou a desembocar na Lagoa Feia, também descrevendo um curso em direção a leste. Acima de tudo, essa unidade de tabuleiro constitui o grande divisor de águas entre os Rios Paraíba do Sul e Macaé.

Assim, a abertura do Canal Campos-Macaé contraria a tendência natural dos formadores do delta do Paraíba do Sul. Ele apresenta a direção leste-oeste. Para alcançar o Rio Macaé, foi necessário romper os divisores de água entre ambos, em muitos casos, usando lagoas.

Por este prisma, parece-nos que a inclusão do Município de Macaé no âmbito da RH-IX é inteiramente artificial. Pelo prisma geológico e hidrológico, não há como justificar a presença dentro da RH-IX, pois artificial é também o Canal Campos-Macaé.

### *Ecossistemas hídricos em Unidades de Conservação*

Pelos planos de manejo das unidades de conservação de proteção integral, a gestão dos sistemas hídricos em seu interior é de responsabilidade da direção da UC. Nos limites propostos neste trabalho para a RH-IX, existem três unidades de conservação de proteção integral: o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, o Parque Estadual do Desengano e a Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba. Os sistemas hídricos dentro da primeira unidade têm pouca extensão fora dela, como é o caso da Lagoa de Carapebus. Os cursos dos rios que nascem em terras do Parque Estadual do Desengano e desembocam nos subsistemas do Paraíba do Sul e da Lagoa Feia, em sua maior parte, estão fora da UC. O mesmo se aplica à Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba. Assim, parece que uma gestão compartilhada é a melhor alternativa.

### *Gestão compartilhada dos afluentes do Paraíba que nascem em Minas Gerais*

Situação semelhante é a dos sistemas hídricos da bacia, na RH-IX, que correm entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, como o Pirapetinga, o Pomba, o Muriaé e o Carangola. A solução proposta é também a gestão compartilhada entre estados, Regiões Hidrográficas e Municípios.

### *RH como Região Ambiental*

Nos Comitês de Bacia, há uma forte tendência pragmática para valorizar tão somente a água como recurso que, para ser explorado, está sujeito a cobranças. Nada contra esta atitude. O usuário que auferir lucros com a água deve pagar por ela. Mas entende-se como reducionista só considerar o elemento água, separando-o de subsolo, solo, vegetação nativa, clima, economia, sociedade e política. A Região Hidrográfica deveria se transformar em Região Ambiental, e cada comitê deveria tratar a água dentro de seu contexto, passando, assim, a ser Comitê de Ambiente, tomando cada bacia como unidade de gestão em seu todo.

## *Referências bibliográficas e cartográficas*

ARAÚJO, Dorothy Sue Dunn de; HENRIQUES, Raimundo P.B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, Luiz Drude de; ARAÚJO, Dorothy Sue Dunn de; CERQUEIRA, Ruy; TURCQ, Bruno (Org.). **Restingas: origem, Estrutura, Processos**. Niterói: CEUFF, 1984.

ASSUMPÇÃO, J.; NASCIMENTO, M.T. e MORENO, M.R. Análise fitossociológica da mata de restinga do complexo lagunar Grussaí – Iquipari (São João da Barra, R.J.). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 6 a 11 outubro de 1996. *Brasília. Resumos...* Brasília: Departamento de Ecologia/Universidade de Brasília, 1996.

ASSUMPÇÃO, Jorge Antonio de. **Caracterização Estrutural, Fisionômica e Florística da Vegetação de Restinga do Complexo Lagunar de Grussaí/Iquipari – São João da Barra, RJ**. Campos dos Goitacases, junho 1998. Dissertação (Mestrado).

BELLEGARDE, Henrique Luiz de Niemeyer. **Relatório da 4ª Seção de Obras Públicas da Província do Rio de Janeiro Apresentado à Respectiva Diretoria em Agosto de 1837**. Rio de Janeiro: Imprensa Americana de I.F. da Costa, 1837.

BRITO, Francisco Saturnino Rodrigues de. **Defesa contra Inundações: Melhoramentos do Rio Paraíba e da Lagoa Feia**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1944.

CARAUTA, J. P. P.; SZÉCHY, M. T. M.; RIZZINI, C. M.; ALMEIDA, E. C. de; SANTOS, A. A. dos; ROSA, M. M. T. da; LIMA, H. C. de; e BRITO, A. L. V. T. de. Vegetação de Bom Jesus do Itabapoana, RJ. Observações preliminares e propostas conservacionistas. **Albertoa**, Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, v. 1, n. 15, 4 jan. 1989.

CARAUTA, Jorge Pedro Pereira; FERREIRA DA ROCHA, Elizabeth de Souza. Conservação da flora no trecho fluminense da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Albertoa**, Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, v. 1, n. 11, mar. 1988.

DIAS, Gilberto T.M. O complexo deltaico do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL (CTCQ/SBG), 4., 1981, Rio de Janeiro, publ. esp. n. 2.

**DNOS. Saneamento das Várzeas nas Margens do Rio Paraíba do Sul a Jusante de São Fidélis: Estudos e Planejamentos das Obras Complementares.** Relatório Geral. Rio de Janeiro: Engenharia Gallioli, 1969.

DRUMMOND, José Augusto. **Devastação e Preservação Ambiental no Rio de Janeiro.** Niterói: Eduff, 1997.

IEF. **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica/Rio de Janeiro-1994.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Estadual de Florestas, 1994.

LAMEGO, Alberto Ribeiro. Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé. **Boletim**, Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, n. 154, 1955.

LAMEGO, Alberto Ribeiro. **O Homem e o Brejo.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Lidador, 1974.

MARTIN, Louis; SUGUIU, Kenitiro; DOMINGUEZ, José M.L.; FLEXOR, Jean-Marie. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.** Belo Horizonte: CPRM, 1997.

MARTINELLI, Gustavo. **Campos de Altitude.** Rio de Janeiro: Index, 1989.

MENDES, Renato da Silveira. **Paisagens Culturais da Baixada Fluminense.** São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1950.

NASCIMENTO, M.T.; SILVA, G.C. Efeitos do desmatamento seletivo na estrutura e composição florística de um remanescente de mata de tabuleiro na região norte fluminense. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 6 a 11 outubro 1996, Brasília. **Resumos...** Brasília: Departamento de Ecologia/Universidade de Brasília, 1996.

NASCIMENTO, M.T.; MAZUREC, A.P.; MORENO, M.R.; ASSUMPCÃO,

J.; MORAES, E. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo da Mata do Mergulhão (Campos dos Goitacases, RJ). CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 6 a 11 outubro 1996, Brasília. **Resumos...** Brasília: Departamento de Ecologia/Universidade de Brasília, 1996.

OLIVEIRA, Ronaldo Fernandes de; ARAUJO, Dorothy Sue Dunn de; VIANNA, Maria Célia; CARAUTA, Jorge Pedro Pereira. **Levantamento Florístico da Região de Santa Maria Madalena – Relatório Final**. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 1978.

PETROBRAS e UFRJ renovam convênio. Campos dos Goitacases: **Folha da Manhã**, 17 jun. 1998.

SILVA, José Carneiro da. **Memória Topográfica e Histórica sobre os Campos dos Goitacases com uma Notícia Breve de suas produções e Comércio**. 3ª ed. Campos dos Goytacazes: Fundação Cultural Jornalista Oswaldo Lima, 2010 (1ª ed.: 1819).

SOFFIATI NETTO, Aristides Arthur. **O Nativo e o Exótico: Perspectivas para a História Ambiental na Ecorregião Norte-Noroeste Fluminense entre os séculos VII e XX**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996.

SOFFIATI, Arthur. Os canais de navegação do século XIX no norte fluminense. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes: CEFET Campos, n. 2, Edição Especial, jul./dez. 2007.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991.

VILLELA, D.M; ARAGÃO, L.E.O.C.; BUFFON, L.B.; NASCIMENTO. Efeito do desmatamento seletivo na composição de folhas de *Metrodorea nigra* em uma mata de tabuleiro no norte fluminense (Mata do Carvão), R.J. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 6 a 11 outubro 1996, Brasília. **Resumos...** Brasília: Departamento de Ecologia/

Universidade de Brasília, 1996.

VILLELA, D.M; BUFFON, L.B.; ARAGÃO, L.E.O.C.; CAIAFFA, C.D.  
Produção de serrapilheira em uma mata de tabuleiro no norte fluminense,  
R.J. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 6 a 11  
outubro 1996, Brasília. **Resumos...** Brasília: Departamento de Ecologia/  
Universidade de Brasília, 1996.



## Capítulo 5

# Inundações na baixada campista

José Carlos Mendonça

### *Introdução*

**A** Baixada Campista possui extensas planícies com elevada fertilidade, favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar, fruticultura e pecuária. Busca o saneamento ambiental e a expansão de áreas agrícolas como a que o extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) construiu entre os anos de 1935 a 1985, uma extensa rede de canais artificiais, composta de 389 canais que somam a extensão de 1.293 km, com funções de drenagem e irrigação (FENORTE, 2001).

Em 1989, na gestão do Presidente Fernando Collor de Mello, o DNOS foi extinto, o que agravou ainda mais a o processo de gestão da rede de canais. Desde então e até a criação do Comitê do Baixo Paraíba do Sul, em 2009, o que se observou foi um sistema caótico, fossem pelas intervenções de caráter pontuais, de acordo com interesses particulares e isolados de determinados segmentos de usuários, fossem pelo mau manejo de seus mecanismos de controle (comportas de regulação de fluxo) por parte de instituições públicas que se propuseram a operacionalizá-las, culminando com constantes e progressivos prejuízos ambientais e econômicos à região Norte Fluminense, além de desencadear sucessivos conflitos pelo uso da água.

Os canais da Baixada Campista, implantados pelo DNOS se constituem num extenso, complexo e frágil sistema hidráulico devido às grandes dimensões dos canais primários e alguns secundários (média 50 km de extensão), e a suas baixas declividades (inferiores a 0,02%). Essas características fazem com que qualquer assoreamento ou entupimento no leito dos canais impeça ou comprometa o deslocamento do fluxo da água para o oceano, gerando problemas de abastecimento ou inundações nas áreas de influência.

Os problemas advindos do mau funcionamento do sistema da rede

hidráulica são agravados pela condição climática da região, que apresenta períodos bem definidos de chuva e seca. No período de seca, quando o nível do rio Paraíba do Sul está abaixo da cota de 5,70 m, a adução de água através das comportas torna-se difícil. Em algumas delas não ocorre, tais como as comportas dos canais Campos-Macaé, Coqueiros e Cambaíba, ficando complexa a regularização das cotas ideais de trabalho. Na época das chuvas, ocorrem problemas de outra natureza, pois a elevação do nível das águas do rio Paraíba do Sul e a ocorrência de eventos de forte intensidade pluviométrica, determinam a necessidade de um eficiente manejo das comportas de controle a fim de favorecer a descarga e evitar represamentos e inundações.

Outro grande problema observado na rede de canais da Baixada Campista é sua manutenção, pois a regulação das cotas de fundo e dos taludes e a remoção da vegetação aquática (macrófitas) exigem equipamentos de grande porte (escavadeiras hidráulicas e mecânicas), além de mão-de-obra treinada e experiente. Associado a esses problemas, a rede de canais também sofre o agravante de terem seus leitos comprometidos pela deposição de lixo e esgoto urbanos e industriais, o que compromete ainda mais o correto funcionamento do sistema.

Pelo exposto até o presente momento, o leitor pode, facilmente, entender que o manejo ideal do sistema deve buscar, no período seco, a função de conduzir água para atender a demanda ambiental e dos usuários e no período chuvoso, devido às características geomorfológicas da região, assumir uma função de drenagem e escoamento das águas, mantendo o nível do lençol freático em condições ideais para controle das inundações.

Sendo a água considerada um bem comum, dotado de valor econômico, de grande importância social e estratégica para o desenvolvimento regional, a sua gestão deve ser tratada pelos governos e pela sociedade, com a mais alta prioridade, sendo o seu uso múltiplo e integrado, bem como a minimização dos impactos ambientais, um objetivo que deve ser constantemente perseguido.

Em nosso país, o planejamento e a gestão dos recursos hídricos vêm adquirindo importância cada vez maior, visto que o desenvolvimento econômico e o aumento decorrente da demanda pela água começam a gerar conflitos pelo seu uso cada vez maiores.

A lei Nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, possui como fundamento principal o reconhecimento da água como um recurso finito, vulnerável, dotado de valor econômico, visando garantir sustentabilidade ecológica, administrativa e financeira, repactuando o compromisso da sociedade brasileira com os

corpos hídricos sejam eles naturais ou artificiais.

Na região Norte Fluminense, especificamente na Baixada Campista, os problemas relacionados ao uso da água são relativos, principalmente a sua disponibilidade, distribuição e gestão e apesar de ser bem servida em termos de recursos hídricos, em que se destacam o rio Paraíba do Sul, o rio Muriaé, o rio Ururuaí, as Lagoas Feia, de Cima e Campelo, além da ampla rede de canais, a região vem sofrendo consequências bastantes significativas devido à má gestão dos recursos hídricos (MENDONÇA et al., 2007).

Somente no ano de 2009, foi criado o Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul, denominado CBH Baixo Paraíba do Sul, como um órgão colegiado, com atribuições consultivas, normativas e deliberativas de nível estadual, integrante do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, nos termos da lei Estadual N°. 3239/99. A área de atuação do CBH – Baixo Paraíba do Sul corresponde à bacia hidrográfica situada à Margem Direita e Esquerda do Baixo Paraíba do Sul.

### *Caracterização da área*

Neste início de texto, chamo a atenção do leitor para a importância de separar a área de abrangência do CBH-Baixo Paraíba da área da Baixada Campista. A área do CBH-Baixo Paraíba é muito maior que a área da Baixada Campista e abrange 22 municípios das regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro. A área da Baixada Campista, de menor abrangência, localiza-se às margens do trecho final do Rio Paraíba do Sul, em terras dos municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra, São Francisco do Itabapoana, Carapebus e Quissamã.

Na Figura 1 é apresentada a área de estudo em referência ao estado do Rio de Janeiro e ao Brasil.

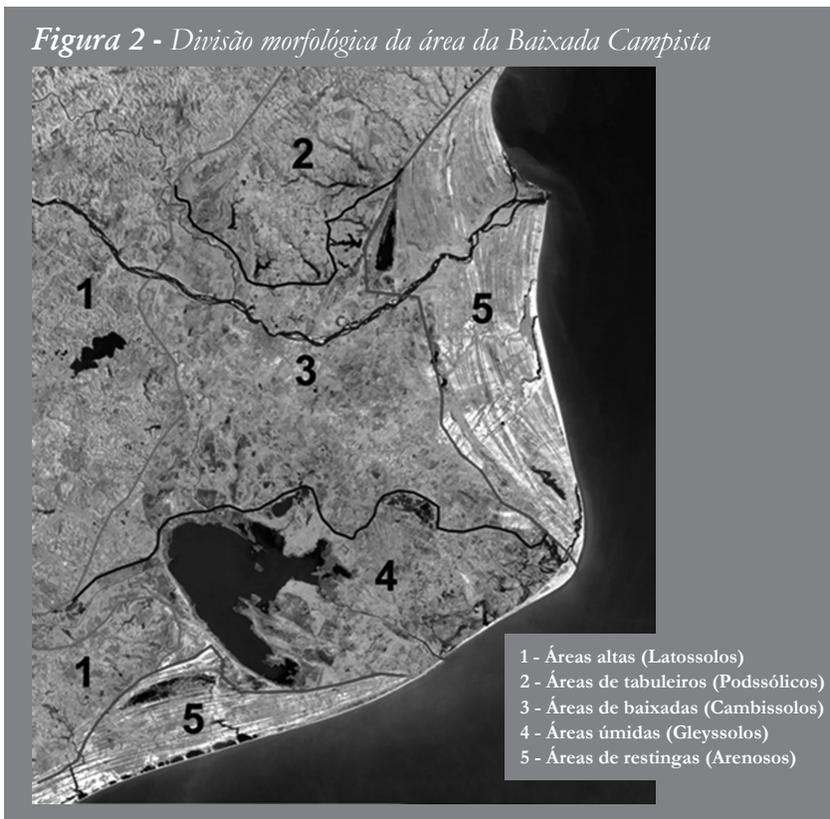


Fonte: LEAG/UENF

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é considerado como tropical úmido (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, sendo a precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.023 mm (GOMES, 1999). No entanto, a ocorrência de eventos extremos de precipitação tem gerado diversos sinistros ambientais, dos quais se destacam cinco grandes enchentes, somente nesta última década.

A Baixada Campista se caracteriza por ser uma vasta várzea originária de uma antiga baía que, após regressão marinha e ascensão continental, ocasionou uma planície de grande extensão, onde é comum a ocorrência de solos com camadas argilosas cuja distribuição se apresenta caótica. A explicação para esta distribuição complexa e heterogênea dos solos na planície fluvial do rio Paraíba do Sul pode ser explicada pela história geológica desta região formada por aportes de sedimentos marinhos e fluviais da era Quaternária (LAMEGO, 1955).

Na Figura 2 é apresentada a divisão morfológica da área e as delimitações das principais classes de solo existentes.



Fonte: Recorte da imagem Landsat 7 – ETM+, de 29/08/1999 – Cena 216/075 – RGB-321

Os sedimentos Quaternários, predominantes nessa área, são constituídos basicamente de aluviões e sedimentos arenosos das restingas que podem ser agrupados em dois tipos: sedimentos marinhos e sedimentos flúvio-lacustres. Os sedimentos marinhos são basicamente constituídos exclusivamente por Areias Quartzozas litorâneas de coloração amarelada e acinzentada, com granulometria variando de fina a grossa. Sua estrutura pode apresentar estratificação cruzada, estruturas convoluídas e plano-paralelas, sendo que geralmente as areias formam as cúspides de lagunas e os cordões litorâneos.

Os sedimentos flúvio-lacustres apresentam uma litologia diversa de acordo com sua origem fluvial e lacustre. Argilas e siltes, micáceos, de coloração acinzentada formam as planícies de inundação constituindo os sedimentos fluviais. Também fazem parte desse grupo as Areias Quartzozas de coloração branco-amarelada de granulometria, variando de média a grosseira, podendo apresentar estratificação cruzada.

A grande variabilidade espacial dos solos da região faz com que o ambiente seja também conhecido, como “colcha de retalhos”, em uma referência ao grande número de classes que ocorrem muitas vezes em pequenas áreas, característica marcante dos aluviões.

Nas áreas de influência dos antigos canais, lagoas e brejos interiores que foram cobertas, mais tarde, por sedimentos aluviais, a topografia é plana, suavemente ondulada, com composição edáfica alternando solos Aluviais, Cambissolos e Hidromórficos, de variada textura com predominância de média e argilosa.

Ao longo do atual leito do Rio Paraíba, próximo à sua desembocadura no Atlântico, encontram-se os diques marginais recentes, os canais secundários colmatados e os fundos de várzea. De topografia plana, ligeiramente elevada, com alternância de depressões e terrenos mais altos, nesta região predominam os Cambissolos e Aluviais.

Nas áreas baixas, às margens das lagoas, localizadas entre os cordões litorâneos e as intertabuleiros, encontra-se o lençol freático muito próximo da superfície, constituindo muitas vezes corpos d'água, onde predominam os Hidromórficos frequentemente orgânicos e semiorgânicos. Neste ambiente se destacam as lagoas São Gregório, Boavista, Porto do Bonde, Do Bonde, Brejo Grande, Saudade, Taquaraçú, Vigário, Das Pedras, Santa Maria, De Cima, Limpa, Açú, Arisco, Campelo, Lagamar, Mel, Misericórdia, Molha Barriga e Salgada, dentre outras, além das Lagoa Feia, Jacaré e Ribeira, onde deságuam os rios Ururaí, Macabú e Prata, que se ligam ao oceano Atlântico através do Canal Flexa.

As restingas ocupam áreas entre planície fluvial do Paraíba do Sul

e o Oceano Atlântico, sendo mais eminentes ao Sul da Lagoa Feia e na região entre o norte da Lagoa do Campelo e o Farol de São Tomé, onde predominam as Areias Quartzozas que, sob ponto de vista agrícola para fins de irrigação, são de pouco interesse, no entanto têm destacada importância para manutenção do ecossistema costeiro.

## *As inundações de 2005/06 e 2008/09*

Neste tópico, destacaremos dois estudos de caso, referente às inundações ocorridas nos anos de 2005/2006 e 2008/2009 em função dessas, além de serem de grande magnitude, representarem momentos singulares na história da gestão das águas na região da Baixada Campista.

Técnicas de sensoriamento remoto foram utilizadas para a caracterização das inundações e imagens de diferentes sensores orbitais (imagens de satélite) foram utilizadas.

### *Inundações de 2005/06*

No caso das inundações de 2005/06, utilizaram-se imagens de reflectância de superfície (produto MOD09) do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – MODIS/Terra, referentes às passagens diurnas dos dias 15/12/2003, 15/01/2005, 05/12/2005, 21/12/2005, 30/12/2005 e 15/01/2006 e uma imagem do Sensor MODIS/Aqua, referente à passagem diurna do dia 18/12/2004. As plataformas Terra e Aqua fazem parte do projeto Earth Observing System (EOS) da National Aeronautics and Space Administration/NASA e se referem ao *tile* h14/v11 e possuem resolução espacial de 500 m e 250 m. Utilizou-se ainda de uma imagem do sensor Thematic Mapper - TM, instalado a bordo da plataforma Landsat 5, referente ao ponto/órbita 216/75, do dia 29/08/1999, com resolução espacial de 30 m.

Os dados pluviométricos foram coletados por uma estação meteorológica automática modelo Thies Clima instalada na área da Estação Evapotranspiramétrica da Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF- convênio Pesagro-Rio, situada no município de Campos dos Goytacazes, RJ, a uma altitude de 11 m acima do nível do mar, com coordenadas geográficas de 21° 44' 47" S e 41° 18' 24" O.

Como metodologia de comparação entre as imagens orbitais,

estabeleceu-se o recorte de cena da imagem do dia 16/12/2003 como referência inicial. A seguir se comparou os recortes das cenas das imagens dos dias 18/12/2004 e 15/01/2005 com a do ano de 2003 e os recortes das cenas das imagens dos dias 05/12/2005, 21/12/2005, 30/12/2005 e 15/01/2006 com as demais imagens anteriores. Essa opção se justificou por ter sido o ano de 2003 considerado um ano de precipitação pluviométrica total próxima ao valor da normal climatológica do município de Campos dos Goytacazes, sendo os dois anos subsequentes considerados como de precipitações total acima da normal.

Além da comparação entre as imagens, aplicou-se um Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) determinando a área da fração água com o objetivo de se estimar a área total ocupada por água. O MLME é uma análise sub-pixel, que considera que a formação de um pixel seja a mistura linear da resposta espectral de água/sombra, solo e vegetação. Para o cálculo da área se considerou, após fatiamento, a imagem sombra acima de 50%. Os valores contaminados por sombras de nuvens foram editados a fim de se evitar confusão entre as classes.

*Tabela 1 - Dados pluviométricos registrados durante os anos de 2003, 2004 e 2005*

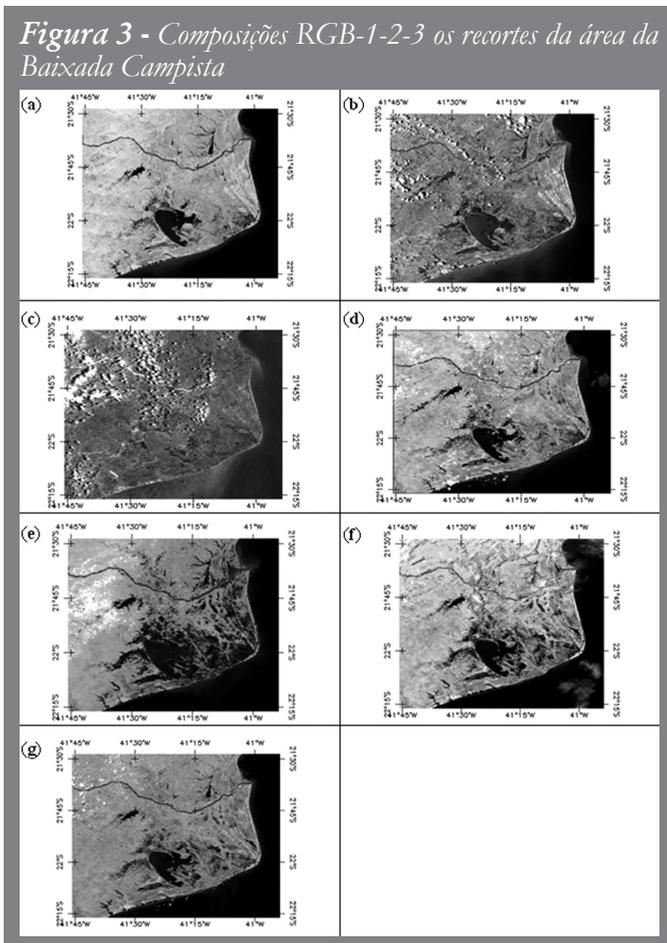
<b>Mês/Ano</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>Janeiro</b>	219,20	169,91	223,80
<b>Fevereiro</b>	15,50	85,20	63,20
<b>Março</b>	148,00	173,30	163,80
<b>Abril</b>	80,70	105,30	54,70
<b>Mai</b>	85,80	56,50	56,50
<b>Junho</b>	0,40	32,50	106,30
<b>Julho</b>	35,80	84,10	58,30
<b>Agosto</b>	50,90	13,90	5,00
<b>Setembro</b>	39,30	3,00	129,80
<b>Outubro</b>	66,90	63,00	31,00
<b>Novembro</b>	65,90	80,00	218,20
<b>Dezembro</b>	110,60	290,90	267,50
<b>Total</b>	919,00	1157,61	1378,10
<b>Diferença</b>	+	238,61	220,49

Fonte: Montagem a partir de base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Pode-se observar, na Tabela 1, um aumento progressivo nos volumes precipitados sobre a região. Esse aumento, num valor médio de 230 mm ao ano implicou, aliado à falta de investimentos e gestão na rede de canais, em grandes prejuízos ao setor agropecuário regional, notadamente em áreas ocupadas por pastagens, cana-de-açúcar e fruticultura.

### Composições RGB (1-2-3)

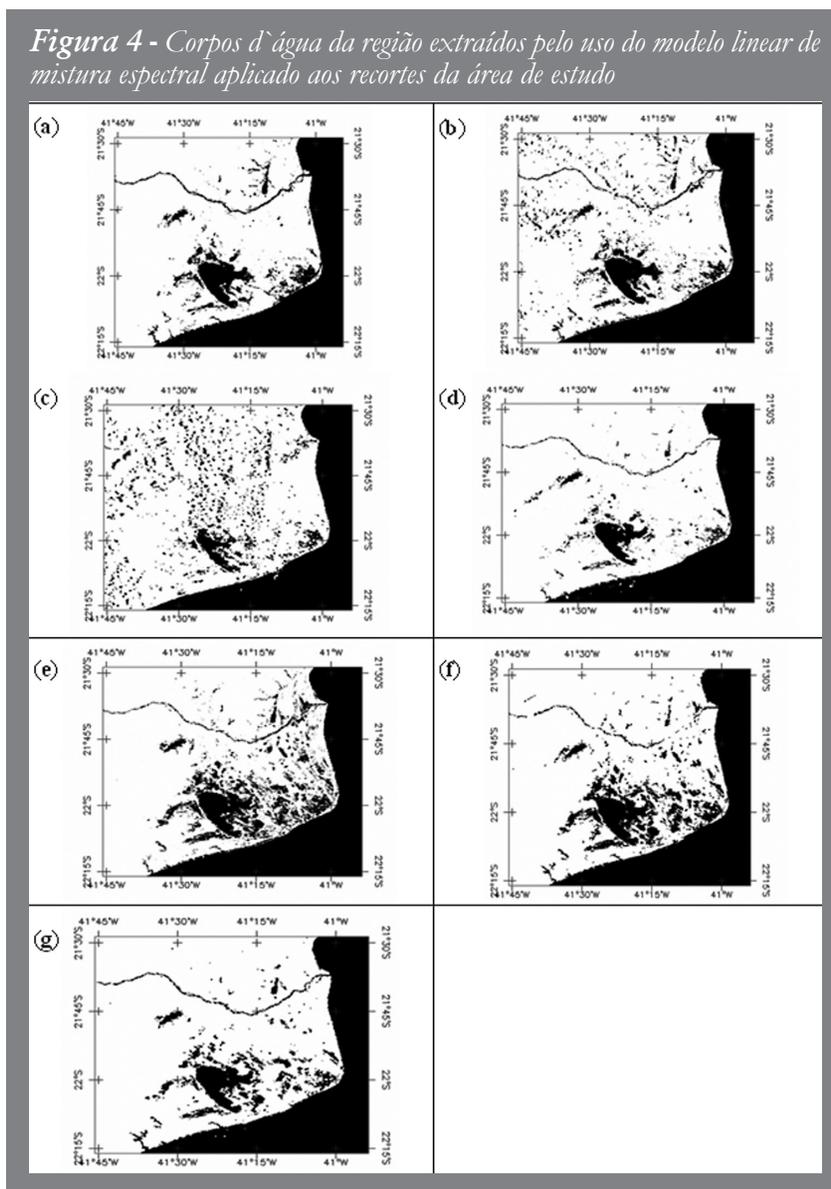
A análise das imagens de satélite permite compreender e visualizar, em escala regional, a dimensão dos danos causados. Na Figura 3 são apresentadas as composições RGB-1-2-3 os recortes da área da Baixada Campista, referentes aos dias 15/12/2003 (a), 18/12/2004 (b), 15/01/2005 (c), 05/12/2005 (d), 21/12/2005 (e), 30/12/2005 (f) e 15/01/2006 (g), respectivamente.



Fonte: Imagens MODIS cedidas pelo LP-DAAC/NASA

### Modelo linear de mistura espectral – fração água

Na Figura 4 são apresentados os corpos d'água da região, extraídos pelo uso do modelo linear de mistura espectral aplicado aos recortes da área de estudo (Figura 3), referentes aos dias 15/12/2003, 18/12/2004, 15/01/2005 (Imagem com forte influência de nuvens), 05/12/2005, 21/12/2005, 30/12/2005 e 15/01/2006, respectivamente.

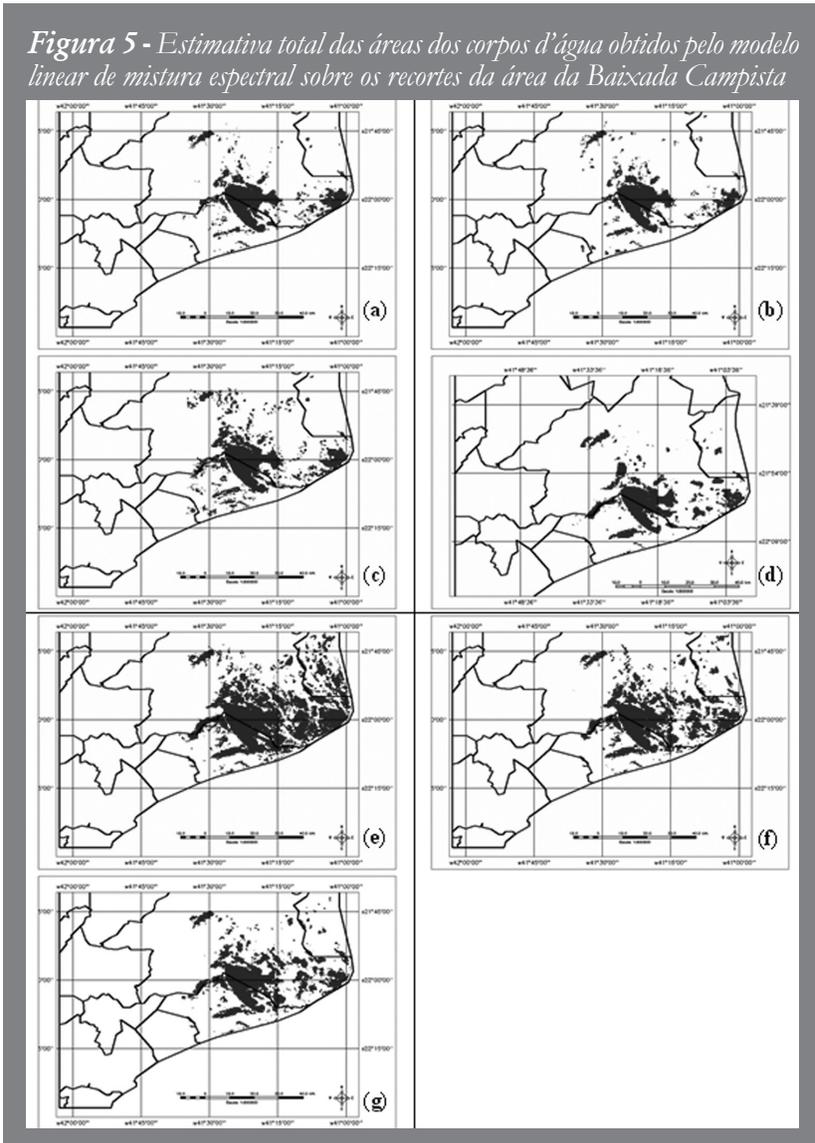


Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral – Processado pelo autor

### Estimativa da área do espelho d'água

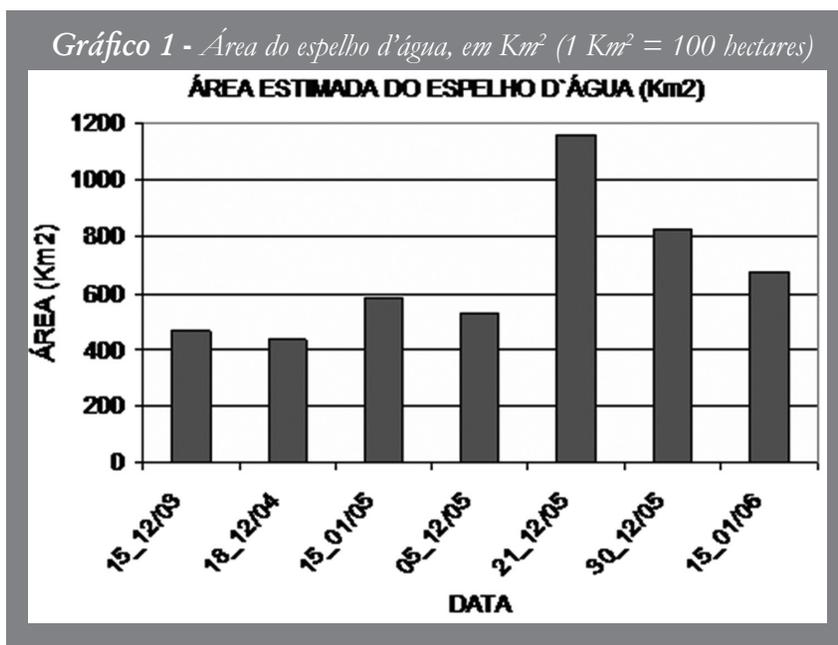
Na Figura 5 é apresentada, sobre uma grade de divisão político-administrativa, a estimativa total das áreas dos corpos d'água, obtidas pelo modelo linear de mistura espectral sobre os recortes da área da Baixada Campista, referentes aos dias 15/12/2003, 18/12/2004, 15/01/2005, 05/12/2005, 21/12/2005, 30/12/2005 e 15/01/2006, respectivamente.

*Figura 5 - Estimativa total das áreas dos corpos d'água obtidos pelo modelo linear de mistura espectral sobre os recortes da área da Baixada Campista*



Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral – Processado pelo autor sobre grade geopolítica do IBGE

No Gráfico 1 é apresentada a consolidação das áreas dos espelhos d'água estimados pelo modelo linear de mistura espectral para os recortes de cena dos dias 15/12/2003, 18/12/2004, 15/01/2005, 05/12/2005, 21/12/2005, 30/12/2005 e 15/01/2006. A resolução espacial utilizada não infere precisão a essas estimativas, porém os valores obtidos podem ser aceitos como um valor de ordem de grandeza e sua análise acompanhada da visualização das imagens.



Fonte: LEAG/UENF

Observando os valores da precipitação pluviométrica (Tabela 1), pode-se perceber um aumento progressivo no volume total da precipitação entre os anos de 2003, 2004 e 2005. No entanto, observando as Figuras 3, 4 e 5 e o Gráfico 1, pode-se perceber que, apesar de ter havido um volume expressivo de chuvas entre os meses de outubro a dezembro de 2004, não ocorreu nenhuma alteração significativa no espelho d'água da região, observada nas Figuras 3, 4 e 5 (a) e (b). O grande volume de chuva ocorrido no mês de janeiro/05 justifica o comportamento espectral observado nos recortes da imagem do dia 15/01/2005 (Figuras 3, 4 e 5 (c)).

Os eventos de chuvas de grandes volumes ocorridos durante o ano de 2005, notadamente nos meses de janeiro, junho e setembro, mantiveram os solos saturados durante todo o ano. Esses eventos e chuva, aliados à baixa condutividade hidráulica existentes nesses tipos de solos, ao abandono das

atividades de manutenção e limpeza dos canais de drenagem e à ausência de uma política de gestão do sistema hídrico, proporcionou, após a forte chuva ocorrida no início do mês de Dezembro/2005, as condições observadas nas Figuras 3, 4 e 5 (e).

O conjunto de fatores observados à época refletia, fielmente, o equívoco na política de gerenciamento dos recursos hídricos da região, cujos gestores (Prefeitura de Campos e SERLA), contrariando a Lei Federal que regulamenta o uso múltiplo das águas, optaram por uma política centralizadora, negando a participação dos usuários nas decisões coletivas.

Como é de conhecimento generalizado, o período das chuvas na região Centro-Sul do Brasil e, conseqüentemente, na região Norte Fluminense se iniciam na 2ª quinzena do mês de outubro. Esse comportamento sazonal da precipitação implica ações preventivas referentes à manutenção e desobstrução da rede de canais, ao manejo de comportas e principalmente, à redução nos volumes de água armazenados, para que se permita o recebimento e fácil escoamento das águas provenientes das fortes chuvas que ocorrem no verão.

As chuvas de alta intensidade, ocorridas nos meses de dezembro de 2005, especificamente nos dias 2, 11, 12 e 13, não encontram condições de escoamento devido à forte saturação dos solos e ao elevado nível da lagoa Feia, decorrente de equívocos na estratégia de gestão que não permitiu, previamente, a abertura das comportas da barragem engenheiro Correia Lima e do canal São Beto (principais estruturas de regulação de fluxo existentes no exutório da Baixada Campista) e assim permitir que houvesse capacidade física para recebimento e escoamento das águas oriundas dos canais de drenagem. Equivocadamente ou possivelmente por desconhecimento técnico, os mesmos gestores da época permitiram que as comportas de adução existentes as margens do rio Paraíba do Sul permanecessem abertas, aduzindo água para o sistema de canais obstruídos e já saturados.

Todos esses equívocos culminaram com a inundação de aproximadamente 63.000 hectares, gerando prejuízos incalculáveis a diferentes setores da economia regional. As Figuras 3, 4 e 5 (f e g) ilustram o comportamento da Baixada Campista 20 e 35 dias após os eventos de chuvas ocorridos entre os dias 9 e 11/12/05 em que se pode observar, claramente, a dificuldade de escoamento das águas das áreas inundadas.

As Figuras 3, 4 e 5 (g) indicam que, no dia 15/01/2006, ainda havia cerca de 15.000 hectares de áreas inundadas na região da Baixada Campista, tendo como referência o dia 05/12/2005 e cerca de 21.000 ha se a comparação for com o dia 15/12/2003, apesar de todos os esforços físicos e financeiros das prefeituras locais em ações emergências para controlar o problema gerado por erros na política de gestão que geraram grandes prejuízos ao erário público e aos usuários dos recursos hídricos da Baixada Campista.

### *Inundações de 2008/09*

#### *Da cronologia dos eventos*

O período chuvoso na Região Norte Fluminense se iniciou com a cota da lagoa Feia em níveis controlados e relativamente baixos para o período. Em 01/11/2008 o nível da lagoa observado em Ponta Grossa dos Fidalgos foi de 3,20 m (Saturnino de Brito) e, em 17/11, de 3,25 m. Entre as 21 h do dia 17/11 e as 9 h do dia 18/11 foi registrado, na estação do INMET, a ocorrência de 189,8 mm de chuvas. Na Plataforma de Coleta de Dados – PCD do Centro de Previsão e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE, instalada no município de Santa Maria Madalena, foi registrado no dia 15/11/2008 um evento de precipitação de 360,25 mm, que contribuiu para o transbordamento dos rios Macabú, Imbé e Preto, sendo estes dois últimos afluentes da lagoa de Cima e todos, afluentes da lagoa Feia. Esses eventos de precipitação geraram grande inundação na bacia da lagoa de Cima afetando, em Campos dos Goytacazes, RJ as comunidades do 9º Distrito – Moromgaba (Lagoa de Cima, Batatal e Conceição do Imbé); 10º Distrito – Ibitioca (Pernambuca e Lagoa de Cima) e o Bairro de Ururá (população ribeirinha). A Defesa Civil do município de Campos dos Goytacazes, RJ contabilizou mais de 2500 pessoas diretamente afetadas por essas inundações.

Esse forte evento pluviométrico que precipitou sobre a bacia da lagoa de Cima é atípico na região, cuja normal climatológica para o mês de novembro é, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, de 160,6 mm para todo o mês. Ainda segundo o INMET, a altura máxima de precipitação em 24 h, no mês de novembro ocorreu no dia vinte (20) do ano de 1972, no valor de 117,2 mm.

*Figura 6 - Volumes máximos precipitados no período de 24 h observadas no período de 1961 -1990 nos municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé*

	Itaperuna			Campos			Macaé		
	P	Dia	Ano	P	Dia	Ano	P	Dia	Ano
<b>Jan</b>	86,6	6	86	89,3	1	67	170,6	17	62
<b>Fev</b>	107,0	28	72	59,8	7	73	147,2	20	62
<b>Mar</b>	52,0	3	69	102,0	28	66	116,2	24	73
<b>Abr</b>	124,0	20	89	149,7	2	77	191,0	4	87
<b>Mai</b>	81,0	1	90	81,8	1	65	58,2	22	76
<b>Jun</b>	32,0	29	73	73,1	24	69	120,9	16	73
<b>Jul</b>	61,2	6	89	45,4	4	76	124,8	15	84
<b>Ago</b>	45,8	6	73	38,0	14	76	67,0	1	67
<b>Set</b>	47,8	4	68	59,6	28	76	116,3	28	76
<b>Out</b>	99,0	27	88	90,9	3	85	62,5	3	85
<b>Nov</b>	99,2	11	81	117,8	20	72	117,2	16	77
<b>Dez</b>	80,4	21	89	82,1	21	89	176,7	1	71

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

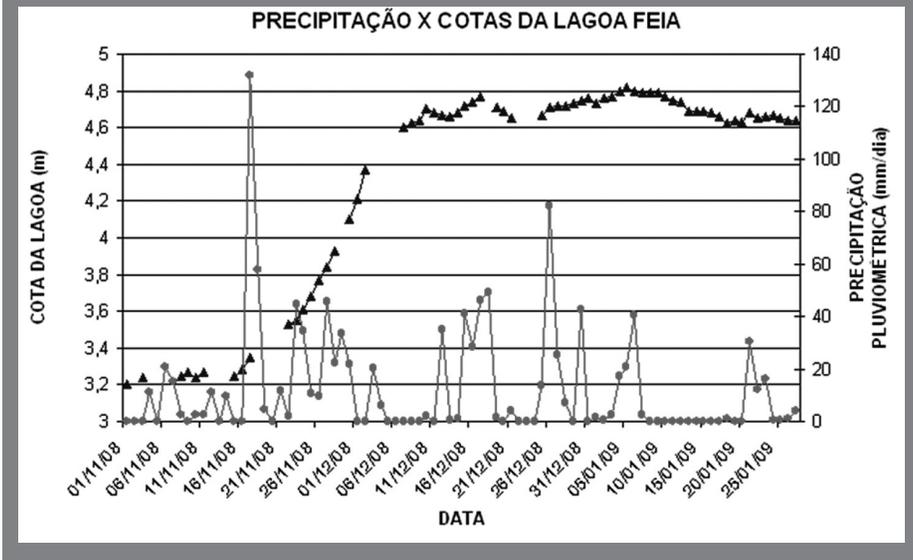
Na Figura 7 é apresentado a cronologia das ações referentes as inundações da Região Norte Fluminense e sua interação temporal com as implosões e rompimentos dos diques marginais a lagoa Feia.

*Figura 7 - Cronologia das ações referentes as inundações de 2008/09 na Região Norte Fluminense, RJ*

DATA	AÇÕES/DIQUES	COTA LAGOA FEIA
03/11/08	Lagoa Feia em situação de normalidade	3,20
15/11/08	Fortes chuvas em Sta M <sup>a</sup> Madalena	3,27
17/11/08	Fortes chuvas na bacia do rio IMBÉ	3,25
04/12/08	Implosão do dique do Louro	4,37
17/12/08	Rompimento do dique do Gravatá	4,72
18/12/08	Abertura do dique de Demerval Queiroz	4,74
20/12/08	Implosão do dique da faz. Capivari	4,75
21/12/08	Implosão do dique da Ilha dos Carães	4,71
23/12/08	Rompimento do dique de Tércia Gomes	4,68
29/12/08	2a Implosão do dique do Louro	4,72
08/01/09	Lagoa Feia alcança nível recorde	4,82

Fonte: Cota ANA/INEA

**Figura 8 -** Gráfico da evolução da cota da lagoa Feia e dos eventos de precipitação durante o período de 01/11/2008 a 30/01/2009



Fonte: Precipitação: LEAG/UENF; Cota: ANA/INEA

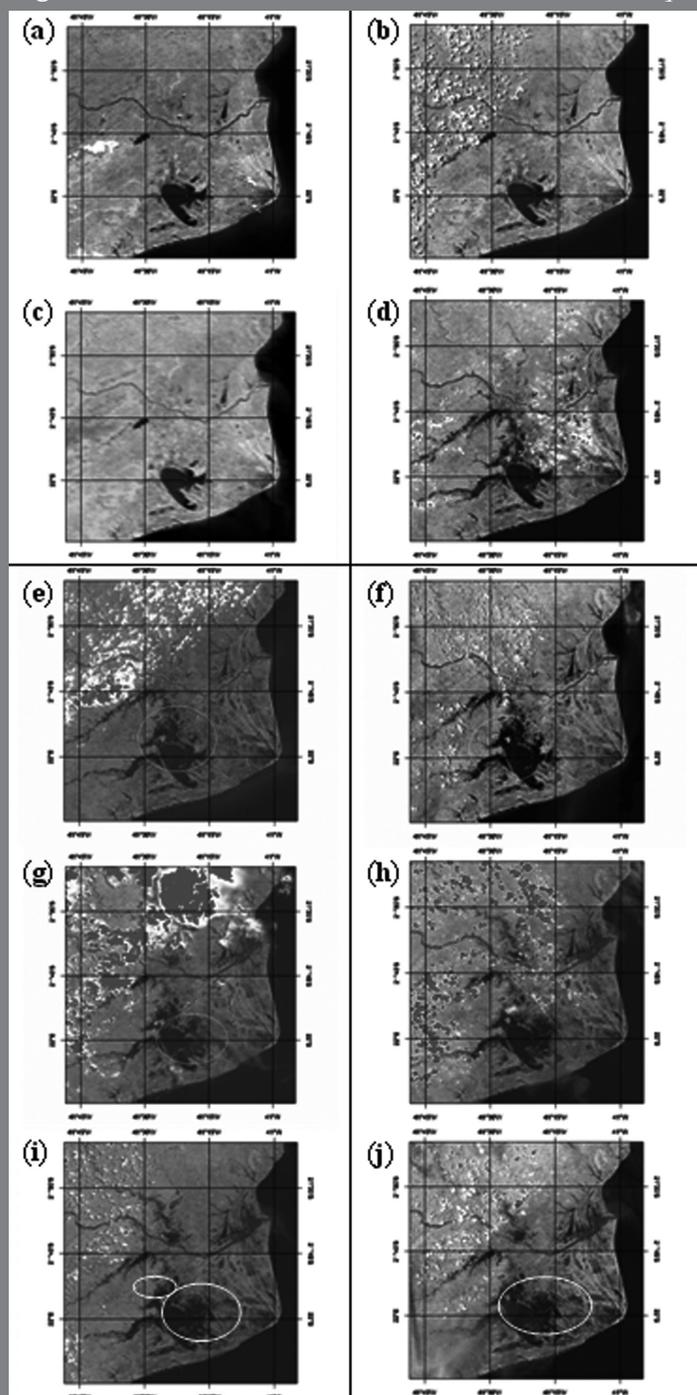
Observando a Figura 8, pode-se perceber que após as fortes chuvas sobre a bacia da Lagoa de Cima, a cota da Lagoa Feia passou a se elevar bruscamente, passando da cota de 3,25 m em 17/11/2008 para 4,10 m em 02/12/2008.

Estimativa da evolução da mancha de inundação na região da baixada campista através das imagens modis. Composições RBG (1-2-3)

A observação de algumas nuvens sobre a área estudada tende a subestimar a estimativa total do espelho d'água da região, sendo que esse é um dos fatores limitantes da técnica, que se aplica melhor em condições de céu totalmente limpo, ou seja, sem influência de nuvens. No entanto, a análise multi-temporal permite a redução dessas incertezas.

Na Figura 9 são apresentados os recortes das cenas do sensor MODIS dos dias 06/10/2008 (a), 24/10/2008 (b), 16/11/2008 (c), 02/12/2008 (d), 05/12/2008 (e), 11/12/2008 (f), 25/12/2008 (g), 02/01/2009 (h), 09/01/2009 (i) e 11/01/2009 (j), respectivamente.

*Figura 9 - Recortes das cenas do sensor MODIS Terra e Aqua*



Fonte: Imagens MODIS cedidas pelo LP-DAAC/ NASA

Na Figura 9 (a) de 06/10/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 274,88 km<sup>2</sup>. Apesar da existência de algumas nuvens sobre a cena, pode-se perceber, nesta figura, que as lagoas Feia, de Cima, do Açú e da Ribeira se encontravam bem comportadas e com seus respectivos espelhos d'água dentro de sua calha característica para o período. Nessa data, em Ponta Grossa dos Fidalgos, foi observada a cota de 3,40 m na lagoa Feia.

Na Figura 9 (b) de 24/10/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 356,81 km<sup>2</sup>. Nesta imagem também se observa a presença de nuvens sobre a bacia da Lagoa de Cima, o que pode, pelo efeito das sombras das nuvens, ter influenciado a elevação da área estimada do espelho d'água. No entanto, as lagoas Feia, do Açú e da Ribeira encontram-se com seus espelhos d'água dentro de sua calha característica para o período. Nessa data, em Ponta Grossa dos Fidalgos, foi observada a cota de 3,43 m na lagoa Feia.

Na Figura 9 (c) de 16/11/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 278,63 km<sup>2</sup>. Nesta imagem, pode-se observar a inexistência de nuvens sobre a área de estudo sendo a área estimada semelhante a da Figura 9 (b). As lagoas Feia, de Cima, do Açú e da Ribeira se encontram com seus espelhos d'água dentro de sua calha característica para o período. Nessa data, em Ponta Grossa dos Fidalgos, foi observada a cota de 3,25 m na lagoa Feia. Importante observar que este dia antecede as fortes chuvas ocorridas sobre a bacia da Lagoa de Cima.

Na Figura 9 (d) de 02/12/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 576,69 km<sup>2</sup>. As fortes chuvas ocorridas nos dias 15/11/2008 em Santa Maria Madalena, RJ e em 17/11/2008 sobre a bacia da Lagoa de Cima elevaram em cerca de 110 % a área estimada do espelho d'água da região, concentrada, nas sub-bacias dos rios Macabú, Imbé, Prata e Ururáí. Estes valores, possivelmente, estão subestimados devido à presença de nuvens sobre a área. Nessa data, em Ponta Grossa dos Fidalgos, foi observada a cota de 3,25 m na lagoa Feia. Até essa data, nenhum dique havia sido implodido, removido ou estourado naturalmente.

Na Figura 9 (e) de 05/12/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 997,13 km<sup>2</sup>. Após a 1ª implosão do dique da Fazenda do Louro, ocorrida em 4/12/2008, pode-se observar que a mancha de inundação já se encontra 260 % maior que o espelho d'água inicial, com destaque (círculo amarelo) para a os incrementos observados nas bacias do Rio da Prata e Rio Ururáí. As Bacias dos Rios Macabú, Imbé

e Lagoa de Cima continuam saturadas, mas as lagoas Feia, Ribeira e Açú ainda se encontram dentro de suas dimensões aparentemente normais. A lagoa Feia já registrava sua cota em 4,37 m.

Na Figura 9 (f) de 11/12/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 682,99 km<sup>2</sup>. As nuvens sobre a cena estudada indicam que essa área estimada tende à subestimação. No entanto se pode observar que as bacias dos rios da Prata e Ururáí continuam extremamente saturadas, com avanços sobre a lagoa do Jacaré e Ponta Grossa dos Fidalgos. Nessa data a Lagoa Feia registrava cota em 4,64 m.

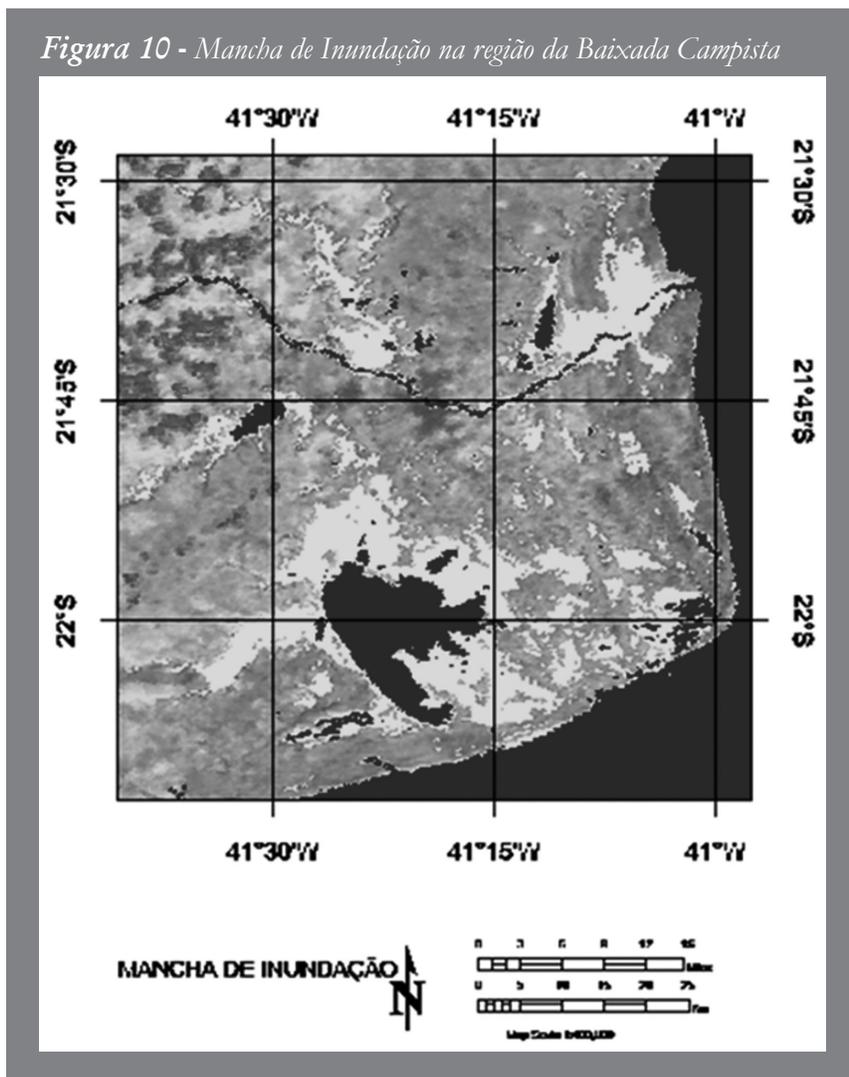
Na Figura 9 (g) de 25/12/2008, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 708,50 km<sup>2</sup>. A existência de nuvens sobre a cena indica que a área do espelho d'água está subestimada. Nessa data os diques do Gravatá, Demerval Queiroz, Capivari, Carães e de Tércia Gomes já se encontravam todos abertos e a mancha de inundação se avançava sobre a região da Baixada Campista. Nessa data a Lagoa Feia registrava cota em 4,66 m.

Na Figura 9 (h) de 02/01/2009, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 677,75 km<sup>2</sup>. Novamente a existência de nuvens sobre a cena indica que a área do espelho d'água está subestimada. Nessa data todos os diques já se encontravam abertos e a mancha de inunda avançava sobre a região da Baixada Campista, em direção a Farol de São Thomé e Barra do Furado, seja pela bacia do canal Coqueiros, seja pela região de Retiro, Canto do Engenho, Guanandi, Flecheira e Barro Vermelho. Na superfície, observa-se o caos e o desespero de centenas de famílias, em sua maioria de pequenos produtores rurais. Nessa data a Lagoa Feia registrava cota em 4,76 m.

Na Figura 9 (i) de 09/01/2009, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 991,56 km<sup>2</sup>. Nessa cena, a área estimada do espelho d'água, apesar da presença de algumas nuvens, tende a ser mais real. Semelhante a Figura 9 (h), a mancha de inundação se encontra 261 % maior que o espelho d'água inicial, sendo agora a Baixada Campista, a região mais afetada. Em 7/01/09 a cota da lagoa Feia registrou seu recorde em 4,82 e em 9/01/09 se encontrava em 4,79, mesmo depois da abertura de todos os diques.

Na Figura 9 (j) de 11/01/2009, a área estimada do espelho d'água da região foi de aproximadamente 1007,75 km<sup>2</sup>. Nessa cena, a área estimada do espelho d'água, apesar da presença de algumas nuvens, tende à realidade. Semelhante a Figura 9 (i), a mancha de inundação se encontra

cerca de 267 % maior que o espelho d'água inicial, sendo a Baixada Campista, a região mais afetada. Nessa data a lagoa Feia se encontrava na cota de 4,79 m. Diferentes localidades da Baixada se encontram alagadas e seus habitantes, bem como os setores produtivos local, amargavam grandes prejuízos.



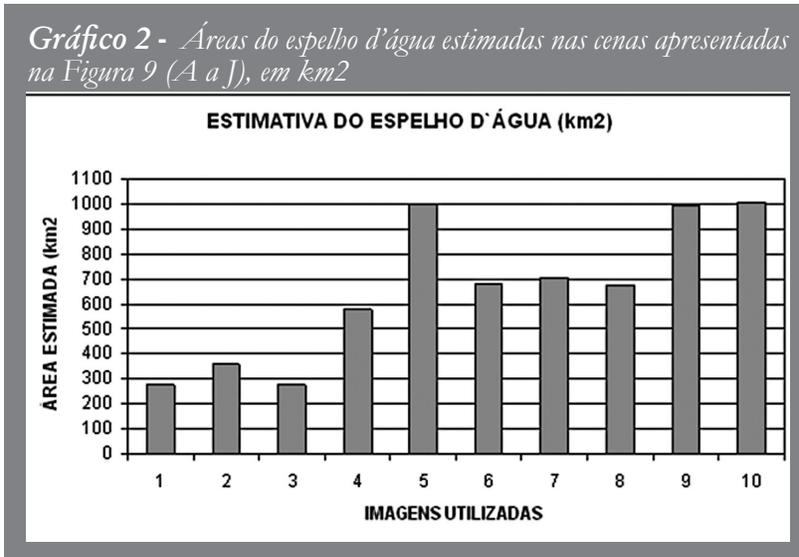
Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral sobre Imagem MODIS cedidas pelo LP-DAAC/NASA

Em Preto a área antes dos eventos das chuva = 27.400 ha

Em Cinza a área da mancha de inundação = 71.600 ha

Uma área expandida em 2,6 vezes, só na Baixada Campista.

*Gráfico 2 - Áreas do espelho d'água estimadas nas cenas apresentadas na Figura 9 (A a J), em km<sup>2</sup>*



Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral – Processado pelo autor

A numeração do eixo “x” corresponde às imagens MODIS das datas 06/10/08, 24/10/08, 16/11/08, 02/12/08, 05/12/08, 11/12/08, 25/12/08, 02/01/09, 09/01/09 e 11/01/09, respectivamente. Observa-se a tendência à subestimação nas imagens 6, 7 e 8, contaminadas por nuvens.

*Estimativa da evolução da mancha de inundação na região da baixada campista através das imagens CBERS2b\_CCD e LANDSAT\_TM*

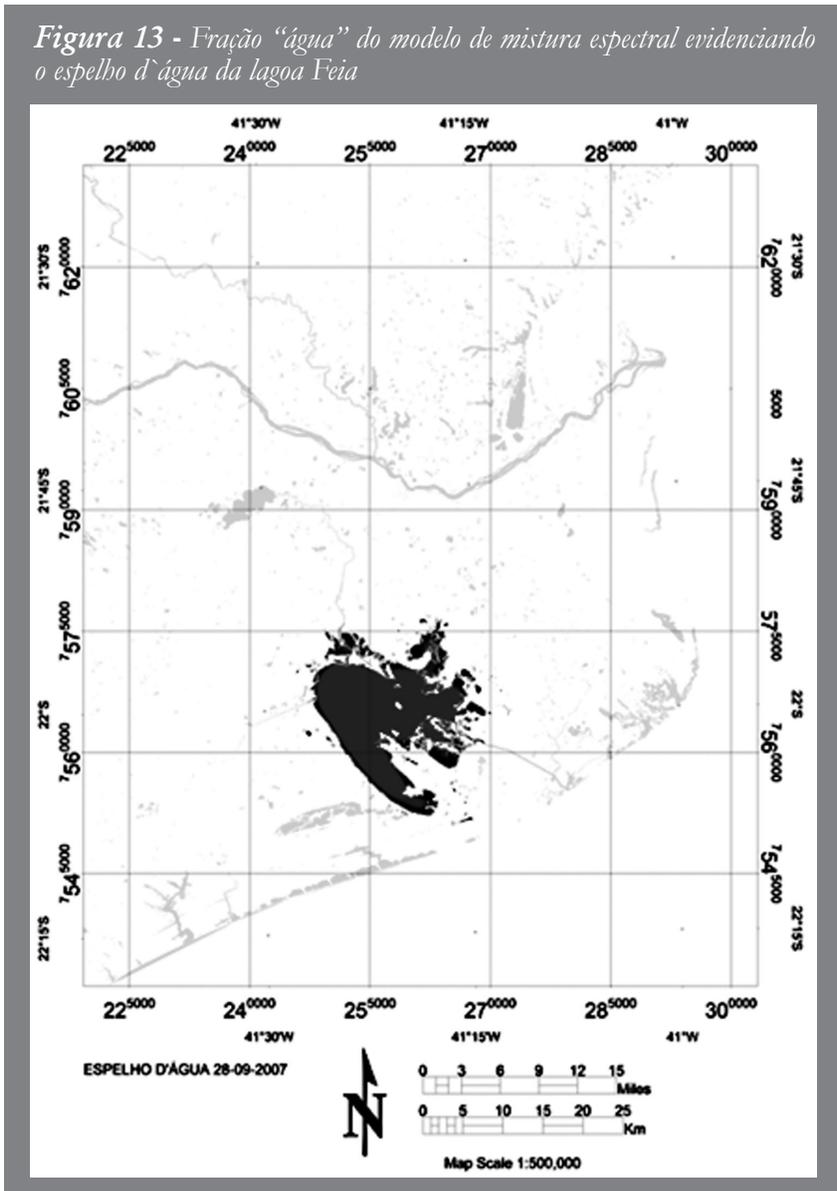
Os dados pluviométricos foram coletados por uma estação meteorológica automática modelo Vaisalla, que pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, instalada no Colégio Estadual Agrícola “Antônio Sarlo” situada no município de Campos dos Goytacazes, RJ e na Plataforma de Coleta de Dados – PCD, da rede do Sistema de Meteorologia do estado do Rio de Janeiro - SIMERJ, instalada no município de Santa Maria Madalena, RJ.

Nessa análise, aplicou-se a técnica do modelo de mistura espectral para se avaliar e quantificar a mancha de inundação da área estudada. Como parâmetro inicial, utilizou-se uma cena do sensor LANDSAT-TM, imageada em 28/07/2007, quando a região se encontrava em relativo estado de normalidade. As imagens dos sensores CBERS2b\_CCD e LANDSAT\_TM possuem resolução espacial de 20 m e 30 m, respectivamente.

Na Figura 11 é apresentada a rede hidrográfica existente na área de estudo,



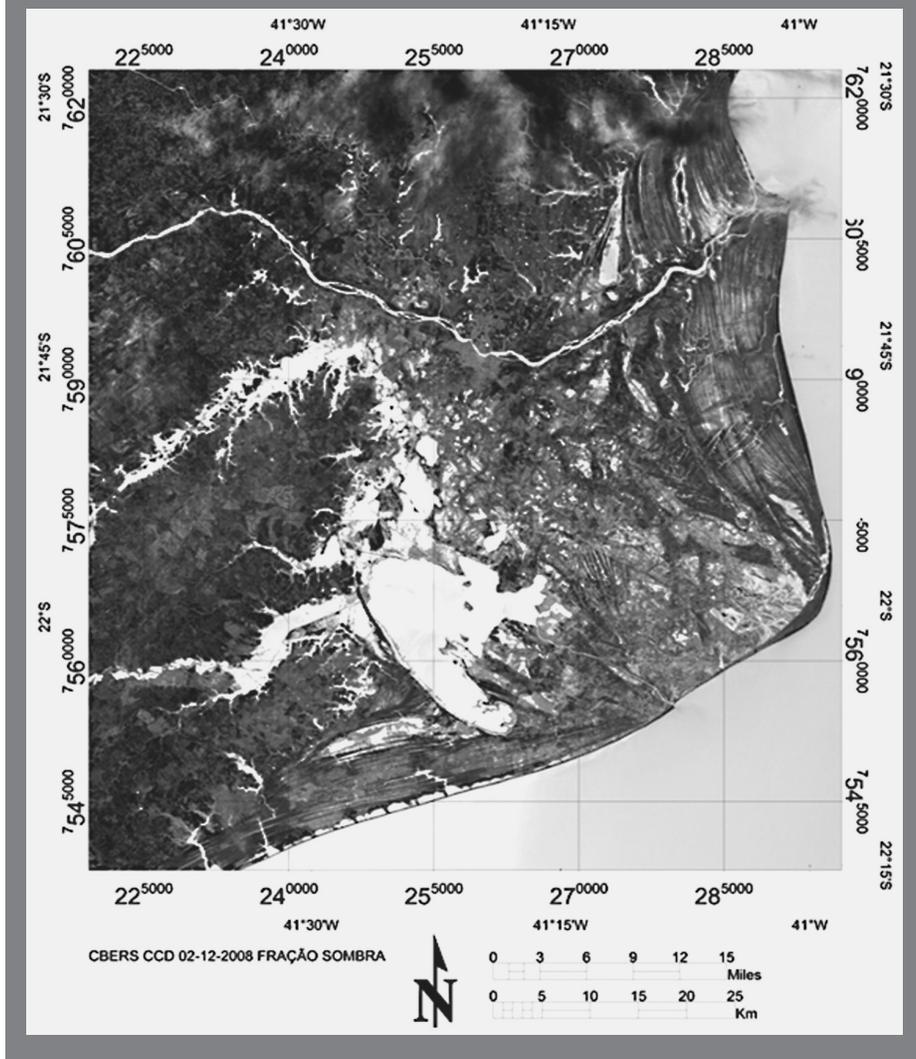
Na Figura 13 é apresentada a fração “água” obtida do modelo de mistura espectral executado sobre a imagem Landsat TM, evidenciando o espelho d’água da lagoa Feia, em 28/09/2007.



Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 cedida pelo INPE

Na Figura 14 é apresentada a fração “água” gerada pelo modelo de mistura espectral, evidenciando a mancha de inundação em 02/12/2008, antes das implosões dos diques do entorno da lagoa Feia.

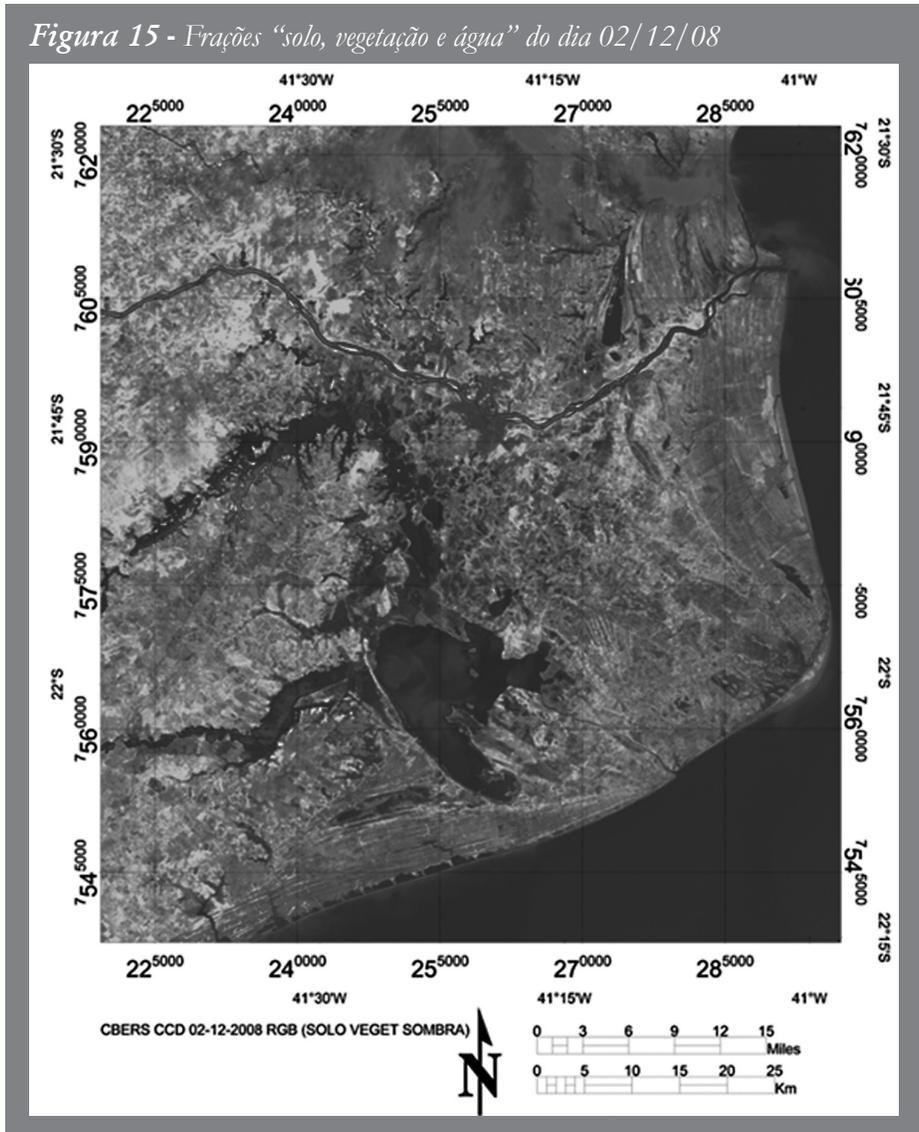
*Figura 14- Fração “água” gerada pelo modelo de mistura espectral, em 02/12/2008*



Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Cbers 2-b cedida pelo INPE

Pela análise da Figura 14, pode-se perceber que a mancha de inundação se concentra nas bacias dos rios Imbé, Ururaí, Prata e Macabú, estando a Baixada Campista, neste momento sem grandes transtornos. O caos se localiza nas regiões da Lagoa de Cima, Ururaí e na Bacia do Rio Macabú, predominantemente.

Figura 15 - Frações “solo, vegetação e água” do dia 02/12/08

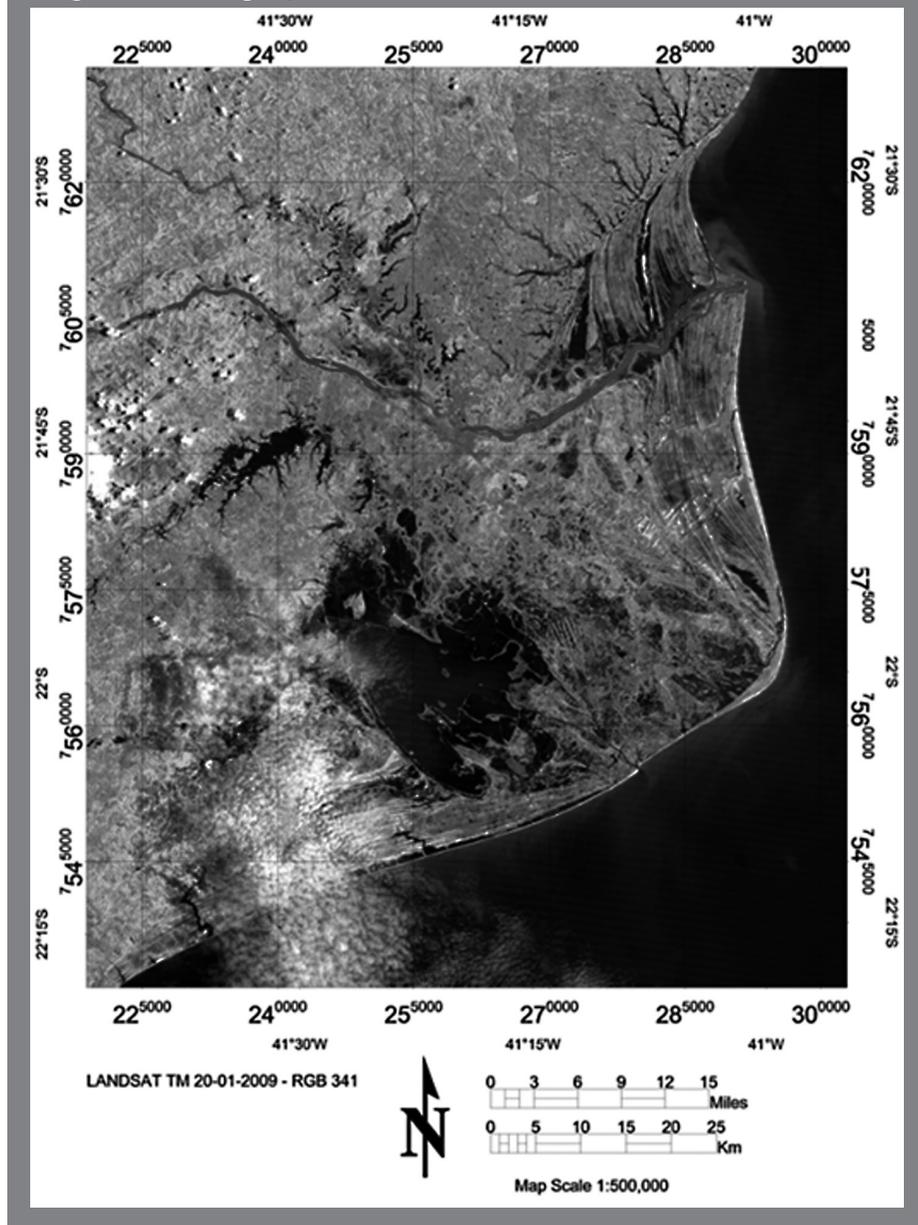


Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Cbers 2-b cedida pelo INPE

Observando a Figura 15, pode-se perceber que mesmo com a mancha de inundação concentrada as bacias do rio Macabú, Prata, Ururaí e Imbé, a região da Baixada Campista já apresenta áreas de alagamentos, em função da má conservação dos canais de drenagem existentes na região.

A Figura 16 apresenta a composição RGB 341 da cena Landsat\_TM do dia 20/01/2009 que possui contaminação por nuvens sobre a bacia do Rio Macabú, mas evidencia a área inundada sobre a Baixada Campista após a implosão e rompimento dos diques.

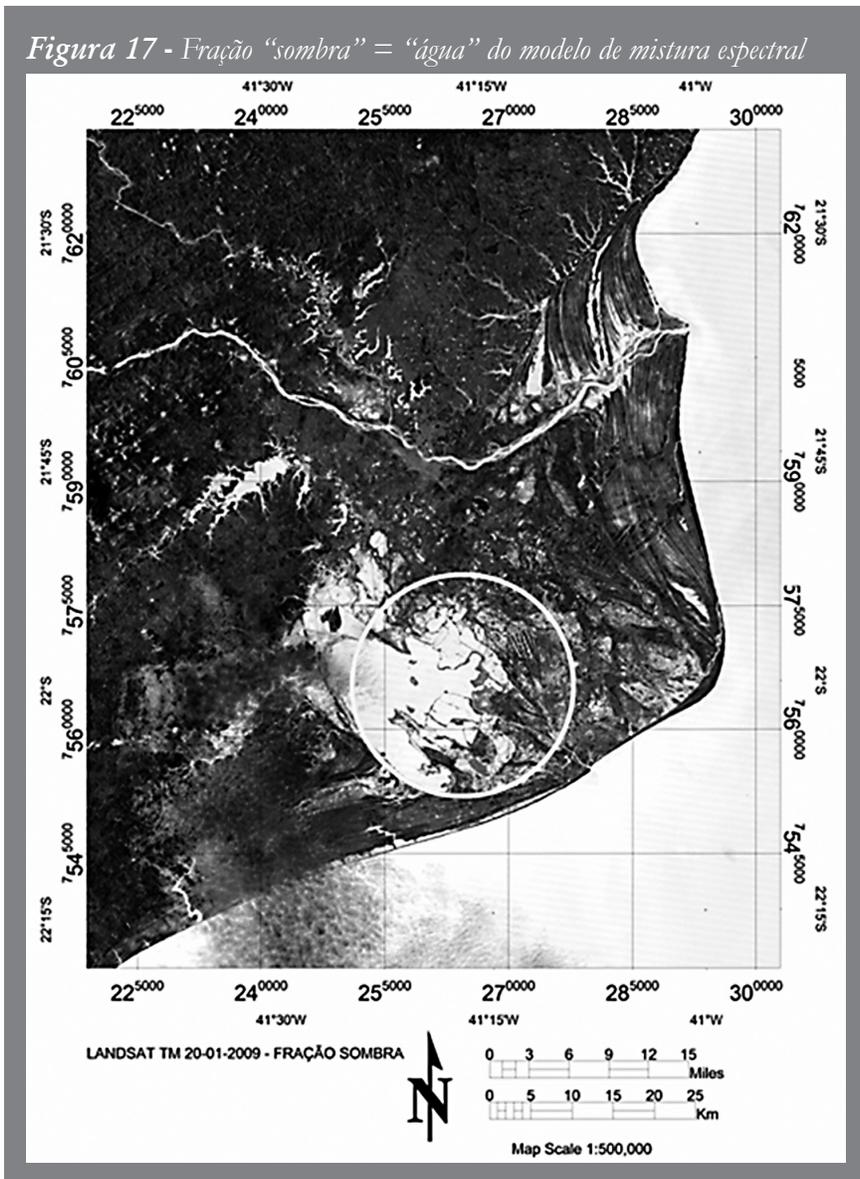
*Figura 16 - Composição RBB 341 da cena Landsat\_TM do dia 20/01/09*



Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 cedida pelo INPE

Na análise da Figura 16, deve-se destacar a contaminação por nuvens sobre a bacia do rio Macabú e lagoa da Ribeira. No entanto a região leste da lagoa Feia se encontra devidamente evidenciada e possível ser analisada.

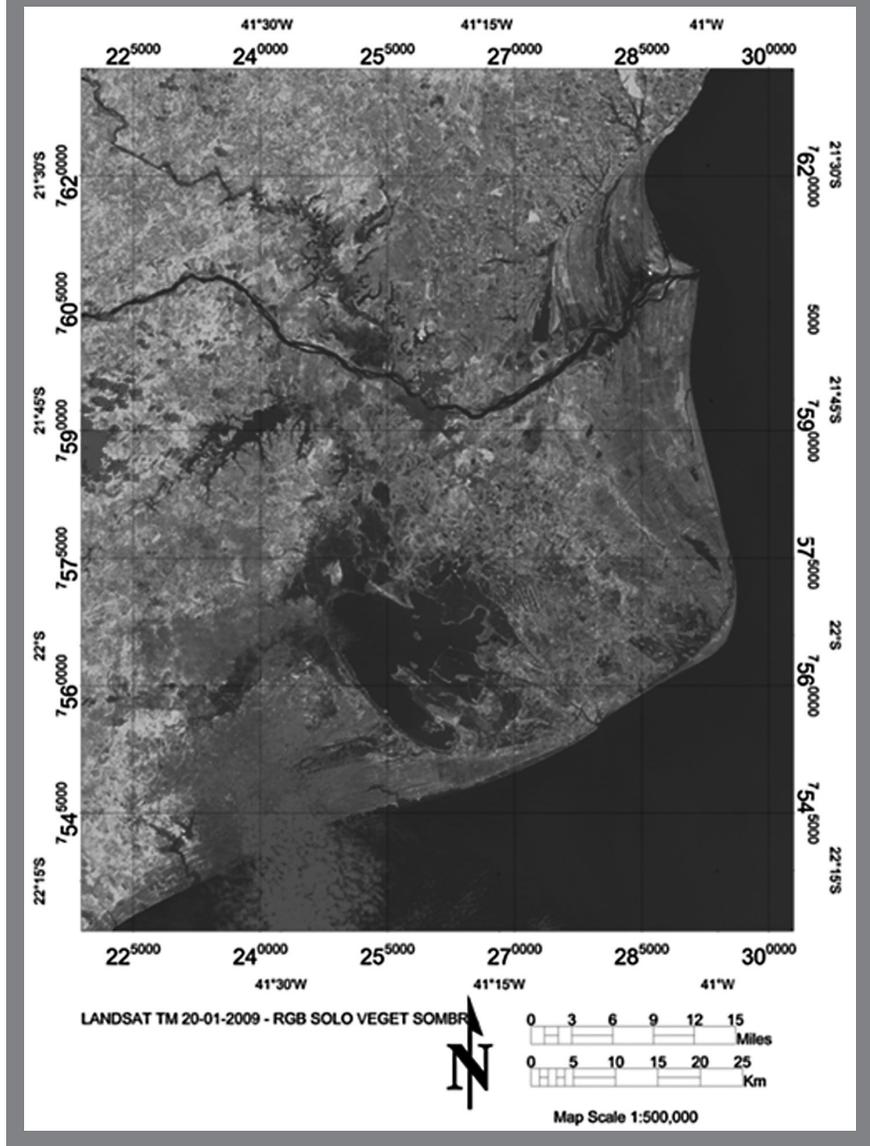
Figura 17 - Fração “sombra” = “água” do modelo de mistura espectral



Fonte: Fração água/sombra do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 cedida pelo INPE

Na análise da Figura 17, deve-se destacar a contaminação por nuvens sobre a bacia do rio Macabú e da lagoa da Ribeira, que afeta a análise das inundações, para esse dia, no município de Quissamã. No entanto na região da Baixada Campista, pelo modelo de mistura espectral, evidencia-se a mancha de inundação em 20/01/2009, depois das implosões e rompimentos dos diques do entorno da lagoa Feia. Ver circula de destaque!

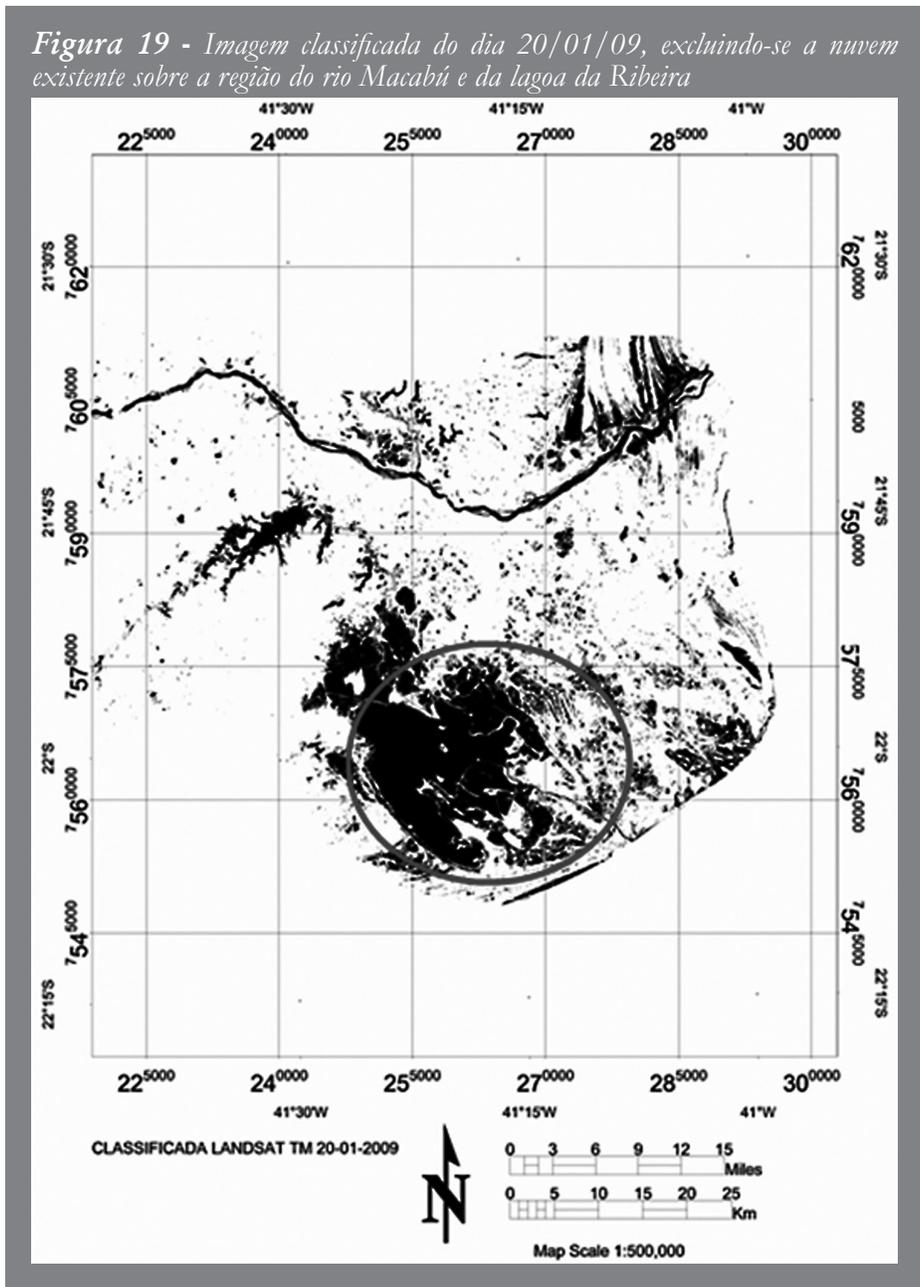
*Figura 18 - Frações “solo, vegetação e água” do dia 20/01/09*



Fonte: Fração solo/água/vegetação do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 cedida pelo INPE

Observando a Figura 18, pode-se perceber que, mesmo com a mancha de inundação concentrada, nas bacias do rio Macabú e na lagoa da Ribeira, a região da Baixada Campista é evidenciada pelas áreas de alagamentos, em função dos rompimentos dos diques e da falta de conservação dos canais de drenagem existentes na região.

*Figura 19 - Imagem classificada do dia 20/01/09, excluindo-se a nuvem existente sobre a região do rio Macabú e da lagoa da Ribeira*



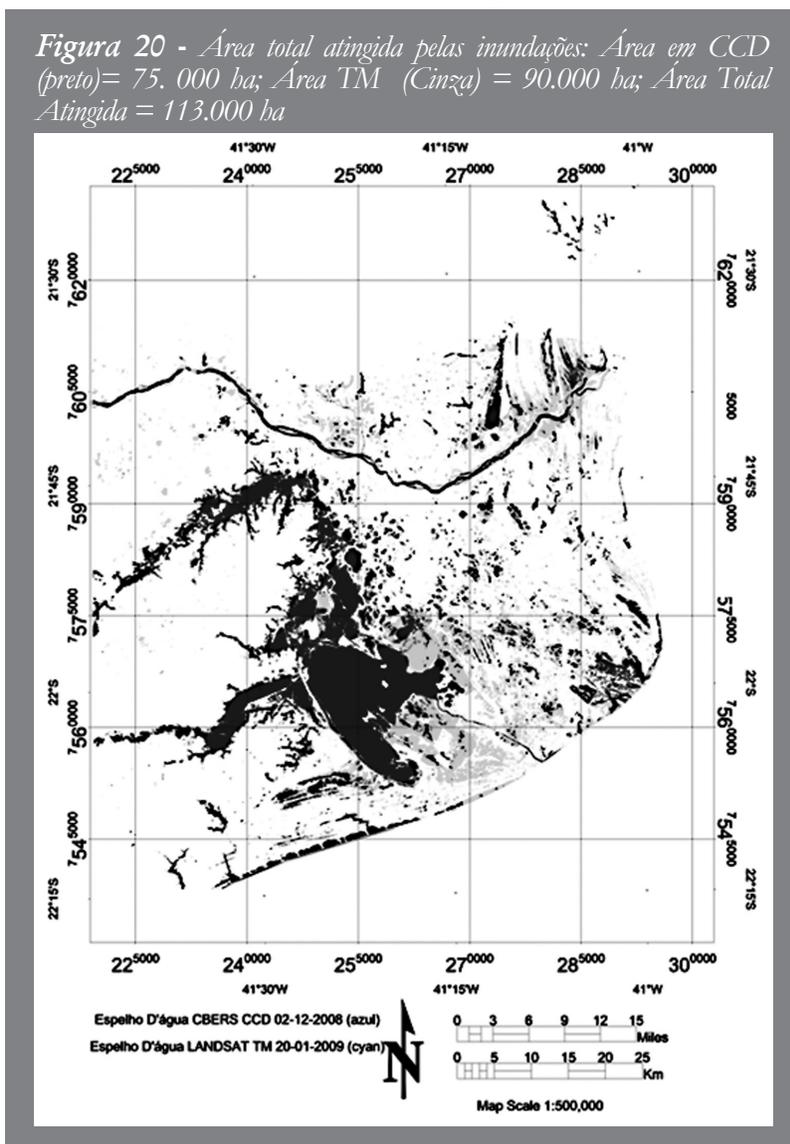
Fonte: Fração água do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 cedida pelo INPE

Na análise da Figura 19, deve-se destacar o avanço da mancha de inundação pelas bacias do canal Coqueiros, através dos canais Vala do Mato, Goiaba, Restinga e Pensamento e pela região do Retiro/Canto do Engenho,/ Guanandi, através dos canais Rio Novo, Major e Barro Vermelho.

### Área total atingida pelas inundações em 2008/09

Através da sobreposição das áreas da fração “água” obtidas através do Modelo de Mistura Espectral extraídas das imagens CBER2b\_CCD, de 02/12/08 e LANDSAT\_TM de 20/01/09 foi possível estimar a área total atingida pelos eventos das inundações deste período.

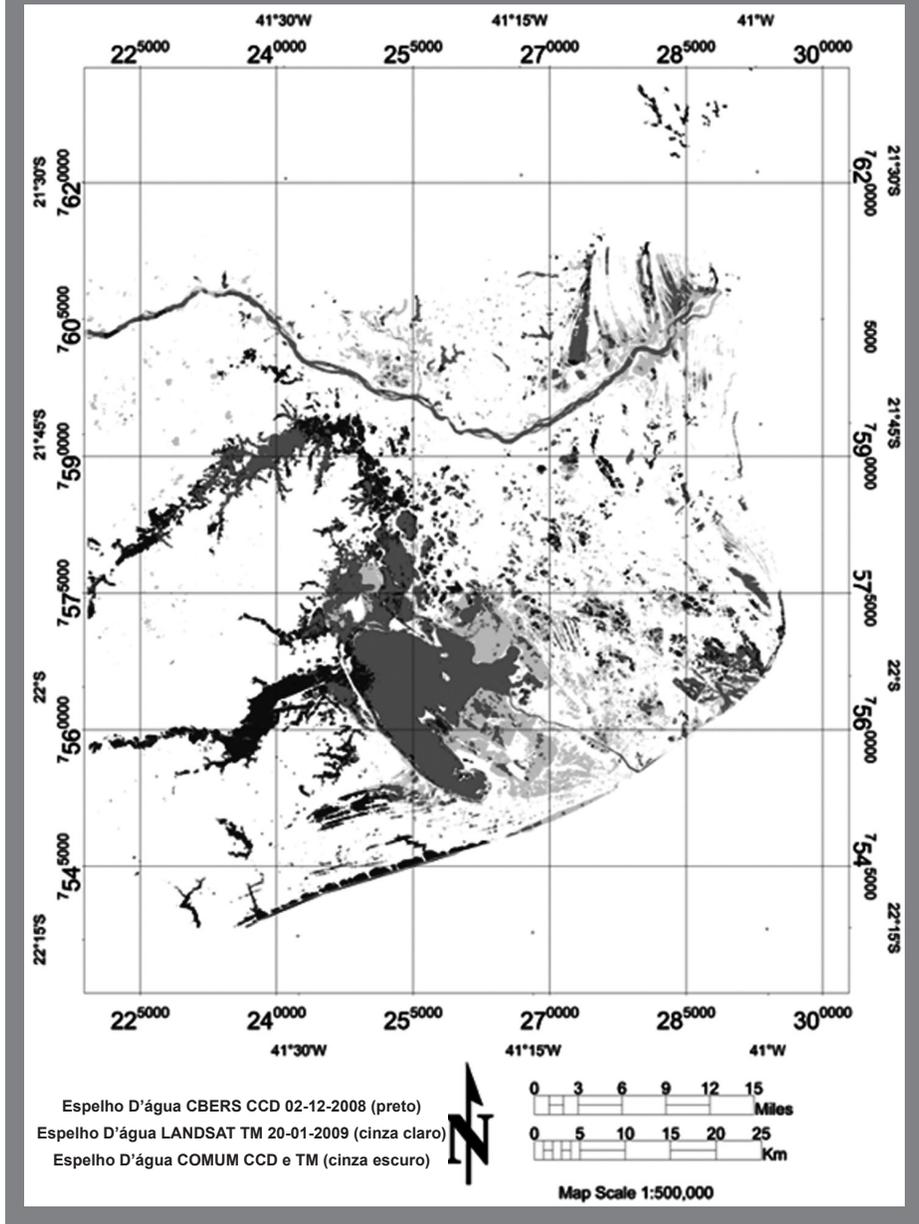
A Figura 20 apresenta a composição das imagens que permite visualizar a mancha total de inundação na região.



Fonte: Fração água do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 e Cbers 2-b cedidas pelo INPE

Área total da mancha de inundações em 2008/09

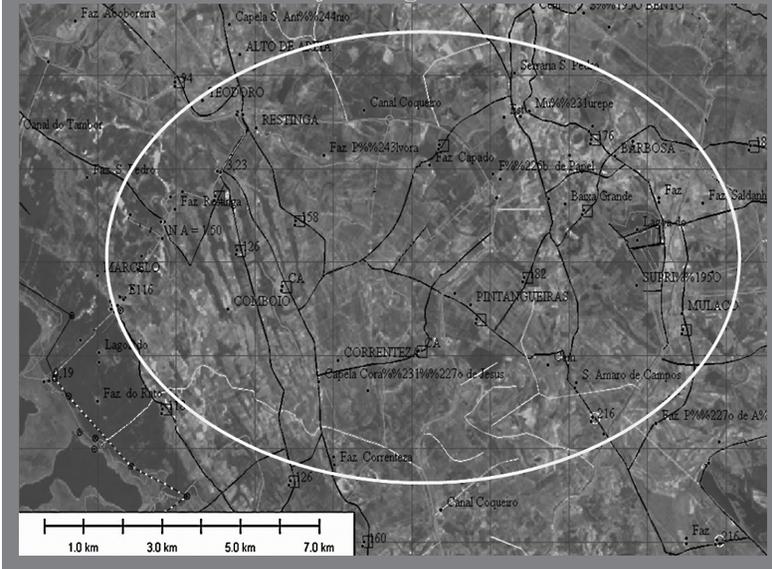
*Figura 21 - Área total da mancha de inundações: Área em preto = 27.400 ha; Área total em Cinza = 71.600 ha; Incremento de 2,6 vezes a área inicial (em 06/10/2008)*



Fonte: Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 e Cbers 2-b cedidas pelo INPE

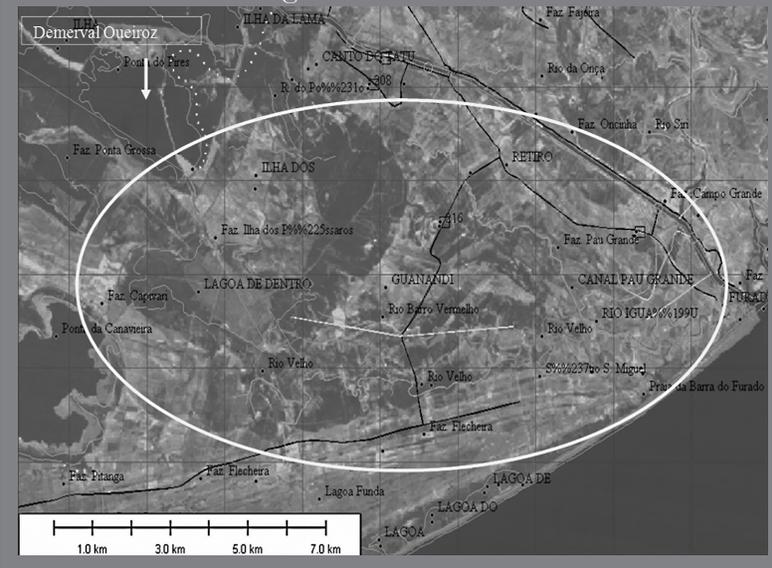


*Figura 24 - Detalhe da mancha de inundação no região do médio Coqueiros após implosão do dique. Detalhe para as áreas inundadas nas localidades de Correnteza, Pitangueiras e Babosa*



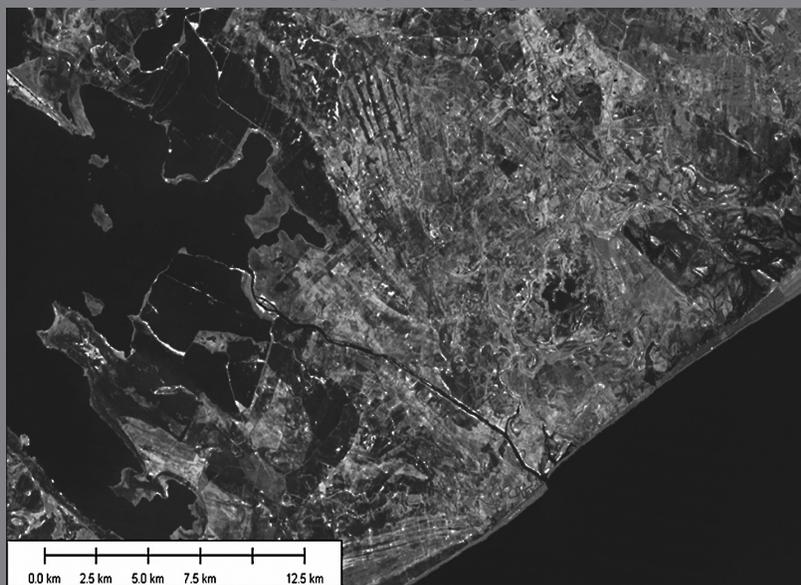
Fonte: Fração água do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre base cartográfica da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes, RJ

*Figura 25 - Detalhe da mancha de inundação no região da margem direita do canal Flecheira após implosão dos diques de Demerval Queiroz e Capivarí. Detalhe para as áreas inundadas nas localidades de Retiro, Guanandi, Canto do Engenho, Flecheira e Pau Grande*



Fonte: Fração água do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre base cartográfica da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes, RJ

*Figura 26 - Detalhe da mancha de inundação na margem direita da lagoa Feia. Grande parte da Baixada Campista foi atingida pela mancha de inundação*



Fonte: Fração água do Modelo Linear de Mistura Espectral sobre imagem Landsat 5 TM cedida pelo INPE

### *Das comunidades e estradas atingidas*

Na região da Baixada Campista, foram diversas as localidades atingidas em decorrência das implosões, aberturas e/ou rompimentos dos diques existentes no entorno da lagoa Feia. Pela margem esquerda do canal Flecha podemos elencar as comunidades de Canto de São Martinho, São Martinho, Valeta, Bela Vista, Marcelo, Goiaba, Vala do Mato, Canto do Rio, Tocos, Sabão, Mussurepe, Correnteza, Caboio, Babosa, Boa Vista e Pitangueiras, dentre outras. Pela margem direita do canal Flecha, destacam-se as localidades de Canto do Engenho, Retiro, Guanandi, Canto do Tatu, Flecheira e Pau Grande.

Dentre rodovias e estradas vicinais podemos elencar a estrada de Tocos a São Martinho (CA-1160 e (CA-118), que chegaram a apresentar nove (9) trechos interditados pelas águas: a estrada de Mineiros à São Martinho (CA-158), estrada de correnteza (CA-180), a estrada de acesso a comunidade de Bela Vista (CA-198) e (CA-194), Estrada de São Martinho ao Terminal Pesqueiro (CA-200), a Estrada Mangal a Canto do Engenho (CA-210), Estrada de Mangal ao Canto do Tatu (CA-208), Estrada de Retiro a Guanandi (CA- 216), dentre outras.

*Figura 27 – Fotografias de estradas e localidades atingidas pelas inundações*





Fonte: Acervo do autor

## *Considerações finais*

Das perdas materiais, estima-se que 40% das plantações de cana-de-açúcar foram perdidas, impactando o setor de serviços e industrial pelas próximas duas safras. Quase que 100% das lavouras anuais (milho, abóbora, mandioca, dentre outras) também foram perdidas. Na pecuária de leite e corte os prejuízos também foram estimados em torno de 40%. Diversas indústrias de cerâmica vermelha, principalmente nas localidades de Sabão e Mussurepe tiveram suas atividades paralisadas por vários meses.

Com base na imagem do dia 06/10/2008, antes do início do período chuvoso, pode-se concluir que o espelho d'água da Baixada Campista sofreu um incremento de 2,6 vezes; que a área total atingida pelas águas entre o período de 17/11/08 e 20/01/2009 foi de 112.851 ha (cento e doze mil, oitocentos e cinquenta e hum hectares) e que as ações de rompimento dos diques contribuíram para a propagação dos problemas, sendo ineficaz para o rebaixamento do nível da lagoa Feia.

## *Referências*

FENORTE, 2001 - MENDONÇA, J. C.; OLIVEIRA, V. P. S.; ALVAREZ, O. H. N.; CARVALHO, D. **Revitalização da Rede de canais da Baixada Campista**. 2001. Relatório Técnico. Fundação Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ. 468p.

GOMES, M. C. R. **Efeito da irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes**, RJ. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 1999. 51p.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA/RJ. **Mapa das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro**. Divisão de Outorga; Núcleo de Geotecnologias. 2008.

LAMEGO, A.R., **Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé.**, Rio de Janeiro: DNPM, 1955. 60p. (Boletim 154)

MENDONCA, J.C.; FREITAS, R. M.; SOUSA, E. F. Avaliação Temporal dos Eventos de Inundação da Baixada Campista, Região Norte Fluminense, RJ, Pelo Uso de Imagens Digitais Orbitais do Sensor Modis. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59/03, p. 249/4-253, 2007.

SHIMABUKURO, Y. E.; BATISTA, G.T.; MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J.C.; DUARTE, V. Using shade fraction image segmentation deforestation in Ladsat Thematic Mapper images of the Amazon Region. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n.3, p. 535-541, 1998.

SHIMABUKURO, Y. E.; SMITH, J. A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, Piscataway, v. 29, p. 16-20, 1991.

MOURA, Y. M.; ARAI, E.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANTOS, J. R.; FISCH, G. F.; NOVAES JUNIOR, R. A.; SOUZA, A. A. Aplicação do MLME em imagens MODIS para o estudo do comportamento de fitofisionomias da Floresta Atlântica e sua relação com a variabilidade pluviométrica. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 15, 2009.



## Capítulo 6

# Balanço hídrico climatológico sequencial e da cultura da cana-de-açúcar na região norte do estado do Rio de Janeiro (período de janeiro/2010 a fevereiro/2013)

José Carlos Mendonça  
Elias Fernandes de Sousa

### *Introdução*

**S**egundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013), o Estado do Rio de Janeiro é o 11º produtor de cana-de-açúcar do Brasil, tendo produzido na safra 2011/12 numa área de 105.091 ha, 2.065,5 mil toneladas do produto, sendo o município de Campos dos Goytacazes, o maior produtor do Estado.

A falta de informações sobre o ambiente de produção de cana-de-açúcar e sobre o impacto financeiro, que o setor canavieiro proporciona nessa região de produção, motivou os autores a realizar estudos sobre o balanço hídrico climatológico e da cultura da cana-de-açúcar durante três anos-safra.

O clima é o fator que mais influencia na produtividade da cana-de-açúcar (IDE E OLIVEIRA, 1986; BARBIERI, 1993). No Brasil, devido à sua grande extensão territorial, encontram-se as mais variadas condições climáticas para o desenvolvimento da lavoura canavieira. Certas regiões possuem clima ideal sem restrição alguma, ao passo que outras apresentam restrições térmicas e/ou hídricas moderadas, que permitem a produção econômica da cultura sem exigir recursos e técnicas especiais. Entretanto, há aquelas onde há restrições limitantes e somente o cultivo de variedades

selecionadas e o emprego de recursos extras podem corrigir as deficiências hídricas ou técnicas, viabilizando economicamente a atividade canavieira.

Alguns autores definem a temperatura como fator de maior importância para a maturação fisiológica da cana, porque, além de afetar a absorção de água e nutrientes por meio do fluxo transpiratório, é um condicionante não controlável (OMETTO, 1980; IDE E BANCHI, 1984; IDE E OLIVEIRA, 1986; MAGALHÃES, 1987; BARBIERI, 1993). A cana-de-açúcar desenvolve-se bem em regiões de clima quente. Temperaturas oscilando entre 26 °C e 33 °C são favoráveis durante o estágio de desenvolvimento da cultura. Temperaturas inferiores a 21°C são favoráveis durante o estágio de maturação, pois reduzem a taxa de alongamento dos colmos e promovem o acúmulo de sacarose (MAGALHÃES, 1987).

A umidade do solo é outro fator preponderante e varia em função do tipo de solo, do ciclo da cultura (cana planta ou soca), do estágio de desenvolvimento (ciclo fenológico), das condições climáticas e de outros fatores, como água disponível no solo e variedades cultivadas.

A distribuição da precipitação durante o ano é o fator mais importante para o desenvolvimento da cultura, pois pode haver deficiência hídrica nos diferentes estádios acarretando decréscimos na produtividade.

Para estudos de perda d'água para atmosfera em solos vegetados e comportamento de vários elementos meteorológicos, torna-se indispensável o conhecimento do balanço hídrico do solo e suas variações, sendo necessárias medidas de precipitação pluviométrica e evapotranspiração, além de se conhecer as componentes físicas dos solos (VIANELLO; ALVES, 1991).

Segundo Sentelhas et al. (2007), o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) foi desenvolvido inicialmente com o objetivo de se caracterizar o clima de uma região, de modo a ser empregado na classificação climática desenvolvida por Thornthwaite na década de 1940. Posteriormente, esse método começou a ser empregado para fins agronômicos dada à grande inter-relação da agricultura com as condições climáticas. O BHC elaborado com dados médios de precipitação pluviométrica (P) e evapotranspiração potencial (ETP ou ETo) de uma determinada região é denominado de BHC Normal, sendo esse tipo de balanço hídrico um indicador da disponibilidade hídrica de uma determinada região, por meio da variação sazonal das condições do BH ao longo de um ano médio (cíclico) ou seja, dos períodos com deficiências e excedentes hídricos. Essas informações são de cunho climático, e, portanto, auxiliam no planejamento agrícola. Já o BHC

elaborado com dados de P e ETP de um período ou de uma sequência de períodos (meses, semanas, dias) de um ou mais anos específicos para uma certa região é denominado de BHC Sequencial e tem por objetivo fornecer a caracterização sazonal das condições do BH ao longo do período em questão, sendo essas informações de grande relevância para tomadas de decisão no setor agropecuário.

Diferentes autores utilizam o BHC e seus índices em estudos de classificação climática, processos de desertificação, mudanças climáticas e nos impactos na produção agropecuária (NÓBREGA et al., 2008; CUNHA; MARTINS, 2009; BARROS, 2010; FREITAS et al., 2011; AQUINO et al., 2012).

Pereira et al. (2002) citam que o balanço hídrico dos cultivos visa ao conhecimento das condições do balanço de água no solo coberto por um tipo de vegetação, considerando-se suas fases de desenvolvimento. Nesta situação, a planta nem sempre cobre totalmente o solo e sua área foliar (superfície transpirante) varia com a idade (dias após o plantio ou emergência).

O BHC é um sistema contábil de monitoramento da água do solo e resulta da aplicação do princípio de conversão de massa para a água num volume de solo vegetado. A variação do armazenamento ( $\Delta A$ ) num intervalo de tempo representa o balanço entre entradas e saídas de água do volume controlado (Pereira et al, 1997). Segundo os mesmos autores, basicamente são seis as possíveis entradas: (i) chuva; (ii) orvalho; (iii) escoamento superficial (*run in*); (iv) drenagem lateral; (v) ascensão capilar; (vi) irrigação; e quatro são as possíveis saídas: (i) evapotranspiração; (ii) escoamento superficial; (iii) drenagem lateral; e (iv) drenagem profunda, sendo o volume de controle, determinado pelo sistema solo-planta-clima.

Não sendo o solo não é um reservatório passivo, isto é, à medida que vai secando a água, fica mais fortemente retida nele, sendo, portanto, cada vez mais difícil extraí-la de seu interior. Isso significa que as plantas têm que gastar mais energia na captura dessa água, e esse gasto explica a redução no crescimento e na produção de plantas sob condições de restrição de água no solo, pois a atmosfera é o agente ativo no processo de uso da umidade e o solo exerce as funções de armazenar e moderar a utilização da água. (PEREIRA et al., 1997).

O estado do Rio de Janeiro, com cerca de 44 mil quilômetros quadrados, embora se situe na orla litorânea da costa leste do território brasileiro, apresenta diferentes padrões climáticos. Pode-se encontrar um

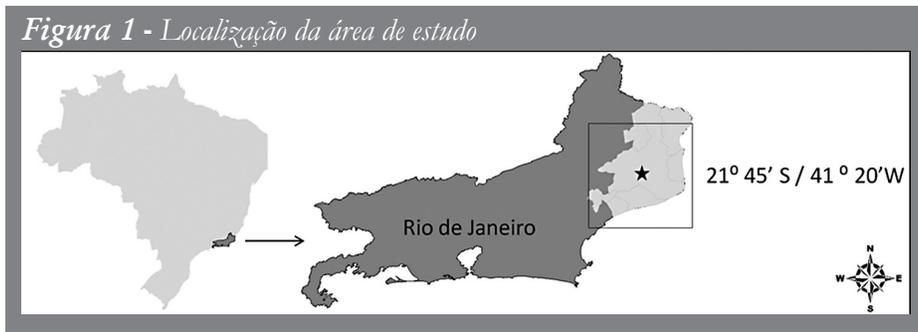
clima de montanha, com temperaturas amenas e altos índices pluviométricos, regiões de vales e baixadas secas e regiões litorâneas com excesso de chuvas, além de outras, como as regiões Norte e Noroeste do estado, com índices pluviométricos bastante baixos. Pelas classificações climáticas disponíveis (ex. Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, 1999), parte dessas regiões é classificada como semi-úmida e parte como seca. Entretanto, há indícios de que esteja se verificando um processo visível de diminuição do regime pluviométrico nos últimos anos, com implicações negativas nas atividades dependentes dos recursos hídricos dessas regiões (MARQUES et al., 2002; MENDONÇA et al., 2009; ANDRE et al., 2010).

Mendonça et al. (2011), utilizando técnicas de sensoriamento remoto, mapearam a variação das áreas ocupadas com o cultivo da cana-de-açúcar na região Norte Fluminense e concluíram que, nos seis principais municípios produtores de cana-de-açúcar localizados na região Norte Fluminense, ocorreu uma queda na área de plantio, durante os anos-safra de 1984/1985 a 2006/2007, de 43.308,33ha. Concluíram ainda, que, nos últimos dois anos-safra analisados, houve um incremento na área destinada à atividade canavieira nos municípios da região, principalmente em Campos dos Goytacazes, Francisco de Itabapoana e Cardoso Moreira. Em valores totais, a região recuperou 24.422,72 ha entre os anos-safra de 2000/2001 e 2006/2007 em função da política nacional dos biocombustíveis. Desde então, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE vem monitorando, através do Projeto CANASAT, as áreas ocupadas com a atividade canavieira na região centro-sul do Brasil.

Dessa forma este trabalho teve por objetivo aplicar a metodologia do balanço hídrico climatológico sequencial e da cultura da cana-de-açúcar e avaliar seus efeitos sobre a atividade canavieira na região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro.

## *Materiais e métodos*

Segundo a classificação climática de KOPPEN (1948), a Região Norte Fluminense se insere na classe Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18°C. Na Figura 1 é apresentada a área de estudo em referência ao estado do Rio de Janeiro e ao Brasil.



Foram elaborados quatro balanços hídricos, sendo um “normal” e dois “seqüenciais” (decendial e diário). Para os três primeiros utilizou-se o método proposto por Thornthwaite-Mather (1955) e programado em uma planilha eletrônica por Rolim et al. (1998), disponível em <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/lce306.html>. Os valores da evapotranspiração de referência (ETP) foram estimados pelas equações propostas por Thornthwaite (1948) (Eq.1) e Hargreaves-Samani (1985) (Eq.2). Os dados meteorológicos diários referente aos anos de 2010, 2011, 2012 e a janeiro e fevereiro de 2013, observados em Campos dos Goytacazes, RJ foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e são referentes a Estação Convencional No 83698 – BDMEP-INMET (latitude -21.74; longitude -41.33; altitude 11 m).

$$ETP_{(T)} = 16 * \left( \frac{10 * T_{méd}}{I} \right)^a \quad \text{Eq. 1}$$

Onde, ETP é a evapotranspiração potencial estimada por Thornthwaite, mm;

I é o índice que expressa o calor disponível na região;

$$I = \sum_{n=1}^n (0,2T_{méd})^{1,514}$$

E *a* um expoente função de I, calculado pela função polinomial:

$$a = 6,45 * 10^{-7} * I^3 - 7,71 * 10^{-5} * I^2 + 1,7912 * 10^{-2} * I + 0,49239$$

$$ETP_{(H-S)} = 0,0023 Ra (T_{máx} - T_{mín})^{0,5} (T_{méd} + 17,8) \quad \text{Eq. 2}$$

Em que ETP é a evapotranspiração potencial estimada por Hargreaves e Samani, mm;

$R_a$  é a radiação incidente no topo da superfície,  $\text{mm dia}^{-1}$

$T_{\text{máx}}$ ,  $T_{\text{mín}}$  e  $T_{\text{méd}}$  são as temperaturas do ar máxima, mínima e média, respectivamente,  $^{\circ}\text{C}$ .

O balanço hídrico diário da cultura da cana-de-açúcar foi elaborado para três ambientes característicos da região, respectivamente solos argilosos (Baixada Campista), solos arenosos e solos de tabuleiro. A determinação da Capacidade Real de Água do Solo (CRA, mm) referente a cada tipo de solo foi obtida utilizando as características físicas médias propostas por Bernardes (2005) e apresentados na Tabela 1.

*Tabela 1 - Características físicas médias dos solos do município de Campos dos Goytacazes, RJ*

Características/Tipo de Solo	Argiloso (Baixada)	Tabuleiro	Arenoso
Capacidade de Campo (%)	40	27	10
Ponto de Murcha Permanente (%)	28	20	6
Densidade Aparente ( $\text{Mg m}^{-3}$ )	1.2	1.4	1.45
Profundidade efetiva (Z, cm)	60	60	60

Na Tabela 2 são apresentados as fases fenológicas da cultura da cana-de-açúcar e seus respectivos números de dias.

*Tabela 2 - Fases fenológicas da cultura da cultura da cana-de-açúcar (cana-soca)*

Fases Fenológicas	Nº Dias
Estabelecimento	50
Perfilhamento	60
Desenvolvimento dos colmos	130
Maturação e colheita	125
Total	365

Para a obtenção da lâmina atual de água no solo, utilizou-se o princípio do balanço hídrico segundo a Equação 3:

$$LAA_{\text{atual}} = LA_{\text{Anterior}} + P - ETR_{\text{anterior}} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que

$LAA_{\text{atual}}$  é a lâmina de água atual no solo, no dia em questão, em mm;

$LA_{\text{anterior}}$  é a lâmina de água atual no solo, no dia anterior, em mm;

P é a precipitação, em mm e ETR é a evapotranspiração real do dia anterior, em mm dia<sup>-1</sup> obtido pela Equação 4:

$$ETR = ETP * Kc * Ks \quad \text{Eq. 4}$$

O Kc (coeficiente de cultivo) proposto por Doorembos e Kassan (1994), cujo valor da fase inicial (0.4) foi corrigido pelo método gráfico da FAO (Allen et al, 1998), em função do intervalo de tempo entre os eventos de chuva e a magnitude da ETP, para o valor de 0.8. Os valores do Kc para os estádios intermediários e final foram corrigidos pela Equação 5:

$$Kc = Kc_{\text{tabelado}} + [0,04 (u2-2) - 0,004 (UR_{\text{mínima}} - 45)] \quad \text{Eq. 5}$$

Onde

Kc é o coeficiente de cultivo, adimensional;

Kc<sub>tabelado</sub> é o Kc da cana-de-açúcar;

UR<sub>mín</sub> é a umidade relativa do ar mínima, em %;

U2 é a altura do dossel do canavial, m

Os valores do Kc corrigidos para as fases intermediária e final foram 1.2 e 0.67, respectivamente e o parâmetro Ks (coeficiente de umidade do solo) obtido segundo Bernardo et al. (2005), representado na Equação 6.

$$Ks = \frac{\ln(LAA+1)}{\ln(CTA+1)} \quad \text{Eq. 6}$$

Em que

LAA é a lâmina atual de água no solo, mm

CTA é a capacidade total de água no solo, mm

Nos cálculos do balanço hídrico, todas as vezes em que a lâmina atual de água no solo apresentou valores acima do limite superior de água no solo (capacidade de campo) a lâmina excedente foi computada como escoamento total.

O limite de manejo de água no solo foi estabelecido de acordo com a profundidade das raízes, que nos primeiros 90 dias de cultivo encontra-se distribuído nos primeiros 30 cm do solo (Casagrande, 1991). Após esse

período inicial, a profundidade efetiva considerada foi de 60 cm. Neste trabalho se adotou ainda o limite mínimo de manejo em 35% da CRA.

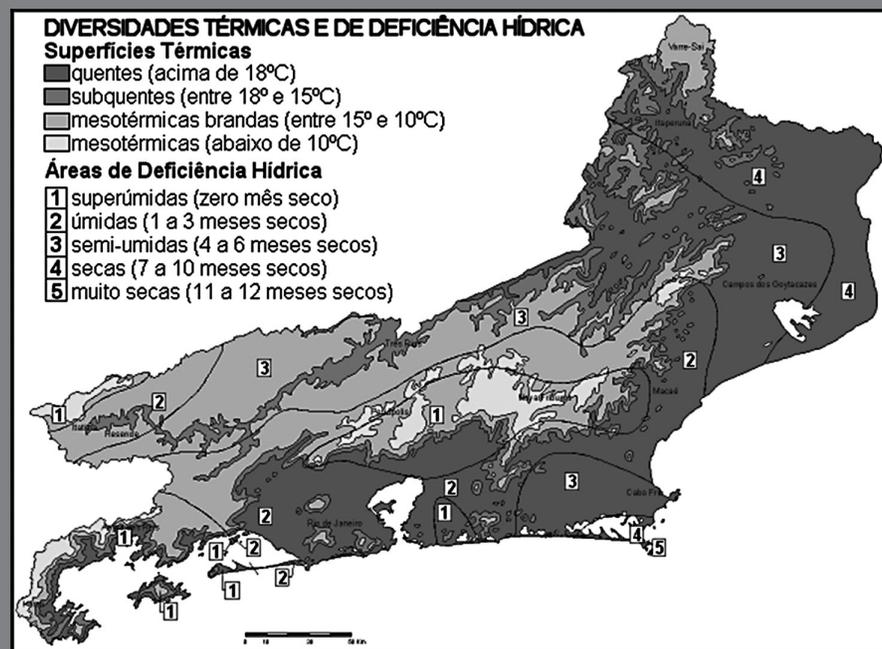
## ***Resultados e discussão***

### *Variação dos elementos meteorológicos*

A classificação climática oficial disponível, no estado, hoje é a publicada pelo CIDE (Centro de Informações e Dados do Estado), cujo resumo pode ser visto na Figura 2. Nota-se que as regiões Norte e Noroeste do território do Rio de Janeiro apresentam-se divididas em duas sub-regiões, uma com clima sub-úmido (3) e outra com clima seco (4), mais ao norte. Essa classificação foi feita com dados médios de longo prazo, mas, a se considerar a tendência dos últimos 40 anos, o regime pluviométrico vem diminuindo consideravelmente mesmo na região de clima sub-úmido, justificando, assim, um estudo acurado para verificar uma possível mudança na linha divisória dessa classificação.

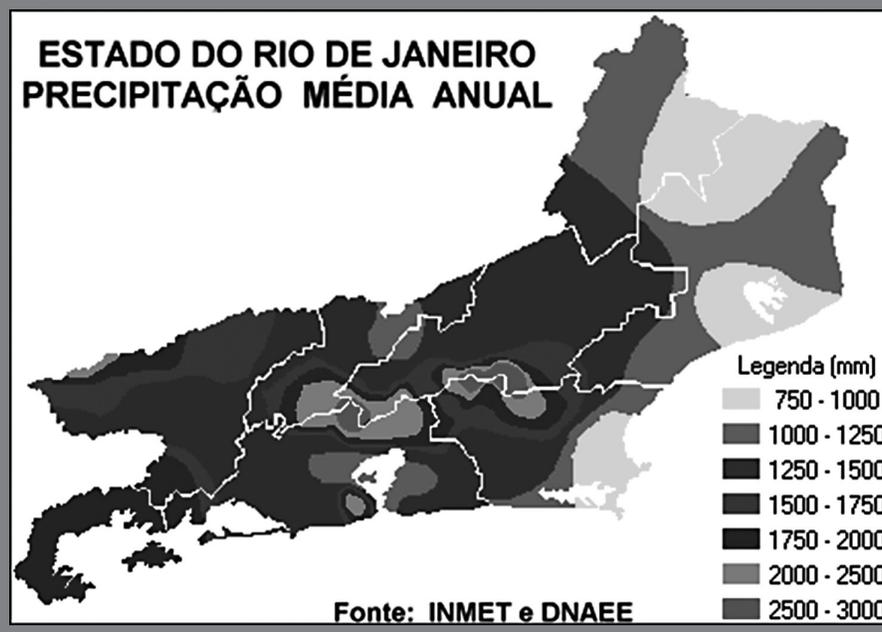
O mapa da Figura 2 mostra a distribuição média anual de chuvas para o estado do Rio de Janeiro. Observa-se que, embora haja muita pluviosidade nas regiões serranas e na parte sul do estado, registram-se baixos índices pluviométricos nas regiões Norte e Noroeste e na Região dos Lagos. Esses dados, de certa forma, confirmam a exiguidade de chuvas nas regiões citadas, em acordo com os aspectos gerais da classificação apresentada pelo CIDE. Pelo mapa, pode-se verificar também que nas regiões mencionadas o índice pluviométrico varia entre 750 mm a 1250 mm anuais. Entretanto, no decorrer do ano a distribuição de chuvas mostra que a maior parte da precipitação ocorre no período que vai de novembro a janeiro.

Figura 2 - Classificação climática do estado do Rio de Janeiro



Fonte: Marques et al.(2002)

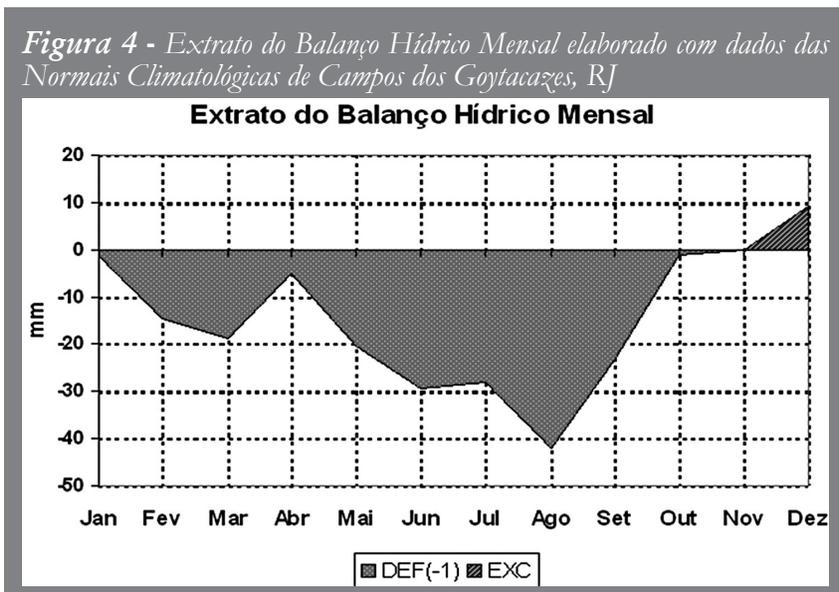
Figura 3 - Distribuição de chuvas anuais no estado do Rio de Janeiro



Fonte: Marques et al.(2002)

Estudos realizados na UFRJ (Marques et al, 1988), usando dados de 1931 a 1975, mostram os seguintes resultados com relação ao balanço hídrico: “Em média, no início da estação chuvosa, mês de outubro, a precipitação é utilizada quase que totalmente para a reposição hídrica. Com as necessidades de água no solo sendo supridas gradualmente, observando-se nos meses subsequentes uma expansão da área com excesso hídrico e atingindo seu máximo em dezembro. Mas, mesmo nesse período de reposição hídrica, as regiões representadas pelas estações de São Fidélis, Campos e São João da Barra não apresentam nenhum mês do ano com excesso hídrico. No período de janeiro a março, evidencia-se gradual redução das áreas de excedente hídrico no estado, com lenta diminuição de seus valores absolutos. Nesse período, os municípios de São João da Barra, São Fidélis e Campos já estão com deficiência hídrica. A redução das áreas de excedente hídrico e a expansão cada vez maior das áreas de deficiência hídrica se faz sentir mais acentuadamente no período abril-setembro, sendo a menor pluviosidade o fator responsável por este comportamento. O mês de agosto apresenta os maiores valores de deficiência hídrica na região”.

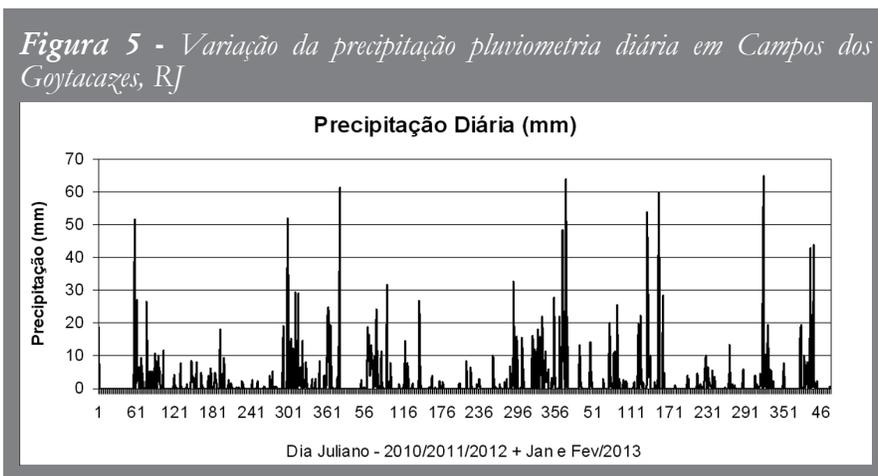
Na Figura 4 é apresentado o Extrato do Balanço Hídrico Mensal elaborado com dados das Normais Climatológicas de Campos dos Goytacazes, RJ obtido no Banco de Dados Climáticos do Brasil administrado pela Embrapa - Monitoramento por Satélites e ESALQ. (ver <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=197>).



Fonte: Banco de Dados Climáticos do Brasil (Embrapa/ESALQ)

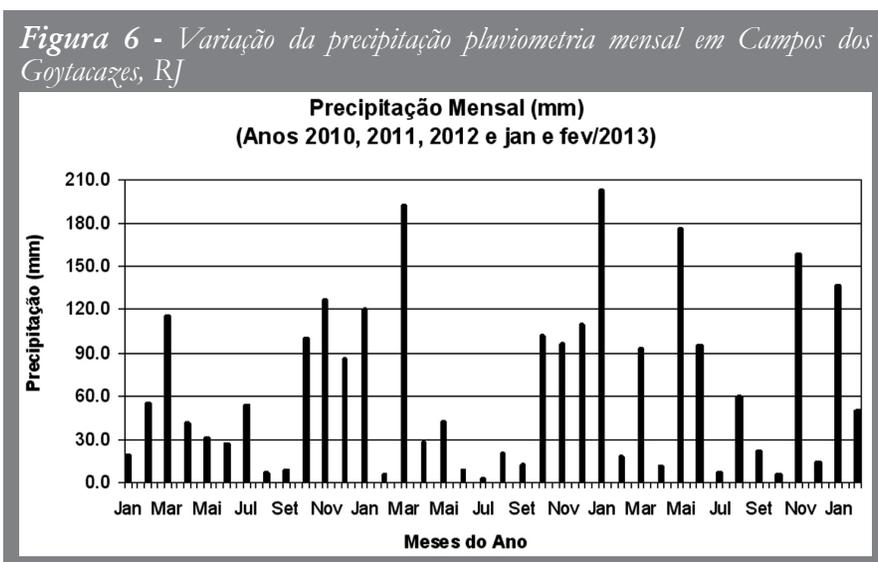
Na Figura 4, pode-se observar a deficiência hídrica em quase todos os meses do ano, exceto dezembro. Importante ressaltar que os dados das Normais Climatológicas são referentes ao período de 1961 a 1990.

Na Figura 5 são apresentados os valores diários da precipitação pluviométrica observada em Campos dos Goytacazes, RJ nos anos de 2010, 2011, 2012, janeiro e fevereiro de 2013.



Fonte: INMET

Na Figura 6 são apresentados os valores dos totais mensais da precipitação pluviométrica observada em Campos dos Goytacazes, RJ nos anos de 2010, 2011, 2012, janeiro e fevereiro de 2013.



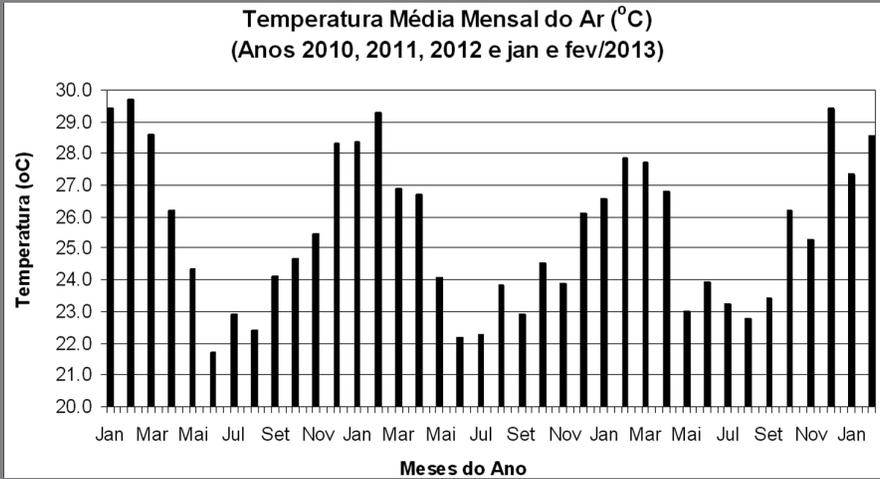
Fonte: INMET

Na região Sudeste os meses de fevereiro, abril e maio representam um período de transição entre a estação úmida e a seca, e os meses de setembro e outubro, a transição entre o período seco e o chuvoso.

Na Figura 5, pode-se observar que a grande maioria dos eventos de precipitação diária foram menores que 20 mm. A análise dos dados mostrou que, dos 1154 dias, ocorreram chuvas em apenas 328 dias (28.3%) distribuídos na seguinte proporção: Dias sem chuva = 827 (71.7%); menor que 10 mm = 256 dias (22.2%), maior que 10 mm e menor que 20 mm = 43 dia (3.7%); entre 20 e 30 mm = 17 dias (3.7%); entre 30 e 40 mm = 2 dias (0.17%); entre 40 e 50 mm = 3 dias (0.26%); entre 50 e 60 mm = 4 dias (0.35%) e eventos maiores que 60 mm = 3 dias (0.26%). Analisando os dados médios mensais apresentados na Figura 6, pode-se verificar que o trimestre chuvoso (novembro/dezembro/janeiro) não ocorreu no ano de 2012 e o trimestre muito seco (junho/julho/agosto) também não ocorreu em 2012 devido a chuvas acima da NC no mês de julho. Pode-se perceber ainda que dos 38 meses desse estudo, 17 deles (44.7%) apresentaram acumulado mensais abaixo de 30 mm, 6 meses entre 30 e 60 mm (15.8%) e 15 deles (39.5) valores acima de 60 mm, sendo esses últimos concentrados quase sempre nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro. Observa-se, ainda, um acumulado mensal acima de 180 mm no mês de março de 2011 e de acumulado maior que 150 mm em maio de 2012. Sendo a normal climatológica (NC) para a precipitação igual a 1.055 mm, observaram-se os seguintes totais anuais: 2010 = 670,5 mm (63,5% da NM); 2011 = 741.5 mm (70,3% da NC); 2012 = 862.5 mm (81.7 % da NC) e nos dois primeiros meses de 2013, 186,4 mm, sendo 139.5 (3.5% maior que a NC) em janeiro e 49.9 em fevereiro (66.1% da NC).

Na Figura 7, são apresentados os valores médios mensais da temperatura média do ar (°C), observados em Campos dos Goytacazes, RJ nos anos de 2010, 2011, 2012, janeiro e fevereiro de 2013.

*Figura 7 - Variação da temperatura média do ar em Campos dos Goytacazes, RJ*

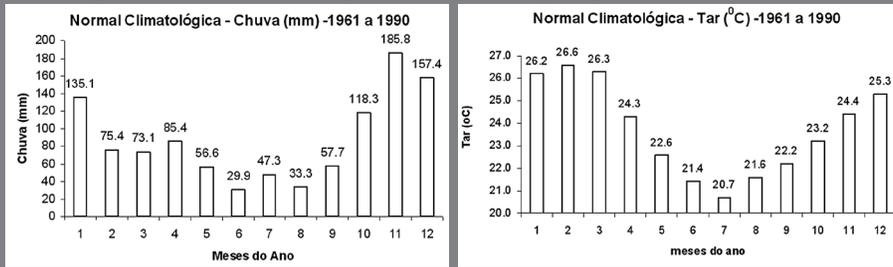


Fonte: INMET

Observando a Figura 7, pode-se perceber que a ocorrência de 20 meses (53%) com temperaturas médias acima de 25 °C e ocorrências de médias inferiores somente nos meses de inverno, sendo que o ano de 2012 apresentou um inverno com temperaturas médias mensais bem acima dos anos anteriores (2010 e 2011).

Para efeito de comparação, nas Figuras 8 e 9, são apresentados os valores das normais climatológicas de precipitação e temperatura do ar, de Campos dos Goytacazes, RJ.

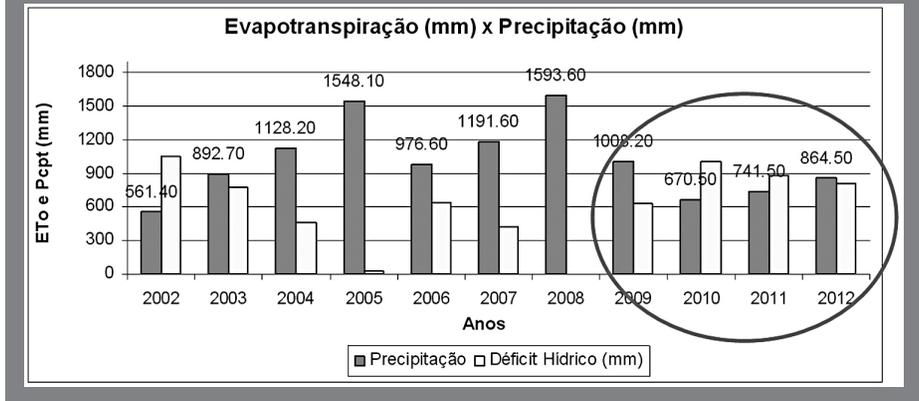
*Figuras 8 e 9 - Valores das normais climatológicas (1961 a 1990) da precipitação e da temperatura do ar em Campos dos Goytacazes, RJ*



Fonte: INMET

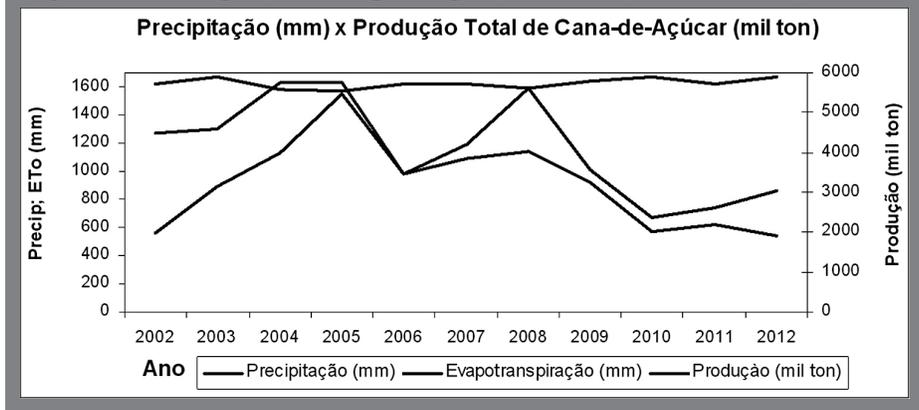
Na Figura 10 é apresentado o total da precipitação e o déficit hídrico (evapotranspiração menos precipitação) ocorrido nos últimos dez anos.

*Figura 10 - Valores de evapotranspiração e do déficit hídrico (mm) ocorrido nos últimos 10 anos*



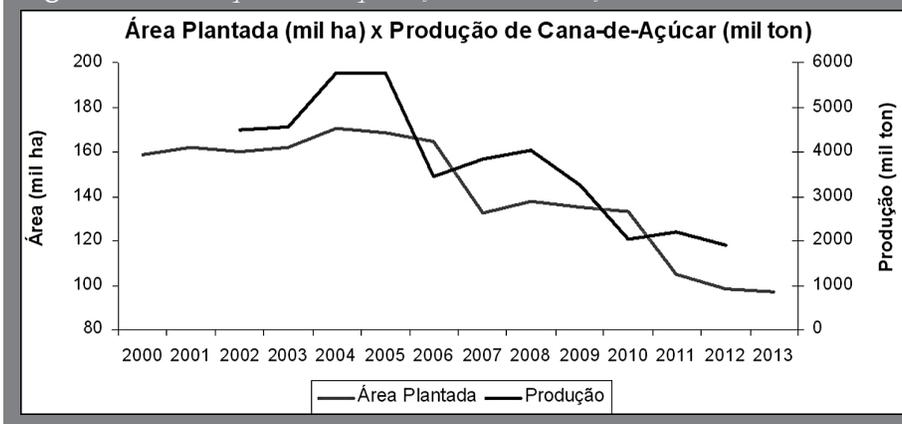
Na Figura 11 é apresentado o total de chuvas em relação a produção total de cana-de-açúcar e a evapotranspiração ocorrida nos últimos 10 anos.

*Figura 11 - Precipitação x Evapotranspiração x Produção de cana-de-açúcar*



Na Figura 12 é apresentado o gráfico da área plantada e da produção da cana-de-açúcar nos últimos 10 anos na Região Norte Fluminense.

Figura 12 - Área plantada x produção de cana-de-açúcar



Fonte: UNICA

### Variação decendial do balanço hídrico climatológico sequencial

Na Figura 13 é apresentada parte da planilha eletrônica desenvolvida por Sentelhas e Rolim (2002) utilizada na elaboração do balanço hídrico sequencial.

Figura 13 - Parte inicial da planilha eletrônica utilizada na elaboração do balanço hídrico sequencial para Campos dos Goytacazes, RJ

Balanço Hídrico Sequencial por Thornthwaite & Mather (1955)

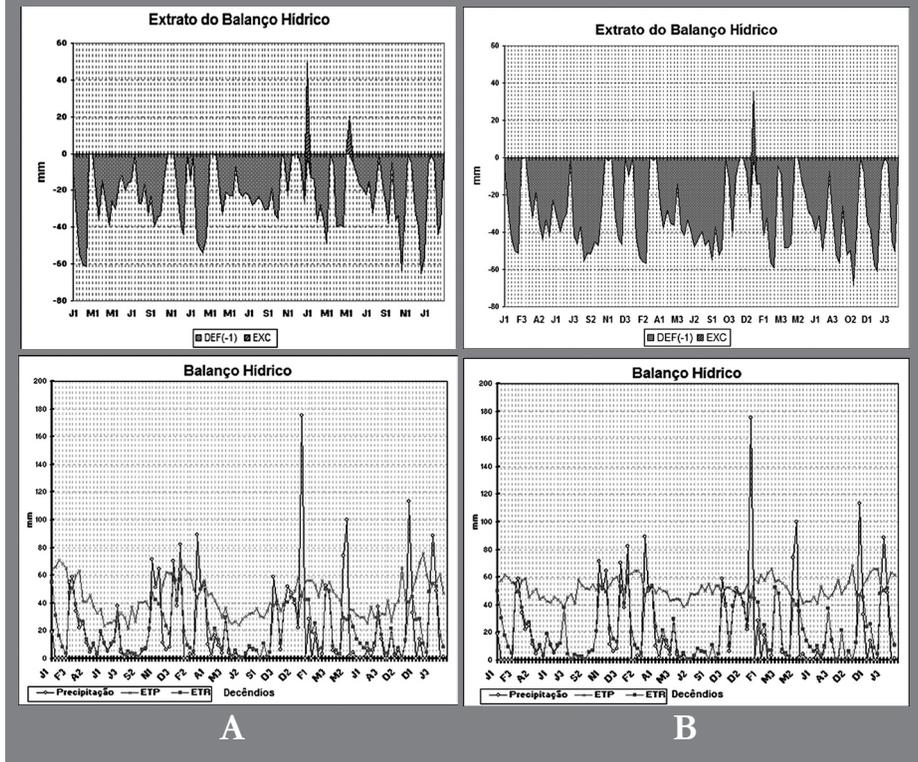
Glaucio de Souza Rolim  
Paulo Cesar Sentelhas  
Departamento de Ciências Exatas - Área de Física e Meteorologia  
DCE - ESALQ / USP

CIDADE: **Campos dos Goy, RJ** LATITUDE: **-21.71** | **l=** **110.7**  
 CAD: **100** ANO: **2010 a 2012** | **a=** **2.46**  
 Se não for utilizar esse parâmetro digitar "-" (Igual) NDA inicia: **1**  
 Am do período anterior: **-** Número de Linhas: **114** | **Ajustar**  
 Neg-Acum do período anterior: **0.00** | **Tela Normal (CTRL-n)**  
 | **Tela Inteira (CTRL-f)**

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
DECÊNDIOS	Dias		°C	mm	horas	Thornthwaite1948	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
J1	10	1	29.20	18.80	13.3	64.25	-45.4	-45.4	63.48	-36.52	55.3	8.9	0.0
J2	10	11	29.60	0.00	13.2	66.08	-66.1	-111.5	32.78	-30.70	30.7	35.4	0.0
J3	11	21	29.40	0.00	13.1	70.90	-70.9	-182.4	16.13	-16.65	16.6	54.3	0.0
F1	10	32	30.26	0.00	13.0	69.37	-69.4	-250.9	8.14	-7.99	8.0	60.4	0.0
F2	10	42	29.99	0.00	12.9	65.41	-65.4	-316.2	4.23	-3.91	3.9	61.5	0.0
F3	8	52	28.88	54.80	12.6	47.41	7.4	-215.2	11.62	7.39	47.4	0.0	0.0
M1	10	60	27.21	58.90	12.4	50.54	8.4	-161.0	19.98	8.36	50.5	0.0	0.0
M2	10	70	29.40	34.40	12.2	60.11	-25.7	-186.7	15.45	-4.53	38.9	21.2	0.0
M3	11	80	29.14	22.00	12.0	63.56	-41.6	-228.3	10.20	-5.26	27.3	36.3	0.0
A1	10	91	25.62	25.40	11.8	41.28	-15.9	-244.2	8.70	-1.50	26.9	14.4	0.0
A2	10	101	25.76	11.60	11.6	41.09	-29.5	-273.7	6.48	-2.22	13.8	27.3	0.0
A3	10	111	27.13	4.60	11.4	45.87	-41.3	-314.9	4.29	-2.19	6.8	39.1	0.0
M1	10	121	25.05	9.90	11.2	37.07	-27.2	-342.1	3.27	-1.02	10.9	26.2	0.0

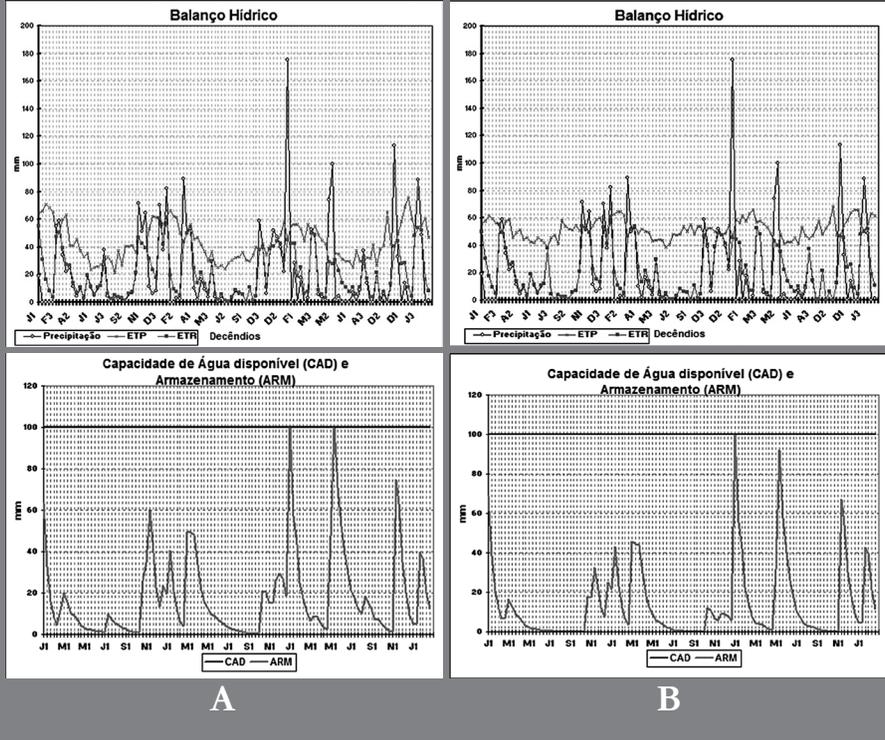
Na Figura 14 são apresentados os estratos dos balanços hídricos elaborados com as duas metodologias de estimativa de ETP Thornthwaite (A) e Hargreaves-Samani (B), respectivamente Equações 1 e 2.

*Figura 14 - Extrato do balanço hídrico sequencial para Campos dos Goytacazes, RJ, utilizando a equação de Thornthwaite (A) e Hargreaves-Samani (B) para determinação da ETP*



Na Figura 15 é apresentada a variação do armazenamento da água no solo em relação à Capacidade de água (CAD) e a variação da deficiência, do excedente, da retirada e da reposição hídrica do solo ao longo do período de estudo, elaborado com as duas metodologias de estimativa de ETP Thornthwaite (A) e Hargreaves-Samani (B), respectivamente Equações 1 e 2.

*Figura 15 - Perfil da água no solo e o resumo do balanço hídrico sequencial utilizando a equação de Thornthwaite (A) e Hargreaves-Samani (B) para estimação da ETP em Campos dos Goytacazes, RJ*



Analisando a Figura 14, pode-se perceber a deficiência hídrica em quase todos os 114 decêndios 114 avaliados (38 meses). O BHC utilizando a ETP estimada por Thornthwaite (Eq.1) identificou apenas dois decênios com excedente hídrico, sendo um de 49.1 mm (10 decênio de janeiro de 2012) e outro de 20.2 mm ocorrido no 20 decênio de maio, enquanto que o BHC, utilizando a ETP estimada por Hargreaves-Samani (Eq.2), identificou apenas um excedente hídrico de 35.4 mm ocorrido no primeiro decênio de janeiro de 2012.

Essas variações entre os valores da ETP estimadas pelos dois métodos podem estar associadas ao fato da Equação de Thornthwaite ter sido desenvolvida para estimativas mensais e utilizar valores médios para períodos decendiais, enquanto que a Equação de Hargreaves e Samani estima a ETP em escala diária, sendo o valor decendial o somatório dos valores diários, além do método de Thornthwaite ter sido desenvolvido para climas úmidos e Hargreaves e Samani para climas secos e assim, este último superestimar a ETP em climas úmidos, enquanto que o de Thornthwaite

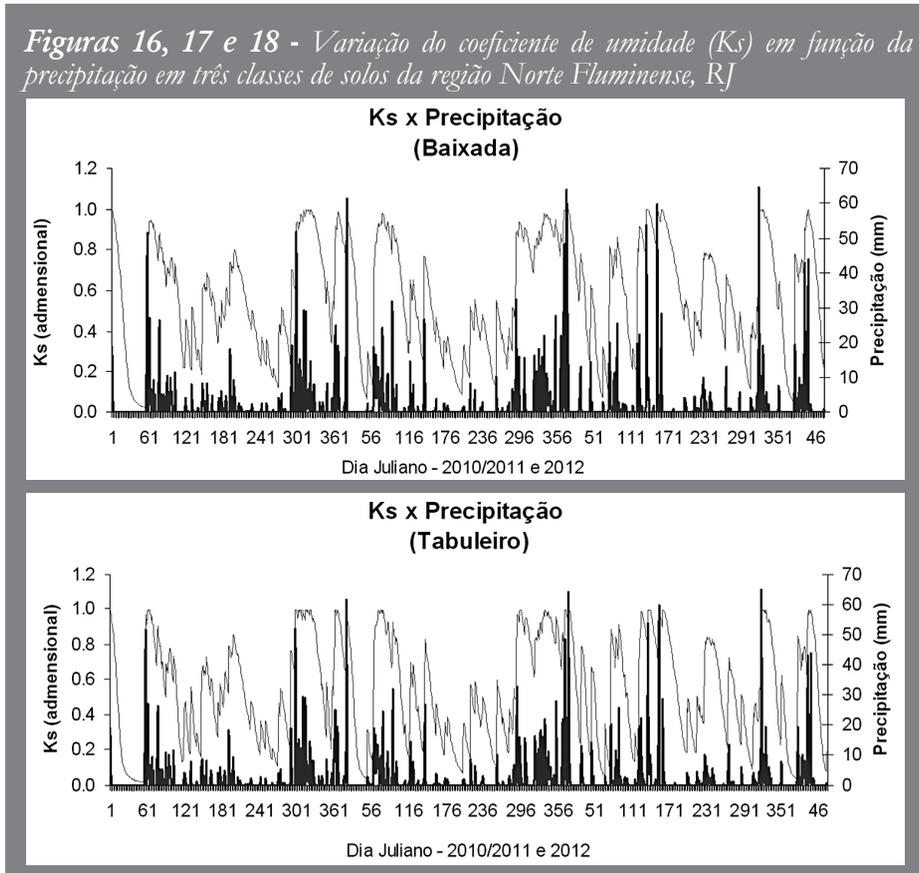
subestimar a ETP em climas secos.

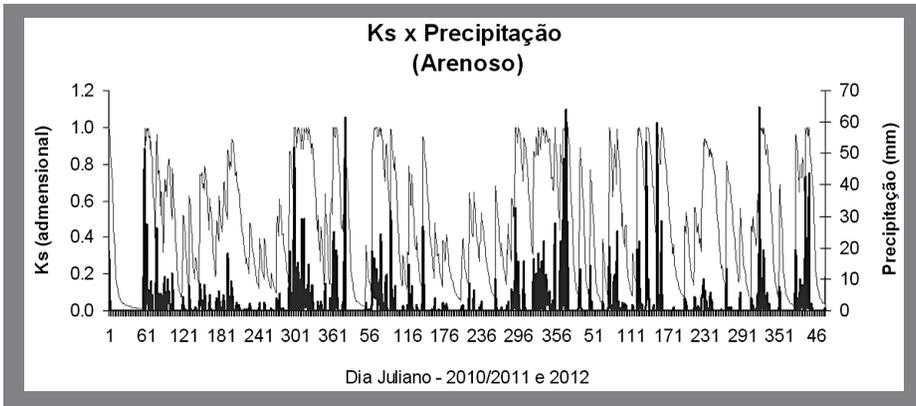
Na Figura 15, percebe-se que a água armazenada no solo esteve bem abaixo da capacidade de armazenamento (CAD) em quase todos os 114 decênios. Chegando a 100% da CAD apenas no primeiro decênio de janeiro de 2012 e no segundo decênio de maio de 2012 (Em A) e nos mesmos períodos em B. Observa-se, ainda, que a reposição de água no solo é extremamente inferior aos períodos com deficiência.

### *Variação do balanço hídrico da cultura da cana-de-açúcar*

Nas Figuras 16, 17 e 18 são apresentados os valores do coeficiente de umidade do solo (Ks) diário em relação à precipitação pluviométrica ocorrida no período de 01/10/2010 a 28/02/2013 em três diferentes tipos de solos, buscando representar os solos existentes na Baixada Campista (argilosos e arenosos) e nos Tabuleiros Costeiros.

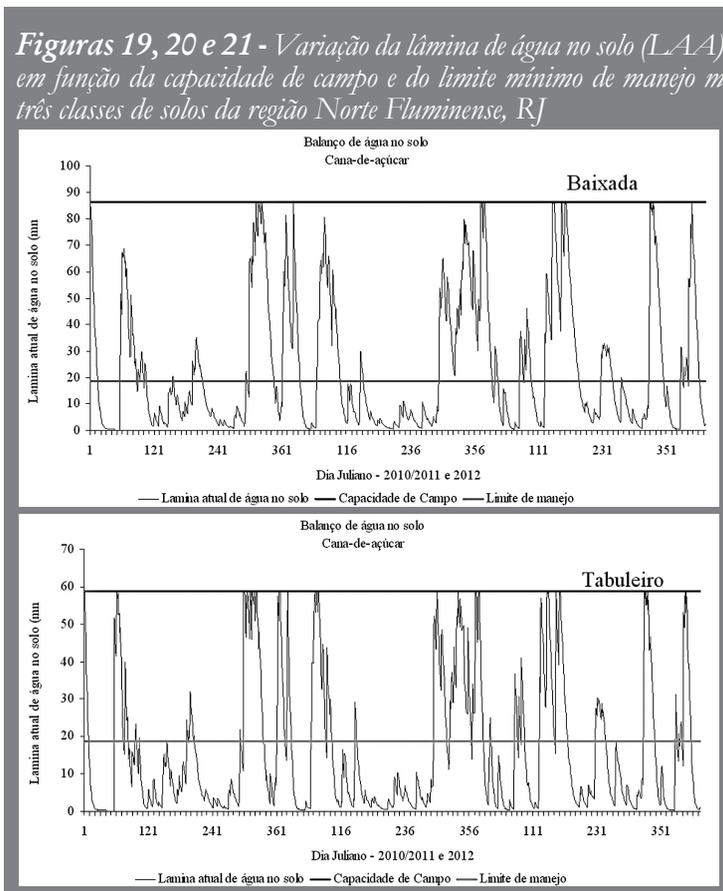
*Figuras 16, 17 e 18 - Variação do coeficiente de umidade (Ks) em função da precipitação em três classes de solos da região Norte Fluminense, RJ*

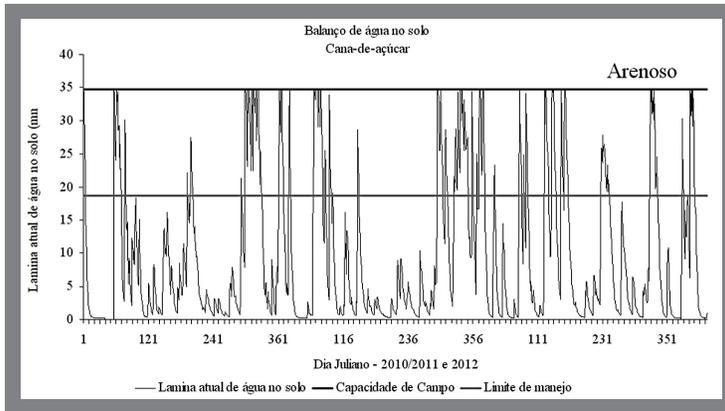




Nas Figuras 19, 20 e 21 é apresentado o balanço diário de água no solo em relação à linha da capacidade de campo e à linha de limite do manejo ocorrida no período de 01/10/2010 a 28/02/2013 em três diferentes tipos de solos existentes na região Norte Fluminense, RJ.

*Figuras 19, 20 e 21 - Variação da lâmina de água no solo (LAA) em função da capacidade de campo e do limite mínimo de manejo m três classes de solos da região Norte Fluminense, RJ*





Observando as Figuras 16 a 18, pode-se perceber uma relação direta entre o coeficiente de umidade do solo ( $K_s$ ) e a precipitação. O  $K_s$  aumenta e diminui em função da ocorrência e da intensidade dos eventos de chuvas. O  $K_s$  atinge valores menores nos solos arenosos, explicado pela porosidade e baixa capacidade de retenção de água, enquanto que nos solos argilosos (Baixada) de Tabuleiros a diferença parece ser menor.

Nas Figuras 19 a 21, observa-se que a cultura da cana-de-açúcar sofreu déficit hídrico em quase todos os seus três ciclos, chegando a passar por grandes períodos com a umidade do solo abaixo da linha de manejo.

No período de dias das fases fenológicas de estabelecimento/rebrota, perfilhamento e de desenvolvimento dos colmos, em que a cultura necessita de água para seu pleno desenvolvimento, ocorreram diferentes percentuais de umidade abaixo da linha de manejo. A análise dos dados indica a ocorrência de 55% de dias abaixo da linha de manejo nessas três fases na safra 2010/2011; 58% na safra 2011/2012 e 77% na safra 2012/2013 o que compromete a produção e a produtividade dos cultivos de cana de sequeiro na região Norte Fluminense.

## Conclusões

A análise do balanço hídrico climatológico sequencial indicou deficiência hídrica em quase todos os 114 decênios avaliados (38 meses). O BHC, utilizando a ETP estimada por Thornthwaite, identificou apenas dois decênios com excedente hídrico enquanto que o BHC, utilizando a ETP estimada por Hargreves-Samani, identificou apenas um excedente hídrico de 35.4 mm ocorrido no primeiro decênio de janeiro de 2012.

O balanço hídrico do solo, em escala diária, indicou que a cultura da cana-de-açúcar sofreu deficiência hídrica significativa nas fases de estabelecimento, perfilhamento e de desenvolvimento dos colmos em todas as três últimas safras, na magnitude de 55%, 58% e 77% dos dias dessas fases abaixo do limite mínimo de manejo no solo da Baixada, 60%, 58% e 77% no solo de tabuleiro e 63%, 61% e 75% no solo arenoso, respectivamente nas três últimas safras.

## *Agradecimentos*

Os autores desejam agradecer ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET na pessoa do seu Presidente, Dr. Antônio Divino Moura e do Meteorologista D.Sc. Kleber Ataíde pela cessão dos dados meteorológicos utilizados neste trabalho.

## *Referências*

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Rome, 1998. 301p. (FAO Irrigation and Drainage Paper; 56).

ANDRÉ, R.G.B.; MENDONÇA, J.C.; MARQUES, V.S.; PINHEIRO, F. M.A; MARQUES, J. (2010). Aspectos energéticos do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Parte 1: balanço de radiação e parâmetros derivados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, p. 375 - 382, 2010.

AQUINO, C.M.S.; ALMEIDA, J.A.P.; OLIVEIRA, J.G.B. Estudo da Cobertura Vegetal/Uso da Terra nos Anos de 1987 e 2007 no Núcleo de Degradação/Desertificação de São Raimundo Nonato - Piauí. **RAEGA**, Curitiba, PR, n. 25, p. 252-278, 2012.

BARROS, K.O. **Índice de Aridez como Indicador da Susceptibilidade à Desertificação na Mesorregião Norte de Minas**. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Viçosa, UFV. 89p. 2010.

BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): um modelo matemático-fisiológico**

de estimativa.1993. 140p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 1993.

BERNARDO, S. SOARES, A. A., MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 7ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2000. 611p.

BERNARDES R. S. **Condutividade Hidráulica de Três Solos da Região Norte Fluminense**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes, RJ, 2005. 80p.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safras On line. Disponível em [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_12\\_08\\_11\\_00\\_54\\_08.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_11_00_54_08.pdf). Acesso em: 15 jan. 2013.

CUNHA, A. R.; MARTINS D. Classificação Climática para os Municípios de Botucatu e São Miguel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, 2009.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FREITAS, J.C.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A. R. S.; PEREIRA, E.R.R. Análise da Variabilidade de Índices Climáticos para o Estado da Paraíba – PB. **Revista Brasileira Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.63-84, 2011.

IDE, B. Y.; OLIVEIRA, M. A. DE. Efeito do clima na produção da cana-de-açúcar. In: Seminário de Tecnologia Agrônômica, 3., Piracicaba, 1986. Anais... São Paulo: COPERSUCAR, 1986. p.573-583

IDE, B. Y.; BIANCHI, A. D. Influência do clima na produtividade da cana de açúcar In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, 1984. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1984. p. 196-204

IDE, B. Y.; OLIVEIRA, M. A. DE. Efeito do clima na produção da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., Piracicaba, 1986. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1986. p.573-583

KOPPEN; KÖEPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra Publications. New Jersey: Climatology. Laboratory of Climatology, 1948. 104 p.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Piracicaba: Potafós, 1987. p.113-118.

MARQUES V. S.; ANDRÉ R.G. B.; SUCHAROV. E. C; PINHEIRO, F. M. A. **Possíveis modificações na classificação climática das regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro** - Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro–SIMERJ, 2002. 15 p.

MARQUES, V. S.; WASHINGTON, D. C.; SUCHAROV, E. C.; COSENZA, C. **Alguns padrões climáticos para o Estado do Rio de Janeiro**. Relatório Técnico, UFRJ, 1994.

MENDONÇA, J. C.; ANDRE, R.G.B.; PINHEIRO F. M. A.; MARQUES, V.S.(2009) Índices de aridez e umidade nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 3., 2009, Canela, RS. **Anais...**

MENDONÇA, J. C.; FREITAS, R. M.; AGUIAR, D. A.; SOUSA, E. F.; MUNIZ, R. A.; ESTEVES, B.S. Mapeamento das áreas de cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense - RJ, por uso de técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v.31, n.3, p.561-571, 2011.

NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F.; RAMOS, H. E.; PAGUNG, F. S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Köppen para o município de marilândia – ES. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 18., 2008, São Mateus, ES.

OMETTO, J. C. **Parâmetros meteorológicos e a cultura da cana-de-**

**açúcar.** Piracicaba: ESALQ. 1980. 17p.

PEREIRA A. R.; ANGELOCCI, L. R. SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia:** Fundamentos e Aplicações Práticas. Guaíba Agroperuária, 2002. 478 p.

PEREIRA A. R.; ANGELOCCI, L. R. SENTELHAS, P. C. Meteorologia Agrícola – Edição Revisada e Ampliada Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Exatas Piracicaba, SP. Fevereiro de 2007. 202 p. Disponível em <[http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/MeteorAgricola\\_Apostila2007.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf)>.

PEREIRA, A., R; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração.** Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. 183p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicada.** 2ª ed. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 2013. 460 p.









**Papel** Supremo 250 g/m<sup>2</sup> (capa)  
Offset 75 g/m<sup>2</sup> (miolo)

**Tipologia** Franklin Gothic (capa)  
Garamond (miolo)

**Formato** 16 x 23 cm (com orelhas de 5 cm)

**Tiragem** 500

**Impressão** GSA Gráfica e Editora  
Tel.: (27) 3232 1266