

## 6 Controle de cheias urbanas

Alan Carlos Vieira Vargas\*

Brunna Rocha Werneck\*\*

Maria Inês Paes Ferreira\*\*\*

### 6.1 Efeito da urbanização sobre o comportamento hidrológico

A urbanização altera consideravelmente a produção de água de uma bacia hidrográfica, como demonstra a Figura 1. Segundo Tucci (2008), o Brasil apresentou, nas últimas décadas, um crescimento significativo da população urbana, em que os efeitos desse processo fazem-se sentir sobre todo o aparelhamento urbano relativo a recursos hídricos: abastecimento de água, transporte e tratamento de esgotos cloacal e pluvial.

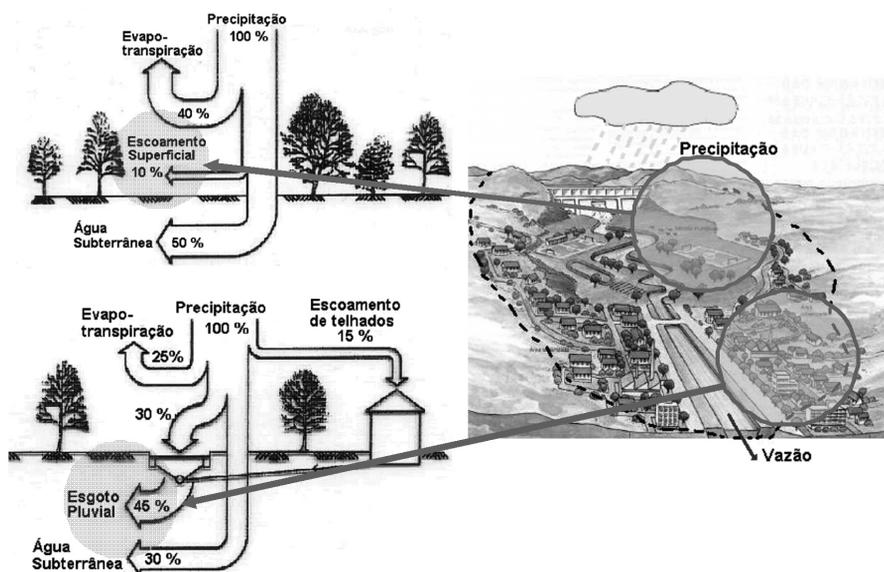


Figura 1: Efeitos da urbanização no ciclo hidrológico

Fonte: UFMG, 2008.

\* Aluno do Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense. Engenheiro Elétrico pela Universidade Veiga de Almeida, Superintendente Regional VIII do Instituto Estadual de Ambiente (INEA-RJ).

\*\* Aluna do Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense. Geógrafa pela Universidade Federal de Viçosa, consultora do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

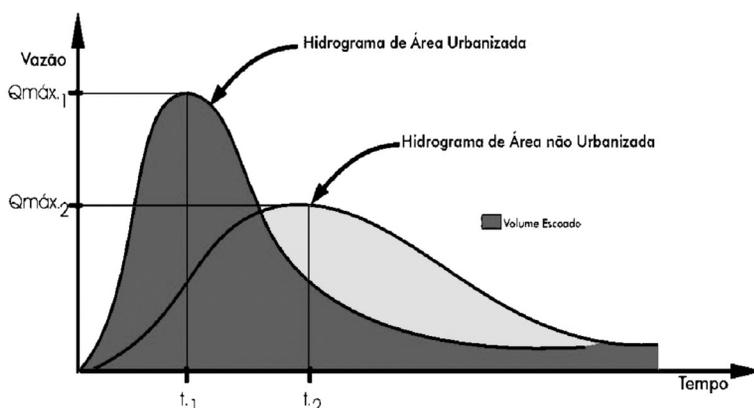
\*\*\* Professora e coordenadora do Programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Engenharia Ambiental (PPEA) / Instituto Federal Fluminense (IFF)/Campus Macaé. Engenheira Química, Doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Em termos gerais, verifica-se aumento das vazões máximas devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies à medida que a cidade se urbaniza. Ocorrem ainda aumentos de produção de resíduos sólidos, bem como de sedimentos, o último devido à desproteção das superfícies; e à deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgotos (TUCCI, 2008).

A urbanização muda não só a paisagem como também toda a dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica, modificando, inclusive, cursos hídricos em função de obras de engenharia.

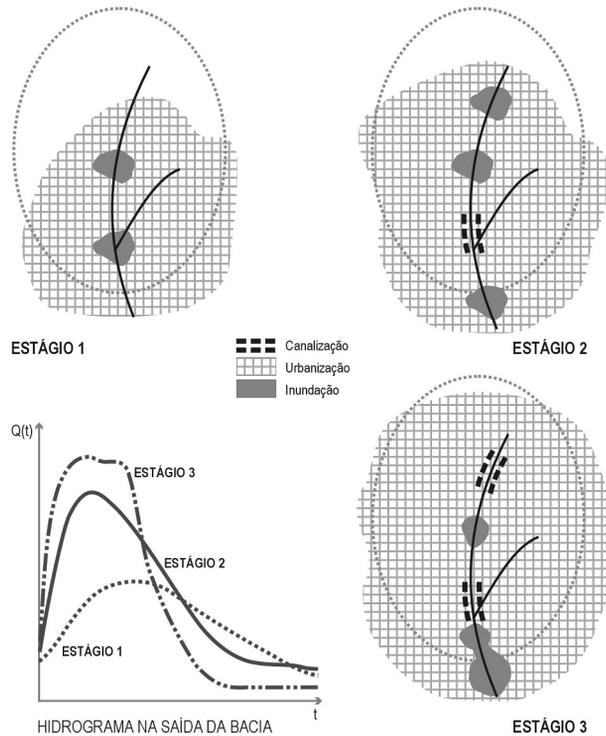
### 6.1.1 Efeito da urbanização sobre o escoamento superficial

As enchentes provocadas pela urbanização se devem a diversos fatores, dentre os quais destacamos o excessivo parcelamento do solo, com a consequente impermeabilização de grandes superfícies; a ocupação de áreas ribeirinhas, tais como várzeas, áreas de inundação frequente e zonas alagadiças; a obstrução de canalizações por detritos e por sedimentos; e também as obras de drenagem inadequadas, como demonstrado nas Figuras 2 e 3 a seguir:



**Figura 2: Hidrogramas de áreas urbanizadas e não urbanizadas**

Fonte: UFMG, 2008.



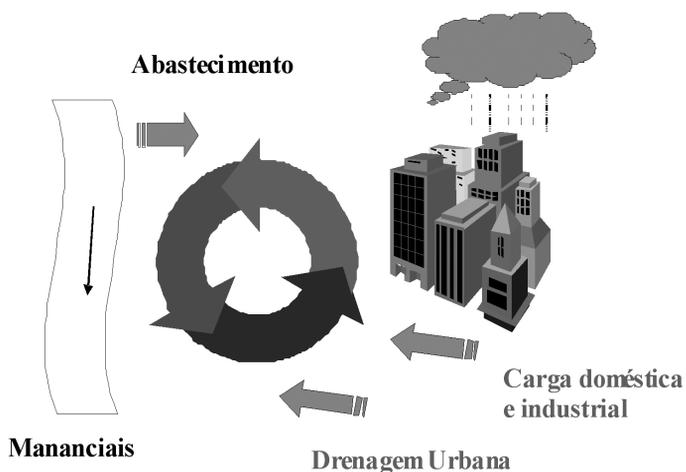
**Figura 3: Típica evolução da drenagem**

Fonte: UFMG, 2008.

Os estágios da evolução da drenagem são apresentados esquematicamente na Figura 3. No estágio 1, a urbanização é incipiente, mas já apresentando pontos de inundação; novos processos de urbanização que porventura ocorram, à jusante das áreas já urbanizadas, podem acentuar as inundações na bacia como um todo. No estágio 2, a urbanização está avançando próxima ao corpo hídrico, incluindo a nascente e a saída da bacia hidrográfica; nesse caso, se novos processos de urbanização ocorrerem, à montante das áreas já urbanizadas, poderá haver inundações à jusante. O avanço do processo de urbanização e o aumento das canalizações implicam maiores vazões iniciais de escoamento (indutoras de assoreamento), seguidas de queda abrupta na capacidade de drenagem da bacia, como pode ser observado no hidrograma da saída da bacia (Figura 3). No estágio 3, o aumento e concentração espacial das áreas urbanizadas implicam maiores níveis de impermeabilização do solo e o aumento do escoamento superficial, ocasionando intensificação das inundações.

## 6.1.2 O problema dos mananciais

Desde a captação nos mananciais até o consumo humano, a água passa por muitos caminhos e processos. Devido às cheias e ao contato com o solo, notadamente nas localidades rurais, o transporte de sedimentos nesse trajeto traz consigo uma carga de poluentes agregados. A associação de poluentes tóxicos com materiais finos produz redução da qualidade da água. Da mesma forma, os depósitos de sedimentos, associados com esgoto sanitários, oriundos de interligações clandestinas aos sistemas pluviais são fontes de degradação anaeróbia que se formam na rede de escoamento. A lavagem de solos impermeabilizado resulta na dispersão ou dissolução de resíduos urbanos (domésticos e/ou industriais) na água drenada, tornando-se fonte de contaminação de mananciais superficiais situados em áreas urbanizadas. Além da contaminação, os mananciais sofrem impactos físicos, oriundos de processos de ocupação desordenada da bacia, favorecidos por diversos fatores, dentre os quais se destacam o planejamento urbano inadequado e o controle de ocupação ineficiente. Tais impactos afetam principalmente os mananciais superficiais, e são agravados pela falta de tratamento de esgotos e pela poluição difusa rural na área da bacia. Já nos mananciais subterrâneos, pode ocorrer contaminação e perda de áreas de recarga. Nos reservatórios urbanos, pode ocorrer eutrofização, contaminação e redução da disponibilidade de água devido à qualidade. A Figura 4 a seguir ilustra o ciclo de inundações e contaminação.



**Figura 4: Ciclo de inundações e contaminação**

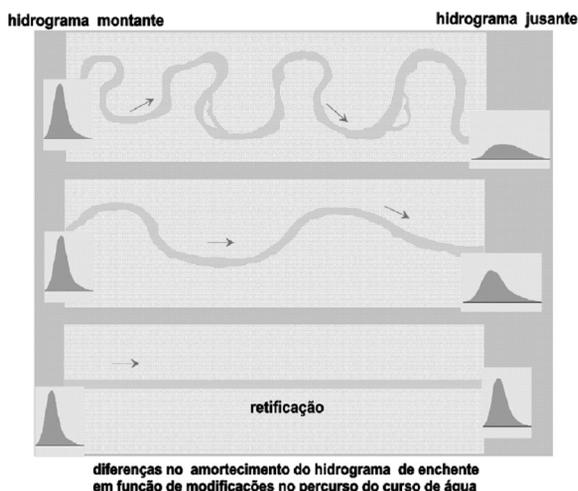
Fonte: UFMG, 2008.

## 6.2 Inundações e políticas de controle de drenagem

De uma forma geral, as inundações são fenômenos que ocorrem periodicamente nos cursos d'água, devido a chuvas de magnitude elevada. A inundação ribeirinha é um processo natural resultado do aumento da vazão dos rios durante os períodos secos e chuvosos. As inundações podem ser ampliadas ou terem maiores efeitos em função da ação do homem.

As enchentes em áreas urbanas podem ser decorrentes de chuvas intensas de largo período de retorno; ou devidas a transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou ainda, devidas à própria urbanização. Tendo em vista que a urbanização provoca aumento das vazões devido à canalização e à impermeabilização, em relação à drenagem urbana, o escoamento, em áreas urbanizadas, pode se tornar um grande indutor de inundação e erosão, se relacionado a áreas declivosas com ocupação humana, tendo em vista que a urbanização provoca aumento das vazões devido à canalização e à redução das taxas de infiltração (devido à impermeabilização e ao desmatamento).

A canalização de córregos sem a devida análise de impactos à jusante pode levar a problemas com inundações, transferindo sua ocorrência de um ponto a outro. Um esquema demonstrativo dos efeitos da retificação de um rio (doravante denominada retinização) pode ser visto na Figura 5:



**Figura 5: Diferenças no amortecimento do hidrograma de enchente**

Fonte: SEMADS, 2001.

O estudo da ocorrência de chuvas intensas é útil na busca de soluções apropriadas aos problemas de enchentes, entretanto, é por intermédio do estudo dos processos hidrológicos que se definem as ações concretas. Em relação aos impactos das cheias, é preciso considerar os seguintes aspectos:

- bacias de pequeno porte, onde se concentra a área impermeabilizada;
- aumento do pico e antecipação da ocorrência;
- aumento do volume do escoamento superficial;
- diminuição da evaporação e da recarga subterrânea;
- aumento da poluição de origem pluvial;
- aumento da produção de sedimentos.

A política de controle da drenagem usualmente empregada (“a melhor drenagem é a que escoar o mais rapidamente possível a precipitação”) baseia-se na canalização do escoamento, apenas transferindo para jusante as inundações. A população perde duas vezes: custo mais alto na implantação de tais sistemas, pois canais e condutos podem produzir custos 10 vezes maiores que o controle na fonte; e maiores inundações, pois a canalização aumenta os picos para jusante.

No tocante aos princípios modernos relacionados ao controle de drenagem, ressalta-se que:

- novos desenvolvimentos não podem aumentar ou acelerar a vazão de pico das condições naturais (ou prévias aos novos loteamentos);
- deve-se considerar o conjunto da bacia hidrográfica para controle da drenagem urbana;
- deve-se buscar evitar a transferência dos impactos para jusante;
- devem-se valorizar as medidas não-estruturais (*educação tem papel fundamental*);
- devem-se implementar medidas de regulamentação e instrumentos econômicos.

Segundo Tucci (2008), os princípios básicos dos controles de cheias são: (i) estabelecer o controle da bacia hidrográfica urbana e não de pontos isolados; (ii) os cenários de análise devem contemplar o futuro desenvolvimento da bacia; (iii) deve-se procurar evitar que a ampliação da enchente devido à urbanização seja transferida para a jusante; (iv) o controle para as áreas ribeirinhas deve priorizar o uso de medidas não-estruturais como zoneamento de enchentes, seguro e previsão em tempo-real. Esses princípios são normalmente aplicados em países desenvolvidos. No entanto, a realidade brasileira apresenta características que dificultam a implementação

de alguns deles. Ainda de acordo com Tucci (2008), os principais problemas identificados são os seguintes:

- nas áreas de periferias das grandes cidades, onde o lote tem menor valor agregado, existe uma ponderável implementação de loteamentos clandestinos nas áreas privadas (sem aprovação legal na prefeitura);
- ocorrência de invasão em áreas públicas (áreas verdes), reservadas pelo Plano Diretor ou de propriedade pública. Devido ao caráter social da população envolvida, a consolidação e dá pela implementação de água e luz nas habitações;
- a área ribeirinha de risco de enchentes tem sido ocupada principalmente pela população de baixa renda, tendo como consequências frequentes impactos devido às enchentes.

Os controles de enchentes são desenvolvidos por sub-bacias e regulamentados em nível de distrito. A filosofia de controle de enchentes é a de: (i) para a macrodrenagem urbana: reservar espaço urbano para parques laterais ou lineares nos rios que formam a macrodrenagem para amortecimento das enchentes e retenção dos sedimentos e lixo; (ii) para as áreas ribeirinhas: zoneamento de áreas de inundação, definindo-se zonas de alto e baixo riscos de ocupação, e critérios de construção no código de obras da cidade.

Na implementação das políticas de controle de cheias, apontam-se dificuldades em relação ao desgaste político do administrador público, resultante do controle não-estrutural, que induz a população a esperar sempre por obras hidráulicas.

Somam-se ainda dificuldades relacionadas à necessidade de capacitação da população e dos planejadores urbanos sobre controle de cheias, e à desorganização, em níveis Estadual e Municipal, sobre o controle de inundações, aliadas à crença em soluções puramente tecnológicas ou econômicas, simplistas e/ou instantâneas, desconsiderando que não existe solução que seja de responsabilidade de um único ator social.

### *6.3 Contextualização: o baixo Paraíba do Sul e a Lagoa Feia*

Texto adaptado de SOFFIATI NETO (2007) e VARGAS *et al.* (2007).

Na Baixada Campista, localizada na região do Baixo Paraíba, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, os problemas de água são relativos não só à sua disponibilidade como também à sua distribuição.

A região é bem servida em termos de recursos hídricos, onde se destacam o Rio Paraíba do Sul, o Rio Muriaé, o Rio Ururaí e as Lagoas Feia, de Cima e Campelo, dentre outras. O sistema possui também outros rios de menor porte, além de uma extensa rede de canais, com cerca de 1500 km, implantada pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) que serve a uma vasta região de planície de grande potencial agrícola.

Devido a práticas degradativas como o desmatamento, especialmente com a remoção das matas ciliares, monocultura da cana-de-açúcar, queimadas e outras, associadas aos baixos investimentos em tecnologia na área agrícola, estes recursos naturais têm reduzido a sua disponibilidade de água. Com o abandono da rede de canais implantada pelo DNOS, o setor agrícola tem sofrido grandes prejuízos, principalmente nos períodos de seca, pois a falta de manutenção do sistema não tem possibilitado o uso desta estrutura implantada para fins de produção agro-pecuária.

### 6.3.1 Histórico

A Baixada Campista possui extensas planícies com elevada fertilidade, favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar, fruticultura e pecuária. O Rio Paraíba do Sul, em seu estágio sedimentar, transpassava a área do município em cota superior as observadas na região da Baixada, favorecendo no passado, a ocorrência de inundações e outros problemas de saneamento.

#### 6.3.1.1 As grandes obras, um breve histórico

No final século XIX, com a chegada ao Brasil das novas tecnologias de agroindústrias advindas da Europa, foi possível a transformação das pequenas unidades produtivas (engenhos de açúcar) em grandes usinas, que necessitavam de grandes áreas produtivas para manter seu parque industrial em atividade plena, fato que levou a um processo voraz de ampliação das terras agricultáveis, e o conseqüente avanço sobre as zonas alagadiças. Neste contexto, foram criadas sucessivas comissões de saneamento, e órgãos responsáveis pelos estudos e obras da Baixada Campista (Quadro 1).

## Quadro 1

### Entidades responsáveis por estudos e obras hidráulicas a partir de 1894

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

Fonte: Adaptado de BIDEGAIN; BIZERRIL; SOFFIATI NETO, 2002.

A Comissão de Estudos e Saneamento da Baixada do Estado do Rio de Janeiro realizou as obras: de limpeza do rio Macabu (1894); da construção do canal de Jagoroaba, para escoar as águas da Lagoa Feia para o oceano (1896-97); da desobstrução do canal Campos - Macaé (1897- 1901), suspensa por portaria; do restabelecimento da largura de 11 metros do rio Carrapato, numa extensão de 66 quilômetros; do restabelecimento parcial de 13,5 km canal de S. Bento ou do Frade (1897-1900); da limpeza dos sangradouros da lagoa Feia, com reabertura da vala do Furado (início em 1897); de trabalhos análogos entre a lagoa Feia e de Dentro; e de levantamentos topográficos em toda a região.

A Comissão do Porto de S. João da Barra e Baixada Noroeste do Estado do Rio de Janeiro elaborou a planta de 19 km do rio Paraíba do Sul, fixou referência de nível com base em observações maregráficas e dragou, sem sucesso, sua barra principal no Atlântico, além de desobstruir os sangradouros da Lagoa Feia.

A Comissão do Canal de Macaé a Campos dos Goytacazes realizou estudos topográficos e batimétricos, traçou seções transversais; e instalou várias régua para leitura do nível de água, além de promover o rebaixamento do leito e a limpeza de vários trechos do canal Campos - Macaé, e também a desobstrução dos rios Novo, Barro Vermelho, Furado, Andreza e Caxexa, dentre outras obras.

A Comissão de Estudos e Obras contra Inundações da Lagoa Feia e Campos de Santa Cruz, após reunir e analisar os dados produzidos pelas comissões precedentes, concluiu que de todo o acervo herdado, pouco seria aproveitável. Reiniciou a limpeza dos sangradouros da lagoa Feia (51 km lineares) e propôs a criação de um vertedouro único para desaguar-la no mar. Nestas premissas, em contraponto à hipótese de Saturnino de Brito, de que seria mais eficaz manter conservados os sangradouros da Lagoa Feia do que jogar nas costas de um único canal, o Canal de Jagoroaba, o fardo de escoar as suas águas para o oceano. Foi construído na década de 40, o Canal das Flechas, que passaria a desempenhar este papel.

O Escritório Saturnino de Brito realizou entre 1925 e 1930, os estudos mais completos sobre o rio Paraíba do Sul e a Lagoa Feia, o “Relatório sobre o melhoramento do Rio Paraíba e Lagoa Feia”.

A Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense possuía como escopo específico: levantar a documentação produzida pelas comissões anteriores; verificar até que ponto houve execução das obras projetadas e manutenção das mesmas; investigar as causas responsáveis pelo malogro de iniciativas com vistas ao saneamento; formular um programa global que permitisse o saneamento da Baixada Campista visando à incorporação de terras ao processo produtivo; inventariar os recursos materiais disponíveis para a execução de obras e de apresentar relação de material a ser adquirido; orçar os trabalhos a serem executados. Tudo isto objetivando o então considerado caos, mitigando os riscos da economia local e da saúde pública. Esta comissão foi posteriormente transformada em Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense, realizando diversas obras, das quais se destacam as expostas no Quadro 2.

**Quadro 2**  
**Serviços executados pela Diretoria de Saneamento da Baixada**  
**Fluminense na Baixada Campista**

<b>Obra</b>	<b>Extensão (km)</b>
Limpeza de cursos d'água	800
Conservação de cursos d'água	865
Construção manual de cursos d'água	320
Dragagem de canais	19
Construção de dique de alvenaria	15,5
Construção de dique de terra	7,6

Fonte: Adaptado de BIDEGAIN, BIZERRIL e SOFFIATI NETO, 2002.

O DNOS, criado pelo Decreto-Lei nº 2.367, de 4 de julho de 1940, em pleno Estado-Novo, foi reorganizado em 1946 (Decreto-Lei nº 8.847, de 24 de janeiro), reestruturado em 1962 pela Lei nº 4.089, de 13 de junho, e extinto em 1989, no início do Governo Collor. Teve papel marcante no processo de saneamento da Baixada Campista.

Da sua criação até 1950, o DNOS, promoveu um grande número de obras, que impressionavam tanto pela quantidade, quanto pela complexidade das mesmas, podendo ser denominadas como verdadeiramente faraônicas, tais sajam: 18 km de diques de alvenaria de pedra argamassa na margem direita do rio Paraíba do Sul, entre Itereré e a cidade de Campos dos Goytacazes; 26 km de dique de terra à jusante da cidade; dragagem de 221 km de canais; e a construção do canal das Flechas, ligando a Lagoa Feia ao oceano atlântico, com seus 13 km de extensão, e 120 m de largura, que substituiu o escoamento natural realizado pelos rios da Onça, Novo, do Ingá, do Barro Vermelho, e do Furado, que confluíam para o Rio Iguaçu (BIDEGAIN; BIZERRIL; SOFFIATI NETO, 2002).

Deste de então, o DNOS, trabalhou arduamente na tentativa de cumprir sua hercúlea missão, a de “domesticar o ambiente hostil” ou nas palavras de Getulio Vargas:

Há no Brasil, três problemas fundamentais, dentro dos quais, está triangulado o seu progresso: sanear, educar, povoar. O homem é produto do habitat. Disciplinar a natureza é aperfeiçoar a vida social. Drenar pântanos, canalizar as águas para as zonas áridas,

transformando-as em celeiros fecundos, é conquistar a terra. Combater as verminoses, as endemias, as condições precárias de higiene, é criar o cidadão capaz e consciente. Sanear, educar, povoar – eis a palavra de ordem, cuja difusão e cumprimento devem presidir o grande projeto da ‘valorização do capital humano. (VARGAS *apud* MELLO; VALPASSOS, 2004).

Impondo a espaço natural uma “ordem” artificial sintonizada com os interesses das usinas de açúcar, e em total desalinho com a sustentabilidade ambiental, fato que conforme provado pelo tempo, foi motivo de inúmeros problemas, e limitações de uso. Mesmo assim, até sua extinção o DNOS, cortou a Baixada Campista com cerca de 1.400 km de canais. São consideradas tamanhas as suas proezas, que o mesmo passou a possuir uma conotação quase mítica (SOFFIATI NETO, 2005), levando-o alçar a posição de autarquia federal, com total autonomia financeira e administrativa, financiadas por fundo próprio. Sobre isso o artigo 46 da Lei Federal 4.089/62 diz:

Impondo a espaço natural uma “ordem” artificial sintonizada com os interesses das usinas de açúcar, e em total desalinho com a sustentabilidade ambiental, fato que conforme provado pelo tempo, foi motivo de inúmeros problemas, e limitações de uso. Mesmo assim, até sua extinção o DNOS, cortou a Baixada Campista com cerca de 1.400 km de canais. São consideradas tamanhas as suas proezas, que o mesmo passou a possuir uma conotação quase mítica (SOFFIATI NETO, 2005), levando-o alçar a posição de autarquia federal, com total autonomia financeira e administrativa, financiadas por fundo próprio. Sobre isso o artigo 46 da Lei Federal 4.089/62 diz:

Tal artigo demonstra o tamanho do poder delegado ao DNOS (SOFFIATI NETO, 2005).

### 6.3.2 Os conflitos de uso

No caso específico do sistema de canais das Baixada Campista, o conflito entre os diversos usuários dos sistemas pode ser discretizado em, ao menos, três vetores de interesse e conflito: as formas de uso que comprometem a disponibilidade de água, as que degradam a qualidade da águas, e as relativas aos próprios mecanismos de controle, como é o caso do gerenciamento das comportas. Quando não geridas eficazmente, ora, prejudicam a agroindústria,

pela fala ou excesso d'água, ora prejudicam os pescadores por impedir o fluxo natural das águas, e a movimentação da ictiofauna, durante seu ciclo de reprodução (GETIRANA, 2005).

Neste íterim, os conflitos de interesses entre os atores sociais usuários do sistema de canais da Baixada Campista eclodiram na década de 70, e permaneceram até os dias de hoje, conforme pode ser observado no Quadro 3, segundo sua ordem cronológica.

**Quadro 3**  
**Cronologia dos principais conflitos entre atores sociais usuários do sistema de canais da Baixada Campista**

Ocorrências	Atores em conflito	Ano
Questionamento acerca dos impactos das obras da Baixada, sobre os ecossistemas locais.	Dep. de Recursos Naturais Renováveis da Séc Est. de Agricultura e Abastecimento & DNOS	1976
Parecer técnico sobre o impacto ambiental das obras do DNOS.	FEEMA & DNOS	1979
Pescadores de Ponta Grossa paralisam draga flutuante que pretendia remover o controle hidráulico natural do nível da Lagoa Feia, conhecido como <i>durinho da valeta</i> .	Pescadores & DNOS	1979
Protesto dos pescadores de Farol de São Thomé, junto ao canal Quitunguta, pela imediata ligação do mesmo com mar, caso que ficou conhecido como <i>buraco do ministro</i> .	Pescadores & DNOS	1979
Pescadores da Lagoa do Campelo arrancam as comportas do Canal Cataia.	Pescadores & DNOS	1980

Fonte: Adaptado de CARNEIRO, 2007.

Cabe ressaltar que a mola mestra destes conflitos era a forma diferenciada de tratamento dos atores sociais: enquanto os ruralistas eram ouvidos, e na maioria das vezes eram acatadas suas reivindicações; os pescadores eram ignorados, sobrando a eles apenas a negociação via confronto direto.

Outro ponto a salientar é que a extinção do DNOS, no final da década de 80 pelo governo Collor, não findou com os conflitos na Baixada Campista, estes apenas assumiram uma nova forma, já que a partir deste momento surgia um órfão, do qual todos desejavam as benesses, mas ninguém assumia a tutela.

### 6.3.3 O fim do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS)

O poderoso departamento, criado em 04 de julho de 1940, através do Decreto-Lei no 2.367, teve o auge de suas ações no início dos anos setenta. Na década de 70, começaram os primeiros embates com ecologistas que tentavam, de todas as maneiras possíveis, fazer a defesa do patrimônio natural.

Na década de oitenta, já não possuindo a mesma pujança orçamentária dos tempos idos, o DNOS acabou por ser extinto, em 13 de junho de 1989, no início do governo Collor. A partir daí, passa a valer a lei do interesse particular e a vontade daqueles que possuíam maior capacidade de articulação. Registra-se, assim, uma declaração do então presidente da organização não governamental Centro Norte Fluminense para Conservação da Natureza (CNFCN): “Ruim com o DNOS, pior sem ele. Agora não temos nem a quem recorrer”.

#### 6.3.3.1 Os Canais sob nova tutela

Recentemente, após a instituição da Lei 9.433, em 1997, Política Nacional de Recursos Hídricos, e a formalização dos instrumentos e organismos de bacia por ela criados, o Governo Federal através do herdeiro patrimonial do DNOS, a Secretaria de Infra-estrutura Hídrica do Ministério de Integração Nacional, voltou novamente sua atenção para os canais da Baixada Campista.

Já em 2000, iniciaram as tratativas com o Governo do Estado do Rio de Janeiro, no sentido de se delegar competências objetivando a reavaliação do sistema e priorização de obras de recuperação.

Em 2004, a Agência Nacional de Águas firmou convênio com a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), delegando poderes para que esta última analise e emita documentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos nos canais da Baixada Campista.

Em 2006, foi a vez do Ministério de Integração Nacional que celebrou convênio com a SERLA a fim de propiciar a transferência de recursos financeiros para a elaboração de um plano de recuperação e operação do referido sistema de drenagem.

Em 2007, o Governo Estadual propôs a criação dos comitês de bacias hidrográficas tendo como base o recorte territorial estabelecido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que definiu 10 novas Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro.

#### 6.3.4 A situação dos canais da Baixada Campista

O sistema de canais da Baixada Campista implantado pelo DNOS é frágil e complexo, porque apesar de suas grandes extensões, os canais principais, possuem baixíssima declividade (média menor do que 0,01%). Este fato faz com que qualquer nível de assoreamento ou entupimento, ao longo dos canais, impeça a adução de água para a área rural, gerando graves problemas de abastecimento no interior. Outra consequência da obstrução dos canais é que ela provoca também inundações de áreas no meio urbano, gerando grandes transtornos à população.

Os problemas advindos em consequência do mau funcionamento do sistema são gerados devido à condição climática da região, que apresenta períodos definidos de chuva e seca, além do fato de que o Rio Paraíba do Sul possui uma extensa bacia hidrográfica, drenando áreas dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, totalizando uma área de drenagem de 57.000 km<sup>2</sup>.

No período de seca, quando o nível do Rio Paraíba está abaixo da cota de 5,70 m (DNOS), a captação de água para os canais torna-se difícil e muitas vezes não ocorre, ficando complexa a regularização das águas, o que gera problemas de abastecimento para as propriedades rurais, impedindo a sua utilização para práticas como irrigação e dessedentação de animais, provocando quedas na produção agrícola e na pecuária.

Na época chuvosa, ocorrem problemas de outra natureza, pois com a elevação do nível das águas do Paraíba, há a necessidade de controle das comportas a fim de se evitar inundações e represamentos em áreas urbana e rural.

Outro grande problema no sistema é a manutenção dos canais, pois o controle periódico das cotas de fundo exige equipamentos disponíveis para escavação e limpeza, além de pessoal para controle periódico da vegetação aquática e nos taludes. Associado a estes problemas, os canais também são utilizados para deposição de lixo e esgoto, principalmente na zona urbana, o que agrava a situação.

A partir do quadro descrito acima, conclui-se que, no período chuvoso, devido à topografia plana, a rede de canais deveria assumir papel preponderante no processo de drenagem, enquanto no período seco, atuariam como canais de adução para uso agro-pecuário. A não regularização do sistema e as intervenções de interesses individuais fazem com que o sistema

não funcione adequadamente, causando sérios transtornos nas áreas urbana e rural, justificando a necessidade de um estudo detalhado da área a fim de propor alternativas de manejo e controle dos recursos hídricos de interesse regional.

Apesar das intervenções do poder público local, devido à grandeza e à complexidade do sistema, há necessidade de um planejamento global, a fim de se implementar um uso racional através gestão integrada de recursos hídricos.

### 6.3.5 Ecossistema Lagoa Feia

Descoberta no ano de 1632, o seu nome foi dado por que estava um dia tão tempestuoso e suas águas tão revoltas que eles a batizaram de Feia.

Segundo registros antigos, ela era ligada à Lagoa da Ribeira, sendo então considerada muito maior do que atualmente. Estima-se que, em 1898, ela tivesse uma superfície em torno de 370 km<sup>2</sup>, entretanto atualmente ela não passa de 170 km<sup>2</sup>, o que significa que perdeu ao longo dos anos cerca de 200 km<sup>2</sup>, superfície maior do que a remanescente na atualidade.

Esta rápida e absurda redução se deve às obras realizadas pela Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, entre 1935 e 1940, e pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), entre 1940 e 1990. Com essas obras, seu volume e sua superfície foram reduzidos. Sua ligação com as lagoas da Ribeira e do Açú foi cortada e, numa de suas enseadas, criou-se a Lagoa do Jacaré. Aproveitando as obras do DNOS, proprietários de suas margens construíram diques e se apoderaram de vastas extensões de terras de seu leito.

Outra intervenção importante do DNOS consistiu em ligá-la diretamente ao mar pelo Canal das Flechas, que teve sua foz prolongada mar adentro por dois espigões de pedra que estão provocando o engordamento da praia do lado do município de Quissamã e erosão do lado do município de Campos dos Goytacazes. Em seu leito, foi rasgado um canal na forma de tridente ligando o rio Macabu, o rio Ururá (seus principais afluentes) e o Canal de Tocos ao Canal da Flecha. O golpe final seria a remoção de um vertedouro denominado “durinho da valeta”, o que não foi permitido pelos pescadores de Ponta Grossa dos Fidalgos, o núcleo urbano mais importante às suas margens.

O processo de assoreamento contínuo e de eutrofização de suas águas pelo despejo de matéria orgânica e de fertilizantes químicos usados na lavoura

tem reduzido a sua profundidade. A Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), por decisão judicial, foi obrigada a demarcar sua orla e sua faixa marginal de proteção e, recentemente, por convênios entre os governos federal e estadual, a SERLA ficou responsável por ela e pela extensa rede de canais construída pelo DNOS.

A Lagoa Feia cumpre o papel de um grande estabilizador de águas para a planície fluviomarinha, sendo que em 1819, José Carneiro da Silva suspeitou de uma ligação subterrânea entre o rio Paraíba do Sul e a Lagoa, o que se confirmou em 1837 com as observações do Major Henrique Luiz de Niemeyer Bellegarde. Essa ligação parece influenciar diretamente no nível do lençol freático na rede de canais da Baixada Campista (SOFFIATI, 2006).

### 6.3.6 Caracterização da área

#### 6.3.6.1 Geomorfologia

Na região podem-se identificar três ambientes morfológicos principais: A Serra do Mar, geologicamente conhecida como Cristalino; os Tabuleiros Terciários, muitas vezes chamada de “Mar de Morros” e a Baixada Campista, formada pela planície aluvionar do Rio Paraíba do Sul. A área de interesse localiza-se na Baixada Campista, na margem direita do Rio Paraíba do Sul, 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 Paraíba, pode ser explicada pela história geológica desta região formada por aportes de sedimentos marinhos e fluviais da era Quaternária.

Os sedimentos Quaternários, predominantes na área em estudo, 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 se 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 deste grupo as areias quartzozas de colora o branco-amarelada de granulometria variando de média a grosseira, podendo apresentar estratifica o cruzada.

#### 6.3.6.2 Ambientes e classes predominantes de solos

A grande de 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 composi o 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 depressões intertabuleiros, encontra-se um lençol freático muito próximo da superfície, constituindo muitas vezes corpos d’água, onde predominam os Hidromórficos frequentemente orgânicos e semi-orgânicos.

Dentre os corpos d’água que ocorrem nesta área, destaca-se a Lagoa Feia, onde deságuam os rios Urura  e Macabu, ocupando em torno de 20.000 ha e ligada ao mar pelo Canal das Flexas.

As restingas ocupam áreas entre planície fluvial do Paraíba e o 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 irriga o, são de pouco interesse, no entanto, têm destacada importância para manuten o do ecossistema costeiro.

Formados por depósitos de lagos e lagoas, os sedimentos de origem lacustre são depositados em ambientes de água doce pouco salobra, bastante comuns na área, onde o sedimento característico é uma argila plástica de coloração cinza-negra rica em matéria orgânica, podendo, em pântanos e brejos, ser formado por material orgânico de coloração negra denominado turfa.

### 6.3.6.3 Hidropedologia

Constituindo em informação básica para todo projeto de desenvolvimento agrícola, os estudos pedológicos indicam as características dos solos, a sua aptidão, limitações, classificação e distribuição geográfica.

Na área do projeto, na extensa planície fluvial do Paraíba, notadamente à margem direita, apresentam-se solos com problemas de drenagem que muitas vezes limitam o uso agrícola. Os problemas de drenagem e a limitação ao uso são consequências da topografia relativa baixa, lençol freático próximo da superfície e a baixa condutividade hidráulica dos solos argilosos que aí ocorrem.

Com relação à salinidade das camadas superficiais dos solos da Baixada, cerca de 37% apresentam problemas de salinidade em graus diversos, com ocorrência de solos salinos, onde o grau de salinidade geralmente aumenta com a profundidade do perfil. Por outro lado, estudos de salinidade do lençol freático demonstraram que em grande parte da planície, a água apresenta graus diversos de salinidade e/ou teor de sódio, inclusive, em áreas onde os solos não são salinos.

A salinidade tanto no lençol freático, quanto nos solos da Baixada, pode ser explicada pelo histórico de formação da planície, caracterizada pela deposição de sedimentos marinhos carregados de sais. A evolução geológica da área indica que posteriormente o Paraíba depositou sedimentos aluviais não-salinos, que foram influenciados pelos salinos já existentes e pelo lençol freático de salinidade variada. Na margem direita do Paraíba, ocorrem expressivas áreas, nas quais o lençol freático se encontra salino ou salino-sódico, tornando-se cada vez mais acentuada a salinidade, quanto mais próximo da Lagoa Feia, especialmente, nas regiões de menor cota. Diante deste quadro, torna-se importante o monitoramento da salinidade da água do lençol freático, o que permitirá conhecer o seu comportamento no tempo e principalmente sua evolução sazonal, isto é, nas estações chuvosa e seca.

Nos locais onde os sedimentos fluviais são mais espessos, caracterizados pelas cotas altas e lençol freático mais profundo, não existe salinidade nos solos e o risco de salinização é mínimo. Por outro lado, as regiões de baixas cotas, com lençol freático alto, são as mais afetadas por salinidade. Conclui-se que para a implementação de projeto agrícola autossustentável, na Baixada Campista, deve obrigatoriamente preocupar-se com a drenagem e o adequado manejo da água com a finalidade de se evitar que o lençol freático ascenda e provavelmente salinize terras, tornando-as improdutivas.

Com relação à profundidade do lençol freático, em quase totalidade da área do projeto, apresenta-se pouco profundo variando desde muito próximo à superfície a 6 metros, sendo mais frequente profundidades na faixa de 1 a 2 metros. Um dos fatores que contribui para presença do lençol, à baixa profundidade, são as baixas cotas encontradas nesta região, variando de 2 a 10 metros de altitude, possibilitando a influência direta das águas infiltradas nas áreas de maior altitude ao redor e pelos corpos d'água importantes que lá se localizam tais como o rio Paraíba, a Lagoa Feia, a Lagoa de Cima, Oceano Atlântico e outros. À medida que se aproxima da Lagoa Feia, o lençol apresenta-se cada vez mais próximo da superfície, culminando com o afloramento nas terras mais baixas que circundam a lagoa, situação que também ocorre ao longo de toda a planície nas depressões fechadas e leitos antigos de rios.

As áreas, onde o lençol apresenta-se com profundidade inferior a 2 metros, devem necessariamente ser tratadas, em especial, com respeito à drenagem, realizando monitoramento da profundidade do lençol, como também da sua qualidade, principalmente com respeito à salinidade.

#### 6.3.6.4 Recursos hídricos

A área de interesse deste projeto se localiza na bacia do rio Paraíba do Sul que abrange uma das mais desenvolvidas áreas industriais do país. A bacia possui uma área total de 57.000 km<sup>2</sup> que se estende pelos Estados de São Paulo, com 13.500 km<sup>2</sup>; Rio de Janeiro, com 22.600 km<sup>2</sup> e Minas Gerais, com 20.500 km<sup>2</sup>. A bacia do rio Paraíba, sub-bacia 58, está inserida na Bacia do Atlântico Leste segundo a classificação hidrológica da ANEEL. O rio possui uma vazão média na cidade de Campos dos Goytacazes de 876 m<sup>3</sup>/s, relativa a um período de 1934 a 1992 (ANEEL, 2000), e vazões mínima e máxima de 115 e 6.000 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, considerando um período de retorno de 50 anos (PROJIR, 1982).

Com respeito à qualidade de suas águas, estudos anteriores indicam que são classificadas, segundo critérios do Salinity Laboratory, como C1S1.

O rio Paraíba do Sul e os afluentes que nascem no Estado de Minas Gerais, chegam ao Estado do Rio de Janeiro com a qualidade das águas já comprometida pelos lançamentos de esgotos domésticos, efluentes industriais e grande carga de sólidos em suspensão. No trecho fluminense da bacia, da mesma forma, as contribuições de esgotos sanitários que chegam *in natura* aos corpos hídricos e os despejos industriais avolumam a carga poluente, agravando a qualidade da água. Apesar do controle que a Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA) exerce sobre as indústrias potencialmente poluidoras de grande porte, como a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Dupont do Brasil, Clariant, Companhia Siderúrgica Barbará, Cyanamid e outras, os efeitos de substâncias tóxicas e metais pesados, ainda, são significativos nas águas do rio Paraíba do Sul. O problema dos lixões, do desmatamento e da consequente erosão, a retirada de recursos minerais para a construção civil sem a devida recuperação ambiental, os acidentes com o transporte de cargas tóxicas, a devastação da mata ciliar, a pesca predatória, o uso indevido e não controlado de agrotóxicos e a falta de consciência ambiental encontram-se também entre os fatores que contribuem para a degradação da qualidade ambiental na bacia, em particular, de seus recursos hídricos.

À margem direita do rio Paraíba do Sul, o trecho correspondente à área urbana da cidade de Campos dos Goytacazes até a foz no Município de São João da Barra, possui atualmente cerca de 1500 quilômetros de canais e valões que são responsáveis pela drenagem da cidade e da Baixada Campista, alguns deles funcionando também como canais de irrigação, aduzindo água do rio Paraíba para este fim. A rede de canais existente é resultado de projetos de saneamento, implantados a partir de 1933 pela então Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense, órgão substituído pelo extinto DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), com o intuito de controlar as enchentes do Rio Paraíba do Sul e ampliar as áreas agricultáveis da região, reduzindo drasticamente as áreas úmidas naturais.

Através da drenagem de brejos e alagadiços, abertura e ampliação de canais de escoamento da água, direcionando o extravasamento das águas do rio para a Lagoa Feia, e abertura artificial das barras das lagoas e lagunas, tais projetos acarretam a destruição de ecossistemas aquáticos inteiros, a redução da superfície de lagoas, lagunas e áreas inundáveis.

A margem esquerda do rio Paraíba do Sul, no trecho correspondente a área urbana da cidade de Campos dos Goytacazes, possui diversos canais e “valões” interligados pelo sistema lagunar ali existente (lagoas do Vigário, dos Prazeres, do Brejo Grande e do Campelo), formando assim a rede de drenagem local.

Além do o Rio Paraíba do Sul, a Lagoa Feia, a Lagoa de Cima e uma série de rios potencializam a região como grande produtora agrícola. Porém, a degradação ambiental proporcionada por uma série de fatores como monocultura da cana de açúcar, práticas agrícolas impróprias, desmatamentos, crescimento urbano desordenado, tornaram os solos da região desprotegidos, reduzindo sua capacidade de armazenamento, o que pode ser constatado nos períodos de seca.

Verifica-se que a ocorrência de processos erosivos acelerados na bacia do rio Paraíba do Sul, e conseqüentemente na área em estudo, está diretamente associada à ausência de cobertura florestal e os processos variam de tipo e intensidade de acordo como a forma de uso da terra e com a suscetibilidade do meio físico aos agentes erosivos. A erosão está relacionada aos desmatamentos e à inadequação das seguintes formas de uso: uso rural - pecuária e agricultura (café no passado, cana de açúcar e olerícolas hoje); mineração para construção civil (areia, argila, saibro, etc); uso urbano (arruamentos, loteamentos, etc); e estradas (cortes, taludes, movimento de terra). Os principais impactos sócio-ambientais da erosão acelerada compreendem: perda de produtividade das terras; alteração no ciclo hidrológico; empobrecimento social; êxodo rural; desvalorização imobiliária; redução de quantidade e qualidade dos mananciais; assoreamento dos cursos d'água e inundações, degradação da biota aquática, dentre outros.

Com a abertura de estradas, tanto rodoviárias como ferroviárias, caminhos naturais de escoamento superficial do terreno foram sendo bloqueados. Posteriormente, para a transposição do greide dessas estradas, a drenagem natural, aliada à da própria estrada, foi concentrada em poucos pontos, que nem sempre dispõem de estruturas adequadas para a dissipação da energia da água. Este escoamento concentrado, aliado à instabilidade e falta de proteção dos taludes de cortes/aterros das estradas, são os agentes principais causadores de erosão nas proximidades dessas obras de engenharia.

A rede de canais se encontra com alto grau de assoreamento em consequência do processo erosivo, sobretudo com respeito à erosão hídrica.

Esta condição se apresenta não só devido às práticas degradativas que são utilizadas na bacia e na área de interesse, como também a não realização de manutenção no sistema. Como práticas que aceleram o processo erosivo e que posteriormente são depositados nos lagos, rios e canais podem ser citadas:

- queimadas - utilizadas, geralmente, como forma imediatista de controlar as pastagens ou para eliminação de restos de culturas, com destaque do seu uso na colheita da cana-de-açúcar, cultura ainda predominante na região. As queimadas descontroladas muitas vezes acabam por atingir áreas de florestas, naturais ou plantadas, representando grandes perdas em biodiversidade e proteção ao solo, em uma região já tão desprovida de cobertura florestal;
- remoção da Mata Ciliar – a ocupação das áreas de preservação permanente com a remoção das florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas faixas marginais em torno de rios, canais, lagos, impede a retenção das partículas sólidas transportadas pela chuva, sendo depositadas no fundo destes;
- uso indevido do solo na bacia hidrográfica – práticas agrícolas que reduzem a produção e deixam os solos descobertos sujeito à remoção e transporte de suas partículas; e
- exploração de areia/saibro das margens e leito – após a exploração, a recuperação das áreas geralmente não ocorre, deixando solo desprotegido.

Atualmente a rede de canais da Baixada Campista apresenta uma série de problemas, refletindo com bastante clareza o grau de complexidade do sistema. Os problemas iniciam-se em regiões próximas a área de captação, na zona urbana, onde o assoreamento, presença de lixo, recepção pelos canais de efluentes diversos, principalmente esgoto sanitário, tornam suas águas impróprias para uso agrícola, além de reduzir a disponibilidade e muitas vezes impedir o transporte de água. Na área rural, os problemas que ocorrem são na verdade consequência da utilização indevida nos trechos urbanos, isto é, falta d'água, o que provoca queda na produção agrícola, salinização de lagoas e lagunas, conseqüentemente a mortandade de peixes, causando um quadro de desolação numa região cercada de água em quantidade e qualidade suficiente e necessária. Esse problemas se destacam nos canais Campos-Macaé, Coqueiros, Cambaíba, São Bento e Quatinguta.

O canal Campos-Macaé e o seu principal afluente Canal Tocos que atende a uma grande área agrícola produtiva e a um número considerável de produtores do setor agro-canavieiro. No caso do Canal de Tocos, sua situação de contaminação é agravada pelo despejo da também contaminada água dos Canais do Rosário e do Santo Antônio, agravando mais o quadro. O Canal Tocos possui aproximadamente 14 km de extensão, onde se pode facilmente constatar a necessidade de limpeza geral.

Por atravessar grande extensão na área urbana, o canal Coqueiros é de grande importância para o sistema de drenagem, em época chuvosa, e na área agrícola para fins de irrigação. O trecho rural enfrenta os conflitos da consequência da disputa pela captação para fins agrícolas e industriais, sendo comum nas épocas secas, a construção de barragens para elevar o nível d'água, com o objetivo de aumentar o volume de água captado, o que prejudica os usuários à jusante. Como no trecho urbano, pontes e passagens também retêm a vegetação que aí se desenvolve, tornando-se também barreiras a passagem d'água.

O Canal São Bento, também conhecido como “Barrinha” e “Andrezza”, é o único que atravessa toda a região, desde o rio Paraíba até as Comportas da Barra do Furado. O sistema atende a uma grande área, além de alimentar o Canal Quintinguta por meio do Canal Vila Abreu. A vegetação cobre o Canal assoreado, sendo que, em alguns pontos, é possível atravessá-lo a pé.

Pode-se facilmente, conversando com os agricultores e moradores das localidades servidas pelos canais, avaliar o descontentamento com a situação de abandono e descaso com este patrimônio da Baixada, apesar dos esforços do poder público municipal. Os problemas são relativos à limpeza e manutenção dos taludes e das cotas de fundo. A vegetação que cresce nos taludes invade os canais e junto com as plantas aquáticas que se desenvolvem e transformam muitos trechos em verdadeiras barragens de vegetação, impedindo a condução de água. Além destas “barragens verdes”, ocorre também a intervenção humana, na maioria das vezes, agravando o quadro, pois nas passagens construídas, as manilhas e tubos colocados obstruem a água, devido ao subdimensionamento ou à falta de manutenção. Nestas áreas, as consequências são as mesmas: seca, água de baixa qualidade e enormes prejuízos ao setor agropecuário.

Destes canais, uma situação especial é observada pela área de domínio do Quintinguta. Este canal passa integralmente na área de restinga do complexo, ficando sujeito à língua salina do mar que invade via lençol freático

e por entrada direta principalmente na Barra do Açu. Com a seca, é possível constatar nestas regiões alagadiças, a salinização do meio e a consequente mortandade de peixes e a queda da produção agrícola.

