

PRESSÃO SOBRE BACIAS HIDROGRÁFICAS E CONFLITOS DE USO NA FAIXA COSTEIRA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA BACIA PETROLÍFERA DE CAMPOS

Maria Naíse de Oliveira Peixoto¹; Eduardo Vieira de Mello²; Vinícius Pinto Moura²; Carla Bernadete Madureira Cruz⁴; Evânia Alves⁵; Josilda Rodrigues da Silva de Moura⁶.

¹ D.Sc. em Geografia, Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno (NEQUAT/UFRJ), Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Av. Brigadeiro Troupowski, s/n, prédio CCMN, sala G026, Ilha do Fundão, cep: 21949-900, Rio de Janeiro (RJ). Phones: +55 21 2598-9405; 2270-7733. e-mail: naise@ufrj.br

² Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Geografia/UFRJ, NEQUAT/UFRJ. e-mails: eduvieira@ufrj.br; regvinicius@bol.com.br

⁴ D.Sc. em Geografia, coordenadora do grupo ESPAÇO/UFRJ (Núcleo de Pesquisas em Sensoriamento Remoto), Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). e-mail: cmad@acd.ufrj.br

⁵ Especialista em Geoprocessamento, NEQUAT/UFRJ. e-mail: evanialves@hotmail.com

⁶ D.Sc. em Geologia, coordenadora do Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno (NEQUAT/UFRJ), Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). e-mail: josilda@ufrj.br

RESUMO

O trabalho apresenta uma avaliação das pressões sobre as bacias hidrográficas da faixa costeira sob a influência direta das atividades petrolíferas na Bacia de Campos (RJ). Foram efetuadas: a individualização de domínios de bacias hidrográficas, com base nas características geoambientais; a elaboração de um índice de pressão sobre bacias hidrográficas (IPBH), a partir da ponderação dos usos e coberturas do solo mapeados (2002); a análise das tendências das mudanças recentes (1994/2002) de uso e cobertura dos solos; e a análise dos usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos terrestres. A espacialização e hierarquização das principais pressões sobre as bacias hidrográficas possibilitam identificar os diferentes contextos em que se encontram inseridos os conflitos de uso atuais na faixa costeira analisada.

ABSTRACT

An evaluation of pressures on drainage basins of the coastal zone under direct influence of petroliferous activities on Campos Basin (Rio de Janeiro, Brazil) is presented. Drainage basins domains were recognized based on geomorphic, geologic and ecosystems units. An index of pressure (IPBH) was developed based on land use map (2002). Trends of recent changes (1994/2002) of land use and water uses were analyzed. Spatial distribution of the main pressures on drainage basins make possible to identify the different contexts where current conflicts of use are inserted.

Palavras-Chave: bacias hidrográficas; indicadores de pressão; conflitos de usos dos recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho insere-se em um projeto desenvolvido no Departamento de Geografia da UFRJ para a REDEPETRO (Rede de Ciência e Tecnologia do Petróleo) e ANP (Agência Nacional de Petróleo), intitulado “*Caracterização do meio sócio-econômico e a previsão de impactos na área de influência da atividade de exploração de petróleo na Bacia de Campos*”¹. A metodologia utilizada baseou-se no modelo proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), consistindo em uma avaliação ambiental integrada do tipo PEIR (Pressão, Estado, Impacto e Resposta – OECD, 1994) no tocante às atividades socioeconômicas e aos recursos físicos, bióticos e hídricos da área de influência no continente da Bacia Petrolífera de Campos, através da avaliação das transformações recentes provocadas pelos investimentos do setor petrolífero em infra-estrutura, logística de apoio à exploração, produção

e transporte, investimentos municipais com recursos financeiros dos *royalties* do petróleo, entre outros.

Como reflexo das transformações em curso, problemas ligados à degradação e a conflitos de uso dos recursos hídricos destacam-se dentre os temas investigados. Refletem, em grande parte, os impactos diretos das alterações no uso e cobertura do solo, que, atreladas ao aumento da demanda hídrica, repercutem na disponibilidade desse recurso.

Este trabalho objetiva apresentar a avaliação das pressões sobre as bacias hidrográficas na faixa costeira da área de influência direta da bacia petrolífera de Campos, abrangendo 11 municípios do Estado do Rio de Janeiro, a partir do confronto dos usos consuntivos e não-consuntivos dos recursos hídricos com as transformações recentes nos usos e cobertura do solo em domínios de bacias hidrográficas.

2. METODOLOGIA

A identificação de pressões sobre as bacias hidrográficas foi efetuada a partir da elaboração de um Índice de Pressão (IPBH), adaptado do Índice de

¹ UFRJ – Instituto de Geociências / REDEPETRO. 2003. (Relatório Técnico). Integrante da “Avaliação Ambiental da Bacia de Campos” (REDEPETRO/ANP).

Transformação Antrópica utilizado por Mateo (1991), calculado para as diferentes bacias de drenagem.

As bases utilizadas foram:

- Limite de Bacias Hidrográficas (GEROE/CIDE, 1994), em escala 1:250.000, a nível de pequenas bacias);
- Uso e Cobertura do Solo (Grupo Espaço/UFRJ, 2002) da faixa costeira de 20 km, elaborada a partir de imagens *Landsat-7*, compatível com a escala 1:50.000.
- Uso e Cobertura do Solo (GEROE/CIDE, 1994) dos municípios da faixa costeira, em escala 1:100.000;
- Compartimentação Morfoestrutural (NEQUAT/UFRJ, 2002), em escala 1:250.000;
- Mapas de Litologia e Geomorfologia (CPRM, 2001), escala 1:400.000.

A individualização de domínios de bacias hidrográficas fundamentou-se na caracterização de unidades geoambientais, utilizando-se as bases acima mencionadas. A análise das condições ambientais e de uso do solo foi realizada para 3 regiões socioeconômicas definidas no âmbito do projeto: Cabo Frio², Macaé³ e Campos dos Goytacazes⁴.

A formulação do Índice de Pressão sobre Bacias Hidrográficas é dada por:

$$IPBH = \sum (\% \text{ uso} * \text{peso}) / 100$$

Onde:

uso = área em valores percentuais da classe de uso ou cobertura na bacia hidrográfica;

peso = peso dado aos diferentes tipos de uso e cobertura quanto à pressão oferecida para a bacia hidrográfica; varia de 1 a 10, onde 10 indica as maiores pressões.

Na tabela 1 encontram-se os pesos utilizados na construção do IPBH, obtidos através de consultas efetuadas especialistas de diferentes áreas envolvidos no projeto.

Verifica-se que as classes *área urbana densa*, *área urbana média*, *cultivo*, *extração de areia* e *solo exposto* receberam os maiores pesos (9.0, 7.7, 7.2, 7.1, 7.0, respectivamente), sendo a elas atribuída portanto, uma maior pressão sobre as bacias hidrográficas. *Pasto* e *área urbana de densidade baixa* receberam pesos intermediários (6.4 e 6.2). De um modo geral, as coberturas naturais receberam os menores pesos.

Apesar de o IPBH apresentado neste trabalho referir-se apenas ao uso e cobertura do solo de 2002, foram analisadas as tendências de mudanças de uso no período 1994/2002, a partir de mapas da base GEROE/CIDE.

O levantamento dos principais usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos de superfície foi efetuado para as regiões socioeconômicas definidas, e hierarquizados segundo diferentes graus de intensidade a

partir de informações primárias e secundárias coletadas durante a pesquisa.

Tabela 1: Pesos atribuídos às classes de Uso e Cobertura do Solo para construção dos Índices de Pressão sobre Bacias Hidrográficas (IPBH). Modificado de UFRJ-Insto.Geociências/REDEPETRO (2003).

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Pesos
Afloramento rochoso	1,2
Areias (dunas)	1,3
Areia (extração)	7,1
Área Inundável	2,8
Área urbana densa	9,0
Área urbana média	7,7
Área urbana baixa	6,2
Brejo	2,1
Cordão arenoso	1,2
Cultivo (cana)	7,2
Cultivo (outros)	7,0
Floresta	2,1
Lagos	1,3
Mangue	2,0
Pasto	6,4
Salinas	5,2
Solo exposto	7,0

3.UNIDADES GEOAMBIENTAIS E USO E COBERTURA DO SOLO

Em linhas gerais, as bacias hidrográficas da extensa faixa costeira considerada no estudo abrangem três unidades geomorfológicas principais. A primeira e de maior significado espacial é a das Baixadas Litorâneas, compreendendo terraços e planícies fluviais e flúvio-marinhas construídas e remodeladas sob efeito das oscilações do nível do mar durante o Período Quaternário, sendo por isso denominada por Martin *et al* (1997) de *planície quaternária*. Nelas estão localizados os principais núcleos urbanos da Região dos Lagos e Norte Fluminense, como as cidades de Cabo Frio, Arraial do Cabo, Macaé, Rio das Ostras e Campos dos Goytacazes.

A segunda unidade abrange as regiões de colinas e morros cristalinos e os tabuleiros costeiros (estes últimos, denominados *Platô Terciário* por Martin *et al*, 1997), que se estendem por uma extensa zona disposta entre a linha de costa e o sopé da Serra do Mar. A terceira unidade, denominada *Região Serrana*, abarca compartimentos topográficos mais dissecados, relacionados aos Maciços Costeiros e à escarpa da Serra do Mar (Silva, 2002).

A configuração e arranjo espacial destas unidades geomorfológicas encontram-se vinculadas à evolução geológica-geomorfológica do Planalto Atlântico e da zona costeira adjacente, relacionadas à tectônica cenozóica e às mudanças climáticas.

Os domínios de bacias hidrográficas individualizados estão expostos na tabela 2 e na figura 1.

² Composta pelos municípios de Cabo Frio, Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia e Armação de Búzios.

³ Composta por Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Macaé, Carapebus e Quissamã.

⁴ Composta por Campos dos Goytacazes, São João da Barra, São Francisco de Itabapoana e Presidente Kennedy.

Tabela 2: Domínios de Bacias Hidrográficas da área de influência da bacia petrolífera de Campos. Modificado de UFRJ-Insto.Geociências/REDEPETRO (2003).

Domínios/ Sub-domínios	Bacias Hidrográficas
I – Região dos Lagos ⁵	Sistemas fluviais afluentes da Lagoa de Araruama, bacia do Rio Una e pequenas bacias de Búzios.
II – Macaé / São João ⁶	Bacias dos rios Macaé, Imboacica, São João e Jundiá/das Ostras.
III.1- Feixes de Cordões litorâneos ⁶	Bacias dos rios Guriri, Guaxindiba, Baixa do Arroz, Buena, Campelo, Cacimbas, Muritiba, Jacaré, Coutinho, São Domingos, Açú, Grussaí, Iquipari, Preto, São Miguel, Ribeira, Arrozal e Carapebus.
III.2 – Antigo Delta do Paraíba ⁶	Bacias dos rios Preto Ururai, Córrego do Imbé, Imbé, Pernambuco, Prata e Macabu.
III.3 – Lagoa Feia/Lagoa de Cima ⁶	Bacias dos rios Acarás, Nicolau e Pau Fincado
IV – Baixo Paraíba do Sul ⁷	Pequenas bacias da margem esquerda do baixo Paraíba do Sul, da margem direita do baixo Paraíba do Sul e bacia do Muriaé
V – Itabapoana ⁸	Bacia do rio Itabapoana

4.USOS E PRESSÕES SOBRE BACIAS HIDROGRÁFICAS

As análises efetuadas sobre os usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos nas regiões de Cabo Frio, Macaé e Campos e a avaliação do IPBH permitiram identificar e hierarquizar as pressões sobre os recursos hídricos.

No mapa apresentado na figura 2, observa-se que os valores mais elevados de IPBH (> 6.0) relacionam-se, primordialmente, ao conjunto formado pelas bacias do Domínio V (Rio Itabapoana, em seu baixo curso) e parte do Sub-Domínio III.1 (Feixes de Cordões Litorâneos). Índices entre 4.5 e 6.0 ocorrem também: no Sub-domínio III.1 (especialmente na foz do rio Paraíba do Sul); no Sub-domínio III.2 (Antigo Delta do Paraíba do Sul); e na extensa faixa que engloba as bacias dos rios Macaé, Imboassica, Jundiá/das Ostras, São João, Una e Pequenas Bacias de Búzios. Em Quissamã e Carapebus, algumas bacias afluentes da Lagoa Feia (Sub-domínio III.3) e pequeno trecho dos feixes de cordões litorâneos também apresentam índices entre 4.5 e 6.0.

No segmento norte da faixa costeira analisada, os índices mais elevados de IPBH relacionam-se ao intenso uso pelo cultivo de cana e pastos. Em várias bacias observou-se a expansão da área de pasto às custas da redução da área de cultivo (primordialmente cana). É o caso, por exemplo, do trecho do baixo curso do Itabapoana inserido no município de Campos dos Goytacazes (principalmente nas proximidades do curso do rio Itabapoana), e das bacias situadas no domínio de feixes de cordões litorâneos, tanto a norte como a sul da foz do rio Paraíba do Sul. Nestas últimas, a expansão da área de pasto se dá também às custas da redução dos cordões arenosos. No segmento situado próximo à foz do rio Paraíba do Sul (São João da Barra) a redução das áreas de cordões arenosos vincula-se à intensificação da ocupação relacionada ao turismo.

Nos terrenos inundáveis do antigo delta do rio Paraíba do Sul, a intensa redução na área de cultivo, acompanhada pelo crescimento do uso por pasto (natural de campo sujo) também é verificada no período 1994/2002. Intensamente modificadas pela rede de canais de drenagem executadas pelo extinto DNOS⁹, estas bacias exercem papel fundamental na recarga e descarga do complexo lagunar da Lagoa Feia.

A ocupação urbana e o uso por pasto constituem o principais fatores de pressão sobre as bacias dos Domínios I e II. A intensificação das pressões sobre as bacias do Una, São João, Jundiá-das Ostras, Imboassica e Macaé estão relacionadas à expansão imobiliária no eixo Cabo Frio-Macaé, à intensificação da exploração de areia nas planícies flúvio-marinhas, e ao aumento da área de pasto, com redução das áreas de cordões litorâneos. Nas pequenas bacias de Búzios, que compreendem as áreas de contribuição das lagoas e brejos do Canto, Ferradura, Geribá e do Vinvim, também se verifica intenso crescimento urbano.

Os menores índices de pressão documentados referem-se a áreas com maior preservação dos cordões arenosos e planícies flúvio-lagunares nos Sub-domínios III.1 e III.2. O baixo valor de IPBH observado nas bacias contribuintes da Lagoa de Araruama (margens sul e leste), porém, não reflete o quadro atual de pressão existente. Neste caso, a extensa área de lagoa inserida na faixa de 20 km, tendo baixo peso (1.3) acabou por minimizar o índice.

O trecho situado nos municípios de Quissamã e Carapebus também apresenta baixo IPBH. Corresponde a uma área de relevante patrimônio natural na Restinga de Jurubatiba, recentemente tornada Parque Nacional (PARNA Jurubatiba).

Na tabela 3 encontram-se expostos os principais usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos terrestres. Na região socioeconômica de Cabo Frio (Domínio I e parte sul do Domínio II), apesar dos baixos valores de IPBH, a pequena disponibilidade hídrica local, tanto superficial como subterrânea, os problemas de

⁵ Integra a Macrorregião Ambiental 4 (MRA4), segundo a divisão de unidades de gestão ambiental adotada pela SEMADS (RJ).

⁶ Macrorregião Ambiental 5 (MRA5), SEMADS (RJ).

⁷ Macrorregião Ambiental 6/3 (MRA 6/3), SEMADS (RJ).

⁸ Macrorregião Ambiental 7 (MRA 7), SEMADS (RJ).

⁹ Departamento Nacional de Obras e Saneamento – provocou significativas alterações nos sistemas aquáticos, principalmente no Norte Fluminense, com a retificação de inúmeros canais e drenagem de pequenas lagoas.

poluição e risco elevado de contaminação dos aquíferos, e as pressões sobre as áreas legalmente protegidas (Unidades de Conservação estaduais e municipais) configuram um quadro propício ao acirramento de conflitos de uso. O abastecimento das cidades, que experimentam grande aumento sazonal da população (turismo de verão), é efetuado prioritariamente pela captação de águas da Represa de Juturnaíba, na Bacia do rio São João (Domínio II), denotando uma grande dependência desta bacia.

No Domínio II (região de Macaé), apesar da maior disponibilidade hídrica (tanto de superfície como subterrânea), tem-se um aumento acelerado da demanda pela água, não apenas voltada ao abastecimento domiciliar, mas também industrial, impulsionado pelas atividades petrolíferas. Este aumento é acompanhado pela intensificação, também em ritmo acelerado, dos problemas associados à falta e/ou inadequação dos sistemas de saneamento. As nascentes das bacias dos rios Macaé e São João se encontram em municípios situados fora da faixa costeira considerada para estudo, o que ratifica a necessidade de uma maior articulação intermunicipal para o equacionamento dos usos múltiplos. Assumem destaque, neste aspecto, a estruturação e atuação dos Consórcios Intermunicipais Lagos-São João (MRA4) e da Macrorregião Ambiental 5 (MRA5). Conflitos institucionais, conflitos entre empresas privadas concessionárias dos serviços de abastecimento/saneamento e o consórcio de bacia, entre outros, já estão delineados.

Na região de Campos (Domínios III e V), o paradoxo entre a abundância de águas e a demanda pelos recursos hídricos é particularmente relevante. Apesar do elevado potencial hidrogeológico e da extensa rede hidrográfica e lagunar, as tendências visualizadas através das avaliações sobre a faixa costeira demonstram um quadro de grande descaso em relação à extrema fragilidade e conectividade dos sistemas hídricos.

5. CONCLUSÕES

A espacialização e hierarquização das principais pressões sobre as bacias hidrográficas possibilitaram identificar os diferentes contextos em que se encontram inseridos os conflitos de uso atuais na faixa costeira em estudo, assim como seus desdobramentos potenciais.

As pressões sobre as bacias hidrográficas devem ser analisadas frente à sensibilidade dos ecossistemas. A diversidade e as relações de interdependência verificadas entre os principais problemas documentados na região – eutrofização e poluição das águas das lagoas e cursos fluviais, degradação da biota, etc – apresentam forte vinculação com a forma de ocupação, os sistemas de manejo dos solos, a infra-estrutura de saneamento e abastecimento de águas, bem como com as atividades de exploração mineral junto aos corpos d'água.

A individualização de domínios de bacias, a elaboração de um índice de pressão sobre bacias hidrográficas

(IPBH) fundamentado nos usos e coberturas atuais do solo, a análise das tendências de mudanças recentes (1994/2002) de uso e cobertura, e a análise dos usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos terrestres se mostraram úteis para a o estabelecimento de relações entre os processos, os agentes/atores e a dinâmica territorial.

Tabela 3: Principais usos consuntivos e não-consuntivos dos recursos hídricos terrestres nas regiões socioeconômicas da área de influência da Bacia de Campos. Modificado de UFRJ-Insto.Geociências/ REDEPETRO (2003).

Usos	Campos	Cabo Frio	Macaé
Consuntivos			
Abastecimento urbano			
Abastecimento rural			
Consumo industrial			
Consumo agroindustrial			
Dessedentação de animais (rebanhos)			
Irrigação			
Aqüicultura (piscicultura)			
Não-Consuntivos			
Manutenção de biodiversidade fluvial			
Recreação, lazer e turismo			
Navegação			Inexistente
Geração de energia hidrelétrica		Inexistente	
Controle de cheias		Inexistente	
Mineração			
Assimilação de esgotos ou diluição de efluentes			
Pesca profissional e esportiva			

Legenda:

muito alto.	alto	médio	baixo	muito baixo
----------------	------	-------	-------	----------------

AGRADECIMENTOS

A ANP/REDEPETRO pela concessão de bolsas ao pessoal científico e suporte financeiro ao projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. M. L; *et al. Geologia do Quaternário costeiro do litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, CPRM, 1997, 112 p.
- MATEO, J. *Geoecologia de los paisajes: teoria, métodos y vías de aplicación*. La Habana, 1991, 250 p.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT *Environmental indicators*. Paris, OECD, 1994. 159 p.
- SILVA, T.M. *Estruturação geomorfológica do Planalto Atlântico no estado do Rio de Janeiro*. 2002. 265p. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

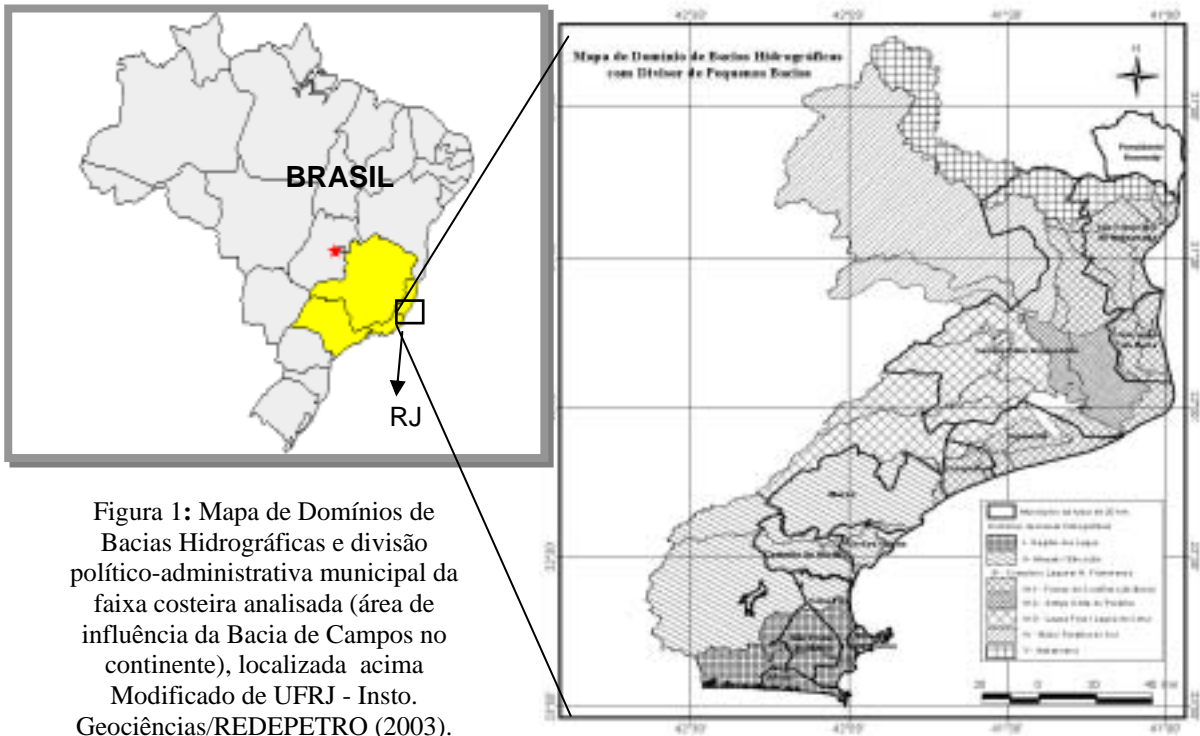


Figura 2: Mapa de Pressão sobre as Bacias Hidrográficas na faixa costeira (20 quilômetros) analisada. Modificado de UFRJ-Insto. Geociências/REDEPETRO (2003).