

# AVALIAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO BAIXO LEITO DO RIO PARAÍBA DO SUL, NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

Environmental Assessment Through Rapid Assessment  
Protocol Low Bed Of The Paraíba Do Sul River, In The  
Municipality Of Campos Goytacazes / RJ

Vanderson Gama de Souza<sup>1</sup>  
Eduardo Manuel Rosa Bulhões<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Geografia Física – LAGEF -  
Departamento de Geografia/ Universidade  
Federal Fluminense – Campos dos  
Goytacazes

---

## Resumo

Os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) foram utilizados inicialmente em 1989 nos Estados Unidos, sendo sua divulgação no Brasil pouco difundida, em que pese o trabalho de Callisto et al.(2002). O objetivo do presente trabalho foi fazer uma avaliação dos níveis de degradação ecológica no baixo curso do rio Paraíba do Sul, no município de Campos dos Goytacazes, RJ. Os resultados mostraram que os três setores avaliados encontram-se bastante degradados, com nível de impacto ambiental acentuado, demonstrado pela baixa pontuação aferida na aplicação do PAR.

**Palavras-chave:** Protocolo de Avaliação Rápida, rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes.

## Abstract

The Rapid Assessment Protocols (PAR) were first used in 1989 in the United States, and its dissemination in Brazil little known, despite the work of Callisto et al. (2002). The objective of this study was to evaluate the ecological degradation levels in the lower course of the Paraíba do Sul River, in the city of Campos dos Goytacazes, RJ. The results showed that the three sectors are evaluated very degraded, with level lower environmental impact, as demonstrated by low score measured in applying the PAR.

**Keywords:** Rapid Assessment Protocol, Paraíba do Sul River, Campos dos Goytacazes.

## Correspondência:

Vanderson Gama de Souza  
Universidade Federal Fluminense –  
Departamento de Geografia – Rua José do  
Patrocínio, 71, Centro, Campos dos  
Goytacazes, CEP.: 28010-385 – RJ, Brasil.  
Email: vandersongama@id.uff.br

---

## INTRODUÇÃO

Os corpos hídricos de maneira geral, e em especial os rios, são um dos ecossistemas que mais vem sendo alterados pelas atividades antrópicas. A intensa ocupação das margens fluviais tem sido responsável pela degradação desses habitats aquáticos, tendo em vista que a qualidade desses ecossistemas é extremamente associada às condições do meio físico onde esteja inserido (MINATTI-FERREIRA e BEAUMORD, 2004 *apud*.

Recebido em abril de 2015  
Aprovado em novembro de 2015  
Artigo disponível em  
[www.cadegeo.uff.br](http://www.cadegeo.uff.br)

MINATTI-FERREIRA e BEAUMORD, 2006). A urbanização das sociedades modernas, o desenvolvimento de atividades agropecuárias, e o elevado uso de recursos hídricos tem resultado em impactos de rios e riachos, ocasionando mudanças nas características físico-químicas desses ecossistemas (MINATTI-FERREIRA e BEAUMORD, 2006).

Este trabalho tem como objetivo a avaliação dos níveis de preservação das condições ecológicas no baixo curso do rio Paraíba do Sul, no município de Campos dos Goytacazes, norte do estado do Rio de Janeiro. A avaliação se baseou na aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), segundo modelo utilizado por Callisto *et al.* (2002), que o adaptou do modelo proposto pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) (1987). Segundo Callisto *et al.* (2001a) *apud* Callisto *et al.* (2002, pág. 92), a avaliação de diversidade de *habitats* se constitui numa importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental, permitindo avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas.

Os PARs foram desenvolvidos nos Estados Unidos na década de 1980, como uma forma de se obter um método de avaliação qualitativa no monitoramento ambiental, buscando-se também proporcionar redução nos custos das pesquisas quantitativas (BIZZO *et al.* 2014, pág. 6). A autora destaca ainda que no âmbito fluvial, os PARs são ferramentas que viabilizam a avaliação qualitativa de rios por meio do monitoramento de parâmetros predeterminados em um *checklist*. Sendo ainda um método de baixo custo para o diagnóstico ambiental do meio onde se encontra o rio, podendo ser aplicado por pessoas sem conhecimento técnico especializado, proporcionando a conscientização da sociedade para preservação de seus recursos hídricos (BIZZO *et al.* 2014). Os PARs são, portanto, instrumentos que possibilitam a avaliação de trechos de rios, de forma integrada ao ambiente adjacente, possibilitando um diagnóstico de seu estado de conservação ou degradação (RODRIGUES *et al.* 2008). O modelo utilizado neste estudo, conforme proposto por Callisto *et al.* (2002), é dividido em duas partes, sendo que a primeira parte (tabela 02) reúne parâmetros por meio dos quais se avalia o nível de impacto ambiental em trechos de rios ou riachos decorrentes de atividades antrópicas. A segunda parte (tabela 03) tem como objetivo fazer uma avaliação das condições de hábitat e nível de conservação das condições naturais dos ambientes.

Para a avaliação por meio dos protocolos de avaliação rápida, é inicialmente definido um trecho do rio onde se considere visualmente como minimamente alterado por ações antrópicas, estabelecendo-o como a condição ideal do referido ecossistema. O nível de alteração nos demais trechos é, então, aferido por meio da comparação com este trecho de referência, onde parâmetros físicos e biológicos são pontuados proporcionalmente à medida que se aproximem das condições do trecho considerado ideal. As condições ambientais do trecho são então classificadas como impactada, alterada e natural à medida que a pontuação total aumente.

Atualmente, alguns países têm adotado protocolos de avaliação rápida no monitoramento das condições ambientais de rios, destacando-se a Austrália, Estados Unidos e Reino Unido (RODRIGUES *et al.* 2008).

No Brasil, em que pese ainda ser pouco difundido os PARs, alguns estudos têm sido realizados utilizando-se protocolos de avaliação rápida, destacando-se os trabalhos de Dillenburg (2007), que desenvolveu estudo no trecho superior do rio Sanga Mineira, no município de Mercedes (PR), com objetivo de se avaliar a real situação da qualidade dos recursos hídricos neste trecho, utilizando como método a aplicação de protocolo de avaliação rápida em um trecho de rio de 1200 metros.

Krupek (2010) utilizou a aplicação de PAR como ferramenta para comparar as condições de duas bacias de drenagem localizadas no município de Guarapuava, no estado do Paraná: a bacia hidrográfica do rio Cascavel e a bacia hidrográfica do rio das Pedras. Guimarães *et al.*(2012) adequou um PAR para ser aplicado por estudantes do ensino fundamental em riachos do bioma Cerrado, no município de Ipameri, no estado de Goiás. O referido estudo constatou a viabilidade dos PARs para a educação ambiental no ensino fundamental.

Rodrigues *et al.*(2012) adaptou um PAR para a avaliação das condições ambientais na bacia do rio Gualaxo do Norte, com uma área de aproximadamente 250 km<sup>2</sup>, localizada no Quadrilátero Ferrífero, MG. Firmino *et al.*(2011) apresentou os resultados de estudos realizados em diferentes trechos de rios localizados no município de Ipameri, GO, utilizando-se um PAR desenvolvido por Rodrigues e Castro (2008), adaptado para avaliação de cursos d'água que estejam inseridos em campos rupestres do bioma cerrado.

Padovesi-Fonseca *et al.*(2010) utilizou protocolo de avaliação rápida de rios para a realização de diagnóstico ambiental na sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas, com aproximadamente 100 km<sup>2</sup>, parte integrante da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, localizada ao norte do Distrito Federal, objetivando avaliar os impactos ambientais causados por atividades antrópicas. Rodrigues *et al.*(2008) apresenta resultados oriundos de avaliação de trechos de rios localizados na região de Ouro Preto/MG, realizada por meio de protocolo de avaliação rápida de rios, proposto para cursos d'água inseridos no bioma cerrado.

No que se refere à área do presente estudo, o rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no estado de São Paulo, percorrendo 1.400 km (SOUZA, 2011, pág. 7) até sua foz, localizada no município de São João da Barra, no norte do estado do Rio de Janeiro. Alguns de seus afluentes, como o rio Muriaé, nascem no estado de Minas Gerais. Assim, sua bacia hidrográfica, a maior do estado do Rio de Janeiro, com uma área de aproximadamente 57.000 km<sup>2</sup> (LUIZI, 2012, pág. 4) drena a região mais industrializada do país, sofrendo a influência dos principais eventos ocorridos no Brasil, destacando-se a acentuada urbanização e industrialização na região Sudeste, sendo esta região o cenário onde ocorreram diversos ciclos econômicos do país (COSTA, 1994, pág. 5), ocasionando o carreamento de grande quantidade de compostos orgânicos e químicos para o seu exutório, o rio Paraíba do Sul, submetendo-o assim a grandes impactos decorrentes de ação antrópica.

Portanto, o atual estágio de desenvolvimento das sociedades humanas, baseado na predominância do crescimento econômico em detrimento do meio ambiente, numa verdadeira crise na relação sociedade vs natureza, tem como resultado a utilização intensiva de recursos naturais. Por outro lado, a predominância da busca pelo lucro econômico exacerbado resulta numa preocupação recente e limitada pelo controle do descarte dos resíduos decorrentes da atividade econômica, ocasionando mudança nas condições ecológicas, climáticas e contaminação de recursos hídricos (MENEZES *et al.* 2012 *apud* BIZZO *et al.* 2014, pág. 6).

Diante disso, a presente pesquisa apresenta-se como uma contribuição à sociedade local, sobretudo os gestores públicos, no sentido de fornecer subsídios para a gestão dos recursos hídricos, bem como para a adoção de práticas que resultem num meio ambiente adequado.

## Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, situado no município de Campos dos Goytacazes, norte do estado do Rio de Janeiro. Segundo DIAS (1981) *apud*. ROCHA (2009, pág. 40), a formação desta planície quaternária está diretamente relacionada à evolução do leito do rio Paraíba do Sul, sendo o resultado de diversas fases de construção deltáica deste rio. Foram avaliadas três seções, estando uma localizada a montante da cidade de Campos dos Goytacazes (seção 01), uma segunda seção localizada na zona urbana do município (seção 02), e a terceira seção (seção 03) localizada a jusante da cidade de Campos dos Goytacazes (Mapa 01).

Na região do baixo leito do rio Paraíba do Sul desenvolve-se uma intensa atividade de extração de areia, resultando na retirada de grandes volumes de sedimentos arenosos quartzosos do leito fluvial. Os recentes empreendimentos desenvolvidos na região Norte-Fluminense, como a construção do Complexo Portuário do Açú, localizado no litoral sul do município de São João da Barra, na praia do Açú, bem como a construção do Estaleiro na localidade de Barra do Furado, na divisa dos municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, tendem a resultar numa elevada intensificação da urbanização no município de Campos dos Goytacazes. Este processo, por um lado, tem se refletido num acentuado crescimento urbano horizontal, com expansão da periferia urbana, sobretudo com a instalação de condomínios horizontais, e de um significativo crescimento vertical na área central da cidade, decorrente da instalação de edificações residenciais, comerciais e de redes hoteleiras. Segundo SARMENTO (2007, pág. 46), um dos motivos apontados pelas construtoras para o fenômeno de verticalização na cidade de Campos dos Goytacazes está relacionado ao elevado crescimento populacional deste município. Esta dinamização urbana, assim, tem provocado um aumento na demanda de areia e demais insumos para a construção civil, resultando no desenvolvimento da atividade de mineração de areia ao longo do leito do rio Paraíba do Sul. Conforme COSTA (1994, pág. 07), a histórica urbanização na região Norte-Fluminense tem sido acompanhada por desmatamento da cobertura vegetal, como também da retirada de areia para a construção civil.

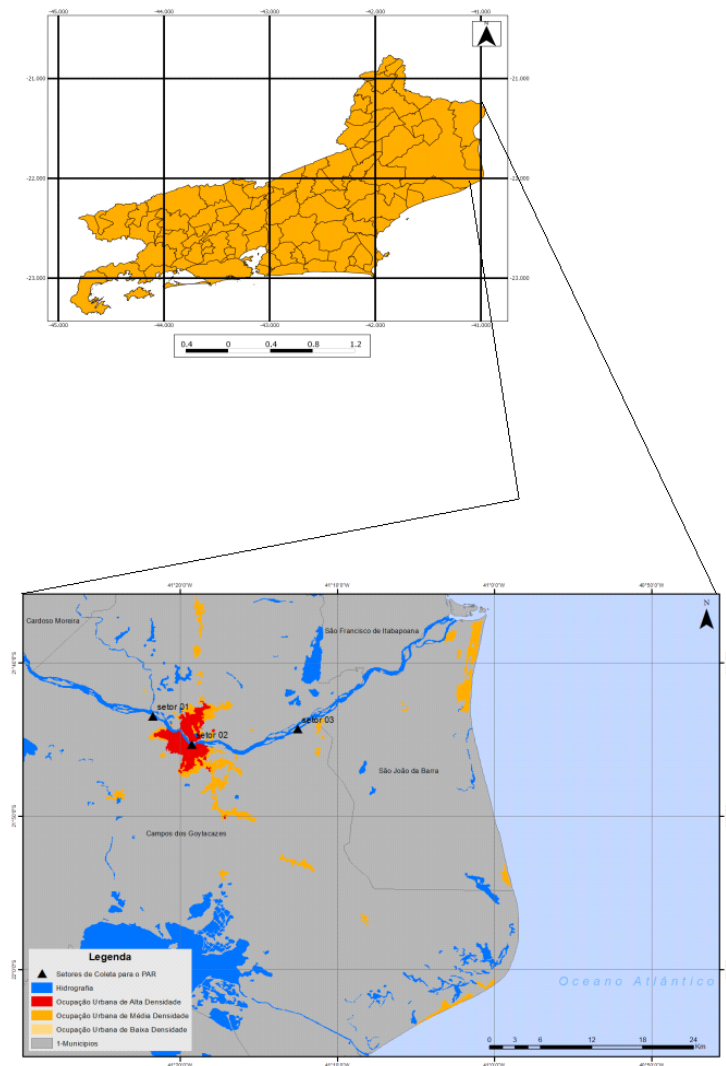
Não existe consenso sobre os impactos ocasionados exclusivamente pela extração de areia fluvial. FILHO (2011, pág. 156) destaca que a atividade de extração de areia no leito do rio Canindé, a montante da cidade de Paramoti, no estado do Ceará, resulta em benefícios para a comunidade local, proporcionando redução dos efeitos negativos de enchentes em função do aumento da profundidade da calha fluvial. Por outro lado, OLIVEIRA *et al.* (2007, pág. 387) destacam que embora a atividade de mineração de areia na bacia do rio São João, no estado do Rio de Janeiro, seja acompanhada de uma rápida reposição natural dos estoques de areia no leito do rio, a atividade de mineração de areia pode resultar em danos ambientais quando realizada de forma inadequada.

Em que pesem as discordâncias, ressalta-se que o histórico processo de desenvolvimento econômico na região Norte-Fluminense foi acompanhado de um acentuado desmatamento, com extinção da cobertura natural das margens fluviais, resultando no aumento da erosão e conseqüente assoreamento do canal do rio Paraíba do Sul, conforme destacado por COSTA (1994).

Segundo COSTA (1994):

*"Uma das possíveis consequências, oriundas desta nova forma de ocupação do solo, fora o aumento na quantidade de sedimentos transportados pelo rio, pois, com as suas margens desmatadas as águas do rio passaram a carrear mais sedimentos, que outrora ficavam retidos."*

(COSTA, 1994, pág. 7).



Mapa 01 – Localização da área de estudo.

Assim, o assoreamento resultante do processo erosivo desencadeado pela supressão da cobertura vegetal, ao ocasionar a diminuição do volume da calha fluvial, pode de fato potencializar os impactos decorrentes das periódicas cheias do rio Paraíba do Sul. Nesse caso, a atividade de mineração de areia teria o efeito positivo de minimizar os efeitos decorrentes das cheias. COSTA (1994) afirma que um dos maiores impactos decorrentes das atividades econômicas em toda a bacia do rio Paraíba do Sul foi a formação de extensos bancos de areia, sobretudo nas regiões de baixa declividade, decorrentes de uma maior deposição sedimentar. No entanto, deve ser ressaltado que essas atividades de extração de areia são responsáveis também pela redução da mata

ciliar, poluição decorrente de vazamentos de óleo de veículos e máquinas, além da compactação dos solos das margens, decorrentes do trânsito de veículos pesados.

No que se referem às condições sanitárias, com base na análise do Censo 2010 (características dos domicílios permanentes no indicador esgotamento sanitário), realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), constata-se que no final da primeira década do século XXI o município de Campos dos Goytacazes, em que pesem os históricos períodos econômicos favoráveis pelos quais esse município passou, destacando-se o período áureo da indústria sucroalcooleira, e principalmente a partir das enormes receitas oriundas dos *royalties* e participações especiais recebidas, decorrentes da nova legislação de rateio definidas pela Lei 9.478/97, conhecida como Lei do Petróleo, e do Decreto nº 2.705/98, conhecido como decreto das participações governamentais (PESSANHA *et. al.* 2004, pág. 173), esse município não foi capaz de promover uma destinação adequada para o esgoto produzido, permanecendo padrões de saneamento básico inadequados.

De acordo com o referido Censo, em 2010 o município de Campos dos Goytacazes tinha um total de 142.416 domicílios particulares permanentes. Desse total, 141.759 domicílios, ou seja, mais de 99% apresentavam mecanismos de esgotamento sanitário com algum tipo de inadequação. Assim, dentre o total dos domicílios que possuíam banheiro de uso exclusivo, mais os que possuíam banheiro não exclusivo do domicílio, 51.977 ou 36,5% do total de domicílios, tinham fossa rudimentar; 22.266 ou 15,6% possuíam fossa séptica; enquanto que 1.087 ou 0,76 % dos domicílios apresentavam alguma outra forma não especificada de esgotamento. 60.584 ou 42,5% tinham como forma de esgotamento a rede geral de esgoto, ou a rede pluvial, o que acarreta elevado risco de que esse esgoto seja lançado ao rio Paraíba do Sul sem tratamento adequado. Outras 2.326 ou 1,63 % dos domicílios tinham como forma de esgotamento rio, lago ou mar; enquanto que 3.519 ou 2,47 % dos domicílios tinham vala como forma de captação do esgoto (IBGE, CENSO 2010).

Tabela 01 – Características dos domicílios particulares permanentes no indicador esgotamento sanitário.

DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES	Nº DE DOMICÍLIOS	%
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO – FOSSA RUDIMENTAR	51.977	36,5
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO – FOSSA SÉPTICA	22.266	15,63
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO – OUTRO	1.087	0,76
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO – REDE GERAL DE ESGOTO OU PLUVIAL	60.584	42,54
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO – RIO, LAGO OU MAR	2.326	1,64
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – ESGOTAMENTO SANITÁRIO – VALA	3.519	2,47
DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES – NÃO TINHAM BANHEIRO NEM SANITÁRIO	657	0,46
TOTAL	142.416	100

Fonte: IBGE, Censo 2010.

## METODOLOGIA

Este estudo baseou-se no método utilizado por CALLISTO *et al.*(2002), composto por dois quadros. O primeiro (Tabela 02), adaptado do protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987), *apud*. CALLISTO *et al.*(2002) compõe-se de 10 parâmetros que têm como objetivo levantar as características do trecho do leito fluvial da bacia hidrográfica e avaliar os níveis de impactos ambientais, decorrentes de ação antrópica, onde os parâmetros são pontuados entre 0, 2 e 4. O segundo quadro (Tabela 03) foi adaptado do protocolo utilizado por HANNAFORD *et al.*(1997) *apud* CALLISTO *et al.*(2002), é composto de 11 parâmetros e objetiva avaliar as condições de *habitat*, bem como o estado de conservação das condições naturais, com os parâmetros sendo pontuados entre 0, 2, 3 e 5 (CALLISTO *et al.* 2002, pág. 91).

Os parâmetros são pontuados a partir da observação das condições naturais do trecho, somando-se os valores atribuídos a cada parâmetro. O nível de conservação do trecho de bacia hidrográfica analisado é diretamente proporcional à pontuação total obtida, escalonados da seguinte forma: trechos com pontuação entre 0 e 40 sendo classificados como "impactados". De 41 a 60 "alterados" e acima de 61 pontos representando trechos "naturais".

Foram estabelecidas três seções do rio no baixo curso do Rio Paraíba do Sul, sendo a primeira a montante da cidade de Campos dos Goytacazes (seção 01), a segunda situada na zona urbana do município (seção 02), e a terceira situada à jusante da zona urbana do município de Campos dos Goytacazes (seção 03), conforme já apresentado no Mapa 01. Para a mensuração dos parâmetros 5 a 7, referentes às características da água, foi feita a coleta (Figura 06) em recipiente previamente limpo, nos setores selecionados.

Para a análise dos parâmetros 8, 9 e 10: odor e oleosidade do sedimento do fundo, bem como o tipo de sedimento no fundo, procederam-se à coleta de materiais em areais localizados à jusante da cidade, sendo suas características inferidas para as demais seções em razão das condições do rio Paraíba do Sul, notadamente o volume de água drenada, a proximidade das seções, bem como a existência de areais ao longo de praticamente toda a extensão do rio, dentro do município de Campos dos Goytacazes, tanto à montante quanto à jusante da zona urbana, o que permitiu inferir a uniformidade no que diz respeito ao tipo de sedimento predominante. Destaca-se, ainda, que o fato de não ter sido detectado odor ou oleosidade nos sedimentos coletados afasta a possibilidade de terem sido alterados pelos areais, como em decorrência da contaminação por óleo, por exemplo, uma vez que alterações em razão da presença dos areais ocasionaria a presença de odor ou oleosidade, e não a ausência deles. Por outro lado, a predominância da fração areia de sedimentos pode ser também atestada em razão da elevada energia e volume d'água do rio Paraíba do Sul, o que ocasiona a permanência de sedimentos de fração menor em suspensão, conforme atestado pela coloração da água no leito fluvial (figura 05), descartando-se a possibilidade de que a concentração de sedimentos na fração areia esteja restrita à proximidade dos areais. Ressalta-se, ainda, o fato de a predominância de sedimentos na fração areia, no baixo leito do rio Paraíba do Sul, já ter sido comprovada em outros trabalhos, conforme demonstrado por Luizi (2012, págs. 31 e 32).

Os sedimentos também foram coletados em recipiente previamente limpo.

Tabela 02 - Quadro 1 do Protocolo de Avaliação Rápida.

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE			
Localização:			
Data da coleta: ___/___/___		Hora da coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de ambiente: Córrego ( ) Rio ( )			
Largura média:			
Profundidade média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 PONTOS	2 PONTOS	0 PONTOS
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/Monocultura/ Re florestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Fonte: adaptado de Callisto et al.(2002).



Tabela 03 - Quadro 2 do Protocolo de Avaliação Rápida.

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 PONTOS	3 PONTOS	2 PONTOS	0 PONTOS
11. Tipo de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos de 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de Rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipo de Substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de Lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos Sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m.; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menos que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p. ex. Aguapé).

Fonte: adaptado de Callisto et al.(2002).

Para a obtenção da profundidade média do rio, procedeu-se a consulta junto ao Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro, 5º Grupamento de Bombeiros Militar. O método utilizado pelo Corpo de Bombeiros para medição da profundidade média do rio Paraíba do Sul é a aferição por meio de equipamento denominado profundímetro (figura 01). O método consiste no mergulho do instrumento, junto com o mergulhador. A profundidade é aferida por meio da medida registrada no equipamento.



Figura 01: profundímetro.

Procedeu-se a entrevista com responsáveis e funcionários de áreas da região, com o objetivo de se levantar o papel dos vários empreendimentos na região na dinamização da produção dos areais.

Foi realizado, ainda, um levantamento bibliográfico para fundamentação teórica.

## RESULTADOS

As margens do rio nos trechos avaliados são ocupadas, historicamente, em toda sua extensão, por pistas de rolagem, além da construção de edificações residenciais, comerciais, e culturas agrícolas, sobretudo de cana-de-açúcar, o que resulta na busca de mecanismos destinados a contenção dos danos provocados pelas cheias. Dessa forma, o primeiro parâmetro, referente ao tipo de ocupação das margens, recebeu pontuação 0 na segunda seção, localizado em zona urbana, enquanto que nas demais seções localizadas a montante e a jusante da cidade de Campos dos Goytacazes recebeu pontuação 2 (tabela 02).

Historicamente o esgoto produzido pela cidade de Campos dos Goytacazes é jogado *in natura* neste rio, resultando em prováveis níveis elevados de resíduos orgânicos. Recentemente, no entanto, a empresa de saneamento do município vem empreendendo a construção de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), sendo que não foi feito o levantamento do percentual de esgoto tratado na atualidade. No entanto, acredita-se que grande parte do esgoto ainda chegue ao rio sem tratamento, por meio dos canais que cortam a cidade, e onde continua sendo o destino do esgoto de alguns bairros, conforme constatado a partir da análise do Censo 2010. Por outro lado, este trecho do rio é bastante suscetível à degradação em razão de estar próximo à foz, concentrando, assim, grande parte dos dejetos lançados ao longo de todo o trecho à montante, passando pelo estado do Rio de Janeiro até o estado de São Paulo, bem como nos rios afluentes que cortam o estado de Minas Gerais. Esta situação faz com que o rio

Paraíba do Sul receba todo o impacto da região mais industrializada do país. É grande, assim, o nível de alterações antrópicas, tendo recebido pontuação 0 no parâmetro 3 (tabela 02), referente a alterações antrópicas.

O parâmetro 2, referente à erosão nas margens e assoreamento, recebeu pontuação 0 nas seções 1 e 3 (tabela 02), em função da constatação de desmatamento acentuado das margens, com a vegetação nativa sendo substituída em grande parte por cultura, além de exposição de solos em função de atividades econômicas. Por outro lado, a análise por imagens de satélite (*Google Earth*, imagem de 17/07/2014) mostrou um acentuado processo de assoreamento, com bancos de areia em grande parte da extensão do rio.

A seção 2 recebeu pontuação 2 (tabela 02), em função das margens estarem muito limitadas pela construção de dique (Figura 04) e pavimentação, contribuindo para a limitação do processo de erosão, sendo classificada como moderada. Assim, a retificação das margens, urbanização e impermeabilização por asfaltamento próximo à margem acaba limitando o processo erosivo.

O parâmetro 4, cobertura vegetal no leito, recebeu pontuação 4 (tabela 02), por não ter sido constatado a ocorrência de vegetação intensa no leito do rio. Da mesma forma, os parâmetros 5, 6 e 7 (odor da água, oleosidade da água e transparência, respectivamente, receberam pontuação 4 (tabela 02), por não terem sido detectadas alterações. Na seção 2 estes parâmetros foram inferidos a partir da avaliação nas seções a montante e a jusante. Acredita-se que estas condições se devem à elevada drenagem e volume de água desse rio, que resulta em uma rápida dissolução, carreamento de partículas e sedimentos e, dessa forma, resultando numa limpeza natural rápida do rio. Em média, o tempo de circulação da água nos rios é bastante curto, sendo de aproximadamente 13 dias, o que resulta numa elevada capacidade de limpeza natural desses corpos de água. Não foi constatado oleosidade nos sedimentos, exceto na seção 2, onde não foi possível colher amostra tendo em vista a dificuldade de acesso ao rio. Dessa forma, o parâmetro 8 recebeu pontuação 4 nas seções 1 e 3 (tabela 02). Enquanto que a seção 2 não foi avaliada neste item.

A partir das condições dos sedimentos colhidos foi inferida a pontuação do parâmetro 9, tendo recebido pontuação 4 nas três seções (tabela 02). O tipo de fundo foi classificado como sendo predominantemente coberto por lama/areia, conforme parâmetro 10, na tabela 02, tendo em vista a ocorrência de extração de areia ao longo de toda a extensão do rio, no município de Campos dos Goytacazes. A predominância de sedimentos na fração areia é também comprovada no trabalho de Luiz (2012, págs. 31 e 32), demonstrando a uniformidade do tipo de sedimento predominante, constatado também em função do acentuado assoreamento da calha do rio. Dessa forma, o item 10 recebeu pontuação 2 em todas as seções (tabela 02).

Os parâmetros 12 e 13, extensão de rápidos e frequência de rápidos, respectivamente, receberam pontuação 0 (tabela 03) por não ter sido identificado a existência de rápidos nestas seções do rio, predominando fluxo d'água lisa. O parâmetro 14, tipos de substrato, recebeu pontuação 0 (tabela 03), tendo em vista ter sido considerado a característica mais próxima da existente, por ser o substrato do rio Paraíba do Sul, em seu baixo leito, coberto predominantemente pela fração areia grossa (LUIZI,

2012, págs. 31 e 36). Da mesma forma, o parâmetro 15, deposição de lama, teve pontuação 0 (tabela 03) tendo em vista a predominância de sedimentos na fração areia.

Os parâmetros 16 e 17, referentes a depósitos sedimentares e alterações no canal do rio, respectivamente, receberam pontuação 0 (tabela 03), como consequência do elevado assoreamento, e alteração das margens por urbanização, cultura, retificação e construção de rodovias. O item 18, características do fluxo das águas, teve uma pontuação 2 nas seções 1 e 3 (tabela 03), tendo em vista a formação de bancos de areia no leito do rio, enquanto que a seção 2 recebeu pontuação 3 (tabela 03), por ter sido observado menor quantidade de bancos de areia. A urbanização e ocupação das margens com cultura, como plantação de cana-de-açúcar, bem como a instalação de areais (Figura 07) em toda a extensão do rio, resultou no desflorestamento da mata ciliar (Figuras 02 e 03), sendo pontuado com 0 nas três seções (tabela 03). Em consequência, as margens foram classificadas como bastante instáveis nos setores 1 e 3, enquanto que o setor 2 foi classificado como tendo margens moderadamente estáveis em função da menor exposição dos solos, decorrente da urbanização, pavimentação e cimentação.

O parâmetro 21, extensão de mata ciliar, recebeu pontuação 2 em todas as seções (tabela 03). O parâmetro 22, presença de plantas aquáticas (Figura 05), recebeu pontuação 2 (tabela 03) na seção 3. As seções 1 e 2 não puderam ser avaliados neste parâmetro, em função da impossibilidade de acesso ao rio nestas seções, sendo que a água colhida, na seção 01, para análise dos parâmetros 4 a 7, foi colhida por meio da colaboração de um navegador.

O total de pontuação obtida nas três seções (tabela 04) após o somatório foi:

- Seção 1 - 34 pontos;
- Seção 2 – 32 pontos;
- Seção 3 – 36 pontos.

Como observado, as três seções avaliadas foram classificadas como impactadas, visto terem obtido pontuação menor que 40 pontos.

Os gráficos 01 e 02, e as tabelas 05 e 06, abaixo, indicam os parâmetros que mais contribuíram para impactar o rio Paraíba do Sul no seu baixo leito. Foi feito um ranking dos parâmetros por média de pontuação das três seções (tabela 05), e por somatório de pontuação das três seções (tabela 06) do menos ao mais impactado. O ranking a partir da média de pontuação representa melhor as condições dos parâmetros, uma vez que o parâmetro 8, na seção 02, e o parâmetro 22, nas seções 01 e 02, não puderam ser pontuados, o que compromete o resultado do somatório. A média, por outro lado, leva em consideração apenas o número de seções pontuadas, motivo pelo qual se considerou como melhor representando a realidade dos parâmetros.

Tabela 04 - Resultado de avaliação por meio de protocolo de avaliação rápida.

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE			
Localização: Bacia hidrográfica do baixo leito do rio Paraíba do Sul			
Data de coleta: 29/08/2014 / 08/09/2014			
Tempo ( situação do dia ): nublado			
Modo de coleta ( coletor ):			
Tipo de ambiente: ( ) Córrego ( X ) Rio			
Largura média: 400 metros			
Profundidade média: 12,5 metros			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	SETOR 1	SETOR 2	SETOR 3
Latitude	-21° 43' 30.21"	-21° 45' 20.52"	-21° 44' 20.48"
Longitude	-41° 21' 43.46"	-41° 19' 15.24"	-41° 12' 30.03"
1	2	0	2
2	0	2	0
3	0	0	0
4	4	4	4
5	4	4	4
6	4	4	4
7	4	4	4
8	4		4
9	4	4	4
10	2	2	2
11	2	0	2
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	2	3	2
19	0	0	0
20	0	3	0
21	2	2	2
22			2
Pontuação total	34	32	36
Avaliação	Impactado	Impactado	Impactado

Gráfico 01 – Média de pontuação das três seções.

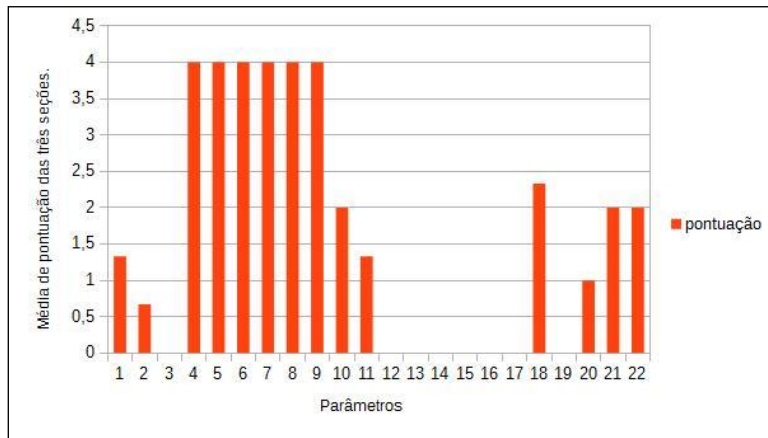


Tabela 05 – Ranking, pela média de pontuação, dos parâmetros impactados.

POSIÇÃO NO RANKING	PARÂMETROS	MÉDIA DE PONTUAÇÃO DAS TRÊS SEÇÕES
<b>1</b>	4	4
	5	
	6	
	7	
	8	
<b>2</b>	18	2,33
	10	2
21		
<b>3</b>	22	
	1	1,33
11		
<b>4</b>	20	1
<b>5</b>	2	0,67
<b>6</b>	3	0
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	
	17	
<b>7</b>	19	

Gráfico 02 – Somatório de pontuação das três seções.

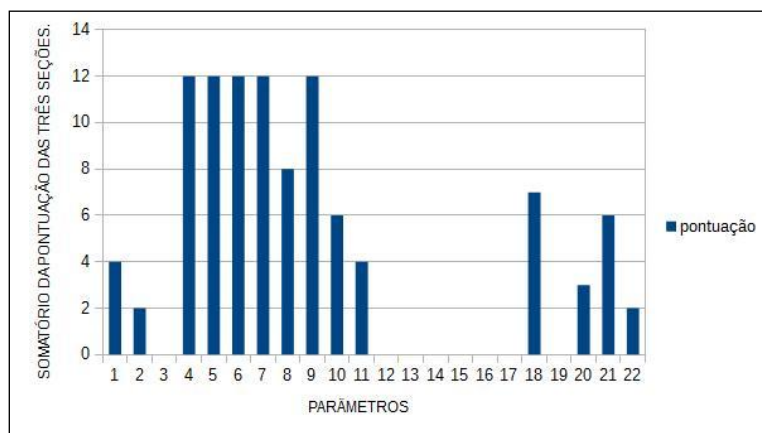


Tabela 06 – Ranking por somatório de pontuação

POSIÇÃO NO RANKING	PARÂMETROS	SOMATÓRIO DE PONTUAÇÃO DAS TRÊS SEÇÕES.
1	4	12
	5	
	6	
	7	
	9	
2	8	8
3	18	7
4	10	6
	21	
5	1	4
	11	
6	20	3
7	2	2
	22	
8	3	0
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	
	17	
	19	



Figura 02 - Rio Paraíba do Sul próximo à rodovia RJ 158 – Campos / São Fidélis: bancos de areia na calha fluvial. Figura 03 - Rio Paraíba do Sul próximo à rodovia RJ 158 – Campos / São Fidélis: ações antrópicas nas margens. Figura 04 - Dique para retificação do rio Paraíba do Sul e proteção da cidade de Campos dos Goytacazes. Figura 05 - Vegetação aquática. Figura 06 - Amostra de água coletada: rio Paraíba do Sul. Figura 07 - Trânsito de máquinas em areal nas margens do rio Paraíba do Sul.



## CONCLUSÃO

A análise dos dados revela claramente uma condição ecológica bastante degradada, com níveis de impacto acentuados, mesmo em que pesem os parâmetros não aferidos, a saber, parâmetro 8 na seção 02, e parâmetro 22 nas seções 01 e 02.

Essa degradação, embora seja o reflexo do trecho estar situado no baixo curso do rio Paraíba do Sul, resultando, portanto, numa concentração acentuada de todos os dejetos carreados pelo rio desde sua nascente, drenando uma bacia hidrográfica localizada na região mais urbanizada e industrializada do país, se deve também a impactos decorrentes da ação antrópica no município de Campos dos Goytacazes, materializada, sobretudo, na retificação do canal do rio, ocupação urbana elevada próximo às suas margens, bem como em função do histórico lançamento de esgoto *in natura* em suas águas. Por outro lado, a intensa atividade de extração de areia ao longo de todo o leito do rio Paraíba do Sul no município de Campos dos Goytacazes, dinamizada pelo recente desenvolvimento econômico da região, desenvolvimento este que tem sido um dos prováveis fatores impulsionadores do atual processo de urbanização da cidade de Campos dos Goytacazes, ocasionando dinamização no setor de construção civil, e assim, gerando aumento na demanda de insumos de material de construção civil, dentre os quais areia, se constitui em potencial geradora de degradação, em que pesem as incertezas de seu impacto quando se considera a extração em si, tendo em vista que esta possa representar uma atenuação para o processo de assoreamento da calha do rio Paraíba do Sul.

No entanto, o conjunto das atividades, como trânsito de veículos e pessoas nas margens, acaba provocando impactos negativos materializados na compactação dos solos, poluição provocada pelo vazamento de óleo, além de redução da mata ciliar.

A avaliação ambiental na região do baixo leito do rio Paraíba do Sul utilizando-se protocolo de avaliação rápida mostrou resultados satisfatórios, se constituindo, assim, num método para uma mensuração preliminar, e de baixo custo, do estado de preservação ecológica em ambientes fluviais. Os resultados confirmaram o estado de degradação ambiental do rio Paraíba do Sul, sobretudo na região monitorada, estando os resultados em sintonia com o tipo de ocupação predominante da região drenada. Ressalta-se, no entanto, conforme afirmado, que a avaliação por meio de protocolo de avaliação rápida se constitui num indicador preliminar, sendo necessária uma posterior avaliação em laboratório, como análise físico-química da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIZZO, M. R. de O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. de. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). *Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO*, vol. 04, nº 01, p. 05-13, 2014.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnol. Bras*, v. 14, nº 1, p. 91-98, 2002.

COSTA, G. *Caracterização histórica, geomorfológica e hidráulica do estuário do Rio Paraíba do Sul*. Dissertação de Mestrado, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1994.

DILLENBURG, A. K. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio – estudo de caso – Mercedes, PR. *Revista Urutágua – Revista Acadêmica Multidisciplinar*, Maringá, n. 12, p. 1-10, 2007.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. *Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 7, n. 3, 2012.

FILHO, P. A. N. Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé, Paramoti, Ceará. *Revista de Geologia*, vol. 24, nº 2, p. 126 – 135, 2011.

FIRMINO, P. F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, Sudeste do Estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, Itajaí, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *CENSO 2010: Resultados do universo – características da população e dos domicílios*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=330100&idtema=67&search=rio-de-janeiro|campos-dos-goitacazes|censo-demografico-2010:-resultados-do-universo-caracteristicas-da-populacao-e-dos-domicilios->> Acesso em: 05 set. 2014.

KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. *Ambiência*, Guarapuava, v. 6, n. 1, p. 147-158, 2010.

LUIZI, L. V. *Caracterização sedimentar da borda estuarina do delta do Rio Paraíba do Sul (RJ)*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

MINATTI F.D.D; BEAUMORD, A.C; Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos, *Revista Saúde e Ambiente*. v.7 n.1, 2006.

OLIVEIRA, F. L.; MELLO, E. F. A mineração de areia e os impactos ambientais na bacia do rio São João, RJ. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 37, nº (2), p. 374-389, jun. 2007.

PADOVESI-FONSECA, C.; CORRÊA, A. C. G.; LEITE, G. F. M.; JOVELI, J. C.; COSTA, L. S.; PEREIRA, S. T. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 43-56, 2010. <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>

PESSANHA, R. M.; NETO, R. S.(Org.). *Economia e desenvolvimento no norte fluminense: da cana-de-açúcar aos royalties do petróleo*. Campos dos Goytacazes. WTC Editora, 2004.

ROCHA, T. B. *Morfodinâmica costeira e gestão de orla marítima em costa sob influência fluvial: Borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul (RJ)*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

RODRIGUES, A.S.L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P.T.A. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. *Revista de Estudos Ambientais*, v.10, n. 1, p. 74-83, jan./jun. 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Adaptation of a rapid assessment protocol for rivers on rocky meadows. *Acta Limnologica Brasiliense*, Sorocaba, v. 20, n. 4, p. 291-303, 2008b.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; NALINI-JÚNIOR, H. A. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do

Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.872>

SARMENTO, M. P. *A ação do Estado e dos promotores imobiliários na produção do espaço urbano vertical em Campos dos Goytacazes: concentração, especulação e simbolismo*. Monografia - CEFET. Campos dos Goytacazes, 2007.

SOUZA, R. D. *Propagação de ondas para águas rasas no litoral Norte Fluminense: Subsídios para estudos de erosão costeira e transporte de sedimentos*. Dissertação de mestrado - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.