

ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS NO ÂMBITO DA DEMARCAÇÃO DE FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO NO ESTADO DO RJ

LUANA SANTOS ROSÁRIO ^{1*}; ANA CAROLINA CABRAL MIRANDA²; MAÍRA VIEIRA ZANI ³;
CAROLINA HELENA OLIVEIRA DA SILVA⁴ ; SARA LEMOS ALVES⁵ ; GISELLE FUNDÃO DE
MENEZES⁶ ; GUILHERME ALVES CARDOSO MOREIRA⁷

¹ Afiliação: Geógrafa, Msc, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, luanarosario.inea@gmail.com

² Afiliação: Engenheira Ambiental, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, anacarolina.inea@gmail.com

³ Afiliação: Geógrafa, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, mairazani.geo@gmail.com

⁴ Afiliação: Geógrafa, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, carolahos@gmail.com

⁵ Afiliação: Graduanda Geografia, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, saralemos.alves@gmail.com

⁶ Afiliação: Engenheira Civil, Msc., Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, gmenezes.inea@gmail.com

⁷ Afiliação: Geógrafo, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Rua Sacadura Cabral, 103, Saúde, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, guilherme.inea@gmail.com

Resumo. O processo de urbanização observado na maior parte das cidades brasileiras ocorreu durante a década de 40, de forma acelerada e desordenada, como um resultado da modernização econômica do país. O estado do Rio de Janeiro, por apresentar um relevo muito acidentado favoreceu o desenvolvimento e a ocupação das áreas de várzeas, principalmente perto do leito dos rios. A fim de controlar a interferência antrópica sobre os corpos d'água, o Código Florestal e outras legislações contemplam as áreas ribeirinhas como de preservação permanente, determinando as larguras mínimas de proteção do mesmo, que no Estado do Rio de Janeiro são chamados de faixas marginais de proteção (FMP). Com base na Constituição do Estado, a FMP, passa a ter caráter de preservação permanente no estado do Rio de Janeiro. Atualmente, as faixas são determinadas pelo Serviço de demarcação de faixas marginais de proteção (SEFAM), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Tendo em vista a grande demanda deste serviço, o presente trabalho visa analisar a distribuição espacial dos pedidos de demarcação de FMP através de ferramentas de geoprocessamento, a fim de traçar um panorama no SEFAM das exigências do Estado. Assim, com o objetivo de otimizar o trabalho, indicando as áreas que necessitam de realizações de projetos de redução de passivo processual do serviço e ajudar a municipalidade na gestão destas áreas.

Palavras-chave: Geoprocessamento, análise espacial, Faixa Marginal de Proteção.

Tema: A utilização das TIC na gestão de recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas de geoprocessamento vem sendo disseminado em várias áreas do conhecimento. O geoprocessamento abrange uma série de técnicas e metodologias que visam à manipulação de dados espaciais. A utilização dos dados espaciais, ou seja, georreferenciados, possibilita uma melhor forma de planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico geográfico através de arquivos digitais contendo mapas, gráficos, tabelas, entre outros (Camara *et al.*, 2004). A partir do cruzamento dessas diversas informações, tem-se a possibilidade de fazer uma análise mais precisa das questões que envolvem o espaço geográfico e, conseqüentemente, auxiliar a tomada de decisão.

O processo de urbanização das principais cidades brasileiras ocorreu de forma acelerada e desordenada, como consequência da modernização econômica do país, a partir de 1940. O estado do Rio de Janeiro, em específico, por possuir um relevo muito acidentado, favoreceu um maior desenvolvimento e ocupação das áreas de baixada, principalmente próximo aos leitos dos rios.

A ocupação antrópica ao redor dos corpos hídricos, aliada a falta de infraestrutura de saneamento básico muitas vezes compactuada pelo poder público, é acompanhada pela supressão das matas ciliares, impermeabilização do solo, despejo de efluentes não tratados e “estrangulamento” dos cursos d’água, pela ocupação parcial de sua calha que conseqüentemente geram uma cadeia de impactos sócio ambientais.

Com o intuito de disciplinar e limitar as interferências antrópicas sobre os corpos hídricos, o Código Florestal e outros diplomas legais contemplam as áreas ribeirinhas como de preservação permanente, determinando larguras mínimas para proteção das mesmas, que no âmbito do estado do Rio de Janeiro são tratadas como Faixas Marginais de Proteção (FMP).

Atualmente, as faixas marginais de proteção são determinadas pelo Serviço de Demarcação de Faixas Marginais de Proteção (SEFAM), pertencente à Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos, ligada à Diretoria de Licenciamento Ambiental do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) de forma pontual, ou seja, caso a caso, com base em requerimentos particulares de processos referentes ao trecho do corpo hídrico mais próximo a área objeto.

1.1 Faixa Marginal de Proteção (FMP)

As FMPs de rios, lagos, lagoas e reservatórios de água são definidas pela Lei Estadual 1.130/1987, como “[...] faixas de terra necessárias à proteção, defesa, conservação, operação dos sistemas fluviais e lacustres determinados em projeção horizontal e considerado os níveis máximos de água de acordo com a determinação dos órgãos federais e estaduais competentes”.

Estas áreas são de fundamental importância para o gerenciamento ambiental, pois além de preservarem a quantidade e qualidade da água, garantem a manutenção da biodiversidade da região (INEA, 2010). A figura 1 mostra o contraste entre dois rios, um com suas margens ocupadas e outro com as mesmas preservadas.



Figura 1 - Contraste entre um rio com as margens ocupadas e outro com as margens preservadas. Fonte: arquivo do SEFAM.

As FMPs, baseado na Constituição Estadual, passam a ter caráter de preservação permanente no estado do Rio de Janeiro, ou seja, são áreas onde o homem, em princípio, não pode modificar, exceto autorizadas pelo poder público e caso estejam degradadas deve-se prever a sua recuperação.

As larguras das FMPs são determinadas pela Lei Federal 12.651/2012, conforme esquema da figura 2 abaixo. Estas são larguras mínimas que podem ser ampliadas por critérios técnicos, tal como a presença de ecossistemas adjacentes relevantes, por exemplo, áreas brejosas, mangues, áreas de risco, unidades de conservação e outras. Nestas áreas não se pode fazer a retirada da cobertura vegetal original, permitindo, assim, que essas áreas possam exercer em plenitude, suas funções ambientais (Soares, et al., 2002).

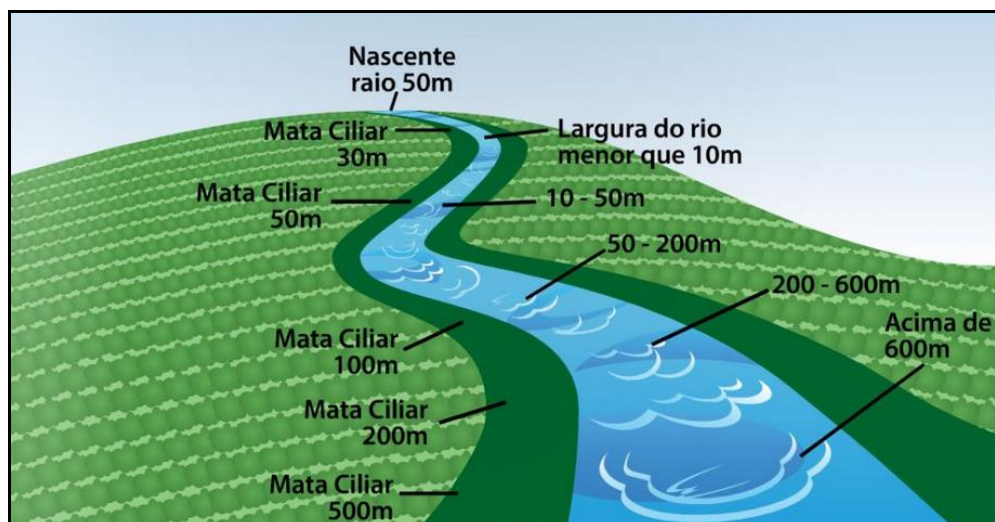


Figura 2 - Limites das faixas marginais de proteção. Fonte: <http://www.fenatema.org.br/>.

1.2 Objetivos

Analisar a espacialização das solicitações de demarcação de FMP através de ferramentas de geoprocessamento, traçando assim um diagnóstico da atual demanda do estado. Tendo por objetivo, aperfeiçoar o trabalho, sinalizando as áreas que necessitam da realização de projetos, para reduzir o tempo de análise.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A Lei nº 3.239/1999 estabeleceu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIEGRH) no estado do Rio de Janeiro, cujos objetivos são reduzir eventuais conflitos relativos ao uso da água, acompanhar a política estadual de recursos hídricos, propor valores e aprovar critérios de cobrança pelo uso da água, assim como planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos.

A bacia hidrográfica foi definida como unidade de gestão para fins de recursos hídricos, assim, em 2006 a Resolução CERHI-RJ nº18, analisou a proposta de definição das Regiões Hidrográficas (RH) do estado do Rio de Janeiro, dividindo o estado em 10 RHs. Porém, em 2013, para melhor gerir os recursos hídricos e aplicar com mais eficiência os recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso da água, foi sancionada a Resolução CERHI-RJ nº 107 de 22 de maio, que revogou a Resolução CERHI-RJ nº 18 de 08.11.2006, reduzindo as RH do estado para 9 (Figura 3).



Figura 3 - Divisão em regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro.

A divisão em RH é a mais utilizada pelo INEA, em cada uma delas existe uma superintendência regional com o intuito de descentralizar as ações do instituto, auxiliando também o fluxo dos processos.

2.2 Materiais

Para este artigo, foram utilizados os seguintes materiais:

- Dados sobre demanda de demarcação de FMP do SEFAM;
- Mapa do Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Rio de Janeiro (ZEE-RJ), para o ano de 2009;
- Software ArcGIS 10.1;
- Google Earth.

2.3 Métodos

A metodologia desenvolvida seguiu as etapas mostradas no fluxograma abaixo (figura 4).

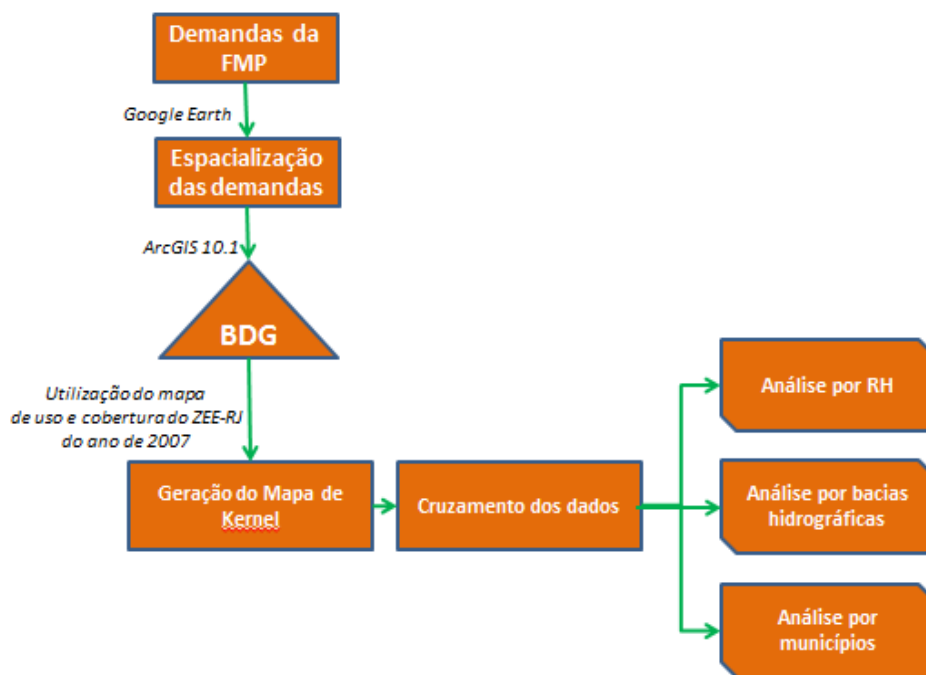


Figura 4 – Fluxograma com metodologia utilizada para a análise.

As solicitações de demarcação de FMP foram espacializadas utilizando o programa Google Earth. O arquivo gerado a partir da espacialização foi editado num Sistema de Informação Geográfica (SIG) – programa ArcGis 10.1, criando assim, um banco de dados geográficos (BDG).

A integração dos diversos dados num ambiente SIG possibilitou a aplicação do método estatístico de Kernel, além de vários cruzamentos. O estimador Kernel é um interpolador que possibilita a estimação dessa intensidade e é caracterizado por ser

uma ferramenta de análise espacial para eventos discretos, associados a ocorrências pontuais (Câmara e Carvalho, 2004).

Esta técnica tem por propósito estimar a intensidade pontual do processo em toda a região de estudo. O estimador em questão gera uma superfície contínua por meio de técnica estatística de interpolação de pontos e/ou eventos, o que possibilita a identificação de áreas de concentração e/ou dispersão do conjunto de dados, sem que haja alteração da forma de suas características locais (Bailey e Gatrell, 1995 apud Ministério da Saúde, 2007).

Para elaboração do mapa foi utilizado o software Arcgis 10.1, através da ferramenta Kernel Density (Densidade Kernel). A ferramenta utiliza dois parâmetros principais: cell size, que corresponde ao tamanho da célula do produto (raster) gerado e search radius, tamanho do raio de busca no qual é calculado a densidade. A partir do mapa de Kernel e dos cruzamentos com outros mapas, foram geradas análises espaciais em diferentes níveis (RH, municipal e bacias hidrográficas).

O propósito das análises espaciais é investigar a distribuição espacial de dados, testando hipóteses sobre o padrão observado: se é aleatório, se apresenta aglomeração ou se os dados estão regularmente distribuídos. Busca-se detectar a existência de padrão de conglomerados espaciais (*clusters*), através da constatação de um número acima do esperado de casos excessivamente próximos, considerando uma distribuição aleatória (Câmara & Carvalho, 2004).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A partir de uma análise por região hidrográfica foi verificado que a maior demanda de demarcação de FMP é concentrada na RH V (Baía de Guanabara), com 30%, seguida pela RH III (Médio Paraíba do Sul) com 21%, RH IV (Piabanha) e RH VI (Lagos São João) com iguais 13%, como mostra o gráfico abaixo (Figura 5).

Percentual de demandas por Região Hidrográfica

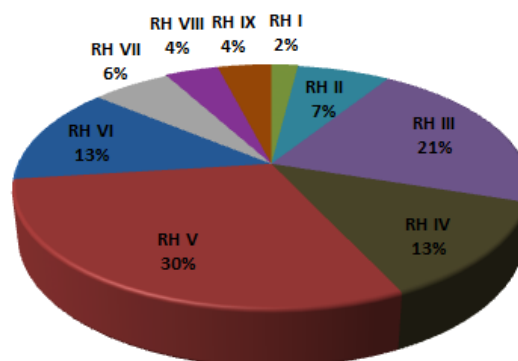


Figura 5 - Percentual de demandas de FMP por RH.

Numa análise por bacia hidrográfica, a região que concentra o maior número de pedidos de FMPs é o curso médio da bacia do Rio Paraíba do Sul (17%), conforme mostra a Tabela 1. Da mesma forma, a região serrana também se destacou como uma área com grandes concentrações de solicitações, principalmente nos municípios de Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis, essa região abrange as bacias dos Rios Piabanha (12%), Grande, Negro e Dois Rios (6%). Cabe ressaltar que essa região foi a que mais sofreu com cheias e deslizamentos ocorridos em janeiro de 2011.

Tabela 1- Principais bacias hidrográficas por processo.

Bacia Hidrográfica	Nº de pedidos	Percentual
Bacia do Curso Médio Superior do Paraíba do Sul	107	17%
Bacia do Piabanha	74	12%
Bacia do Grande, Negro e Dois Rios	40	6%
Bacia do São João	35	6%
Bacia do Guaxindiba-Alcântara	30	5%
Bacias Contribuintes da Lagoa de Araruama	30	5%
SOMA	316	51%
Total de solicitações espacializados no setor	624	100%

Essa concentração de pedidos em determinadas áreas pode ser melhor verificada no mapa (Figura 6), que representa a sobreposição do mapa de densidade de Kernel com o uso e cobertura da terra do Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Rio de Janeiro (ZEE-RJ) generalizado em 5 classes, são elas: áreas antropizadas, áreas urbanas, corpos d'água, floresta e outros. As manchas mais claras representam uma maior concentração de pontos, enquanto que as manchas mais escuras representam o inverso.

Na análise estatística de Kernel, o mapa gerado abaixo, mostra um maior adensamento no eixo Norte-Sul, entre a RH IV (Piabanha) e RH V (Baía de Guanabara). Também é possível verificar uma grande densidade na RH III (Médio Paraíba do Sul), formando uma mancha no eixo Noroeste-Sudeste com a RH V. Além de densidades relevantes na região litorânea conhecida como Região dos Lagos (litoral das RH VI e VIII), principalmente, entre os municípios de Araruama e Macaé.

Ao sobrepor o mapa do ZEE-RJ com o mapa do Kernel, foi possível verificar que as áreas onde há maior concentração de solicitações de demarcação de FMP são as áreas urbanas e de expansão urbana, principalmente as que compõem a região metropolitana (RM) do estado. Quase que a totalidade da RH V faz parte dessa RM que é composta por 21 municípios. Na tabela 2 é possível observar os municípios que concentram o maior número de solicitações de FMP na região metropolitana do RJ.

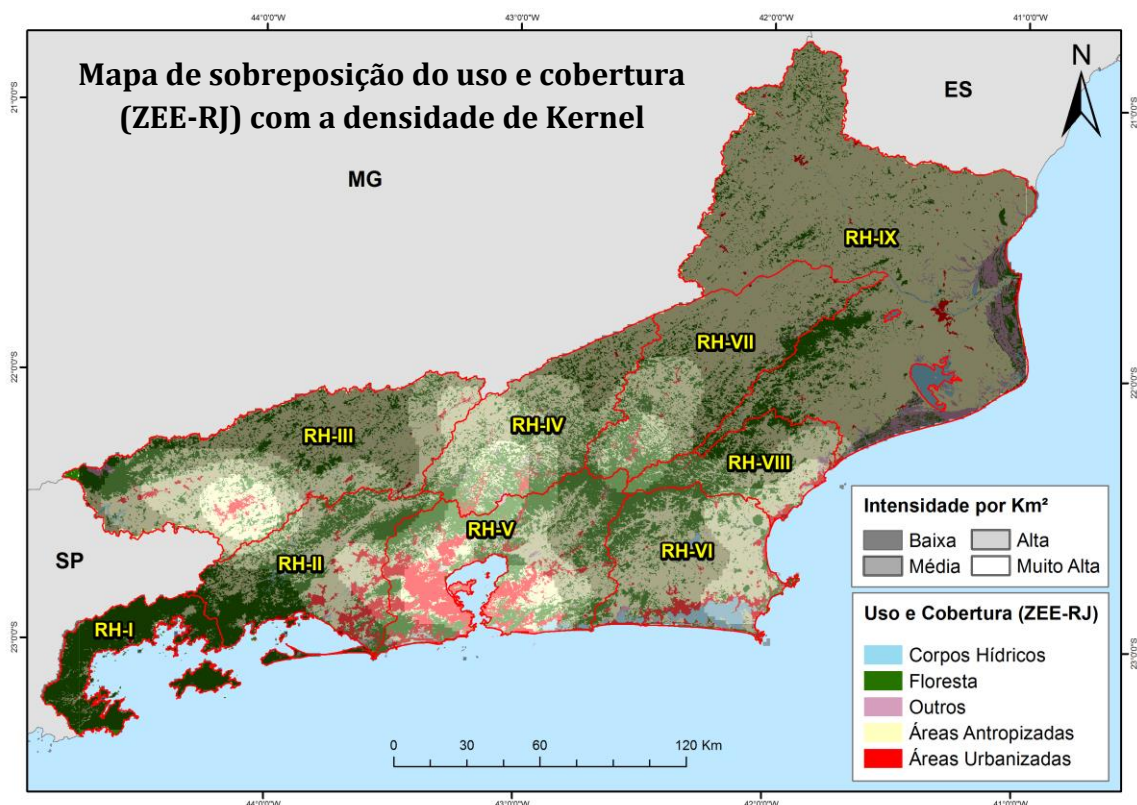


Figura 6 - Sobreposição mapa Kernel e mapa do ZEE-RJ.

Tabela 2 - Percentual da demanda de demarcação de FMP por município.

Municípios	Demanda de FMP (%)	Municípios	Demanda de FMP (%)
Niterói	20.8	Seropédica	2.3
Rio de Janeiro	19.5	Paracambi	1.8
Duque de Caxias	10	Japeri	1.8
São Gonçalo	8.1	Queimados	1.8
Maricá	7.6	Belford Roxo	1.8
Cachoeira de Macacu	4.5	Itaguaí	0.9
Itaboraí	4.1	Mesquita	0.9
Magé	3.6	Tanguá	0.9
Guapimirim	3.2	São João de Meriti	0.5
Rio Bonito	3.2	Nilópolis	0
Nova Iguaçu	2.7		

A maior demanda de FMP concentra-se no município de Niterói e na cidade do Rio de Janeiro que somados possuem mais de 40% de todas as solicitações da RM, seguidos pelos municípios de Duque de Caxias, São Gonçalo e Maricá, que juntos possuem, aproximadamente, 25%.

Com o objetivo de dar autonomia e agilidade aos municípios em gerir o seu território, o Decreto Estadual nº 42.484/2010 disciplina a transferência do procedimento de demarcação de FMP de cursos d'água estaduais aos municípios.

Sabe-se que as maiores demandas são em regiões densamente urbanizadas e apesar do Rio de Janeiro ser a cidade com a maior concentração urbana, é o município de Niterói que apresenta o maior percentual de solicitações. Isso se deve ao fato da cidade do Rio de Janeiro ser a única a possuir um convênio com o INEA para demarcação de FMPs.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das geotecnologias se mostrou muito eficaz para as análises por permitir os diversos cruzamentos e sobreposições de dados espaciais. Permitindo um olhar mais amplo sobre o estado com relação à demarcação de FMP e a estudos que possibilitam um maior entendimento da distribuição de dados no espaço geográfico.

O alto número de empreendimentos de grande porte nas bacias do curso médio superior do Rio Paraíba do Sul, explicar a maior demanda de FMPs nessa área, visto que o crescimento industrial, neste caso, influencia diretamente a expansão urbana na região, que é conhecida por abranger polos industriais e automobilísticos de grande importância para o estado, como por exemplo, as fábricas da Nissan, Peugeot, Xerox, CSN, entre outras.

Foi observado que a crescente demanda da região serrana, está relacionada aos eventos climáticos que frequentemente assolam essa região e causam perdas humanas e materiais. Com o objetivo de construir e regularizar novas residências, muitos pedidos foram realizados, seja por uma necessidade de ordenamento do solo urbano por parte dos municípios ou por demanda do Ministério Público.

Nas distintas regiões supracitadas, a maior demanda concentra-se nas áreas urbanas da RM do Rio de Janeiro, que pode estar relacionada com o crescimento da especulação imobiliária, estimulado pelos eventos mundiais que foram e serão sediados na cidade e por grandes empreendimentos como o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) em Itaboraí e as obras do Terminal de Ponta Negra.

As análises foram realizadas em diferentes escalas, possibilitando verificar a necessidade de projetos de demarcação de faixas contínuas, tanto em áreas urbanizadas, para dimensionar a densidade de ocupação e auxiliar a municipalidade em ações emergenciais, quanto em áreas de expansão urbana, para conter o avanço da ocupação nas margens dos cursos d'água. O Rio João Mendes, em Niterói, e o Rio Guaxindiba, em São Gonçalo são exemplos onde poderiam ser demarcadas faixas contínuas em área urbana e de expansão urbana, respectivamente. Por fim, percebe-se que devido à grande demanda de solicitações no serviço, há uma necessidade de criar parcerias com as superintendências do INEA, e, entre o órgão e os municípios, a fim de

descentralizar a demarcação de FMPs, aumentar a fiscalização nas áreas de preservação permanente e direcionar e/ou reorganizar a ocupação do território.

AGRADECIMENTOS

Os autores reconhecem o suporte do INEA ao fornecer dados e materiais para que esse trabalho pudesse ser realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bailey TC, Gatrell AC. (1995). Interactive spatial data analysis. In *Introdução à Estatística Espacial Para a Saúde Pública*. Brasília. Ministério da Saúde, 2007c. Brasil.

Câmara & Carvalho in Druck S, Carvalho M.S, Câmara G, Monteiro A.V.M. 2004. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília. EMBRAPA.

Barbosa G.L, Corrêa R.G, Falcão M.M, Souza T.M. (2010). *Cartilha Faixa Marginal de Proteção*. Rio de Janeiro. INEA.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. *Censo Demográfico*. Brasil. IBGE.

Rio de Janeiro. *Constituição do Estado do Rio de Janeiro* (1989). Legislação Estadual.

Rio de Janeiro. *Decreto nº 42484, de 28 de Maio de 2010*. Disciplina a transferência do procedimento de demarcação de Faixas Marginais de Proteção de Lagos, Lagoas, Lagunas e Cursos D'Água Estaduais aos Municípios e dá outras providências.

Rio de Janeiro. *Lei nº 1130, de 12 de fevereiro de 1987*. Define as áreas de interesse especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000 m² (um milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de Municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projetos de parcelamento de solo para fins urbanos, a que se refere o art. 13 da lei nº 6766/79. Legislação Estadual.

Rio de Janeiro. *Lei nº 3239, de 02 de agosto de 1999*. Institui a política estadual de recursos hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências.

Rio de Janeiro. *Resolução CERHI-RJ nº 107 de 22 de maio de 2013*. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI-RJ nº 18 de 08 de novembro de 2006.

<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeConteudo?article-id=282959> (acedido a 04/08/2015).