

Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS) na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil): estudo de caso

The industrial pollution projection system application (IPPS model) in Sepetiba bay hydrographic basin (Rio de Janeiro, Brazil): case study

Lilian Calazans Costa¹, Aldo P. Ferreira², Eduardo Borba Neves³

Resumo

A sensibilidade para as questões ambientais provocaram crescente pressão da comunidade, grupos sociais, organizações ambientais e órgãos reguladores do governo, sobre as indústrias para redução de suas emissões poluentes. Neste estudo, o Sistema de Projeção de Poluição Industrial (IPPS, do *inglês Industrial Pollution Projection System*), que foi desenvolvido pela equipe de Meio Ambiente e Infraestrutura do Banco Mundial, foi usado para estimar a carga de poluição em tonelada/ano dos setores industriais na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba. Os dados disponíveis, da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro para o ano 2005-2006, foram utilizados para a estimativa. Foram calculadas as estimativas de potencial poluidor para 261 empresas da região de estudo em que foram identificados os municípios de maior potencial poluidor, tanto por tipologia industrial quanto por poluentes emitidos. Esse método mostrou-se adequado para estudos e diagnósticos rápidos da situação ambiental industrial, principalmente onde há falta de dados para o diagnóstico da poluição como no caso analisado.

Palavras-chave: Sistema de projeção de poluição industrial (IPPS), classificação internacional de atividades econômicas (ISIC), poluição industrial, poluição de rios

Abstract

The sensibility to environmental issues brought about increasing pressure from local community, groups, environmental organizations and government regulators on industries to reduce their pollutant emissions. In this study, Industrial Pollution Projection System (IPPS), which was developed by the Infrastructure and Environment Team of the World Bank, was used to estimate pollution load in ton/yr (with respect to employment) of industrial sectors in hydrographic basin of Sepetiba bay. The available data, of Federation of Industries of Rio de Janeiro, Brazil, for the year 2005-2006, were used to estimate. We calculated estimates of pollution to 261 companies in the region of study. The study identified the municipalities of greater pollution potential, both by type and by industrial pollutants. This method was suitable for studies and rapid assessments of the environmental industry, especially where data are lacking for the diagnosis of pollution as the case analyzed.

Key words: Industrial Pollution Projection System (IPPS); International Standard Industrial Classification (ISIC); Industrial pollution, river pollution

¹ Doutoranda em Saúde Pública pela Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz. End.: Rua Leopoldo Bulhões, 1480 – CEP: 21041-210 - Manguinhos – Rio de Janeiro (RJ) – E-mail: liliancalazans@ensp.fiocruz.br

² Doutor em Engenharia Biomédica pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Pesquisador do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana pela Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz.

³ Doutor em Engenharia Biomédica pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da UFRJ; Professor Titular do Centro Universitário Campos de Andrade (UNIANDRADE-PR).

Introdução

A maioria dos países em desenvolvimento tem pouco ou nenhum dado sobre a poluição industrial, mas muitos deles têm levantamento industrial detalhado com informações significativas sobre os processos de manufatura (Cole; Elliott, 2003). De posse de tais informações, o sistema de projeção da poluição industrial (IPPS) foi projetado para converter essa informação para um perfil estimativo poluidor.

No Brasil, há uma carência de informações sobre a emissão de poluentes pelas atividades industriais. Não existe um inventário nacional das indústrias potencialmente poluidoras, com dados referentes à quantidade de poluentes emitidos e sua localização, o que dificulta a realização de estudos sobre poluição industrial.

O monitoramento das emissões industriais junto à fonte emissora poderia minimizar esse problema gerando dados importantes, porém pouco utilizado, pois requer mão de obra especializada e deve ser realizado continuamente, o que torna o procedimento oneroso (Cole *et al.*, 2008).

Há necessidade de se ter metodologias válidas na estimativa de emissão de poluentes industriais, as quais se tornarão ferramentas fundamentais, principalmente em situações em que ocorram limites ou inadimplência de dados de poluentes gerados (Gray; Shadbegian, 2004).

Neste contexto, em que dados sobre a poluição são escassos e o monitoramento das emissões não é realizado, as metodologias de estimativa de emissão de poluentes se apresentam como uma ferramenta importante. Por meio dessas metodologias é possível delimitar zonas críticas de poluição e ranquear tipologias industriais mais poluentes, em que o poder público poderá concentrar seus esforços em ações de mitigação de poluentes (Cole *et al.*, 2008).

Apesar do papel fundamental por elas desempenhado, essas metodologias são limitadas, pois geram dados de poluição estimados, não refletindo a realidade precisa do ambiente. Elas, portanto, não anulam a importância de mensurar a poluição junto à fonte emissora. Isso não reduz sua importância, uma vez que a proposta principal dessas metodologias é a identificação de zonas e setores críticos de poluição (Muradian *et al.*, 2002).

O IPPS foi desenvolvido em 1987 por técnicos do Banco Mundial para estimar a intensidade de poluição industrial em países emergentes que têm pouco ou nenhum dado sobre poluição industrial, mas que têm informações relativamente detalhadas sobre pessoal ocupado, valor adicionado ou quantidade produzida em atividades industriais (Hettige *et al.*, 1995). Assim, têm-se como objetivo deste trabalho estimar a poluição industrial da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba, de forma a subsidiar a aplicação do método em

áreas afins, sendo esse um ferramental importante e necessário de gestão ambiental.

Material e métodos

Caracterização do sítio de estudo – bacia hidrográfica da baía de Sepetiba

A bacia hidrográfica da baía de Sepetiba integra 14 municípios: Barra do Piraí, Engenheiro Paulo de Frontim, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Paracambi, Piraí, Queimados, Rio Claro, Rio de Janeiro, Seropédica e Vassouras (SEMADS, 2001). Ocupa uma área de aproximadamente 2.700 km², equivalente a quase 4,5% da área total do estado do Rio de Janeiro. É delimitada no continente pela Serra do Mar (local da nascente dos rios que formam a bacia de drenagem do Guandu), pelos morros isolados que dividem a bacia da baía de Guanabara e pelos maciços costeiros do Mendanha e da Pedra Branca. Essa bacia foi remodelada pela transposição das águas do rio Paraíba do Sul, com a alteração no curso dos rios e o aumento da vazão. O rio Guandu era formado apenas pela junção das águas do ribeirão das Lajes com o rio Santana. Com o aumento da demanda de energia, houve a necessidade da utilização das águas provenientes do rio Paraíba do Sul. Foram construídas barragens e usinas elevatórias, que possibilitaram a transposição da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu. Com isso, a vazão do rio Guandu passou de 20 m³/s para cerca de 160 m³/s. Atualmente o rio Guandu juntamente com o rio São Francisco são os maiores afluentes da baía de Sepetiba (Figura 1).

O sistema IPPS

O IPPS é um sistema de estimativa de intensidade de poluição industrial, criado em 1987 por técnicos do *Environment Infrastructure Agriculture Division – Policy Research Department* (PRDEI), do Banco Mundial, para responder a insuficiência de informações relacionadas à intensidade de poluição industrial e auxiliar nas políticas e planos de ação dos países em desenvolvimento (Hettige *et al.*, 1995). Esse sistema utiliza um coeficiente de intensidade de poluição, baseado no fato de que a poluição industrial é afetada pela escala de atividade industrial, sua composição setorial e pelo processo tecnológico utilizado na produção.

O IPPS desenvolvido com informações oriundas da base de dados do Censo Industrial Americano (*Manufacturing Census*) e da *Environmental Protection Agency* (EPA), ambas agregavam informações de aproximada-

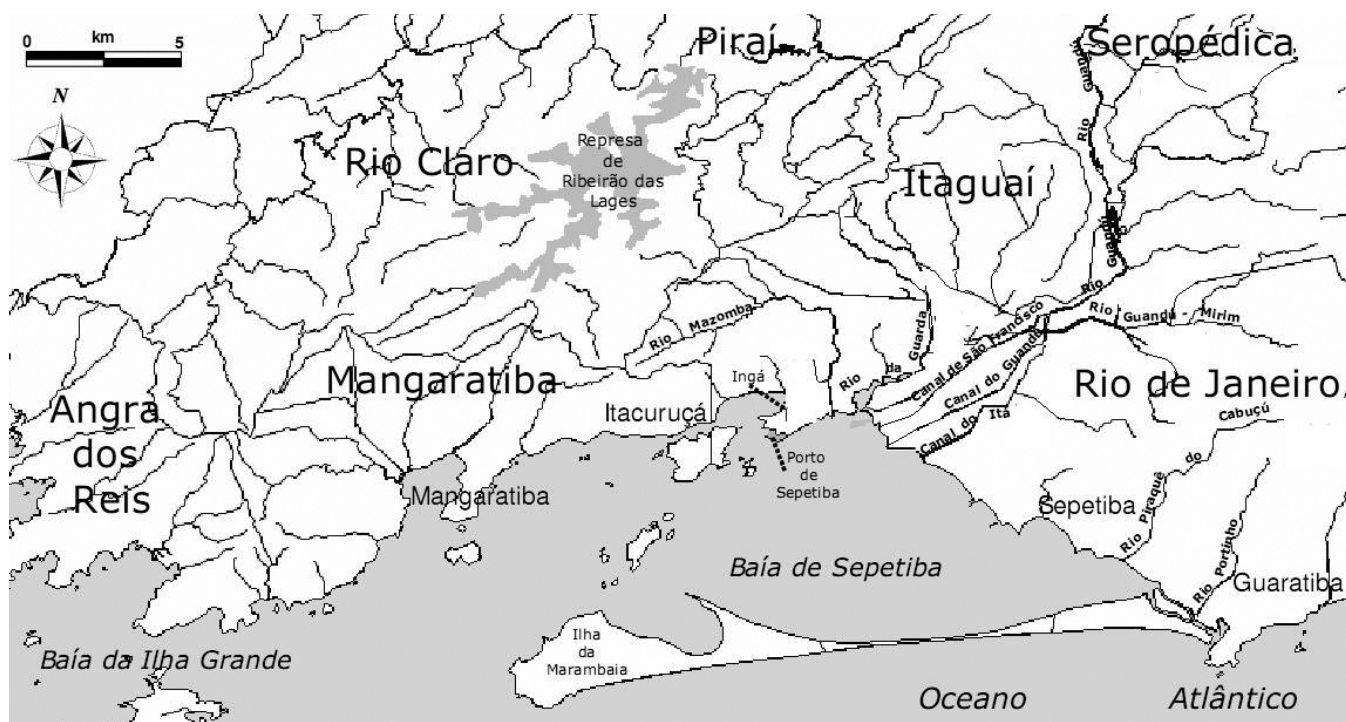


Figura 1 - Bacia hidrográfica da baía de Sepetiba.

mente 200 mil indústrias americanas da década de 1980. A agência EPA mantém informações sobre a performance ambiental das indústrias americanas, relevantes para a construção do coeficiente de intensidade de poluição utilizados no IPPS.

O coeficiente de intensidade de poluição construído através do cruzamento entre essas bases de dados é o fator determinante para a estimativa do potencial poluidor industrial. Contudo o IPPS, em seu manual original, não disponibiliza os cálculos que geraram os coeficientes. Para cada setor industrial há um coeficiente de poluição específico, dado para uma indústria com mil funcionários.

Os setores industriais descritos na metodologia do IPPS seguem o sistema de classificação americano International Standard Industrial Classification (ISIC). No Brasil, os setores industriais são classificados pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Como os coeficientes de intensidade de poluição são dados a partir dos setores industriais, foi necessário realizar a correspondência entre os dois sistemas de classificação.

O IPPS possui coeficientes de intensidade de emissão de poluentes para os meios: água, ar, e solo. Como o objetivo do trabalho foi estimar a poluição industrial da Bacia Hidrográfica da baía de Sepetiba, foram utilizados os parâmetros de poluição para água: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais em suspensão (STS), tóxicos da água (TA) e metais tóxicos da água (MTA).

Levantamento industrial

Os dados industriais foram obtidos do Cadastro Industrial do Rio de Janeiro, da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN), referentes aos anos de 2005 e 2006, para todos os 14 municípios integrantes da região de estudo.

Como o município do Rio de Janeiro está apenas parcialmente inserido na bacia, a inclusão de todos os estabelecimentos industriais da cidade superestimaria os resultados. Assim, foram incluídos apenas os dados das empresas localizadas nos bairros de: Campo Grande, Santa Cruz, Guaratiba e Ilha de Guaratiba. Esses bairros compreendem a porção do Rio de Janeiro abrangida pela bacia hidrográfica de Sepetiba.

Resultados

Foram analisados os dados de 362 empresas da região de estudo. Desse universo, 261 empresas apresentaram informações completas, como o número de funcionários e setor industrial, possibilitando o cálculo da estimativa do potencial poluidor. Outras 14 empresas foram descartadas, pela falta de dados indispensáveis para a estimativa, e 87 indústrias pertenciam ao setor extrativo, não contemplado pela metodologia do IPPS.

O potencial poluidor foi calculado para cada município de estudo (Tabela 1) e para cada setor industrial (Tabela 2), por meio dos parâmetros: DBO, STS, TA e MTA.

Observou-se que nas 261 indústrias da região estudada, em relação à DBO, estas apresentam o potencial para geração de

Tabela 1 - Potencial poluidor industrial em toneladas/ano para cada 1000 funcionários de 14 municípios da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba para os anos 2005-2006

Município	Número de indústrias	Número de funcionários	DBO t/ano	STS t/ano	Tóxicos da água t/ano	Metais tóxicos da água t/ano
Barra do Piraí	28	3028	11,2	23.056,6	44,0	3,2
Engenheiro Paulo de Frontin	7	538	0,1	54,5	0,4	0,0
Itaguaí	14	1254	5,8	5.719,0	12,4	0,8
Japeri	2	27	0,0	0,0	0,0	0,0
Mangaratiba	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Miguel Pereira	2	32	0,0	0,0	0,1	0,0
Nova Iguaçu	103	6082	325,3	5.333,3	77,5	1,4
Paracambi	8	1314	0,1	1,8	0,2	0,0
Piraí	4	275	3,9	3,9	0,1	0,0
Queimados	9	1346	3,5	964,2	3,2	0,1
Rio Claro	1	160	0,2	6,4	0,3	0,0
Rio de Janeiro	70	7949	209,3	2.517,6	14,0	0,5
Seropédica	4	565	5,7	42,5	2,3	0,0
Vassouras	9	160	1,3	1,7	0,1	0,0
Total	261	22730	566,5	37.701,4	154,7	6,2

DBO: demanda bioquímica de oxigênio; STS: sólidos totais em suspensão.

Tabela 2 - Potencial poluidor industrial em toneladas/ano para cada 1000 funcionários dos principais setores industriais de bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba para os anos 2005-2006

Sector industrial	Número de indústrias	Número de funcionários	DBO t/ano	STS t/ano	Tóxicos da água t/ano	Metais tóxicos da água t/ano
Alimentos	23	4623	216,5	268,0	5,0	-
Couros	5	260	0,3	0,5	-	-
Editorial e Gráfica	14	149	-	-	-	-
Madeira	4	102	-	-	-	-
Máquinas e Equipamentos	12	639	-	1,0	0,4	-
Material Elétrico	4	138	-	-	-	-
Metalúrgica	16	3160	191,4	36.993,9	69,7	4,8
Minerais não-metálicos	30	1497	1,3	4	0,2	-
Mobiliário e diversos	14	445	0	44,3	0	-
Papel e papelão	6	648	11,8	11,8	0,3	-
Plásticos e borracha	19	1546	23,0	75,5	0,2	-
Produtos de metal	31	2365	2,1	61,1	5,7	0,4
Química	40	3513	119,7	240,5	72	1,0
Têxtil	5	1334	0,4	0,7	0,9	-
Transporte	1	18	0	0	0	-
Veículos Automotores	6	1501	0	0,1	0,3	-
Vestuário	31	792	-	0	-	-
Total	261	22730	566,5	37.701,4	154,7	6,2

DBO: demanda bioquímica de oxigênio; STS: sólidos totais em suspensão.

566,5 t/ano. A Figura 2 apresenta o potencial de DBO por setor industrial, evidenciando o município de Nova Iguaçu como responsável por 58% do total do potencial de DBO da região.

Em relação aos STS, as indústrias apresentaram o total do potencial para geração de 37.701,4 t/ano. A Figura 3 apresenta o potencial de STS por setor industrial, evidenciando o município de Barra do Piraí como responsável por 61% do total do potencial de STS da região.

Em relação a TA, as indústrias apresentaram o total o potencial para geração de 154,7 t/ano. A Figura 4 apresenta o potencial de TA por setor industrial, evidenciando o município de Nova Iguaçu como responsável por 52% do total do potencial de TA da região, seguido por Barra do Piraí com 29% e Itaguaí com 8%. O potencial de emissão de TA ficou dividido entre os setores químico e metalúrgico, com 47 e 46% respectivamente.

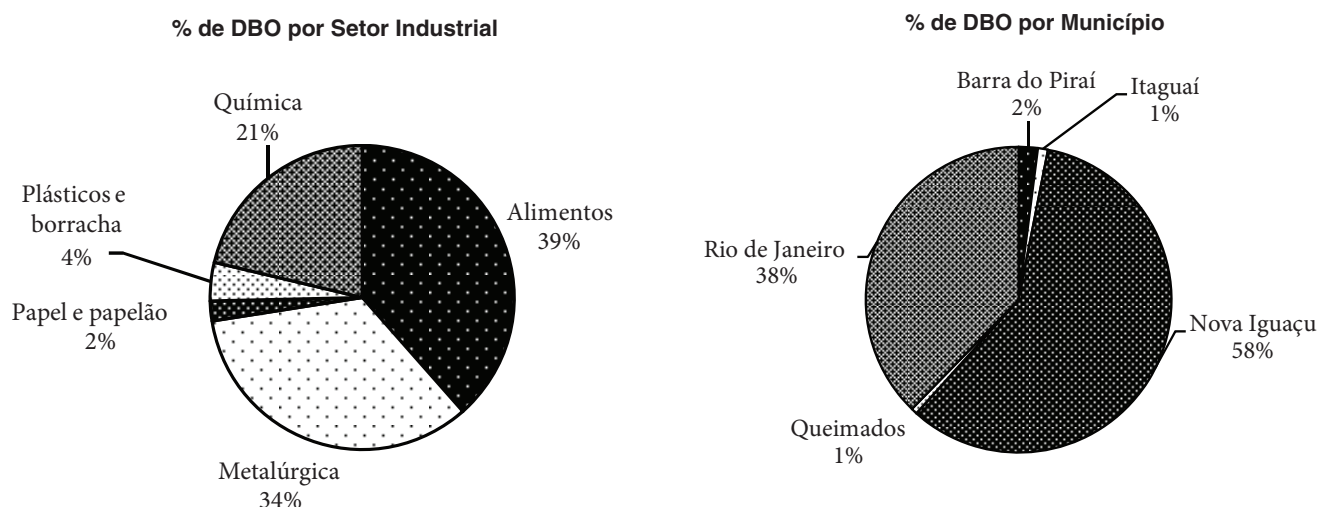


Figura 2 - Potencial de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) por setor industrial e por município.

Em relação aos MTA, as indústrias apresentaram o total do potencial para geração de 6,2 t/ano. A Figura 5 apresenta o potencial de MTA por setor industrial, evidenciando o município de Barra do Pirai como responsável por 54% do total do potencial de MTA da região, seguido por Nova Iguaçu com 23% e Itaguaí com 13%. O potencial de emissão de MTA ficou caracterizado como responsável do maior setor metalúrgico, com 78%.

Discussão

A estimativa do potencial poluidor industrial é uma ferramenta operacional, que pode ser utilizada na tomada de decisões voltadas para a otimização do gerenciamento dos recursos hídricos (Dasgupta *et al.*, 1999; Oketola & Osibanjo, 2007). A identificação de setores e regiões com grande potencial poluidor possibilita ao poder público concentrar esforços com o monitoramento e controle ambiental nas zonas críticas de poluição.

Neste estudo ficou evidenciado que nem todos os municípios contribuíram para os potenciais poluidores estudados. Dos 18 setores industriais analisados, os setores de alimentos, metalúrgica, papel e papelão, plásticos e borrachas, produtos de metal e química, apresentaram os maiores potenciais de poluição. Estas seis divisões correspondem a menos da metade do total dos setores e a 51% do número de indústrias (135 indústrias).

Cabe destacar que poucos setores industriais contribuem para as potenciais emissões. Os impactos ambientais oriundos das diversas fontes de poluição citadas evidenciam a urgência de ações concretas de prevenção, controle, preservação e re-

cuperação da qualidade da água dos corpos hídricos (Freitas *et al.*, 2001). Nesse âmbito, o presente estudo serve de base às ações de mitigação dos impactos desses poluentes.

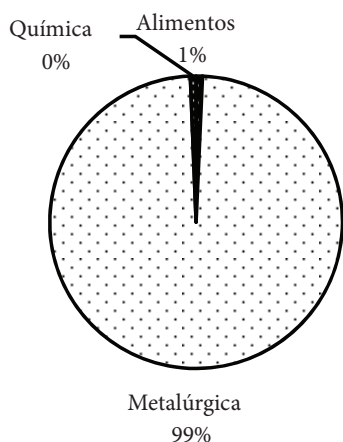
Observa-se que os setores de: minerais não metálicos, têxtil e de veículos automotores não estão entre os seis maiores poluidores potenciais, apesar de possuírem mais de mil funcionários cada. Esse dado revela que uma empresa com um grande número de funcionários necessariamente não terá o maior potencial poluidor.

Quanto à DBO, o setor de alimentos foi líder em potenciais emissões. O setor de alimentos já foi apontado anteriormente como o principal responsável pelo potencial poluidor de DBO (Moreno, 2005). As indústrias de alimentos geram efluentes ricos em material orgânico, que ao serem despejados em corpos hídricos aumentam a DBO. Justificando ser esse setor o líder do potencial poluidor para esse parâmetro. O município de Nova Iguaçu destacou-se como principal responsável pelo total do potencial de DBO da região.

Em Nova Iguaçu, localizam-se três importantes indústrias, em termos de geração de DBO, classificadas como fabricação de laticínios e bebidas (CNAE 1.0: 1542-3 e 1591-1). Elas empregam juntas um total de 165 funcionários e, de acordo com o IBGE, são indústrias de pequeno porte. Outras duas indústrias de médio e grande porte do setor de alimentos (fabricação de fubá e moagem de café, CNAE 1.0:1554-7 e 1571-7), também localizadas nesse município, possuem potencial poluidor, em toneladas/ano, abaixo de 0,2.

A diferença de DBO entre esses grupos industriais evidencia que, dentro do setor de alimentos, há uma grande variação no potencial de emissão. Além disso, fica claro que o porte da

% de STS por Setor Industrial



% de STS por Município

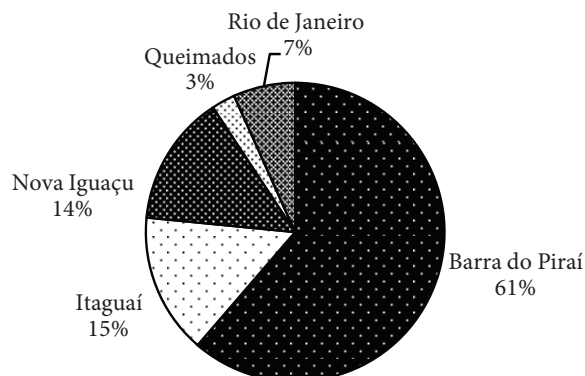
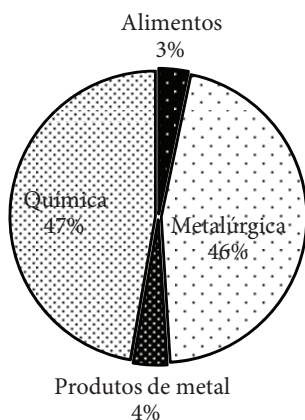


Figura 3 - Potencial de sólidos totais em suspensão (STS) por setor industrial e por município.

% TA por setor Industrial



% de TA por Município

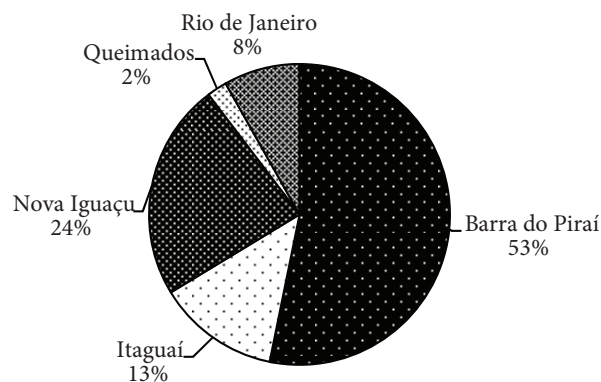
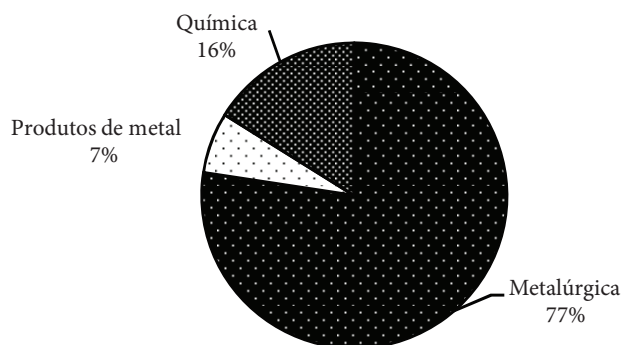


Figura 4 - Potencial de tóxicos da água (TA) por setor industrial e por município.

% de MTA por Setor Industrial



% de MTA por Município

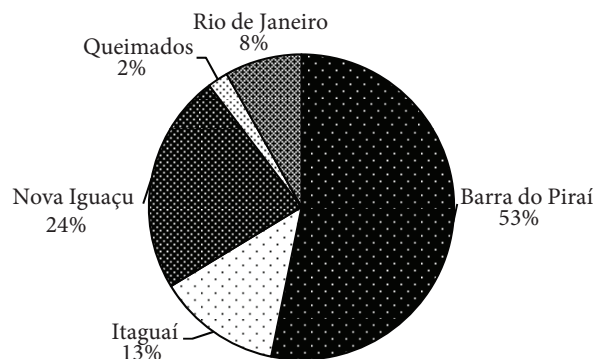


Figura 5 - Potencial de metais tóxicos da água (MTA) por setor industrial e por município.

indústria não conferiu maior potencial. Nesse caso, o fator de peso foi a classificação da atividade industrial. Fabricação de fubá e moagem de café geram efluentes com menor DBO do que a fabricação de laticínios e bebidas.

A produção de alimentos, bens, serviços e suas demandas de infraestrutura situam-se no centro da questão socioambiental contemporânea, na medida em que, na sociedade capitalista, estão subordinadas à hegemonia do subsistema econômico sobre os demais subsistemas sociais, e impõem complexos contextos de risco à saúde humana e aos ecossistemas (Rigotto, 2009).

O município do Rio de Janeiro ficou em segundo lugar, com 37% do total do potencial de DBO. Uma única empresa metalúrgica é responsável por 82% do potencial de DBO desse setor. Esse resultado alerta para o fato de que a quantidade de resíduos orgânicos produzidos pelo setor metalúrgico não deve ser desprezada.

Os setores de alimentos, metalúrgico e químico respondem por 94% desse total das potenciais emissões de DBO. Esses três setores somam 79 indústrias, isso quer dizer que 94% do total do potencial de DBO são produzidos por apenas 33% das indústrias da região. Esses resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Scheren *et al.* (2000) quando descreveram que as fábricas de bebidas, açúcar, sabão e óleos exibem as maiores quantidades de carga industrial de DBO, no caso do Lago Victoria, no Oeste da África; e por Guimarães e Moreno (2000) quando identificaram os setores industriais de alimentos e bebidas com 79% das emissões de DBO no Estado de São Paulo.

De fato, há duas décadas, estudos setoriais já sugeriam que a participação de produtos intensivos em emissão era a mais significativa e crescente no Brasil. Estimativas de DBO feitas a partir dos dados norte-americanos são menores que as feitas com dados de empresas brasileiras, sugerindo que o padrão de controle no Brasil é inferior ao dos Estados Unidos (Young & Pereira, 1990).

Quanto a STS, o setor metalúrgico é o principal responsável pelas potenciais emissões de sólidos totais em suspensão. O número de indústrias que integram esse setor é pequeno quando comparado a sua parcela de contribuição para o potencial de STS. Esse resultado vai ao encontro do obtido por Guimarães e Moreno (2000) quando identificaram o setor metalúrgico com 81% das emissões de STS no Estado de São Paulo.

O município de Barra do Piraí foi o líder nas potenciais emissões de STS. Foi difícil precisar o local exato do despejo dos efluentes industriais. Contudo, dado a proximidade de determinadas indústrias com alguns corpos hídricos é bem provável que nesse local haja algum tipo de contaminação.

A indústria responsável pelo potencial de 57% de STS situa-se ao lado do rio Paraíba do Sul, cujas águas foram desviadas para o rio Guandu. Dada a importância desses rios para abastecimento, lazer, renda e alimentação da população, é importante que haja análises para uma avaliação precisa da situação daquele ambiente. Com relação aos efluentes industriais, os despejos contendo metais pesados, são os maiores fatores antropogênicos de poluição em ambientes aquáticos. A ingestão desses metais pode provocar severos danos à saúde humana, como: desordens neurológicas, disfunções cerebrais, câncer e em casos extremos o óbito (Grandjean, 2006).

Quanto a TA, as indústrias química e metalúrgica responderam por 93% do total do potencial de TA. Das indústrias químicas apenas uma indústria, de fabricação de produtos petroquímicos básicos (CNAE 1.0: 2421-0), responde por 46% do total do potencial de TA desse setor. As indústrias do setor químico possuem em seu processo produtivo substâncias tóxicas, presentes também em seus efluentes.

O município de Nova Iguaçu foi o líder nas potenciais emissões de TA. Esse resultado contraria o apresentado pelo IBGE (2001) que, analisando a poluição no Estado do Rio de Janeiro, identificou os Municípios do Rio de Janeiro de Barra do Piraí com maior potencial emissões do que Nova Iguaçu. Uma possível explicação para isso pode ser o fato de que, nesse estudo, apenas uma indústria de Nova Iguaçu, do setor químico, é responsável por 42% do total de TA da cidade.

Tais resultados evidenciam o município citado como uma região com grande potencial poluidor. Considerando a proximidade do município de Nova Iguaçu com o rio Guandu e dado a importância desse rio, abastece 85% da cidade do Rio de Janeiro, é fundamental que sejam adotadas medidas de controle e fiscalização nesse local. Barra do Piraí é o segundo município com maior potencial poluidor da bacia hidrográfica de Sepetiba, com 29% do total de tóxicos da água. Nessa região, apenas uma indústria metalúrgica é responsável por 70% do potencial de TA do município.

Quanto a MTA, esse parâmetro merece uma atenção especial devido ao efeito bioacumulativo dos metais. A exposição e/ou ingestão prolongada desses metais, ainda que em baixas concentrações, pode ocasionar severos efeitos à saúde. Apenas cinco municípios foram responsáveis pelo total. O município de Barra do Piraí, com aproximados 10% do total das indústrias, contribui mais para o potencial de metais tóxicos da água que o município de Nova Iguaçu, com 39% do total das indústrias. Isso devido à localização das indústrias com grande potencial para MTA em Barra do Piraí.

Assim, Barra do Piraí também pode ser considerado um município com grande potencial poluidor industrial, contudo, é uma região onde o poder público pode concentrar esforços

para mitigar a poluição. O setor metalúrgico e químico responde por 94% do total do potencial dos metais tóxicos da água. Do setor químico apenas uma empresa de médio porte é responsável por 65% do total de MTA desse setor. Analisando as 16 indústrias metalúrgicas, verificou-se que esse potencial é dividido entre apenas cinco empresas de médio porte.

Esses dados evidenciam que poucos setores industriais são responsáveis por grande parte das potenciais poluições. Os setores mais poluentes devem ser priorizados em ações de controle e mitigação de emissões de poluentes.

Conclusões

Foram identificados os principais setores industriais e municípios responsáveis pela potencial emissão de poluentes das indústrias da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba. Os resultados indicaram que poucos setores industriais são res-

ponsáveis por grande parte do potencial poluidor ainda que esses setores sejam constituídos por um número reduzido de indústrias. Para MTA, TA e STS os setores metalúrgico e químico foram os principais geradores. Já para DBO destacaram-se os setores de alimentos e papel e papelão.

A geração e a difusão desse tipo de conhecimento poderão aprimorar instrumentos de política e de gestão ambiental, compatíveis com as exigências do desenvolvimento sustentável. O diagnóstico do comportamento dos setores produtivos da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba pode ser utilizado por instituições interessadas na formulação de estratégias de mitigação. Os resultados evidenciaram zonas e indústrias críticas, com grande potencial poluidor, que devem ser priorizados nas ações de fiscalização e redução das emissões. O monitoramento e controle da poluição industrial seriam, então, direcionados para estas áreas e indústrias, com repercussões significativas para o ambiente e para a saúde pública.

Referências

- COLE, M. A.; ELLIOTT, R. J. R. Determining the trade-environment composition effect: the role of capital, labour and environmental regulations. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 46, n. 3, p. 363-383, 2003.
- COLE, M. A.; ELLIOTT, R. J. R.; WU, S. Industrial activity and the environment in China: an industry-level analysis. *China Economic Review*, v. 19, n. 3, p. 393-408, 2008.
- DASGUPTA, S.; HETTIGE, H.; WHEELER, D. What improves environmental performance? Evidence from Mexico. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 38, n. 3, p. 39-66, 1999.
- FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.
- GRANDJEAN, P.; LANDRIGAN, P. J. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet*, v. 368, p. 2167-2178, 2006.
- GRAY, W. B.; SHADBEGIAN, R. J. Optimal pollution abatement-whose benefits matter, and how much? *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 47, n. 3, p. 510-534, 2004.
- GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A.. *Metodologia de estimativa de intensidade de emissão de poluentes industriais – aplicação na Região Sudeste*. IBGE/DERNA/DIEAM, Relatório Interno, 2000.
- HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M.; WHEELER, D. *The industrial Pollution Projection System*. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431. The World Bank, 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Industrial Anual 2001*. Diretoria de Pesquisas e Divisão de Cadastro e Classificação, 2001.
- MORENO, R. A. M. *Estimativa de Potencial Poluidor nas Indústrias: o caso do Estado do Rio de Janeiro*, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Planejamento Energético) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- MURADIAN, R.; O'CONNOR, M.; MARTINEZ-ALIER, J. Analysis embodied pollution in trade: estimating the 'environmental load displacement' of industrialized countries. *Ecological Economics*, v. 41, n. 1, p. 51-67, 2002.
- OKETOLA, A. A.; OSIBANJO, O. Estimating sectoral pollution load in Lagos by Industrial Pollution Projection System (IPPS). *Science of the Total Environment*, v. 377, n. 2-3, p. 125-141, 2007.
- RIGOTTO, R. M. Inserção da saúde nos estudos de impacto ambiental: o caso de uma termelétrica a carvão mineral no Ceará. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 14, n. 6, p. 2049-2059, 2009.
- SCHEREN, P. A. G. M.; ZANTHING, H. A.; LEMMES, A. M. C. estimation of water pollution sources in Lake Victoria, East Africa: application and elaboration of the rapid assesment methodology. *Journal of Environmental Management*, v. 58, n. 4, p. 235-248, 2000.
- YOUNG, C. E. F.; PEREIRA, A. A. *Controle ambiental, competitividade e inserção internacional: uma análise da indústria brasileira*. In: XVIII Encontro Nacional de Economia - ANPEC, Campinas. São Paulo, 1990.

Recebido em: 18/08/2010

Aprovado em: 28/01/2011