



Concentrações dos metais pesados no sedimento da foz do Rio Imboáçu em constatação aos fatores críticos de degradação de bacias hidrográficas urbanas definidas por dados secundários

Concentration of heavy metals in the mouth sediment of the Imboáçu river as a confirmation of the critical factors for urban hydrographic basins degradation defined by secondary data

Antonio da Cunha Nunes¹

Fernando B. Mainier²

Robson Rosa Branco²

Fernando Neves Pinto³

Elson Antonio do Nascimento²

Resumo: A presente pesquisa analisa a relação das concentrações de metais em sedimentos de ambientes estuarinos com os fatores de degradação de bacias hidrográficas urbanas, tendo como estudo de caso o rio Imboáçu, em São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro. O problema dessa bacia hidrográfica foi estudado considerando duas abordagens fundamentais: a análise laboratorial dos sedimentos presentes na foz do rio e o estudo dos fatores de degradação de bacias hidrográficas urbanas definidas por dados secundários. Os resultados de metais no sedimento indicam que a principal fonte de contribuição desses poluentes para o ambiente é através do esgoto sem tratamento, corroborando com os principais fatores apontados pela análise dos dados secundários.

Palavras-chave: Degradação, bacias hidrográficas, fatores críticos, sociedade e ambiente.

¹ Universidade Salgado de Oliveira

² Universidade Federal Fluminense

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro

ENGEVISTA, V. 19, n.5, p. 1304-1319, Dezembro 2017.

Todos as informações e direitos sobre o presente artigo são de total e única responsabilidade do(s) autor(es).

Abstract: This paper aims to analyze the relation of metals concentration in sediments of estuarine environments to factors of urban hydrographic basins, having as object of study the Imboaçú river in São Gonçalo, metropolitan region of Rio de Janeiro. The problem of this hydrographic basin was studied considering two fundamental approaches: the laboratorial analysis of sediments present in the mouth of the river and the study of degradation factors of urban hydrographic basins defined by secondary data. The results of metals in the sediment show that the main source of contribution of these pollutants to the environment is the disposal of untreated sewage, confirming the main factors pointed out by the analysis of secondary data.

Keywords: Degradation, hydrographic basins, critical factors, society and environment.

1- Introdução:

O rio Imboaçú localizado a sudoeste da Baía de Guanabara compõe a orla Oriental do município de São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro. Composta de um extenso litoral raso foi muito utilizado para embarque e desembarque de mercadorias através de portos espalhados pela sua região desde o início do século XVIII, onde apresentava pouco mais de 7.000 habitantes, tendo como principal atividade o engenho de açúcar e a agricultura [1]. Em função de sua contínua ocupação, por todos os ângulos analisados, a redução da qualidade ambiental foi inevitável. Para se entender a evolução da degradação ambiental de um determinado ecossistema é necessário conhecer os principais problemas relacionados a este ambiente, a fim de alimentar as informações importantes para direcionar ações mitigadoras.

O estudo de bacias hidrográficas essencialmente urbanizadas tem se constituído, atualmente, um aspecto bastante relevante no que se refere à preservação ambiental e a manutenção de recursos essenciais que possam contribuir para a sustentabilidade socioeconômica de diversas populações que vivem nessas localidades.

Fatores de degradação baseados a partir de revisões bibliográficas, dados secundários, são utilizados para alimentar os bancos de dados gerando informações importantes para se definir os fatores críticos da degradação ambiental da área de estudo e com isso entender a dinâmica das mudanças desse ambiente. A definição desses fatores críticos de qualidade ambiental pode ser confrontada com dados primários. Avaliando-se a qualidade dessas informações, uma vez que os dados primários correspondem a realidade do ambiente estudado.

Os fatores de degradação de uma bacia hidrográfica são frequentemente citadas as ligações clandestinas de esgoto e o processo de assoreamento fluvial. No rio Imboaçú não foi diferente, entre os principais fatores críticos levantados, o despejo de lixo urbano, o despejo de efluentes industriais e o despejo de efluentes sanitários foram considerados como os mais impactantes.

A escolha dessa matriz para avaliar a qualidade do rio se dá por tratar-se de ambientes naturalmente receptores de materiais particulados, orgânicos e inorgânicos, provenientes da erosão e da lixiviação da sua bacia de drenagem, historicamente catalisada devido a ocupação desordenada de suas margens, principalmente, nas proximidades de regiões urbanizadas [2].

O acelerado processo de ocupação da região metropolitana do Rio de Janeiro ficou bem evidente no final da década de 80 quando comparadas imagens de satélite Landsat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) entre os anos de 1984 e 1991 mostrando uma redução e degradação dos recursos naturais da bacia de drenagem da Baía de Guanabara de quase 40 %. [3].

Em função desse acelerado processo de degradação observado nas imagens, outra abordagem para se avaliar o grau de degradação desse ambiente foi desenvolvida através da determinação biogeoquímica. Esta aponta para algumas substâncias químicas que servem como indicadores de contribuição antrópica para o ecossistema, podendo ser correlacionado com os dados gerados.

Em ambientes aquáticos o sedimento é uma matriz interessante para esta avaliação por integrar todo histórico de acumulação da contaminação química na coluna d'água, sendo considerada uma excelente ferramenta para estabelecer os efeitos da atividade antrópica em ambiente aquático. Dos diferentes marcadores químicos estudados no sedimento, os metais pesados são bem descritos pela literatura referenciada, pois se associam ao particulado em suspensão e se depositam em áreas de baixas velocidades.

A amostragem de sedimento em várias camadas de deposição no leito do rio, através de um tubo acrílico (cores), representa perfis de sedimentação, servindo para descrever a história da exposição desses marcadores químicos no ambiente dentro de um período de tempo. A maior parte dos contaminantes como os metais pesados podem deixar registros históricos depositados no sedimento, desta forma, o sedimento pode ser utilizado como indicador ambiental de contaminação [2, 4].

1.1. Área de estudo.

O rio Imboaçú (Figura 1) tem a sua nascente principal na Serra Grande, a 140 metros de altitude, no bairro do Engenho Pequeno, no distrito de Sete Pontes, em São Gonçalo. Sua declividade média é de 20,4 m/km e vazão de 3,8 m³/s. Possui 10 km de extensão [5] atravessando a região central do município e diversos bairros residenciais, caracterizados por apresentarem densidades demográficas muito elevadas.

A área de drenagem do rio Imboaçú é de aproximadamente 14 km² [6], o que corresponde a cerca de 1% do total da área continental contribuinte à baía. Seu limite ao sul (divisor de águas) localiza-se na Serra Grande, a 284 m de altitude, ao norte, seu limite é a baía de Guanabara onde deságua, a leste é limitado pela bacia do rio Caceribu e a oeste, pequenas elevações atuam como limites geográficos do rio. Seu perímetro é de 34,2 km² [7]. Seus principais afluentes são o córrego Salgueiro e o córrego Valéria, contudo, outros canais de menor porte, como o canal Sendas, também atuam como tributários do rio Imboaçú [6].

Fora da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, o rio flui pelo perímetro urbano, densamente povoado e caracterizado por apresentar uma grave desorganização urbanística. As ações antrópicas são mais notadamente observadas quando o rio atravessa uma área de exploração de brita, com aterramento de suas margens e intensa circulação de veículos pesados. A deficiência de coleta de resíduos sólidos e o despejo de esgotos *in natura* são facilmente observáveis nas margens e na calha do rio, obviamente, contribuindo para sua intensa degradação. A partir desse ponto, iniciam-se, de maneira bastante significativa, os processos de canalização, de retinização e de uma série de adaptações ao ambiente urbano, que juntamente com uma sequência de outras ações de cunho antrópico evidenciam mudanças importantes em sua dinâmica fluvial (Figura 2).

O rio Imboaçú tem grande importância histórica, pois foram às suas margens que ocorreu o desenvolvimento da cidade de São Gonçalo. Ainda no século XIX, o rio era navegável e a população utilizava suas águas para pesca, lazer, produção agrícola, etc. Na sua foz, junto à ilha de Itaoca, desenvolviam-se importantes atividades relacionadas à exploração dos manguezais. A Figura 3 mostra um trecho do rio que passa pelo centro da cidade de São Gonçalo que sofre impactos bastante significativos com a poluição proveniente dos despejos de esgotos sem tratamento e do lixo despejado diretamente em seu leito.

ENGEVISTA, V. 19, n.5, p. 1304-1319, Dezembro 2017.

Todos as informações e direitos sobre o presente artigo são de total e única responsabilidade do(s) autor(es).

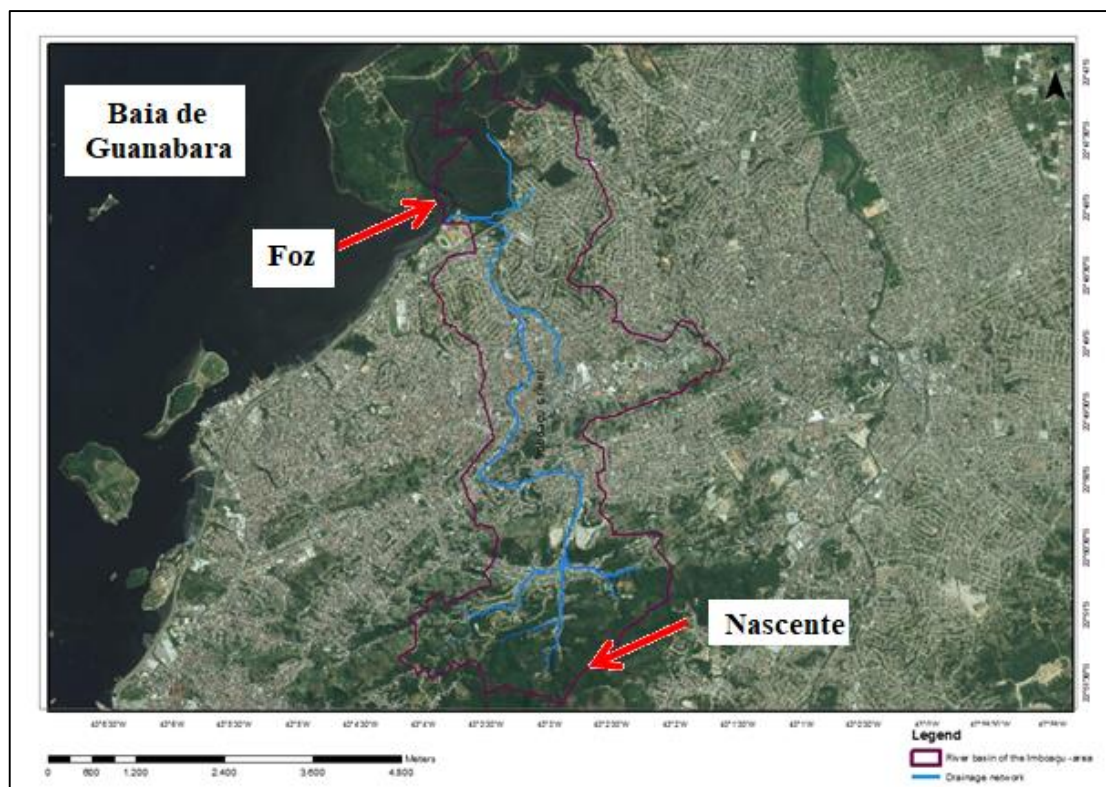


Figura 1: Bacia Hidrográfica do rio Imboáçu.

A situação de degradação também é grave nas áreas próximas a jusante, na Baía de Guanabara. Diversas moradias lançam lixo e esgoto nessa área agravando a situação de deterioração do rio e dos manguezais ali presentes, causando uma perda significativa, não apenas de cunho ambiental, mas também socioeconômico, pois inviabiliza a exploração dos recursos que ali estariam na sua plenitude não fosse a intensa degradação desse importante ambiente estuarino. Os impactos inerentes à carga de lixo e esgotos lançados em seu curso não impacta apenas o próprio rio, mas também de maneira significativa a Baía de Guanabara, considerando que o rio Imboáçu é um dos seus mais importantes tributários, pois atravessa áreas bastante populosas do município de São Gonçalo, inclusive o centro da cidade.



Figura 2 – Trecho canalizado do rio

Figura 3 – Acúmulo de lixo no leito do rio

O rio Imboáçu pela sua localização e importância, funciona como um receptor dos esgotos e lixos de boa parte da população que vive no seu entorno. No alto e no médio curso do ENGEVISTA, V. 19, n.5, p. 1304-1319, Dezembro 2017.

Todas as informações e direitos sobre o presente artigo são de total e única responsabilidade do(s) autor(es).

rio a vida é praticamente inexistente em função da carga de poluentes. No baixo curso, devido a sua proximidade com os manguezais, a vida se faz presente, principalmente a partir do trecho em que este atravessa a rodovia BR 101.

Objetivando avaliar a qualidade dessas informações a partir de dados secundários, foram realizadas análises químicas do sedimento da foz desse rio como fonte de ação antrópica, servindo como dados balizadores para representar a realidade ambiental.

O presente trabalho relaciona os principais fatores de degradação da bacia hidrográfica urbana ou fatores críticos a partir de dados secundários, com marcadores químicos no sedimento, representados pelos metais pesados, tendo como estudo de caso o rio Imboáçu, no município de São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro.

2. Metodologia

2.1. Levantamento dos fatores críticos a partir de dados secundários

O levantamento de dados secundários teve o objetivo de construir a fundamentação teórica imprescindível na discussão e análise dos diversos processos e fenômenos inerentes ao objeto de estudo, no caso a bacia hidrográfica do rio Imboáçu.

No processo de análise de dados secundários foram levantados 22 fatores críticos de degradação de bacias severamente antropizadas. Inicialmente, a partir do senso comum, considera-se, quase exclusivamente, que somente o esgoto e o lixo são os fatores essencialmente degradantes, contudo, um estudo mais pormenorizado evidencia uma série de fatores que interagem de maneira importante na deterioração de bacias hidrográficas urbanizadas.

Todos os fatores críticos foram tratados conceitualmente, observando-se os termos e as expressões similares e as peculiaridades de cada autor que os expuseram. Tal procedimento teve o objetivo de se evitar que termos com diferenças apenas no campo da semântica fossem considerados fatores distintos. Sendo assim, observou-se, criteriosamente, que cada fator no sentido de se evitar repetições, sendo, portanto reduzidos a 18.

A rigor, não há efetivamente um sentido prático em torno da discussão de apenas um fator crítico mais importante. O essencial seria se falar em conjunto de fatores críticos de degradação de bacias urbanizadas. Dentre estes, após a apreciação dos resultados da pesquisa com a aplicação das metodologias de análise do espaço, a partir da interação dos diversos fenômenos presentes, identificam-se os fatores de degradação de bacias antropizadas. Estes representam a essência dos processos analisados na presente pesquisa.

A seguir, no Quadro 1 são apresentados os fatores críticos de degradação de bacias urbanizadas de acordo com a literatura citada.

Quadro 1 – Fatores críticos de degradação de bacias hidrográficas de acordo com a literatura consultada.

Fatores Críticos	Autores que os citam
1. Despejo irregular de lixo urbano	[1] Amador (1997);[3]Coelho (2007); [5] Martins et al. (2014); [8]Tucci (2006).
2. Despejo de efluentes industriais.	[1] Amador (1997), [9] Araújo et al. (2015); [3]Coelho (2007); [10]Miranda et al. (2006), [11]Silva et al. (2006), [8]Tucci (2006).
3. Despejo de efluentes sanitários urbanos	[12]Afonso et al. (2008), [9]Araújo et al. (2015), [1]Amador (1997); [3]Coelho (2007); [5] Martins et al. (2014); [10]Miranda et al. (2006); [8]Tucci (2006).
4. Ligação clandestina de esgoto.	[1]Amador (1997); [3]Coelho (2007); [10]Miranda et al.

	(2006), [8]Tucci (2006).
5. Drenagem subterrânea de chorume	[1] Amador (1997); [3]Coelho (2007), [10]Miranda et al.(2006), [8]Tucci (2006).
6. Desmatamento de ciliares	[12] Afonso et al. (2008), [1]Amador (1997); [3]Coelho (2007); [10]Miranda et al. (2006); [13]Santos et al. (2014); [8]Tucci (2006).
7. Carreamento de lixo urbano	[12] Afonso et al. (2008), [1]Amador (1997); [3]Coelho (2007); [8]Tucci (2006).
8. Processo de assoreamento fluvial	[12] Afonso et al. (2008), [1]Amador (1997); [3]Coelho (2007); [10]Miranda et al. (2006); [8]Tucci (2006).
9. Esgoto pluvial	[1] Amador (1997); [3] Coelho (2007); [10] Miranda et al. (2006), [8]Tucci (2006).
10. Ocupação Irregular	[12] Afonso et al. (2008), [1]Amador (1997); [3]Coelho (2007); [5] Martins et al. (2014); [13]Santos et al. (2014), [8]Tucci (2006),
11. Carreamento de agrotóxicos	[10]Miranda et al. (2006), [14]Telles e Domingues (2006), [8]Tucci (2006).
12. Retificação de leitos fluviais	[12]Afonso et al. (2008), [1]Amador (1997); [5] Martins et al.(2014), [8]Tucci (2006).
13. Drenagem de áreas alagadas	[1] Amador (2007); [10] Miranda et al. (2006), [17]Selles (2005).
14. Impermeabilização de solos e superfícies	[12] Afonso et al (2008), [1]Amador (1997); [8]Tucci (2006).
15. Mudanças globais no clima	[1] Amador (2007); [15] Marengo e Dias (2006), [17] Selles (2005).
16. Carreamento de materiais sólidos	[1] Amador (1997); [3] Coelho (2007); [16]Monteiro (2011); [13] Santos et al. (2014); [8]Tucci (2006).
17. Introdução de espécies exóticas	[10]Miranda et al. (2006), [17] Selles (2005); [18]Tundisi et al. (2006).
18. Lavagem de ruas	[1] Amador (1997); [3] Coelho (2007); [8]Tucci (2006).

2.2 Coleta de sedimentos

A coleta foi realizada durante maré baixa facilitando o acesso ao ponto selecionado. O sedimento foi coletado com auxílio de um amostrador de núcleo (Core sampler), constituído, essencialmente por tubo de acrílico de 7,5 cm de diâmetro introduzido no local de deposição sedimentar na foz do rio Imboaçu, retirando um perfil com aproximadamente 38 cm de profundidade de sedimento depositado. O Core foi retirado e imediatamente vedado e mantido na posição vertical até ser fatiado em 18 frações de 2 cm. Cada fração foi imediatamente identificada e armazenada em sacos plásticos e mantidos sob-resfriamento até a chegada ao laboratório (Laboratório de radioisótopos Eduardo Penna Franca – IBCCF/UFRJ) onde foi congelado. Antes de ser analisado o sedimento foi homogeneizado e peneirado em frações menores de 63 µm. Partículas menores têm uma relação de maior área de superfície/volume e, por conseguinte, apresentam concentrações mais elevadas de metais [2]. Foram secos à temperatura de 50°C e finalmente macerados em grau e pistilos de porcelana.

As amostras foram pesadas e digeridas seguindo o método USEPA 3050b e determinadas por espectro fotometria de absorção atômica - Varian AA 240 FS (Fast Sequential Atomic Absorption Spectrometer).

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados, a seguir, os pontos de coleta de sedimentos e de água no rio Imboáçu.

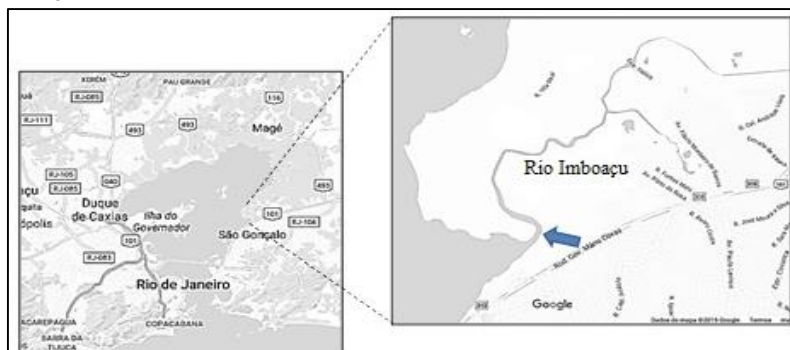


Figura 4: Localização do ponto de coleta de sedimentos e água. (Fonte: Google map)



Figura 5 – Vista da foz do rio Imboáçu onde foram coletadas as amostras.

3. Resultados e Discussão

Durante a coleta de sedimentos determinou-se os níveis de salinidade na coluna d'água servindo para mostrar que o fluxo de água salgada não é predominante. A água do rio tem influência significativa na região de desembocadura, ou seja, o fornecimento de água fresca é considerável por apresentar uma salinidade mais baixa em torno de 12 S além de pH 4,89 diferente dos valores encontrados na água da Baía de Guanabara, sugerindo que a região de deposição é bastante influenciada pelo rio Imboáçu. Consequentemente as partículas depositadas estão relacionadas à dinâmica da coluna d'água do rio.

Outra avaliação no sedimento foi a determinação de matéria orgânica (M.O.). Esta abordagem nas frações do sedimento de regiões estuarinas pode estar relacionada à proximidade de vegetação de mata atlântica e principalmente de manguezais que fornecem grande quantidade de detritos para as áreas adjacentes.

Alguns estudos em áreas de manguezais no sudeste Brasileiro apresentaram valores de M.O. de até 6,1 %. Dados obtidos em vários pontos do rio Guaxindiba localizado na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim apresentou variações de 0,4 % a 12 % em sedimentos superficiais, sugerindo que estes valores podem estar relacionados à elevada produtividade dos manguezais, mas também pelo recebimento de esgoto doméstico proveniente das comunidades localizadas na bacia desse rio [4].

Outro estudo em um rio na Ilha do Governador reportam valores de M.O. com mais de 21 % sendo que este rio drena uma grande área urbana da região [19].

No presente estudo o maior valor encontrado com 17 % de M.O. foi na fração superficial e o menor com 9 % em camadas mais profundas, valor médio com 12 % (Figura 6). Em comparação ao rio Guaxindiba a influência de manguezais no rio Imboáçu é bem menor sugerindo que os elevados valores de M.O. podem estar relacionados e associados, preferencialmente, ao descarte de esgoto sem tratamento na bacia de drenagem.

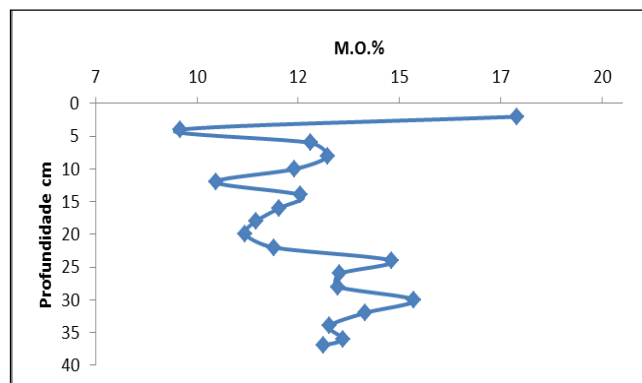


Figura 6 - Percentual de M.O.(matéria orgânica) nas camadas de sedimento do rio Imboáçu.

3.1. Os Metais.

Os particulados trazidos pelos rios, aliados à carga autóctone gerada pela alta produtividade primária na coluna d'água associada a redução significativa da velocidade do fluxo de água doce em relação a desembocadura promove uma rápida precipitação dessas partículas e com elas as substâncias químicas tendem a se associar e se depositar em conjunto [1]. De todas as substâncias químicas encontradas em sedimentos costeiros e estuarinos os metais pesados se destacam por serem persistentes.

Geralmente, os metais pesados relacionados nesses estudos estão na forma de óxidos, sais (insolúveis ou parcialmente insolúveis) ou sob forma de organometálicos. Em função disso, são importantes como marcadores de alterações antrópicas ambientais [4]. Contaminação ambiental por metais pesados podem estar relacionadas com áreas que são altamente industrializadas e urbanizadas [20].

As concentrações de metais pesados no sedimento do rio Imboáçu apresentaram comportamentos diferentes ao longo das camadas no Core. Elementos relacionados as atividades industriais apresentam comportamento de aumento nas camadas superficiais, sugerindo um aporte atual ou crescente.

Outros metais mais associados a matriz sedimentar apresentaram um comportamento constante. Apesar disso os resultados encontrados no rio Imboáçu quando comparados com outros rios do entorno da Baía de Guanabara, ambientes que são ecologicamente semelhantes, apresentam concentrações menores do que rios historicamente contaminados pela atividade industrial conforme mostra a Tabela 1.

O cobre apresentou maior valor na camada superficial do sedimento apresentada, a seguir, na Figura 7 onde a sua concentração média é muito próxima a de outros rios do entorno da Baía de Guanabara. A presença desse metal pode ser de origem natural a partir da erosão e lixiviação da crosta terrestre liberando quantidades significativas para o ambiente aquático ou como fontes antropogênicas industriais como a mineração, fundição e produção de fertilizantes, também pode estar relacionado ao lançamento de esgoto doméstico [21].

Tabela 1 - Concentração de metais pesados (mg/kg) no sedimento em perfil de 0 – 37 cm de profundidade.

	Fe	Al	Mn	Zn	Cr	Cu	Ni	Pb	Co	Cd	Hg
Superfície	27686	24937	250,94	127,24	24,92	34,42	10,04	15,83	5,32	0,43	0,12
Máxima	33662	27394	362,83	127,24	31,51	34,42	12,27	15,83	5,64	0,43	0,12
Mínima	17395	12816	122,70	16,92	15,76	4,10	5,56	1,03	2,54	0,19	0,01
Média	27826	22569	247,15	51,17	25,34	10,74	8,60	5,33	4,67	0,25	0,04

Apesar de alguns rios comparados com o rio Imboaçú apresentados na tabela 2 serem extremamente industrializados as concentrações para este metal são próximas as encontradas no presente estudo, sugerindo que a fonte desse metal para os rios citados sejam a ausência de saneamento básico lançando esgoto sem tratamento na bacia de drenagem da Baía de Guanabara.

Tabela 2 - Concentração de metais pesados (mg/kg) em amostras de sedimento superficial na área de estudos (média) (mínima/máxima) comparando com valores da literatura.

Sedimento	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	Ni	Referências citadas
Imboaçú	34,42	15,83	127,24	0,43	24,92	0,12	10,04	Presente estudo
Guaxindiba	45	13-30	9-194	0,3	9,7-45	---	11-42	[2]Fonseca et al., 2014
Estrela	33,29	76,31	149,05	--	25,84	---	48,08	[22] Rangel et a., 2011
Jequiá	76,0	131,0	478,50	3,64	117,5	7,13	---	[19] Khering et al, 2003
Guapimirim	28,3	26	26,7	--	---	---	12	[14]Machado et al.,2003

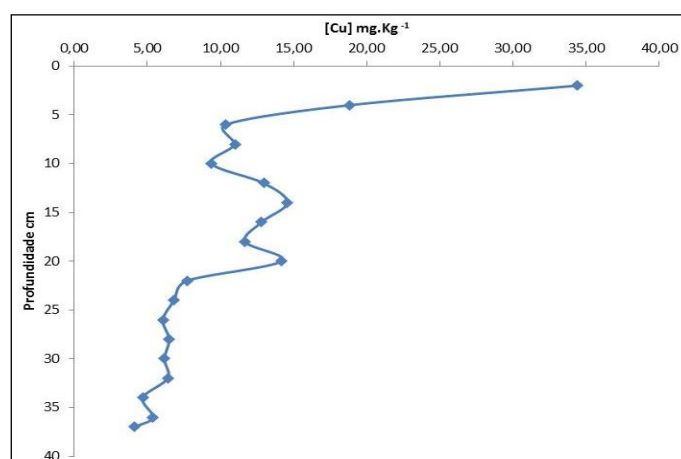


Figura 7 - Concentração de cobre ao longo das camadas de sedimento da foz do rio Imboaçú.

Metais associados à atividade industrial apresentaram concentrações inferiores a de outros rios mais industrializados, sugerindo que a principal fonte de enriquecimento de metais no leito do rio Imboaçú é predominante de esgoto sem tratamento, corroborando com os dados secundários definindo que o fator crítico seria a falta de saneamento básico, tendo seu entorno ocupação residencial (Tabela 3).

ENGEVISTA, V. 19, n.5, p. 1304-1319, Dezembro 2017.

Todas as informações e direitos sobre o presente artigo são de total e única responsabilidade do(s) autor(es).

Apesar de apresentar concentrações mais baixas em relação a outros locais, o chumbo, por exemplo, tem um comportamento de elevação nas camadas superficiais, sugerindo um aporte antropogênico gradual ou recente (Figura 8).

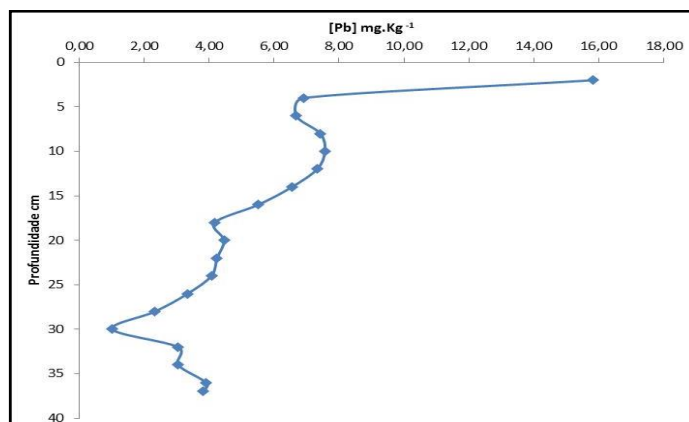


Figura 8 – Determinação de chumbo no sedimento

A bacia do rio Imboaçú apresenta uma ocupação desordenada, basicamente residencial. Estes resultados, das concentrações de metais pesados, podem ser utilizados para relacionar esse grau de ocupação, comparando com estudos de outras bacias com diferentes processos de ocupação urbana, como alguns rios com maior influência da atividade industrial.

A seguir, são apresentados os resultados referentes aos metais de origem industrial tendo como referência o zinco, cádmio e o mercúrio com comportamento de aumento da fração superficial conforme apresentado nas Figuras 9 a 11.

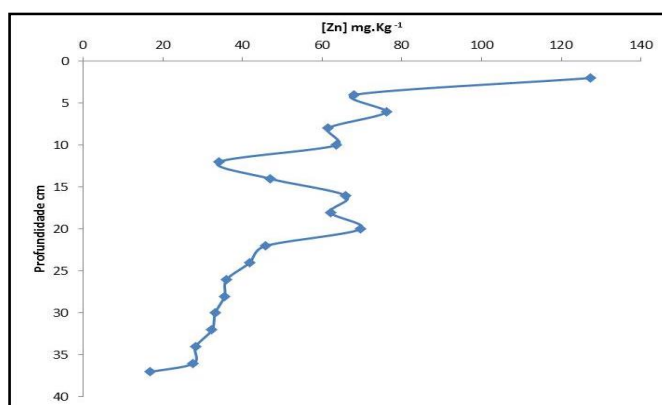


Figura 9 – Determinação de zinco no sedimento

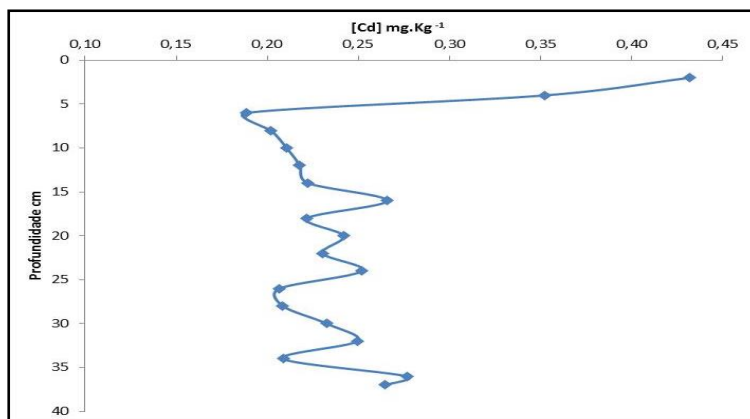


Figura 10 – Determinação de cádmio no sedimento

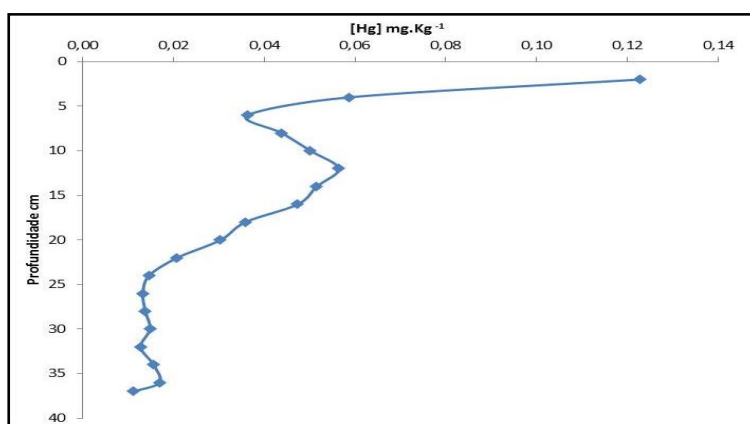


Figura 11 – Determinação de mercúrio no sedimento

Os metais com relação à matriz sedimentar apresentaram comportamento mais constante conforme mostram os metais Fe, Al, Co, Ni e Cr apresentados, a seguir, nas Figuras 12 a 15.

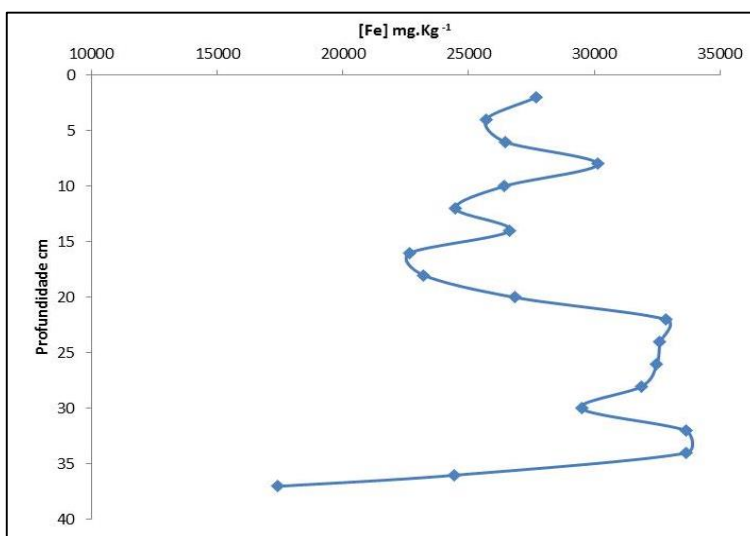


Figura 12 – Determinação de ferro no sedimento

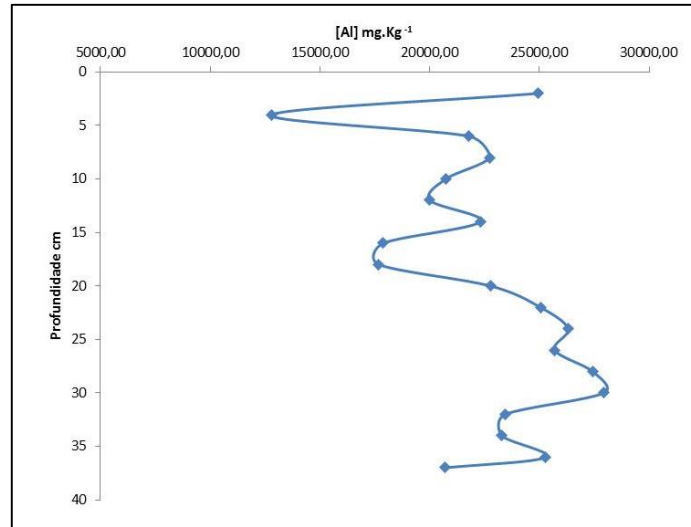


Figura 13 – Determinação de alumínio no sedimento

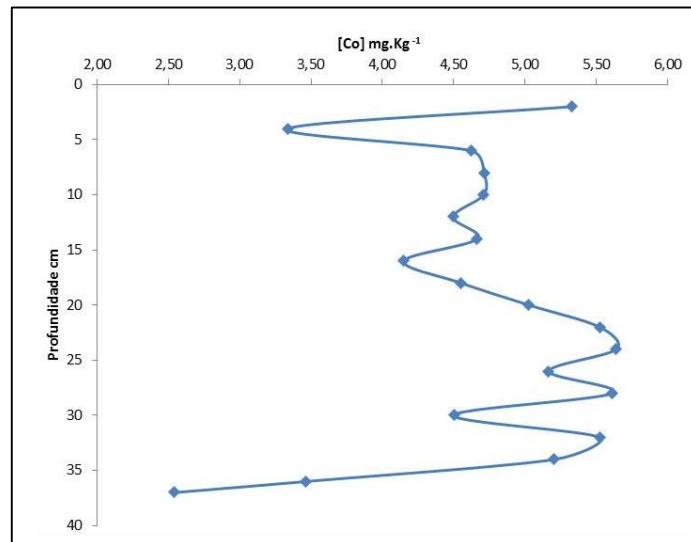


Figura 14 – Determinação de cobalto no sedimento

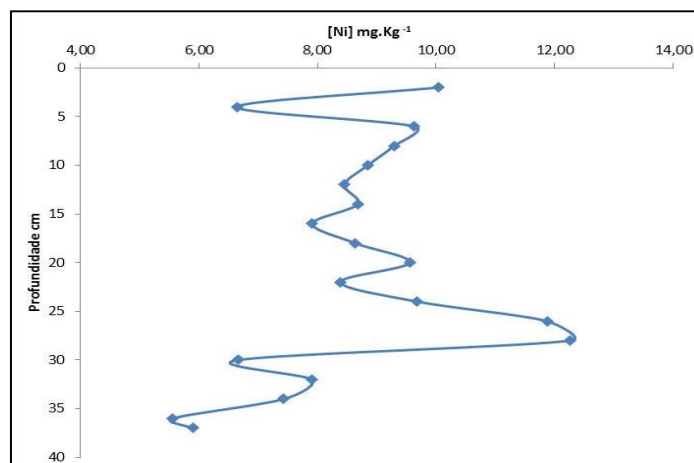


Figura 15 – Determinação de níquel no sedimento

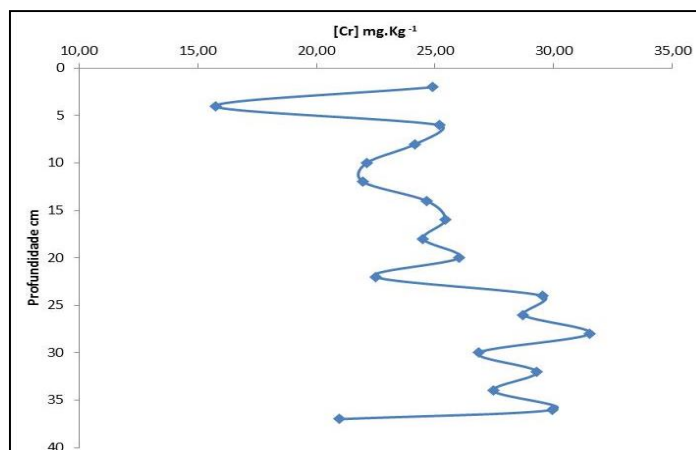


Figura 16 – Determinação de cromo no sedimento

Os dados de metais pesados ao serem tratados pela estatística, gerando um diagrama de similaridade, mostra que metais associados a matriz sedimentar apresentam uma relação muito forte, como é o caso do ferro e alumínio apresentado na Figura 17. Os metais de origem industrial apresentaram similaridade como o cobre, sugerindo que o aporte desses compostos seja de origem de esgoto sem tratamento. Mesma similaridade foi observada em outro estudo em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara apresentando a mesma resposta agrupando os metais de origem sedimentar separados dos metais mais relacionados a ação antrópica [23].

Em relação a distribuição ao longo das camadas sedimentares os metais de origem especificamente antropogênica apresentaram comportamento de aumento nas camadas superficiais, enquanto os metais relacionados a matriz sedimentar valor mais constante.

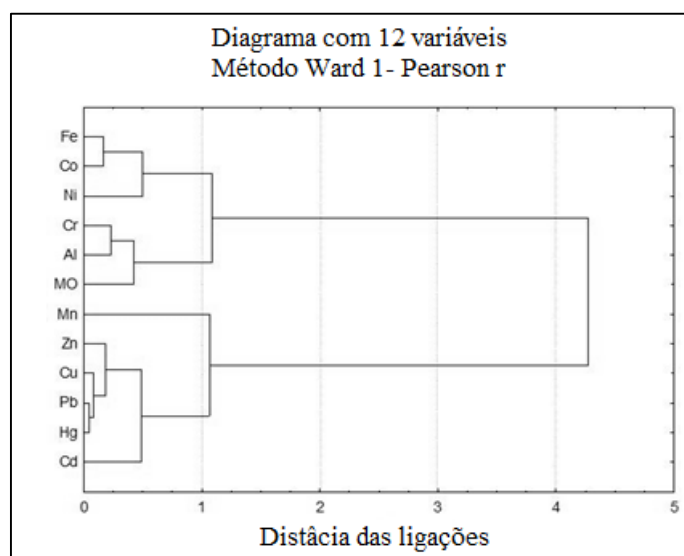


Figura 17 – Diagrama de similaridade de 11 elementos e a M.O em relação as camadas do perfil sedimentar.

4. Conclusões:

Os resultados das análises dos sedimentos sugerem que a contaminação por esgoto é a mais importante (evidenciada a partir da análise do cobre, por exemplo), não sendo descartados, obviamente, outros fatores cujos níveis mais importantes de criticidade foram explicitados nos resultados da pesquisa. A contaminação difusa, por efluentes industriais através do escoamento sub e superficial e o contato, através da foz, com a Baía de Guanabara, são aspectos a serem

ENGEVISTA, V. 19, n.5, p. 1304-1319, Dezembro 2017.
Todos as informações e direitos sobre o presente artigo são de total e única responsabilidade do(s) autor(es).

considerados no processo de contaminação por efluentes industriais, apesar de menos significativos para esta bacia.

Os metais pesados analisados nos sedimentos na foz do rio Imboáçu foram: ferro, cobre, chumbo, zinco, cádmio, cromo, mercúrio, níquel, manganês e cobalto.

Invariavelmente todos os metais relacionados a atividade antrópica apresentaram a mesma tendência, ou seja, aumento das concentrações nas camadas mais superficiais (0–5 cm).

A incidência desses metais em camadas superficiais da coluna de sedimentos analisada sugere que a contaminação ocorreu em épocas relativamente recentes, ou seja, fruto de um processo de desenvolvimento urbano acelerado, não apenas no município de São Gonçalo, mas em todo o entorno da Baía de Guanabara.

A análise comparativa dos sedimentos da bacia do rio Imboáçu com regiões cuja atividade industrial é mais significativa no entorno da Baía de Guanabara, apresenta índices discrepantes. A bacia do rio Imboáçu apresenta indicadores significativamente menores para todos os metais pesados analisados em comparação com locais reconhecidamente afetados por atividades industriais.

Por outro lado, regiões de características semelhantes, como o mangue de Guapimirim, por exemplo, os resultados da análise de sedimentos para a maioria dos metais analisados são muito semelhantes àqueles encontrados para o rio Imboáçu. O mangue de Guapimirim está incluído na APA de mesmo nome, caracterizada por apresentar menor atividade industrial, o que confirma o pressuposto de que a influência das atividades industriais para a bacia do rio Imboáçu são menos significativas do que o esgoto no que se refere a sua degradação.

Outro aspecto importante na análise de sedimentos está relacionado ao percentual de concentração de material orgânico. Mais uma vez, os sedimentos apresentam uma forte tendência a se concentrarem nas camadas mais superficiais da coluna de sedimentos. Tal fenômeno está relacionada a grande área ocupada pelos manguezais na região e pela significativa descarga de esgotos no rio.

A interpretação dos fenômenos observados espacialmente permite dar subsídios a projeções futuras no que se refere aos panoramas da evolução das mudanças ambientais, notadamente aquelas relacionadas a bacias hidrográficas severamente urbanizadas.

Além disso, o mapeamento de um número maior de variáveis relacionadas a fenômenos de caráter socioeconômico e ambiental dentro da bacia explicitaria, de maneira mais contundente, o quadro de degradação e os locais prioritários de intervenção do homem no sentido de minimizar os impactos e promover sustentabilidade.

A socialização cruel da poluição e da degradação ambiental se expressa através de uma dinâmica urbana que movimenta a ampliação das fronteiras dos espaços degradados ambientalmente através dos setores que se caracterizam por possuírem renda menor, ou seja, menor participação na riqueza gerada. Nota-se então, que os custos da poluição materializa a crueldade da distribuição de renda extremamente desigual e evidencia que os problemas de caráter ambiental, são também problemas de caráter social.

5. Referências:

[1] Amador, E. da S.; 1943–2010 Baía de Guanabara: Ocupação histórica e avaliação ambiental. Rio de Janeiro: Interciência. 516p, 2013.

[2]Fonseca, E. M.; Baptista Neto, J. A.; Pereira, M. P. S.; Silva, C. G.; Arantes Junior, J. D. Study of pollutant distribution in the Guaxindiba Estuarine System – SE Brazil. Marine Pollution Bulletin 82, p45–54, 2014.

[3]Coelho, V. B. M. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. Rio de Janeiro: Casa da Palavra. 278 p, 2007.

[4]Kfourri, P.B.P.; Figueira, R. C. L.; Figueiredo, A. M. G.; Souza, S. H. M.; Eichler, B.B.. Metal levels and foraminifera occurrence in sediment cores from Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 265, No. 3, 2005.

[5]Martins, V. A.; Menezes, C. R.; Salgado, C. M. Bacia hidrográfica urbanizada: o caso do rio Imboáçu - São Gonçalo (Região Metropolitana do Rio de Janeiro). *Revista Geonorte, Edição Especial 4*, Manaus, v. 10, n. 1, p.166-170, out. 2014.

[6]São Gonçalo. Prefeitura Municipal de São Gonçalo. Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de São Gonçalo: diagnóstico: drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. São Gonçalo, Relatório 1207-C-02-GER-RT-005, 2014.

[7]Governo do Estado do Rio de Janeiro. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara (PDRH-BG). Rio de Janeiro, 2004.

[8]Tucci, C. E. M. Água no meio urbano. In: Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. Cap. 12. p. 399-432.

[9]Araújo, F. V, de et al. Avaliação da qualidade das águas de seis rios de São Gonçalo e do risco de contaminação à Baía de Guanabara, RJ. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 21, n. 1, p.01-13, 2015.

[10]Miranda, A. C. de; Gomes, H. P.; Silva, M. O. da. *Recursos Hídricos: a gestão das águas, a preservação da vida*. São Paulo: All Print, 112 p, 2006.

[11]Silva, G. A. da; Kulay, L. A. Água na Indústria. In: Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3^a ed. São Paulo: Escrituras, p. 367-398, 2006.

[12] Afonso, A. E. et al. Análises da dinâmica fluvial do rio imboáçu (São Gonçalo, RJ): um enfoque a partir da consciência ambiental. In: *Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste*, 2., 2008, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Cedipe/uerj, p. 01 – 18, 2008.

[13]Santos, M. A. et al. Governança metropolitana na região metropolitana do Rio de Janeiro: Análise da FPIC Saneamento sócioambiental. In: Costa, M. A.; Marguti, B. O. (Org.). *Funções públicas de interesse comum nas metrópoles brasileiras: transportes, saneamento básico e uso do solo*. Brasília: Ipea, p. 9-519, 2014.

[14]Telles, D. D.; Domingues, A. F. Água na agricultura e pecuária. In: Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras, Cap. 10. p. 325-365, 2006.

[15]Marengo, J. A.; Dias, P. L. da S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: Rebouças, A. da C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, p. 63-109, 2006

[16]Monteiro, Fábio F. et al. Sedimentary geochemical record of historical anthropogenic activities affecting Guanabara Bay (Brazil) environmental quality. *Environ Earth Sci*, [s.l.], v. 65, n. 6, p.1661-1669, 25 jun. 2011.

[17]Selles, I. M. A Revitalização de bacias hidrográficas e sua influência na mitigação de inundações e na gestão sustentável de recursos hídricos. 2005. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Universidade da Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

[18]Tundisi, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, Cap. 7. p. 203-240, 2006.

[19]Kehrig, H.A.; Pinto, F.N.; Moreira, I.; Malm, O. Heavy metals and methylmercury in a tropical coastal estuary and a mangrove in Brazil. *Organic Geochemistry* 34 - 661–669, 2003.

[20]Walna, B. & Siepak, M. Heavy metals: their pathway from the ground, groundwater and springs to Lake Góreckie (Poland). *Environ Monit Assess.* 184:3315–3340, 2012.

[21]Pedrozo, M. de F. M. & Lima, I. V.. *Ecotoxicologia do cobre e seus compostos*. Salvador, CRA (Cadernos de Referências Ambientais). 128p, 2001.

[22] Rangel, C. et al. Study of heavy metal concentration and partitioning in the Estrela River: implications for the pollution in Guanabara Bay-SE Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, n. 3, p. 801-816, 2011.

[23]Nunes, A. da C.; Mainier, F. B., Alcântara, V. da S. Análise espacial de dados socioeconômicos como suporte para caracterização e identificação de áreas degradadas na bacia hidrográfica do rio Imboáçu, São Gonçalo. Nota: Seção de pôster apresentado no 1º Seminário Internacional de Estatística com R, Niterói, 2016.