

## POLUIÇÃO DE RIOS EM ÁREAS URBANAS

### *RIVER POLLUTION IN URBAN AREAS*

### *POLUCION DE RÍOS EM ZONAS URBANAS*

Josiel de Alencar Guedes

Geógrafo, Mestre em Geociências, Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, onde atualmente é professor do Departamento de Geografia. Av. Sen. Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova  
Natal - RN, 59075-000  
josielguedes@yahoo.com.br

#### **Resumo**

Esse trabalho faz um levantamento bibliográfico sobre o problema de poluição em recursos hídricos superficiais, especialmente rios urbanos. É mostrado a evolução de pesquisas nessa temática, os principais agentes poluidores bem os parâmetros de análise em água em sedimentos.

**Palavra-chave:** Recursos hídricos, Qualidade de água, Rios urbanos,

#### **Abstract**

This research has objective a bibliographic study of the pollution superficial water resources, especially urban rivers. Is reveled the research evolution in the tematic area, agents of the pollutions and the water an sediments parameters used in analysis.

**Key words:** Water resources, Water quality, Urban rivers

#### **Resumen**

Este trabajos una literatura sobre el problema de lacontaminaciónenlos recursos hídricos superficiales, en especial los ríos urbanos. Se muestralaevolución de lainvestigación sobre esto tema, losprincipales contaminantes y losparámetros de análisisenlos sedimentos y enelagua.

**Palabras-Clave:** recursos hídricos, calidad del agua, ríos urbanos.

#### **Introdução**

A água está no centro das atenções mundiais nesse século, seja por causa dos índices de qualidade ou pela quantidade de demanda. Esta atenção especial com os recursos hídricos decorre do desenvolvimento ocorrido no mundo que foi, aos poucos,

mas ininterruptamente, estabelecendo mudanças nos regimes das águas através de ocupação dos solos e de diversos usos desse recurso.

A bacia hidrográfica é a unidade de planejamento geográfico natural, sobre a qual se estabelece a dependência de todos os componentes do crescimento e desenvolvimento da sociedade e define os múltiplos usos de gestão de recursos hídricos.

A visão equivocada de que a água é um bem abundante e inesgotável, ocasionando portanto, a ausência de medidas conservacionistas e uso adequado dos recursos hídricos, com a conseqüente contaminação de mananciais gerando a escassez de água, está sendo reformulada no sentido de que os recursos hídricos são um bem passível de exaustão, tendo como conseqüências graves a deterioração e escassez de água potável para o abastecimento de cidades. Este artigo tem como objetivo fazer uma análise sobre os usos que se têm dado aos recursos hídricos, principalmente em áreas urbanas.

### **Poluição e recursos hídricos**

Muito se tem escrito sobre poluição de águas superficiais, principalmente no que concerne a rios urbanos. Diante dos inúmeros danos que potencialmente afetam as águas superficiais, nota-se que estas estão sujeitas a uma complexa e variada gama de impactos e riscos ambientais, com papel fundamental desempenhado pela ação do homem. Caso sejam incluídas as águas oceânicas, seria obtido um quadro ainda mais grave para nosso planeta.

Estudos na área de diagnóstico ambiental de águas superficiais, incluindo também os lagos e lagoas, é hoje um tema relevante, pois as águas superficiais estão sendo poluídas por diversos agentes destacando-se as indústrias em seus diversos ramos de atuação.

Diagnosticar um corpo hídrico não é tarefa fácil, pois exige conhecimentos específicos e metodologias hidrológicas e geofísicas capazes de aferir qualitativa e quantitativamente esse ambiente. A partir da constatação e avaliação do estado do corpo d'água, considerando os níveis de poluição e seus elementos químicos, torna-se fundamental a implementação do monitoramento responsável pela análise do grau

esperado de desvio padrão de uma norma estabelecida (HELLAWELL apud NEWSON,1998).

A geoquímica ambiental atualmente assume papel essencial, pois ela possui as ferramentas necessárias à identificação de poluentes e indicação de soluções mitigadoras concernentes aos recursos hídricos afetados por atividades antropogênicas, constitui metodologias analíticas e de amostragem, além de estabelecer o valor de nível de referência para indicar a anomalia geoquímica causadora da poluição (SIEGEL,1995).

Nas últimas décadas o nosso planeta vem sofrendo agressões ambientais as quais, muitas vezes resultam da má utilização dos recursos naturais disponíveis, conseqüentemente gerando a poluição fruto da extração desses recursos, passando pelo beneficiamento até a disponibilização para o uso, resultando na geração de resíduos poluentes. Os poluentes são substâncias introduzidas no meio ambiente direta ou indiretamente pelo homem, alterando as características físico-químicas desse meio (FINOTTI *etal*, 2009).

Os dejetos humanos, bem como restos de alimentos, sempre foram descartados nas correntes de drenagem. A partir da revolução industrial, com o incremento maior da poluição oriunda das fábricas e esgotos, começa a despertar o interesse maior em relação aos mananciais superficiais, principalmente os que cruzam os centros urbanos e em relação àqueles que servem como abastecimento público, como as grandes barragens.

Os rios, outrora fontes de alimentos e de lazer, são agora depósitos de dejetos de uma sociedade consumista capitalista. A poluição de rios, portanto, é uma realidade constante na história da humanidade, desde o momento em que o homem procurou fixar residência (BRANCO,1972).

Observa-se que a agressão a natureza parece estar fugindo ao controle, colocando em risco a vida humana. De fato, faz-se necessário um redirecionamento, por parte dos poderes públicos constituídos e da sociedade em geral, dos propósitos de um desenvolvimento sustentável, de modo que se possa suprir plenamente os anseios da humanidade.

As cidades proporcionam uma melhor qualidade de vida a população nela residente, como resultado do desenvolvimento tecnológico, mas vêm acompanhado de

problemas sócio-ambientais. Destacam-se os lixões, poluições visuais e sonoras, e questões relacionadas aos mananciais superficiais, entre os quais os rios, principalmente os ditos urbanos.

Quando se percorre um rio desde a sua nascente até sua foz, percebe-se que seus diferentes compartimentos geomorfológicos quando modificados, o são em escala geológica de tempo; no entanto, a partir da intervenção humana (canalização, retificação, barragens), podem ser introduzidas mudanças tanto em seu regime quanto em seu fluxo, visando adequar a natureza às conveniências urbanas, manipuladas muitas vezes pelos interesses sócio-econômicos. Os rios, na verdade, não deveriam estar subordinados a estes interesses, porém, a partir da aproximação e fixação do homem em relação às drenagens, começa a haver mudanças mensuráveis na qualidade ambiental, acompanhadas da poluição.

A abordagem do tema poluição de rios, principalmente nas áreas de maior concentração humana, conduz à necessidade do conhecimento das principais fontes poluidoras. No ambiente urbano, há uma grande variedade dessas fontes, conhecidas na literatura como pontuais, quando são concentradas em determinado espaço do rio (esgotos domésticos) e difusas, quando a poluição está distribuída ao longo do percurso do rio, tal como a água de escoamento superficial (Quadro 01).

**Quadro 01: Fontes de poluição pontual e difusa de água doces: diferenças chaves.**

Características	Fonte Pontual	Fonte Difusa
Tipos de esgotos	Doméstico, urbano, industrial	Agrícola ou urbana via atmosfera
Concentração de material tóxico	<u>Alto</u>	Baixo, mas sujeito a acúmulo progressivo ou alto impacto, apesar da exposição regular do alvo
Padrões da descarga no tempo	Tendência a ser episódico, durante as horas de trabalho	Tendência a ser contínua ou estável, mas com episódios dependendo do período climático como a seca, etc.
Controle de ocasião	Identificação legal do controle, fontes registradas (ou controle econômico com multas e taxas de poluição)	Identificação da fonte problemática. Educação de uso/alívio por tratamento da terra, incluindo incentivos econômicos.

Fonte: Adaptado de Newson (1994).

As principais fontes causadores de poluição de rios são variáveis, estando as mesmas relacionadas reciprocamente. Destacam-se as de origem natural, esgotos domésticos e industriais, águas de escoamento superficial, de origem agropastoril, águas de drenagem de minas e lixo (VON SPERLING, 1995). O quadro 02 sumariza alguns dos itens citados.

**Quadro 02: Comparação entre agentes poluidores das águas**

Poluente	Principais Parâmetros	Esgoto Doméstico	Esgoto Industrial	Possível Efeito Poluidor	Drenagem Superficial Urbana	Drenagem em Áreas Agrícolas
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão total	Muito	Variável	Problemas estéticos, depósitos de lodo, etc	Médio	Pouco
Matéria orgânica	DBO	Muito	Variável	Consumo de oxigênio, condições sépticas, etc	Médio	Pouco
Nutrientes	Nitrogênio total	Muito	Variável	Crescimento de algas; doença em recém-nascidos, etc	Médio	Pouco
Patogênicos	Coliformes	Muito	Usualment e não importante	Doenças de veiculação hídrica, etc	Médio	Pouco
Matéria orgânica não biodegradável	Pesticidas, alguns detergentes	Usualment e não importante	Variável	Toxicidade, espumas (detergentes), etc	Médio	Médio
Metais pesados	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn etc.)	Usualment e não importante	Variável	Toxicidade, contaminação de águas superficiais e subterrânea	Médio	Médio

Fonte; Adaptado de Von Sperling, 1996.

Os pesticidas (HILL, 1997; CARVALHO *et al*, 2000) são um caso diferenciado sendo alguns considerados muito tóxicos, mas com elevado poder de combate às pragas (Quadro 03). São produtos químicos ou outros agentes, usados para destruir organismos danosos considerados como pestes, sendo utilizados na agricultura e pecuária e se dividem em organoclorados (destacando-se o DDT) quando apresentam cloro na sua

composição, sendo considerados os mais perigosos e os mais encontrados; os organofosforados, um dos mais conhecidos são as Bifenilaspolicloradas - PCBs, apresentam fósforo na sua composição, são mais hidrofílicos e menos lipofílicos, sendo por isso pouco encontrados na cadeia alimentar, inclusive do homem.

### Quadro 03: Categorias de aplicação de pesticidas

<u>Pesticidas</u>	<u>Alvo</u>
Inseticidas	Insetos
Larvicidas	Larvas de insetos
<u>Fungicidas</u>	Fungos que crescem em plantas e alguns animais
Herbicidas	Plantas (erva daninha)
Fumigantes	Muitas forma de vida
Desinfetantes	Microorganismos encontrados em surperfícies

Fonte: Adaptado de Hill (1997).

A literatura brasileira tem mostrado que o problema de poluição tem avançado por todas as regiões brasileiras. Rocha (1991), faz um histórico da poluição do rio Tietê (SP), mostrando que o mesmo se encontra em estado avançado de poluição e que houve descaso por parte das autoridades, com relação a atuação da empresa Light, responsável direta pela instalação de uma usina hidrelétrica, sendo esta uma das primeiras a poluir o rio. Mostra ainda que sua poluição é bem conhecida, com a cor e turbidez acentuada e uma carga de sólidos totais e matéria orgânica da ordem de 1000 toneladas, fruto das descargas de esgotos domésticos e resíduos industriais, que despejam 50m<sup>3</sup>/s.

Guedes (2003) e Guedes *et al.*,(2003, 2005) fizeram uma avaliação da qualidade das águas do rio Jundiá, na cidade de Macaíba, RN, estudando parâmetros físico-químicos e metais em água e em sedimentos de fundo, encontrando concentrações que fogem aos limites permitidos na legislação para o compartimento água, enquanto para metais em sedimentos alguns elementos tiveram concentrações consideradas altas, estando os resultados anômalos associados à presença de esgotos urbanos.

Para Bollman e Marques (2006) o espaço urbano contribui para a poluição de corpos hídricos via despejo de esgotos domésticos, bem como o escoamento de águas pluviais, que carregam substâncias orgânicas e inorgânicas. Essas substâncias, em



geralmente oriundas de atividades antrópicas como postos de gasolinas e canteiros de obras, escoam nas drenagens urbanas, sendo posteriormente carregadas para os rios sem nenhum tratamento. Porém o nível da poluição depende também do estado em que se encontra o corpo hídrico e a capacidade de assimilação dos resíduos.

Andrade e Felchak (2009) estudaram os impactos ambientais no Rio das Antas na cidade de Iratí (PR) onde detectaram a influência urbana na degradação do rio como erosão marginal, assoreamento, poluição das águas, ausência da mata ciliar, presença de lixos junto às margens bem como a presença de esgotos domésticos.

Esses problemas, visíveis em quase todo rio urbano, denotam a falta de comprometimento tanto de órgãos ambientais quanto da população em relação aos corpos hídricos. Nem sempre as leis existentes que normatizam o uso de solo urbano, são cumpridas, permitindo assim, que populações carentes habitem junto às margens dos rios, áreas podem ser consideradas de risco.

### Índice de Qualidade das Águas

O IQA (Índice de Qualidade das Águas) é uma metodologia utilizada pela CETESB, baseada no índice de qualidade da National Sanitation Foundation (NSF), que mede a qualidade de águas superficiais. O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água, sendo considerados os seguintes parâmetros: OD, DBO, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (SÁNCHEZ apud REPETO e KAREZ, 1995). Para cada parâmetro tem-se um peso de 0 a 1, cuja soma é igual a 1 e um índice individual variando de 0 a 100. Para se obter o IQA, calcula-se o produto destes índices individuais “ $q_i$ ” ponderados pelo peso “ $w_i$ ”, de acordo com a fórmula mostrada a seguir, sendo depois comparados seus resultados com os valores mostrados no quadro 04.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

- ◆ **IQA** = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

♦  $q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

♦  $w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

♦  $n$  = número de parâmetros que entram no cálculo do IQA para serem incluídos na avaliação das águas destinadas ao abastecimento público.

#### Quadro 04: Classificação do Índice de Qualidade das Águas

Ótima	80 - 100
Boa	52 - 79
Aceitável	37-51
Ruim	20 - 36
Péssima	1 -19

Fonte: Sánchez (apud Repeto e Karez,1995)

Metais pesados: são os elementos químicos (metais e alguns semi-metais) que possuem densidade superior a  $5\text{g/cm}^3$ , constituindo cerca de 1% nas rochas (Quadro 05).

#### Quadro 05 – Densidade de alguns dos principais metais pesados e outras substâncias.

Metais Pesados e Outras Substâncias	Densidade ( $\text{g/cm}^3$ )
Hg	13,5
Pb	11,3
Cd	8,7
As	5,8
Mg	1,7
Al	2,7

Fonte: Adaptado de Baird (1998).



Estes elementos químicos podem ser encontrados na água como resultado de atividade antropogênicas (mineração, esgotos, lixos, uso de combustíveis) ou por atividades vulcânicas. Quando encontrado em teores altos em solos ou sedimentos de rios, podem estar associados a anomalias geoquímicas das rochas (Quadro 06), o que determina quais íons serão mais abundantes nas águas dos rios, o que não indicaria poluição antropogênica (ALLOWAY;AYRES,1993).

**Quadro 06: Tipos de rochas e as características químicas da água**

Tipos de rochas	Íons Dominantes	Conteúdo de Íons	pH	Conteúdo de SiO <sub>2</sub>
Granito, Riolito	Na <sup>+</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Baixo	6,3-7,9	Moderado a alto
Gabro, Basalto,	Ca <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Moderado	6,7-8.5	Alto
Arenito, Arcósio, Grauvaca	Ca <sup>+2</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>+2</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Alto	5,6-9,2	Baixo a moderado
Siltito, Folhelho argiloso	Ca <sup>+2</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>+2</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup>	Alto	4,0-8,6	Baixo
Calcário, Dolomito	Ca <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Alto	7,0-8,2	Baixo
Ardósia, Xisto, Gnaisse	Ca <sup>+2</sup> , Na <sup>+</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Baixo a moderado HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5,2-8,1	Baixo

Fonte: Aswathanarayana (1995).

Em análise de poluição ambiental, os metais pesados podem ser classificados em: 1) metais não críticos, quando são considerados essenciais a vida; 2) metais tóxicos muito insolúveis (ou muito raros), quando possuem alta toxicidade, mas estão geodisponíveis na natureza em pequenas quantidades; e 3) metais muito tóxicos e

relativamente acessíveis, que possuem alta toxicidade e são facilmente encontrados na natureza (Quadro 07).

**Quadro 07: Classificação dos elementos de acordo com a sua toxicidade**

<b>Metais não críticos</b>	Na, C, F, K, P, Li, Mg, Fe, Rb, Ca, S, Sr, H, Cl, Al, O, Br, Si, N
<b>Metais tóxicos, mas muito insolúveis ou muito raros</b>	Ti, Ga, Hf, La, Zr, Os, W, Rh, Nb, Ir, Ta, Ru, Re, Ba
<b>Metais muito tóxicos e relativamente acessíveis</b>	Be, As, Au, Co, Se, Hg, Te, Tl, Cu, Pd, Pb, Zn, Ag, Sb, Sn, Cd, Bi, Pt

Fonte: Adaptado de Smith e Huyck (1999).

As diferentes fontes, onde os metais estão geodisponíveis, revelam os diferentes efeitos de poluição (Quadro 08).

**Quadro 08: Alguns elementos-traços em águas naturais**

<b>Elemento</b>	<b>Fontes</b>	<b>Efeitos e significado</b>
As	Minas, pesticidas, resíduos químicos	Tóxico e possivelmente carcinogênico
Cr	Galvanização de metais	Possivelmente carcinogênico como Cr <sup>-6</sup>
Fe	Resíduos industriais, corrosão, água ácidas de minas	Não muito tóxico, mas danifica roupas por oxidação de ferro
Pb	Resíduos industriais, minas, combustíveis.	Tóxico, destruição de vida selvagem
Al	Abundante na crosta terrestre	Tóxico às plantas
Cd	Carvão, mineração de zinco	Doenças cardio-vasculares, hipertensão
Mn	Corrosão, resíduos industriais, águas ácidas de minas	Não muito tóxico, mas danifica roupas por oxidação
Zn	Resíduos industriais, canalização, galvanização.	Elemento essencial, fitotóxico em níveis elevados

Fonte: Adaptado de Manahamapud Guedes (2003).

Os metais pesados, geralmente se acumulam em biosistemas aquáticos, magnificando nos alimentos, causando toxicidade crônica ou aguda. Um caso conhecido na literatura é o dos habitantes de Minamata no Japão, que consumiram peixes contaminados por mercúrio.

Alguns metais pesados possuem um alto valor deletério, ocasionando vários problemas para a saúde humana quando ingeridos em altas doses (Quadro 09). Assim estes metais respondem, dependendo da forma como eles estejam geodiponíveis, por contaminação em grande escala, o que depende fundamentalmente das fontes de poluição, podendo ser, por exemplo, uma indústria que esteja localizada perto de um recurso hídrico superficial.

**Quadro 09: Alguns elementos e seus efeitos na saúde humana.**

Elemento	Valor limite	Envenenamento
Al	2 mg/m <sup>3</sup>	Possivelmente relacionado ao Mal de Alzheimer's
Cd	0,05 mg/m <sup>3</sup>	Destruição de membranas, náusea, vômito, carcinogênico
Cu	1 mg/m <sup>3</sup>	Destruição de membranas, náusea, vômito, carcinogênico
Cr	0,05 mg/m <sup>3</sup>	Irritante, náusea, vômito
Fe	1 mg/m <sup>3</sup>	Irritante, náusea, vômito
Hg	0,1 mg/m <sup>3</sup>	Irritante, danoso para o sistema? nervoso, náusea
Zn	Sem valor limite	Náusea, vômito

Fonte: Kumaret al., 1998.

Mesmo que sejam prejudiciais ao meio ambiente, alguns metais essenciais aos vegetais, também o são para o ser humano, pois este necessita de uma dose diária desses metais (Quadro10).

Os metais pesados analisados em sedimento de fundo e em águas superficiais abrangem uma variedade de elementos químicos, alguns dos quais são citados a seguir, com informações relativas a sua concentração em águas naturais.

Os metais pesados normalmente se concentram nas argilas dos sedimentos, sendo divididas nos seguintes tipos: montmorilonitas (argilas expansivas 2:1), vermiculitas (argilas de expansão limitadas 2:1), ilitas (argila não expansiva 2:10), clorita (argila 2:1), caolinita (argila 1:1).

**Quadro 10 - Recomendação diária permitida pela USRDAs e as principais funções biológicas dos elementos essenciais à saúde humana.**

Elemento	Ingestão Diária <sup>(2)</sup>	Função Biológica
Cálcio(Ca)	800-1200mg	Formação dos ossos e dentes
Cloro/cloreto (Cl)	[750 – 3600mg]	Mantém o balanço hídrico, a pressão osmótica das células
Cromo (Cr)	50-200mg	Metabolismo da glicose
Cobre (Cu)	1,5-3mg	Função respiratória
Flúor/fluoreto (F) <sup>(1)</sup>	1,5-4mg	Prevenção de cáries
Iodo (I)	150µg <sup>(3)</sup>	Necessário para os hormônios da tireóide, controle da temperatura, metabolismo, reprodução e crescimento
Ferro (Fe)	10-15mg <sup>(3)</sup>	Necessário para a hemoglobina sanguínea, produção de energia e para o sistema imunológico
Magnésio (Mg)	280-350mg <sup>(3)</sup>	Saúde dos ossos e vasos sanguíneos, função muscular
Manganês (Mn)	2-5mg	Promover o crescimento, desenvolvimento e função celular
Molibdênio (Mo)	75-250µg	Promover o crescimento, desenvolvimento e função celular
Fósforo (P)	800-1200mg <sup>(3)</sup>	Essencial para a saúde dos ossos
Potássio (K)	[2000-3500mg]	Regula o balanço dos fluidos
Selênio (Se)	55-70mg <sup>(3)</sup>	Previne doenças cardiovasculares e câncer
Sódio (Na)	[500-2400mg]	Ajuda a contração muscular e mantém a pressão sanguínea
Zinco (Zn)	12-15mg	Mantém senso de olfato e paladar, e a saúde do sistema imunológico

Fonte: Adaptado de Smith e Huyck (1999).

<sup>1</sup>Embora o flúor não seja essencial à saúde, o *NationalResearchCouncil - USA* (1989) considera este valor suficiente para que seja incluído nesta lista.

<sup>2</sup>[ ]: os números mais baixos são estimados como o mínimo para adultos (*NationalResearchCouncil - USA* (1989)).

<sup>3</sup>Indicados pelaUSRDAs: estimados para uma dieta diária, todos os valores são listados para adultos maiores que 18 anos, excluindo gestantes e mulheres amamentando.

A literatura que versa sobre metais em sedimento, apresentam seus resultados comparados ao "Folhelho padrão" (TUREKIAN & WEDEPOHL, 1961; WEDEPOHL, 1995), utilizado como Níveis de Referência Geológico Geral (NsRGG). Esses NsRGG, estão sendo, entretanto, discutidos pela comunidade científica pois os mesmos não levam em consideração as condições geológicas locais. Há nesse sentido pesquisas que intencionam levantar padrões locais, ou seja, Valores de Referência Regionais (VsRR), os quais são mais adequados do que os NsRGG para avaliação antrópica, dadas as características geomorfológicas e geoquímicas existentes entre as rochas de diversas regiões do globo. Há, ainda, índices que tendem a usar como base de referência para a avaliação geoquímica o Índice de Geocumulação (IGeo) proposto por Müller (apud SINGH *et al.*, 1997) que consiste de sete classes (Quadro 11), determinado pela fórmula:

$$I_{geo} = \log_2 C_n / 1,5 B_n$$

Onde:

- ◆ I<sub>geo</sub> é o Índice de Geoacumulação que quantifica o acúmulo de metal no sedimento;
- ◆ C<sub>n</sub> é a concentração medida do metal;
- ◆ B<sub>n</sub> é o valor de *background* (média do Folhelho);
- ◆ 1,5 é o fator de correção do *background*.

**Quadro 11: Classes do I<sub>geo</sub> com relação a qualidade dos sedimentos**

I <sub>geo</sub>	Qualidade dos sedimentos
0	Não poluído
1	Não poluído a moderadamente poluído
2	Moderadamente poluído
3	Moderado a poluído
4	Muito poluído
5	Muito a altamente poluído
6	Altamente poluído

Fonte: Singh et al (1997)

## Conclusões

A poluição é um tema hoje bastante discutido, pois reflete muitas vezes o mal uso dos recursos naturais; portanto, diferentes caminhos devem ser traçados para avaliar e agir no sentido de remediação.

Assim, realizou-se em um primeiro momento um levantamento dos diferentes fatores que afetam o meio ambiente, notadamente com relação aos recursos hídricos. Em seguida, foi feita uma revisão da literatura, na qual foram selecionados trabalhos concernentes a temática poluição de rios urbanos, destacando aqueles que versam principalmente sobre metais pesados em água e sedimento de fundo, bem como parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para a qualificação e quantificação dos possíveis efeitos antropogênicos. Compreende-se que não se esgotou a revisão de literatura, pelo fato da mesma ser vasta, havendo um aumento constante no volume de artigos publicados e o surgimento de novos periódicos científicos.

## Referências

ANDRADE, A. R.; FELCHAK, I. M.A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do rio das Antas - Irati/PR. **Geoambiente Online**. Revista Eletrônica do Curso de Geografia, Campus de Jataí – UFG. Graduação e Pós-Graduação, 2009. Disponível em <http://revistas.jatai.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/612>.

ALLOWAY B. J; AYRES D. C. **Chemical principles of environmental pollution**. London, Blackie Academic & Professional, 1993.

ASWATHANARAYANA U. **Geoenvironment: an introduction**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1995.

BOLLMANN, H.; MARQUES, D. M.L. M. Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. São Paulo, v.11, n.4, p.343-353, out./dez. 2006.

BRANCO S. M. **Poluição: a morte de nossos rios**. São Paulo, Livro Técnico, 1972.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v.23, n.5, p.618-622, 2000.

FINOTTI, A. R.; FINKLER, R.; SILVA, M.D.; CEMIN, G. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul: EDUS, 2009.



GUEDES, J.A. **Diagnóstico geoquímico-ambiental do Rio Jundiaí, nas imediações da cidade de Macaíba/RN.** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

GUEDES, J.A.; LIMA, R.F.S.; SOUZA, L.C. Variação sazonal da geoquímica de água e sedimentos de fundo em um trecho do Rio Jundiaí, cruzando a cidade de Macaíba, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 9., 2003, Belém. **Livro de resumos expandidos.** Belém: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 2003. v.1, p.301-303.

HILL M. K. **Understanding environmental pollution.** Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

KUMAR R.; DUTTA P.K.; NAKAMURA S. Methods of metal capture from wastewater. In: TRIVEDY R. K. **Advances in wastewater treatment technologies.** Aligarh: Global Science, 1998. p.22-46.

NEWSON, M. **Hidrology and the river environment.** 4ed. New York: Oxford University Press, 1998.

ROCHA, A. M. **Do lendário Anhembi ao poluído Tietê.** São Paulo, EDUSP, 1991.

SÁNCHEZ, L. E. Control de la contaminación de las aguas. In: REPETO, F. L.; KAREZ, C.S. **Aspectos geológicos de protección ambiental.** Montevideo, UNESCO, 1995. p.155-168.

SINGH, M.; ANSARI, A.A.; MÜLLER, G.; SINGH, I.B. Heavy metal in freshly deposited sediments of the Gomati River (a tributary of the Ganga River): effects of human activities. **Environmental Geology**, v.29, n.3/4, p.246-252. 1997.

SMITH, K. S.; HUYCK, H. L. O. An overview of the abundance, relative mobility, bioavailability, and human toxicity of metals. **Reviews in Economic Geology**, v.6A, p.29-70, 1999.

TUREKIAN, K. K.; WEDEPOHL, K. H. Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. **Geological Society of America Bulletin**, v.72, p.175-192, 1961.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2ed. Minas Gerais, UFMG; DESA, 1996.

WEDEPOHL, K. H. The composition of the continental crust. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.59, p.1217-1232. 1995.

Recebido para publicação em janeiro de 2011

Aprovado para publicação em março de 2011