

# ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO DISTRITO FEDERAL (DF), BRASIL, POR MEIO DE ÍNDICES DE QUALIDADE E FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

*Camila Aida Campos<sup>1</sup>; Edgar Gaya Banks Machado<sup>2</sup>; Fabiana Fernandes Xavier<sup>2</sup>; Vitor Rodrigues Lima dos Santos<sup>2</sup>; Welber Ferreira Alves<sup>2</sup>*

**RESUMO** – Por se tratar de um recurso natural limitado e fundamental à vida, é imprescindível, por parte dos órgãos gestores de recursos hídricos, a realização do monitoramento da quantidade e da qualidade das águas. O cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), pode ser considerado uma metodologia integradora e de fácil entendimento, por converter várias informações, relacionadas a diversos parâmetros de qualidade da água, em um único resultado numérico. A ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (DF) – vem realizando, há dois anos, o monitoramento da qualidade das águas do DF, e o presente trabalho teve por objetivo, partindo dos dados disponíveis até o momento, testar quatro fórmulas de IQA, e expressar em mapas, produzidos com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, a qualidade das águas das Unidades de Análise Hidrológica que compõem o Distrito Federal. Os resultados apontam para uma qualidade da água entre “média” e “boa” em praticamente toda a região estudada e para todas as fórmulas de IQA testadas, mas ressalta-se a importância do refinamento das informações considerando cada trecho de rio e os impactos antrópicos associados aos mesmos.

**ABSTRACT** - Water is a limited natural resource essential to life, so its quality and quantity should be monitoring by the government agencies. The Water Quality Index (WQI), can be considered an integrative approach easily interpreted, to convert a lot of information related to water quality parameters in a single numerical result. The ADASA - Regulatory Agency of Water, Energy and Basin Sanitation of Federal District (DF) - has been monitoring, for two years, the water quality in the DF, and the present work was aimed, from the data available so far , test four formulas of WQI, expressing in maps, produced with the aid of GIS tools, water quality of the Hydrologic Analysis Units of the Federal District. The results indicate a water quality between "regular" and "good" in almost the whole studied region and for all WQI formulas testeD, but it emphasizes the importance of refining the information regarding each stretch of river and human impacts associated with them.

**Palavras-chave** - índice de qualidade, geoprocessamento, Distrito Federal

---

1 Agência Reguladora de Água, e Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal: Setor Ferroviário - Parque Ferroviário de Brasília - Estação Rodoferroviária, Sobreloja - Ala Norte - CEP: 70631-900, Brasília -DF , tel.: (61)3961-4922, fax: (61) 8167-9253 [camila.campos@adasa.df.gov.br](mailto:camila.campos@adasa.df.gov.br)

2 Agência Reguladora de Água, e Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal: Setor Ferroviário - Parque Ferroviário de Brasília - Estação Rodoferroviária, Sobreloja - Ala Norte - CEP: 70631-900, Brasília -DF , tel.: (61)3961-4956 / 3961-4957, , fax: (61) 8167-9253

## INTRODUÇÃO

O Distrito Federal (DF) possuiu 5814 km<sup>2</sup>, localizados na região do Planalto Central, e é drenado por cursos d'água pertencentes a três das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras: São Francisco (Rio Preto), Tocantins/Araguaia (Rio Maranhão) e Paraná (Rios São Bartolomeu e Descoberto) (Figura 1). Devido às características de rios de planalto, que cortam toda a região do Distrito Federal, é típica a ocorrência de perfis escalonados por zonas de rápidas corredeiras ou mesmo grandes quedas d'água. Dadas as condições favoráveis dos solos, topografia e clima, a grande maioria dos cursos da rede de drenagem local conta com regime perene (Fonseca, 2001). Por estar situado em uma região de cabeceira, os rios do Distrito Federal apresentam baixas vazões, característica acentuada nos períodos de seca.

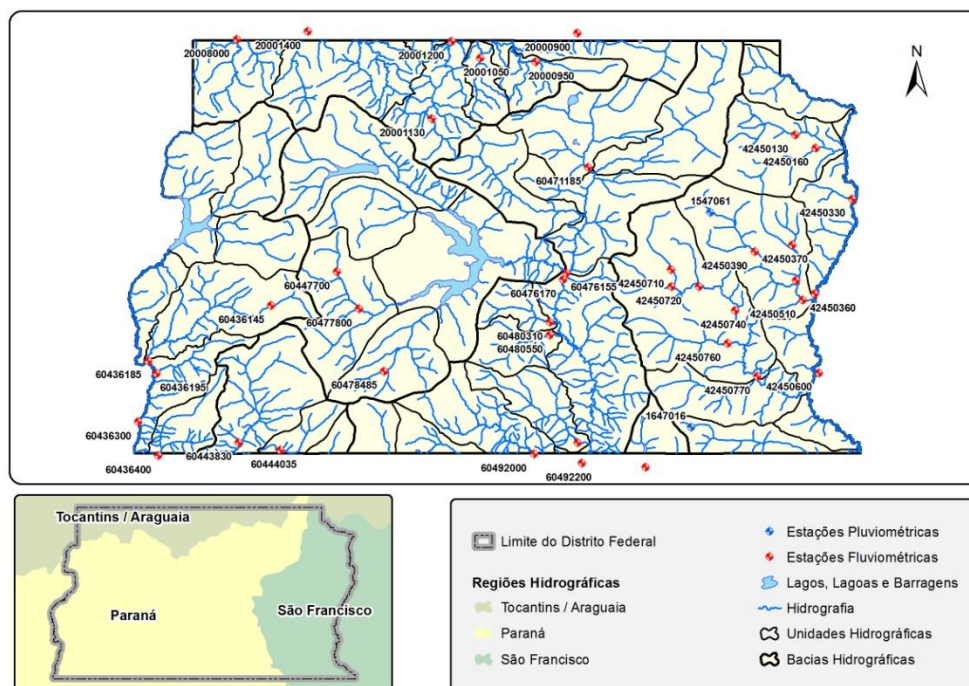


Figura 1 – Bacias Hidrográficas, Unidades de Análise Hidrológica do Distrito Federal e Estações de Monitoramento da ADASA.

Até pouco tempo a grande preocupação dos órgãos gestores de recursos hídricos era a disponibilidade hídrica, ou seja, a quantidade de água disponível para uso em determinada região. Entretanto, em função da problemática cada vez maior relacionada à poluição dos corpos hídricos, a questão da qualidade vem tomando a frente das discussões em torno de decisões referentes aos usos deste recurso limitado e fundamental à vida.

Uma importante ferramenta existente para abordagem da qualidade de água dos mais variados corpos hídricos é o Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual é usado nas suas várias formas como

uma metodologia integradora, por converter várias informações num único resultado numérico (Almeida e Schwarzbald, 2003). Outros índices podem ser utilizados, dependendo do foco que se pretende dar aos resultados. O Índice de Estado Trófico, por exemplo, tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Já o IVA (Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas) tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, levando em consideração, por exemplo, contaminantes químicos tóxicos e seus efeitos nos organismos aquáticos (Zagatto *et al.*, 1999). A idéia básica dos índices de qualidade é agrupar uma série de variáveis numa escala comum, combinando-as em um único número (Lohani e Musthapha, 1982). Brown *et al.* (1970) afirmam que agências federais, estaduais e municipais coletam centenas de valores para variáveis ambientais que terminam em volumosos arquivos ou publicados em boletins que são difíceis de entender, idéia compartilhada com Bolton *et al.* (1978), que destacam a dificuldade existente em condensar a informação de muitas variáveis de forma tornar-se mais fácil a comparação e a classificação de diferentes corpos hídricos. O IQA então pode ser considerado uma ferramenta preciosa de divulgação de informações ao público, de maneira fácil e objetiva.

Para caracterizar a qualidade da água, são utilizados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e representam impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (Bilich e Lacerda, 2005). Entretanto, em função de características naturais dos ambientes aquáticos e da metodologia empregada na coleta das amostras, nem sempre um valor aparentemente anormal de certo parâmetro caracterize de fato um impacto no corpo d'água. Por isso, neste trabalho, foram realizados quatro testes de IQA, envolvendo parâmetros e pesos diferentes, entretanto, sempre mantendo as proporções de peso determinadas pela fórmula definida pela NSF (National Sanitation Foundation), descrito por Brown *et al.* (1970).

Outra ferramenta que possibilita a visualização de informações de maneira mais prática, tanto para técnicos responsáveis pela gestão de recursos hídricos quanto para a sociedade em geral, é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Segundo Rosa e Brito (1996), o objetivo geral de um Sistema de Informações Geográfica é servir de instrumento eficiente para todas as áreas de conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando integrar em uma única base de dados, informações representando vários aspectos do estudo de uma região. As técnicas de geoprocessamento permitem a espacialização dos dados sobre qualidade da água, seja considerando os pontos de coleta, os trechos da rede hídrica ou a própria bacia hidrográfica. Contribuem,

portanto, para o monitoramento e o gerenciamento da qualidade da água de forma ágil, eficiente e de baixa relação custo/benefício.

Assim, a intenção do presente trabalho foi gerar, a partir de dados de monitoramento realizado pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, mapas da situação dos recursos hídricos do Distrito Federal, considerando cada Unidade de Análise Hidrológica, comparando os resultados gerados pela utilização de parâmetros e pesos diferentes na fórmula de IQA.

## **METODOLOGIA**

A ADASA realiza desde 2009 o monitoramento das águas do Distrito Federal. Foram instaladas 42 (quarenta e duas) estações de monitoramento superficial com medidas de vazão, nível e pluviosidade; e duas estações exclusivas para medição de chuva. Para o controle da qualidade das águas brutas a ADASA assumiu as mesmas 42 estações fluviométricas e cinco pontos de grande importância para o DF, as quatro entradas dos tributários formadores do Lago Paranoá (Ribeirão do Torto, Ribeirão do Gama, Ribeirão Bananal e Riacho Fundo) e a sua barragem. As estações de amostragem estão distribuídas no território do Distrito Federal que é dividido, para caráter de gestão de recursos hídricos, em 40 (quarenta) Unidades de Análise Hidrológica (UAH). Entretanto, nem todas as UAH's foram contempladas com estações, havendo lacunas que são preenchidas por estações de outros órgãos que tem interesse no monitoramento da qualidade e quantidade das águas do DF.

Nas 42 estações fluviométricas a amostragem para análise da qualidade da água é trimestral, enquanto nos tributários do Lago Paranoá e na barragem as amostras são mensais. Uma empresa contratada realiza a coleta, transporte e análise das amostras em laboratório, utilizando as metodologias recomendadas pelo "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" (APHA), 21ª Edição, 2005 e "ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY". Os ensaios realizados são: Alcalinidade Total, Condutividade a 25°C, Cor Verdadeira, DBO 5 a 20 °C (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), Dureza Total, Fosfato Total, Fósforo Total, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio Total, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido, pH a 25°C, Sólidos Suspensos, Sólidos Totais, Sólidos Totais Dissolvidos, Sólidos Totais Voláteis e Turbidez.

As fórmulas específicas utilizadas no cálculo do IQA para cada parâmetro são as recomendadas pela National Sanitation Foundation. Cada parâmetro tem um peso relativo, de acordo com sua importância na indicação da qualidade da água. A partir daí o IQA é calculado pelo produto ponderado dos índices correspondentes aos parâmetros conforme a fórmula:

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

Onde:

IQA – índice de qualidade da água, um número de 0 a 100

$q_i$  – qualidade do parâmetro  $i$  obtido por meio da fórmula específica

$w_i$  – peso atribuído ao parâmetro em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1

$x$  – número de parâmetros

Tabela 1 – Pesos atribuídos a cada parâmetro nos diferentes testes

Parâmetros	Pesos para cada teste			
	NSF	Teste 1	Teste 2	Teste 3
DBO (mg/L)	0,10	0,22	0,19	0,13
Nitrato total (mg/L NO <sub>3</sub> )	0,10	0,22	0,19	0,13
Fosfato total (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,10	0,22	0,19	0,13
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	0,15	0,34	0,28	0,19
pH	0,12	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (%OD)	0,17	*	*	0,22
Temperatura (°C)	0,10	*	*	*
Turbidez (UNT)	0,08	*	*	0,10
Resíduos totais (mg/L)	0,08	*	0,15	0,10

Os valores do índice variam de 0 a 100, com cores para cada determinada faixa de valor, conforme Tabela 2:

Tabela 2 – Nível de qualidade

Nível de Qualidade	Faixa
excelente	90 < IQA ≤ 100
bom	70 < IQA ≤ 90
médio	50 < IQA ≤ 70
ruim	25 < IQA ≤ 50
muito ruim	0 < IQA ≤ 25

Após o cálculo do IQA foram produzidos os mapas de qualidade de água, em que se atribuiu a cada UAH uma faixa de qualidade correspondente ao valor de IQA encontrado.

Dessa forma, foi possível produzir as composições de mapas contendo os cursos d'água, as bacias hidrográficas e Unidades de Análise Hidrológicas (UAH), localização das estações de monitoramento e IQA relativo a cada Unidade.

Nas UAH's que possuem mais de uma estação de monitoramento, o IQA foi calculado com base na média dos IQA's de todas as estações para o período estudado. Já nas UAH's que não possuem estações, não houve determinação de IQA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram gerados quatro mapas de qualidade de água para o Distrito Federal (Figura 2). Os resultados demonstram que não houve grandes diferenças entre os diversos testes realizados, sendo que quase todas as UAH's foram classificadas nas faixas “média” e “boa” em todos os testes, aparecendo apenas três vezes a faixa “ruim” no Teste 1. Resultados semelhantes foram encontrados por Bilich e Lacerda (2005), onde um padrão de qualidade “bom”, com poucas alterações ao longo dos dez anos de estudos, foi identificado em trinta pontos de captação de água no Distrito Federal.

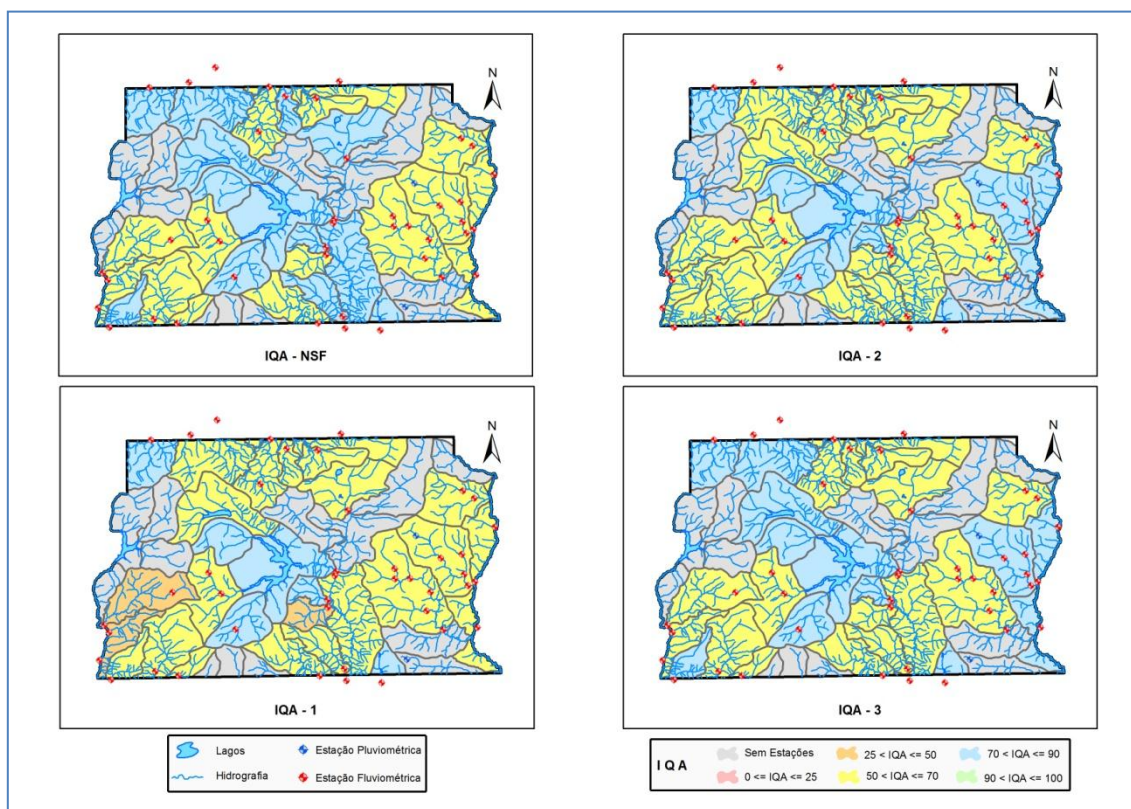


Figura 2 – Mapas de qualidade de água correspondente a cada teste de IQA realizado (teste 1 = IQA-1, teste 2 = IQA-2, teste 3 = IQA-3)

O cenário mais negativo foi identificado no mapa gerado pelo Teste 1. Este teste considerou apenas 4 parâmetros. Isso significa que pequenas alterações em cada um destes 4 parâmetros tem uma grande influência na fórmula, tendendo o resultado para um valor baixo. As três UAH's classificadas com IQA “ruim” são de fato regiões que recebem impactos antrópicos. O principal

afluente do Rio Descoberto, o Rio Melchior, recebe sem tratamento as descargas domésticas das cidades-satélites de Taguatinga, Ceilândia, Águas Claras e Samambaia. Esta carga de material atinge o Rio Descoberto na porção sul, próximo à cidade de Santo Antônio do Descoberto, divisa com o estado de Goiás (Carmo *et al.*, 2005).

O segundo cenário mais negativo foi identificado no mapa gerado pelo Teste 2, com 19 UAH's sendo classificadas com qualidade de água "média". O único parâmetro acrescentado neste teste em relação ao Teste 1 foi "Resíduos Totais". Isso indica que o parâmetro "Resíduos Totais", apesar de ter contribuído para que nenhuma UAH fosse classificada como ruim, não provocou grandes alterações nos resultados em geral. O parâmetro "Resíduos Totais" indica a quantidade de toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (CETESB, 2011). Para que se possa determinar com mais precisão a quantidade de resíduos em um corpo d'água, principalmente ambientes lóticos, é necessária uma amostragem integrada, o que não é realizado pela ADASA, sendo todas as amostras pontuais. O fato de considerarmos apenas um ponto pode provocar equívocos nas conclusões, uma vez que os resíduos distribuem-se de maneira desigual ao longo da seção longitudinal e transversal do rio.

O Teste 3 foi o que mais se aproximou da fórmula original da NSF (Figura 2), isto porque nesse Teste foram desconsiderados apenas dois parâmetros: pH e temperatura. Esses parâmetros foram excluídos por não serem de grande relevância no Distrito Federal. O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Naturalmente, a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e a fotossíntese provocam alterações no pH da água (Von Sperling, 2005). No Distrito Federal, o pH das águas varia em torno de 5,6 a 6,85 e em estudo realizado por Carmo *et al.* (2005), na Bacia do Descoberto, o pH variou em torno de 4,2 e 7 apresentando média 5,89 na época de seca e 6,0 na chuvosa. Assim, percebe-se que naturalmente o pH do Distrito Federal tende para ácido. Se considerado no cálculo do IQA o pH levemente ácido poderia projetar uma falsa idéia de pior qualidade da água, como de fato ocorreu se compararmos algumas UAH's da Bacia do Rio Preto que no cálculo do IQA pelo Teste 3 foram classificadas como "boas" e pela fórmula da NSF, que considera o pH, foram classificadas como "média". Entretanto o contrário também ocorreu, ou seja, certas UAH's classificadas como "média" pelo Teste 3, foram consideradas "boa" pela fórmula da NSF. Outro parâmetro não considerado no Teste 3 foi a temperatura, entretanto, até mesmo na fórmula da NSF a temperatura foi considerada

constante uma vez que no Distrito Federal não há lançamentos industriais ou qualquer outra fonte de efluentes que gere impacto na temperatura natural do ambiente.

Nas UAH's que possuem mais de uma estação de monitoramento, foi verificado que em alguns casos o IQA diferiu entre estações, explicitando a existência de trechos com qualidades diferentes dentro do mesmo curso d'água. Como o trabalho se focou na qualidade da UAH, foi utilizada a média dos IQA's para caracterização da região. Ressalta-se que para a finalidade de gestão, inclusive ações de fiscalização, os dados devem ser analisados separadamente, para determinação dos pontos focais a serem investigados, entretanto, uma imagem global da situação das Unidades de Análise Hidrológica é fundamental para facilitar a difusão de informações para a comunidade e nortear decisões internas dos órgãos gestores de recursos hídricos.

## CONCLUSÃO

A espacialização e análise dos resultados do monitoramento da qualidade de água em um SIG proporcionam o entendimento de tendências, o que pode subsidiar a elaboração de planos, projetos e programas de fiscalização. Também favorece a divulgação dos resultados do monitoramento, não só entre os agentes públicos envolvidos, mas sobretudo à sociedade em geral.

Apesar de, em geral, a qualidade das águas do Distrito Federal ter sido considerada “média” e “boa” a partir de todas as fórmulas de IQA testadas, é importante chamar atenção para as peculiaridades de cada região e os impactos antrópicos que afetam cada uma, o que muitas vezes pode ser mascarado pela boa qualidade de outros trechos, não avaliados, do mesmo curso d'água.

Sugere-se, para a finalidade de monitoramento da qualidade das águas do DF, as fórmulas de IQA adotadas pela NSF ou a utilizada no Teste 3. A primeira é reconhecida internacionalmente e é utilizada por diversos órgãos gestores de recursos hídricos no Brasil, a segunda desconsidera parâmetros pouco importantes tratando-se do Distrito Federal. Ressaltamos a importância da articulação com outros órgãos e instituições a fim de que haja harmonia e coerência em relação à avaliação e caracterização da qualidade das águas desta região.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, M.A.B e SCHWARZBOLD, A. (2003). “*Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS, com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA)*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos 8 (1), pp. 81 – 97.

BILICH, M.R. e LACERDA, M.P.C (2005). “*Avaliação da Qualidade da Água no Distrito Federal (DF), por Meio de Geoprocessamento*” in Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Abr. 2005, pp 2059 – 2065.



- BOLTON, P.W.; CURRIE, J.C.; TERVET, D.J. e WELSH, W.T. (1978). “ *An Index to Improve Water Quality Classification* ” . Water Pollution Control 77 (2), pp. 271 - 280.
- BROWN, R.M.; McCLELLAND, N.I.; DEININGER, R.A. E TOZER, R.G. (1970). “ *A Water Quality Index do We Dare?* ” Water & Sewage Works, pp. 339 – 343.
- CARMO, M.S.; BOAVENTURA, G.R. e OLIVEIRA, E.C. (2005). “ *Geoquímica das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto, Brasília/DF – Brasil* ” . Quimica Nova 28 (4), pp. 565 - 574.
- CETESB (2011). “ *Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem* ” in *Série Relatórios – Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo*. CETESB, São Paulo – SP.
- FONSECA, F.O. (2000). *Olhares Sobre o Lago Paranoá*. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos Brasília – DF.
- LOHANI, B.N. e MUSTAPHA, N. (1982). “ *Indices for Water Quality Assessment in Rivers: A Case Study of the Linggi River in Malaysia* ”. Water Supply & Management 6 (6), pp. 545 - 555.
- ROSA, R. e BRITO, J.L.S. (1996). *Introdução ao Geoprocessamento*. Universidade Federal de Uberlândia – MG.
- VON SPERLING, M. (2005). *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. DESA/UFMG Belo Horizonte – MG, 452 p.
- ZAGATTO, P.A.; LORENZETTI, M.L.; LAMPARELLI, M.C.; SALVADOR, M.E.; MENEGON Jr., N. e BERTOLETTI, E. (1999). “ *Aperfeiçoamento de um Índice de Qualidade de Águas* ”. Acta Limnologica Brasileira 11 (2), pp. 111 - 126.