

## DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA AREIA – GOIÁS, EM PERÍODO DE ESTIAGEM

**Leonardo Batista Pedroso**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, Brasil  
[leonardo.pedroso@ifgoiano.edu.br](mailto:leonardo.pedroso@ifgoiano.edu.br)

**Marlene Teresinha de Muno Colesanti**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Uberlândia, MG, Brasil  
[mmuno@ufu.br](mailto:mmuno@ufu.br)

*Recebido em: 01/12/16; Aceito em: 16/03/17*

### RESUMO

A análise conjunta dos parâmetros que visam avaliar o estado físico-químico e microbiológico das águas pode resultar na elaboração de um índice que permite o delineamento da qualidade dos corpos hídricos, possibilitando a atenuação de problemas ambientais. Assim sendo, este trabalho tem por objetivo determinar o Índice de Qualidade de Água – IQA durante o período de estiagem, para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, situada na Microrregião Geográfica Meia Ponte, Sul do Estado de Goiás. Para obtenção dos dados de qualidade hídrica, foi necessária a utilização de técnicas de coleta e análise laboratorial de águas por meio de uma série de parâmetros que permitiram a determinação do IQA. Foram coletadas amostras de água dos principais afluentes do Ribeirão da Areia. Técnicas de geoprocessamento também foram empregadas visando espacialização dos pontos. Os resultados por parâmetros foram analisados individualmente para comparação com volumes máximos permitidos de acordo com a legislação. Os resultados mostraram que, com exceção de um ponto, o nível de qualidade das águas como um todo é “ótimo”. Acredita-se que a definição de um valor de referência que indique a qualidade de um corpo hídrico seja o primeiro passo o delineamento de ações pautadas na gestão das águas.

**Palavras-chave:** CONAMA 357/2005; IQA; Meia Ponte.

## DETERMINATION OF THE WATER QUALITY INDEX OF THE DA HYDROGRAPHIC BASIN OF RIBEIRÃO DA AREIA – GOIÁS, IN PERIOD OF DROUGHT

### ABSTRACT

The joint analysis of the parameters that aims to evaluate the physicochemical and microbiological status of water can result in the development of an index that allows the delineation of the quality of water bodies, enabling the attenuation of environmental problems. Therefore, this work aims to determine the Water Quality Index – WQI during the dry season, to the Ribeirão da Areia Hydrographic Basin, located in the Meia Ponte Geographic Microregion, South of the State of Goiás. To obtain the water quality data, was necessary the utilization of collection techniques and laboratory analysis of water through a series of parameters that allowed the determination of the WQI. Were collected water samples of the main tributaries of the Ribeirão da Areia. Geoprocessing technics were also employed aiming spatialization of the points. The results by parameters were analyzed individually for comparison with maximum permissible volumes in accordance with the legislation. The results showed that, with exception of one point, the level of quality of the water as a whole is “great”. It is believed that the definition of a reference value that indicates the quality of a water body is the first step of the delineation of the actions scheduled on the management of waters.

**Key-words:** CONAMA 357/2005; WQI; Meia Ponte.

## INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso escasso e seu uso, sobretudo para fins agrícolas corresponde a mais de 70% do consumo total. Menos da metade da população mundial dispõe de acesso à água potável e, desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que auxiliem na gestão dos recursos hídricos, assegurando sua qualidade e disponibilidade, e possibilitando a manutenção da qualidade de vida da população que usufrui deste recurso (SÃO PAULO, 2011; TUNDISI, 2008).

Entendida como elemento essencial à vida humana, animal e vegetal, a água, ao sofrer influência direta das atividades humanas, apresenta mudanças quanto à suas propriedades físico-químicas, alterando os padrões de potabilidade básicos ao consumo e em meio natural gerando desequilíbrios ambientais. A utilização cada vez mais intensa tem provocado, além dos problemas de qualidade, a escassez do recurso, afetando a sociedade e a qualidade ambiental como um todo (VON SPERLING, 1996; PHILIPPI JR., 2005; COLLISCHONN, TASSI, 2010;).

Não menos importante, a ameaça ao recurso hídrico, seja em termos de poluição, escassez, deficiência energética, de serviços de saneamento, bem como em termos de mudanças climáticas, também é um risco ofertado às populações humanas. Neste sentido, cerca de 80% da população mundial enfrenta riscos de segurança hídrica (VOROSMARTY et al. 2010).

O aumento substancial da população mundial verificado nos últimos dois séculos contribuiu de forma severa para o agravamento da situação hídrica e para o quadro de instabilidade provocado pelos riscos de segurança hídrica. Em muitas regiões do Globo, falta água para sanar necessidades básicas e rotineiras da população. Além da escassez, a poluição tornou-se uma das consequências mais preocupantes, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas, gerando problemas e agravos relacionados à saúde e comprometendo também atividades socioeconômicas que dependem dos recursos hídricos (PHILIPPI JR., MARTINS, 2005).

Quando se aborda a qualidade ambiental no caso dos Recursos Hídricos, discutem-se as condições do meio onde as águas se inserem, isto é, aspectos relativos à densidade e composição da vegetação natural, aspectos geológicos e geomorfológicos, pedológicos e climáticos, bem como o grau de interferência antrópica e todos os fatores inerentes ao ambiente. A gama de inter-relação entre tais aspectos e água demonstra a complexidade de um sistema hídrico (VALLE, 2010; VASCONCELOS, 2013).

No Brasil em específico, não é diferente. Em áreas de grande disponibilidade, é comum a existência de culturas de desperdício da água a partir de preceitos de infinidade do recurso, o que contribui ainda mais para o agrave da situação. A pressão do crescimento populacional sobre os recursos hídricos não se dá somente em âmbito de qualidade e disponibilidade, mas também sobre as áreas protegidas por legislações ambientais vigentes. Verifica-se em diferentes áreas do mundo a ocupação irregular e ilegal, contudo oriundas de um processo de segregação socioeconômica, onde, mediante ausência de recursos, pessoas acabam por ocupar tais áreas (PHILIPPI JR., 2009; TUNDISI, 2008). Este processo torna-se mais comum em áreas densamente povoadas, concomitantemente à processos de especulação imobiliária, tornando o solo mais caro e de difícil acesso à população de baixa renda.

Em tais áreas onde a qualidade do recurso torna-se comprometida mediante pressão por diferentes usos (estejam eles atrelados à urbanização ou a formas de uso do solo ruralizadas), é imprescindível que se façam presentes instrumentos políticos que viabilizem a manutenção dos corpos hídricos.

A análise conjunta dos parâmetros que visam avaliar o estado físico-químico e microbiológico das águas pode resultar na elaboração de um índice que permite o delineamento da qualidade dos corpos hídricos. Diferentes órgãos gestores responsáveis pelo monitoramento da qualidade das águas empregam índices semelhantes, com pequenas variações no que tange a especificidades locais, relacionadas normalmente às formas de uso e ocupação do solo.

Nesta perspectiva, Rodrigues (2008, p. 65) afirma que:

A avaliação dos recursos hídricos tem sido considerada um importante instrumento de gestão ambiental que consiste no manejo de um conjunto de ações capazes de envolver diversos agentes sociais, econômicos e culturais tendo como objetivos compatibilizar os diversos usos da água, bem como disciplinar as ações antrópicas que se inserem nas políticas estabelecidas para atingir o almejado desenvolvimento sustentável.

De acordo com Sarkar e Abassi (2006), a avaliação do Índice de Qualidade de Água – IQA se dá por meio da síntese dos parâmetros avaliados em somente um dígito, podendo ser utilizado ao longo do tempo para comparar a qualidade da água de um mesmo ponto ao longo do tempo, ou para com outros pontos. Essa avaliação ampla sintetizada em um único índice, no qual distintos parâmetros recebem diferentes pesos, compreende a importância da água para a vida humana e manutenção da qualidade dos ecossistemas.

Nesta perspectiva, visando uma análise da conjuntura da qualidade das águas de uma região estratégica do ponto de vista da produção agropecuária, este trabalho tem por objetivo determinar o IQA durante o período de estiagem, para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, situada na Microrregião Geográfica Meia Ponte, localizada ao Sul do Estado de Goiás.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, foi realizada a revisão da literatura científica acerca da temática de recursos hídricos e qualidade das águas, de forma a manter a estrutura conceitual e o arcabouço teórico e técnico do trabalho. Da mesma forma, foi consultado o histórico da construção e do estabelecimento do IQA, bem como seus parâmetros técnicos relacionados à amostragem e análise laboratorial, os quais foram de suma importância.

As áreas de coleta de água foram espacializadas mediante o uso de *softwares* denominados de Sistemas de Informação Geográfica – SIG's permitem o cruzamento de informações de diferentes parâmetros e ordens que se pretende trabalhar com a base espacial. O geoprocessamento de informações é uma etapa importante que permite a espacialização de fenômenos na superfície terrestre.

Para obtenção dos dados de qualidade hídrica, foi necessária a utilização de técnicas de coleta e análise laboratorial. Foram coletadas amostras de água dos principais afluentes e do Ribeirão da Areia, objetivando a análise do IQA.

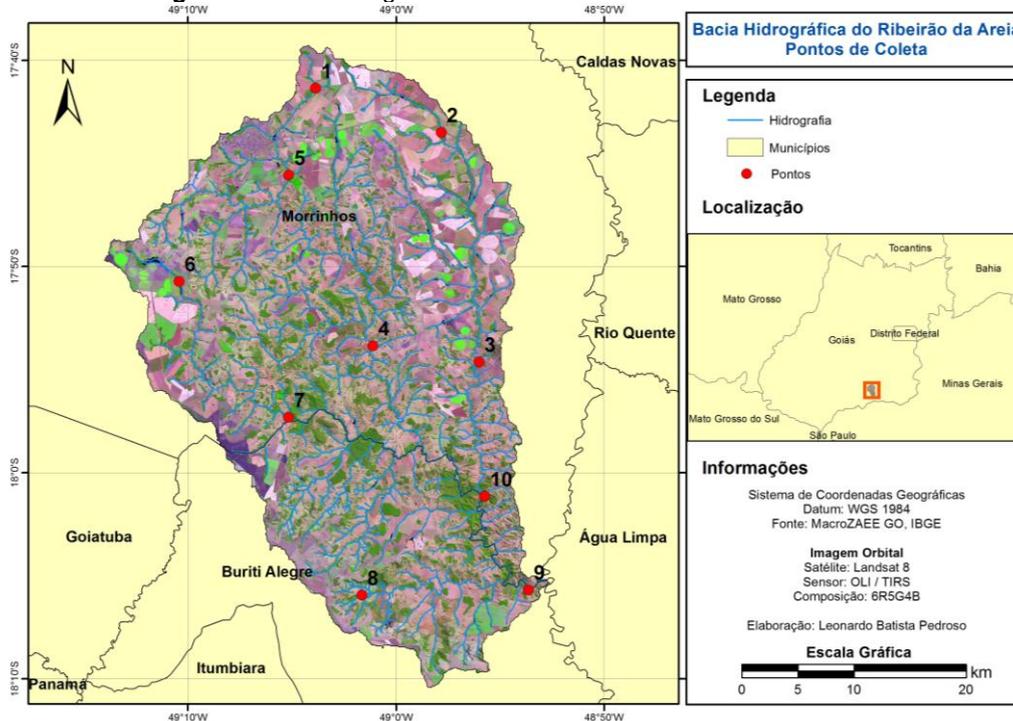
Foram definidos 10 pontos de coletas, especialmente distribuídos ao longo da bacia, de modo a representarem os alto, médio e baixo cursos dos principais afluentes do Ribeirão da Areia, bem como de pontos estratégicos, devido à proximidade para com empreendimentos instalados próximos aos mesmos, cuja relação da localização é apresentada a seguir:

**Quadro 1.** Localização e descrição dos pontos de coleta de água e levantamento de dados.

Ponto	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Sub-Bacia	Descrição
Ponto 1	17°41'21.78"S	49° 3'52.05"O	787	Ribeirão da Areia	Alto curso; Córrego da Pipoca
Ponto 2	17°43'30.72"S	48°57'48.97"O	736	Ribeirão das Araras	Alto curso, Córrego da Samambaia
Ponto 3	17°54'38.31"S	48°56'0.55"O	642	Ribeirão das Araras	Médio curso
Ponto 4	17°53'51.53"S	49° 1'6.71"O	626	Ribeirão da Areia	Médio curso
Ponto 5	17°45'34.32"S	49° 5'9.88"O	717	Ribeirão da Areia	Trecho pós-urbano
Ponto 6	17°50'44.09"S	49°10'25.55"O	860	Ribeirão do Mimoso	Alto curso
Ponto 7	17°57'19.20"S	49° 5'9.76"O	688	Ribeirão do Mimoso	Médio curso
Ponto 8	18° 5'57.03"S	49° 1'37.92"O	668	Ribeirão do Barreiro	Alto curso
Ponto 9	18° 5'41.77"S	48°53'38.21"O	535	Ribeirão da Areia	Exutório da bacia
Ponto 10	18° 1'9.57"S	48°55'44.64"O	579	Ribeirão da Areia	Baixo curso

Foi utilizado aparelho GPS – Global Positioning System da marca Garmin, modelo eTrex Venture HC para obtenção dos dados de localização. Foi adotado Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum WGS 1984 para georreferenciamento dos pontos (Figura 1).

**Figura 1.** Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia: Pontos de coleta.



**Fonte:** MacroZAE GO, IBGE, 2016; **Elaboração:** Leonardo Batista Pedroso, 2016.

Antes da realização dos trabalhos de campo para coleta das amostras de água, foi realizado um trabalho de preparação e separação dos frascos e demais instrumentos utilizados. As análises foram realizadas em conjunto por duas instituições parceiras. Foram separados três frascos esterilizados para cada ponto, a serem analisados pela SANEAGO, sendo eles: um frasco para análise de Oxigênio Dissolvido – OD, um para Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e um recipiente de polietileno para demais análises físico-químicas.

Já para o laboratório da Bio y Geo Ambiental, foram separados um frasco para análise de fósforo total e um saco plástico estéril de caráter descartável para exame bacteriológico de detecção de coliformes termotolerantes; todos em consonância com recomendação do manual prático de análise de água da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (Brasil, 2013), e realizado por profissionais qualificados e com experiência certificada no segmento.

As coletas foram realizadas durante o período de estiagem, especificamente no mês de julho de 2016. Não houve ocorrência de eventos pluviométricos na semana que antecedeu a coleta na microrregião.

Além dos recipientes, foram levados para campo termômetros simples para aferição da temperatura da água e do ambiente, bem como soluções de sulfato manganoso e álcali-iodeto-azida, visando adição imediata de 2ml das mesmas nas amostras após coleta para determinação do OD (figura 2). A coleta foi realizada mediante emprego de técnicas estabelecidas pela Fundação Nacional da Saúde e outras entidades competentes no segmento.

**Figura 2.** Coleta de amostra de água para exame bacteriológico; adição de solução para fixação de oxigênio em amostra para análise de OD.



Fonte: Leonardo Batista Pedroso, 2016.

Para o cálculo do IQA, foi utilizada a metodologia adaptada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (ANA, 2005), adaptada da *National Sanitation Foundation – NSF* dos Estados Unidos da América, cujos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade de água e seus respectivos pesos são apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1.** Parâmetros de qualidade de água (q) utilizados no cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA, e seus respectivos pesos (w).

Parâmetro de Qualidade de Água (q)	Pesos (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Fecais	0,15
Potencial Hidrogeniônico	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,10
Temperatura	0,10
Nitratos	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

Fonte: IGAM, 2005; 2014; ANA, 2005.

Segundo Bassoi e Guazelli (2004), o IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros supracitados. Desta maneira, a seguinte fórmula é utilizada:

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

Em que:

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

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Com base no cálculo efetuado, obtém-se o IQA, que varia em uma escala de 0 a 100, sendo 100 a melhor qualidade e 0 a pior qualidade, conforme classificação disposta na tabela em sequência.

**Tabela 2.** Faixas de classificação da qualidade da água de acordo com o cálculo do IQA.

Nível de Qualidade	Faixa	Faixa
	AP, MG, MT, PR, RS	BA, GO, ES, MS, SP
Ótima	90 < IQA ≤ 100	79 < IQA ≤ 100
Boa	70 < IQA ≤ 90	51 < IQA ≤ 79
Aceitável	50 < IQA ≤ 70	36 < IQA ≤ 51
Ruim	25 < IQA ≤ 50	19 < IQA ≤ 36
Péssima	0 < IQA ≤ 25	IQA ≤ 19

Fonte: ANA, 2005.

As análises realizadas em laboratório utilizam de diferentes métodos, normalmente padronizados pela SMEWW – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). Os resultados foram agrupados e comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente, regulamentada pela Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 (BRASIL, 2005), águas doces de Classe 2, e àqueles postos como padrões para qualidade definidos por metodologia específica, conforme relação técnicas disposta na tabela a seguir:

**Tabela 3.** Relação técnica dos parâmetros de análise hídrica.

Parâmetro	VMP <sup>1</sup> Classe 2	Unidade	Método
Temperatura da Água	-	°C	-
Turbidez	100	uT	SMEWW 2130 B
pH	6,0 a 9,0	-	SMEWW 4500 B
Sólidos Totais	500	mg/L	SMEWW 2510 B
Nitrato Total	10	mg/L N-NO <sub>3</sub>	SMEWW 4500 NO <sub>3</sub> - D / SMEWW 4110 B
OD	5,0 <sup>2</sup>	mg/L O <sub>2</sub>	SMEWW 4500 O-C
DBO	5	mg/L O <sub>2</sub>	SMEWW 4500 O-C
Fósforo Total <sup>3</sup>	0,050	mg/L P	SM-4500-P D
Coliformes Fecais	1000	NMP/100ml	SM-9221 D

<sup>1</sup>Valores máximos permitidos.

<sup>2</sup>Mínimo.

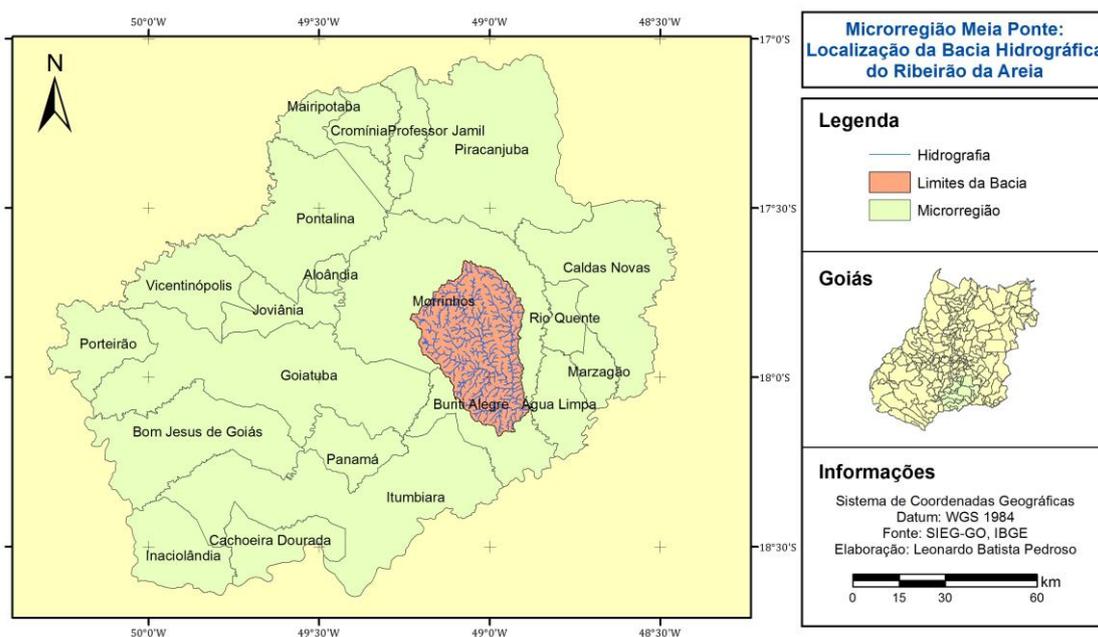
<sup>3</sup>Por se tratarem de córregos, considerou-se o limite de até 0,050 mg/L, pois tratam-se de ambientes intermediários, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357 de 2005.

#### LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia localiza-se predominantemente entre os municípios de Morrinhos e Buriti Alegre, na Microrregião Geográfica Meia Ponte (Figura 3). A região

insere-se no Estado de Goiás, região Centro-Oeste do País, caracterizada pelo potencial de desenvolvimento constatado a partir da década de 1950, com a mudança da Capital Federal para a região do Planalto Central. A área total da microrregião é de 21.165,24 km<sup>2</sup>, sendo o município de Morrinhos o de maior unidade territorial, com 2.846,19 km<sup>2</sup>, o que equivale a 13,4% da área da microrregião. Somando-se a área municipal do referido município com o de Buriti Alegre, tem-se 3.741,64 km<sup>2</sup>, ou 17,6% do total regional. Tais valores representam a notoriedade da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia para os municípios citados e para toda a região. Ressalta-se que a área da bacia é de 1266,82 km<sup>2</sup>, 6% da área da Microrregião Meia Ponte. Em contrapartida, os municípios de Aloândia e Rio Quente são os menores, com áreas de 102,16 km<sup>2</sup> e 255,961 km<sup>2</sup>, respectivamente (IBGE, 2015).

**Figura 3.** Microrregião Meia Ponte: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia.



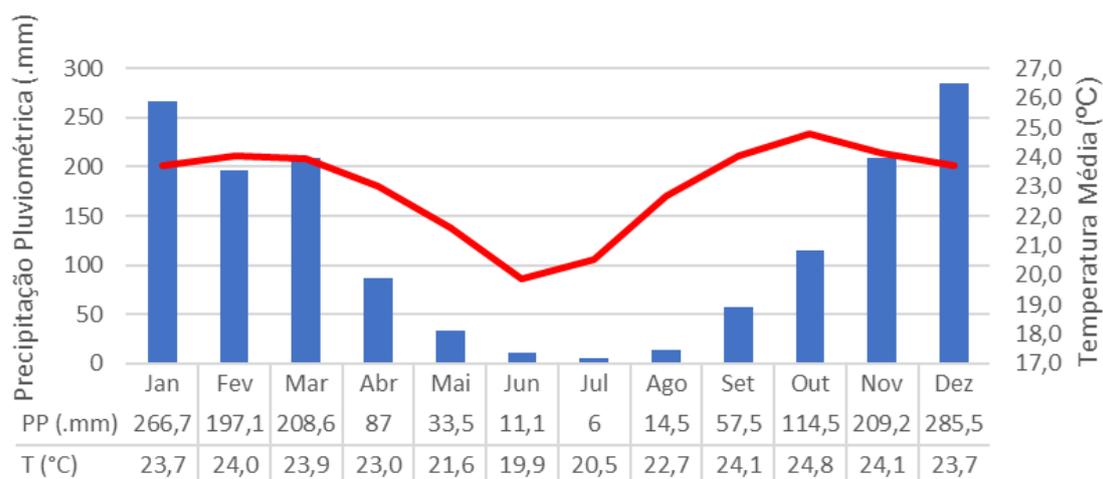
**Fonte:** SIEG-GO, IBGE, 2016. **Elaboração:** Leonardo Batista Pedroso, 2016.

A região caracteriza-se por ser a maior bacia leiteira do Estado de Goiás, sendo este o terceiro maior produtor de leite do Brasil, com cerca de 11% da produção nacional. Destaca-se também na produção agrícola, com as culturas de cultura de cana, soja, milho, feijão além de algodão, abacaxi, banana, tomate e mandioca e com uma quantidade significativa de indústrias no setor alimentício. Diante deste cenário, o município concentra um grande número de agroindústrias e empreendimentos no setor alimentício, empregando uma significativa parcela da mão-de-obra local em tais atividades (OBSERVATÓRIO DO MUNDO DO TRABALHO, 2013; IBGE, 2015).

A precipitação pluviométrica anual para a região varia entre 1.300 e 1.600 mm, tendo a média computada entre o período de 1973 e 2015 com 1.489,5 mm. O período chuvoso corresponde ao intervalo entre os meses de outubro à março, estando todos com médias superiores a 100 mm mensais. O trimestre chuvoso corresponde aos meses de novembro, dezembro e janeiro, cujas médias somadas ultrapassam 760 mm, mais que a metade do total anual. Em contrapartida, os meses entre abril e setembro correspondem ao período de estiagem, sendo junho, julho e agosto o trimestre seco, cuja soma das médias corresponde a cerca de 31,6 mm. Tem-se uma média de 116 dias com chuva por ano, sendo os meses de dezembro, janeiro e março com maior número, apresentando 20, 19 e 16 dias, respectivamente.

A temperatura média oscila entre 19,9°C e 24,8°C. Desta forma, pode-se inferir duas estações bem definidas: um verão quente e chuvoso, e um inverno seco e ameno (Figura 4):

Figura 4. Climograma de Morrinhos, GO.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 1973-2015.

A análise morfométrica de imagens orbitais Landsat 8 (Sensores OLI e TIRS, pontos 72 e 73, órbita 221) permitiu a extração de dados da bacia, os quais acusam uma área drenável de 1266,82km<sup>2</sup>, com perímetro de 190,61 km, e uma densidade de drenagem calculada em 0,80 km/km<sup>2</sup>. A classificação da hierarquia de drenagem conforme método de Strahler (1952) permitiu a identificação de curso d'água de até 5ª ordem, sendo este o próprio Ribeirão da Areia, tendo tributários importantes como o Ribeirão das Araras, Ribeirão Mimoso e Ribeirão do Barreiro, todos de 4ª ordem, os quais apresentaram pontos de análise.

#### DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA AREIA DURANTE O PERÍODO DE ESTIAGEM

A análise das amostras de água por meio dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia para o período de estiagem possibilitou a obtenção de resultados importantes para a gestão das águas a nível local e regional (Tabela 4):

Tabela 4. Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia: resultado dos parâmetros físico-químicos e bacteriológico para o período de estiagem, 2016.

Parâmetro	Unidade	Ponto									
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Temperatura	°C	19	20	18	19	20	19	17	17	19	19
Turbidez	uT	4,18	23,8	4,62	6,5	7,95	7,71	8,64	1,92	5,47	7,27
pH	-	6,69	7,02	7,28	7,4	7,01	6,42	6,79	7,13	7,35	7,52
Sólidos Totais	mg/L	8,6	32,23	10,25	35,14	53,35	4,74	13,98	31,07	32,34	29,2
Nitrato Total	mg/L N-NO <sub>3</sub>	0	0	0	0,02	0,32	0	0	0	0,02	0,03
OD	mg/L O <sub>2</sub>	7,3	7,5	8,1	8,2	5,2	6,6	7,8	7,8	8,6	8,4
DBO	mg/L O <sub>2</sub>	0,7	4,3	0,8	0,7	0	0,4	0,5	0,5	0,8	1
Fósforo Total	mg/L P	<0,001	0,025	0,039	0,161	1,49	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Coliformes Fecais	NMP/100ml	12	24	84	58	116	4	28	24	12	30

O primeiro parâmetro do IQA analisado é a temperatura, a qual exerce efeito significativo sobre as atividades biológicas e reações físico-químicas na água, como o potencial de solubilidade

de gases, bem como sobre a densidade dos mesmos, influenciando na variação da concentração da microbiota, ou até mesmo na concentração de oxigênio na água.

Em nenhum dos pontos, houve alterações significativas que demonstrassem lançamentos de efluentes domésticos e/ou industriais próximos, estando em consonância com o horário de coleta. A menor temperatura aferida foi de 17°C e a maior de 20°C.

O parâmetro turbidez, por sua vez, dispõe de importância estético-organoléptica, pois acusa materiais em suspensão, tornando a água turva e dificultando a penetração da luz na água, ocasionando retardo no processo fotossintético e podendo reduzir a quantidade de oxigênio na água (MEDEIROS, 2003). O valor máximo permitido para tal análise conforme Resolução CONAMA n.º 357 de 2005 para águas doces da Classe 2 é de 100 uT. O maior registro concentrou-se no Ponto 02, Córrego da Samambaia, com 23,8 uT; enquanto o menor foi de 1,92 uT, no Ponto 08, Ribeirão do Barreiro, cuja análise organoléptica demonstrou que as águas aparentavam aspecto cristalino e translúcido, ao contrário do aspecto turvo e opaco verificado no Ponto 02.

O pH – Potencial Hidrogeniônico expressa a intensidade de acidez ou alcalinidade na água, por meio da concentração de íons de hidrogênio na solução, adotando um padrão de referência que varia de 0 a 14. Valores de pH menores que 7 indicam acidez; valores iguais a 7 indicam neutralidade e, aqueles superiores a 7 indicam alcalinidade na solução aquosa. Águas naturalmente tendem a apresentar pH próximo a neutralidade, contudo, características do solo e a atividade fotossintética podem contribuir para alteração do potencial (BRASIL, 2006).

Em nenhuma amostra, houve alterações significativas do pH que pudessem indicar anomalias graves quanto à qualidade do corpo hídrico. O Ponto 06 apresentou pH de 6,42, sendo este o valor mais baixo da pesquisa. O Ponto 10, por sua vez, foi o que apresentou o maior valor, sendo este de 7,52, ainda dentro de limites aceitáveis e próximos à neutralidade.

Quanto aos sólidos totais, parâmetro este que se refere à presença e quantidade de resíduos e materiais particulados dissolvidos na água e/ou suspensos, podendo indicar presença de agregados químicos de caráter contaminante, houve diferentes resultados, cuja média entre eles acusou o valor de 25,09 mg/L, sendo que o limite tolerável para águas de Classe 2 é de 500 mg/L. A amostra que apresentou maior concentração de resíduos foi a do Ponto 05, com 53,35 mg/L. Já o Ponto 06, resultou na menor, com 4,74 mg/L.

O parâmetro nitrato total também é de grande importância, uma vez que representa uma das formas mais comuns de se encontrar o nitrogênio em meio aquático, sendo este um importante nutriente que compõe os organismos. A grande presença do mesmo pode indicar poluição dos corpos hídricos emissão de efluentes domésticos, podendo gerar riscos para a saúde humana em caso de consumo de grandes quantidades (SPERLING, 1996; EMBRAPA, 2011). Os valores máximos permitidos de acordo com a legislação vigente para a classe analisada são de 10 mg/L. A maior concentração foi de 0,32 mg/L no Ponto 05. Não foram detectados nitratos nas amostras dos pontos 01, 02, 03, 06, 07 e 08, isto é, a concentração diagnosticada foi de 0 mg/L.

A análise de OD – Oxigênio Dissolvido, por sua vez, permite identificar a quantidade desse elemento em meio aquoso. A variação deste parâmetro de forma exorbitante pode acarretar a morte de animais, sobretudo peixes, que dificilmente se adaptam às grandes concentrações (KEGLEY, ANDREWS, 1998). A concentração do OD na água se eleva quanto há grande produção de oxigênio por processos de fotossíntese de plantas e algas aquáticas ou por quedas d'água que promovam reoxigenação no contato da água com a atmosfera. A legislação pede, neste caso, que o mínimo seja de 5 mg/L de O<sub>2</sub>.

Com exceção do Ponto 05, todas as demais localidades apresentaram valores que indicam boa qualidade da água. O referido ponto apresentou concentração de 5,2 mg/L, bastante próximo ao limite estabelecido.

A análise de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio basicamente indica consumo de matéria orgânica na água, por apresentar a demanda de oxigênio necessária para estabilização da mesma. Afere-se pela concentração de O<sub>2</sub> consumido ao longo de cinco dias em uma mesma temperatura, conforme metodologia padronizada (SMEWW 4500 O-C). Ao contrário da OD, a

legislação diz que a concentração máxima seja de 5 mg/L de O<sub>2</sub>. Desta forma, nenhuma localidade extrapolou o VMP. O Ponto 02 apresentou a maior concentração, sendo essa no valor de 4,3 m/L, enquanto o Ponto 05 apresentou a menor, registrando o valor de 0 mg/L.

O fósforo total também é de grande importância para a determinação do IQA. Embora a presença de fósforo não tenha implicações sanitárias na qualidade da água (MOTA, SPERLING, 2009), altas concentrações de fósforo podem indicar presença de fosfatos provenientes de lançamentos de efluentes domésticos, industriais e drenagem agrícola, sendo considerado em elevadas quantidades um nutriente eutrofizante.

O volume máximo permitido deste nutriente para Classe 2 de ambientes intermediários, como os córregos, é de 0,05 mg/L. Somente os Pontos 05 e 04 ultrapassaram tal limite, chegando ao patamar de 1,49 mg/L e 0,161 mg/L. Na primeira localidade citada, por se tratar de um trecho pós-urbano, é possível que tal elevação seja proveniente do lançamento de efluentes domésticos clandestinos e industriais. No caso da segunda localidade (médio curso do Ribeirão da Areia) (Figura 4), os resultados podem estar associados às consequências da drenagem da produção agrícola, por meio do uso de fosfatos na produção.

**Figura 4.** Ponto 5 (Ribeirão da Areia – Pós-urbano); Ponto 4 (Ribeirão da Areia – Médio curso).



**Fonte:** Leonardo Batista Pedroso, 2016.

O último parâmetro do IQA é o quantitativo de coliformes fecais, cuja análise é bacteriológica. As bactérias do grupo dos coliformes são responsáveis pela produção de compostos químicos prejudiciais à saúde em temperaturas que são alcançadas normalmente em condições ambientes, estando também associadas ao ambiente do intestino de animais, contudo, com ausência de prejuízos à estes indivíduos quando restritos ao seu aparelho digestório.

O VMP, neste caso é de 1000 NMP/100ml, ressaltando-se que não é o volume assegurado para consumo humano, devendo ser essa água submetida à processos de tratamento. A maior concentração também foi encontrada no Ponto 05, com 116 NMP/100ml, sendo seguida pelos Pontos 03 e 04, com 84 e 58 NMP/100ml, respectivamente.

A tabela 5 apresenta os resultados do cálculo do IQA:

**Tabela 5.** Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia: Índice de Qualidade de Água por pontos.

IQA	Ponto									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	86,9	80,33	83,66	82,65	63	86,15	84,88	87,54	89,95	86,3

Como se observa, houve pequena variação dos índices para cada um dos pontos, cuja média estabelecida entre o total foi de 83,13. Os menores índices foram os dos Pontos 05, 02 e 04, com 63, 80,33 e 82,65, respectivamente. Os maiores, por sua vez, foram os Pontos 09, 08 e 01, com 89,95, 87,54 e 86,9, respectivamente.

Na metodologia adotada por órgãos presentes e/ou para Estados como Minas Gerais, Mato Grosso e Paraná, nenhum corpo hídrico classificou-se enquanto “Ótimo”. Os resultados indicaram que, segundo tal metodologia, com exceção do Ponto 05, todos enquadraram-se na condição de “Boa”. O Ponto 05 estaria na condição de “Aceitável”.

Todavia, na metodologia indicada para os Estados de Goiás, Espírito Santo e São Paulo, entre outros, todos os pontos, com exceção do 05, são enquadrados no nível de qualidade “Ótimo”. Esta exceção, por sua vez, enquadra-se na condição de “Boa”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados permitiu a identificação de aspectos estratégicos no tocante à qualidade dos corpos hídricos de suma importância para os municípios de Morrinhos, Buriti Alegre e demais que compõem a Microrregião Meia Ponte. De todas as dez localidades analisadas na bacia, o trecho que refere-se ao perímetro pós-urbano é o que apresentou os piores valores e, por consequência, o mais baixo IQA, carecendo assim, de maior atenção da gestão pública, uma vez que se faz constante o uso do recurso para fins relacionados à produção agropecuária e abastecimento de propriedades rurais.

Ainda que os demais pontos apresentem um índice importante, variações anômalas indicadas individualmente nos parâmetros também devem ser averiguadas e correlacionadas com as formas de uso e ocupação ao longo da bacia, permitindo assim a delimitação de ações que visem a atenuação de prováveis problemas relacionados à poluição dos corpos hídricos.

Acredita-se que a definição de um valor de referência que indique a qualidade de um corpo hídrico seja o primeiro passo para se analisar caráter de urgência no delineamento de ações pautadas na gestão das águas e controle ambiental das mesmas. Embora o caráter dos índices de qualidade das águas seja mutável e adaptável mediante condições específicas de cada região do globo, os valores acusados nas análises corresponderam veemente à aqueles cuja hipótese indicaria possíveis valores que refletissem más condições das águas.

Trata-se, portanto, de uma ferramenta importante no ato do gerenciamento hídrico, por vezes indicado indiretamente na PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos. Faz-se necessária a expansão de pesquisas em diferentes épocas do ano, possibilitando o monitoramento constante dos corpos hídricos da bacia, assegurando a qualidade de suas águas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Saneago – Saneamento de Goiás, Unidade de Morrinhos e ao Laboratório Bio y Geo, bem como seus respectivos técnicos pelo auxílio técnico no ato da realização das análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras de água para esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Capacitação para o SINGREH**. Brasília: ANA, 2015.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

BASSOI, L.J.; GUAZELLI, M.R. Controle Ambiental da Água. In: PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: Manole, 2005. p.53-99.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 284 p.

- COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH UFRGS, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (Brasil). **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas, 2011. 67 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Brasil). **Dados censitários de Municípios de Goiás**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 mai. 2015.
- KEGLEY, S.E.; ANDREWS, J. **The chemistry of water**. Sausalito, CA: University Science Books, 1998. 167 p.
- MEDEIROS, P.R.P. **Subprojeto 1.1. B – Determinação da Carga de Nutrientes do São Francisco na Região da Foz**: Relatório Final. In \_\_\_\_\_: Projeto de Gerenciamento Integrados das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Universidade Federal de Alagoas, 2003, 160 p.
- MOTA, F.S.; VON SPERLING, M. **Nutrientes de esgoto sanitário**: utilização e remoção. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 428 p.
- OBSERVATÓRIO DO MUNDO DO TRABALHO. **Estudos Microrregionais**: Estudos e pesquisas econômicas, sociais e educacionais sobre as microrregiões do Estado de Goiás – Microrregião do Meia Ponte. Goiânia: IFG, 2013. 51 p.
- PHILIPPI JR., A. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. 842 p.
- PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. In: PHILIPPI JR., A. (Org.). **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. p. 117-180.
- RODRIGUES, A.S.L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres**. 2008. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Recursos hídricos**. São Paulo: SMA / CEA, 2011. 138 p.
- SARKAR, C.H.; ABBASI, S.A. Qualidex: a new software for generating water quality indices. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.119, p.201-231, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10661-005-9023-6>
- STRAHLER, A.N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, Washington, v.38, p.913-920, 1952.
- TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, s./p., out./dez. 2008.
- VALLE, C.E. do. **Qualidade Ambiental**: ISO 14000. 10. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.
- VASCONCELOS, M.E.G. Avaliação ambiental estratégica para a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. In: CÂNDIDO, G. A.; LIRA, W. S. (Org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p.295-318.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1996. 452 p.
- VÖRÖSMARTY, C.J.; MCINTYRE, P.B.; GESSNER, M.O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S.E.; SULLIVAN, C.A.; REIDY LIERMANN, C.E.P.M.; DAVIES, P.M. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, n.467, p.555-561, 2010. <https://doi.org/10.1038/nature09440>