



Associação  
Brasileira de  
Irrigação e  
Drenagem



IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING  
XXVI CONIRD - CONGRESSO  
NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM  
III SBS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE

## ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS PELO IQA NO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO SERGIPANO<sup>1</sup>

A. O. Souza<sup>2</sup>, C. M. de Carvalho<sup>3</sup>, R. R. G. Filho<sup>4</sup>, C. A. B. Garcia<sup>5</sup>,  
E. S. A. Cerqueira<sup>6</sup>, L. L. S. de Carvalho<sup>7</sup>

**RESUMO:** A irrigação viabiliza a produção de alimentos, porém pode ocorrer o comprometimento da qualidade e quantidade da água, em decorrência no manejo inadequado. Diante disso, objetivou-se investigar a qualidade das águas superficiais pelo índice de qualidade das águas - IQA em área de agricultura irrigada do Projeto de Irrigação de Cotinguiba/Pindoba, localizado no Baixo São Francisco Sergipano. Foram utilizados dados de monitoramento da Companhia Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) com campanhas em agosto de 2013 e janeiro de 2014. Para aplicação do IQA foram utilizadas as variáveis de temperatura, pH, DBO, nitrogênio total, OD, SDT, fósforo total, turbidez e coliformes termotolerantes e pelo cálculo foi atribuído o valor à qualidade das águas, em escala de 0 a 100. O IQA no período de estiagem variou de ruim a bom e no período chuvoso variou de médio a bom, indicando a influência sazonal. Não houve influência espacial, o que pode ter relação com o efeito eclipse, que atenuou o impacto negativo de certa variável dada à agregação de diversas variáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos hídricos, áreas irrigadas, sazonalidade climática.

### STUDY OF SURFACE WATER QUALITY BY IQA IN THE IRRIGATION PROJECT OF THE SOUTH SAN FRANCISCO SERGIPANO

**ABSTRACT:** Irrigation facilitates the production of food, but water quality and quantity can be compromised, due to inadequate management. The aim of this study was to investigate the quality of surface water by the water quality index (IQA) in irrigated agriculture area of the Irrigation Project of Cotinguiba / Pindoba, located in the Lower São Francisco Sergipano. We used data from the São Francisco Valley Development Company (CODEVASF) with

<sup>1</sup> Parte da Dissertação do primeiro autor

<sup>2</sup> Mestre em Recursos Hídricos, UFS, São Cristóvão, SE. E-mail: amandasouza.sms@gmail.com

<sup>3</sup> Dr. em Engenharia Agrícola, prof. do IF Baiano, Campus Xique-Xique, BA. E-mail: clayton.carvalho@ifbaiano.edu.com

<sup>4</sup> Dr. em Engenharia Agrícola, prof. da UFS, São Cristóvão, SE. E-mail: rrgomesfilho@hotmail.com

<sup>5</sup> Dr. em Química, Prof. da UFS, São Cristóvão, SE. E-mail: carlosabgarcia@gmail.com

<sup>6</sup> Dr. em Engenharia Agrícola, Prof. da UFBA, Salvador, BA. E-mail: elder.sanzio@ufba.br

<sup>7</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: leonarialuna@hotmail.com

campaigns in August 2013 and January 2014. For the application of the IQA, the variables of temperature, pH, BOD, total nitrogen, OD, SDT, phosphorus Total, turbidity and thermotolerant coliforms and by the calculation was assigned the value to the quality of the waters, in a scale of 0 to 100. The Boxplot technique was used to present a descriptive statistical analysis, carried out by the software PAST - Paleontological STatistics. The IQA in the dry season varied from bad to good and in the rainy season varied from medium to good, indicating the seasonal influence. There was no spatial influence, which may be related to the eclipse effect, which attenuated the negative impact of a certain variable given to the aggregation of several variables.

**KEY WORDS:** Water resources, irrigated areas, climatic seasonality.

## INTRODUÇÃO

A água é essencial para a sobrevivência de todas as espécies do planeta e também é o recurso natural que mais enfrenta problemas em termos de qualidade e quantidade (BATISTA et al., 2014). A qualidade dessa, reflete os efeitos dos vários processos ocorridos ao longo do caminho percorrido, bem como a influencia pelas características da bacia hidrográfica (MASSOUD, 2012).

Quando a floresta é retirada dando lugar a sistemas de produção agrícola, ou pastagens, não apenas a paisagem é alterada, mas também a qualidade da água da bacia hidrográfica. Os usos múltiplos e as atividades realizadas em uma bacia hidrográfica causam relevantes alterações na qualidade dos recursos hídricos (ANDRIETTI et al., 2016). A agricultura tem sido indicada como fonte de poluição difusa das águas superficiais, pelo lançamento de resíduos no ambiente, que podem poluir o solo e a água (GONÇALVES et al., 2005).

Ao se avaliar a qualidade das águas superficiais, é necessário que seja empregado métodos de fácil compreensão, para que a informação possa ser transmitida aos usuários dos recursos hídricos (FERREIRA et al., 2015). O IQA é um índice que dá relevância a poluição por esgoto doméstico, que é a principal fonte de poluição nas bacias hidrográficas (ALVES et al., 2012). O seu cálculo é baseado em parâmetros que possuem pesos diferentes de acordo com sua importância no cálculo. Os parâmetros foram estabelecidos pela National Sanitation Foudantion nos Estados Unidos, para o desenvolvimento de um índice que representasse a qualidade da água (BUCCI; OLIVEIRA, 2014).

Em decorrência disso, o uso de índices de qualidade de água é uma maneira de monitorar as águas superficiais, prever e acompanhar, através de informações diminuídas, as possíveis deteriorações dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (BLUME et al., 2010; BARROS et al., 2014). Diversos pesquisadores têm realizado estudos de monitoramento da qualidade das águas nos últimos anos (BUCCI; OLIVEIRA, 2014; PONTES et al., 2012; VERISSÍMO; FERREIRA, 2013).

Diante disso, objetivou-se investigar a qualidade das águas superficiais pelo índice de qualidade das águas - IQA em área de agricultura irrigada do Projeto de Irrigação de Cotinguiba/Pindoba, localizado no Baixo São Francisco Sergipano.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é correspondente ao Perímetro Irrigado formado dos povoados de Cotinguiba e Pindoba, com coordenadas geográficas em UTM 24L 8868577 m e 8860105 m de latitude sul e entre UTM 24L 740720 m e 750810 m de longitude oeste. Este encontra-se à margem direita do rio São Francisco, abrangendo os municípios de Japoatã, Neópolis e Propriá no Estado de Sergipe (Figura 1).

O clima é do tipo semiúmido, com chuvas predominantes no outono e inverno. A precipitação média anual na área do perímetro é de 851 mm, sendo a máxima absoluta anual de 1.074 mm, em 1914, e a mínima de 527 mm, em 1946 (CODEVASF, 2005). As chuvas geralmente ocorrem de março a setembro, com maiores precipitações nos meses de abril a julho, sendo maio o mês mais chuvoso. O período de estiagem ocorre de outubro a fevereiro.

Este iniciou sua operação em 1982, foi desenvolvido em decorrência da implantação da Barragem de Sobradinho e do complexo hidrelétrico a montante, que modificou significativamente o regime de oscilação da vazão do rio São Francisco no Baixo Vale. Anteriormente a área abrangida pelo Projeto era uma várzea onde se praticavam a rizicultura e pesca exploratória, comandada pelas inundações sazonais naturais do rio São Francisco (CODEVASF, 2005).

Para esse estudo utilizaram-se dados de 7 pontos secundários (Tabela 1), de domínio público, do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água disponibilizados pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF, 2005), através dos relatórios das campanhas de monitoramento realizadas entre 1 a 7 de agosto de 2013 e 4 a 10 de janeiro de 2014 (CODEVASF, 2014).

Para aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) foram utilizadas as nove variáveis exigidas pelo índice: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, oxigênio dissolvido, sólidos totais, fósforo total, turbidez e coliformes termotolerantes. A partir do cálculo, foi atribuído o valor a qualidade das águas superficiais, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100. O IQA incorpora os nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas para abastecimento público. O índice é calculado pelo produtório ponderado da qualidade de água correspondente as variáveis que integram o índice, conforme a Equação 1.

$$IQA = \prod q_i^{w_i} \quad (1)$$

Em que:  $IQA$  = Índice de Qualidade da Água, variando de 0 a 100;  $q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$ , obtido com base na curva media especifica de qualidade;  $w_i$  = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Os pesos dos parâmetros ( $w$ ) foram atribuídos considerando a importância da conformação global da qualidade da água, sendo o oxigênio dissolvido a variável com maior peso atribuído (0,17) e os sólidos totais aquele com menor peso (0,08). Os valores do IQA foram analisados através de intervalos de classificação (Tabela 2), para os quais foram definidos os níveis de qualidade (CETESB, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de estiagem o índice variou de 31,79 a 80,25, de ruim a bom, e no período chuvoso variou de 64,40 a 85,87, médio a bom (Tabela 3). Considerando a variação sazonal verificou-se que o IQA médio para o período de estiagem foi médio e no período chuvoso foi bom.

Barros e Souza (2013) ao avaliar a qualidade da água do córrego André em Mirassol D'Oeste – MT obtiveram piores resultados, no período de estiagem o IQA variou entre 37,0 e 56,0 e no chuvoso de 33,78 a 58,27, classificando a qualidade das águas como regular em ambos os períodos, os autores atribuíram este nível ao descarte de efluentes domésticos, comercial e agropecuário.

De forma geral a qualidade das águas do Perímetro Irrigado de Cotinguiba/Pindoba, segundo os valores do IQA, é considerada média (69,42). Das 14 observações, 06 se

apresentaram com nível de qualidade médio, 07 com nível bom e um com nível ruim. Buzelli e Cunha et al. (2013) ao diagnosticar a qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP classificou a qualidade da água do reservatório como boa, para o período entre os anos de 2007 a 2012, apesar das intensas pressões antrópicas, principalmente em decorrência das atividades agrícolas.

Na Figura 2 pode ser observada a variação espacial e sazonal do IQA. Apenas a estação PI-02-A, no período de estiagem, teve o índice classificado como ruim, esse ponto de amostragem está localizado no Leito do rio São Francisco a pelo menos 100 metros a montante da Estação de Bombeamento, esperava-se que por não ter influência do Projeto de Irrigação o índice não fosse classificado desta forma. Ao caracterizar água da microbacia do Córrego Rico, em Jaboticabal-SP, Zanini et al. (2015) inferem que as atividades antrópicas as margens do Córrego reduzem a qualidade de sua água, durante os diferentes períodos do ano, apresentando melhor qualidade no período chuvoso e inferior no período de estiagem.

Os melhores índices foram obtidos no período chuvoso, em quatro estações PI-02-A, PV-09-A, PV-10-A e PV-11-A. As duas primeiras de adução de água para os lotes e as duas últimas das águas drenadas dos lotes, apesar do índice ter se mantido na mesma classificação não significa que não houve alteração na qualidade, tal classificação pode estar relacionada ao efeito eclipse, clássico e indesejável em índices de qualidade da água, por agregar inúmeras variáveis ambientais em um único número, o que pode produzir uma atenuação do impacto negativo de uma das variáveis frente ao comportamento estável das demais (SILVA; JARDIM, 2006; VERRISSIMO, 2013).

Simões et al. (2007) ao avaliarem o IQA na região de Assis-SP, com intensa atividade de piscicultura, obtiveram indicação de boa qualidade, mesmo com a mudança significativa de alcalinidade, condutividade e sólidos totais dissolvidos, observados com o emprego da Análise de Componentes Principais. Os autores atribuíram isto ao efeito eclipse que atenuou uma das variáveis frente às demais. As variáveis usadas para calcular o IQA foram as variáveis físicas: Turbidez e Temperatura; as variáveis químicas: DBO; pH; Oxigênio; Nitrogênio e Fósforo Total e a Variável biológica: Coliformes Fecais. Nas 14 estações com resultados utilizados para o IQA, os parâmetros de fósforo, OD e sólidos totais, não atenderam ao padrão legal para Classe II da Resolução do CONAMA N° 357/05. Os parâmetros de turbidez e sólidos dissolvidos não estavam em conformidade com referida norma. Resultados inversos foram obtidos por Frinhani e Carvalho (2010) ao avaliar as águas do rio do Tigre, localizado no município de Joaçaba-Sc, o rio recebe em sua trajetória, efluente doméstico, agrícola e industrial.

## CONCLUSÕES

O IQA, no período de estiagem variou de ruim a bom e no período chuvoso variou de médio a bom, comprovando a influência sazonal;

A média aritmética dos índices foi classificada como IQA médio;

Não foi evidenciada influência espacial nos resultados do IQA, que pode estar relacionado ao efeito eclipse, atenuação do impacto negativo de certa variável dada a agregação de inúmeras variáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. de L. S.; MONTEIRO, S. de M.; BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J. T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazônica**, v. 42, n. 1, p. 115-124, 2012.

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G. de; ALMEIDA, F. T. de; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 162-175, 2016.

BARROS, D. A.; SILVA, B. M.; SILVA, R. A.; PEREIRA, J. A. A.; BORGES, L. A. C.; PEREIRA E. L.; NASCIMENTO, G. O. Atributos físicos e pH de um fragmento do rio Taquari sob a mineração de bauxita no planalto de Poços de Caldas – MG. **Holos**, v. 4, p. 78-88, 2014.

BATISTA, A. A.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M. de; IZIDIO, N. S. de C.; LOPES, F. B. Sazonalidade e variação espacial do índice de estado trófico do açude Orós, Ceará, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 39-48, 2014.

BARROS, R. V. G.; SOUZA, C. A. Uso do Solo da Sub-bacia do Córrego André e Qualidade da Água em Mirassol D'Oeste - MT. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 30, p. 55-72, 2013.

BLUME, K. K.; MACEDO, J.C.; MENEGUZZI, A.; SILVA, L. B.; QUEVEDO, D. M.; RODRIGUES, M. A. S. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 4, p. 1185-1193, 2010.

BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. Índices de qualidade da água e de estado trófico na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, p. 130-148, 2014.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Índice de Qualidade das Águas**. São Paulo, 2005.

CODEVASF, **Diagnostico Ambiental dos Perímetros Irrigados da Codevasf – 4ª Superintendencia Regional**. 4a Superintendência Regional. Aracaju-Sergipe, 2005, 134 p.

CODEVASF, **Programa de Avaliacao das Aguas e Sedimentos dos Perímetros Irrigados | Perimetro Cotinguiba/Pindoba - CODEVASF**, Relatório Final, Sergipe: 4a Superintendência Regional, 2014, 44 p.

CUNHA, D. G. F., CALIJURI, M. C.; LAMPARELLI, M. C., MENEGON JR., N.; POVINELLI, J. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005–2009). **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 159-168, 2013.

FERREIRA, K. C. D.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M. de; MEIRELES, A. C. M.; SILVA, G. S. da. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 277-286, 2015.

FRINHANI, E. M. D.; CARVALHO, E. Monitoramento da qualidade das aguas do rio do Tigre, Joacaba, SC. **Unoesc & Ciencia – ACET**, Joacaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2010.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. dos S.; PELLEGRINI, J. B.R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 391-399, 2005.

MASSOUD, M. F. Assessment of water quality along a recreational section of the Damour River in Lebanon using the water quality index. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 7, p. 4151-4160, 2012.

PONTES, P. P.; MARQUES, A. R.; MARQUES, G. F. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo – Contagem. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 598-613, 2012.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulinia - SP. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006.

SIMÕES, F. S.; YABE, M. J. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C. Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em Assis e Candido Mota, São Paulo, por indicador de qualidade da água e análise estatística multivariada. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1835-1841, 2007.

VERISSÍMO, F. A. dos R.; FERREIRA, M. I. P. Aplicação do índice de qualidade da água (IQA) para caracterização do baixo curso do Rio São João. **Boletim do Observatório Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 181-197, 2013.

VERISSIMO, F. A. R.; FERREIRA, M. I. P. Application of the Water Quality Index (QWI) to characterize the lower course of the Sao Joao River. **Boletim do Observatorio Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 7 n. 2, p. 181-197, 2013.

ZANINI, H. L. H. T.; AMARAL, L. A.; ZANINI, J. R.; TAVARES, L. H. S. Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 732-741, 2010.

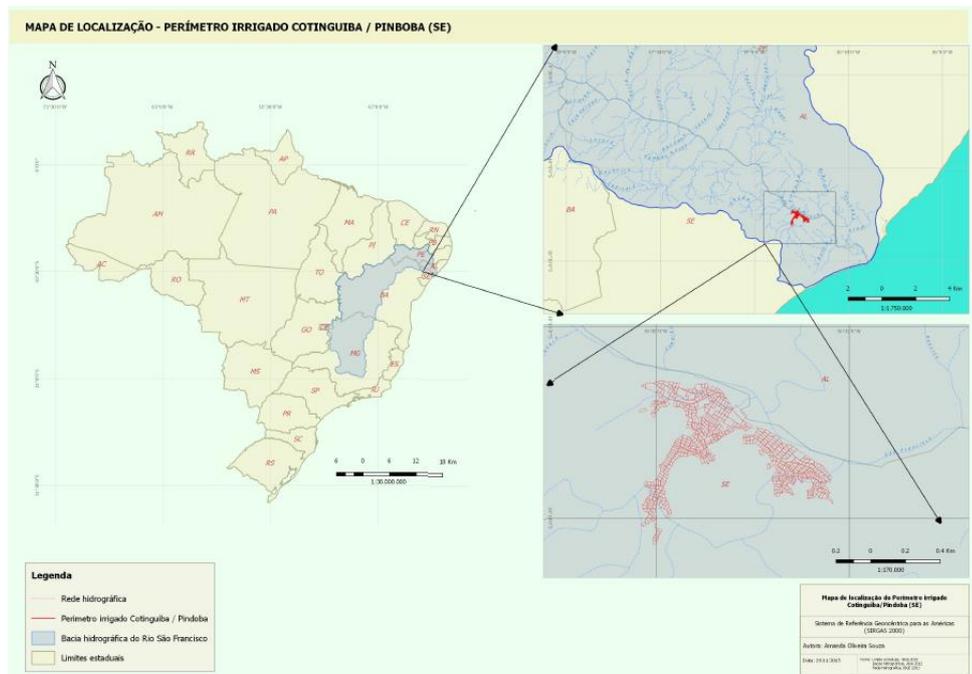


Figura 1. Localização do Perímetro Irrigado de Cotinguiba/Pindoba, Sergipe.

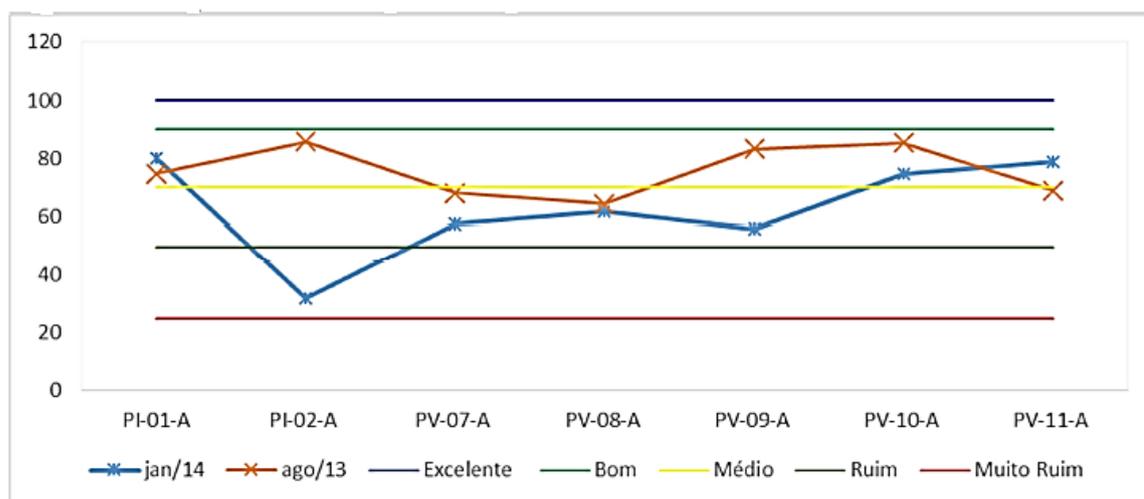


Figura 2. Variação sazonal e temporal do IQA

Tabela 1. Descrição das estações amostrais da rede de monitoramento da qualidade da água superficial do Perímetro Irrigado Cotinguiba/Pindoba para os anos de 2013 e 2014

Estação amostral	Descrição	Coordenadas geográficas 24L UTM (m)
PI-01-A	No leito do rio São Francisco a pelo menos 100 metros a montante EB 1204; Área de adução de água ao projeto de irrigação	742728 8868696
PI-02-A	No leito do rio São Francisco a pelo menos 100 metros a montante EB 1204, zona de mistura; Área de adução de água ao projeto de irrigação	746685 8866026
PV-07-A	Na entrada do riacho Estiva no perímetro – lote nº 357; Área de drenagem de lote agrícola rizicultura	740406 8862502
PV-08-A	Na entrada do riacho Pilões no perímetro – lote nº 389; Área de drenagem de lote agrícola - rizicultura	741116 8860068
PV-09-A	Na entrada do riacho Mussuipi no perímetro – lote nº 237; Área de drenagem de lote agrícola - rizicultura	746459 8865626
PV-10-A	Na drenagem da EB 1102 – EBD 01; Área de drenagem do perímetro	750903 8862934
PV-11-A	Na drenagem da EB 1602 – EBD 02; Área de drenagem do perímetro	746599 8865926

Tabela 2. Intervalos do IQA com respectivos níveis de qualidade

Intervalos do IQA	Nível de qualidade
$79 < IQA \leq 100$	Ótima
$51 < IQA \leq 79$	Boa
$36 < IQA \leq 51$	Regular
$19 < IQA \leq 36$	Ruim
$IQA \leq 19$	Péssima

**Tabela 3.** Descrição das estações de amostragem com seus respectivos IQA para o período de estiagem e chuvoso

<b>Estações</b>	<b>IQA</b>	<b>Nível de qualidade</b>	<b>IQA Período chuvoso</b>	<b>Nível de qualidade</b>
	<b>Período estiagem</b>			
PI-01-A	80,2583	Bom	74,7944	Bom
PI-02-A	31,7983	Ruim	85,8715	Bom
PV-07-A	57,6643	Médio	68,0815	Médio
PV-08-A	61,6477	Médio	64,4040	Médio
PV-09-A	56,1331	Médio	83,3416	Bom
PV-10-A	74,7053	Bom	85,4674	Bom
PV-11-A	78,8751	Bom	68,9662	Médio