

QUALIDADE DA ÁGUA E CORRELAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EM DRENAGENS URBANA E RURAL DE FORMOSA (GO)

RESUMO

A qualidade da água é determinada por parâmetros físico-químicos, com limites máximos e mínimos definidos em legislações. Entretanto não é suficiente para determinar um processo de impacto ambiental de origem natural ou antrópica, considerando a diversidade, pedológica, geológica, climática e socioeconômica de cada região. Diferentes análises dos parâmetros de qualidade, além dos valores máximos e mínimos permitidos pela legislação, devem ser consideradas para proporcionar a melhor interpretação das relações e a evolução de algum processo de impacto na qualidade da água. Nesta perspectiva este trabalho teve por objetivo realizar a determinação de 16 parâmetros físico-químicos em 12 pontos de amostragem espacializados no córrego Bandeirinha inserido em ambiente predominantemente rural e no córrego Josefa Gomes inserido no núcleo urbano do município de Formosa-GO, região do entorno de Brasília-DF. Esses parâmetros foram analisados durante o ciclo hidrológico e evidenciaram a variação da qualidade da água no ambiente rural e urbano. Para a interpretação dos resultados foi aplicada a correlação de Spearman, que auxiliou na identificação das relações entre os parâmetros físico-químicos, confirmando os resultados quanto à influência da urbanização e das atividades agropastoris. Os dados gerados auxiliam na identificação de fatores associados com a variabilidade da qualidade da água e áreas críticas para intervenção e podem ser utilizados para subsidiar a implementação de medidas de conservação, proteção e execução de políticas públicas de gestão ambiental do município, além de contribuir com a geração de dados acerca da qualidade da água superficial da região, que apresenta demanda de consumo crescente e constante.

PALAVRAS-CHAVES: Qualidade da Água; Correlação; Análise Físico-Química.

WATER QUALITY AND A CORRELATION BETWEEN THE PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS DRAINS URBAN AND RURAL IN FORMOSA (GO)

ABSTRACT

Water quality is determined by physicochemical parameters, and their maximum and minimum limits set in legislation, however, is not sufficient to determine a process of environmental impact of natural or anthropogenic origin, considering the diversity, pedological, geological, climatic and socioeconomic in each region. Different analyzes of the quality parameters beyond the minimum and maximum values allowed by the legislation must be considered to provide the best interpretation of the relations and the evolution of some process of impact on water quality. In this perspective, this work aimed to make the determination of 16 physico-chemical parameters in 12 points spatially sampling the stream Bandeirinha inserted in predominantly rural environment and stream Josefa Gomes inserted in the urban core of the municipality of Formosa-GO the region around Brasília-DF. These parameters were analyzed during the hydrological cycle and showed the variation of water quality in rural and urban environment. In interpreting the results Spearman who assisted in the identification of relationships between physicochemical parameters, confirming the results about the influence of urbanization and agropastoral activities was applied. The data generated help identify factors associated with the variability of water quality and critical areas for intervention can be used to support the implementation of conservation measures and protection, the development and implementation of public policies for environmental management of the municipality, in addition contribute to the generation of data on surface water quality in the region, which has increased demand and rising consumption.

KEYWORDS: Water Quality; Correlation; Analysis Physical Chemistry.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.1, Dez 2014, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2015.

ISSN 2179-6858

SECTION: Articles

TOPIC: Físico-Química Ambiental



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0007

Sandro Morais Pimenta

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1267758210559145>
moraisecologia@gmail.com

Geraldo Rezende Boaventura

Universidade de Brasília, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6454269644052069>
grbunb@unb.br

Tiago Godoi Ribeiro

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1286642248298815>
godoiribeiro@gmail.com

Alfredo Palau Peña

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5892205419303430>
alfredo.palau@gmail.com

Received: 12/09/2014

Approved: 14/10/2015

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

PIMENTA, S. M.; BOAVENTURA, G. R.; RIBEIRO, T. G.; PENA A. P. Eutrofização: aspectos conceituais, usos da água e diretrizes para a gestão ambiental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.1, p.78-94, 2015.* DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0007>

INTRODUÇÃO

A obtenção de informações integradas, a respeito de um corpo hídrico, depende do estudo das interações que ocorrem entre os fatores do meio físico, biótico e antrópico na área avaliada. Essas interações estão vinculadas a uma escala temporal, refletindo um comportamento dinâmico, intrínseco a cada ambiente. Nas drenagens superficiais estão presentes diversos elementos químicos em proporções e origens diversas, fato que atribui às águas superficiais características específicas, de acordo com a variação quantitativa e qualitativa dos elementos constituintes. Sperling (2007) ressalta que essas características, podem ser expressas em forma de parâmetros de qualidade da água, sendo utilizados na avaliação de águas de abastecimento, águas residuárias e drenagens superficiais. As condições do meio físico afetam a qualidade da água ao incorporar na rede de drenagem, o material que está suspenso na atmosfera, além da contribuição do escoamento superficial e elementos diversos provenientes da dissolução de rochas, conforme as características geológicas de cada região.

Carmo et al. (2005) apontaram que as atividades antrópicas que comprometem a qualidade da água, estão relacionadas ao uso não controlado de insumos agrícolas e ao lançamento de efluentes industriais e domésticos. A distribuição de elementos químicos depende não somente das concentrações, mas também das reações físico-químicas nos ambientes, diretamente influenciadas pelas condições ambientais, intemperismo natural e ações antrópicas.

Conforme Santos et al.. (2012) diversos estudos em drenagens superficiais indicam como possível fonte dos elementos: Cu, Fe, Ni, Al, Cr, Mn, Zn e Cd, o uso e ocupação do solo, seja em área urbana, ou rural. A utilização de insumos nas atividades agropastoris auxilia no aumento da produtividade em relação à área cultivada, contudo, gera impactos ambientais no solo e nas drenagens superficiais, além da possibilidade de intoxicação das comunidades próximas por meio da ingestão progressiva destes produtos. Em áreas urbanas temos a utilização de combustíveis, lubrificantes, produtos de limpeza, atividades industriais e outras inseridas no ambiente urbano, possível fonte antrópica destes elementos.

O crescimento urbano em direção aos rios tem apresentado grandes reflexos na qualidade das águas, com altos custos econômicos e sociais, tornando a disponibilidade hídrica um fator limitante ao próprio desenvolvimento das cidades. A qualidade da água é fundamental para o bem-estar da população. Os impactos gerados pela crescente urbanização geram a efetiva redução da disponibilidade dos recursos hídricos e do potencial de utilização. Cyril e Weng (2010) destacaram que o exponencial crescimento nas áreas urbanas e atividades agropastoris implicam nas mudanças do uso e cobertura do solo para atender o crescimento populacional e alteraram significativamente a qualidade da água de superfície. Estes autores realizam o estudo demonstrando que o nível de concentração de poluentes de fontes difusas nas águas de superfície dentro de uma bacia depende muito das relações entre a época e a área que contribuem para o escoamento superficial.

A alteração da qualidade da água em drenagens superficiais, independente da fonte esgotos domésticos, esgotos industriais, água de escoamento superficial, resíduos sólidos, causa modificações em suas características físicas, químicas e biológicas, afetando um determinado uso previsto para o recurso hídrico. Poudel et al. (2013) ressaltaram que a decomposição de materiais orgânicos nas drenagens resulta na adição de nitrogênio, fósforo, e outros minerais na água, além da poluição difusa de substâncias dissolvidas tais como cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), e carbonatos (CO_3^{2-}), que também alteram a qualidade das drenagens superficiais, devido à aplicação de fertilizantes, calcário, intemperismo das rochas, pesticidas, ou a partir de escoamento urbano.

Para a avaliação da qualidade das águas pode-se utilizar diversos métodos, os quais apresentam inicialmente, o estado da água em uma bacia hidrográfica, inserida em área rural ou urbana, este é um instrumento importante da gestão ambiental. Consistem na realização das análises dos parâmetros físico-químicos de qualidade das águas, produzindo informações e dados, das áreas de influência de atividades antrópicas, potencialmente impactantes e limitantes dos diversos usos dos recursos hídricos. Esta análise é destinada às diversas instâncias legais pertinentes, bem como à comunidade científica e ao público em geral.

As exigências quanto à qualidade da água são diretamente relacionados ao uso a que se destina. Os gestores estabelecem dispositivos legais como resoluções, portarias, normas e leis, que apresentam os valores máximos e mínimos permitidos, com que elementos ou características desagradáveis, podem estar presentes na água, sem que esta se torne inconveniente para um determinado uso. No âmbito da legislação brasileira, os parâmetros físico-químicos de qualidade de água possuem suas referências quantitativas nos Valores Máximos Permitidos (V.M.P), determinados pela resolução CONAMA 357/05. A legislação federal determina os V.M.P para os parâmetros de qualidade de água, contudo não é suficiente para distinguir um processo de impacto ambiental de origem antrópica ou natural, ao considerarmos as diferenças morfoclimáticas, geológicas, pedológicas e socioeconômicas de cada região do Brasil.

A preocupação com a qualidade da água tem se tornado uma necessidade permanente. Conforme Rodriguez et al. (2014) nos últimos anos, fatores políticos e técnicos como modelagem da qualidade da água, monitoramento de nutrientes e sedimentos, concentrações de pesticidas e poluentes nos córregos e rios, influenciaram mudanças nas políticas ambientais. Le et al. (2014) ressaltam que a eficiência para a tomada de decisão quanto gestão da qualidade da água é fundamental para redução de custos financeiros e ambientais. Os autores propõem em seu estudo um modelo de qualidade de água aglomerado, com sensibilidade e análise de incerteza, e um domínio de gerenciamento, incluindo a estimativa de perda e valor da análise da informação. Consequentemente indo além dos valores máximos e mínimos determinados pelos órgãos ambientais para os parâmetros de qualidade da água.

Poudel et al. (2013), destacam que devido à interação entre os parâmetros é possível explicar a variabilidade na qualidade da água de superfície utilizando alguns grupos de parâmetros. Em seus estudos os autores realizam a análise da qualidade da água utilizando 13 parâmetros físico-químicos (DBO_5 ; Totais de Sólidos Suspensos; NO_3 ; Nitrogênio Total; Fósforo

Total; Fósforo Reativo Solúvel; Temperatura; Condutividade Elétrica; Totais de Sólidos Dissolvidos; pH; Turbidez; Oxigênio Dissolvido; Nitrogênio Total Kjeldahl) e interpretando os resultados com técnicas de análise estatísticas não paramétricas. A aplicação das análises estatísticas e a interação dos parâmetros proporcionou uma melhor interpretação quanto às alterações na qualidade da água da drenagem avaliada.

Na realização da avaliação da qualidade da água é fundamental considerar o ciclo hidrológico da área avaliada. Zhang et al. (2013) realizaram a comparação dos impactos da vazão do rio sobre a qualidade das águas superficiais do Rio Xiangjiang na China, utilizando 12 parâmetros de qualidade da água de superfície em 31 pontos de amostragens de janeiro de 1998 a dezembro de 2008. Ao longo da drenagem principal constatou-se que concentrações significativamente maiores de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total, e DBO₅ ocorreram durante os períodos de seca da região, o que implica a necessidade de um maior controle dos órgãos ambientais nesta época.

Este trabalho teve por objetivo a avaliação dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água durante o ciclo hidrológico e a correlação dos resultados, aplicados em duas drenagens superficiais: o córrego Bandeirinha inserido em ambiente predominantemente rural e o córrego Josefa Gomes inserido no núcleo urbano do município de Formosa (GO), região do entrono de Brasília (DF). Assim como outros municípios do entorno de Brasília, a forma e a velocidade do processo de ocupação urbana em Formosa, impulsionado pela proximidade da capital federal, refletiram fortemente sobre os recursos naturais e o meio social. A escolha das duas drenagens para o desenvolvimento do estudo deu-se por possuírem características distintas, porém localizadas na mesma região. O estudo também contribui para a geração de dados acerca da qualidade da água superficial da região, que apresenta demanda de consumo crescente e constante.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área para o desenvolvimento da pesquisa são os córregos Bandeirinha e Josefa Gomes localizados no município de Formosa-GO, microrregião do entorno de Brasília. Possui uma população de 100.085 habitantes (IBGE, 2010). A sede municipal situa-se a 70 km de Brasília. A agropecuária é atividade estruturante na economia de Formosa, principalmente a pecuária de corte e leite (Figura 01).

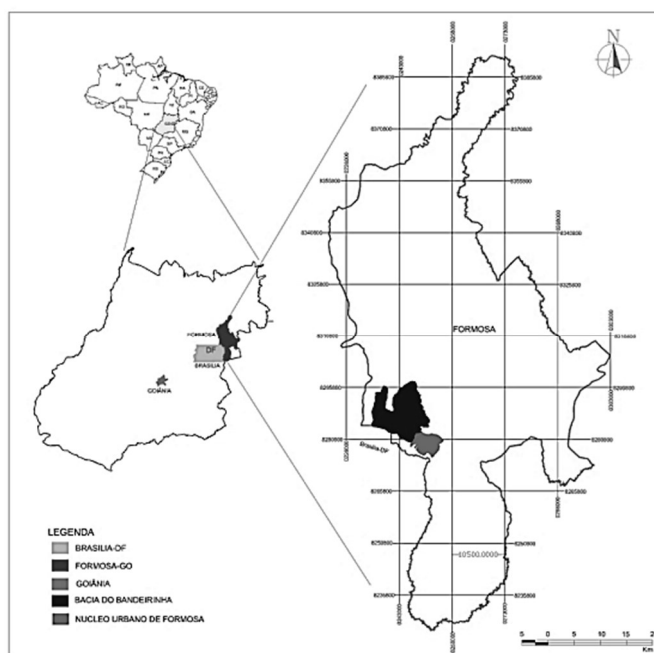


Figura 1: Localização do município de Formosa (GO).

Fonte: IBGE 2010, Imagens CBERS 2-INPE, 2011, Organização Final, Pimenta 2014.

A região onde está inserido o município de Formosa possui clima tipo Aw, caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca, que corresponde ao outono e inverno nos meses de maio a setembro, e a outra úmida com chuvas torrenciais, correspondendo ao período de primavera e verão nos meses de outubro a abril. O período de inverno apresenta estabilidade climática e reduzida precipitação. A distribuição pluviométrica é padrão típico da região Centro-Oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos Cerrados, com precipitação média anual na ordem de 1.485 mm, e temperatura média anual em torno de 21,5°C.

A carta geológica do Serviço Geológico do Brasil CPRM (2004) SD 23, folha Brasília, apresenta para a região do município de Formosa, a ocorrência de rochas do Proterozóico, representado pelo Grupo Paranoá de idade mesoproterozóica e Grupo Bambuí, Subgrupo Paraopeba de idade neoproterozóica, coberturas Detrito-Lateríticas do Terciário-Quaternário e Aluviões recentes nas margens dos cursos de água. Guimarães et al. (1997) destaca que na região de Formosa-Bezerra-Cabeceiras, o Grupo Paranoá é exposto no centro de grandes anticlinais inversos de flancos falhados, podendo estar recoberto pelos diamictitos glaciais da Formação Jequitaiá ou diretamente pelos carbonatos do Grupo Bambuí.

Por meio de estudos sedimentológicos e petrográficos das rochas dos grupos Paranoá e Bambuí, Guimarães (1997) aponta que as rochas de ambas as unidades se originaram em contextos tectônicos distintos e que os sedimentos são provenientes de rochas-fontes diferentes. As rochas do Grupo Paranoá são arenitos e pelitos, formados por sedimentos cratônicos, depositados lentamente sobre uma bacia tectonicamente estável. As rochas terrígenas do grupo Bambuí são mineralógica e texturalmente imaturas, tendo os sedimentos se acumulado em uma bacia sobre influência de processos colisionais.

Fundamentado no mapeamento geomorfológico da Folha SD 23 Brasília elaborado por Mauro et al. (1982), o município de Formosa e a área de estudo do córrego Bandeirinha e córrego Josefa Gomes se insere nos domínios dos Planaltos em Estruturas Sedimentares Concordantes, este domínio compreende a unidade geomorfológica Chapadas do Distrito Federal, integrante da região geomorfológica Planalto Goiás-Minas. Chaves et al. (2014) destacaram que a Região dos Planaltos de Goiás-Minas é formada pelas Chapadas do Distrito Federal, que caracteriza-se por modelados constituídos principalmente de uma superfície de aplainamento degradada e retocada pela dissecação incipiente, produzida pelos Rios São Bartolomeu e Preto. No sudeste da cidade de Formosa, os topos tabulares do planalto são mantidos por couraças ferruginosas constituídas por fragmentos de rocha. Nessa região estão presentes várias classes de solos, destacam-se os latossolos, os argissolos, os cambissolos, os Neossoloslíticos, Neossolos Quartzarênicos, os Plintossolos e os Neossolos Flúvicos.

A caracterização preliminar do contexto geológico e geomorfológico é importante para a compreensão da relação entre as rochas e suas estruturas que controlam as feições geomorfológicas, os tipos e composição de solos, os reservatórios subterrâneos e o condicionamento das águas superficiais, o aporte de elementos químicos nos solos e água. O córrego Bandeirinha é manancial utilizado pelo sistema de abastecimento de água do município. Está inserido em área predominantemente rural, com percurso de aproximadamente 42 km, direção Norte, desaguando no Rio Paranã e pertence à bacia Amazônica. Por meio de levantamento na área constata-se pela classificação de Strahler (1957) que os cursos de água na bacia são de 1ª a 4ª ordem e apresentam características líticas de planalto, com pequenas corredeiras a cachoeiras sobre lajes, e seus pequenos contribuintes de 1ª a 2ª ordem são geralmente cursos temporários. Suas margens estão acompanhadas de matas de galeria com enclaves de cerrado, mata estacional e áreas modificadas formadas por pastos.

O córrego Josefa Gomes, está completamente inserido em ambiente urbano, tem percurso de 7,5 km direção sudoeste e sua nascente localiza-se no parque municipal Mata da Bica. O córrego Josefa Gomes pela classificação de Strahler (1957) é uma drenagem de 3º ordem onde seus contribuintes de 1ª a 2ª ordem, são cursos temporários e parte do percurso do córrego Josefa Gomes, aproximadamente 1,5 km, é retificado. Após a retificação o córrego Josefa Gomes percorre aproximadamente 6 km e deságua na Lagoa Feia. Em seguida a Lagoa Feia o córrego é denominado de Rio Preto percorrendo os Estados de Goiás, Distrito Federal e Minas. O Rio Preto é um dos principais tributários do rio Paracatu, no Estado de Minas Gerais, e este é um importante afluente do Rio São Francisco.

Amostragem

Para a realização do estudo foram selecionados 08 pontos no córrego Bandeirinha, e 04 pontos no córrego Josefa Gomes. A seleção dos pontos de amostragem ocorreu a partir da análise dos seguintes critérios: atividades antrópicas ao longo da drenagem, incidência de

tributários na rede de drenagem, possíveis fontes de poluição identificadas e acessibilidade dos pontos selecionados. As coletas ocorreram nos meses de Janeiro e Setembro de 2013, de acordo com o ciclo hidrológico da região. Os pontos de coleta são apresentados na Tabela 1, especializados conforme a Figura 2 abaixo.

Tabela 01: Córrego Bandeirinha e Josefa Gomes, pontos de amostragem e referência de localização.

Pontos	Coordenadas U.T.M	Elevação (m)	Referencia de Localização
Córrego Bandeirinha			
PB1	236493,72 - 8285621,08	1076,79	Fazenda Asa Branca
PB2	238214,31 - 8290682,55	1039,06	Córrego Cachoeira Alta
PB3	239970,07 - 8287121,16	999,64	Fazenda Asa Branca
PB4	242870,84 - 8284033,05	982,34	Captação Água (SANEAGO)
PB5	248426,21 - 8284776,50	800,89	GO 116
PB6	248773,91 - 8287121,41	708,85	GO 116
PB7	246708,56 - 8291243,96	661,98	Fazenda Jenipapo
PB8	246891,00 - 8297253,00	605,75	Fazenda Santo Estevão
Córrego Josefa Gomes			
PJ1	249564,69 - 8278950,81	926,83	Nascente Paq. Mun. Mata da Bica.
PJ2	250132,09 - 8280902,66	902,07	Final Trecho Retificado, Av. Califórnia.
PJ3	251728,59 - 8281177,27	888,13	Adutora Água Trat. Rua Ametista
PJ4	252937,47 - 8280043,56	879,96	Rua 24 Ponte da Av. B

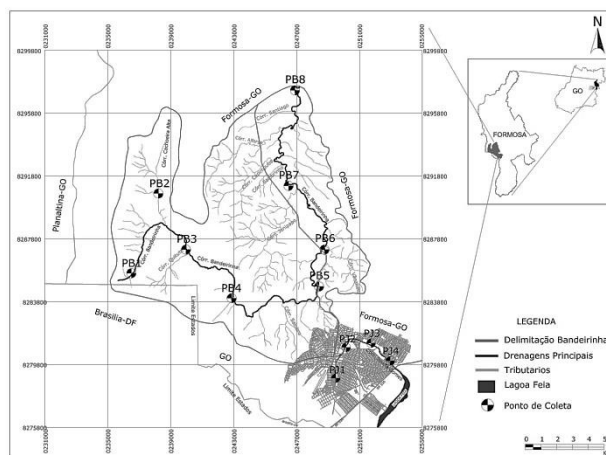


Figura 2: Pontos de amostragem córrego Bandeirinha e Josefa Gomes, Formosa-GO.
Fonte: IBGE 2010, Imagens CBERS 2-INPE, 2011, Organização Final, Pimenta 2014.

Os 08 pontos de coleta no córrego Bandeirinha seguem da nascente montante para desague jusante no Rio Paranã. Seu percurso é predominante na área rural do município, sendo assim caracterizados: Ponto PB1 próximo à área de nascente, na Fazenda Asa Branca e recebe influência das atividades agropastoris desta área, dista cerca de 300 metros das nascentes do córrego Bandeirinha. O ponto PB2 em um dos tributários do córrego Bandeirinha, o córrego Cachoeira Alta. Este ponto de amostragem está inserido em área rural, próximo cerca de 800 metros de uma produção de hortaliças.

O ponto PB3 está em área rural, também localizada na Fazenda Asa Branca, contudo esta área é utilizada para a pecuária extensiva, e mantém as margens protegidas, onde foi observada uma faixa de aproximadamente 30 metros de vegetação ciliar. O ponto PB4 está na área de captação de água do córrego Bandeirinha, utilizada pela concessionária de Saneamento de Goiás – SANEAGO, para o abastecimento do município de Formosa localizada na Fazenda Bandeirinha. Esta área é utilizada para a implantação de uma nova barragem. O solo do local da construção

da barragem está em parte, desprovido de vegetação nativa e remanescente de pastagens e parte para abrigar a atual estação de bombeamento de água.

Os pontos PB5 e PB6 estão localizados a jusante do núcleo urbano do município, próximos a rodovia GO 116, e recebem a influência deste. Constatou-se na saída da GO 116 direção Norte, a presença de um depósito de resíduos sólidos e entulhos da construção civil, no limite urbano do município próximo ao córrego Salobro, tributário do Bandeirinha, a montante dos pontos PB5 e PB6. O ponto PB7 está localizado na Fazenda Jenipapo, logo após o deságue do córrego Jenipapo, tributário da bacia do Bandeirinha, suas margens e área de proteção permanente encontram-se preservadas. O ponto PB8 está localizado na Fazenda Santo Estevão, próximo ao exutório da bacia do Bandeirinha no Rio Paranã, que também possui as margens protegidas com a presença de vegetação e densa área de proteção permanente.

Os 04 pontos de amostragem no córrego Josefa Gomes, seguem da nascente no parque municipal Mata da Bica, até seu deságue na Lagoa Feia. O ponto PJ1 foi amostrado próximo a nascente dentro do parque municipal Mata da Bica. O Ponto PJ2 está localizado logo após o término do trecho de 1,5 km retificado do Josefa Gomes, no final da Avenida Ivone Sadd e encontro da Avenida Califórnia. Sua margem apresenta resíduos sólidos, odor característico de efluente doméstico, além do lançamento de drenagem pluvial oriunda das Avenidas Ivone Sadd e Avenida Califórnia e sua margem esquerda esta em processo de assoreamento.

O ponto PJ3 está localizado próximo ao conjunto de casa unifamiliares, recém-construídas e ocupadas, cerca de 120 metros de distância, observa-se nas margens a presença de resíduos sólidos. O ponto PJ4 está localizado próximo a Avenida B, área com grande adensamento populacional e dista cerca de 10 metros das residências na Rua 06. Também apresenta resíduos sólidos nas suas margens, além de odor característico de efluente doméstico e sua margem esquerda está em processo de assoreamento. Este ponto dista aproximadamente 800 metros do deságue do córrego Josefa Gomes na Lagoa Feia.

Determinações em Campo e Laboratório

Nos 12 pontos de amostragem foram realizadas em campo as determinações de pH, Temperatura, Condutividade Elétrica e Totais de Sólidos Dissolvidos, utilizando um multiparâmetro portátil (Hach, série Sension 378) e Oxigênio Dissolvido por meio de Oxímetro Microprocessado portátil (modelo OMC-900). Para a coleta das amostras de água foram utilizados frascos de polietileno de 1L previamente identificados, lavados com ácido nítrico 10% e com água obtida por sistema de purificação Milliq (resistividade de $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$). No momento da coleta, foram ambientados com a mesma água da amostra e acondicionadas sob refrigeração em caixas térmicas até a chegada nos Laboratório de Geoquímica da UnB e Laboratórios do Instituto Federal de Goiás. Turbidez; Cor e NH_3 foram determinados por técnicas colorimétricas com leitura em espectrofotômetro (Hach modelo DR 2000).

As amostras de água coletadas foram divididas em duas frações de 50 mL filtradas para dois frascos de centrífuga de 50 mL utilizando membranas em ésteres de celulose com poro de 0,45 µm Milipore. Uma das frações foi acidificada com ácido nítrico suprapur Merck até pH < 2 para determinação de metais. A outra fração foi reservada para determinação dos ânions. A determinação de Na e K foi realizada utilizando um Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA), da marca Perkin Elmer, modelo Analyst 200, com fonte de excitação chama de acetileno. As determinações de ferro, alumínio, foram realizadas no Espectrômetro de Emissão Atômica com Plasma indutivamente acoplado (ICP/AES) marca Spectro, modelo Spectroflame-Fvmo3, utilizando nebulizador Meinhard.

Os ânions: F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ e SO₄²⁻ foram determinados por cromatógrafo iônico (IC) com condutividade suprimida da marca Dionex, modelo ICS90. A alcalinidade foi determinada por método titulométrico com H₂SO₄ a 0,02N padronizado com NaOH 0,05 N, utilizando um titulador automático da marca Schott, modelo Titroline easy. As metodologias utilizadas na determinação dos parâmetros foram baseadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edição da *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e da *Water Pollution Control Federation (WPCF)*. O controle de qualidade, nas análises laboratoriais, foi realizado por amostra padrão de referência do laboratório, amostra de controle (branco) e o balanço iônico conforme Logan (1965). As curvas de calibração do EAA, ICP e IC foram preparadas com soluções padrões de 1000 ppm da marca Vetec, a partir delas foram feitas as diluições necessárias para cada elemento.

Os dados obtidos com as determinações físico-químicas durante o ciclo hidrológico da região foram tratados com a aplicação do método da correlação de Spearman (R) entre os resultados, procedimento utilizado por Carmo et al. (2005), Poudel et al. (2013), Zhang et al. (2013). Esse é um método não paramétrico usado nos casos em que os dados apresentam-se dispersos, com alguns pontos da amostra bem distantes dos demais e quando esses não pertencem a uma escala de medida padrão, porém, possuem uma ordenação.

RESULTADOS

Resultados das Determinações Físico-químicas

Para as determinações físico-químicas foram utilizados 16 parâmetros. Os parâmetros Ferro Total (Fe) e Alumínio (Al), ficaram em todos os pontos, abaixo do Limite de Detecção LD > 0,3 (mg/L) e LD > 0,2 respectivamente. Os resultados do período chuvoso e seco estão apresentados na tabela 02 abaixo.

Tabela 02: Parâmetros físico-químicos no período chuvoso e seco, córregos Bandeirinha e Josefa Gomes.

CORREGO BANDEIRINHA - PARÂMETROS (Chuva)																
Ponto	T °C	Cor UH	Turb UT	pH	C.E µs/cm	TSD mg/L	O.D	Alcal	NH ₃	Na	K	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	F ⁻
PB1	23	22	5	5,71	5	1,9	7,1	2,43	<LD	0,08	0,48	<LD	<LD	0,26	0,16	0,04
PB2	22,9	66	12	6,30	16,91	7,6	7,8	7,06	0,19	0,22	0,69	0,69	0,35	<LD	0,25	0,03
PB3	21,5	127	26	5,96	12,17	5,3	8,9	7,06	0,27	0,21	0,56	0,71	<LD	0,20	0,27	<LD
PB4	21,8	78	16	6	13,45	5,9	8,2	7,06	0,16	0,23	0,51	<LD	2,51	0,23	0,27	0,03

PB5	22,5	57	13,60	7,44	112,90	53,7	9,3	34,19	0,14	0,63	2,12	0,65	0,52	0,50	0,46	0,04
PB6	23,7	53	12,30	7,46	149,30	71,2	8,7	45,44	0,13	0,65	2,41	1,88	<LD	0,49	0,47	0,09
PB7	27,5	238	73	7,51	99,30	47,1	9,5	33,72	0,17	0,97	2,36	1,06	<LD	0,42	1,68	0,24
PB8	27,3	420	106	7,38	133	63,3	9,1	45,90	0,42	2,05	1,94	1,62	<LD	0,99	1,14	0,38
CÓRREGO BANDEIRINHA - PARÂMETROS (Seca)																
PB1	23,8	18	5	5,4	4,95	1,8	6,9	12,35	0,25	0,12	0,39	<LD	1,5	0,49	0,35	<LD
PB2	23,9	33	7	6,25	23,5	10,7	7,8	64,41	0,3	0,30	1,01	<LD	0,85	0,31	0,78	<LD
PB3	25,9	52	11	6,3	18,4	8,3	8,1	50,51	0,35	0,20	0,85	<LD	0,87	0,42	0,86	0,16
PB4	25,5	43	10	6,18	15,3	6,7	8,5	42,79	0,34	0,20	0,61	<LD	<LD	0,39	0,83	0,09
PB5	24,5	15	4	7,78	165,9	79,2	9,5	47,84	0,30	0,74	2,70	0,75	<LD	0,53	0,41	<LD
PB6	25,7	5	3	7,96	191	91,3	8,3	52,89	0,28	0,71	3,03	0,59	<LD	0,31	0,30	0,12
PB7	26,5	27	6	7,52	255	122,2	9,1	71,28	0,28	0,70	3,91	2,57	2,28	0,79	1,14	0,41
PB8	26,3	23	5	7,78	248	118,9	9,5	69,55	0,34	0,92	3,24	1,56	0,98	0,58	0,95	0,13
CÓRREGO JOSEFA GOMES - PARÂMETROS (Chuva)																
Ponto	T °C	Cor UH	Turb UT	pH	C.E µs/cm	TSD mg/L	O.D	Alcal	NH ₃	Na	K	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	F ⁻
PJ1	22,6	49	11	6,45	57,10	26,80	7,2	15,66	0,11	3,65	0,70	1,12	1,29	0,32	1,37	0,04
PJ2	22,8	61	11,90	6,83	139,4	66,40	8,5	27,35	0,30	13,94	2,46	2,94	<LD	11,50	6,21	0,13
PJ3	23,9	27	2,60	6,95	129,7	61,70	9,5	34,63	0,06	9,55	2,02	2,25	<LD	<LD	3,81	0,12
PJ4	22,9	37	4	7,17	129,0	61,40	6,7	35,07	0,09	9,01	1,79	1,76	<LD	0,44	3,84	0,07
CÓRREGO JOSEFA GOMES - PARÂMETROS (Seca)																
PJ1	25,60	8	2	6,26	41,10	19,10	8,1	10,34	0,19	3,88	0,23	<LD	<LD	0,93	2,59	0,09
PJ2	25,80	40	8	6,61	151,10	72,10	7,7	26,55	1,67	15,30	2,50	3,81	0,60	8,37	9,07	0,14
PJ3	24,90	43	9	6,84	138,60	66,00	9,1	31,94	0,29	13,75	0,89	0,92	<LD	0,38	7,01	<LD
PJ4	25,90	34	7	7,48	133,50	63,50	8,6	31,74	0,23	12,06	0,96	<LD	1,25	0,51	6,90	0,24

Obs.: Resultados abaixo do Limite de Detecção (<LD); UH = Unidade de Hasen; UT = Unidade de Turbidez.

No córrego Bandeirinha são perceptíveis a influência antrópica a partir dos pontos PB5 a PB8, estes localizados a jusante do núcleo urbano do município, apresentando as maiores alterações nos parâmetros avaliados tanto no período chuvoso quanto no período seco. No período seco destaca-se variação no SO₄²⁻ no NO₃⁻ e Cl⁻, que tem como possíveis fontes esgotos domésticos. Esta variação é melhor observada no período seco, principalmente para o SO₄²⁻, onde os valores obtidos do PB1 ao PB4 ficaram abaixo do limite de detecção.

A Condutividade Elétrica e os Totais de Sólidos Dissolvidos apresentam uma evolução nos valores ao longo da amostragem por serem acumulativos e diretamente proporcionais. Os maiores valores aferidos foram constatados no período seco devido à concentração dos elementos. No período chuvoso, constatou-se maior carreamento do solo, alterando principalmente os parâmetros Cor e Turbidez. A alcalinidade apresentou-se condizente com as características geológicas da região, que esta situada na série Bambuí rica em carbonatos, os valores aferidos foram acumulativos, possivelmente oriundos do arraste de sedimentos e intemperismo nas margens das drenagens, nos pontos PB5 e PB6 a jusante do núcleo urbano do município, tanto no período chuvoso quanto no seco. O ponto PB1, correspondente a nascente do córrego, apresenta baixos valores nos parâmetros de qualidade. O O.D apresentou variação, diretamente ligada ao tipo do percurso nos pontos amostrados, ambiente lótico com a presença de corredeira, decorrente da geomorfologia local, mesmo com as evidentes contribuições de efluentes domésticos, este parâmetro apresentou pouca variação.

As análises evidenciam que os pontos amostrados no córrego Bandeirinha durante o ciclo hidrológico, estão sujeitos a poucas alterações na qualidade da água, pelos parâmetros físico-químicos determinados. As principais alterações nos parâmetros avaliados ocorrem à jusante do núcleo urbano do município, que dista cerca de 5 km do tributário mais próximo do córrego Bandeirinha, indicando a influência direta da área urbana sobre uma drenagem predominantemente inserida em área rural. No córrego Josefa Gomes não foi verificada alterações significativas no pH permanecendo neutro a levemente alcalino. Assim como no

córrego Bandeirinha, percebem-se no período chuvoso maiores valores para os parâmetros Cor e Turbidez, sendo reduzidos no período seco, quanto aos demais parâmetros apresentam valores aferidos maiores devido à concentração dos elementos.

Os parâmetros avaliados tiveram os maiores valores aferidos no ponto PJ2, localizado no final do trecho retificado, recebe contribuição da drenagem superficial da Avenida Califórnia. Neste ponto foi verificada a presença de NH_3 (0,30 mg/L) no período chuvoso e concentração maior no período seco (1,67 mg/L), além dos maiores valores para SO_4^{2-} no NO_3^- e Cl^- , durante todo ciclo hidrológico, indicando a contribuição de lançamento de efluentes domésticos. Conseqüentemente este ponto apresentou o menor valor para o Oxigênio Dissolvido - O.D (7,7 mg/L) no período seco. No ponto PJ1, foi identificada a presença de PO_4^{3-} (1,29 mg/L) no período chuvoso, possivelmente oriundo de adubos e preparo do solo, no processo de plantio e recuperação desta área no parque Mata da Bica, sendo esse valor registrado o maior entre os pontos de amostragem.

Os Gráficos 1 e 2 abaixo apresentam a distribuição dos parâmetros físico-químicos nos córregos Bandeirinha e Josefa Gomes. Os parâmetros estão agrupados em A: Temperatura, Cor, Turbidez, pH, C.E, TSD, O.D e Alcalinidade períodos chuvoso e seco, grupo B: NH_3 ; Na, K, SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^- , F^- períodos chuvoso e seco.

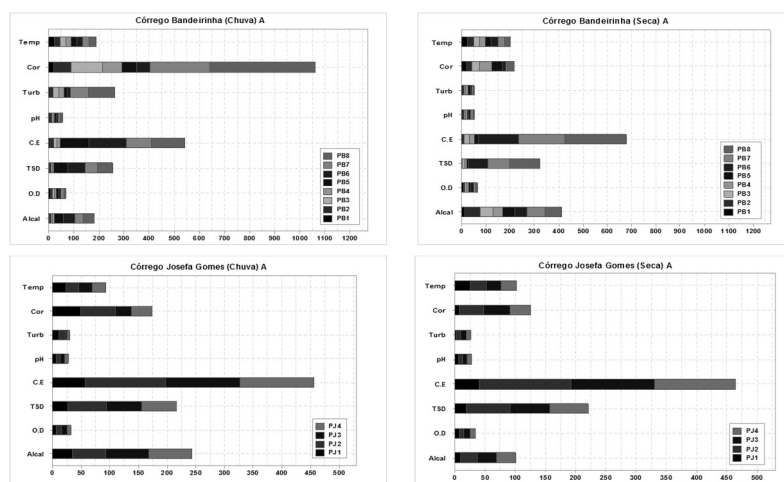


Gráfico 1: Distribuição dos parâmetros físico-químicos do grupo A (Temperatura, Cor, Turbidez, pH, C.E, TSD, O.D e Alcalinidade), córrego Bandeirinha e Josefa Gomes, períodos de chuva e seca.

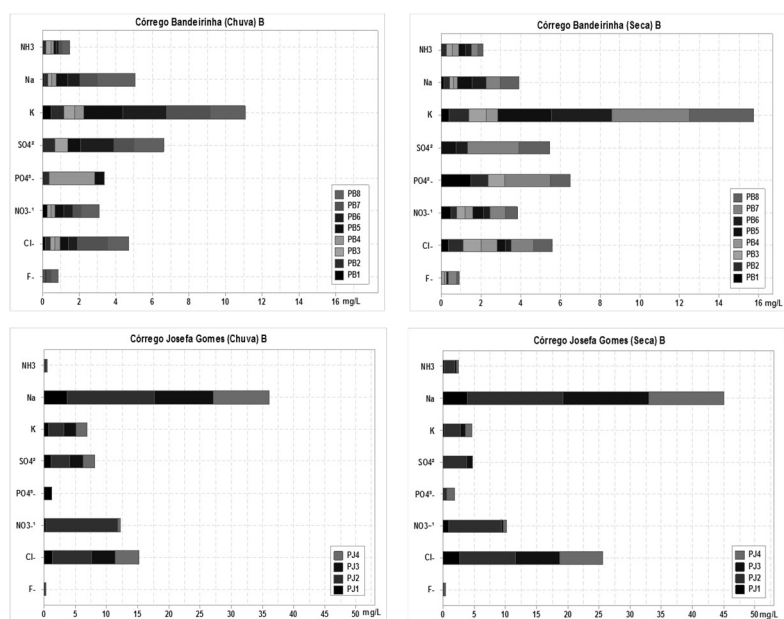


Gráfico 2: Distribuição dos parâmetros físico-químicos do grupo B (NH_3 ; Na, K, SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^{-1} , Cl⁻, F⁻), córrego Bandeirinha e Josefa Gomes, períodos de chuva e seca.

Os gráficos expressam a distribuição proporcional dos parâmetros de qualidade da água aferidos entre os pontos de amostragem, evidenciando a diferença entre o período chuvoso e seco. A diferença entre os valores aferidos para Cor e Turbidez no córrego Bandeirinha, durante o período chuvoso e seco é mais evidente que no córrego Josefa Gomes, este fato pode ser explicado pelo ordenamento das drenagens. O córrego Bandeirinha possui uma rede de drenagem mais densa, portanto no período chuvoso a contribuição de materiais que alteram estes parâmetros é maior. É perceptível nos gráficos a concentração dos elementos no período seco tanto para o córrego Bandeirinha quanto para o córrego Josefa Gomes, esta última drenagem por estar completamente inserida em área urbana os valores aferidos para os parâmetros agrupados em B (NH_3 ; Na, K, SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^{-} , Cl⁻, F⁻), são maiores e mais concentrados no período seco, destacando a influência das atividades antrópicas.

Pires (2012) realizou a análise dos parâmetros físico-químicos com amostragens no córrego Josefa Gomes (Cabeceira do Rio Preto) durante o ciclo hidrológico. Os parâmetros NH_3 , NO_3^{-} , Cl⁻, Na; apresentaram variação semelhante nos pontos amostrados nas áreas próximos dos pontos PJ1 e PJ2. O PJ2 é ponto coincidente com o P2 aferido por Pires (2012), neste ponto a autora destaca que NH_3 foi detectado apenas no P2 durante coleta de agosto de 2012, referente ao período seco da região. O NO_3^{-} , foi o que apresentou maiores concentrações dos compostos nitrogenados 13,84 mg/L em maio 2012. As concentrações dos compostos nitrogenados diminuem ao longo do corpo hídrico e esta redução pode estar associada ao crescimento de plantas aquáticas que utilizam esses compostos químicos incorporando em sua biomassa. Para Na as concentrações variaram de 1,89 a 16,21 mg/L, apresentando maior valor em P2 durante o período seco. Para o Cl⁻ as concentrações de cloreto variaram de 1,19 a 5,05 mg/L, apresentando maior valor em P2 também durante o período seco. Considerando o trabalho apresentado por Pires (2012), é evidente que no ponto P2, que coincide com a área do ponto PJ2, foi detectado valores expressivos indicando a contaminação por despejo de esgoto.

No córrego Josefa Gomes é visível a ausência da vegetação ciliar, onde grande parte das formações vegetais foi removida para propiciar, inicialmente, a prática da agropecuária e, posteriormente, dar lugar à expansão urbana do município. É possível verificar que ao longo do córrego Josefa Gomes há lançamentos de efluentes, ocupações no fundo de vale, lançamento de resíduos sólidos, desenvolvimento de processos erosivos, assoreamentos, dentre outros impactos, intensificados pelos processos de uso e ocupação do solo na área urbana.

Correlações

Os resultados das determinações físico-químicas foram tratados por meio da correlação de Spearman e são apresentados nas tabelas 3 e 4, para os períodos chuvoso e seco dos córregos Bandeirinha e Josefa Gomes.

Tabela 3: Matriz de correlação de Spearman entre parâmetros físico-químicos, nas águas do córrego Bandeirinha, período chuvoso e seco. Apenas correlações com significância $p < 0,05$.

	Época*	Temp	Cor	Turb	pH	C.E	TSD	O.D	Alcal	NH ₃	Na	K	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	F ⁻
Temp	c	1															
	s	1															
Cor	c	-	1														
	s	-	1														
Turb	c	-	0,92	1													
	s	-	0,99	1													
pH	c	-	-	-	1												
	s	0,85	-	-	1												
C.E	c	-	-	-	0,83	1											
	s	0,92	-	-	0,90	1											
TSD	c	-	-	-	0,83	1	1										
	s	0,92	-	-	0,90	1	1										
O.D	c	-	-	0,76	0,71	-	-	1									
	s	-	-	-	0,73	0,73	0,73	1									
Alcal	c	-	-	-	0,75	0,95	0,95	-	1								
	s	0,71	-	-	-	-	-	-	1								
NH ₃	c	-	0,88	0,71	-	-	-	-	-	1							
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	1							
Na	c	-	-	-	0,83	0,85	0,85	0,71	0,90	-	1						
	s	-	-	-	-	-	-	0,77	-	-	1						
K	c	-	-	-	0,95	0,88	0,88	-	0,80	-	0,76	1					
	s	0,73	-	-	-	0,71	0,71	-	0,88	-	0,82	1					
SO ₄ ²⁻	c	-	-	-	-	0,74	0,74	-	0,76	-	-	0,77	1				
	s	0,80	-	-	-	-	-	-	0,80	-	-	0,80	1				
PO ₄ ³⁻	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
	s	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1		
NO ₃ ⁻¹	c	-	-	-	-	0,71	0,71	-	0,80	-	0,73	-	-	-	1		
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,90	1		
Cl ⁻	c	-	-	0,75	0,85	0,75	0,75	0,86	0,83	-	0,93	0,80	0,72	-	-	1	
	s	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	
F ⁻	c	0,91	-	-	-	-	-	-	0,70	-	0,80	-	-	-	0,83	0,73	1
	s	0,90	-	-	-	-	-	-	0,70	-	-	0,70	1	-	0,80	0,80	1

São apresentados os resultados das correlações $\geq 0,70$ *c = época de chuva; s = época de seca

Tabela 4: Matriz de correlação de Spearman entre parâmetros físico-químicos, nas águas do córrego Josefa Gomes, período chuvoso e seco. Apenas correlações com significância $p < 0,05$

	Época*	Temp	Cor	Turb	pH	C.E	TSD	O.D	Alcal	NH ₃	Na	K	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	F ⁻
Temp	c	1															
	s	1															
Cor	c	-	1														
	s	-	1														
Turb	c	-	1	1													
	s	-	1	1													
pH	c	0,80	-	-	1												
	s	-	-	-	1												
C.E	c	-	-	-	-	1											
	s	-	0,80	-	-	1											
TSD	c	-	-	-	-	-	1										
	s	-	0,80	0,80	-	1	1										
O.D	c	-	-	-	-	-	-	1									
	s	-	-	-	-	-	-	1									
Alcal	c	0,80	-	-	1	-	-	-	1								
	s	-	0,80	0,80	0,80	-	-	0,80	1								
NH ₃	c	-	-	1	-	-	-	-	-	1							
	s	-	0,80	0,80	-	1	1	-	-	1							
Na	c	-	-	0,80	-	1	1	-	-	-	1						
	s	-	0,80	0,80	-	1	1	-	-	1	1						
K	c	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1					
	s	-	-	-	-	0,80	0,80	-	-	0,80	0,80	1	1				
SO ₄ ²⁻	c	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	1				
	s	1	-	-	-	1	1	-	-	1	1	1	1				
PO ₄ ³⁻	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
	s	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1			
NO ₃ ⁻¹	c	-	0,80	0,80	-	-	-	-	-	0,80	-	-	-	-	1		
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1		
Cl ⁻	c	-	-	-	-	0,80	0,80	-	-	-	0,80	0,80	0,80	-	0,80	1	
	s	-	0,80	0,80	-	1	1	-	-	1	1	0,80	1	-	-	1	
F ⁻	c	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	0,80	1
	s	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1

São apresentados os resultados das correlações $\geq 0,70$ *c = época de chuva; s = época de seca.

Dentre as correlações dos parâmetros avaliados no período chuvoso e seco, os TSD e C.E por serem diretamente proporcionais apresentam o mesmo comportamento no córrego Bandeirinha e Josefa Gomes ao se correlacionarem com os parâmetros: HCO_3^- , NH_3 , Na, K, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , estas correlações são mais fortes no período de seca, devido à concentração dos elementos na água. As fortes correlações entre NH_3 , Na, K, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- nos dois períodos, em ambas as drenagens sugerem a contribuição de atividades antrópicas, tanto na área urbana quanto rural do município.

Os parâmetros Cor e Turbidez apresentam forte correlação no período chuvoso, por estarem diretamente ligados à quantidade de materiais suspensos na água, carregados nesse período. Os mesmos parâmetros não apresentam forte correlação no período seco. Percebe-se também que Cor e Turbidez possui comportamento diferente no córrego Josefa Gomes, com fortes correlações com os íons HCO_3^- , NH_3 , Na, Cl^- , apenas na época seca, indicando a possível contribuição da área urbana para estes parâmetros na época seca. O pH apresentou comportamento diferente entre as duas drenagens em relação à correlação dos elementos. Percebe-se que no córrego Bandeirinha, o pH teve correlações com C.E, TSD, O.D, HCO_3^- , Na, K, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , mais fortes no período chuvoso, indicando que a quantidade de elementos nesta drenagem ocorre mais na forma solúvel em água levemente alcalina.

No córrego Josefa Gomes o pH somente se correlacionou com o HCO_3^- , SO_4^{2-} , F^- nesta drenagem deve-se considerar que o aporte dos elementos é maior nas duas épocas consequência da área urbana. Maiores concentrações dos elementos pode ter reduzido a correlação do pH com os demais elementos na água. Enquanto que no córrego Bandeirinha o aporte dos elementos é menor e decorre principalmente dos processos de intemperismo das rochas e margens da drenagem consequência das características geológicas da região.

A NH_3 apresentou fortes correlações no córrego Josefa Gomes, para o período seco com Na, K, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , assim como a NH_3 estes elementos estão presentes em lançamentos de efluentes domésticos. Destaca-se também a forte correlação do NH_3 com os C.E e TSD no período seco ($r = 1$) correlação esta que não ocorre no período chuvoso, indicando a concentração dos elementos no período seco e a possibilidade de uma fonte de lançamento de efluentes domésticos contínua que é diluída no período chuvoso e se destaca no período seco. No córrego Bandeirinha a NH_3 , não apresentou correlação com nenhum dos demais elementos.

As correlações abaixo da significância entre a Temperatura e o O.D, que ocorreram nas duas drenagens dentro do ciclo hidrológico, indicam que tanto para o córrego Bandeirinha quanto para o córrego Josefa Gomes a morfologia das drenagens tem uma maior influência sobre a quantidade de O.D do que a temperatura média da região. O SO_4^{2-} apresentou comportamento semelhante em relação à correlação nos dois córregos, tendo fortes correlações com Na, K, PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , evidenciadas no período de seca, porém este decorre de origens diferentes. Para o córrego Bandeirinha o SO_4^{2-} , advém de fertilizantes e preparo do solo na área rural, enquanto no córrego Josefa Gomes é indicativo dos impactos gerados no ambiente urbano. No período seco, observa-se mais claramente a forte correlação entre os parâmetros, do que no período chuvoso.

Isso indica que a influência das atividades antrópicas é maior no período de seca como consequência da concentração dos elementos na água.

CONCLUSÕES

Os parâmetros analisados durante o ciclo hidrológico da região demonstram a variação da qualidade da água nos córregos Bandeirinha e Josefa Gomes, indicando a influência direta das atividades antrópicas. Deve-se ressaltar que as áreas dos pontos amostrados possuem passivos ambientais gerados pelas atividades antrópicas, que contribuem de forma significativa para as alterações na qualidade da água, seja por áreas de preservação permanente desprovidas de cobertura vegetal ou lançamentos de efluentes domésticos e resíduos sólidos.

O córrego Bandeirinha está inserido em área rural do município, mesmo com os impactos gerados pelas atividades agropastoris a avaliação da qualidade da água no ciclo hidrológico em contexto geral indica boa qualidade da água amostrada. Quanto ao córrego Josefa Gomes, inserido em ambiente urbano do município, os impactos gerados alteram a qualidade da água nesta drenagem, as variações nas aferições dos parâmetros indicam alteração de origem antrópica. Em relação à Resolução CONAMA 357/2005 que determina os Valores Máximos e Mínimos Permitidos – VMP, para os parâmetros de qualidade da água superficial, deve-se destacar que no córrego Bandeirinha apenas Cor e Turbidez ficaram acima dos V.M.P nos pontos PB7 e PB8 durante o período chuvoso. Quanto ao córrego Josefa Gomes o ponto PJ2 apresentou aferição superior ou V.M.P para a NH_3 (11,50 mg/L).

Contudo a Resolução CONAMA 357/2005 não pode ser aplicada para a identificação dos processos de interação e impactos ambientais de origem antrópica. Quando utilizada à correlação entre os dados percebe-se a evolução destes impactos nas duas drenagens analisadas tanto em área rural quanto urbana. A continuidade destes processos, impulsionado pela expansão urbana da região do entorno de Brasília pode agravar os valores aferidos ultrapassando os V.M.P determinados pela Resolução CONAMA 357/2005. O tratamento estatístico, com a análise não paramétrica de Spearman, auxiliou na identificação das correlações entre os parâmetros físico-químicos determinados, confirmando os resultados quanto à influência da urbanização e das atividades agropastoris. Nas duas drenagens avaliadas pode ser constatadas em intensidade diversa alterações antrópicas, decorrentes dos diversos desajustes de planejamento urbanístico, socioeconômico e ambiental do município de Formosa, intensificados ao longo de sua história.

Compreender as relações entre os parâmetros de qualidade da água ajuda no gerenciamento e monitoramento de uma drenagem superficial de forma mais eficaz, para que possa ter seus diversos usos resguardados; auxilia também na redução do número de parâmetros de qualidade da água para monitoramento. Os dados gerados ajudam a identificar fatores associados com a variabilidade dos parâmetros de qualidade de água, além de subsidiar a implementação de medidas de conservação e proteção nas duas drenagens avaliadas, a elaboração e execução de políticas públicas de gestão ambiental do município e contribuem com

a geração de informações acerca da qualidade da água superficial da região, que apresenta demanda de consumo crescente e constante.

REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington, 1999.

CARMO, M. S.; BOAVENTURA, G. R.; OLIVEIRA, E. C.. Geoquímica das Águas da Bacia do Rio Descoberto. **Química Nova**, Brasília, v.28, n.4, p.565-574, 2005.

CHAVES, J.; GUIMARÃES E. M.; SANO, E. E.. Mapa morfoestrutural da região de bezerra-cabeceiras (go) com base em geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 10. **Anais**. Rio de Janeiro: UERJ, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, **Resolução CONAMA 357/05**. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília: CNME, 2005.

CYRIL. W.; WENG. Q.. Assessing Surface Water Quality and Its Relation with Urban Land Cover Changes in the Lake Calumet Area, Greater Chicago. **Environmental Management**, Indiana, v.45, p.1096-1111, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-010-9482-6>.

GUIMARÃES E. M.. **Estudos de proveniência e diagênese, com ênfase na caracterização dos filossilicatos dos grupos Paranoá e Bambuí, na região de Bezerras-Cabeceiras, GO**. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Censo Demográfico**. Brasília: IBGE, 2010.

LE, A. H.; TOKAI A.; NAKAKUBO T.. Applying value of information methods to prioritize elements for water quality management with an example of linear alkylbenzene sulfonate in the Yodo River, Japan. **Environment Systems and Decisions**, Japan, v. 34, p.110-123, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10669-014-9490-9>

LOGAN, J.. **Interpretação de Análises Químicas da Água**. Recife: Agency for International Development, 1965.

MAURO, C. A.; DANTAS, M.; ROSO, F. A.. **Geomorfologia da Folha SD23, Brasília**. Rio de Janeiro: Projeto Radambrasil, 1982.

SANTOS, A. L. F.; BORGES, L. O. S.; BOAVENTURA, G. R.. Indicadores de Qualidade dos Sedimentos do Ribeirão Piancó Anápolis – GO, e suas Implicações Ambientais. **Scientia Plena**, Goiás, v.8, n.10, 2012.

PIRES, N. L.. **Caracterização da Qualidade da Água na Cabeceira do Rio Preto em Formosa (GO)**. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual de Goiás, Formosa, 2012.

POUDEL D. D.; LEE T.; SRINIVASAN R.; ABBASPOUR K.; JEONG C. Y.. Assessment of seasonal and spatial variation of surface water quality, identification of factors associated with water quality variability, and the modeling of critical nonpoint source pollution areas in an agricultural watershed. **Journal Soil and Water Conservation Society**, v.68, n.3, p.155-171, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.2489/jswc.68.3.155>

RODRIGUEZ, H. G.; POPP, J.; GBUR, E.; PENNINGTON J. A.. Stakeholder-Guided Collaborative Approach to Improve Water Quality in a Nutrient Surplus Watershed, **Journal of Water Resource and Protection**, v.6, p.571-582, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2014.66056>

SERVIÇO GEOLÓGICO NACIONAL. CPRM. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Folha SE.23**. Brasília: CPRM/DNPM, 2004.

STRAHLER, A. N.. **Physical geography**. 4 ed. New York: John Willey e Sons, 1957.

SPERLING, M. V.. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA, 2007.

ZHANG Z.; CHEN. Y.; WANG, P.; SHUAI, J.; TAO, F.; SHI, P.. River discharge, land use change, and surface water quality in the Xiangjiang River. **Hydrological Processes**, China, v.28, n.13, p.4130-4140, 2014. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.9938>