

DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE MICROBACIAS DO CERRADO.

J. A. B. Soares¹; P. R. Giongo²; L. F. Gomes³.

RESUMO: A contribuição e oferta de água nos canais superficiais devem ser instrumento de investigação para a aplicação na agricultura irrigada. Neste trabalho é apresentada uma abordagem dos componentes hidrológicos e ambientais de 4 microbacias hidrográficas na região do Cerrado, sudoeste do Estado de Goiás. O objetivo desse estudo é realizar o monitoramento e verificar a oferta de água em 4 ribeirões no município de Santa Helena de Goiás e identificar as principais relações com a redução da vazão. Para a delimitação e cálculo das áreas das microbacias foram utilizados os *softwares* GRASS e QGIS e os dados de vazão foi estimada em pontos próxima a foz de cada ribeirão. Os resultados encontrados indicam que houve redução da vazão dos 4 ribeirões, principalmente em função da redução da precipitação pluviométrica nas microbacias. Os dados de vazão apresentam correlação entre a área da microbacias, o valor de R^2 aumenta quando o escoamento é proveniente unicamente da água armazenada durante a precipitação. A área das microbacias influenciou na vazão final do canal, a maior taxa de redução foi observada em microbacias que abrangem maiores áreas. A irrigação também influenciou no volume final da água escoada em ribeirões com baixa vazão.

PALAVRAS-CHAVE: Disponibilidade hídrica, Hidrologia, Irrigação.

HYDRICAL AVAILABILITY IN WATERSHED OF SAVANNA

ABSTRACT: The contribution and supply of water in the surface canals should be a research instrument for the application in irrigated agriculture. This work presents an approach to the hydrological and environmental components of four hydrographic basins in the Savanna region, southwest of the State of Goiás. The objective of this study is to monitor and verify the water supply in four streams in the municipality of Santa Helena de Goiás and identify the main relationships with the reduction of the flow. The GRASS and QGIS softwares were used for the delimitation and calculation of the areas of the watershed and the flow data was estimated

¹ Acadêmica de Engenharia Agrícola – UEG/Santa Helena de Goiás. E-mail: jaquelineab.soares@gmail.com.

² Doutor – Professor da UEG/Santa Helena de Goiás – GO.

³ Mestrando em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade - IF Goiano/Campus Rio Verde.

at points near the mouth of each river. The results indicate that there was a reduction in the flow of the 4 streams, mainly due to the reduction of rainfall in the watershed. The flow data show a correlation between the area of the watersheds, the value of R^2 increases when the flow comes only from the water stored during the precipitation. The area of the watershed influenced the final flow of the canal, the highest rate of reduction was observed in watershed that cover larger areas. Irrigation also influenced the final volume of the water drained in streams with low flow.

KEYWORDS: Water availability, Hydrology, Irrigation.

INTRODUÇÃO

O gerenciamento e gestão dos recursos hídricos constituem de atividades básicas para gestores e os usuários que demandam pelos usos da água de uma bacia hidrográfica. O monitoramento permite o planejamento da utilização da água para os usos múltiplos, portanto é uma ferramenta para avaliação de outorgas, dimensionamento de obras hidráulicas e planejamento agrícola (MOREIRA, et al., 2014). Os programas de monitoramentos devem abordar medidas para garantir o consumo sustentável da água, evitando a exploração excessiva da vazão do canal superficial e seus afluentes (ZELLHUBER et al., 2007).

As limitações de séries de dados temporais e históricos de vazão impossibilitam as avaliações dos problemas ambientais, podendo também influenciar de forma negativa nas medidas de redução dos impactos gerados pelas atividades antrópicas. As avaliações devem ser rotineiras e em longos períodos para um diagnóstico preciso do comportamento hídrico do curso d'água e mudanças ocorridas ao longo dos anos.

Devido à sazonalidade de um rio, as vazões nos períodos secos e chuvosos podem ser alteradas, o mesmo pode acontecer para as vazões ortogáveis. O monitoramento dos recursos hídricos é importante para garantir a manutenção do ciclo hidrológico e sustentabilidade do corpo hídrico.

No Brasil a gestão dos recursos hídricos foi efetiva a partir da promulgação da Lei 9.443/97, implementando a Política Nacional dos Recursos Hídricos. A abordagem principal dessa lei foi à outorga pelo uso da água. A outorga é necessária para captação ou derivação da parcela da água de corpos hídricos superficiais ou aquíferos destinadas para diversos usos, inclusive para irrigação (BRASIL, 1997).

A irrigação é uma das formas utilizadas para garantir o potencial produtivo das culturas, bem como o cultivo de mais de um ciclo durante o ano. Portanto há necessidade de expansão

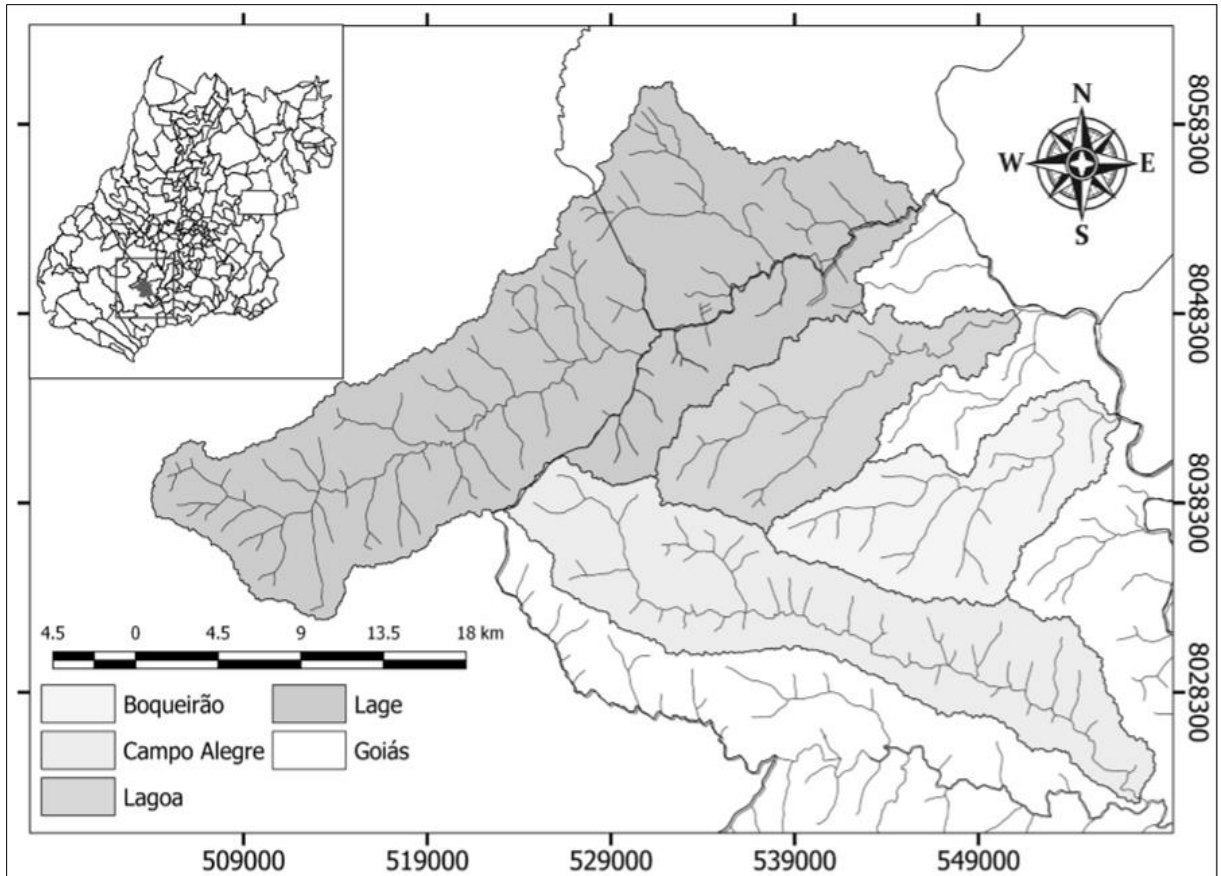
das áreas irrigadas para fornecimento de alimentos para a população em crescimento. Essa tendência é preocupante devido as variações climáticas, que segundo Adam et al. (2015) é o principal fator que afeta a distribuição da precipitação influenciando na dinâmica das variáveis hidrológicas. Podendo comprometer a disponibilidade de água para usos múltiplos.

Nesse sentido deve-se investigar a vazão dos canais superficiais e redução da disponibilidade de água em regiões como o Cerrado, onde são formadas as principais bacias hidrográficas brasileiras. O objetivo desse estudo é realizar o monitoramento e verificar a oferta de água em 4 ribeirões no município de Santa Helena de Goiás e identificar as principais relações com a redução da vazão.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se ao Sudoeste do Estado de Goiás inserido no bioma Cerrado. Foram analisadas 4 microbacias hidrográficas sobre a extensão do município de Santa Helena de Goiás. Santa Helena de Goiás – GO é um município brasileiro do estado de Goiás. Possui uma área territorial de 1.128 km² e sua população estimada em 2016 era de 38.563 habitantes de acordo com o IBGE (2017). Faz divisas com os municípios de Rio Verde, Acreúna, Maurilândia, Turvelândia e Santo Antônio da Barra estando situada no Sudoeste do Estado a 200 km de Goiânia.

Para as delimitações das microbacias foi utilizado o produto matricial 18S51 da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) realizada pela NASA, os dados foram adquiridos junto ao Banco de Dados Geomorfométrico do Brasil (INPE, 2017). A delimitação foi realizada no *software* GRASS GIS 7.2.1 (OSGeo Project, 2017) através da ferramenta *modelos > Raster > Modelo Hidrológico > Watershed analysis*. Após a delimitação das microbacias os dados foram exportados para o *software* QGIS versão 2.18.9 (QGIS Development Team, 2017) no formato matricial e convertidos para o formato vetorial, a conversão para esse formato permitiu calcular as áreas das microbacias. As microbacias selecionadas para diagnóstico foram: Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Laje. Na figura 1 representa as microbacias analisadas com respectivos canais de drenagem em Santa Helena de Goiás e Rio Verde – GO.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados SRTM e do SIEG, 2017.

Figura 1. Localização das microbacias, bem como os principais canais de drenagens.

As áreas irrigadas para o ano de 2017 foram delimitadas através da identificação visual por meio de Imagens do Google Earth (Google, 2017), foram considerados os elementos de fotointerpretação: forma, textura, coloração e localização para a identificação. A delimitação foi realizada no SIG QGIS por meio da edição vetorial.

As vazões dos ribeirões foram determinadas com coletas de dados nos pontos próximos a foz dos ribeirões principais de cada microbacia, as coletas de dados foram realizadas nos dias 10/03/2017, 12/04/2017, 10/05/2017 e 16/06/2017. Na tabela 1 foram apresentados os Ribeirões e localizações geográficas dos pontos de coletas de dados em cada microbacia.

Tabela 1. Identificação dos ribeirões e localização dos pontos amostrais.

Ribeirão	Localização Geográfica
Lagoa	17°39'37.9"S, 50°32'46.8"W
Laje	17°36'06.5"S, 50°34'27.9"W
Boqueirão	17°52'10.6"S, 50°27'44.5"W
Campo Alegre	17°52'10.6"S, 50°27'44.5"W

Fonte: Google Earth.

Os cálculos da vazão dos Ribeirões Lage e Lagoa foi realizada pelo método do flutuador proposto pela Embrapa (2007). Para isso foi utilizada uma trena, flutuador e cronometro. Com a trena foi delimitada a distância de 10 metros na seção longitudinal do ribeirão, o flutuador foi liberado a meio metro antes do percurso delimitado e cronometrado o tempo entre o início e fim do percurso, esse procedimento foi realizado no mínimo 3 vezes. Para determinar a profundidade média foi utilizado um vergalhão e medido o comprimento submerso com a fita métrica e posteriormente realizou-se a medição da seção transversal do ribeirão. Para o cálculo da vazão foi utilizada a equação proposta pela Embrapa (2007) expressa por:

$$Q = (A * L * C) / T \quad (1)$$

Em que:

Q – Vazão, $m^3.s^{-1}$

A – Média da área do rio, m^2

L – Comprimento do percurso de medição, m

C – Coeficiente do fator de correção (0,8 para rios com fundo pedregoso ou 0,9 para fundo barrento)

T – Tempo médio, s...

No Ribeirão Boqueirão o local selecionado para as coletas de dados foi em uma ponte. Esse local foi selecionado por apresentar seção regular circular composta por 3 canais de escoamento. Os dados coletados foram o tempo de percurso dentro dos canais circulares e o comprimento longitudinal para o cálculo da velocidade média. Nas seções circulares foi medido o diâmetro de seção, altura da lâmina de água e superfície com água. Para o cálculo da área foi realizado pela expressão proposta por Manning (Equação 2).

$$A = \frac{1}{8} * (\theta - \text{sen}\theta) * D^2 \quad (2)$$

Em que,

A – Área molhada, m^2

$\theta - 2 * \arccos(1 - 2 * \frac{h}{D})$

D – Diâmetro, m

h – Altura da lâmina, m

Após determinado a área foi realizado o cálculo pela equação da continuidade realizado o produto entre a área e a velocidade média do canal.

No Ribeirão Campo Alegre foi selecionado a saída de represamento próximo a foz, o local selecionado é constituído de 7 saídas de seção retangular, as informações coletadas foram as dimensões dos canais e a altura das lâminas de água. Para cálculo da vazão foi considerado a fórmula de Francis para vertedores retangulares sem contração.

$$Q = 1,838 \times L \times H^{\frac{3}{2}} \quad (3)$$

Em que,

L – Largura da seção retangular, m.

H – Altura de lâmina de água na seção retangular, m.

Os dados obtidos em campo foram tabulados em planilha do Excel (MICROSOFT, 2016) e realizados cálculos das vazões. Para as análises dos dados foi necessária à aquisição de dados de precipitação pluviométrica para a área de estudo, os dados de precipitação foram fornecidos pelo Instituto Nacional Meteorologia – INMET (INMET, 2017) Os resultados foram apresentados em figuras, representando o comportamento mensal da vazão para os 4 ribeirões. Os dados das vazões também foram correlacionados com a área de cada microbacia por uma relação linear. A regressão foi realizada para identificar valores discrepantes de vazão em cada mês, para isso foi gerado a linha de tendência linear e o coeficiente de determinação de Pearson (R^2) para cada mês analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se na figura 2 que as vazões dos canais superficiais apresentaram comportamento decrescente em função dos períodos de redução da precipitação. O Ribeirão Laje apresentou a maior vazão, seguido pelo Campo Alegre, Lagoa e Boqueirão. Considerando a redução de água foi possível observar que a vazão dos Ribeirões Lagoa e Campo Alegre reduziram em 58,27 e 59,13% no Ribeirão Laje a redução foi de 49,9% e a menor redução foi no Ribeirão Boqueirão de 29,84% da vazão. Na figura 2A, B, C e D foram apresentados os dados de vazão para o Ribeirão Boqueirão, Lagoa, Laje e Campo Alegre respectivamente, para os meses de março, abril, maio e junho.

Nos dados coletados no mês de maio no Ribeirão Boqueirão observou-se que a vazão aumentou em relação ao mês anterior, como a precipitação pluviométrica reduziu entre os períodos de coleta, a explicação para esse comportamento é a retirada de água do canal para irrigação. Na figura 3 foi apresentada a precipitação entre os meses de análise, observa-se precipitação de 60 mm entre os meses de abril e maio.

Ainda analisando o Ribeirão Boqueirão na figura 4 observa-se a presença de 4 pivôs na microbacia com área irrigada de 390 ha. Como o Ribeirão Boqueirão apresenta baixa vazão em relação aos outros canais, a retirada de água pode influenciar significativamente na vazão final

da microbacia. Em outras regiões, como é o caso do Rio São Francisco, Zellhuber et al (2007) destacou que há presença de 600 pivôs ao longo do percurso e seus afluentes, reduzindo consideravelmente a vazão desse canal. Segundo os autores os problemas são agravados pela baixa eficiência dos sistemas em operação, comprometendo o uso eficiente da água para fins de irrigação.

Nos Ribeirões Lagoa, Laje e Campo Alegre os dados de vazão apresentaram comportamento decrescente entre os meses. Nas microbacias desses ribeirões também foi verificado a presença de áreas irrigadas por pivô central. No Ribeirão Lagoa foi verificado a presença de 7 pivôs com área irrigada de 560 ha, no Ribeirão Laje apresentou 16 pivôs e área irrigada de 1777 ha e no Ribeirão Campo Alegre observou-se a presença de 13 pivôs com 1532 ha irrigados. Na figura 4 foram apresentadas as microbacias analisadas e as áreas irrigadas.

Na figura 5 foram apresentadas as relações entre a área da microbacia e a vazão de cada ribeirão. Observa-se que os valores de vazão e área da microbacia apresentaram correlação linear, quanto maior a unidade de drenagem tem aumento na vazão final do ribeirão. A correlação aumenta em função da redução da precipitação onde o fluxo da água é normalizada pelo escoamento da água armazenada no solo, a correlação é justificada pelo valor de $R^2=0,9798$. O menor valor de $R^2=0,9694$ foi observado para o mês de abril em função da baixa vazão observado para o Ribeirão Boqueirão. De modo geral, nos períodos de redução de precipitação aumenta a correlação entre a vazão e áreas das microbacias e a inclinação da reta reduzem gradativamente, a menor inclinação da reta foi observado no mês de junho, também esse período representa o melhor ajuste de R^2 . A figura 5 representa a correlação linear entre as áreas das microbacias e as vazões para o mês de março, abril, maio e junho.

CONCLUSÕES

As coletas dos dados a campo permitiram conhecer a vazão dos principais canais de drenagem em Santa Helena de Goiás.

O uso de SIG permitiu a delimitação das microbacias, bem como a área de drenagem e a áreas irrigadas.

As vazões dos ribeirões reduziram em função da precipitação e retirada de água para irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, K. N.; FAN, F. M.; PONTES, P. R.; BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W.. Mudanças climáticas e vazões extremas na Bacia do Rio Paraná. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 4, p. 999-1007, 2015.

BRASIL, Lei 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm >. Acessado em: 29 de junho de 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Medição da vazão em rios pelo método do flutuador. Comunicado técnico. n. 455, Concórdia – SC, 2007. Disponível em:< http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_c8p81m4j.pdf >. Acessado em: 29 de junho de 2017.

GOOGLE. Google Earth. Version 7.1.8. 2017. Disponível em: < <https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html> >. Acesso em: 29 de junho de 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades - Santa Helena de Goiás. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521930&search=goias|santa-helena-de-goias> >. Acessado em: 29 de julho de 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Estações e dados - BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acessado em: 13/07/2017.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA. Carta topográfica 18S51. Disponível em:< <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/> >. Acessado em: 26 de julho de 2017.

MICROSOFT OFFICE 365. EXCEL 2016. Disponível em: < <https://products.office.com/pt-br/excel> >. Acessado em: 30 de junho de 2016.

MOREIRA, M. C.; SILVA, D. D.; SILVA, M. P. Atlas hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 6, n. 2, p. 47-58, 2014.

OSGeo, Your Open Source Compass. GRASS GIS versão 7.2.1. Bringing advanced geospatial technologies to the world. Disponível em: < <https://grass.osgeo.org/> >. Acessado em: 29 de junho de 2017.

QGIS Development Team, <2017>. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org/>.

SIEG, Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás. Download de arquivo shapefile. Disponível em: < <http://www.sieg.go.gov.br/rgg/apps/siegdownloads/index.html> >. Acessado em: 29 de junho de 2017.

ZELHUBER, A.; SIQUEIRA, R. Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização. **Revista Crítica de Humanidade**. v. 1, p. 1–21 n. 227, 2007.

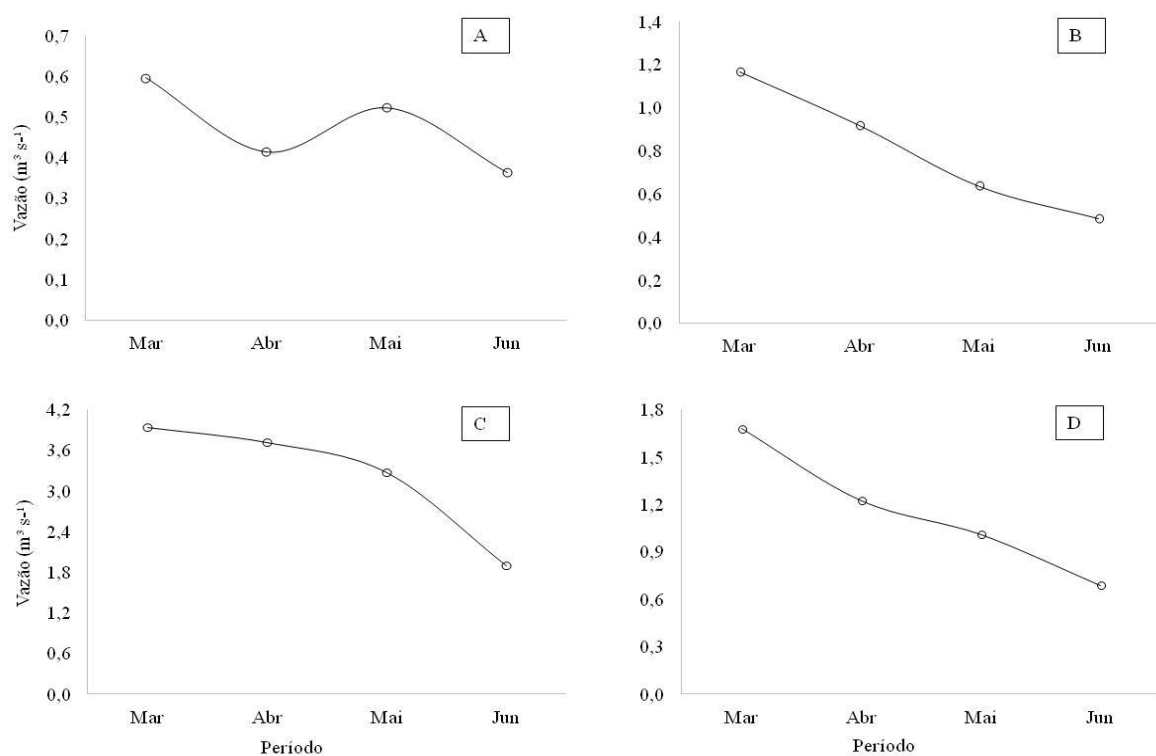
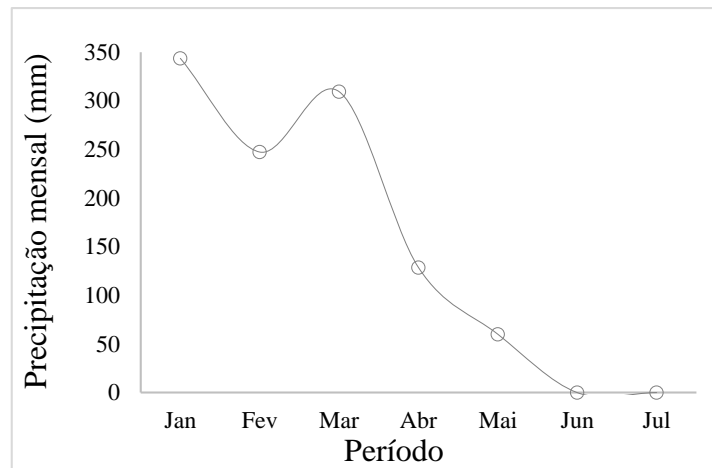
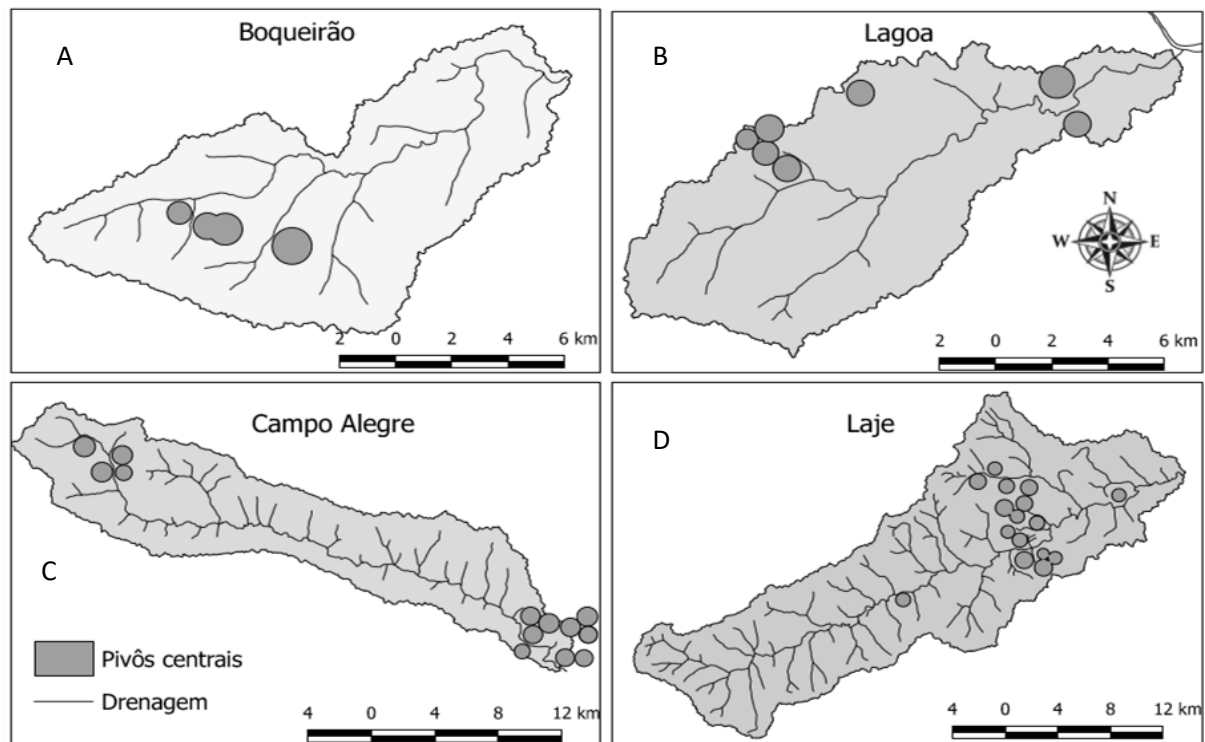


Figura 2. Vazão dos Ribeirões Boqueirão (A), Lagoa (B), Campo Alegre (C) e Laje (D) nos meses de março, abril, maio e junho de 2017.



Fonte: INMET.

Figura 3. Dados de precipitação entre os meses de janeiro e junho de 2017.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados SRTM e do SIEG, 2017.

Figura 4. Localização dos pivôs centrais localizados nas microbacias dos Ribeirões Boqueirão (A), Lagoa (B), Campo Alegre (C) e Laje (D).

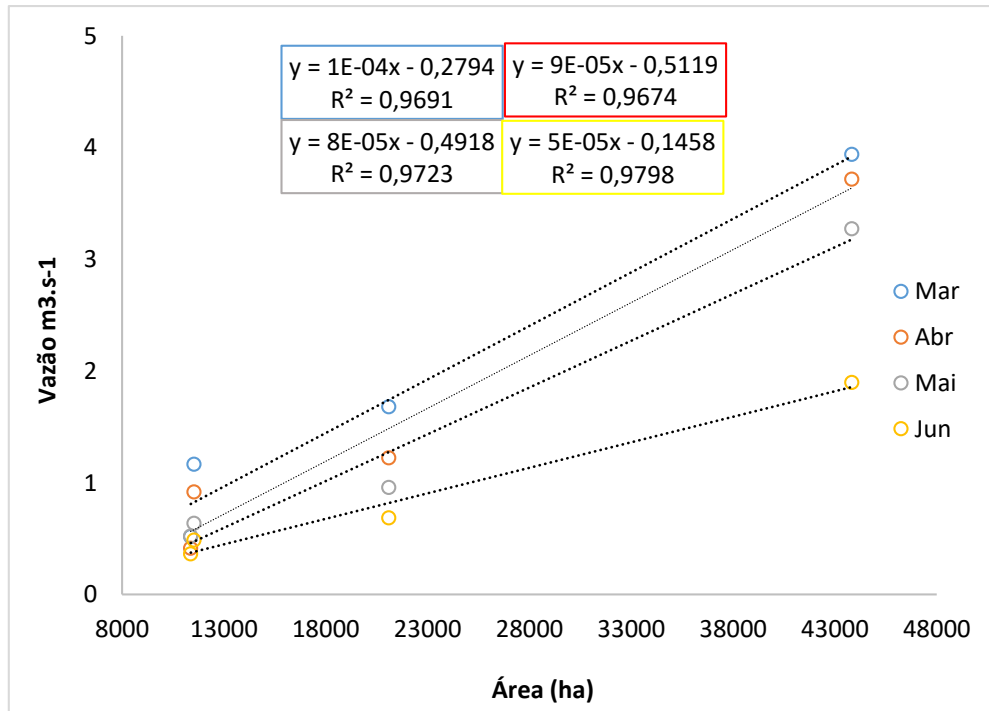


Figura 5. Correlação linear entre a vazão e a área de cada microbacia hidrográfica para os meses de março, Abril, Maio e Junho de 2017.