



GOOGLE EARTH ENGINE (GEE) APLICADO À ESPACIALIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E NDVI NA BACIA DO RIO PIQUIRI – PR

Ericson Hideki Hayakawa¹
Leila Limberger²

RESUMO

Na atualidade há uma grande variedade de geotecnologias e recursos computacionais disponíveis para tratamento e análise de dados. Dentre este universo de possibilidades o Google Earth Engine (GEE) vem ganhando espaço, principalmente pelo ganho de tempo na obtenção de dados. Neste contexto, este estudo apresenta a aplicabilidade do Google Earth Engine para a espacialidade de dados de precipitação e do índice espectral da vegetação NDVI. Os dados foram processados para a bacia hidrográfica do Rio Piquiri, estado do Paraná. A utilização do Google Earth Engine possibilitou mapear a distribuição da precipitação média e o NDVI para a bacia no período de um ano (2017). Possibilitou identificar os locais ao longo do ano que tiveram maiores e menores valores de média de precipitação e de NDVI para quatro períodos determinados ao longo do ano.

Palavras-chave: Landsat; NDVI, CHIRPS.

RESUMEN

Actuellement, il existe une grande variété de géotechnologies et de ressources informatiques disponibles pour le traitement et l'analyse des données. Parmi cet univers de possibilités, Google Earth Engine (GEE) gagne du terrain, notamment grâce au gain de temps dans l'obtention des données. Dans ce contexte, cette étude présente l'applicabilité de Google Earth Engine à la spatialité des données de précipitations et à l'indice spectral de la végétation ndvi. Les données ont été traitées pour le bassin versant de la rivière Piquiri, dans l'État du Paraná. L'utilisation de Google Earth Engine a permis de cartographier la distribution des précipitations moyennes et ndvi pour le bassin sur une période d'un an (2017). Il a permis d'identifier les emplacements tout au long de l'année qui présentaient les valeurs moyennes de précipitations et de ndvi les plus élevées et les plus faibles pour quatre périodes déterminées tout au long de l'année.

Palabras clave: Landsat; NDVI, CHIRPS.

¹Professor do Curso de Geografia – Licenciatura e do Programa de Pós-graduação em Geografia (Mestrado) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - PR, ericson.geo@gmail.com.

²Professor do Curso de Geografia – Licenciatura e do Programa de Pós-graduação em Geografia (Mestrado) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - PR, leila.limberger@gmail.com.



INTRODUÇÃO (justificativa e objetivos)

Atualmente tem-se à disposição uma infinidade de dados de geotecnologias e alfanuméricos que exigem de recursos computacionais e metodologias diferenciadas para o seu tratamento e análise. O que no passado resumia-se a obter uma ou outra de imagem de satélite, evoluiu, por exemplo, na possibilidade de aplicações envolvendo centenas de imagens em estudos de séries temporais. Os dados alfanuméricos que também se resumiam a algumas estações ou dados de campo, hoje se traduzem por uma infinidade de valores que requerem novas abordagens de tratamento e análise. Tudo isso envolve ferramentas e metodologias diferenciadas e personalizadas.

A utilização de plataformas como a do *Google Earth Engine* - GEE tem se consolidado por apresentar vantagens no processamento de dados e na grande quantidade de dados armazenados em nuvem (GORELICK et al., 2017). O que costumemente demandava horas para obter e armazenar os dados em seu computador, hoje é possível acessá-los e processá-los em diversos servidores na nuvem. Isso reflete em ganho de tempo e capacidade de processamento. Na mesma perspectiva do GEE tem-se o *Planetary Computer* da Microsoft. Adicionalmente, há também o uso de ambientes de programação como o *Python*, *JavaScript*, *R*, dentre outros, que tem se tornado mais comuns e necessários na geografia (MONTANHER e SOUZA FILHO, 2011; HAYAKAWA et al., 2016; BREUNIG et al., 2019).

Neste contexto, o objetivo deste estudo é o de apresentar a aplicabilidade do Google Earth Engine (GEE) para a espacialização da precipitação e de índices espectrais, neste caso, o NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para a bacia hidrográfica do rio Piquiri.

APORTE TEÓRICO

As plataformas de dados geoespaciais que permitem o acesso a um elevado conjunto de dados regionais e globais para análise em diferentes temáticas têm se consolidado como uma importante ferramenta para a análise da superfície terrestre. A plataforma mais conhecida é a *Google Earth Engine* (GEE), que conforme própria descrição (<https://earthengine.google.com/>), “combina um catálogo de vários petabytes de imagens de satélite e conjuntos de dados geoespaciais com recursos de análise em escala planetária e disponibiliza para cientistas, pesquisadores e desenvolvedores detectar mudanças, mapear tendências e quantificar diferenças na superfície da Terra”.



Ainda menos conhecida, a Microsoft possui o *Planetary Computer*, que semelhante ao GEE, “combina um catálogo de vários petabytes de dados ambientais globais com APIs intuitivas, um ambiente científico flexível que permite aos usuários responder a perguntas globais sobre esses dados e aplicativos que colocam essas respostas nas mãos das partes interessadas na conservação” (<https://planetarycomputer.microsoft.com/>).

Essas duas plataformas são gratuitas e a utilização fica condicionada apenas à realização de um cadastro e à presença de um computador com acesso a internet. Os *scripts* são organizados e aplicados em um navegador de internet a critério do usuário. De modo geral, o usuário tem o acesso a um catálogo de vários petabytes de imagens de satélite e conjunto de dados geoespaciais em escala planetária e a partir dos algoritmos do próprio usuário, pode-se utilizar os dados para diversas aplicações, tais como, detectar mudanças, mapear tendências e quantificar diferenças na superfície terrestre (<<https://earthengine.google.com/>>).

De posse dessa coleção de dados presentes nas plataformas mencionadas, várias aplicações podem ser desenvolvidas. Por exemplo, as imagens da série Landsat podem ser utilizadas para a obtenção de diferentes índices espectrais, tais como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), o NDWI (Índice de Umidade por Diferença Normalizada, ou índice de água), o EVI (Índice de Vegetação Realçado), o SAVI (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo), dentre outros, comumente utilizados para medir diferentes propriedades dos respectivos alvos (qualidade das plantas, área foliar, porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, dentre outras) (JENSEN, 2009). Em específico, o NDVI foi desenvolvido por Rouse et al. (1974) sendo expressa pela fórmula: $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$; onde NIR é a refletância da banda do infravermelho próximo e, RED é a refletância da banda do vermelho. Conforme o autor, o resultado varia de -1 a 1, de modo que os valores positivos indicam aumento da vegetação verde; em contrapartida, os negativos indicam superfícies sem vegetação, com água, solo exposto, neve ou nuvens.

Por sua vez, os dados do CHIRPS (*Clima Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data*) referem-se a um conjunto de dados de precipitação quase global com mais de 30 anos. O CHIRPS incorpora imagens de satélite de resolução de 0,05 ° com dados de estação in-situ para criar séries temporais de chuva em grade para análise de tendência e monitoramento de seca sazonal (<<https://earthengine.google.com/>>). Esses dados são atualizados frequentemente, incorporando informações de satélite de três maneiras: a) usando meios de satélites para produzir produtos de precipitação de alta resolução; b) estimar anomalias de precipitação mensais e pântada; c) usando a precipitação por satélite para estimar funções de distância local de decaimento (FUNK et al., 2015).



METODOLOGIA

A área de estudo definida para a espacialização do NDVI e precipitação foi a bacia hidrográfica do rio Piquiri, uma das principais bacias do estado do Paraná (Figura 1). O rio Piquiri drena uma área de aproximadamente 24.156 km², com direcionamento geral no sentido SE-NO e percorrendo uma distância de 485 km desde a sua nascente até o exutório no rio Paraná (BITTENCOURT, 1993; IAP, 2017). A amplitude altimétrica da bacia é de mais de 800m, com a região da nascente com aproximadamente 1.040 m de altitude e a foz no município de Guaíra, com 220m de altitude (IAP, 2017). A condição climatológica para a bacia é de clima temperado, caracterizando um regime de precipitação quase equivalente durante o ano (IAP, 2017). A pluviosidade total anual é de 1.800mm em áreas que compreendem a região da cabeceira da bacia e de 1.300mm na região do exutório (BITTENCOURT, 1993; IAP, 2017).

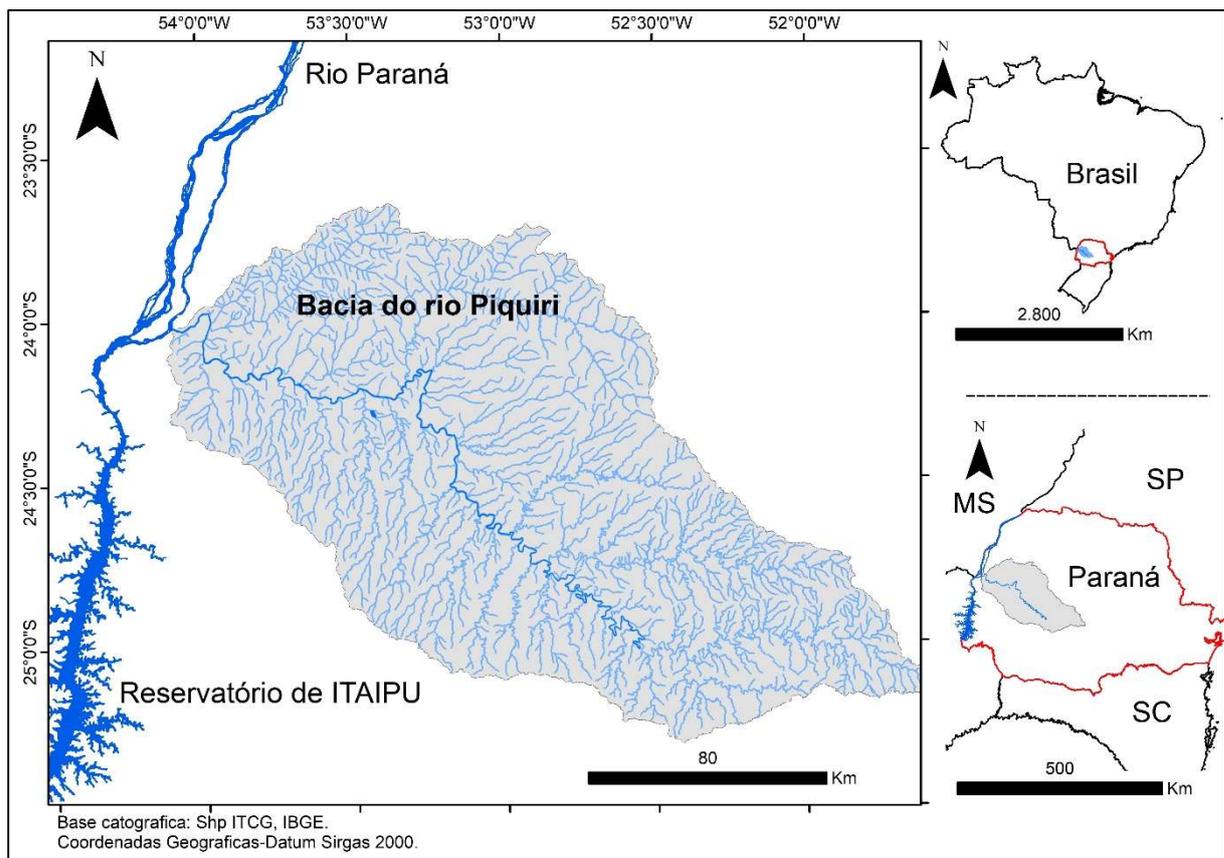


Figura 1: Mapa de localização da bacia do rio Piquiri.

A aplicação do Google Earth Engine (GEE) deu-se para o ano de 2017, escolhido em função da disponibilidade de imagens sem cobertura de nuvens e sem demais intervenientes



atmosféricos. O script desenvolvido utilizou como insumo as imagens do Landsat-8/OLI e os dados do CHIRPS. Para as imagens do Landsat-8/OLI procedeu-se com: 1) importação do limite da bacia do rio Piquiri na plataforma do GEE em formato *shapefile* na aba Assets; 2) escolha da coleção de imagens do satélite Landsat e importação da série histórica; 3) filtragem por data, máscara de nuvens, cálculo da mediana dos pixels; 4) cálculo do índice de NDVI; 5) recorte da área do estudo e; 6) exportação das imagens em GeoTIFF para elaboração da figura no aplicativo ArcGIS.

Em relação aos dados de precipitação, têm-se os seguintes procedimentos: 1) utilização do limite da bacia do rio Piquiri importada anteriormente; 2) importação da série de dados do CHIRPS; 3) filtragem dos dados pelas datas; 4) obtenção da média da precipitação mensal (mm/pêntada); 5) recorte da área do estudo e; 6) exportação da espacialização para elaboração do layout no ArcGIS. Por fim, aplicou-se uma máscara de pixel para obter valores da média mínima e máxima. Para facilitar a visualização do NDVI e precipitação, arbitrariamente dividiu-se o intervalo de análise (ano de 2017) em quatro períodos: 01/01 a 31/03; 01/04 a 30/06; 01/07 a 30/09 e; 01/10 a 31/12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento aplicado no GEE evidenciou a distribuição espacial das coberturas de vegetação e da precipitação na bacia hidrográfica do rio Piquiri nos quatro períodos de análise (Figuras 2 e 3).

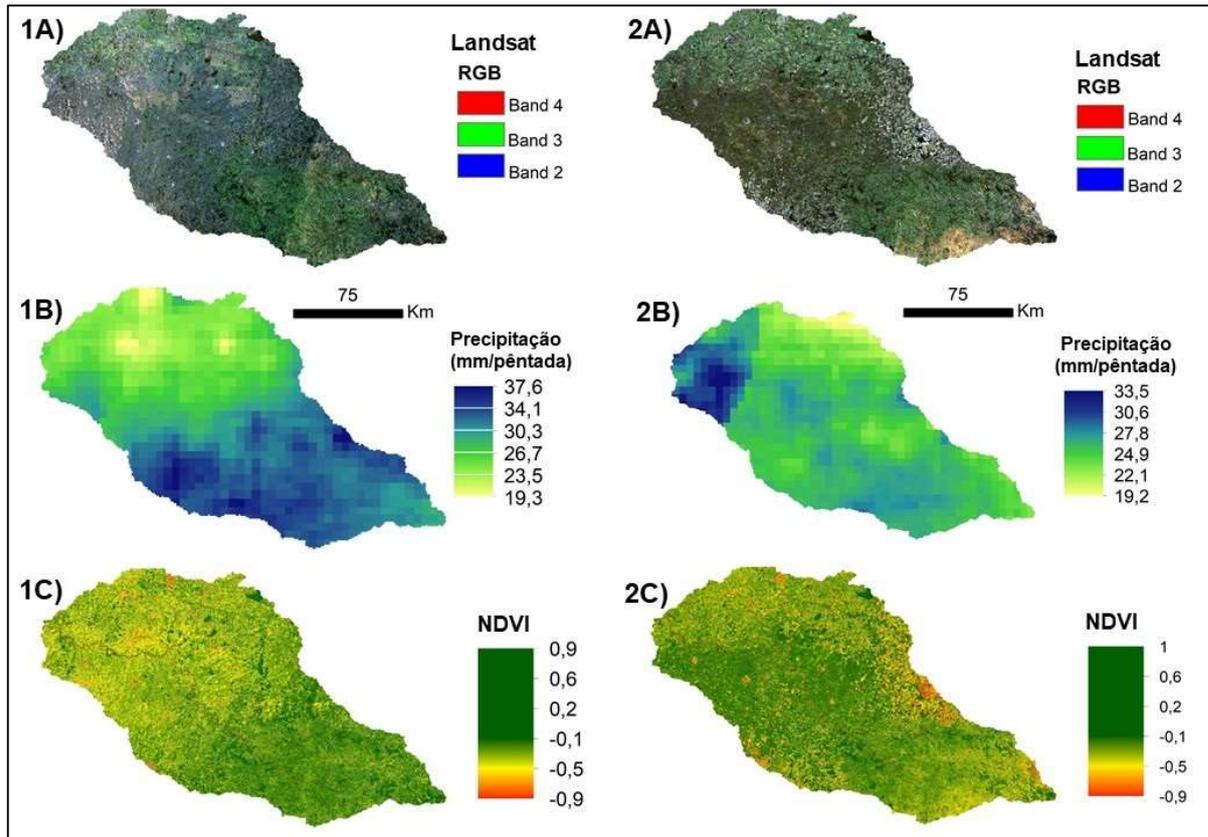


Figura 2: Imagens 1A (Landsat-8/OLI), 1B (Precipitação – mm/ pêntada - CHIRPS) e 1C (NDVI – Landsat-8/OLI) referentes ao primeiro período; 2A (Landsat-8/OLI), 2B (Precipitação – mm/ pêntada - CHIRPS) e 2C (NDVI - Landsat-8/OLI) para o segundo período.

A espacialização da precipitação no primeiro período indica que o setor centro norte da bacia recebeu menos chuva (entre 19,3 a 26mm/pêntada) no período quando comparado com o centro sul (de 30 a 37mm) (Figura 2-1B). Já no segundo período, apenas no setor noroeste a precipitação foi superior (acima de 27mm/ pêntada) quando comparado com o restante da área (entre 19 a 27mm/ pêntada) (Figura 2-2b). Os valores máximos de precipitação também foram distintos entre esses dois períodos, sendo a máxima de 37,6mm/ pêntada para o primeiro período e 33,5mm/ pêntada para o segundo período. Já os valores de precipitação mínima foram equivalentes entre si.

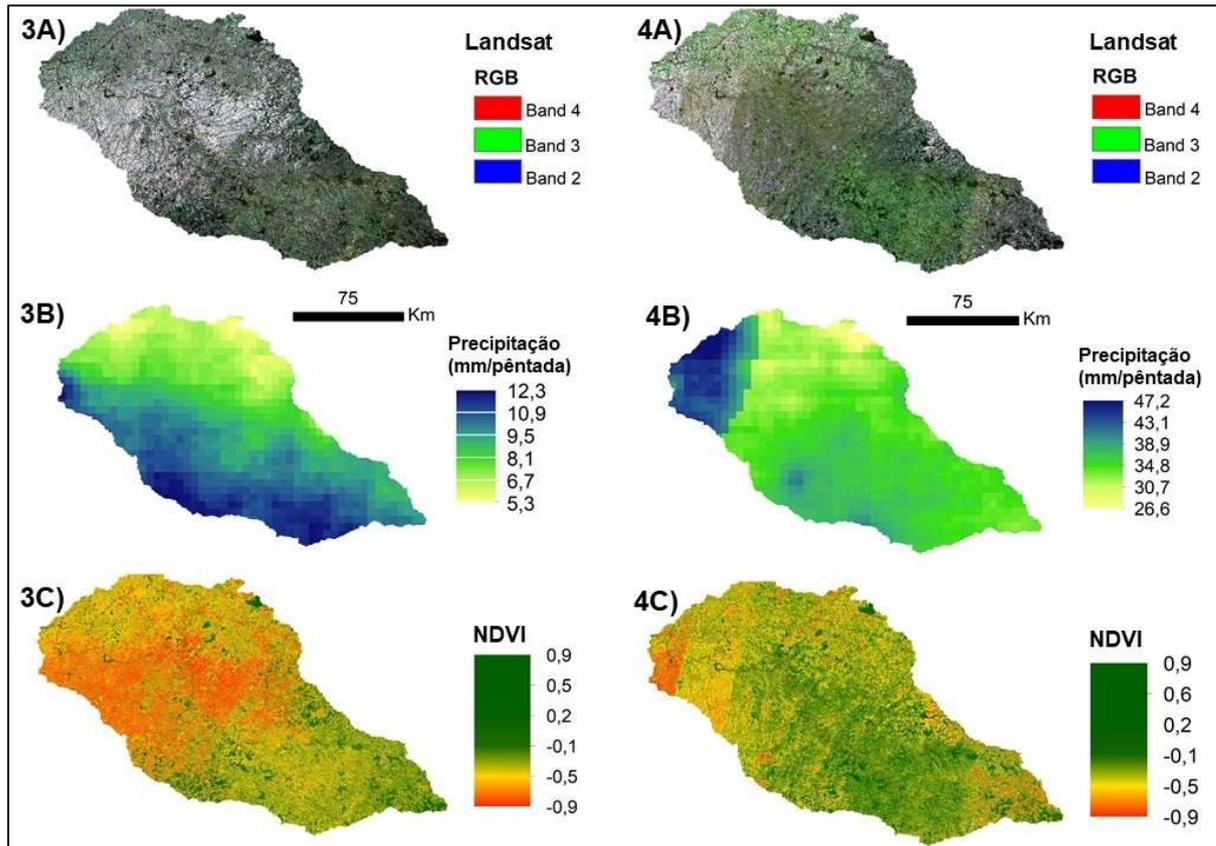


Figura 3: Imagens 3A (Landsat-8/OLI), 3B (Precipitação- mm/ pântada - CHIRPS) e 3C (NDVI - Landsat-8/OLI) referentes ao terceiro período; 4A (Landsat-8/OLI), 4B (Precipitação – mm/ pântada - CHIRPS) e 4C (NDVI - Landsat-8/OLI) para o quarto período.

O comportamento do NDVI também varia espacialmente na área do estudo. Enquanto no primeiro período os maiores valores de NDVI encontram-se no setor centro sul, no setor centro norte os valores são menores (Figura 2-1C). No segundo período o NDVI possui maiores valores no setor centro oeste da área, e nos setores norte e sudeste apresentam os menores valores (Figura 2-2C). Essas variações estão relacionadas à dinâmica de uso e cobertura da terra na bacia, principalmente aos tipos de atividades agropecuárias observadas na área.

O terceiro período do estudo contempla os meses de julho, agosto e setembro. Nesse período os valores de precipitação máxima e mínima no terceiro período foram menores quando comparados com os demais períodos. A máxima foi de 12,3mm/ pântada e a mínima de 5,3mm/ pântada. E a distribuição espacial da precipitação também é distinta. No setor centro sul a precipitação foi maior, atingindo até 12,3mm/ pântada. Já no setor centro norte, a precipitação foi menor, variando de 5,3 a 8,1mm/ pântada (Figura 3-3B). No quarto período tem-se o retorno da época de chuvas, o que justifica o valor máximo de precipitação de 47mm/ pântada e a mínima de 26mm/ pântada (Figura 3- 4B). Espacialmente, o setor com maior precipitação foi o oeste da bacia hidrográfica, próximo da desembocadura do rio Piquiri. Alguns setores do centro



sul também apresentaram precipitação maior, acima de 38mm/ pântada. Já as demais áreas, a precipitação foi de aproximadamente 30mm/ pântada, sendo que no setor norte a precipitação foi menor (26mm/ pântada).

A espacialização do NDVI para os meses de julho, agosto e setembro retrata a predominância de ausência de cobertura vegetal para o período (Figura 3-3C-4C). A maior parte da área apresenta baixos valores de NDVI, retratando o período de entressafra ou vazio sanitário. Somente no segmento centro sul da bacia o NDVI é maior, sendo notada algumas manchas de elevado NDVI, o que sugere cobertura vegetal permanente. Já no quarto período, nota-se o aumento gradativo de áreas com maiores valores de NDVI (Figura 4c). Isso se deve ao plantio da safra de verão que culmina e que acarreta o aumento do NDVI. Áreas que no período anterior estavam com o solo exposto ou com cobertura por palhada, neste período já se encontram com cobertura vegetal decorrente do plantio das culturas de verão.

Distribuição dos valores médios máximos e mínimos da precipitação.

Ao proceder com a aplicação de mascaramento no GEE, consegue-se mapear os valores máximos e mínimos das médias de precipitação e NDVI, que não ficam tão evidenciadas nas figuras anteriores. Este procedimento possibilita observar que em algumas situações a média mínima ou máxima da precipitação são coincidentes com os locais de concentração do NDVI. Como na Figura 4 (1A e 1B), em que a concentração de NDVI coincide com o local de maior precipitação para a bacia, do contrário, os valores menores na Figura 4 (1C e 1D), se concentram principalmente na área noroeste da bacia, como já observado anteriormente. Já para o segundo período este comportamento não é tão evidente, as Figuras 4 (2A e 2B) evidenciam que a concentração de NDVI se localiza na área mais central da bacia, a precipitação está com concentração maior a jusante da bacia. Os valores menores de precipitação ocorrem ao norte da bacia, mas a concentração baixa do NDVI se localiza em toda a bacia (Figura 4 - 2C e 2D).

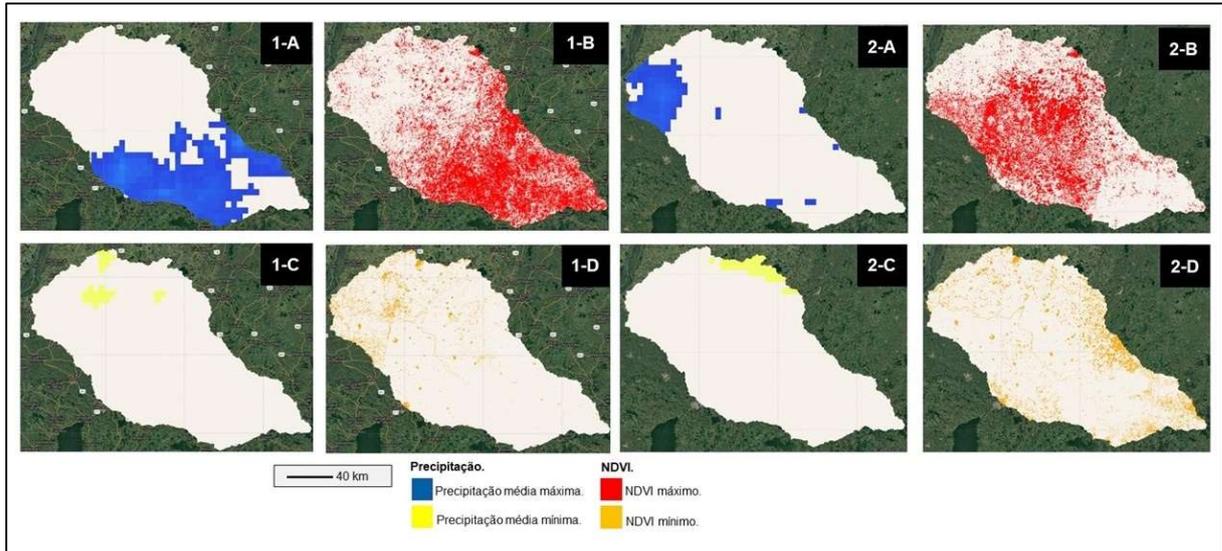


Figura 4: Mapeamento dos valores máximos e mínimos da média da precipitação e ndvi para o primeiro e segundo período.

O mesmo procedimento foi aplicado para o terceiro e quarto período. Para o terceiro período o valor da média máxima da precipitação se concentra ao sul da bacia, já os valores maiores do NDVI se apresentam mais ao sul e nordeste (Figura 5- 3 A e 3B). Para os valores mínimos da precipitação ocorrem ao norte, o que não coincide com o local de valores mais baixos de NDVI que estão ao sudoeste e oeste da bacia (Figura 5 - 3C e 3B).

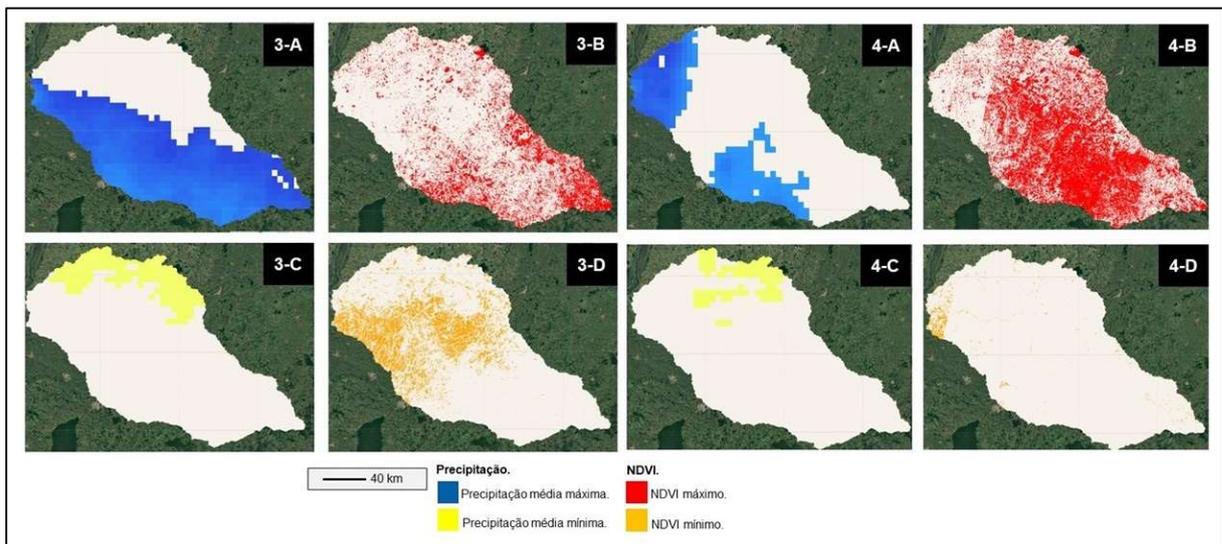


Figura 5: Mapeamento dos valores máximos e mínimos da média da precipitação e ndvi para o terceiro e quarto período.

O quarto e último período para o estudo apresenta os valores máximos da precipitação a oeste e sul. Na região oeste da bacia o índice de NDVI não coincide com a precipitação, somente em parte na região sul da bacia que se apresenta valores elevados de NDVI. Percebe-



se que de modo geral os valores elevados estão mais distribuídos de oeste para leste. Os menores valores de precipitação ocorrem ao norte da bacia o que também se difere da localização dos menores valores de NDVI para a bacia (Figura 5- 4A e 4B).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do Google Earth Engine (GEE) para o mapeamento da distribuição da média da precipitação e NDVI para o ano de 2017 possibilitou identificar áreas da bacia do rio Piquiri que tiveram valores médios de precipitação e NDVI maiores do que outras localidades. O período de maior média foi o último que coincide com o período de maior precipitação para a bacia. O período de menor média da precipitação foi o terceiro, período de inverno com baixa precipitação. O procedimento de mascaramento de valores máximos e mínimos contribuiu para espacializar a distribuição e auxilia na interpretação do fenômeno, e permitiram evidenciar que em algumas situações os valores de precipitação e NDVI não são coincidentes. Neste contexto, a utilização do Google Earth Engine (GEE) se torna uma ferramenta importante por possibilitar trabalhar com várias imagens de satélite, sem a necessidade de baixar as mesmas, o que demandaria mais tempo.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, A.V.L. Sobre a quantificação do intemperismo na Bacia do Rio Piquiri – PR. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n.41, p.35-51, 1993.
- BREUNIG, F. M.; HAYAKAWA, E. H.; BACANI, V. M.; TRENTIN, R.; PEREIRA FILHO, W.; SILVA, A. Reflexões sobre as geotecnologias no contexto da geografia do Brasil. **Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise**, v. 46, p. 185-198, 2019
- FUNK, K.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHRADDHANAND, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations – a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific data**, 2015, DOI: 10.1038/sdata.2015.66.
- GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary- scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment** (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- HAYAKAWA, E. H.; BACANI, V. M.; BREUNIG, F. M.; SILVA, A.; TRENTIN, R.; PEREIRA FILHO, W. Sensoriamento remoto aplicado aos estudos geográficos: considerações a partir dos trabalhos submetidos ao XI ENANPEGE. **Revista da Anpege**, v. 12, p. 77-96, 2016.



XIV ENCONTRO NACIONAL DE
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM

GEOGRAFIA

XIV ENANPEGE
topia digital

IAP-Instituto Ambiental do Paraná. **Avaliação ambiental integrada da Bacia do Rio Piquiri**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov/pagina-1074.html>. Acesso em: 13/10/2016.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Trad. José Carlos Neves Epiphânio (coord). São José dos Campos, SP, Parênteses, 2009.

MONTANHER, O. C.; SOUZA FILHO, E. E. Considerações sobre as formas de abordagem de imagens multiespectrais em Geografia. **Boletim de Geografia (UEM)**, v. 29, p. 135-145, 2011.

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: S. C. Freden, E. P. Mercanti and M. Becker (eds.). Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. V. 1: **Technical Presentations**, NASA SP-351, NASA, Washington, D. C.; p. 309-317.