



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



## Balanço hídrico superficial da bacia hidrográfica do riacho Milagres-PE, utilizando o SUPer

Gabrielly Gregorio da Luz., Josiclêda Domiciano Galvincto

Gabrielly Gregorio da Luz. E-mail: [gabrielly.gregorio@ufpe.br](mailto:gabrielly.gregorio@ufpe.br). Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.  
Josiclêda Domiciano Galvincto. e-mail: [josicleda.galvincto@ufpe.br](mailto:josicleda.galvincto@ufpe.br) Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Ciências Geográficas. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA. Bolsista de pesquisa do CNPq. Pesquisador Mentor da Agência Pernambucana de Água e Clima-APAC

Artigo recebido em 28/03/2021 e aceito em 20/04/2022.

### RESUMO

Estudar o balanço hídrico de pequenas bacias hidrográficas é sempre um desafio devido a falta de informações observadas na área. Desde estações de monitoramento climático, estações de monitoramento dos recursos hídricos e ambientais. A dificuldade de dados torna muito vezes impossível uma boa gestão dos recursos hídricos dessas áreas. Estimativas de modelos ambientais detalhados são de grande importância para o monitoramento dessas áreas. O SUPer-Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco é um sistema poderosíssimo que proporciona estimativas precisas sobre muitas variáveis importantes do ciclo hidrológico. Assim, o objetivo deste estudo é avaliar o balanço hídrico da pequena bacia hidrográfica do riacho Milagres subbacia da bacia de Terra Nova-PE. Essa pequena bacia está sendo beneficiada pelo o PISF-Projeto de Integração do São Francisco. Os resultados mostram que a bacia do riacho Milagres antes do PISF foi bastante beneficiada pela percolação de água proporcionando o uso dessa água percolada para agricultura irrigada por água subterrânea. O aporte de água do PISF para essa área precisa levar em consideração esse aporte de água já existente antes do PISF.

Palavras-chave: SUPer, PISF, alocação de água.

## Surface water balance of the Milagres -PE watershed, using SUPer

### ABSTRACT

Studying the water balance of small hydrographic basins is always a challenge due to the lack of information observed in the area. From climate monitoring stations, water resources and environmental monitoring stations. The difficulty of data often makes good management of water resources in these areas impossible. Detailed environmental model estimates are of great importance for monitoring these areas. The SUPer-System of Hydrological Response Units for Pernambuco is a very powerful system that provides accurate estimates on many important variables of the hydrological cycle. Thus, the objective of this study is to evaluate the water balance of the small hydrographic basin of the Milagres stream sub-basin of the Terra Nova-PE basin. This small basin is benefiting from the PISF-São Francisco Integration Project. The results show that the Milagres stream basin before the PISF was greatly benefited by the percolation of water providing the use of this percolated water for agriculture irrigated by groundwater. The PISF water supply to this area needs to take into account this water supply that already existed before the PISF.

Keywords: SUPer, PISF, water allocation.

### Introdução

A água é um bem precioso no mundo inteiro. No Brasil várias regiões passam por problemas sérios de escassez hídrica. A crescente necessidade de racionalização do uso dos recursos hídricos, principalmente na região Nordeste do Brasil, onde se caracteriza longo período de estiagens e má distribuição espacial da precipitação, torna necessária a compreensão das

interações existentes entre clima, ocupação do solo e fisiografia. Além do mais, essas interações naturais são frequentemente perturbadas por ações antrópicas que podem acarretar consequências importantes sobre a disponibilidade de água, tanto em quantidade quanto em qualidade, Galvincto et al., 2006.

Relatos evidenciam que há preocupação com o ciclo das águas é existente mesmo antes de

cristo. Martinhago, et., al 2021. O rio São Francisco tem sido o salvador em diferentes situações de demandas hídricas no Brasil, com um papel importante no abastecimento de água tanto para irrigação quanto para o consumo humano. Silveira et., al. 2016.

Uma dessas demandas foi o PISF-Projeto de Integração do São Francisco. Gerenciar os recursos hídricos alocados pelo PISF tem sido um desafio. Um deles é que não existe ainda estudos dos impactos das mudanças de uso e ocupação do solo em função das obras hídricas realizadas para o funcionamento do PISF. Esse projeto é importante para o desenvolvimento da região, mas precisa ser entendido de forma que as ações realmente tragam benefícios reais a sociedade.

Utiliza-se modelo hidrológico para quantificar regiões onde as observações hidrológicas de longo prazo com alta qualidade são escassas, Abatzoglou., et al 2017. Tanto na atmosfera quanto na superfície, ou no sistema que interliga os dois pode ser realizado o balanço hídrico Liberato et.al 2010. Precipitação (P), Evapotranspiração (ET) e escoamento (R) caracteriza juntos o balanço hídrico superficial em escalas climatológicas referente a terra. Padrón et., al 2017.

Uma boa caracterização de bacias hidrográficas é de suma importância para o monitoramento e modelagem de bacias. Uso de novas tecnologias tem sido destaque em vários estudos de caracterização detalhada da bacia, Bandim e Galvncio (2021). Uma caracterização importante é da vegetação da bacia que pode influenciar diretamente no ciclo hidrológico. Assim, diferentes estudos têm sido realizados com o objetivo de melhorar os modelos ambientais com melhor caracterização da vegetação, Miranda et al., (2018) e Miranda et al., (2020).

A modelagem e a discussão a respeito da gestão dos recursos hídricos, destacando-se o uso das águas e o livre acesso a informações hidrológicas, torna-se essencial no processo de tomada de decisão, tanto pelo poder público quanto pela sociedade de um modo geral. A gestão de recursos hídricos no Brasil e no mundo, a vulnerabilidade hidro climatológica e as alternativas à seca do Nordeste brasileiro, com destaque para as regiões semiáridas, são temas polêmicos que vêm despertando expectativas regionais, sempre associadas a ações propostas no sentido de reverter o quadro sócio – econômico atual, quando essas se relacionam com o atendimento às necessidades hídricas da região. Planejamentos como dos recursos hídricos,

ambientais e agricultura são importantes tanto quanto os das ações de sobrevivência humana. (Galvncio e Luz, 2021) e das mudanças climáticas (Galvncio, 2021).

Em Pernambuco a bacia hidrográfica de Terra Nova no semiárido é uma das mais impactadas pelo o PISF, seja positivamente ou negativamente devido aos impactos gerados pela obra. A bacia hidrográfica do riacho Milagres é uma subbacia da bacia de Terra Nova. Nessa subbacia foi construído um reservatório do PISF que é denominado de reservatório Milagres. A jusante desses reservatórios existe vários agricultores que ao longo dos anos vem sobrevivendo com agricultura irrigada através da água subterrânea. Esses agricultores usam cacimbões que são construídos no leito do rio Milagres e irrigam suas plantações com essa água subterrânea. Após a construção da barragem os agricultores têm informado que represa Milagres acarretou diminuição no volume de água nos cacimbões. Diante dessa problemática o objetivo deste estudo é avaliar o balanço hídrico na bacia hidrográfica do riacho Milagres antes da construção do reservatório do PISF, utilizando o SUPer-Sistema de Unidade de Resposta Hidrológica para Pernambuco.

## **Material e métodos**

### *Área em estudo*

Neste estudo foi utilizado a bacia do riacho Milagres que é uma subbacia da bacia de Terra Nova-PE, Figura 1 (área hachurada em verde). Localiza-se no semiárido de Pernambuco. A bacia do riacho Milagres possui uma área de 239,56km<sup>2</sup>.

### *Clima semiárido*

A variabilidade espacial temporal do clima no semiárido constitui em característica marcante da região, em que a irregularidade temporal e espacial das chuvas são fatores relevantes do que os totais pluviométricos sazonais. Marengo et., al 2011. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), evidencia que a região nordestina tem períodos estacionais que duram de 3 a 5 meses, abrangendo ainda cerca de 60 % de chuvas irregulares. O relatório do IPCC de 2021 mostrou que os últimos períodos quentes foram ocasionados por movimentos de orbitais lentos (multi-milenaristas) variações. A aridez e a distribuição irregular da precipitação pluviométrica no tempo e espaço do semiárido, ocasionou nas construções de postos artesianos para armazenar as águas superficiais. Souza et., al 2016.

**Localização da Bacia Hidrográfica do Riacho Milagres**

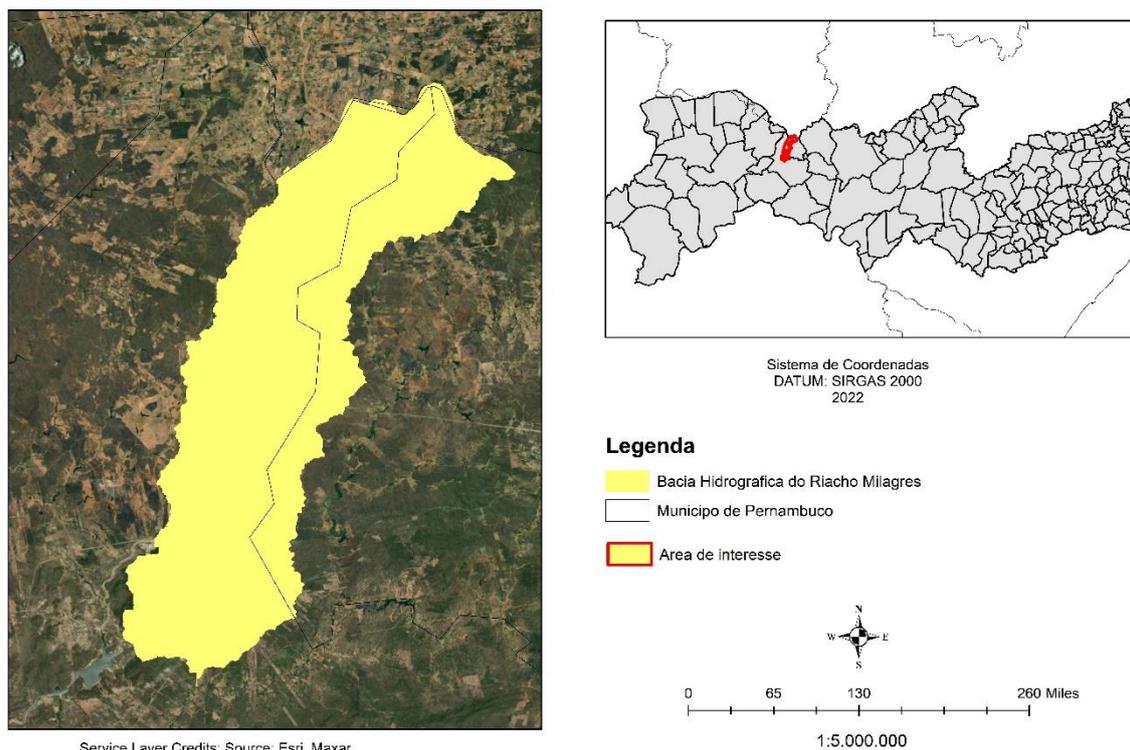


Figura 1 – Localização espacial da bacia hidrográfica do riacho Milagres-PE.

*Tipos de solo*

Argissolos, Neossolos, Quartzarênicos e litólicos, Planossolos e Vertissolos, são na pedologia do semiárido nordestino solos com a maior abrangência, segundo um estudo realizado pela EMBRAPA (2005). Conhecer a predominância existente nos vários tipos de solos é de bastante importante, que vai do processo de irrigação até o cultivo mais simples. Estudos como de Oliveira et, al 2004, Biondi, et., al 2011, Liberato 2021, realizados no semiárido do Nordeste evidenciaram os tipos de solos predominantes, além de como está sendo realizado o seu uso e as ações que ocorrem com o manejo inadequado e alerta para a diminuição da vegetação. Na pesquisa realizada por Nunes et., al 2009, mostrou resultados como a diminuição de espécies nativas depois das queimadas para plantio,

aumentos de insetos, e a importância da vegetação nativa da caatinga para os nichos ecológicos. Experimento realizado por Silva et., al 2012 em duas sub bacias do semiárido mostrou que a condutividade hidráulica do solo saturou apresentou uma alta variabilidade em suas camadas de até 50 cm. Relacionando a problemática acima mencionada com o local do estudo, a Figura 2 mostra as classes dos solos predominantes na bacia hidrológica do riacho milagres, nota-se uma maior concentração do solo R em sua extensa área, pouco vestígio do RE concentrando na área mais urbanizada e de solo exposto. Na Figura 3, mapa do uso e ocupação do solo, grande área de vegetação com percurso hídrico que vai da transposição até o município de Salgueiro (área urbanizada), nota-se ao redor do canal da transposição uma grande área de solo exposto.

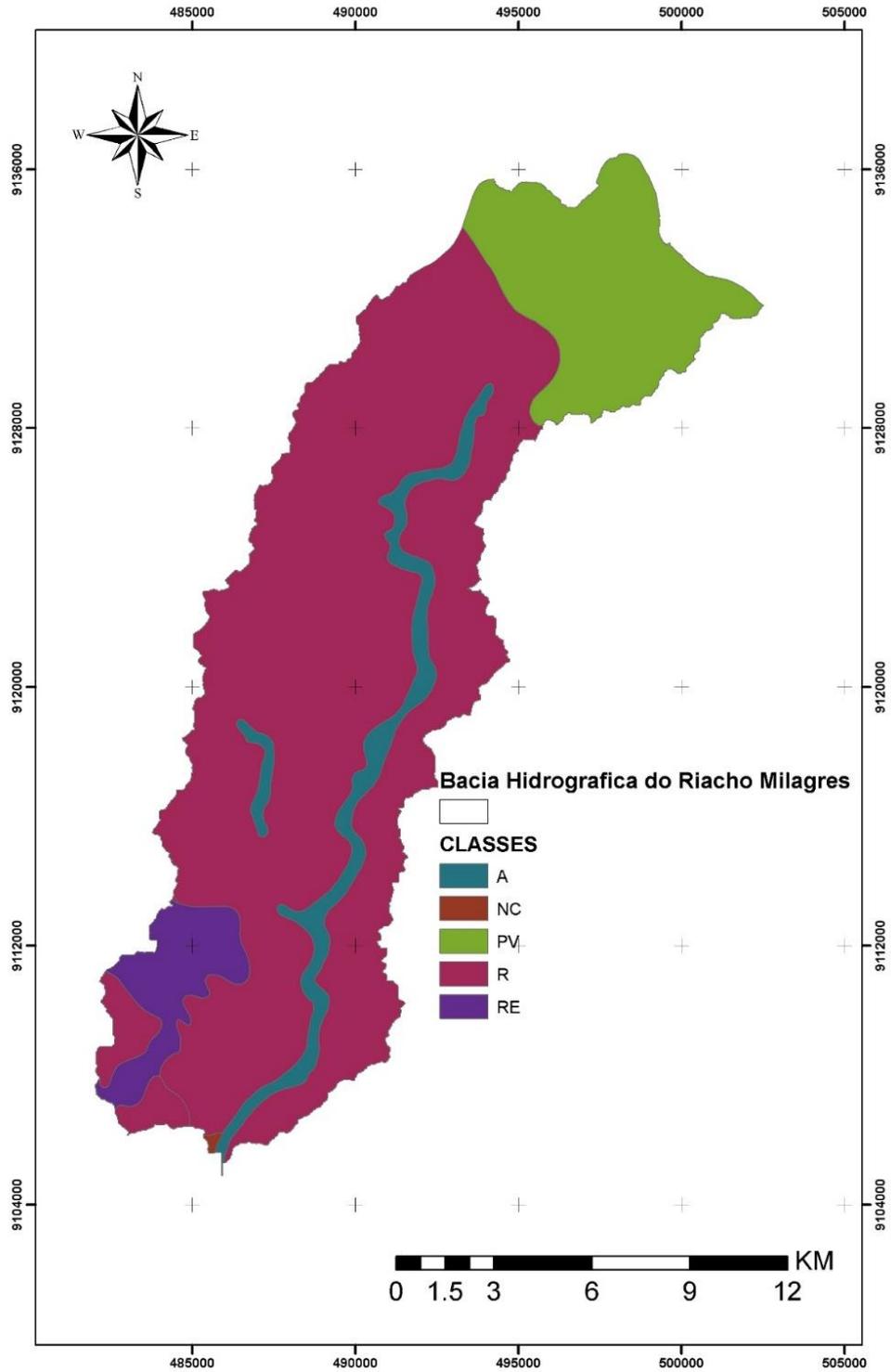


Figura 2 – Classificação dos solos da Bacia Hidrográfica do Riacho Milagres. Fonte da base de dados ZAPE-Zoneamento Agroecológico de Pernambuco.

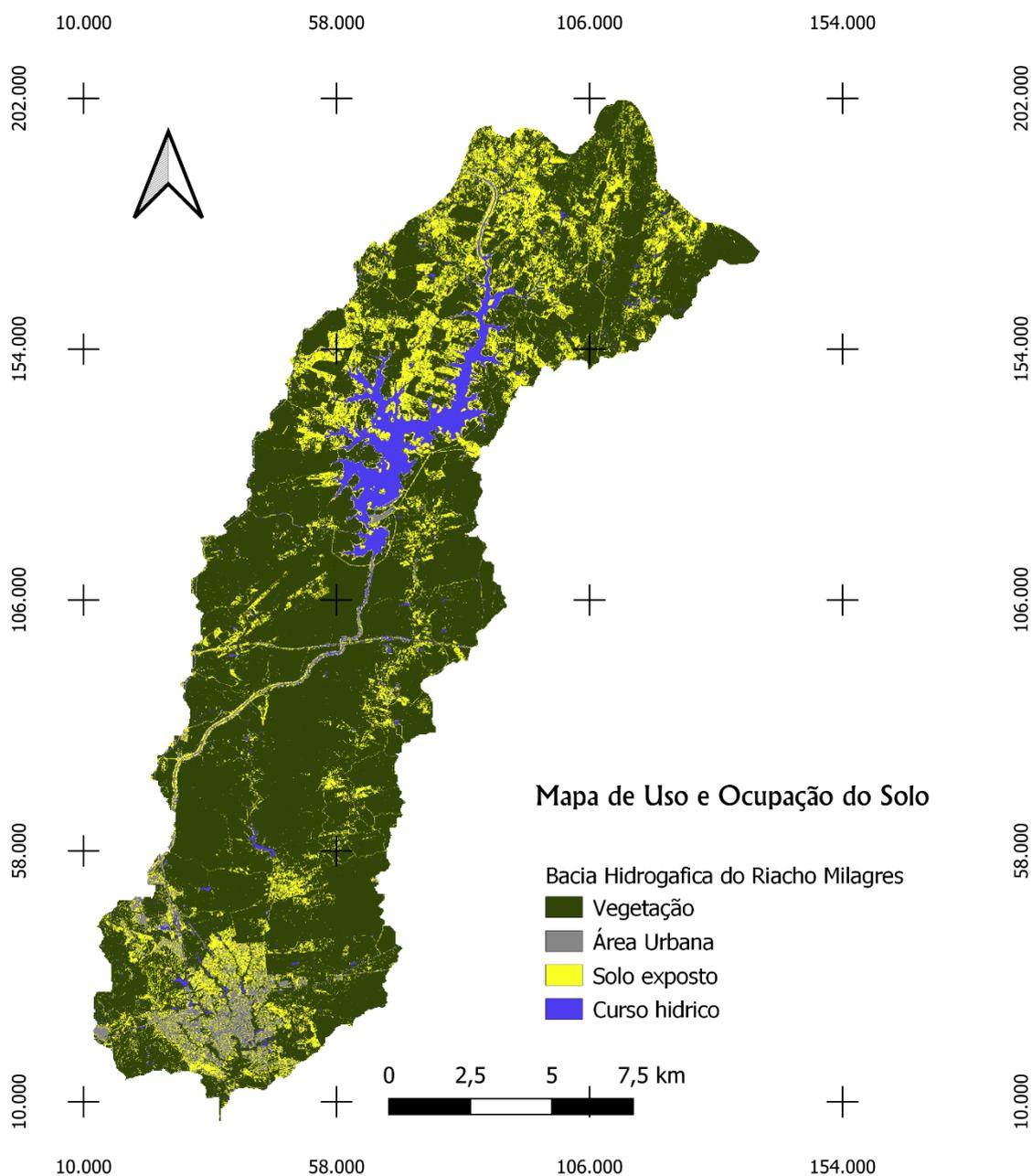


Figura 3. Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Riacho Milagres. Fonte da base de dados ZAPE-Zoneamento Agroecológico de Pernambuco.

*Procedimento Metodológico*

Para este estudo foi utilizado uma série temporal diária de precipitação de 1961 a 2021,

totalizando 61 anos de dados. Foi utilizado dois anos para setup do modelo. Foi utilizado o Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco, site: <https://super.hawqs.tamu.edu/> que tem como base o modelo SWAT-Soil Water Assessment Tools, versão 2012, para obtenção do balanço hídrico da bacia do riacho Milagres.

Para comparar algumas variáveis estimadas e obtidas no SUPER foram realizados dois voos com drone na bacia do riacho Milagres. Foram obtidos com drone temperatura da superfície e índice de vegetação da diferença normalizada. Esses voos foram realizados no dia 08/03/2022, com duração de 20 minutos, o drone utilizado foi o MAVIC pertencente ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (SERGEO), utilizou-se o aplicativo pix4dmappear, disponível gratuitamente para

Íons e Android, sendo capturados imagens tanto na faixa Termal quanto RGB a resolução da câmera de 4056 x 3040.

Para validação das temperaturas obtidas com o drone, em campo distribui-se papel cartolina sobre a superfície com as cores azul, laranja e vermelho aferidas nesses pontos a temperatura da superfície, utilizando um termômetro infravermelho digital.

Foi coletada uma amostra de solo em campo para medir a umidade do solo em laboratório através do espectroradiômetro (Figura 4). As Figura 4A e 4B apresentam a placa de referência utilizada para calibração do espectroradiômetro fieldspec 4 da empresa ASD, Figura 4 C. A O plano de voo utilizado para obtenção do imageamento com drone, apresentou sobreposição 90% e angulação da câmera de 90 graus na localização com latitude de -7,94 e longitude de -39,086.

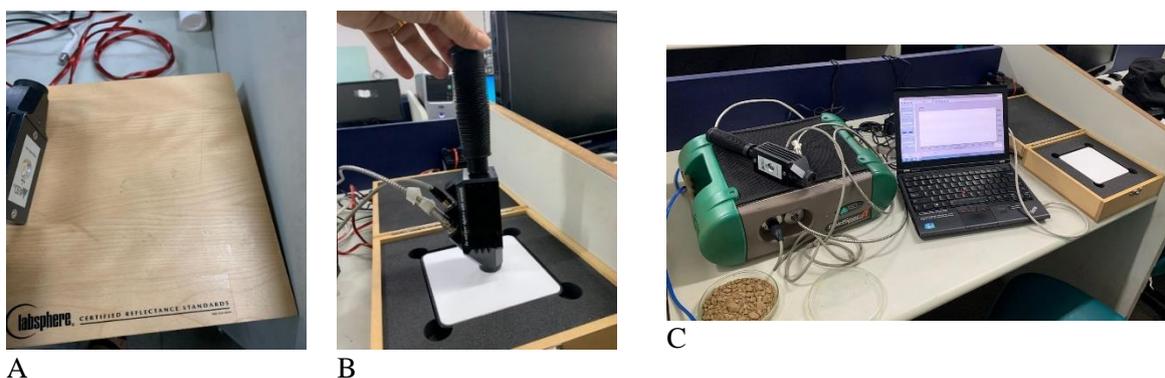


Figura 4- Calibração do espectroradiômetro para coleta do comportamento espectral da amostra de solo.

Foram obtidos o NDVI-Índice de vegetação da diferença normalizada e o NDWI-Índice de água da diferença normalizada, com as imagens de drone e o comportamento espectral do espectroeletrromagnético. No NDWI os valores são negativos para superfície de água. Quanto mais próximo de -1 superfície sem água (seca) e quanto mais próximo de zero superfície de água. Até -0,3 seca moderada, até -0,2 muita umidade. A equação do NDWI foi a seguinte:

$$NDWI = \frac{R_{860} - R_{1240}}{R_{860} + R_{1240}}$$

Em que,  $R_{860}$  é a refletância na faixa 860nm,  $R_{1240}$  é a refletância na faixa de 1240nm.

O NDVI é obtido pela equação:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Em que NIR é a refletância da faixa do infravermelho próximo e R é a refletância da

faixa do vermelho. O NDVI varia de -1 a 1. -1 a 0 representa corpo hídrico, -0,1 a 0,1 solo exposto, 0,2 a 0,5 arbustos e pastagens, 0,5 a 1 vegetação densa ou floresta tropical.

### Resultados e discussão

O balanço hídrico médio anual da bacia do riacho Milagres apresenta as seguintes razões: 41% da precipitação é perdida por evapotranspiração. Apenas 3% do fluxo total da bacia é superficial, 56% da precipitação é percolada. A precipitação média anual é de 638mm, evapotranspiração potencial de 2676mm, evapotranspiração real de 260mm. A bacia hidrográfica do riacho Milagres tem alto fluxo de retorno de 283mm. Ou seja, 37% da precipitação percolada retorna a superfície através de poços artesianos ou cacimbões e/ou na superfície nos vales, Figura 5.

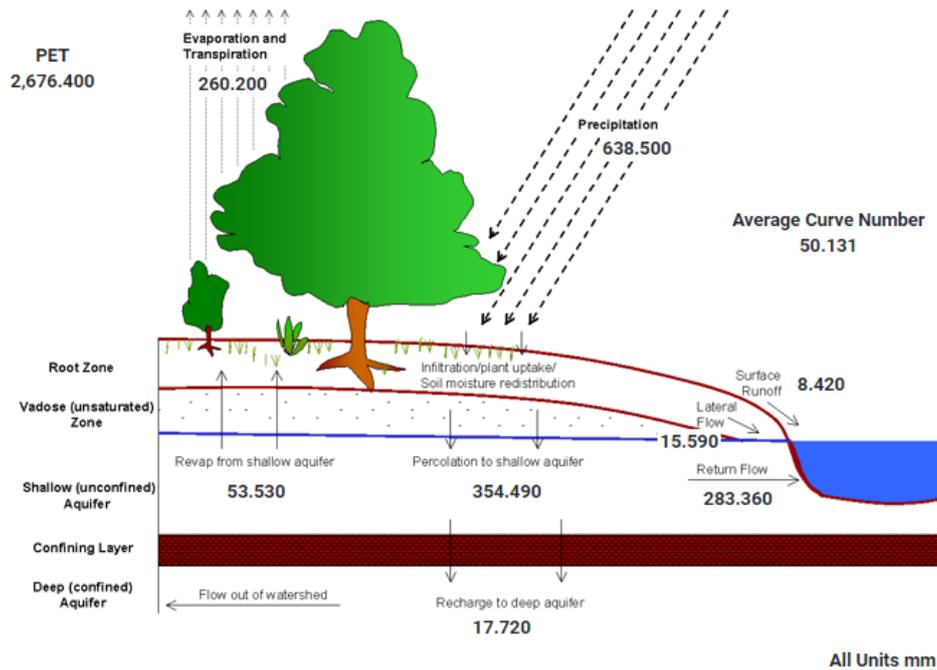


Figura 5 Ciclo hidrológico médio anual da bacia hidrográfica do riacho Milagres.

O escoamento superficial do riacho Milagres diminuiu aos longos dos últimos 20 anos, Figura 6. Nesse período o escoamento superficial não ultrapassou 10 mm. Ou seja,  $0,2\text{m}^3/\text{s}$ . Sendo mais frequentes meses com vazão zero. Ou seja, é possível perceber o aumento de secas hidrológicas mais frequentes nos últimos 20 anos. Nessa bacia 53% do ano possui vazão de  $0,3\text{m}^3/\text{s}$ , Figura 7. Dessa vazão  $0,05\text{ m}^3/\text{s}$  é perdida por evaporação, Figura 8. Em 50% do ano a temperatura da superfície da água fica em torno de  $25^\circ\text{C}$ , chegando ao máximo de  $31^\circ\text{C}$ , Figura 9. Foram obtidas temperaturas da superfície com drones, Figura 10, e validadas com as temperaturas da superfície obtidas com as cartolinas e termômetros

infravermelho termal. O acerto esteve em torno de 95% entre as temperaturas do drone e das cartolinas. Diante da precisão do drone foram avaliadas as temperaturas das superfícies da água no riacho do Milagres que recebe água do PISF. As temperaturas da água no riacho Milagres estiveram em torno de  $25^\circ\text{C}$ , aproximadamente as 12:30h, Figura 11. Essas temperaturas estão coerentes com as estimadas pelo SUPER em 50% do ano. Na Figura 11 as cores pretas representam as áreas frias e as cores claras representam as áreas mais quentes. Nota-se que essas áreas mais frias estavam em torno de  $25^\circ\text{C}$  e as mais quentes em torno de  $45^\circ\text{C}$  aproximadamente ao 12:30h do dia 08/03/2022, Figuras 12 A e B.

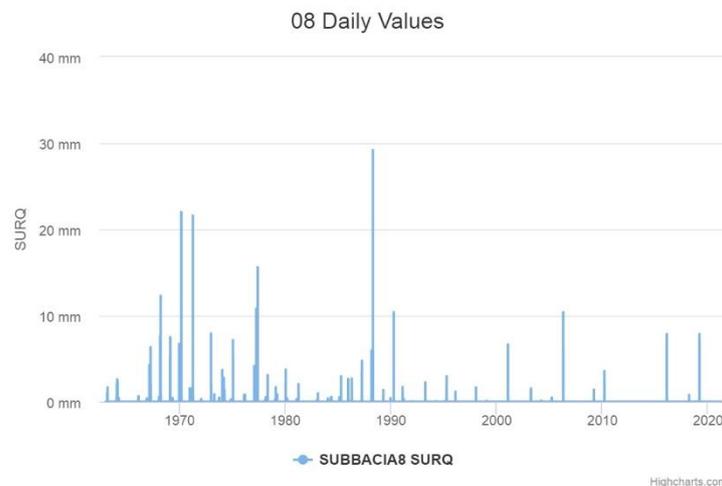


Figura 6 Escoamento superficial da bacia hidrográfica do riacho Milagres.

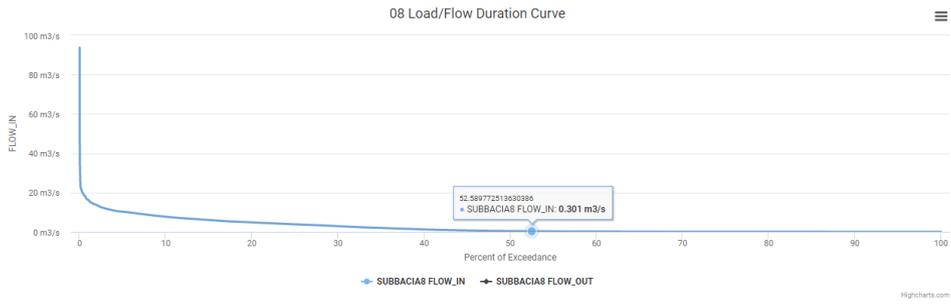


Figura 7- Curva de permanência do escoamento superficial

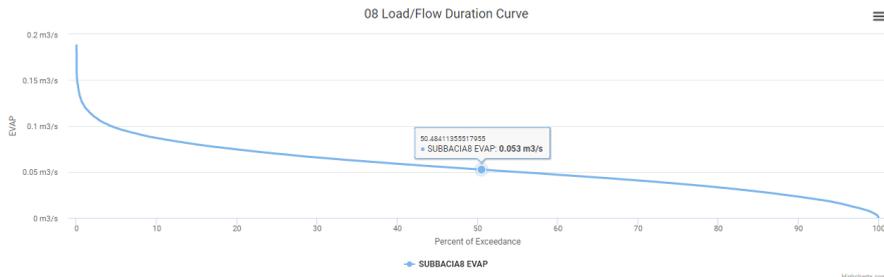


Figura 8- Evaporação na bacia do riacho Milagres.

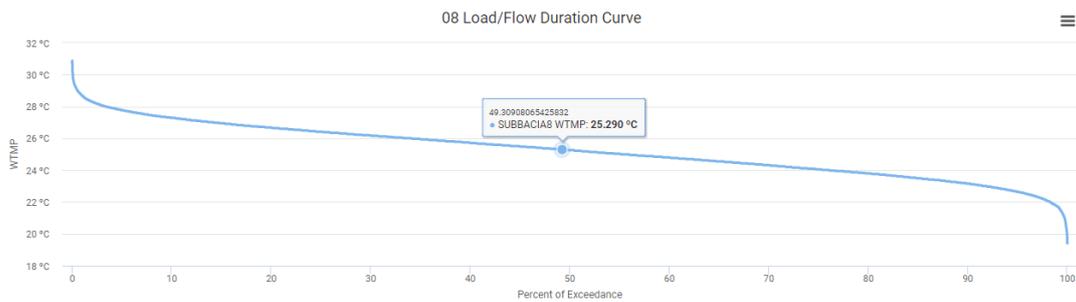
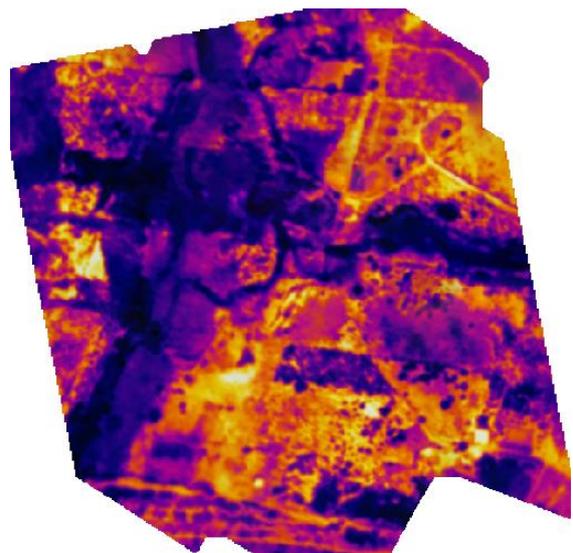


Figura 9- Temperatura da superfície da água.



Orthomosaico RGB do voo de drone em Sitio Lagoa dos Milagres



Orthomosaico Termal do voo de drone em Sitio Lagoa dos Milagres

Figura 10- Orthomosaicos do voo de drone em Sítio Lagoa dos Milagres-PE.

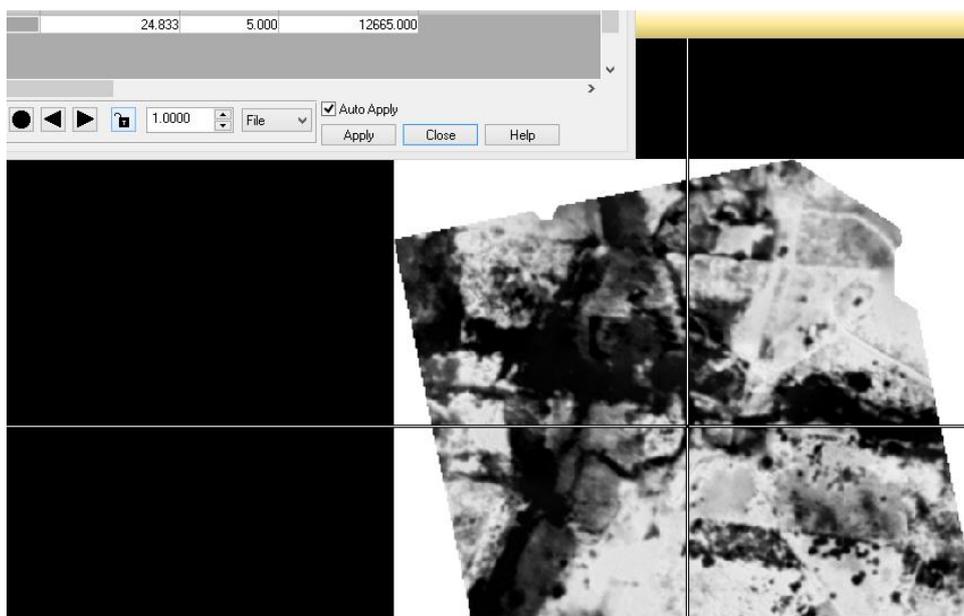


Figura 11- Temperatura da superfície da água em riacho do Milagres que recebe água do PISF.

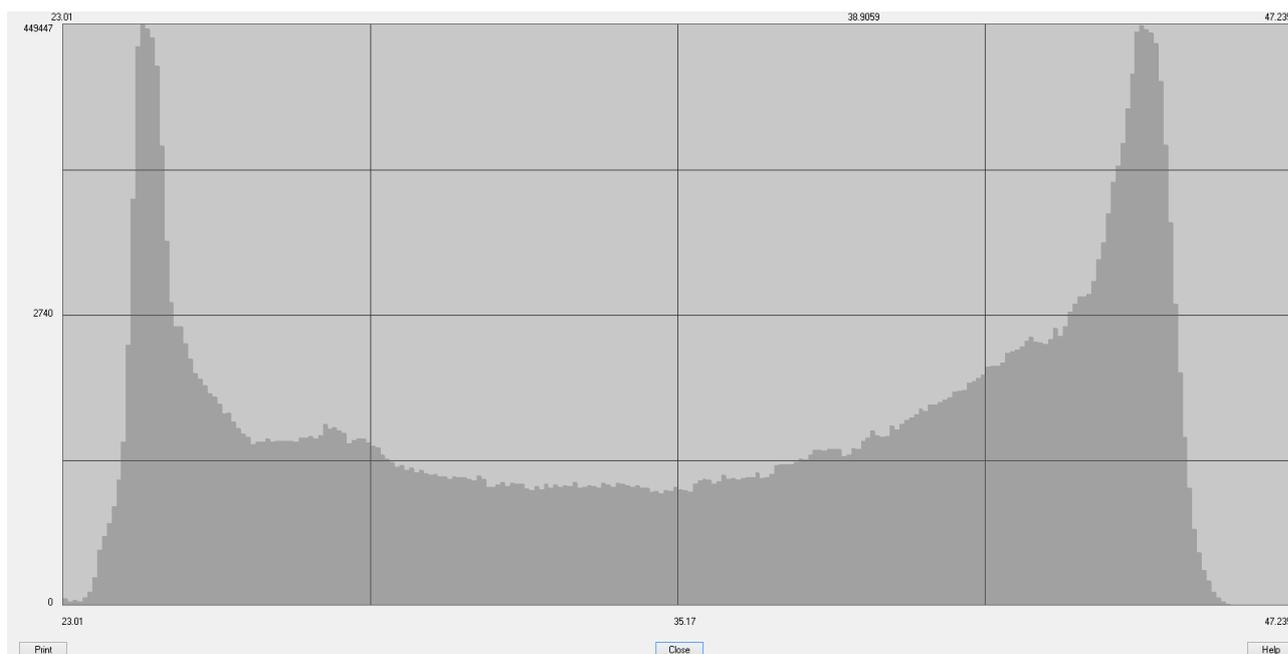


Figura 12A- Variação espacial da temperatura no sítio Lagoa dos Milagres-PE.

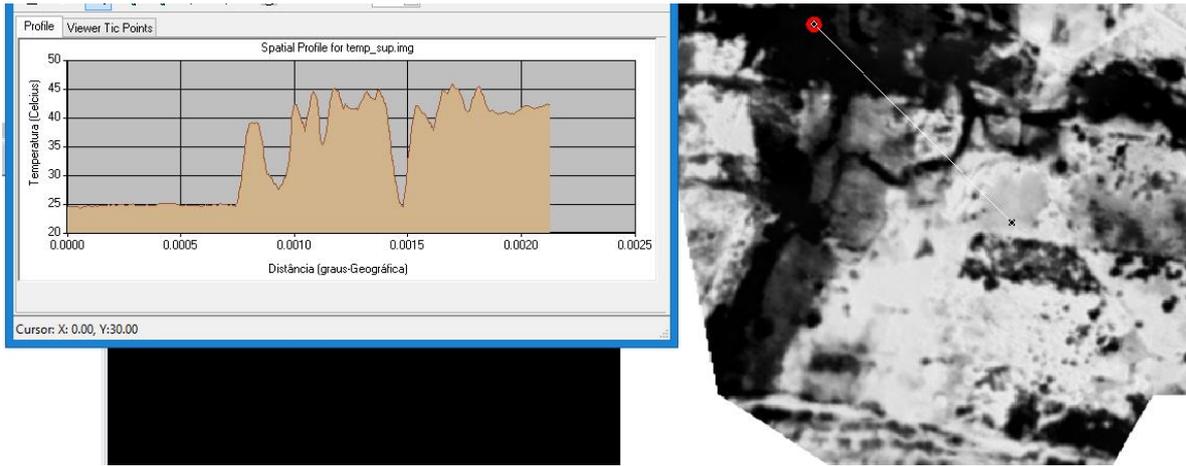


Figura 12B- Variação espacial da temperatura no sítio Lagoa dos Milagres-PE.

A evapotranspiração potencial diária esteve entre 10 e 20mm, Figura 13. A evapotranspiração real esteve entre 4 e 8mm diários, Figura 14. Em geral, a umidade do solo se encontra acima de 8mm/dia. Mas, não ultrapassa os 12mm, Figura 15. Em amostra coletada em campo, utilizando o comportamento espectral, a umidade

do solo foi de 9,6mm. Sendo a capacidade de campo desse solo de 22mm. A percolação de água no solo na bacia do riacho Milagres é alta, estando entre 50 e 150 mm diários, Figura 16. Como visto na Figura 5, 37% desse volume percolado retorna a superfície através de poços artesanais ou cacimbões e/ou na superfície nos vales.

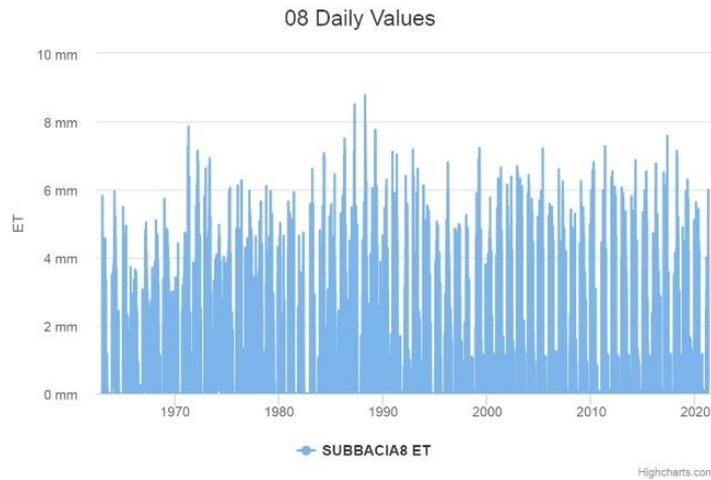


Figura 13- Evapotranspiração potencial da bacia do riacho Milagres.

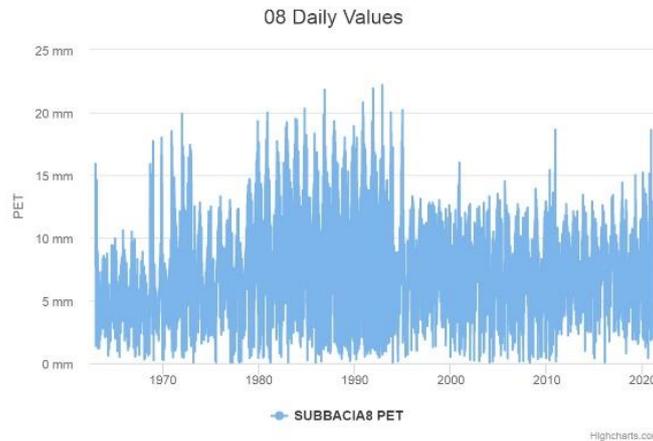


Figura 14- Evapotranspiração real da bacia hidrográfica do riacho Milagres.

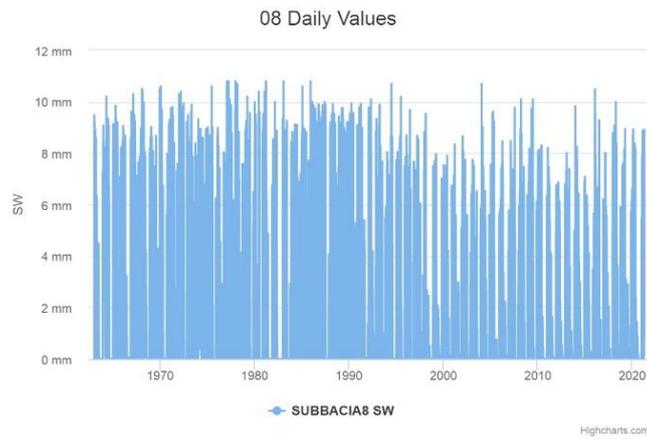


Figura 15- Umidade do solo ou armazenamento de água no solo.

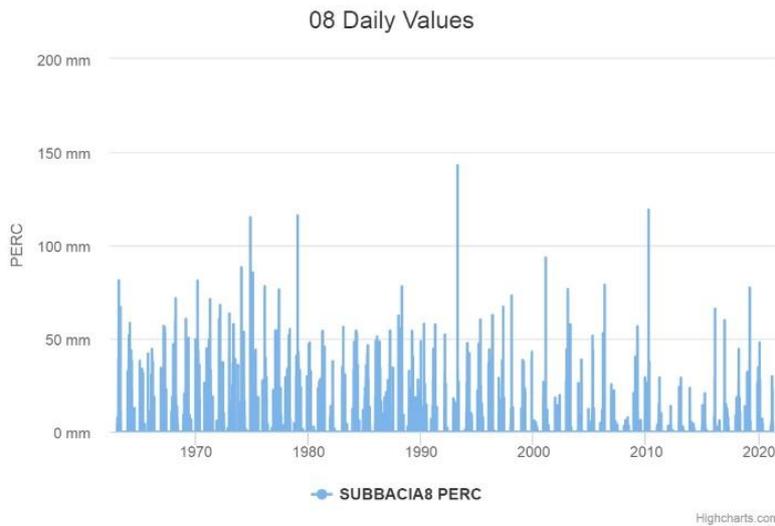


Figura 16- Percolação de água na bacia do riacho Milagres.

### Análise do NDVI e NDWI com imagens de drone

Para avaliar as condições da vegetação nessa área utilizou-se a imagem de drone para estimar o NDVI e o NDWI, Figuras 17 e 18. O

histograma do NDVI mostra que o mesmo esteve, em geral, entre 0,2 a 0,6, com exceção dos valores negativos que são para água ou solo exposto, Figura 17. Já para o NDWI os valores estiveram, em geral, abaixo de 0,18, Figura 18.

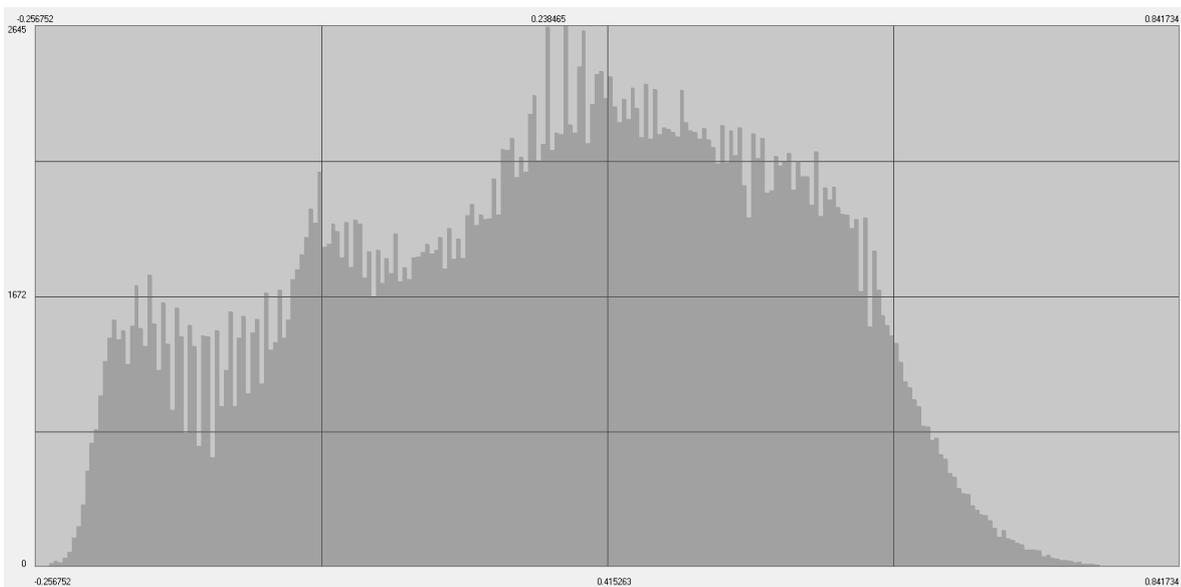


Figura 17- Histograma do NDVI do sítio Lagoa dos Milagres-PE.

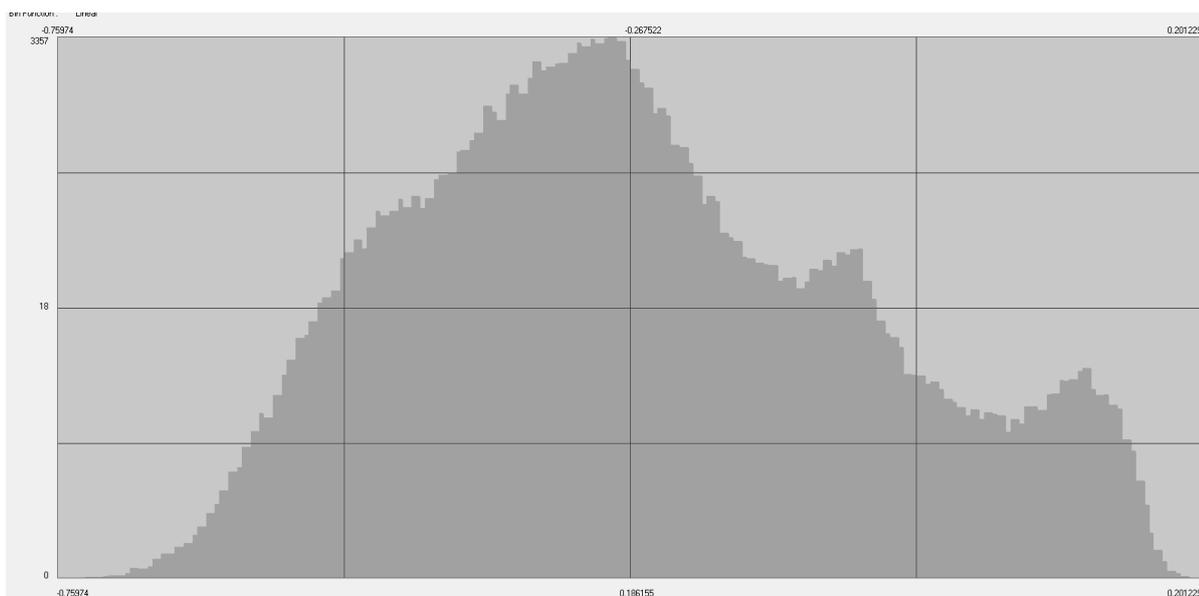


Figura 18- Histograma do NDWI do sítio Lagoa dos Milagres-PE.

### Comparação do uso e ocupação do solo com a Temperatura da superfície

É notável que a temperatura da superfície é menor em áreas com presença de água na superfície ou na vegetação, Figura 19. Nas áreas com água na superfície a temperatura esteve em

torno de 25<sup>o</sup>C e nas áreas com vegetação em estresse hídrico a temperatura foi de aproximadamente 35<sup>o</sup>C e nas áreas de solo exposto a temperatura esteve em torno de 40<sup>o</sup>C, no dia 08/03/2022 em torno das 12:30h, horário local.

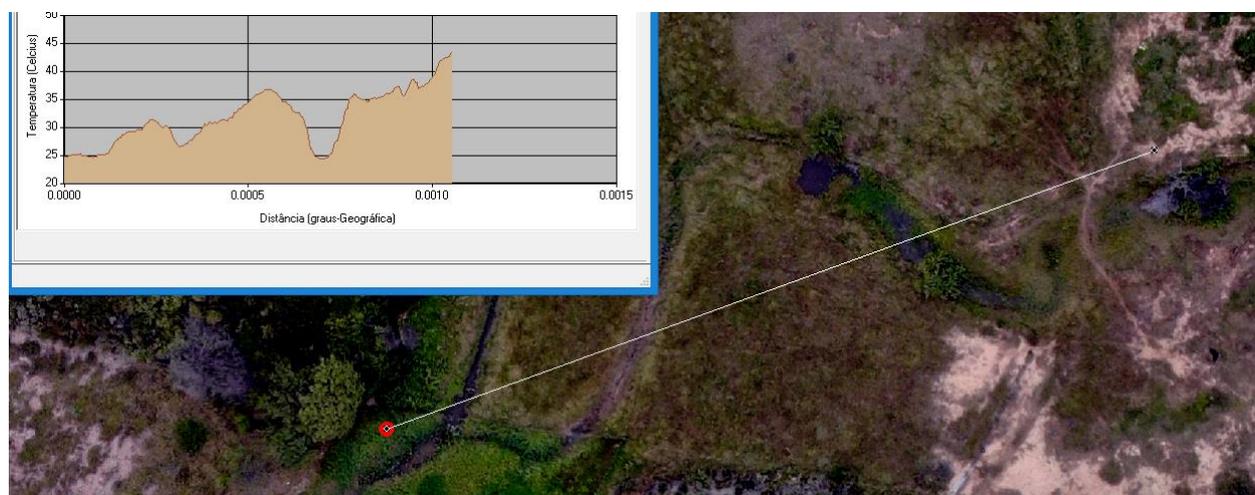


Figura 19- Perfil espacial da temperatura da superfície.

### Conclusões

A bacia hidrográfica do riacho Milagres possui importante fluxo de água através da percolação.

Esse fluxo retorna a superfície nos vales ou através do uso da água subterrânea, cacimbões e poços artesianos.

As condições hídrica e das características da vegetação da área contribuem na variação espacial de temperatura e conseqüentemente nas

variações microclimáticas. Isso significa de grande importância para a qualidade de vida local, seja humana e /ou ambiental.

A gestão do PISF-Projeto de Integração do rio São Francisco deve levar em consideração características específicas de cada região para que as águas do PISF venha a trazer contribuições positivas para as comunidades beneficiadas.

## Agradedimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de produtividade de pesquisa. A FACEPE pelo o projeto pesquisador Mentor através do processo BPV-0010-3.07/21.

## Referencias

- Abatzoglou, J. T., & Ficklin, D. L. (2017). Climatic and physiographic controls of spatial variability in surface water balance over the contiguous United States using the Budyko relationship. *Water Resources Research*, 53(9), 7630-7643.
- Bandim, C.G.A., Galvêncio, J.D. 2021. Mapping water storage areas in depression, using lidar data: Caxangá avenida case study | Mapeamento das áreas de armazenamento de água em depressão, usando dados lidar: Estudo de caso avenida caxangá. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 1, 58-67.
- Biondi, C. M. et al. Teores de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni E Co em solos de referência de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2011, v. 35, n. 3 [Acessado 12 Abril 2022], pp. 1057-1066. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000300039>>. Epub 27 Set 2011. ISSN 1806-9657. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000300039>.
- Do Nascimento et al. Comparação de métodos de extração de fósforo disponível em solos do semiárido. *Revista Ciência Agronômica* [online]. 2021, v. 52, n. 04 [Acessado 12 Abril 2022], e20207633. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210062>>. Epub 15 Out 2021
- EMBRAPA, 2005, Principais solos do semi-árido do nordeste do brasil. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/34392/1/OPB1114.pdf>. Acessado em: 03/04/2022.
- Galvencio, J.D. 2006. Balanço Hídrico à Superfície da Bacia Hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa. RBRH – *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 11, 135-146.
- Galvencio, J.D. Sousa, F. A. S. Srinivasan, V. S. 2021. Impact of increased co2 on precipitation in the state of Pernambuco | Impacto do aumento de co2 nas precipitações do estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 3, 1828-1839.
- Galvencio, J. D., Luz, G. G. 2021. Desenvolvimento de Modelo que Estima o Impacto do CO2 Atmosférico nas Precipitações do Estado de Pernambuco, utilizando ARIMA 1840-1851. Doi <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p1840-1851>
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Semiárido Brasileiro, bases de dados, 2018.
- IPCC, 2020: AR6 Climate Change 2021: Mitigation of Climate Change.
- Liberato, A. M., & Brito, J. I. B. (2010). Influência de mudanças climáticas no balanço hídrico da Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 3(3), 170-180.
- Martinhago, D., Marcolin, J. F., Ramallo, P., Araújo, E. C. D., Sandmann, A., Tonin, P. C., & Schutz, F. C. D. A. (2021). Balanço hídrico de uma bacia hidrográfica localizada no oeste do estado do Paraná. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 26, 965-970.
- Marengo, J. A., Alves, L. M., Beserra, E. A., & Lacerda, F. F. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, 1, 385-422.
- Nunes, L. A. P. L., de Araújo Filho, J. A., & de Queiroz Menezes, R. Í. (2009). Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. *Scientia Agraria*, 10(1), 43-49.
- Miranda, R.D.Q., Nóbrega, R.L.B., Moura, M.S.B.D., Raghavan, S., Galvêncio, J.D. 2020. Realistic and simplified models of plant and leaf area indices for a seasonally dry tropical forest. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 85, 101992.
- Miranda, R. Q., Galvêncio, J. D., Moraes, Y. C. B., de Moura, M. S. B., Jones, C. A., & Srinivasan, R. 2018. Dry forest deforestation dynamics in Brazil's pontal basin. [Dinâmica do desmatamento de floresta seca na bacia do Pontal no Brasil]. *Revista Caatinga* 31, 385-395. doi:10.1590/1983-21252018v31n215rc
- Oliveira, L. B., et al. "Mineralogia, micromorfologia e gênese de solos planossólicos do Sertão do Araripe, estado de Pernambuco." *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28.4 (2004): 665-678.
- Padrón, Ryan S., et al. "Large-scale controls of the surface water balance over land: Insights from a systematic review and meta-analysis. *Water Resources Research* 53.11 (2017): 9659-9678.
- Santos, F. C. B. D., Souza, B. B. D., Peña Alfaro, C. E., César, M. F., Pimenta Filho, E. C., Acosta, A. A. A., & Santos, J. R. S. D. (2005). Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. *Ciência e Agrotecnologia*, 29, 142-149.

Silveira, C. S. et al. Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. RBRH [online]. 2016, 21, [Acessado 7 Abril 2022], pp. 416-428. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p416-428>.

Souza, E. R., Amaro, A. C. E., de Sousa S., L., Ono, E. O., Rodrigues, J. D. (2016). Fenologia e trocas gasosas da videira cv. Sweet Sunshine em clima semiárido. *Comunicata Scientiae*, 7, 319-333.