

Capítulo 2

Água na atmosfera e sua relação com sistemas pecuários

Gustavo Trentin

Roberto Trentin

O sistema atmosférico tem um papel muito importante para a distribuição da água para a superfície terrestre através do ciclo hidrológico. A disponibilidade de radiação solar e de água influencia diretamente na formação dos diferentes climas do mundo (Allen et al., 2006).

Os diferentes ambientes advindos da diversidade de climas geram oportunidades para produção agrícola, florestal e de forrageiras para a pecuária, além da integração dos sistemas de produção (Bergamaschi; Bergonci, 2017). Cada sistema de produção necessita de diferentes quantidades de água para o seu desenvolvimento (Monteiro, 2009). Assim, o conhecimento das características normais da distribuição da água do local de produção é essencial para o planejamento de todo o sistema (Bergamaschi; Bergonci, 2017), ou seja, para seu armazenamento no solo, para o crescimento das plantas da pastagem, bem como para a dessedentação dos animais (Silva et al., 2014), temas estes que serão melhor detalhados a longo deste livro.

A saída de água armazenada nos solos dos sistemas agropecuários é influenciada, principalmente, pela combinação das variáveis atmosféricas: radiação solar, temperatura do ar, vento e umidade do ar. Essas variáveis são influenciadas pelo local (latitude, continentalidade e altitude do local) e pela época do ano (Heldwein et al., 2009).

A disponibilidade de radiação solar varia conforme a latitude de um local. Por exemplo: próximo da linha do equador (latitude = 0°) a quantidade de radiação solar é pouco variável durante os meses do ano, enquanto em latitudes a Sul, mais afastadas da linha do equador, a disponibilidade de radiação solar é bastante variável ao longo do ano, sendo menor nos meses de junho/julho e maior nos meses de dezembro/janeiro (Bergamaschi; Bergonci, 2017).

A radiação solar é o principal elemento meteorológico que influencia a evaporação e/ou evapotranspiração da água pelas espécies no ambiente. A radiação solar possui variabilidade durante o ano tanto na intensidade como na duração. O movimento de translação é o movimento que a Terra efetua em torno do Sol, esse movimento, associado à inclinação do planeta, condiciona uma

diferente exposição à radiação solar ao longo do ano (Bergamaschi; Bergonci, 2017). Deste modo, no hemisfério Sul durante o período do verão (dezembro-março) há uma maior duração do dia e uma maior disponibilidade de radiação solar. Por outro lado, no hemisfério Norte que está na estação de inverno, a duração e a quantidade da radiação solar é menor (Bergamaschi; Bergonci, 2017).

Para exemplificar a variabilidade da quantidade de radiação solar que chega na superfície em dias sem nuvens utilizaremos os dados de radiação solar da estação do INMET instalada na Embrapa Pecuária Sul, em Bagé, RS (31°20'S, 54°00'W, 226 metros de altitude). No ano de 2019, no primeiro dia sem nuvens após o início de cada estação do ano, foram selecionados os dias 21/março, 26/junho, 22/setembro e 23/dezembro. Nesses dias, a quantidade de radiação solar registrada foi de 25,7; 11,7; 25,3 e 35,3 MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente.

A declinação solar é o fator que influencia na duração do dia. Por exemplo: para a latitude 31°S a duração do dia varia ao longo do ano de valores próximos de 14 a 10 horas, para o verão e o inverno, respectivamente. A quantidade de radiação no verão é aproximadamente três vezes superior a quantidade de radiação que chega no inverno na região da Campanha Gaúcha. Já no início do outono ou primavera a duração do dia é de aproximadamente 12 horas e a radiação solar permanece próxima de 25 MJ m⁻² dia⁻¹.

A variação da radiação solar durante o ano influencia a temperatura do ar, assim, com o aumento da disponibilidade de radiação solar a temperatura do ar se eleva e favorece a aceleração dos processos fisiológicos das plantas que ocasionam um maior crescimento, mas também um aumento do consumo de água por elas (Silveira; Trentin, 2019).

Como exemplo podemos utilizar o capim-sudão BRS Estribo, que é uma espécie anual de verão, a qual o crescimento da planta aumenta com o aumento de temperatura até um limite de 34 °C (Silveira et al., 2015). Nesta condição de temperatura a planta paralisa o seu crescimento devido ao estresse térmico gerado pela temperatura elevada. Nos períodos com baixa disponibilidade de radiação solar e com temperaturas abaixo de 15 °C também há a redução no consumo de água do capim-sudão, mas para espécies que se desenvolvem em períodos frios do ano, como é o caso do azevém, essas temperaturas amenas favorecem o seu crescimento.

A umidade relativa do ar é influenciada pela temperatura do ar. Quanto maior for a temperatura, menor será a umidade relativa devido ao aumento da capacidade do ar em conter vapor d'água. No período do inverno na região Sul do Brasil os valores de umidade relativa do ar são os maiores, enquanto que no verão esses valores são menores. A umidade influencia diretamente na evapotranspiração da água das plantas para a atmosfera. Com o aumento da umidade do ar a evapotranspiração diminui. Quando ocorrem momentos com umidade relativa do

ar próxima de 100% a evapotranspiração tende a zero devido a saturação do ar, ou seja, não é possível a água sair da planta para a atmosfera (Carlesso et al., 2007). Em períodos sem chuvas geralmente a umidade relativa do ar é baixa, facilitando a saída de água da planta para a atmosfera.

A velocidade do vento é um importante elemento para a retirada da umidade do ambiente. No entanto, velocidades de vento elevadas provocam estresse e danos nas plantas (Allen et al., 2006).

Os principais processos de saída de água dos ambientes produtivos são a evaporação e a evapotranspiração (Allen et al., 2006). A evaporação da água ocorre em ambientes com água livre em superfície como lagos, rios, oceanos e solos com umidade em superfície (Atlas..., 2017). Enquanto a evapotranspiração ocorre em ambientes com presença de vegetais, como por exemplo, pastagens, arbustos e árvores.

A evaporação em um local é dependente da variabilidade diária, principalmente dos elementos meteorológicos: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento (Bergamaschi; Bergonci, 2017). Na Figura 3 observamos a variação das normais climatológicas para o período de 1981 a 2010 da evaporação média mensal nos municípios de Paranaguá-PR (25°S), que é um município próximo ao litoral e Bagé-RS (31°S) (Instituto..., 2021), que é um município com maior continentalidade e com diferença de seis graus de latitude.

O aumento da continentalidade e o aumento da latitude influenciam no aumento da amplitude da evaporação durante o ano. Por exemplo, para os valores mínimos e máximos foram: 53,2 e 101,7 mm mensais para Paranaguá; enquanto que para Bagé foram: 61,0 e 156,0 mm. A maior demanda de evaporação que ocorre nos meses de verão e primavera reduz os estoques de água que ocorreram nos meses de outono e inverno, quando a perda de água para atmosfera é menor e favorece o armazenamento de água no solo, barragens e açudes.

A evapotranspiração é um processo biofísico dependente das condições atmosféricas locais e da biologia da planta que controla a saída de água através da transpiração (Bergamaschi; Bergonci, 2017). Com a transpiração há a liberação de água para atmosfera permitindo, assim, a regulação da temperatura da planta e o ao mesmo tempo a entrada do gás carbônico necessário para processo fotossintético, após a liberação de oxigênio para a atmosfera.

A presença de estômatos nas folhas controla a saída de água e as trocas dos gases carbônico e oxigênio. Em situações de estresse térmico ou hídrico, as plantas podem fechar os estômatos impedindo a saída de água da planta, para manutenção da sua hidratação (Medrano Gil et al., 2007). Quando as necessidades das plantas estão supridas e a superfície de folhas está cobrindo toda a superfície do solo, a vegetação está com a sua evapotranspiração potencial (Silveira; Trentin, 2019).

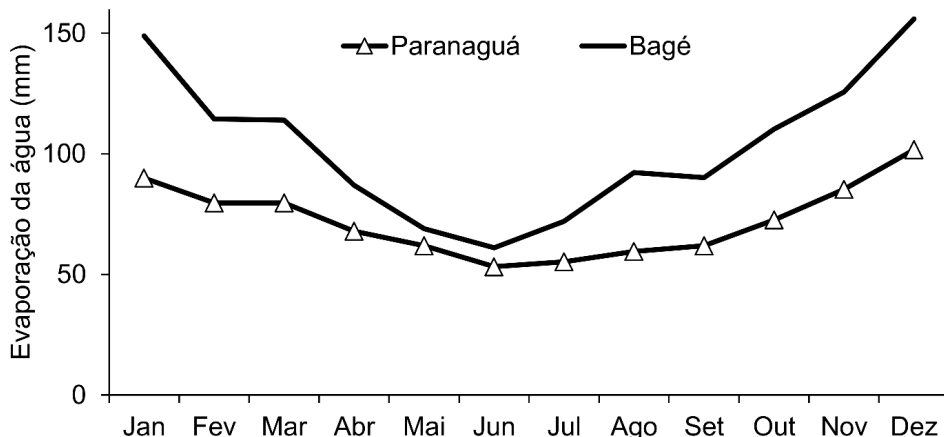


Figura 3. Evaporação da água normal (médias mensais) para o período de 1981 a 2010 para os municípios de Paranaguá-PR (latitude aproximada 25°S) e Bagé-RS (latitude aproximada 31°S).

Para exemplificar a evapotranspiração potencial, na Figura 4 selecionamos três dias consecutivos do período da primavera: nublado com chuva, nublado com garoas e sem nuvens. No dia nublado com chuva a evapotranspiração potencial horária foi inferior a 0,1 mm. O dia nublado com garoas, no decorrer do dia, apresentou momentos com maior presença de radiação solar e o valor máximo horário foi de 0,6 mm, enquanto no dia sem nuvens chegou a 0,7 mm no intervalo de uma hora. A variação dos elementos meteorológicos durante o dia proporcionou uma evapotranspiração potencial de 0,7, 4,5 e 5,8 mm, no dia nublado com chuva, nublado com garoas e sem nuvens, respectivamente. Além disso, podemos observar na Figura 4 que a redução da radiação solar que chega na superfície terrestre em momentos de chuva ou com a presença de nuvens afeta a evapotranspiração potencial.

Nos dados apresentados, no dia nublado com chuva a evapotranspiração foi de apenas 12% do dia sem nuvens, e considerando somente o intervalo das 13 às 14 horas do dia sem nuvens, ocorreu uma evapotranspiração superior ao dia chuvoso inteiro. Assim, observa-se que a presença de chuva no período noturno tem pouco efeito na evapotranspiração potencial, enquanto a chuva no período diurno reduz a radiação solar e, conseqüentemente, a evapotranspiração das plantas e o seu crescimento (Carlesso et al., 2007).

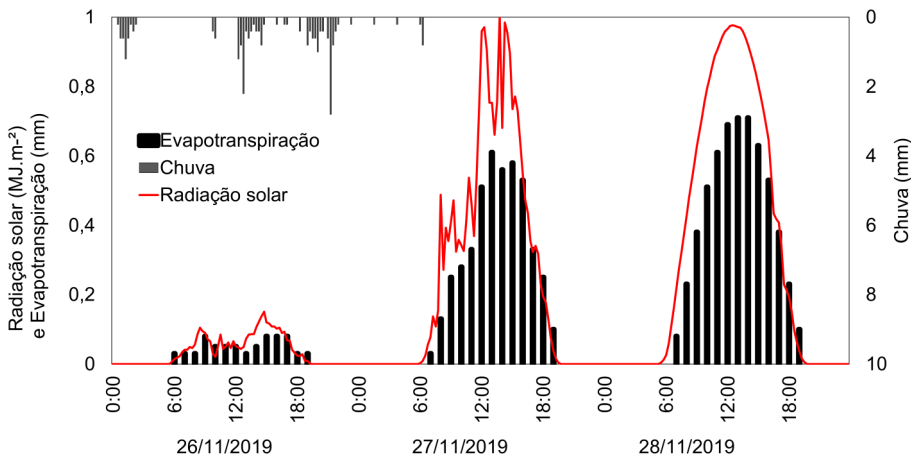


Figura 4. Radiação solar, evapotranspiração e chuva para dias: nublado com chuva, nublado com garoas e sem nuvens para o período de 26 a 28/11/2019. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Pecuária Sul no município de Bagé-RS.

Na Figura 5 estão apresentados os dados diários dos elementos meteorológicos de radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, além da evapotranspiração para o mês de novembro de 2019. Nos dias com ocorrência de chuva durante o período diurno a radiação solar foi inferior a $10 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (dias 2, 4, 13, 22 e 26/11/2019). Nestes dias a evapotranspiração potencial diária foi inferior a 1,6 mm. Por outro lado, nos dias sem nuvens os valores de radiação chegaram próximos a $30 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e a evapotranspiração diária foi superior a 5 mm. Além do mais, a combinação dos elementos meteorológicos pode promover que o dia com a maior evapotranspiração do mês não seja o dia com maior radiação solar. Isso ocorreu, por exemplo, no dia 29/11/2019, quando a segunda maior radiação solar diária, a nona maior temperatura, a quinta menor umidade relativa do ar e a nona maior velocidade do vento ocasionaram um acumulado diário de 7,0 mm de evapotranspiração potencial.

Na Figura 6 são apresentados os valores de chuva e evapotranspiração diária para o mês de novembro de 2019 para o município de Bagé. A presença da chuva no período diurno impactou diretamente na redução da evapotranspiração. Os valores de evapotranspiração permaneceram próximos de 5 mm por dia, mas com a presença da chuva nos dias 2, 4, 13, 22 e 26/11/2019 os valores apresentaram variação de 0,9 a 1,5 mm por dia. No final do mês a saída de água do sistema foi de 140,2 mm pela evapotranspiração, enquanto a entrada de água através da chuva foi de 119,4 mm. Esse déficit pode ser suprido pela água que está armazenada no solo.

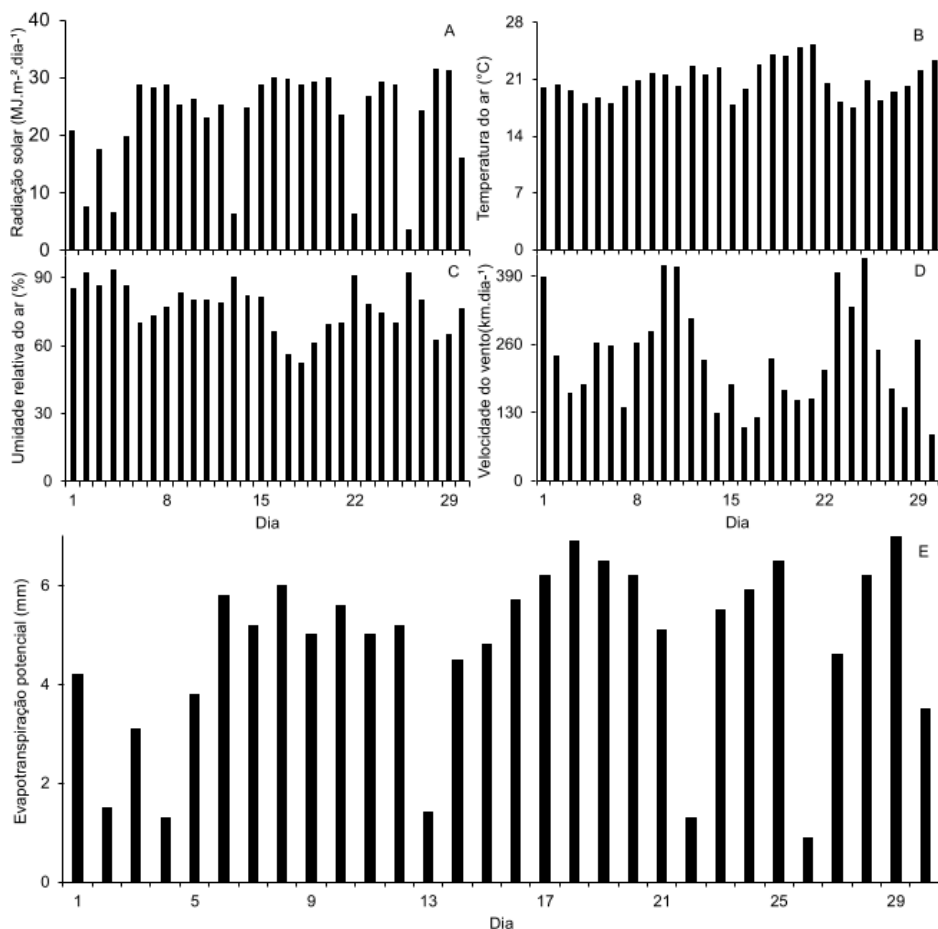


Figura 5. Radiação solar (A), temperatura do ar (B), umidade relativa do ar (C), velocidade do vento (D) evapotranspiração potencial, (E) diária para o mês de novembro de 2019. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Pecuária Sul no município de Bagé-RS.

A evapotranspiração potencial também é variável entre os meses (Monteiro, 2009). Os menores valores da região Sul do Brasil frequentemente ocorrem entre maio e agosto e os maiores valores entre novembro e fevereiro (Instituto..., 2021).

Os fatores meteorológicos influenciam diretamente na evapotranspiração. Para apresentar a variação mensal da evapotranspiração dentro do período de um ano, na Figura 7 foram selecionados dados de evapotranspiração do ano de 2016 em Bagé-RS. A evapotranspiração potencial do mês de maio foi de 30,1 mm, enquanto para dezembro do mesmo ano chegou a 153 mm. A redução

da evapotranspiração no período de outono e inverno auxilia no aumento de água disponível no solo para o período do inverno e no excedente para o armazenamento de água em açudes.

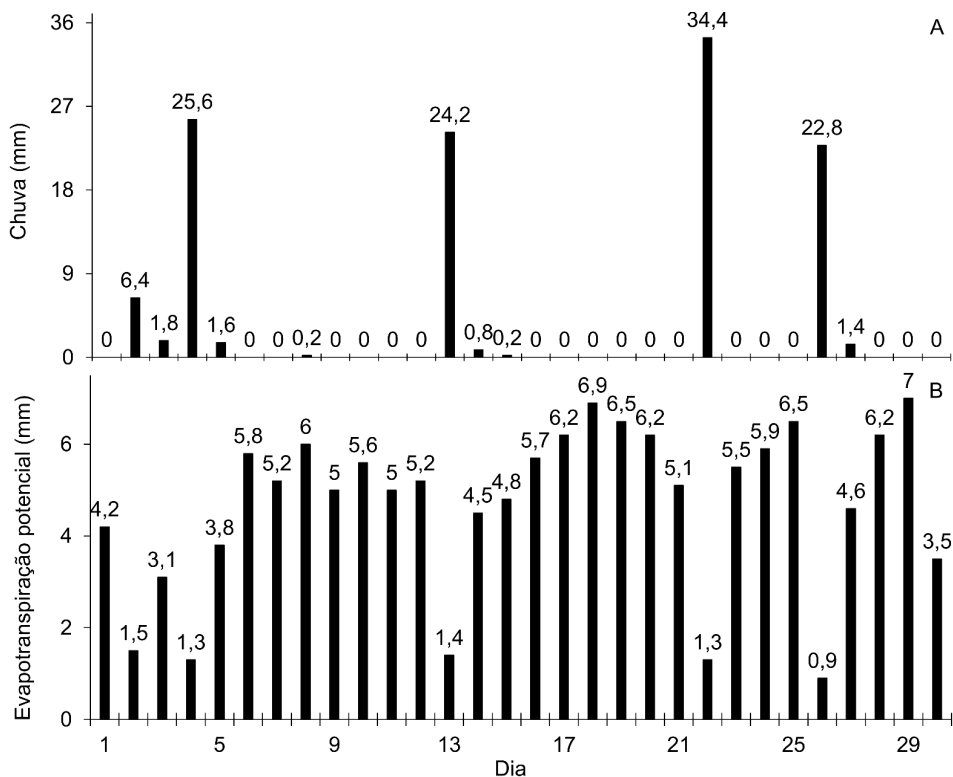


Figura 6. Chuva (A) e evapotranspiração potencial diária (B) para o mês de novembro de 2019 para o município de Bagé-RS. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Pecuária Sul.

Quando uma forrageira é sobressemeada em uma área com outras plantas já estabelecidas e em crescimento ativo, a competição pela água pode inviabilizar o estabelecimento das mesmas se houver limitação na disponibilidade hídrica para essas plantas em estabelecimento. De maneira geral, a expectativa é que a diminuição da evapotranspiração que ocorre neste período e a distribuição de chuvas que ocorre em todos os meses do ano, no caso da região Sul do Brasil, favoreçam o acúmulo de água no solo e proporcionem o desenvolvimento do novo pasto, mas é importante observar e melhor planejar ações como a de sobressemeadura ou plantio.

Como o período adequado para a realização da sementeira das pastagens cultivadas de inverno e de verão é curto, para o planejamento os produtores precisam estar atentos às informações meteorológicas no intuito de evitar os corriqueiros problemas de excesso ou falta de umidade do solo, visto que esta é uma realidade da região. Logo, é preciso se organizar e tomar as melhores decisões no intuito de garantir o estabelecimento dos pastos nas mudanças de estação. Inclusive como forma de reduzir os períodos de vazio forrageiro, tão comuns.

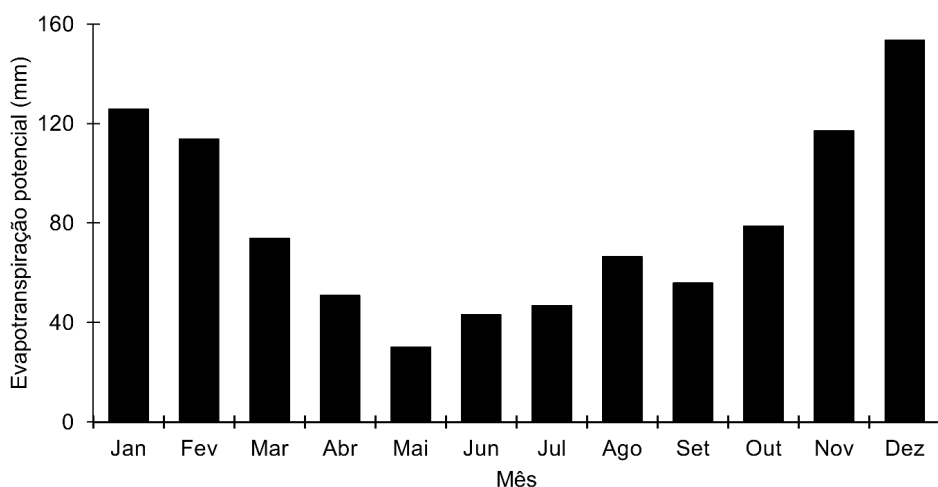


Figura 7. Evapotranspiração mensal para o ano de 2016 para o município de Bagé. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Pecuária Sul.

Nos períodos de verão a evapotranspiração elevada ocasiona a redução da água armazenada no solo (Leivas et al., 2006; Silva et al., 2008; Trentin, 2013). Após o estabelecimento dos cultivos, a elevada evapotranspiração frequentemente gera períodos de estresse hídrico, diminuindo o potencial de crescimento das plantas (Trentin, 2013) ao mesmo tempo em que normalmente se observa aumento de consumo de água pelos animais. Entretanto, no período de inverno o que frequentemente ocorre é o encharcamento do solo.

Vale a pena ressaltar que as características climáticas das regiões do Brasil influenciam diretamente na escolha das espécies forrageiras e nas recomendações técnicas (Monteiro, 2009). Por exemplo, ao contrário do que foi descrito para a região Sul, onde as chuvas tendem a ser distribuídas ao longo do ano (Instituto..., 2021), na região Sudeste as chuvas se concentram de outubro a março e no período de abril a setembro diminuem drasticamente (Minuzzi

et al., 2006), quando é chamado de período das secas. Para esta região é importante buscar por espécies forrageiras que entrem no outono com razoável produção e algumas estratégias como redução na carga animal, suplementação e diferimento passam a ser importantes.

Na Figura 8 são apresentados os valores de chuva (entrada de água) e evapotranspiração (saída de água) para os meses do ano de 2016 para Bagé-RS. A característica de ocorrência das chuvas normal (média de um período de 30 anos) na região da Campanha varia de 102,6 mm (março) a 161,3 mm (abril) ao longo de todos os meses do ano (Instituto..., 2021). No entanto, quando observamos os dados de chuva em escala mensal dentro de um ano específico, a ocorrência de eventos atmosféricos pode provocar a distribuição de água de maneira desequilibrada como foi o caso do mês de abril de 2016.

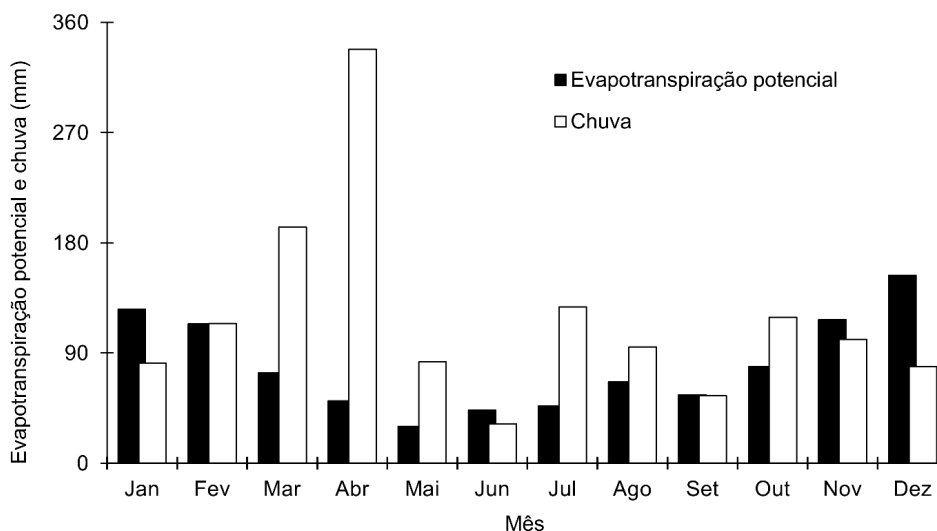


Figura 8. Evapotranspiração e chuva mensal para o ano de 2016 para o município de Bagé. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Pecuária Sul.

Para entender a variabilidade da chuva durante os meses do ano em um período de tempo, a Figura 9 apresenta um período de 14 anos de dados mensais de chuva para o município de Bagé-RS. A mediana é a linha que está no centro dos retângulos mensais, enquanto os dados que estão acima ou abaixo da mediana são representados pelas linhas pontilhadas. Os desvios da mediana e os valores extremos são maiores para a chuva do que para a evapotranspiração potencial.

Para exemplificar numericamente o período entre 2007 e 2020, escolhemos o mês de janeiro (Figura 9). As variáveis estatísticas observadas serão: mínimo, mediana e máximo. Os valores de chuva foram: 52,4, 115,0 e 478,0 mm, já os valores de evapotranspiração potencial foram: 149,6, 178,1 e 224,6 mm.

Em um trabalho utilizando um banco de dados de 36 anos, Silva et al. (2007) observaram que a chuva é variável entre os meses e os anos. Enquanto para a evapotranspiração, a variação dentro do mesmo mês é menor, conforme pode ser observado na Figura 9. No período do verão, como a demanda de água para evapotranspiração (Figura 9B) é superior à quantidade de água disponibilizada pelas chuvas (Figura 9A), observa-se frequentemente deficiências hídricas para as plantas em um período do crescimento (Berlato et al., 2005; Bergamaschi; Bergonci, 2017). Nesta região não existe um período com características de secas, mas frequentemente ocorrem estiagens, que é um estágio anterior às secas (Svoboda; Fuchs, 2016). A variabilidade das chuvas é influenciada por fenômenos atmosféricos oceânicos como o El Niño e La Niña (Grimm, 2003; Berlato et al., 2005).

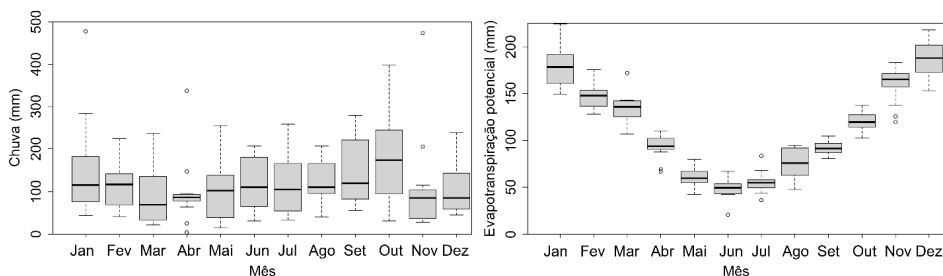


Figura 9. Chuva (A) e evapotranspiração potencial (B) nos meses do ano para Bagé, no Rio Grande do Sul, de janeiro de 2007 a dezembro de 2020. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Pecuária Sul.

A água utilizada pelas plantas é proveniente da água disponível no solo. Após a ocorrência de uma chuva a água pode infiltrar ou escoar sobre o solo (Volk; Trindade, 2020). A água escoada é direcionada aos rios, lagos, açudes e barragens. Enquanto a água que infiltra é armazenada no solo e utilizada pela planta para realizar os processos fisiológicos de crescimento, sendo perdida para atmosfera por meio da transpiração (Volk; Trindade, 2020). No período vegetativo as pastagens toleram pequenos déficits hídricos. No entanto, períodos de estiagens longos provocam a redução da produção de forragem e consequente perda do ganho de peso animal (Silva et al., 2014).

Assim, a distribuição do sistema radicular das pastagens, a quantidade de raízes e a capacidade de armazenamento de água do solo influenciam na

água disponível nos solos para as pastagens (Volk; Trindade, 2020), sendo que informações mais detalhadas podem ser consultadas no capítulo sobre a água no solo.

Um exemplo de como a água disponível para a planta é dependente da distribuição das chuvas pode ser observado na Figura 10, que busca representar um solo com capacidade de armazenamento de 75 mm. A distribuição e quantidade da chuva no ano de 2012 (Figura 10A) foram menores no primeiro semestre que no ano de 2015 (Figura 10B) para o mesmo período em Bagé-RS.

O período do verão de 2012 foi influenciado pelo fenômeno La Niña, reduzindo a água disponível nos solos na Campanha Gaúcha. Já a primavera de 2015 ocorreu em condições de excesso de chuva associado ao fenômeno El Niño provocando, assim, o excesso de água no solo. Como no período de outubro e novembro na região da Campanha Gaúcha, geralmente são realizadas as semeaduras de espécies de verão, com o excesso de chuva registrado na primavera de 2015 foi comum o relato de produtores quanto a dificuldade na instalação dos cultivos, atrasos e/ou necessidade de replantio. Por outro lado, nos anos de ocorrência de La Niña há a diminuição de chuvas neste período, o que também pode comprometer a implantação de pastagens e lavouras.

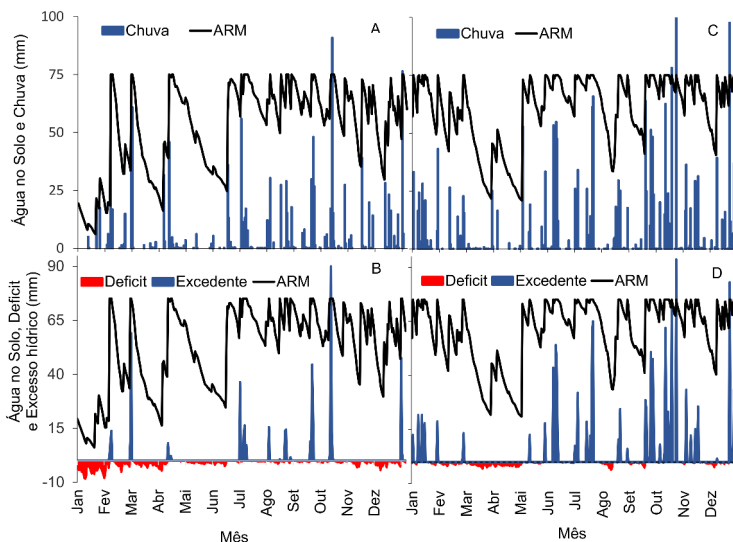


Figura 10. Água no solo diária (A, B, C, D), chuva diária (A, C) Déficit e Excesso hídrico diário (B, D) para os anos de 2012 (A, B) e 2015 (C, D) para um solo com capacidade de armazenamento de 75 mm durante os meses dos anos para Bagé, no Rio Grande do Sul. ARM = Armazenamento de água no solo (mm).

A maioria das plantas forrageiras cresce em solos com no mínimo uma pequena quantidade de oxigênio no solo. Desta forma, as plantas podem apresentar um crescimento mínimo ou nulo no momento que os solos se encontram inundados como pode ser observado pelo excesso hídrico no mês de outubro de 2015 (Figura 10D). Dentro desta lógica, o desejável seria que a distribuição das chuvas fosse mais uniforme durante um período de crescimento no intuito de potencializar o crescimento das pastagens e garantir também a oferta de água para o consumo dos animais. Como esta situação ótima é um pouco utópica, diante do conteúdo apresentado fica evidente a importância do acompanhamento e uso, por parte de produtores e técnicos, das previsões climáticas no dia a dia da propriedade para melhor uso da água em sistemas de produção animal a pasto.

Considerações finais

Diante do exposto, como recomendação prática, ressalta-se a importância do acompanhamento das informações/previsões meteorológicas no sentido de melhor orientar a tomada de decisão, principalmente quanto a um momento crítico que é o de estabelecimento das pastagens. A não observância e uso dessas informações contribuem para o aumento dos riscos na atividade pela redução das janelas de plantio e uso das pastagens na região, inclusive impactando nos períodos de vazio forrageiro. Logo, é preciso conhecer as previsões e tendências climáticas futuras para viabilizar o planejamento e buscar alternativas que possam minimizar este tipo de situação de risco ao mesmo tempo em que possa se fazer o melhor uso da água naturalmente disponível.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006. 299 p. (Estudio FAO riego y drenaje, 56).
- ATLAS irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2017. 86 p. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima: princípios e aplicações**. Guaíba: Agrolivros, 2017. 351 p..
- BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 423-432, maio 2005.
- CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. da; HELDWEIN, A. B. **Usos e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2007. 170 p.

GRIMM, A. M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, v. 16, n. 3, p. 263-280, Jan. 2003.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Revista Ciência Ambiente**, v. 38, p. 43-58, jan./jun. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil: 1981-2010**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 25 fev. 2021.

LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 397-407, jun. 2006.

MEDRANO GIL, H.; BOTA SALORT, J.; CIFRE LLOMPART, J.; FLEXAS SANS, J.; RIBAS CARBÓ, M.; GULÍAS LEÓN, J. Eficiencia en el uso del agua por las plantas. **Investigaciones Geográficas**, n. 43, p. 63-84, 2007. DOI: <https://doi.org/10.14198/INGEO2007.43.04>

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. da M.; de MELO JÚNIOR, J. C. F.; CATALUNHA, M. J. Estudo climático do comportamento do período chuvoso no Estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 53, n. 306, p. 266-275, 2006.

MONTEIRO, J. E. B. A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

SILVA, G. M. da; REIS, L. L. dos; UHDE, L. T.; TRENTIN, G. **Impactos da estiagem em uma unidade de produção com pecuária de leite na região noroeste do Rio Grande do Sul**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2014. 27 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 139).

SILVA, J. C. da; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 67-72, fev. 2007.

SILVA, J. C. da; HELDWEIN, A. B.; TRENTIN, G.; STRECK, N. A.; MARTINS, F. B. Funções de distribuição de probabilidade decendial e mensal para a deficiência hídrica no solo. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1893-1899, out. 2008.

SILVEIRA, M. C. T. da; SANT'ANNA, D. M.; MONTARDO, D. P.; TRENTIN, G. **Aspectos relativos a implantação e manejo de capim-sudão BRS Estribo**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2015. 11 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 89).

SILVEIRA, M. C. T. da; TRENTIN, G. **Manejo para pastagens irrigadas: fundamentos e recomendações práticas**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2019. 44 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 163).

SVOBODA, M.; FUCHS, B. **Handbook of drought indicators and indices**. Geneva: World Meteorological Organization, 2016. 45 p.

TRENTIN, G. **Manejo de irrigação para pastagens**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2013. 1 fôlder.

VOLK, L. B. da S.; TRINDADE, J. P. P. **Princípios técnicos de manejo de sistemas pecuários para maior disponibilidade de água no solo**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2020. 26 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 104).