

# Determinação da retenção de água pelo campo nativo do Bioma Pampa com chuva simulada

## Determination of water retention by the native field of the Pampa Biome with simulated rain

Cabrieli Aline Jaeger\*, Renato Beppler Spohr\*\*, Edner Baumhardt\*\*\*, Fagner Augusto Rontani\*\*\*\*

\*Discente do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria – *Campus Frederico Westphalen*, cabrieli@hotmail.com

\*\*Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria – *Campus Frederico Westphalen*, renato.spohr@uol.com.br

\*\*\*Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria – *Campus Frederico Westphalen*, ednerb@gmail.com

\*\*\*\*Discente de doutorado na Universidade Estadual da Dakota do Norte - Campus Fargo, Estados Unidos, fagner\_rontani@outlook.com

<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v61i1.95494>

### Resumo

O Bioma Pampa foi um dos mais negligenciados do Brasil, principalmente por sua composição florística distinta dos demais. A expansão da agricultura e da silvicultura são frequentemente atreladas ao avanço dos impactos negativos sobre a hidrologia do Pampa. No entanto, pouco se conhece sobre o funcionamento hidrológico de pequenas bacias com vegetação nativa neste Bioma. O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicabilidade de duas metodologias distintas para determinar a retenção de água pela vegetação nativa do Bioma Pampa, utilizando um simulador de chuvas. A metodologia 1 utilizou-se de amostras estruturadas de vegetação de campo nativo e de solo, e a metodologia 2 utilizou-se apenas de amostras de vegetação sem a presença de solo; todas quais foram submetidas à aplicação de chuva simulada. Com os dados obtidos, estimou-se a quantidade de água que esta vegetação retém em eventos chuvosos. Por meio do método 1 encontrou-se valores estimados de retenção de 5,4% e 10,9%, 18,6% e 27,8%. Já, pelo método 2 encontrou-se valores estimados de retenção de 8,5% e 12,7%. De todo modo, ambos os métodos apresentaram valores significativos de retenção de água por esta vegetação, sendo as variações encontradas associadas à própria metodologia, ou às características naturais de cada área de estudo.

### Palavras-chave:

Vegetação, Hidrológicos, Metodologia.

### Abstract

Pampa was one of the most neglected biomes in Brazil, mainly due to its floristic composition distinct from the others. The expansion of agriculture and forestry are often linked to the advancement of negative impacts on the hydrology of this biome. However, there isn't enough information about the hydrological functioning of small basins with native vegetation in Pampa. The objective of this study is to evaluate the applicability of two different methodologies to determine water retention by native vegetation of the Pampa Biome, using a rainfall simulator. The methodology 1 used

structured samples of native field vegetation and soil, and methodology 2 used only vegetation samples without the presence of soil; all of which were submitted to the application of simulated rain. With the obtained data, the amount of water that this vegetation retains during rainy events was estimated. Using method 1, we found estimated retention values of 5.4% and 10.9%, 18.6% and 27.8%. However, through method 2 we found estimated retention values of 8.5% and 12.7%. In any case, both methods showed significant values of water retention by this vegetation, being the variations found associated with the methodology itself, or the natural characteristics of each study area.

**Keywords:**

Vegetation, Hydrological, Methodology.

---

## I. INTRODUÇÃO

Apesar de sua importância, a água é um elemento natural que está se tornando cada vez mais escasso em qualidade e quantidade, devido à demanda crescente pelos recursos naturais (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020). Por ser um recurso limitado e essencial à vida, faz-se necessário o monitoramento e a realização de estudos integrados de hidrologia, pedologia, geologia e uso da terra (SILVA; SILVA, 2023; PEIXOTO; OLIVEIRA-COSTA, 2023), para esclarecer as interações existentes entre os componentes de determinado sistema hídrico.

Estudos que analisam a relação da produção de água em uma microbacia sob efeito da silvicultura do eucalipto são, por vezes, divergentes, sobre o real efeito da floresta sobre o balanço hídrico em microbacias. Nesse contexto, debate-se a controvérsia histórica sobre o papel desempenhado pelo eucalipto, por exemplo, com relação ao uso e a sua função hidrológica nas bacias de drenagem sobre as quais são cultivados. Uma questão frequentemente abordada pela mídia, sociedade e leigos, trata de que o eucalipto provoca rápido secamento do solo trazendo prejuízos em relação ao ecossistema original (BAUMHARDT, 2014).

Por outro lado, a monocultura agrícola também avança sobre áreas onde antes havia apenas a pecuária extensiva, como no Bioma Pampa, mas pouco se estuda ou se verifica polêmicas sobre os seus reais impactos na paisagem, ecologia, recursos hídricos, etc. Segundo o projeto MapBiomass, entre os anos de 1985 e 2020 o Bioma Pampa perdeu 21,04% da sua vegetação natural, sendo destes, 76% de conversão de campo para a agricultura (SOUZA et al., 2020).

Ao considerar essas dificuldades socioambientais das florestas plantadas e da agricultura e também pela complexidade do contexto em que estão inseridas, Mosca (2003), argumenta que não se deve reduzir o ciclo da água a um fenômeno que se desenvolve fora da sociedade, procura-se, ao contrário, agregar subsídios para o debate do modelo agrícola-agrário ora estabelecido em busca de orientação para a implementação de melhores práticas tanto de florestas plantadas quanto da agricultura.

A interceptação é um processo hidrológico que está diretamente relacionada com a vegetação; o qual consiste em a água da chuva ficar retida temporariamente pelas plantas, e retornar à atmosfera através da evaporação (RIBEIRO FILHO et al., 2019).

Apesar de se conhecer grande parte da relação existente entre a vegetação e os processos hidrológicos, no que se trata da vegetação nativa do bioma Pampa, pouco se sabe a respeito da sua interação para com o balanço hídrico, principalmente no que tange o processo de retenção da precipitação (GIGLIO; KOBIYAMA, 2013); não permitindo ter-se um parâmetro de comparação, que possibilite avaliar os efeitos que as alterações da cobertura natural podem provocar sobre as variáveis hidrológicas neste bioma.

Desta forma, como os estudos já realizados para determinar a interceptação de água pela vegetação herbácea, citam apenas a intervenção da parte aérea das plantas (TSIKO et al., 2012; ZOU et al., 2015; REICHERT et al., 2017; BRITTO; BAPTISTA; LIMA, 2019; GORDON et al., 2020; EBLING et al., 2021), torna-se importante obter dados de retenção da água tanto pela parte aérea como pela parte subterrânea das espécies herbáceas; tendo em vista que o sistema radicular também influencia na quantidade de água precipitada que fica disponível ao lençol freático, devido à relação de retroalimentação que as raízes possuem com a água do solo (LU et al., 2020).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade de duas metodologias distintas para determinar a retenção de água pela vegetação nativa do Bioma Pampa, utilizando um simulador de chuvas.

Os testes de simulações de chuva foram realizados em novembro de 2014 e novembro de 2022 no município de Rosário do Sul – RS, e em novembro de 2021 no município de Caçapava do Sul - RS. Sendo que, em uma das metodologias utilizadas para determinar a retenção de água pela vegetação herbácea de campo nativo, foram utilizadas amostras de vegetação e solo, e para a outra, apenas amostras de vegetação.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

### LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em duas áreas de campos naturais do Bioma Pampa, no estado do Rio Grande do Sul, uma localizada no município de Rosário do Sul (RO), com coletas realizadas em novembro de 2014 e novembro de 2022 e a outra, no município de Caçapava do Sul (CA), com as coletas realizadas em novembro de 2021.

O município RO possui um clima do tipo Cfa subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen, com verão quente e temperatura média anual de 18,6 °C, cuja precipitação anual varia entre 1500 a 1600 mm, com

chuvas bem distribuídas ao longo do ano (ALVARES et al., 2013). Seus solos são medianamente profundos (STRECK et al., 2018) com elevado teor de areia na camada superficial (DIAS; TRENTIN; ROBAINA, 2019).

O município de CA, segundo a classificação de Köppen, possui um clima do tipo Cfb para as partes mais elevadas e Cfa nas partes mais baixas. O verão é morno e úmido, e o inverno é fresco; a temperatura média anual é de 18 °C e a precipitação média anual é de 1727 mm com chuvas bem distribuídas no ano (PEREIRA FILHO et al., 2023); e os solos são rasos, pedregosos e arenosos (SOUZA; BORBA, 2021).

Ambas as áreas de estudo possuem predomínio de relevo ondulado (DIAS; TRENTIN, 2018; SOUZA; BORBA, 2021) com vegetação campestre natural nativa do Bioma Pampa, compostas principalmente de gramíneas (ROLIM; OVERBECK, 2023), as quais são mantidas sob pastejo contínuo, a uma altura de aproximadamente 0,05 m.

## **EXTRAÇÃO DAS LEIVAS DE CAMPO NATIVO**

Foram coletadas um total de 96 amostras, das quais, 56 foram obtidas na área de teste localizada no município de Rosário do Sul e 40 em Caçapava do Sul. Os pontos de amostragem foram selecionados ao acaso dentro de cada área de teste, e em cada um destes pontos foi retirado um conjunto amostral composto por quatro amostras, das quais, três amostras continham vegetação (vegetação + solo) e uma amostra era testemunha (continha somente solo). Cada conjunto amostral foi extraído do mesmo ponto de amostragem.

Para a extração das amostras, utilizou-se bandejas metálicas com fundo removível nas dimensões de 0,5 m x 0,4 m. E, para a demarcação das dimensões das amostras, as bandejas metálicas foram alocadas no solo delimitando a área de cada uma, para que as amostras pudessem ter suas laterais cortadas. Quanto à profundidade, cada amostra teve seu fundo serrado a uma altura de aproximadamente 0,05 m de espessura, para que a chapa de fundo da bandeja pudesse ser inserida, obtendo-se amostras de campo nativo com suas estruturas preservadas (Figura 1).

As amostras testemunhas foram extraídas em uma camada imediatamente abaixo do local onde foram coletadas as amostras com vegetação, utilizando-se da mesma metodologia, no entanto, coletando-se apenas solo.



Figura 1 - Sequência de extração das amostras contendo vegetação (A até E) e da amostra testemunha (F). (Fonte: Autores, 2014).  
(A) Alocação da bandeja sobre a área a ser amostrada; (B) Corte das laterais das amostras e inserção da bandeja até os 0,05 m de profundidade; (C) Corte em profundidade da amostra; (D) Inserção do fundo removível da bandeja após o corte da base das amostras; (E) Retirada da amostra de vegetação com sua estrutura preservada; (F) Retirada da amostra testemunha com sua estrutura preservada.

## TESTES COM CHUVAS SIMULADAS (MÉTODO 1)

Após a coleta das amostras conforme descrito no item anterior, e pesagem das mesmas para obter a massa da amostra antes da aplicação da chuva, estas foram alocadas sobre uma bancada de madeira disposta na área de abrangência do simulador, a qual reproduz a inclinação do campo em que estas amostras estavam naturalmente dispostas (declividade de 13%).

O simulador de chuvas utilizado para realização dos testes foi calibrado e validado por Spohr et al. (2015), apresentando uma relação que ultrapassa 84% entre a chuva produzida e a chuva natural. A área de abrangência da chuva simulada foi de 1,0m x 1,2m, aproximadamente, a qual foi aplicada a uma intensidade de 100 mm.h<sup>-1</sup>, durante 10 minutos para cada um dos testes realizados, simulando uma chuva de alta intensidade.

Para evitar o selamento superficial do solo causado pelo impacto direto da gota de chuva, as amostras testemunhas (sem vegetação) foram cobertas com uma tela de sombreamento de 50%, antes de serem submetidas à simulação.

Após a realização de cada teste com chuva simulada, aguardou-se 5 minutos até cessar o escoamento do excesso de água da bandeja, para então realizar novamente a pesagem das amostras, e obter-se a massa das amostras após a aplicação da chuva.

A massa de água retida em cada uma das amostras testemunhas foi determinada por meio do cálculo do conteúdo gravimétrico (Equação 1), e posteriormente foi realizada a média dos resultados encontrados.

$$Ug = \frac{Mu - Ms}{Ms} * 100 \quad (1)$$

Em que Ug é o conteúdo gravimétrico de água contido na amostra testemunha (%); Ms é a massa da amostra testemunha obtida antes a aplicação da chuva simulada (g); e Mu é a massa da amostra testemunha obtida após a aplicação da chuva simulada (g).

Obtido o conteúdo gravimétrico das amostras testemunhas (Ug), estimou-se a massa de água que foi retida apenas pelo solo presente nas amostras com vegetação. Para isso, a biomassa túrgida da vegetação foi descontada da massa seca total de cada uma das amostras com vegetação, obtida antes da aplicação da chuva; então, multiplicou-se o resultado obtido, pelo percentual médio do conteúdo gravimétrico das amostras testemunhas, conforme descrito na Equação 2. Portanto, a diferença entre a massa de água total retida pela amostra e a quantidade de água retida pelo solo, resultou no conteúdo volumétrico retido pela vegetação, o qual foi convertido em lâmina de água.

$$Ma = (Mua - Msa) - (Msa - Bt) * MUG \quad (2)$$

Em que Ma é a massa de água retida pela vegetação (g) em cada evento de chuva simulada; Msa é a massa da amostra com vegetação (g) obtida antes da aplicação da chuva simulada; Mua é a massa da amostra

com vegetação (g) obtida após a chuva simulada;  $B_t$  é a biomassa túrgida da vegetação (g), obtida pela pesagem apenas da parte vegetal das amostras; e  $M_{Ug}$  é o percentual médio da umidade gravimétrica do solo (%), obtido pela Equação 1.

Quanto à lâmina de chuva que incidiu em cada um dos testes, esta foi determinada utilizando-se 8 copos coletores de água, do tipo pluviômetros, com área de captação de 0,005026 m<sup>2</sup>, instalados sob a área de abrangência do simulador. A lâmina de água que incidiu sobre as amostras durante a chuva simulada foi utilizada para determinar o percentual de água que ficou retido nas amostras em cada teste.

## TESTES COM CHUVAS SIMULADAS (MÉTODO 2)

Após a realização dos testes descritos no método 1, as amostras coletadas no município de RO em 2022, foram submetidas a mais um método para determinação da retenção de água pela vegetação nativa do Bioma Pampa. Como este método utilizou apenas as amostras que continham vegetação nativa, as amostras testemunhas foram descartadas, e aquelas com vegetação foram submetidas à lavagem para retirada de todo o solo existente nas mesmas, conforme demonstrado na Figura 2.



Figura 2 - Processo de lavagem das amostras para retirada do solo existente nas mesmas. (Fonte: Autores, 2022).

Posteriormente, as amostras foram alocadas à sombra por aproximadamente 4 horas, até que toda a água sobre a vegetação evaporasse, e então, foram pesadas para obter sua massa “seca” (antes da aplicação da chuva simulada) e foram novamente submetidas à simulação de chuvas, nas mesmas condições que as descritas no método 1, porém, com aplicação da chuva por apenas 5 minutos para cada um dos testes.

Após cada simulação, aguardou-se 2 minutos para o escoamento do excesso de água, e então, as amostras foram novamente pesadas para obtenção da sua massa úmida. A determinação do conteúdo volumétrico de água retido pela vegetação se deu através da Equação 3.

$$Ma = \frac{(Muv - Bu) - (Msv - Bs)}{Al} + 10 \quad (3)$$

Em que Ma é a massa de água retida pela vegetação (mm. Kg<sup>-1</sup>); Muv é a massa da amostra vegetal obtida após a aplicação da chuva simulada (g); Bu é a massa da bandeja úmida, obtida após a aplicação da chuva simulada (g); Msv é a massa da amostra vegetal obtida antes da aplicação da chuva simulada (g); Bs é a massa da bandeja seca, obtida antes da aplicação da chuva simulada (g); Al é a área da leiva (cm<sup>2</sup>); e Bt é a biomassa túrgida da vegetação (Kg).

## DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A partir da determinação da lâmina de água retida pela vegetação do bioma Pampa, utilizou-se os dados históricos de precipitação desta região para estimar a quantidade de água retida ao longo de um período de 24 meses. Os dados históricos de precipitação pluviométrica foram adquiridos por meio do Portal HidroWeb (estações 03054007 em Rosário do Sul e 03053022 em Caçapava do Sul), de onde obteve-se dados diários da precipitação ocorrida nos anos de 2019 e 2020.

No tratamento dos dados pluviométricos obtidos, considerou-se que para os eventos que possuíam uma sequência de dois dias ou mais de ocorrência de chuva, a retenção de água foi efetivada em apenas um dia, pois uma maior quantidade de água precipitada em períodos mais longos provoca a saturação da vegetação.

Assim, tendo-se determinado o número de dias de chuva em que efetivamente houve retenção, estes foram multiplicados pela lâmina de água retida na vegetação, obtida através dos testes de simulação de chuva; e então, o percentual de água retido pela vegetação do Bioma Pampa foi estimado, considerando o total precipitado para os respectivos anos.

## BIOMASSA VEGETAL

A biomassa túrgida da vegetação de campo nativo (parte aérea e radicular) utilizada nas Equações 2 e 3, foi determinada utilizando-se 5 amostras (1m<sup>2</sup>) de cada área de testes, das quais o solo foi removido e sua massa foi obtida por meio da pesagem.

Posteriormente o mesmo material vegetal foi seco em estufa a 65 °C até obter-se peso constante, para obtenção da sua biomassa seca, a qual foi utilizada na análise da influência que a biomassa do campo nativo pode exercer sobre a quantidade de água retida por essa vegetação.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### RETENÇÃO DE ÁGUA PELA VEGETAÇÃO OBTIDA PELO MÉTODO 1

Neste método a chuva simulada aplicada sobre as amostras variou pouco entre os testes, apresentando uma média de 16,9 mm para os ensaios realizados no município de Rosário do Sul (RO) e 17,7 mm para aqueles realizados em Caçapava do Sul (CA). As pequenas variações observadas podem estar relacionadas às limitações do método.

Tabela 1 - Conteúdo gravimétrico do solo (Ug) e Lâmina de água retida pela vegetação, obtidos dos testes realizados com chuva simulada, pelo método 1.

Município	Rosário do Sul		Caçapava do Sul	
	Teste	Ug no solo (%)	Lâmina retida na vegetação (mm)*	Ug no solo (%)
1	8.4	1.5	20.0	2.4
2	9.4	2.3	18.4	0.0
3	8.6	1.4	18.6	1.7
4	10.2	3.5	18.8	3.3
5	10.3	4.2	24.7	3.5
6	19.7	6.9	10.6	0.7
7	8.7	6.1	22.0	1.2
8	12.0	4.6	16.5	3.2
9	6.8	4.6	23.2	0.4
10	8.3	3.9	23.5	0.3
11	18.5	2.2	-	-
12	22.8	2.0	-	-
13	17.0	3.1	-	-
14	26.8	3.3	-	-
Média	13.4	3.5	19.6	1.7
DP	6.1	1.6	3.9	1.3
CV	45.7%	44.9%	20.0%	76.5%

\*Média das três repetições; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação. (Fonte: Autores, 2022).

A umidade gravimétrica do solo nas amostras testemunhas (Tabela 1), apresentou-se mais elevada para o solo de CA (19,6%) que aquela obtida para o solo em RO (13,4%). Essa diferença possivelmente está relacionada às características do solo, uma vez que o de RO era visivelmente mais arenoso, enquanto o solo de CA, aparentava possuir maiores teores de silte/argila, o que pode explicar sua maior capacidade de retenção de água (KLEIN; KLEIN, 2015).

Quanto à quantidade de biomassa seca (parte aérea e radicular), o valor encontrado para o campo nativo de CA foi de  $2,16 \text{ Kg.m}^{-2}$ ; enquanto para RO, o valor encontrado foi de  $1,48 \text{ Kg.m}^{-2}$  e em 2022, foi de  $3,64 \text{ Kg.m}^{-2}$ .

<sup>2</sup>. Esta diferença observada entre os dois anos na área de RO pode estar relacionada ao fato de que, no ano de 2022 considerou-se a serapilheira (*litter*) na contabilização da biomassa, enquanto em 2014 não.

De todo modo, as amostras de vegetação obtidas apresentaram características de desenvolvimento muito semelhantes às encontradas na literatura: biomassa aérea esparsa devido ao pastoreio na área (GÓES et al., 2021) e uma densidade de raízes muito alta nas camadas superficiais do solo, a qual influenciou na proporção de material vegetal existente (ATAIDE, 2015; WOLSCHICK et al., 2016).

A lâmina média de água retida pela vegetação em RO foi de 3,5 mm, enquanto em CA foi de 1,7 mm, apresentando alta variabilidade dos dados de retenção em relação à média para ambas as áreas, 45,7 e 76,5%, respectivamente. Esta variação observada pode estar relacionada com a quantidade, tipo de biomassa e composição florística, assim como a variação, ainda que sutil, na espessura das amostras, pois a quantidade de biomassa radicular varia conforme a profundidade (ATAIDE, 2015).

O percentual de água retido pela vegetação durante os testes de simulação foi de 20,9% e 9,4%, para os testes realizados em RO e CA, respectivamente. Considerando o disposto por Giglio e Kobiyama (2013), estes valores podem ter sido minimizados devido à intensidade da chuva e do tempo de aplicação da mesma, uma vez que esses foram obtidos através de uma chuva simulada de 100 mm.h<sup>-1</sup> aplicada durante 10 minutos.

No entanto, haja vista que a média de interceptação por evento de precipitação pela vegetação herbácea do campo nativo disposta na literatura é de 7,5% (BAUMHARDT, 2010), os valores encontrados neste trabalho foram superiores. Porém, a presente metodologia foi idealizada considerando-se a parte aérea e a parte radicular das plantas e não somente a parte aérea, como apresentado por Reichert et al. (2017), o que pode ter influenciado nesta diferença observada, devido ao acréscimo da retenção de água que a parte radicular das plantas proporciona; pois, segundo Dunnett et al. (2008), a retenção de água é maior em plantas que apresentam alta biomassa radicular.

## RETENÇÃO DE ÁGUA PELA VEGETAÇÃO PELO MÉTODO 2

A chuva simulada aplicada sobre as amostras de vegetação também variou pouco neste segundo método, apresentando uma média de 9,6 mm e coeficiente de variação de 9,2%, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Retenção de água pela vegetação de campo nativo obtida pelos testes realizados com chuva simulada em Rosário do Sul, pelo método 2.

Teste	Chuva (mm)	Biomassa Túrgida (Kg)*	Lâmina retida na vegetação (mm)*	Água retida na vegetação (mm.kg <sup>-1</sup> ) *
1	8.5	1.39	1.76	1.29
2	9.2	1.38	1.34	1.10

3	9.5	1.43	1.45	1.00
4	11.3	1.23	1.88	1.23
5	9.1	1.38	1.85	1.66
6	9.8	1.36	1.63	1.32
Média	9.6	1.4	1.6	1.3
DP	0.9	0.1	0.2	0.2
CV	9.2%	4.7%	12.1%	16.4%

\* Média das quatro repetições; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação. (Fonte: Autores, 2022).

A lâmina de água retida pela vegetação apresentou uma média de 1,6 mm, que corresponde a 17,2% da chuva incidente sobre as amostras (aplicada a 100 mm.h<sup>-1</sup> por 5 minutos). Este percentual foi inferior ao encontrado por outros autores que avaliaram a interceptação por espécies herbáceas: Simpson e Francis (2021) obtiveram valores de retenção que variaram de 26,4% a 100%; enquanto Zou et al. (2015) observaram uma interceptação entre 25 a 60%; e Gordon et al. (2020) encontraram uma média de retenção de 21% da precipitação total incidente, para este tipo de vegetação.

A diferença para a literatura pode residir na intensidade da chuva, maior neste estudo; pois, de acordo com Giglio e Kobiyama (2013), quanto mais baixa for a intensidade de uma chuva, maior é a quantidade de água retida pela vegetação, sendo que a perda por interceptação nesses casos pode chegar a 100% do total precipitado.

A biomassa vegetal também influencia na quantidade de água que é retida pela vegetação de campo nativo, assim como relatado nos estudos realizados por Liu et al. (2018) e Sisi, Jia e Han (2020), em que as plantas herbáceas apresentaram uma relação entre a capacidade de interceptação da chuva e a biomassa.

Deste modo, a vegetação de RO apresentou uma média de biomassa túrgida de 1,4 Kg por amostra, possuindo baixo desvio padrão (0,1 Kg) e baixo coeficiente de variação (4,7%) dos dados. Sendo a relação existente entre a biomassa e a quantidade de água retida, de aproximadamente 1,3 mm por quilograma de vegetação herbácea nativa.

Ressalta-se que estes valores de retenção encontrados no presente estudo, refere-se apenas à vegetação de campo nativo pastejado por criação de gado extensiva, representando a menor porção vegetal encontrada neste bioma, com uma altura de parte aérea e profundidade radicular de aproximadamente 0,05 m.; ou seja, para a variação natural do Bioma Pampa, entre as estações do ano, existe uma grande variação na quantidade de biomassa e o valor de retenção de água provavelmente será maior.

Rovedder (2013) salienta que a presença do pastejo do gado não permite a colonização das áreas abertas pelo componente florestal, muito embora o clima seja propício. Comenta ainda, que também há uma

compreensão de que a própria pecuária possa ser uma grande aliada na conservação do campo nativo, desde que seja feita respeitando-se a capacidade de suporte do ecossistema, mantendo assim a vegetação pastejada com entrada de luz, possibilitando maior quantidade de espécies e consequentemente em menor altura.

A diferença observada entre os resultados dos dois métodos possivelmente se deu, pois, o método 1 utiliza amostras de vegetação com solo, e considerando que existe uma interação entre solo e raiz que favorece a retenção de água, este método apresentou valores mais elevados, quando comparado com o método 2, que utilizou amostras contendo apenas material vegetal.

No entanto, ressalta-se que o método 1 pode ter apresentado uma baixa sensibilidade à quantidade de água retida pelas amostras vegetais, uma vez que obteve-se resultados nulos de retenção de água pela vegetação para os testes realizados em CA, indicando que, conforme a metodologia utilizada, uma quantidade maior de água foi retida pelo solo se comparado à vegetação. Assim, os resultados sugerem que para pequenas porções de água retida pelas plantas, o método 1 não apresentou sensibilidade suficiente para registrar tais quantidades.

Já, quanto ao método 2, como considerou-se apenas a vegetação existente nas amostras, o mesmo mostrou-se mais sensível para as pequenas quantidades de água. Assim, tem-se que o valor de retenção de água encontrado para a parte aérea e radicular destas amostras, é a quantidade que efetivamente fica indisponível para infiltração, pois retorna à atmosfera por meio da evaporação.

### **ESTIMATIVA DA ÁGUA RETIDA PELO CAMPO NATIVO EM EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO**

O Bioma Pampa, por ser o menor do Brasil e não ter o componente florestal como sua vegetação predominante, necessita de estudos que complementem aos já existentes, a respeito do uso e consumo de água pelas plantações florestais em expansão neste ecossistema e assim se poder mensurar o impacto potencial da inserção de culturas agrícolas e florestais exóticas em um ambiente de campo.

Por meio dos dados de precipitação de 2019 e 2020 obtidos para ambas as áreas de estudo, foi possível estimar a quantidade de água que a vegetação de campo nativo retém em um ano mais seco (2020), com precipitação total inferior à média histórica; e em um ano mais úmido (2021), em que o total precipitado foi superior à média histórica.

Para o município de CA em que a precipitação total incidente foi de 1963,3 mm em 2019 e 1285,5 mm em 2020, a estimativa média de retenção anual foi, respectivamente, de 5,4% e 10,9%, obtida de 38 e 44 eventos de precipitação que efetivamente teve retenção nestes anos. Já, para o município de RO, a precipitação total

incidente foi de 1960,1 mm em 2019 e 991,8 mm em 2020, e o número de eventos de precipitação que houve retenção, foi de 44 e 55 para os respectivos anos. Assim, por meio do método 1, a média anual de retenção pela vegetação herbácea estimada foi de 18,6% e 27,8%, para 2019 e 2020, respectivamente (Tabela 3).

Baumhardt (2010) comenta que na literatura, não havia referências científicas que trouxessem um dado de interceptação médio no Pampa. Baumhardt (2014) também observa que a interceptação do eucalipto implantado nestas mesmas áreas apresentou valores próximos a 15% de retenção da água na chuva na biomassa. Ressaltou também que, além dos aspectos inerentes a vegetação, o número de eventos de chuva influencia diretamente na interceptação. Quanto maior o número de eventos, maior o valor interceptado.

Tabela 3 - Valores estimados de retenção de água pela vegetação herbácea do bioma Pampa, para os 24 meses avaliados, conforme dados obtidos pelo método 1.

Mês	Rosário do Sul						Caçapava do Sul					
	2019			2020			2019			2020		
	EV	Total PP (mm)	RV (%)	EV	Total PP (mm)	RV (%)	EV	Total PP (mm)	RV (%)	EV	Total PP (mm)	RV (%)
jan	2	431.6	1.6	5	78.2	22.4	4	302.1	2.3	3	275.3	1.9
Fev	5	87.3	20.0	1	23.2	15.1	6	68.5	14.9	3	19.9	25.6
Mar	3	101.5	10.3	4	54.4	25.7	5	95	8.9	2	50.4	6.7
Abr	4	145.1	9.6	4	14.4	97.2	1	194.7	0.9	6	25.8	39.5
Mai	6	174.3	12.0	5	206.1	8.5	3	263.1	1.9	2	204.6	1.7
Jun	3	33.2	31.6	7	163.7	15.0	3	65.6	7.8	4	153.2	4.4
Jul	3	259	4.1	4	66.3	21.1	3	241	2.1	7	114.7	10.4
Ago	5	57.1	30.6	4	32.1	43.6	4	109.3	6.2	2	68.7	4.9
Set	3	63.9	16.4	7	108.5	22.6	1	96.8	1.8	2	146.7	2.3
Out	2	496.5	1.4	3	72.3	14.5	1	395.4	0.4	4	64	10.6
Nov	4	90.4	15.5	5	61.4	28.5	3	58.6	8.7	4	43.4	15.7
Dez	4	20.2	69.3	6	111.2	18.9	4	73.2	9.3	5	118.8	7.2
Total	44	1960.1	18.6*	55	991.8	27.8*	38	1963.3	5.4*	44	1285.5	10.9*

\*Média anual; EV = evento de chuva que houve retenção; PP = precipitação; RV = retenção de água pela vegetação. (Fonte: Autores, 2022).

Observa-se valores mais elevados de retenção para a vegetação de RO, porém, o número de eventos de chuva com duração menor que dois dias também foi superior neste município, o que provavelmente explica essa diferença de retenção entre as áreas, pois, segundo Rodrigues et al. (2015) um maior número de eventos chuvosos com durações prolongadas acarretam em uma menor retenção de água, devido à saturação da parte aérea da vegetação e do solo.

Outros fatores que podem ter influenciado nos resultados encontrados é que as duas áreas se encontram em espaços geográficos distintos, e apesar de estarem inseridas no mesmo bioma, há uma variação na composição florística e das características vegetais entre as áreas, e também, há variação nas características climatológicas. Tais fatores podem influenciar de forma direta na capacidade de retenção de água pela vegetação (FERRETO et al., 2021).

Quanto ao método 2, estimou-se valores de retenção de água para a vegetação de 8,5% e 12,7%, para 2019 e 2020, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores estimados de retenção de água pela vegetação herbácea do bioma Pampa, para os 24 meses avaliados, conforme dados obtidos pelo método 2.

Mês	Rosário do Sul			EV	PP total	RV			
	2019								
	EV	PP total	RV						
Janeiro	2	431.6	0.7%	5	78.2	10.2%			
Fevereiro	5	87.3	9.2%	1	23.2	6.9%			
Março	3	101.5	4.7%	4	54.4	11.8%			
Abri	4	145.1	4.4%	4	14.4	44.4%			
Maio	6	174.3	5.5%	5	206.1	3.9%			
Junho	3	33.2	14.5%	7	163.7	6.8%			
Julho	3	259	1.9%	4	66.3	9.7%			
Agosto	5	57.1	14.0%	4	32.1	19.9%			
Setembro	3	63.9	7.5%	7	108.5	10.3%			
Outubro	2	496.5	0.6%	3	72.3	6.6%			
Novembro	4	90.4	7.1%	5	61.4	13.0%			
Dezembro	4	20.2	31.7%	6	111.2	8.6%			
Total	44	1960.1	8.5%*	55	991.8	12.7%*			

\*Média anual; EV = evento de chuva que houve retenção; PP = precipitação; RV = retenção de água pela vegetação. (Fonte: Autores, 2022).

Assim, a média de retenção estimada para estes dois anos foi de 10,6%, valor próximo ao encontrado por Reichert et al. (2017), cuja interceptação da chuva pela vegetação nativa do Bioma Pampa apresentou uma média de 8,95% da precipitação total incidente. No entanto, ressalta-se que os valores encontrados pelos autores foram obtidos por metodologia diferente, que considerou apenas a interceptação da parte aérea da vegetação, adquirida a 0,10 m acima da superfície do solo; enquanto esta considera toda a estrutura vegetal (parte aérea e radicular).

Este estudo está norteado sobre a busca do entendimento de um parâmetro hidrológico específico do Bioma Pampa, a Interceptação. Este Bioma possui naturalmente, uma menor produção de biomassa, uma menor evapotranspiração e paradoxalmente, uma possível redução na infiltração, em função do tipo histórico de uso do solo que ocupou o Pampa ao longo de centenas de anos, quando comparado se compara aos recentes usos mais intensivos do solo. Todos esses aspectos originais do Bioma coordenam os atuais processos do regime hidrológico mesmo naquelas áreas ocupadas por pecuária extensiva (BAUMHARDT, 2014).

#### IV. CONCLUSÕES

Os estudos que abrangem as relações existentes entre a vegetação de campo nativo do bioma Pampa e as variáveis hidrológicas ainda são pouco realizados, devido à falta de metodologias que permitam a obtenção de tais dados.

O uso do simulador de chuvas como metodologia para aquisição de dados de retenção de água pela vegetação herbácea nativa, se mostrou eficiente à obtenção da variável para ambos os métodos utilizados. Entretanto, no método 1 foi possível perceber algumas limitações, como a falta de sensibilidade para captar pequenas quantidades de água presentes nas amostras, e a influência que a interação entre solo e raiz provoca sobre a quantidade de retenção de água.

De tal forma, o método 1 apresentou valores de retenção muito significativos para ambas as áreas estudadas, sendo que o município de Rosário do Sul apresentou um maior percentual de retenção de água pela vegetação nativa, se comparado com Caçapava do Sul, tanto para os testes com chuva simulada, como para as estimativas realizadas com as precipitações ocorridas na região.

Sobre o método 2, como não há uma interação entre solo e raiz, a retenção está sendo avaliada apenas pelas partes vegetais; logo, tem-se que os resultados encontrados referem-se à quantidade de água que efetivamente fica retida pela vegetação, sendo sua variabilidade relacionada à biomassa vegetal presente nas amostras.

#### V. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Gebrüder Borntraeger, Stuttgart, v. 22, p. 711-728, 2013. Disponível em: [http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares\\_etal\\_2014.pdf](http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf). Acesso em: 29 de jul. 2023.

ATAIDE, P. F. Biomassa subterrânea da pastagem natural sob intensidades de pastejo contrastantes e submetida a diferimentos. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/117643>. Acesso em: 25 jul. 2023.

BAUMHARDT, E. Balanço hídrico de microbacia com eucalipto e pastagem nativa na região da campanha do RS. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7745?show=full>. Acesso em: 11 abr. 2024.

BAUMHARDT, E. Hidrologia de Bacia de Cabeceira com Eucaliptocultura Campo Nativo na Região da Campanha Gaúcha. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3771>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRITTO, M.; BAPTISTA, G. M. M.; LIMA, E. A. O estudo dos componentes do ciclo hidrológico desde métodos tradicionais até o uso de sensoriamento remoto: uma revisão. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, Paranoá, v. 23, p. 127-146, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/25952>. Acesso em: 16 de jul. 2023.

DIAS, D. F.; TRENTIN, R. Compartimentação morfolitológica do município de Rosário do Sul - RS: uma análise integrada do meio físico. *Revista Caminhos de Geografia*, Uberlândia – MG, v. 19, n. 65, p. 218–231, 2018. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/38348>. Acesso em: 20 jul. 2023.

DIAS, D. F.; TRENTIN, R. ROBAINA, L. E. S. Análise e zoneamento geoambiental do município de Rosário do Sul - RS: potencialidades e suscetibilidades. *Revista Geografar*, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 70-87, jan./jun. 2019. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/335669667\\_ANALISE\\_E\\_ZONEAMENTO\\_GEOAMBIENTAL\\_DO\\_MUNICIPIO\\_DE\\_ROSARIO\\_DO\\_SUL\\_-\\_RS\\_POTENCIALIDADES\\_E\\_SUSCETIBILIDADES](https://www.researchgate.net/publication/335669667_ANALISE_E_ZONEAMENTO_GEOAMBIENTAL_DO_MUNICIPIO_DE_ROSARIO_DO_SUL_-_RS_POTENCIALIDADES_E_SUSCETIBILIDADES). Acesso em: 15 abr. 2024.

DUNNETT, N.; NAGASE, A.; GRIME, P.; BOOTH, R. Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments. *Urban Ecosyst*, [S.I.], v. 11, n. 4, p. 385–398, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226399359\\_Influence\\_of\\_vegetation\\_composition\\_on\\_runoff\\_in\\_two\\_simulated\\_green\\_roof\\_experiments](https://www.researchgate.net/publication/226399359_Influence_of_vegetation_composition_on_runoff_in_two_simulated_green_roof_experiments). Acesso em: 29 de jul. 2023.

EBLING, É. D.; REICHERT, J. M.; PELÁEZ, J. J. Z.; RODRIGUES, M. F.; VALENTE, M. L.; CAVALCANTE, R. B. L.; REGGIANI, P.; SRINIVASAN, R. Event-based hydrology and sedimentation in paired watersheds under commercial eucalyptus and grasslands in the Brazilian Pampa biome. *International Soil and Water Conservation Research*, [S.I.], v. 9, p. 180 – 194, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633920300836>. Acesso em: 25 jul. 2023.

FERRETO, D. O. C.; REICHERT, J. M.; CAVALCANTE, R. B. L.; SRINIVASAN, R. Rainfall partitioning in young clonal plantations Eucalyptus species in a subtropical environment, and implications for water and forest management. *International Soil and Water Conservation Research*, article in press, [S.I.], v. 9, n. 3, p. 474-484, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633921000034?via%3Dihub>. Acesso em: 02 ago. 2023.

GIGLIO, J. N.; KOBIYAMA, M. Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, [S.I.], v. 18, n. 2, p. 297-317, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305306477\\_Interceptacao\\_da\\_Chuva\\_Uma\\_Revisao\\_com\\_Enfase\\_no\\_Monitoramento\\_em\\_Florestas\\_Brasileiras](https://www.researchgate.net/publication/305306477_Interceptacao_da_Chuva_Uma_Revisao_com_Enfase_no_Monitoramento_em_Florestas_Brasileiras). Acesso em: 26 jul. 2023.

GÓES, Q. R.; FREITAS, L. R.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F. C. B.; WEBER, M. A. Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 123-144, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/32130>. Acesso em: 19 jul. 2023.

GORDON, D. A. R.; COENDERS-GERRITS, M.; SELLERS, B. A.; SADEGHI, S. M. M.; VAN STAN II, J. T. Rainfall interception and redistribution by a common North American understory and pasture forb, *Eupatorium capillifolium* (Lam. dogfennel). Hydrology and Earth System Sciences. [S.I.], v. 24, n. 9, 2020. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/24/4587/2020/>. Acesso em: 25 jul. 2023.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – ReGet, v. 19, n. 1, p. 21-29, jan./abr. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/14990>. Acesso em: 10 abr. 2024.

LIU, Y.; ZHANG, Y.; FU, J.; YU, D.; HU, X.; LI, X.; QI, Z.; LI, S. Variable hydrological effects of herbs and shrubs in the arid northeastern Qinghai-Tibet Plateau, China. Journal of Mountain Science, v. 15, p. 1532–1545, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11629-017-4411-2>. Acesso em: 25 jul. 2023.

LU, J.; ZHANG, Q.; WERNER, A. D.; LI, Y.; JUANG, S.; TAN, Z. Root-induced changes of soil hydraulic properties – A review. Journal of Hydrology, v. 589, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/342346197\\_Root-induced\\_changes\\_of\\_soil\\_hydraulic\\_properties\\_-\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/342346197_Root-induced_changes_of_soil_hydraulic_properties_-_A_review). Acesso em: 25 jul. 2023.

MOSCA, A. R. O. Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas. 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEIXOTO, C. A. B.; OLIVEIRA-COSTA, J. L. P. Geodiversidade e biodiversidade no bioma pampa. Ciência Geográfica, Bauru – XXVII, vol. XXVII, n. 2, p. 1112 – 1156, 2023. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXVII\\_2/agb\\_xxvii\\_2\\_web/agb\\_xxvii\\_2-45.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXVII_2/agb_xxvii_2_web/agb_xxvii_2-45.pdf). Acesso em: 09 nov. 2024.

PEREIRA FILHO, R.; FERNANDES, G. D.; FELTRIN, R. M.; VIDAL, D. B.; KEMERICH, P. D. C. Determinação das propriedades físicas do solo em função do uso e ocupação em Caçapava do Sul – RS. Revista de Geociências Nordeste, Caicó, v. 9, n. 2, p. 120-130, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/376638540\\_Determinacao\\_das\\_propriedades\\_fisicas\\_do\\_solo\\_em\\_funcao\\_do\\_uso\\_e\\_ocupacao\\_em\\_Cacapava\\_do\\_Sul\\_-\\_RS](https://www.researchgate.net/publication/376638540_Determinacao_das_propriedades_fisicas_do_solo_em_funcao_do_uso_e_ocupacao_em_Cacapava_do_Sul_-_RS). Acesso em: 13 abr. 2024.

REICHERT, J. M.; RODRIGUES, M. F.; PELÁEZ, J. J. Z.; LANZA, R. (2017). Water balance in paired watersheds with eucalyptus and degraded grassland in pampa biome. Agricultural and Forest Meteorology, [S.I.], v. 237, n. 238, p. 282–295. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/314165591\\_Water\\_balance\\_in\\_paired\\_watersheds\\_with\\_eucalyptus\\_and\\_degraded\\_grassland\\_in\\_Pampa\\_biome](https://www.researchgate.net/publication/314165591_Water_balance_in_paired_watersheds_with_eucalyptus_and_degraded_grassland_in_Pampa_biome). Acesso em: 05 ago. 2023.

RIBEIRO FILHO, J. C.; LEMOS FILHO, L. C. A.; ANDRADE, E. M.; SILVA, P. C. M.; CAMIHA, M. P. Incertezas na estimativa da interceptação vegetal por modelos físicos em microclima de altitude em semiárido tropical. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 47, n. 123, p. 395-403, 2019. Disponível em: <https://www.ipcf.br/publicacoes/scientia/nr123/cap02.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2023.

RODRIGUES, V. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; TARJUELO, J. M.; SARTORI, M. M. P.; CANALES, A. R. Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas. *Revista Irriga*, [S. I.], v. 1, n. 1, p. 01–13, 2015. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1054>. Acesso em: 30 jul. 2023.

ROVEDDER, A. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. 64º Congresso Nacional de Botânica & XXXIII ERBOT – Encontro Regional de Botânicos MG, BA e ES. Anais [...]. Belo Horizonte, MG: Sociedade Botânica do Brasil, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/340732723\\_Bioma\\_Pampa\\_relacoes\\_solo-vegetacao\\_e\\_experiencias\\_de\\_restauracao](https://www.researchgate.net/publication/340732723_Bioma_Pampa_relacoes_solo-vegetacao_e_experiencias_de_restauracao). Acesso em: 10 abr. 2024.

ROLIM, R. G.; OVERBECK, G. E. Vegetação campestre nativa do bioma Pampa, caracterização de fragmento e conservação pelo uso. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre, n. 78, 2023. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/958/581>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SILVA, E. J.; SILVA, J. B. Análise geoambiental da Bacia do Rio Timbó –PE: geomorfologia, hidrologia e uso e ocupação do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 6, p. 3312-3333, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/259303/45216>. Acesso em: 13 abr. 2024.

SIMPSON, T. J.; FRANCIS, R. A. Artificial lawns exhibit increased runoff and decreased water retention compared to living lawns following controlled rainfall experiments. *Urban Forestry & Urban Greening*, [S.I.], v. 63, 2021. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/7420045>. Acesso em: 29 jul. 2023.

SISI, W.; JIA, L.; HAN, D. Leaf water absorption and canopy rainfall interception of twenty-one plant species in Beijing. *Journal of Beijing Forestry University*, v. 49, n. 9, p. 100-110, 2020. Disponível em: <http://j.bjfu.edu.cn/en/article/doi/10.12171/j.1000-1522.20190379>. Acesso em: 03 ago. 2023.

SOUZA, C. M.; et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SOUZA, L. P. M.; BORBA, A. W. Geoturismo em Caçapava do Sul (RS): proposta de trilhas interpretativas nas Guaritas do Camaquã. *Terr@Plural*, Ponta Grossa, v. 15, p. 1-24, 2021. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/16230/209209214103>. Acesso em: 15 abr. 2024.

SPOHR, R. B.; CORCINI, A. L. M.; PELLEGRIN, J.; BONFANTI, J. B.; DAL SOTO, M. F.; CARDOSO, T. Desenvolvimento e validação de um simulador de chuvas portátil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, RS, v. 20, n. 2, p. 411–417, 2015. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=157&SUMARIO=5066>. Acesso em: 15 jul. 2023.

STRECK, E. V. KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PPINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2018. E-book. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/livros/SOLOS%203%20EDICAO.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

TSIKO, C. T.; MAKURIRA, H.; GERRITS, A. M. J.; SAVENIJE, H. H. G. Measuring forest floor and canopy interception in a savannah ecosystem. *Physics and Chemistry of the Earth*, [S.I.], v. 47, n. 48, p. 122–127, 2012. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2012PCE....47..122T/abstract>. Acesso em: 05 ago. 2023.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. A Água. São Carlos, SP: Scienza, 2020.

---

WOLSCHICK, N. H.; et al. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016.

ZOU, C. B.; CATERINA, G. L.; WILL, R. E.; STEBLER, E.; TURTON, D. Canopy Interception for a Tallgrass Prairie under Juniper Encroachment. PLoS ONE, [S.I.], v. 10, n. 11, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?type=printable&id=10.1371/journal.pone.0141422>. Acesso em: 05 ago. 2023.