

## **O EUCALIPTO NO PAMPA: COMPARATIVO DO BALANÇO HÍDRICO ENTRE MICROBACIA COM PASTAGEM E MICROBACIA COM FLORESTA**

*Edner Baumhardt*<sup>1\*</sup>; *Stefany Correia de Paula*<sup>2</sup>; *Pedro Pascotini*<sup>3</sup>; *Elisandra Maziero*<sup>3</sup>; *João Francisco Carlexo Horn*<sup>3</sup>; *Jussara Cabral Cruz*<sup>4</sup>

**Resumo** – Para buscar o norteamento em hidrologia florestal, é inevitável a abordagem do entendimento das relações entre a floresta e a água, no que tange a seu uso e consumo. Entretanto, os estudos que elucidam a relação da produção de água em uma microbacia sob efeito da silvicultura são, por vezes, divergentes entre si. Logo, busca-se avaliar a influência da cobertura vegetal sobre o balanço hídrico, utilizando-se de duas microbacias, uma florestada – MF, com espécie do gênero *Eucalyptus* e outra com pastagem natural – MC, situadas em região característica do Bioma Pampa. Uma das microbacias é composta de pastagem nativa com 21 ha, com criação extensiva de gado e outra de silvicultura de *Eucalyptus* com 92 ha. A base experimental está localizada no município de Rosário do Sul – RS e foi monitorada de 10/2008 a 09/2009. O balanço hídrico mostrou que o uso da água pela MF ficou em 86% da precipitação incidente, enquanto que para a MC esse valor foi de 75%. Portanto, para o período da pesquisa, a MF se mostrou mais eficiente em armazenamento e produção de água em períodos de estiagem do que a MC, apesar de ter um uso de água mais elevado.

**Palavras-Chave** – Microbacias, regime hidrológico, água em eucalipto.

## **EUCALYPT IN THE PAMPA BIOME: A COMPARISON OF THE WATER BALANCE BETWEEN GRASSLAND WATERSHED AND FORESTED WATERSHED**

**Abstract** – To obtain guidance in forestry hidrology it's inevitable to approach the understanding of the relations between the forest and the water, concerning its use and consumption. However, the studies that elucidate the relation between water yield in a catchment under the effect of silviculture are, sometimes, divergent between each other. Then, it is intended to evaluate the influence of the vegetal coverage over the local water balance, using two experimental catchments, one of them forested – MF, with the species of the gender *Eucalyptus* and the other with natural pastureland – MC, both located in a characteristic zone of Pampa Biome. One, of natural pasture area with 21 ha, occupied by cattle breeding and another with silviculture of *Eucalyptus* with 92 ha. The experimental area is located in the city of Rosário do Sul – RS and it was monitored from October 2008 to September 2009. The water balance has showed that the use of the water by the MF has stated in 86% of the incident precipitation, while for the MC, this value was of 75%. Therefore, for the period of the research, the MF has showed itself more efficient in storage and water yield in drought periods than the MC, in spite of having a more elevated use of water.

**Keywords** – Small watershed, hydrological regime, water in the eucalypt.

<sup>1\*</sup>Autor Corresp.: Prof. Edner Baumhardt, Depto de Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria / Fred. West. – [ednerb@gmail.com](mailto:ednerb@gmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmica de Agronomia, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura – [stefanycorreia@hotmail.com](mailto:stefanycorreia@hotmail.com)

<sup>3</sup> Mestrando PPGEAMB e Doutorandos PPGEA, Universidade Federal de Santa Maria – [elismaziero@gmail.com](mailto:elismaziero@gmail.com)

<sup>4</sup> Prof. Jussara Cabral Cruz, Depto Eng. Civil, Universidade Federal de Santa Maria – [jussaracruz@gmail.com](mailto:jussaracruz@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

Há muito debate-se a controvérsia histórica sobre o papel desempenhado pelo eucalipto com relação ao uso e a sua função hidrológica nas bacias de drenagem nas quais são cultivados. Uma questão frequentemente abordada pela mídia, sociedade e leigos, é de que o eucalipto provocaria rápido secamento do solo trazendo prejuízos em relação ao ecossistema original.

A carência de fundamentação científica no discurso pró ou contra o aspecto hidrológico do eucalipto no Estado do RS, ficou mais evidente por meados de 2005, quando foram então anunciados grandes investimentos em silvicultura da metade sul do RS. Esse fato oportunizou alguns estudos que objetivavam a busca por informações mais específica a respeito do assunto; o próprio debate, criou um panorama em que levava-se em consideração, agora, o próprio ambiente de abrangência dos projetos florestais para celulose.

Novas questões e agora mais específicas surgiam no cenário gaúcho, como por exemplo: “ao se introduzir uma espécie conhecida por seu grande consumo de água, expressivamente maior do que o consumo do campo nativo, como ficariam as condições de suprimento aos usuários atuais de água, como a orizicultura e o abastecimento das cidades?”, outra questão levantada foi: “o pampa teria água suficiente para se ter maciços florestais produtivos?”, ou ainda, “ quantos litros de água diário uma planta de eucalipto consumiria/usaria no pampa?”.

Nesse sentido, a partir de 2007 a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do RS (FEPAM), por meio do Zoneamento Ambiental para Atividade da Silvicultura, se manifesta da seguinte forma: “tendo em vista o déficit híbrido potencial em períodos críticos apontados pelos estudos que embasaram o zoneamento, somente serão admitidos florestamentos após a elaboração de balanços hídricos com dados locais, e a redefinição dos usos, desde que ouvido o respectivo Comitê da Bacia Hidrográfica em consonância com o Sistema de Recursos Hídricos. Além disso, os estudos de impacto ambiental deverão aprofundar os estudos referentes ao regime de fluxos das águas subterrâneas na área de influência dos empreendimentos”.

Por conseguinte, a partir de 2008, o Grupo de Pesquisa Gestão de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Santa Maria, iniciou uma série de pesquisas para tentar diminuir as incertezas a respeito do tema, denominado como Befloresta (Bacia-escola Floresta). Dentre elas, a que ora se apresenta, buscou de forma bem pontual aproximar o valor de uso da água para um exemplar de eucalipto/dia e compará-lo com a testemunha de campo nativo do Bioma Pampa.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Características locais

O Bioma Pampa, segundo Hasenack (2007), teria aproximadamente 131.041,38 km<sup>2</sup> ou 13,1 milhões de hectares, o que representaria aproximadamente 58,5% do território Gaúcho. Entretanto, segundo o mesmo autor, restam preservados cerca de 41% (pouco mais de 5 milhões de hectares), em função do avanço das lavouras e em muitos casos pelo avanço excessivo da pecuária e ultimamente da silvicultura.

O estudo se concentrou, em parte, na Estância Tarumã (43,59 km<sup>2</sup>) de propriedade da multinacional Stora Enso Florestal RS e na fazenda São Carlos, ambas no município de Rosário do Sul e que fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Santa Maria.

De acordo com Hausman (1995), pelo sistema Köppen, pode-se classificar a bacia do rio Santa Maria em dois tipos essenciais de clima, o C<sub>fah</sub> e o C<sub>fak</sub>. Ambos são temperados quentes ou mesotermiais, tipo fundamental, mesotermal sem estação seca e grupo subtropical com verões quentes. O C<sub>fah</sub> representa a maior porção, entorno de 75% da área da bacia segundo Descovi Filho (2008), com invernos moderados, e temperatura média anual superior a 18°C. Já o C<sub>fak</sub>, segundo o mesmo autor, apresenta inverno frio, com temperatura média anual inferior a 18°C.

Segundo Eckert e Caye (1995) o clima é Temperado Tropical, apresentando uma faixa de variação de precipitação entre 1500 a 1600 mm/ano. Apresenta ainda uma temperatura média anual em torno dos 18°C, com mínima média próximo dos 12°C e máxima média em torno dos 23°C, podendo apresentar temperaturas negativas no período de outono-inverno com geadas.

## 2.2. As áreas de estudo

Este estudo foi gerado com dados de pesquisa coletados entre Outubro de 2008 e setembro de 2009, dentro da área experimental do Projeto contínuo intitulado BEFLORESTA (Grupo de Pesquisa Gestão de Recursos Hídricos - GERHI - UFSM), na cidade de Rosário do Sul – RS.

A primeira parte do experimento foi instalada em uma microbacia de cabeceira, com pecuária extensiva coberta por pastagem nativa do bioma pampa, denominada de “microbacia de campo” (MC), ou também entendida como campo nativo. A área de contribuição da microbacia tem 21 hectares (0,21 km<sup>2</sup>), pertence ao agropecuarista Sr. Ildo Spanevello (Figura 1).

A segunda parte da base experimental foi instalada também em uma microbacia de cabeceira com silvicultura de eucalipto para celulose, pertencente à Stora Enso Florestal e foi denominada “microbacia florestada” (MF). O cultivo do *Eucalyptus* nesse local é regido pela legislação ambiental do RS, além de normas de certificação internacional. A área de contribuição desta microbacia é de 92 hectares (0,92 km<sup>2</sup>), sendo 48,84 destes, cobertos por eucaliptos (Figura 2) e 43,2 ha de Área de Preservação Permanente somados à Reserva Legal (campo nativo abandonado). Nesta área são cultivadas 3 espécies diferentes de eucalipto, sendo eles o *Eucalyptus urograndis*, *E. grandis* e *E. dunnii*, com destaque ao *E. urograndis* por constituir 91,4% da área florestada da microbacia. As espécies estavam distribuídas na área conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização das espécies de eucalipto cultivados na microbacia florestada, data de plantio, espaçamento e área.

Caracterização das Espécies na Microbacia Florestada				
Talhão	Espécie	Data do Plantio	Espaçamento	Área (ha)
1	Urograndis	15/3/2007	3,5 m x 2,5 m	0,06
2	Grandis	15/4/2007	3,5 m x 2,0 m	0,01
3	Urograndis	15/10/2007	3,5 m x 2,5 m	12,30
4	Dunnii	15/11/2006	3,5 m x 2,0 m	4,19
5	Urograndis	15/10/2007	3,5 m x 2,5 m	32,27
6	Urograndis	15/10/2007	3,5 m x 2,5 m	0,02
<b>Total</b>				<b>48,84</b>

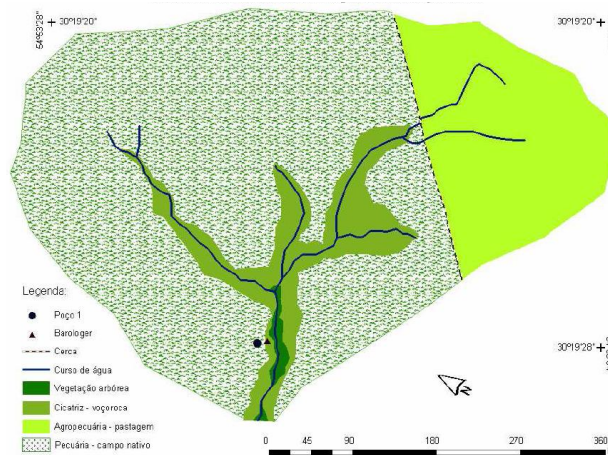


Figura 1 - Mapa de uso do solo da microbacia de campo – MC.  
Fonte: Dambrós (2011).

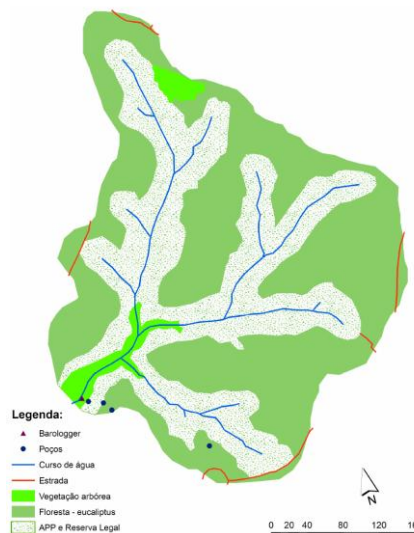


Figura 2 - Mapa de uso do Solo da Microbacia Florestada – MF.  
Fonte: Dambrós (2011).

### 2.3. Parâmetros hidrológicos avaliados

Pluviometria – como dado de entrada, a pluviometria das duas bacias foi fundamental. Foram instalados dois pluviômetros “*ville de paris*” em local adequado nas proximidades da área de captação de cada uma delas.

Interceptação – esse parâmetro foi fundamental no primeiro período da pesquisa para determinar a montante que retornava a atmosfera por evaporação direta. Para obtê-lo, foi necessária a instalação de pluviômetros sob as copas das árvores, denominados interceptômetros, conforme metodologia de Baumhardt (2010). Coletando-se o quantitativo de água nos interceptômetros, somados ao escoamento pelo tronco, a diferença para a chuva coletada no aberto é o que denominamos interceptação.

Escoamento pelo tronco – Os valores desta grandeza tiveram que ser estimados conforme Lima (2008) em função da dificuldade de instalação dos instrumentos de coleta e também pelo

estudo piloto mostrar a necessidade de um grande número de coletores para satisfazer o nível de confiança e erro máximo requerido.

Deflúvio – O deflúvio foi obtido por meio de vertedores triangulares de 90° truncados, em cada uma das microbacias, equipados com transdutores de pressão com datalogger, que forneceram dados horários de cota, que postos na curva-chave do vertedor resultaram no valor de vazão em L/s.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor compreensão dos efeitos do uso do solo, o balanço hídrico foi dividido por microbacia com seu respectivo uso do solo.

#### 3.1. Balanço Hídrico da Microbacia Florestada

Na Tabela 2, estão colocadas as variáveis avaliadas no balanço hídrico da microbacia florestada – MC, ao longo do período do estudo para a área de 92 hectares, com 48,8 ha cultivados com *Eucalyptus* e os 43,2 ha que fazem parte da APP somada à Reserva Legal. Os dados da coluna “Interceptação”, incluem o balanço de perdas via evaporação direta da floresta, somada às perdas via evaporação direta do campo nativo subtraídas da entrada direta via “escoamento pelo tronco” – Et. Além disso, na linha “representatividade %” estão mostrados os valores em percentagem em relação à precipitação incidente, que está representada por 100%.

Tabela 2 - Balanço hídrico anual da microbacia florestada

Mês/Ano	Precipitação (mm) P	Deflúvio (mm) Q	Interceptação (mm) I	FNC *
Outubro/2008	374	58,93	85,62	229,45
Novembro/2008	93	18,4	15,41	59,19
Dezembro/2008	7	6,45	1,17	-0,62
Janeiro/2009	97,5	5,45	10,05	82,00
Fevereiro/2009	193,5	8,37	15,52	169,61
Março/2009	43,6	8,22	1,70	33,68
Abril/2009	38,1	2,64	4,69	30,77
Mai/2009	102,1	5,46	17,93	78,71
Junho/2009	25	3,8	3,71	17,49
Julho/2009	28,1	4,16	4,04	19,90
Agosto/2009	85,9	13,86	9,83	62,21
Setembro/2009	209,8	49,38	19,99	140,43
<b>Anual</b>	<b>1297,6</b>	<b>185,12</b>	<b>189,67</b>	<b>922,81</b>
<b>Representatividade%</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>71</b>

\*Transpiração da APP + RL (mm)+Evaporação do solo (mm) + Evaporação Serrapilheira (mm) +Evaporação do Curso de Água (mm) + Infiltração Profunda (mm)

O uso da água pela floresta, proporcionalmente à sua área (48,8 hectares), somado ao uso pelo campo (APP + RL) proporcionalmente à sua área (43,2 hectares) e, além disso, somado aos demais tipos de evaporação existentes no ecossistema florestal, foram da magnitude de 71% da principal entrada do sistema, a precipitação no aberto. Somadas a interceptação da biomassa florestal mais a porção de campo presente na área, tem-se a evapotranspiração com magnitude de 86%, restando, portanto, 14% que foram transformados em deflúvio da microbacia, completando dessa forma o balanço da MF em 100%.

Infere-se dessa forma, que a microbacia florestal, no formato de mosaico (floresta plantada entremeadada por corredores ecológicos de vegetação natural), durante os 12 meses da pesquisa, utilizou 1107,9 mm da precipitação total incidente, ao final do balanço hídrico local. Ainda, ao se considerar a chuva total incidente sobre a cobertura florestal, descontados o deflúvio e a interceptação intrínseca à floresta, tem-se um valor específico de uso de água por planta/dia.

Nesse sentido, em uma chuva acumulada de 1297,6 mm no ano, descontados 185,12 mm de deflúvio mais 359,26 mm de interceptação das copas dos eucaliptos e somados os 43,8 mm de entrada via escoamento pelo tronco, resta como o uso anual das árvores, a quantia estimada de 797,02 mm.

No mês de dezembro de 2008 (nas duas bacias), houve uma saída de água via deflúvio maior que a entrada de água via precipitação, o que denota um balanço negativo de mais consumo do que entrada, resultando em controle estomático das plantas e também consumo das reservas subterrâneas. Não foi possível se observar esse valor com os instrumentos utilizados.

Logo, pode-se inferir que, para o presente estudo, o uso da água por planta de eucalipto (incluídas as evaporações não controladas), em espaçamento 3m x 2m (1.667 plantas por hectare) e idade aproximada de 3 anos, chegou-se em média a 13,1 Litros de água utilizada por planta/dia.

### 3.2. Balanço Hídrico da Microbacia de Campo

Na Tabela 3 está contabilizado o balanço anual da microbacia de campo para o montante de 21 hectares, com os dados observados e para as percentagens disponíveis na literatura (interceptação da vegetação campestre).

Tabela 3 - Balanço hídrico anual da microbacia de campo.

Mês/Ano	Precipitação (mm) P	Deflúvio (mm) Q	Interceptação (mm) I	FNC *
Outubro/2008	374	108,93	28,05	237,02
Novembro/2008	93	50,57	6,98	35,46
Dezembro/2008	7	14,34	0,53	-7,87
Janeiro/2009	97,5	11,61	7,31	78,58
Fevereiro/2009	211,3	16,55	14,51	180,24
Março/2009	81,6	9,05	3,27	69,28
Abril/2009	32,2	8,62	2,86	20,72
Mai/2009	112,8	18,01	7,66	87,13
Junho/2009	24	12,25	1,88	9,88
Julho/2009	35	7,54	2,11	25,35
Agosto/2009	100	15,79	6,44	77,77
Setembro/2009	265,7	79,25	15,74	170,72
<b>Anual</b>	<b>1434,1</b>	<b>352,51</b>	<b>107,56</b>	<b>984,27</b>
<b>Representatividade%</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>7,5</b>	<b>67,5</b>

\*Transpiração do Campo (mm)+Evaporação do solo (mm) + Evaporação Serrapilheira (mm) +Evaporação do Curso de Água (mm) + Infiltração Profunda (mm)

A evapotranspiração que inclui a interceptação pela vegetação do campo, mais a transpiração das espécies nativas do Bioma Pampa, mais os demais tipos de evaporação, somaram 75% das perdas do sistema. O deflúvio anual da microbacia representou 25% de toda a entrada via precipitação. Infere-se, portanto que o uso global de água na microbacia de campo foi de

aproximadamente 1081,6 mm da precipitação total incidente. O resultado do balanço hídrico da MF só pode ser comparado com o resultado hídrico da MC em termos percentuais, em função da quantidade de chuva incidente ser diferente nas duas microbacias. Na tabela 4 é possível comparar o balanço das duas microbacias e a magnitude das suas diferenças.

Tabela 4 - Resumo comparativo dos valores encontrados na microbacia de campo (testemunha) e microbacia florestada.

Variável	Microbacia de Campo	Microbacia Florestada	Diferenças da MF em relação a Precipitação	Diferenças da MF em relação a MC.
Precipitação	1434,1	1297,6	-	-
Deflúvio	25%	14%	11%	42%
Interceptação	7,50%	15%	7,50%	100%
FNC	67,50%	71%	3,50%	4,90%

A transpiração da cobertura florestal e a junção das demais grandezas evaporadas, e infiltração profunda, foram na ordem de 71% da precipitação incidente conforme Tabela 4. Na MC, esse valor chegou a 68%. No entanto, comparando-as, infere-se que a microbacia de cultivo florestal superou em 4,2% o uso de água pelas árvores e demais evaporações em relação ao campo. Um fator a ser considerado, é o maior potencial de evaporação de água no solo da microbacia de campo, devido ao fato de estar mais exposta aos efeitos do vento e provavelmente maior oscilação térmica durante o dia.

Portanto, não se pode afirmar que esta pequena diferença de 4,2 % diz respeito apenas à diferença de transpiração entre os dois tipos de cobertura do solo, por 3 motivos principais:

a - No primeiro, pode-se dizer que provavelmente a microbacia de campo esteja muito mais propensa à evaporação de água do solo por estar mais exposta à radiação solar direta, ventos fortes, grande oscilação de temperatura e com a camada compactada de solo há uma formação de lâmina de água exposta facilitando a evaporação.

b - Em segundo lugar, a microbacia florestada provavelmente forme um microclima diferenciado sob as copas das árvores (sombra, baixa oscilação de temperatura, menor evaporação de água do solo, menos vento, não há formação de lâmina de água superficial em eventos de chuva).

c - Na microbacia florestada as árvores representam pouco mais da metade da área da microbacia, sendo o restante campo. Em se tratando da evapotranspiração como um todo, os valores ficaram em 86% para a microbacia florestada em relação à precipitação total e em 75% na microbacia de campo. Avaliando-se o aumento da evapotranspiração do ambiente florestal em relação ao campo, conclui-se que nesse estudo, houve um acréscimo de 14,6 % em relação ao ecossistema original do bioma Pampa.

#### 4. CONCLUSÃO

No interior da floresta, em função do microclima criado, as evaporações podem ser de menor magnitude. Por esse motivo, infere-se que a pequena diferença entre as duas microbacias, reside no balanço de energia incidente. Logo, as diferenças de transpiração entre eucalipto e campo, podem

ser maiores que os 4,2% apresentados, assim como as perdas evaporativas não controladas neste estudo, devem ser de maior magnitude na microbacia de campo.

Na contabilização de entradas e saídas de água do sistema para o período estudado, estima-se que o uso médio diário de água de uma planta de eucalipto cultivado na MF, nas condições da pesquisa, para seu espaço vital de aproximadamente 6 m<sup>2</sup>, não ultrapasse os 13,1 litros (incluídas as evaporações não controladas e infiltração profunda).

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Stora Enso Florestal RS pelo apoio ao Projeto de 2008 até os dias atuais. Da mesma forma, agradecemos ao Sr. Ildo Spanevello por ceder a área de estudo e permitir as intervenções necessárias ao bom andamento da pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

BAUMHARDT, E. et al. (2009). Intensidade de Amostragem de Interceptômetros em Microbacia Florestada para Validação de Dados de Interceptação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande, MS. **Anais...**, Campo Grande: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1 CD ROM.

DAMBRÓS, C. (2011). **Recarga e Flutuação no nível da água subterrânea em sub-bacias com floresta e campo nativo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 120 p.

DESCOVI FILHO, L. L. V. et al. (2008). Subsídios Ambientais para o Enquadramento das Águas Subterrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15., Rio Grande do Sul. **Anais eletrônicos...** [S.l.:s.n], 2008. Disponível em: <[http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ASUB/Publica%E7%F5esAsub/artigo\\_final.pdf](http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ASUB/Publica%E7%F5esAsub/artigo_final.pdf)>. Acesso em: 19 de maio 2009.

ECKERT, R. M.; CAYE, B. R. (1995). **Cadastramento de poços da cidade de Livramento/RS**. Porto Alegre, CPRM, v. 145, il.; mapa. Projeto Cadastramento de Poços do Rio Grande do Sul.

HASENACK H.; CORDEIRO J.L.P.; COSTA B.S.C. (2007). **Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS - Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia, 2007. p.15-22.

HAUSMAN, A. (1995). Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul – RS. **Acta Geológica Leopoldensia** (Série Mapas, escala 1:50.000), n. 2. p. 1-127.

LIMA, W. P. (2008) **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. 2. ed. Piracicaba, São Paulo: [s.n.].