

## VARIAÇÃO DE $K^+$ , $Mg^{2+}$ e $Ca^{2+}$ EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DE DUAS MICROBACIAS RURAIS COM DIFERENTES USOS DO SOLO

*Mirian Lago Valente<sup>1</sup>; Jussara Cabral Cruz<sup>2</sup>; Carine Baggiotto<sup>3\*</sup>; Catarine Barcellos Consensa<sup>4</sup>; Marciano Friedrich<sup>5</sup>; Ronaldo Kanopf de Araújo<sup>6</sup>; Christian Santana Cunha<sup>7</sup>; Vinícius Ferreira Dulac<sup>8</sup>; Karla Campanholo<sup>9</sup> & Pamina Dias Lampert<sup>10</sup>*

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da cobertura vegetal nas concentrações dos cátions  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$  em relação à precipitação pluviométrica nas águas superficiais de duas microbacias com diferentes usos do solo. O estudo foi conduzido no município de Rosário do Sul, RS, em duas áreas da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria: uma denominada “microbacia com campo” (MC) e a outra denominada “microbacia com eucalipto” (ME). A amostragem de água superficial foi realizada, quinzenalmente, entre agosto de 2011 e janeiro de 2012, nos vertedores das microbacias. A precipitação foi quantificada por meio de funis coletores e consistida a partir da Estação da ANA. Na ME, os cátions  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  apresentaram concentrações inversas ao volume de precipitação observado, não havendo interferência da precipitação nas concentrações desses cátions na MC. Já para o  $K^+$ , a variação das concentrações em função das precipitações foi semelhante nas duas áreas de estudo, havendo uma ligeira redução dos valores de concentração durante o período com maior pluviosidade monitorado.

**Palavras-chave** – Cátions; Microbacia; Usos do solo.

## $K^+$ , $Mg^{2+}$ AND $Ca^{2+}$ VARIATION IN SURFACE WATERS OF RURAL CATCHMENTS WITH DIFFERENT LAND USE

**Abstract** – The aim of this study was to evaluate the influence of vegetation cover in the concentrations of cations  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$  in relation to rainfall in surface water catchments with different land uses. The study was conducted in Rosario do Sul, RS, in two areas of the River Basin Santa Maria: one defined "watershed with field" (MC) and another defined "watershed with eucalyptus" (ME). The surface water sampling was carried out fortnightly, between August 2011 and January 2012, at the spillways of watersheds. Precipitation was measured using funnels and collectors from the station consisted of ANA. In the ME, the  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$  concentrations showed inverse to observed amount of rainfall, without interference from precipitation concentrations of cations in the MC. As for the  $K^+$ , the variation of the concentration versus rainfall was similar in the two study areas, with a slight reduction of the concentration values during higher rainfall monitored.

**Keywords** – Cations; Watershed; Land uses.

## INTRODUÇÃO

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestre Engenharia Florestal. [mirian\\_sm@yahoo.com.br](mailto:mirian_sm@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Dr<sup>a</sup>, Prof.<sup>a</sup> Associada do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria. [jussaracruz@gmail.com](mailto:jussaracruz@gmail.com)

<sup>3\*</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Acadêmica do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. [carine.bg@hotmail.com](mailto:carine.bg@hotmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Doutoranda em Engenharia Florestal. [catarineconsensa@gmail.com](mailto:catarineconsensa@gmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Acadêmico do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. [marci.esa@gmail.com](mailto:marci.esa@gmail.com)

<sup>6</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental. [ronaldo.kanopf@gmail.com](mailto:ronaldo.kanopf@gmail.com)

<sup>7</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental. [christianscunha@gmail.com](mailto:christianscunha@gmail.com)

<sup>8</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental. [vfdulac@gmail.com](mailto:vfdulac@gmail.com)

<sup>9</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental. [karla@topografia.com.br](mailto:karla@topografia.com.br)

<sup>10</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. [paminalampert@hotmail.com](mailto:paminalampert@hotmail.com)

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da pressão antrópica. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica (BOTELHO et al., 2001).

Em determinadas circunstâncias, as características da vegetação influenciam a dinâmica da água, notadamente como fator de redução da evaporação, aumento da capacidade de infiltração e proteção do solo contra os efeitos danosos provocados pelo impacto das gotas de água da precipitação pluviométrica. Dessa forma, evita-se o carregamento e posterior sedimentação de partículas nas partes mais baixas do terreno, principalmente para os cursos d'água, conseqüentemente alterando sua qualidade (SILVA et al., 2007).

Silva et al. (2001) relatam que quanto mais protegida pela cobertura vegetal estiver a superfície do solo contra a ação da precipitação pluviométrica, tanto menor será a ocorrência de perda de solo e menor a degradação da qualidade da água, notadamente nas regiões tropicais e subtropicais. Segundo os mesmos autores, as maiores taxas de escoamento superficial estão relacionadas às menores porcentagens de cobertura vegetal e às maiores intensidades de precipitação pluviométrica. A presença de cobertura do solo proporciona diminuição do escoamento superficial, da capacidade de transporte de agregados, do processo de selamento superficial (devido ao impacto das gotas de água) e um aumento da taxa de infiltração de água no solo.

Entretanto, os danos associados com erosão e transporte de partículas pela falta dessa cobertura vegetal podem ser numerosos. Estes incluem impactos na fertilidade do solo, no transporte, armazenamento e destino de nutrientes e contaminantes, nas tendências de mudanças na qualidade da água, habitat aquáticos, assoreamento de canais, reservatórios e portos, e na redução da longevidade de equipamentos de hidroelétricas (WILLIAMS, 1989; OUILLO, 1998; HOROWITZ, 2003).

Durante chuvas torrenciais e de grande volume, nutrientes que estão presentes no solo das matas e dos campos são carregados para o leito dos rios, podendo contaminar suas águas quando em excesso. Conforme Lewis Júnior. (1981), a precipitação é uma das principais fontes de nutrientes e íons para ecossistemas aquáticos e terrestres.

Neste contexto, incluem-se duas sub-bacias pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria, que apresentam realidades distintas do ponto de vista ocupacional, uma caracteriza-se especialmente pela atividade de pecuária extensiva sobre campo nativo e outra com florestamento comercial de *Eucalyptus* sp.

## OBJETIVO

Avaliar a influência da cobertura vegetal nas concentrações dos cátions  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$  em relação à precipitação pluviométrica nas águas superficiais nas duas microbacias de estudo.

## METODOLOGIA

A Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria (BHRSM), localizada a sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, situa-se entre as coordenadas geográficas 30°00' a 31°36' de latitude Sul e 54°00' a 55°32' de longitude Oeste. O estudo foi conduzido no município de Rosário do Sul, em duas áreas da BHRSM (Figura 1).

A primeira microbacia está situada na fazenda São Carlos, com área de 21 ha, denominada "microbacia com campo" (MC), com pastagem nativa característica do bioma Pampa e pecuária

extensiva. A segunda microbacia está localizada na fazenda Estância Tarumã, com área de 92 ha, denominada “microbacia com eucalipto” (ME), com plantio de eucalipto, com idade aproximada de seis anos, representando 48,8 ha e áreas de preservação permanente com 43,2 ha.

As áreas apresentam solo classificado como Argissolo Bruno Acinzentado Alítico (STRECK et al., 2008) e classificação do clima como subtemperado úmido com temperatura média anual igual a 18,6°C e precipitação média anual de 1574 mm (MALUF,2000). A escolha das microbacias teve como critério a homogeneidade de características do solo, regime de precipitação pluviométrica e relevo, porém com usos do solo distintos, as quais se localizam a uma distância de 13 km.

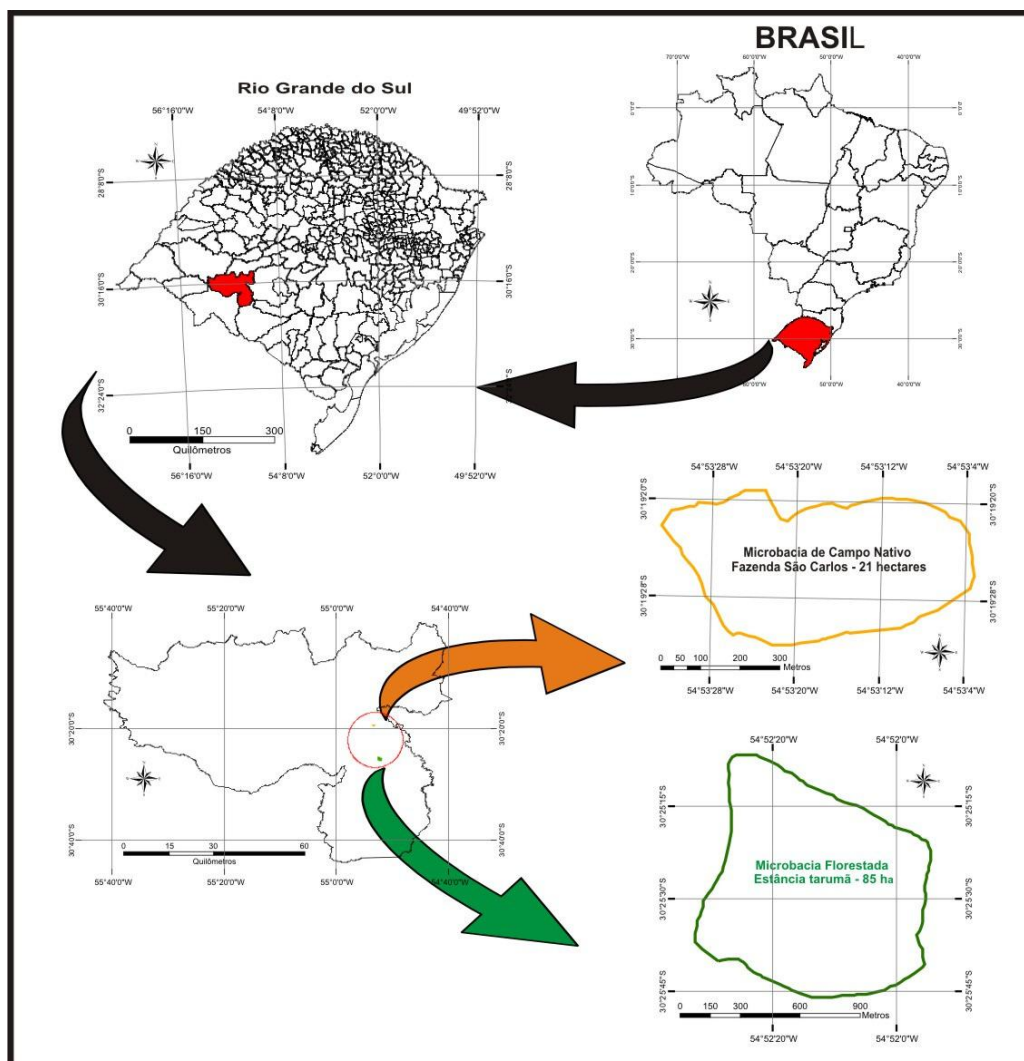


Figura 1 - Localização da área de estudo (Fonte: Baumhardt, 2010).

As coletas de amostras de água foram efetuadas em média a cada 15 dias, entre agosto de 2011 e janeiro de 2012, nos vertedores das microbacias. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos de poliuretano sendo posteriormente enviadas ao Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO) da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

A precipitação foi quantificada por meio de funis coletores instalados em áreas adjacentes aos vertedores das microbacias, consistida a partir da Estação da Agência Nacional das Águas (ANA) localizada em Rosário do Sul, para os períodos de agosto de 2011 a janeiro de 2012.

De posse destes dados foi realizada uma comparação das concentrações dos cátions e sua variação em função das precipitações pluviométricas observadas.

## RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os cátions detectados e os respectivos valores de concentração nas amostras de água superficial da microbacia de campo e da microbacia com eucalipto e áreas de preservação permanente.

Tabela 1 - Valores de concentração de macronutrientes nas amostras de água superficial da microbacia com campo (MC) e na microbacia com eucalipto (ME).

| Data de coleta | Prec. ME (mm) | Prec. MC (mm) | MC           | ME               | MC               | ME   | MC   | ME    |
|----------------|---------------|---------------|--------------|------------------|------------------|------|------|-------|
|                |               |               | $K^+$ (mg/L) | $Mg^{2+}$ (mg/L) | $Ca^{2+}$ (mg/L) |      |      |       |
| 04/08/11       | 28,3          | 30,2          | 2,65         | 1,63             | 1,22             | 1,79 | 1,72 | 10,08 |
| 17/08/11       | 39,9          | 46,5          | 2,59         | 1,44             | 1,55             | 2,90 | 2,20 | 20,40 |
| 31/08/11       | 27,2          | 13,2          | 1,77         | 1,44             | 1,11             | 2,99 | 1,53 | 20,57 |
| 21/09/11       | 55,8          | 55,6          | 1,00         | 1,32             | 0,92             | 1,84 | 1,23 | 9,99  |
| 13/10/11       | 48,6          | 88,6          | 1,14         | 1,32             | 1,22             | 2,44 | 1,57 | 14,28 |
| 26/10/11       | 90,4          | 59,5          | 1,07         | 1,27             | 1,21             | 1,93 | 1,74 | 13,86 |
| 07/12/11       | 11,6          | 16,8          | 2,77         | 1,72             | 2,39             | 6,09 | 3,68 | 17,06 |
| 04/01/12       | 23,2          | 25,4          | 1,80         | 1,89             | 1,34             | 7,11 | 2,79 | 43,45 |
| 18/01/12       | 3,2           | 0,0           | 2,03         | 1,97             | 1,26             | 6,76 | 2,40 | 43,60 |

Na figura 2, apresenta-se a comparação entre as concentrações de  $K^+$ , expressas em mg/L, e os valores de precipitação pluviométrica registrados (mm) pelos funis coletores instalados nas microbacias de campo e florestada, entre janeiro e junho de 2012.

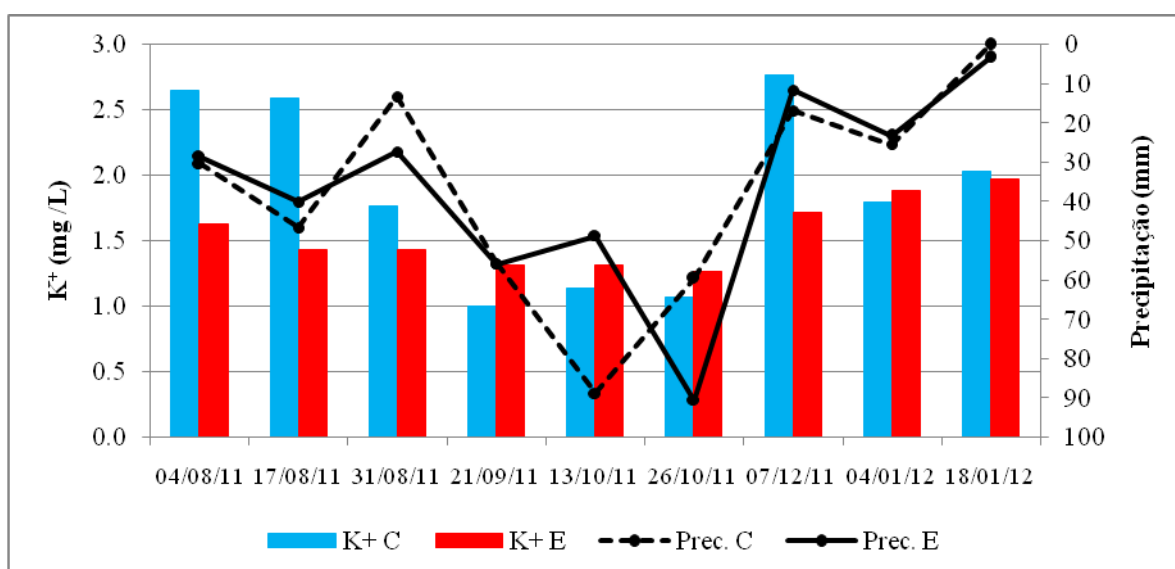


Figura 2 - Comparação entre as concentrações de  $K^+$  (mg/L) e os valores de precipitação pluviométrica registrados (mm) pelos coletores instalados nas microbacias com campo e com eucalipto, entre agosto de 2011 e janeiro de 2012.

As médias de potássio foram de 1,87 e 1,56 mg/L, respectivamente, para a MC e ME. Conforme observado na figura 2, os valores de  $K^+$  não seguem uma tendência em relação à precipitação pluviométrica. As concentrações de potássio estão dentro do intervalo normalmente observado em águas naturais ( $< 10 \text{ mg L}^{-1}$ ) (CETESB, 2012). Estes baixos valores podem estar

relacionados à alta solubilidade do elemento nestes ambientes, sendo rapidamente incorporado às estruturas minerais e acumulados na biota aquática, uma vez que se trata de um elemento essencial para sua nutrição (CÂMARA et al., 2006). Ranzini e Lima (2002) investigando microbacias reflorestadas com eucalipto encontraram valores de potássio na água entre 1,35 a 1,80 mg/L. Conforme Lucas et al. (2010), durante a época de estiagem existe uma maior concentração de solutos e elementos minerais como o potássio em função da redução da vazão, o que pode ser verificado na área de campo pela ocorrência de maiores valores de potássio nas datas em que não ocorria precipitação pluviométrica.

Na figura 3, apresenta-se a comparação entre as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$ , expressas em mg/L, e os valores de precipitação pluviométrica registrados (mm) pelos funis coletores instalados nas microbacias de campo e florestada no período de estudo.

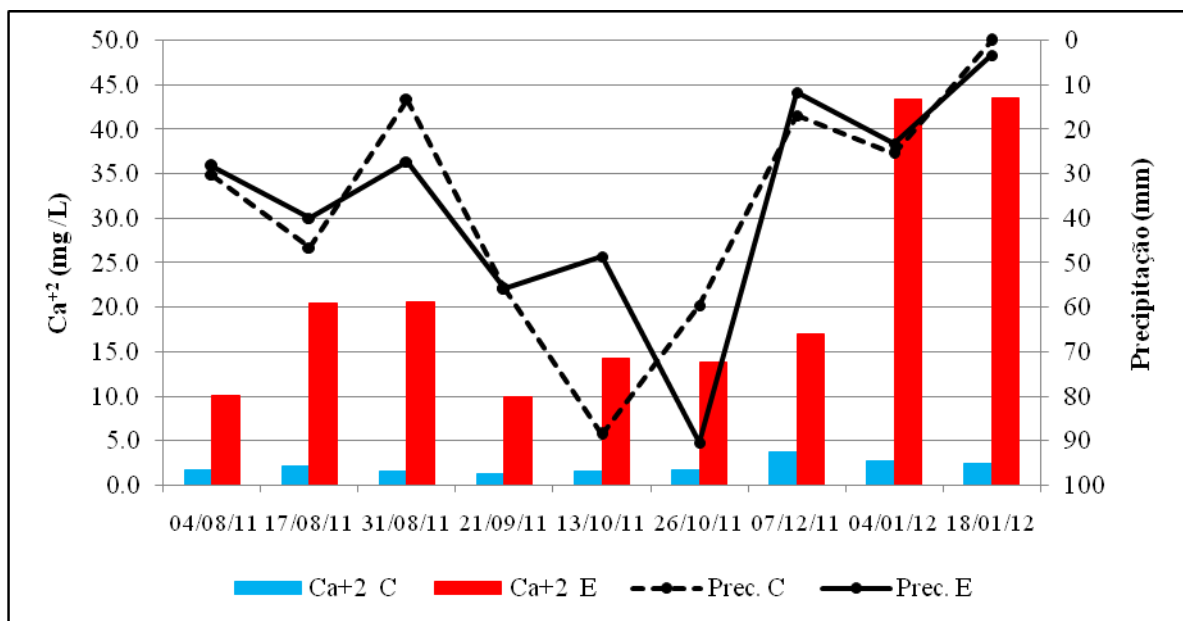


Figura 3 - Comparação entre as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  (mg/L) e os valores de precipitação pluviométrica registrados (mm) pelos coletores instalados nas microbacias com campo e com eucalipto, entre agosto de 2011 e janeiro de 2012.

As médias de cálcio foram de 2,10 e 21,48 mg/L, respectivamente, para a MC e ME. Observa-se na Figura 3 que as maiores concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  na água aconteceram durante os períodos de maior estiagem, o que pode ser função do menor nível d'água observado no manancial. Câmara et al. (2006) mencionam que o  $\text{Ca}^{2+}$  é rapidamente dissolvido a partir de rochas ricas em minerais de cálcio, tais como carbonatos e sulfatos, apresentando normalmente concentrações abaixo de 15,0 mg/L em águas naturais. No entanto, o grande valor observado na ME (21,48 mg/L) pode estar relacionado à interação da água com a vegetação do plantio e da Área de Preservação Permanente (APP), o que pode ter contribuído para um maior aporte desse elemento nas águas do manancial. Valores elevados de Ca também foram observados por Peripoli (2009) em microbacia rural localizada no norte da Itália.

Na figura 4, apresenta-se a comparação entre as concentrações de  $\text{Mg}^{2+}$ , expressas em mg/L, e os valores de precipitação pluviométrica registrados (mm) pelos funis coletores instalados nas microbacias com campo e com eucalipto no período de estudo.



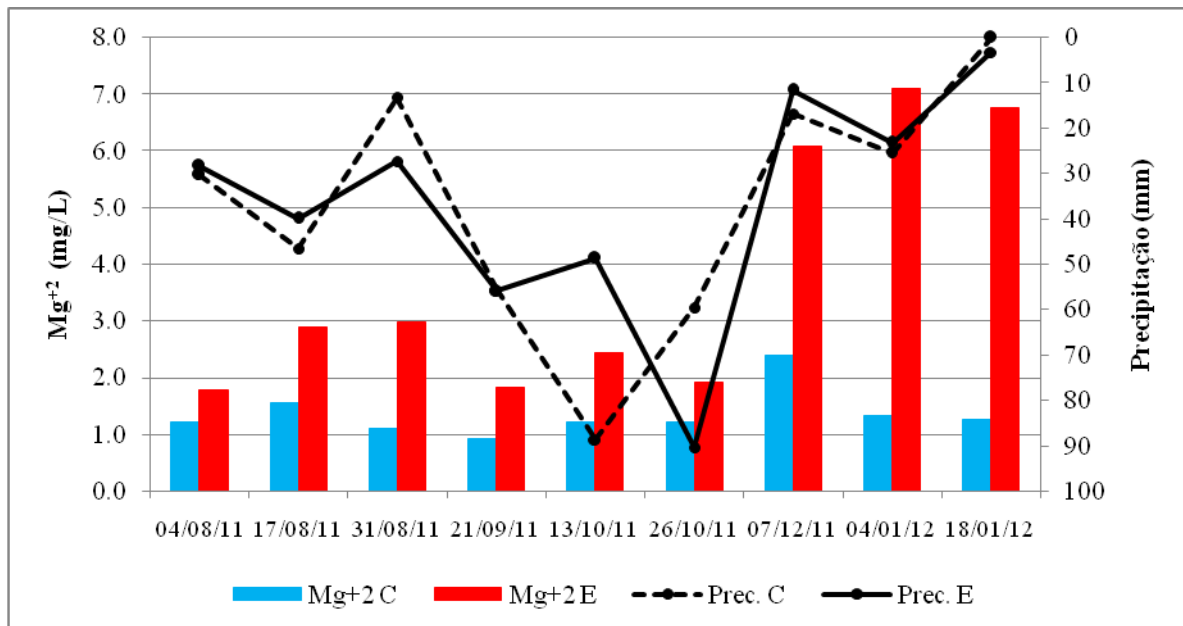


Figura 4 - Comparação entre as concentrações de  $Mg^{2+}$  (mg/L) e os valores de precipitação pluviométrica registrados (mm) pelos coletores instalados nas microbacias com campo e com eucalipto, entre agosto de 2011 e janeiro de 2012.

As médias de magnésio foram de 1,36 e 3,76 mg/L, respectivamente, para a MC e ME, observa-se na figura 4 que os valores de  $Mg^{2+}$  não seguem novamente uma tendência em relação à precipitação pluviométrica. Também se observaram maiores concentrações na ME, sendo semelhantes ao verificado por Lewis Junior (2012). Esses valores podem ser explicados pelo acúmulo de material orgânico presente no curso d'água durante o período de maior estiagem, bem como, pode ser explicado pela contribuição do escoamento base. Segundo Câmara et al. (2006), o magnésio chega ao deflúvio principalmente via escoamento base, o qual corresponde à vazão mantida pela água subterrânea existente nos aquíferos a qual tem como origem principal a água da chuva que se infiltra no solo e percola para as camadas mais profundas, logo, o escoamento de base se constitui de um bom indicador da infiltração da água no solo.

Em suma, maiores valores médios foram observados para o uso com plantio de eucalipto e áreas de preservação permanente do que na microbacia com campo, ao contrário do comportamento observado por Farley et al. (2008) em áreas de campo e com plantio de eucalipto. As concentrações observadas na ME foram superiores ao intervalo de confiança estimado por Câmara et al. (2006) para os elementos  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e abaixo para o  $K^+$ .

## CONCLUSÃO

Conclui-se que, na ME, os cátions  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  apresentaram concentrações inversas ao volume de precipitação observado, não havendo interferência da precipitação nas concentrações desses cátions na MC. Já para o  $K^+$ , a variação das concentrações em função das precipitações foram semelhante nas duas áreas de estudo, havendo uma ligeira redução dos valores de concentração durante o período com maior pluviosidade monitorado.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que colaboraram para a realização deste trabalho: à CNPQ, CAPES, FINEP, FAPERGS, CT-HIDRO, Universidade Federal de Santa Maria, Grupo GERHI, STORA

ENSO e ao Sr. Ildo José Spanevello, proprietário da fazenda São Carlos, na qual foi realizada parte desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BAUMHARDT, E. (2010) *Balanço hídrico de microbacia com eucalipto e pastagem nativa na região da campanha do RS*. 2010. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- BOTELHO, C.G., CAMPOS, C.M., VALLE, R.H.P. do e SILVEIRA, I.V. (2001) *Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água*. Lavras: UFLA/FAEPE, pp.13.
- CÂMARA, C. D.; LIMA, W. de P.; ZÁKIA, M. J. B. Critérios e indicadores hidrológicos de monitoramento em microbacias. In: *As Florestas Plantadas e a Água...* São Carlos: RiMa, Cap VIII, p. 107-140. 2006.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2012). *Variáveis de qualidade das águas*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 23 jul. 2012.
- FARLEY, K. A. *et al.* (2008). Stream acidification and base cation losses with grassland afforestation, *Water Resour. Res.*, pp. 44.
- LEWIS JUNIOR, W. M. (1981). Precipitation Chemistry and Nutrient Loading by Precipitation in a Tropical Watershed. *Water Resources Research*. pp. 17 (1): 169-181.
- LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. (2010). Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.9, pp.937-943.
- HOROWITZ, A. J. (2003). An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculations. *Hydrol. Process*. 17, pp. 3387–3409.
- MALUF, J. R. T. (2000). Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.8, n.1, pp. 141-150.
- OUILLOON, S. (1998). Erosion et transport solide: ampleur et enjeux. *La Houille Blanche*, pp. 2, 52–58.
- PERIPOLI, G. (2009). *Caratterizzazione chimica del fiume Adige lungo gradienti longitudinali*. 86 f. Tesi di Laurea (Laureato in Laurea Specialistica in Scienze della Natura). Università degli Studi di Padova, Padova.
- RANZINI, M.; LIMA, W. P. (2002). Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com Eucalyptus, no Vale do Paraíba, SP. *Scientia Forestalis*, n. 61, pp. 144-159.

SILVA, D. D. (2001). Escoamento Superficial para diferentes intensidades de chuva e porcentagens de cobertura num Podzólico- Vermelho Amarelo com preparo e cultivo em contornos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 21, n. 1, pp. 12-20.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. (2007). Uso da vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 1, pp. 108-114.

STRECK, E. V. *et al.* (2008). *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 222 p.

WILLIAMS, G. P. (1989). Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers. *J. Hydrol.* pp. 111 (1-4).