



IV-004 – ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E DO USO DO SOLO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS RURAIS

Carine Baggiotto⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). Bolsista de iniciação Científica pela Fundação de Apoio a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Mirian Lago Valente

Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). Doutoranda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS).

Jussara Cabral Cruz

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS/RS), Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS/RS). Professora Associada da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). Presidente da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).

Marciano Friedrich

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). Bolsista de Iniciação Científica pela Fundação de Apoio a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Ronaldo Kanopf de Araújo

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria-RS. Mestre em Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS). Engenheiro Ambiental – Apoio Técnico – Fundação Mo'ã.

Endereço⁽¹⁾: Av. Roraima, 1000 – Bairro Camobi – Santa Maria - RS - CEP: 97105-900 - Brasil - Tel: (55) 99228146 - e-mail: carine.bg@hotmail.com

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. Os resultados evidenciaram 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 foi semelhante nas duas áreas de estudo, havendo uma ligeira redução dos valores de concentração durante o período com maior pluviosidade monitorado. Também conclui-se que não houve influência da cobertura vegetal nas concentrações dos ânions SO_4^{2-} e Cl^- em relação à precipitação pluviométrica nas águas superficiais das duas microbacias rurais.

PALAVRAS-CHAVE: Microbacias, Usos do Solo, Cátions, Ânions.

INTRODUÇÃO

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). Discussões relacionadas à escassez da água e a perda da qualidade de águas doces têm sido mundialmente afetada pelas ações humanas. Paralelamente, no setor florestal, cresce também a preocupação das possíveis alterações da atividade de silvicultura nos recursos hídricos no que se refere à quantidade e qualidade das águas (VALENTE, 2013).

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; OUIILLON, 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 ânions SO_4^{2-} e Cl^- e dos cátions K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} em relação à precipitação pluviométrica nas águas superficiais de duas microbacias rurais, localizadas no município de Rosário do Sul, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria (BHRSM), localizada a sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, situa-se entre as coordenadas geográficas $30^{\circ}00'$ a $31^{\circ}36'$ de latitude Sul e $54^{\circ}00'$ a $55^{\circ}32'$ 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 21,0 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 92,0 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 $18,6^{\circ}\text{C}$ 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.

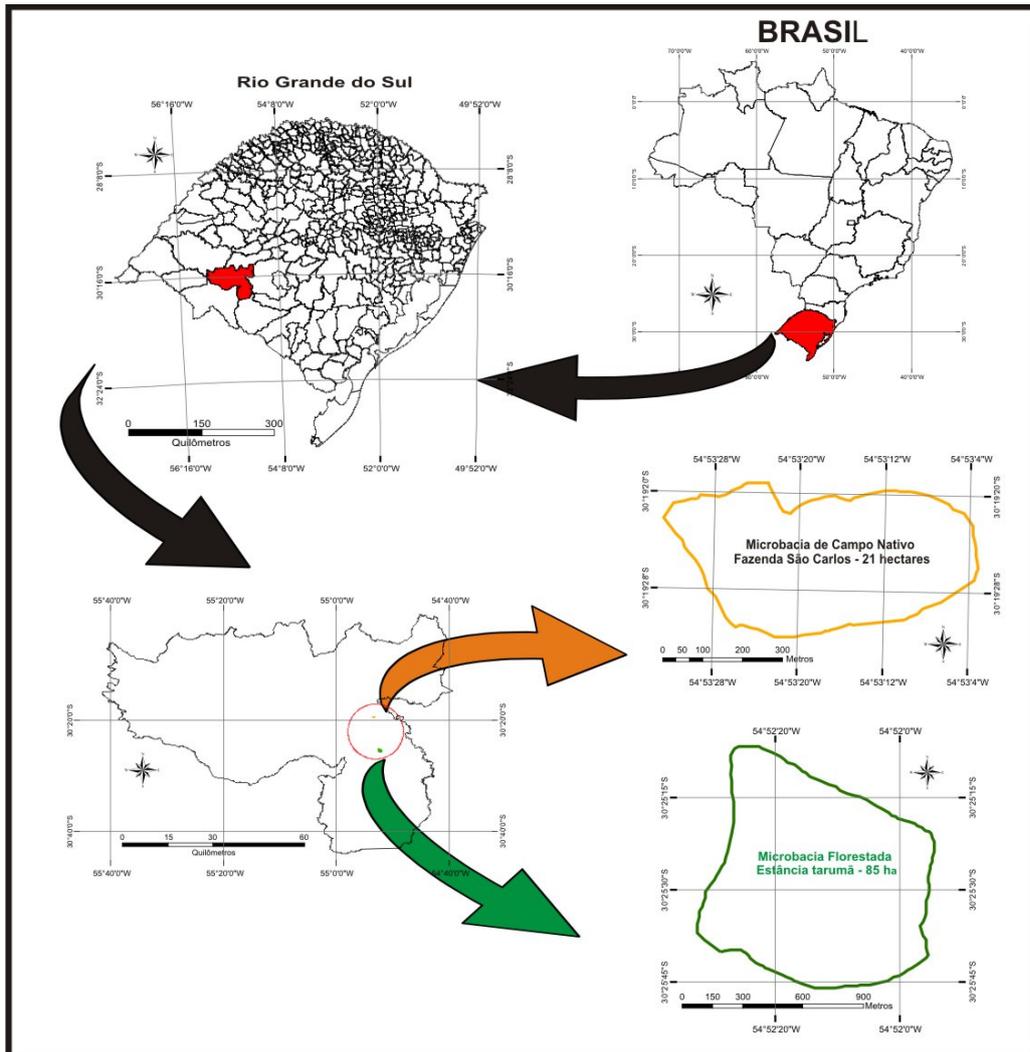


Figura 1 - Localização da área de estudo (Fonte: Baumhardt, 2010).

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 microbasins. 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 microbasins, 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 ânions e sua variação em função das precipitações pluviométricas observadas.

RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados das concentrações de cátions e ânions nas amostras de água superficial da microbacia com campo (MC) e na microbacia com eucalipto (ME).

Tabela 1: Concentração dos cátions e ânions nas amostras de água superficial em MC e ME.

Data de coleta	Prec. ME (mm)	Prec. MC (mm)	MC	ME	MC	ME	MC	ME	MC	ME	MC	ME
			Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)					
04/08/2011	28,3	30,2	2,06	2,46	0,56	2,24	2,65	1,63	1,22	1,79	1,72	10,08
17/08/2011	39,9	46,5	1,58	2,16	0,26	1,44	2,59	1,44	1,55	2,90	2,20	20,40
31/08/2011	27,2	13,2	1,63	2,09	0,19	1,29	1,77	1,44	1,11	2,99	1,53	20,57
21/09/2011	55,8	55,6	0,93	1,63	0,17	1,44	1,00	1,32	0,92	1,84	1,23	9,99
13/10/2011	48,6	88,6	1,05	1,25	0,18	0,77	1,14	1,32	1,22	2,44	1,57	14,28
26/10/2011	90,4	59,5	0,87	1,27	0,18	1,13	1,07	1,27	1,21	1,93	1,74	13,86
07/12/2011	11,6	16,8	1,45	2,00	0,17	0,48	2,77	1,72	2,39	6,09	3,68	17,06
04/01/2012	23,2	25,4	0,69	2,16	0,12	0,44	1,80	1,89	1,34	7,11	2,79	43,45
18/01/2012	3,2	0	0,76	1,87	0,13	0,30	2,03	1,97	1,26	6,76	2,40	43,60
Média	36,47	37,31	1,22	1,88	0,22	1,06	1,87	1,56	1,36	3,76	2,10	21,48

Para o cloreto, observou-se uma ligeira variação nas concentrações durante o período amostrado, sendo observadas médias de 1,22 mg/L para ME e 1,88 mg/L para MC. Von Sperling (2005) menciona como sendo uma fonte do elemento cloreto a dissolução de sais como o cloreto de sódio, podendo, em altas concentrações, produzir um sabor salgado à água, podendo também indicar a presença de águas residuárias, o que não é o caso do estudo em questão. As concentrações de cloreto médias observadas ficaram bem abaixo do limite estabelecido para a Classe 1 (250 mg/L) da resolução CONAMA nº 357/2005.

As concentrações médias de potássio foram de 1,87 e 1,56 mg/L, respectivamente, para a MC e ME. Observa-se também que as concentrações de K⁺ não seguem uma tendência em relação à precipitação pluviométrica. As concentrações de potássio estão dentro do intervalo normalmente observado em águas naturais (< 10,0mg/L) (CETESB, 2012). Estas baixas concentrações podem estar relacionadas 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) encontraram concentrações de potássio na água entre 1,35 a 1,80 mg/L em microbacias reflorestadas com eucalipto. 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 concentrações de potássio nas datas em que não ocorria precipitação pluviométrica.

As concentrações médias de cálcio foram de 2,10 e 21,48 mg/L, respectivamente, para a MC e ME. Observa-se que as maiores concentrações de Ca²⁺ na água foram observadas 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 Ca²⁺ 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, a grande concentração observada na ME (21,48 mg/L) pode estar relacionada 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. Elevadas concentrações de Ca²⁺ também foram observados por Peripoli (2009) em microbacia rural localizada no norte da Itália, entre 0,4 e 50 mg/L.

As médias de magnésio foram de 1,36 e 3,76 mg/L, respectivamente, para a MC e ME, observa-se que as concentrações de Mg²⁺ não seguem novamente uma tendência em relação à precipitação pluviométrica. Também se observaram maiores concentrações na ME, sendo semelhantes ao verificado por Gardiman 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.



As médias observadas para o ânion sulfato foram maiores na área com eucalipto (1,06mg/L) do que no campo (0,22 mg/L), tais concentrações foram inferiores às observadas em um estudo que contemplou diversas microbacias com florestas e agricultura na Eslováquia (PEKÁROVÁ e PEKÁR, 1996). Os mesmos autores correlacionaram as altas concentrações com o substrato das áreas de estudo, consoante com o verificado por Fernandes et al. (2012) em que mencionam como fonte de sulfato em águas naturais, a dissolução de solos e rochas.

Conforme Lima (1996), a qualidade da água do deflúvio em áreas com espécies florestais demonstram que a qualidade final da água, sob condições naturais, são mais dependentes da geologia, do solo da bacia hidrográfica, bem como, do regime de chuvas da região, por meio da interação dos processos hidrológicos envolvidos na geração do deflúvio pelo corpo hídrico.

Em suma, maiores concentrações médias foram observadas 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^+ .

CONCLUSÕES

Conclui-se que não houve influência da cobertura vegetal nas concentrações dos ânions SO_4^{2-} e Cl^- em relação à precipitação pluviométrica nas águas superficiais das duas microbacias rurais. 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 pequena redução nas concentrações durante o período com maior pluviosidade monitorado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que colaboraram para a realização deste trabalho: à CNPQ, à CAPES, à FINEP, à FAPERGS, ao projeto CT-HIDRO, à Universidade Federal de Santa Maria, ao Grupo GERHI, à STORA ENSO e ao Sr. Ildo José Spanevello, proprietário da fazenda São Carlos, na qual foi realizada parte desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAUMHARDT, E. 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.
2. BOTELHO, C. G., CAMPOS, C. M., VALLE, R. H. P.; SILVEIRA, I. V. Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 13, 2001.
3. CÂMARA, C. D.; LIMA, W. 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.
4. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis de qualidade das águas. 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 23 jul. 2013.
5. CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 03 de abril de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2013
6. FARLEY, K. A.; PIÑEIRO, G.; PALMER, S. M.; JOBBÁGY, E. G.; JACKSON, R. B. Stream acidification and base cation losses with grassland afforestation. *Water Resour. Res.*, p. 44, 2008.



7. FERNANDES, M. M.; CEDDIA, M. B.; FERNANDES, M. R. M.; GUIMARÃES, G. S. C. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Palmital, Macaé – RJ. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 3, p. 137-142, 2012.
8. GARDIMAN JUNIOR, B. S. Qualidade da água de microbacias hidrográficas sob atividades silviculturais em Aracruz, ES. 123 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.
9. HOROWITZ, A. J. An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculations. *Hydrol. Process.* 17, pp. 3387–3409, 2013.
10. LEWIS JUNIOR, W. M. Precipitation Chemistry and Nutrient Loading by Precipitation in a Tropical Watershed. *Water Resources Research*, 17 (1), p. 169-181, 1981.
11. LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 937-943, 2010.
12. LIMA, W. P. Impacto ambiental do eucalipto. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 1996, 301 p.
13. MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.
14. OUILLO, S. Erosion et transport solide: ampleur et enjeux. *La Houille Blanche*, pp. 2, 52–58, 1998.
15. PEKÁROVÁ, P.; PEKÁR, J. The impact of land use on stream water quality in Slovakia. *Journal of Hydrology*, v. 180, p. 333-350, 1996.
16. PERIPOLI, G. 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, 2009.
17. RANZINI, M.; LIMA, W. P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com Eucalyptus, no Vale do Paraíba, SP. *Scientia Forestalis*, n. 61, p. 144-159, 2002.
18. SILVA, D. D. 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, p. 12-20, 2001.
19. SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso da vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.
20. STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008, 222 p.
21. VALENTE, M. L. Alteração nas características físico-químicas e biológicas da água com a introdução da atividade de silvicultura de eucalipto em microbacias na região do Pampa – RS. 148 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. RS, 2013.
22. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v. 1, 3 ed., Belo Horizonte: UFMG, 2005, 452 p.
23. WILLIAMS, G. P. Sediment concentration versus water discharge during single hydrologic events in rivers. *J. Hydrol.* pp. 111 (1–4), 1989.