

USO DO SOLO E QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DE CAPTAÇÃO DNOS, SANTA MARIA - RS

Denise Ester Ceconi^{1}; Daniel Gustavo Allasia²; Paula Fensterseifer³; Felipe Bernardi⁴;
Igor Poletto⁵; Rutinéia Tassi⁶*

Resumo – O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do uso do solo na qualidade da água na bacia hidrográfica de captação DNOS, Santa Maria, RS. Foram realizadas análises de água coletadas em diferentes pontos da bacia, procurando representar os diferentes usos e ocupações. Diversos parâmetros relacionados à potabilidade da água foram analisados. Ao comparar os valores medidos com os indicados pela Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, constata-se que nenhuma das amostras se encontra de acordo com os padrões de potabilidade da água, ou seja, são impróprias para o consumo humano. Através do estudo foi possível observar a real situação da qualidade da água na bacia de captação DNOS, e que esta já vem contaminada desde o ponto de coleta mais alto e próximo da nascente. O uso de solo por urbanização, com despejo de esgoto e resíduos sólidos diretamente no curso d'água, resultou em água de menor qualidade, principalmente em relação às análises microbiológicas. Considerando a importância da referida bacia quanto ao fornecimento de água para abastecimento humano, pode-se inferir que são necessárias ações ambientais e políticas públicas visando melhorar sua qualidade e, conseqüentemente, reduzir custos com seu tratamento.

Palavras-Chave – conflitos de uso; recursos hídricos; abastecimento público.

SOIL USE AND WATER QUALITY IN DNOS' CATCHMENT WATERSHED, SANTA MARIA - RS

Abstract – This study aimed to evaluate the influence of soil use on water quality in the DNOS' catchment watershed, Santa Maria, RS, in Southern Brazil. Analyzes of water collected in different points of the watershed were carried out, in an attempt to represent the different uses and occupations of it. Several parameters related to water potability were analyzed. When comparing the measured values with those indicated by Ordinance No. 2914 of December 12, 2011, of Brazilian's Ministry of Health, it is verified that none of the samples meets water potability standards, that is, they are unfit for human consumption. Through this study, it was possible to observe the real situation of the water quality in the DNOS watershed, and that it's already contaminated from the highest collection point, near the source. The use of land by urbanization, with disposal of sewage and solid waste directly into the watercourse resulted in lower quality water, especially in relation to microbiological analysis. Considering the importance of the basin as the water supply for human consumption, it can be inferred that environmental actions and public policies are necessary to improve its quality and, consequently, reduce costs with its treatment.

Keywords – use conflicts; water resources; public supply.

¹ Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEAmb) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), deniceconi@gmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA)/UFSM, dallasia@gmail.com.

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFSM, paulafen@hotmail.com

⁴ Mestrando do PPGEAmb/UFSM, felipekbernardi@gmail.com

⁵ Professor Adjunto da Universidade Federal do Pampa, poletto.unipampa@gmail.com

⁶ Professora Adjunta, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/UFSM, rutineia@gmail.com

* Autor Correspondente.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação humana quase sempre causa impactos ambientais negativos em decorrência do uso do solo e dos recursos naturais que visam atender as diversas demandas da sociedade atual. A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos constitui um dos maiores desafios do homem na atualidade, devido à escassez crescente e o comprometimento de sua qualidade. Cabendo aos gestores dos recursos hídricos, solucionar, ou ao menos, minimizar os conflitos oriundos desta escassez quali-quantitativa.

O uso indiscriminado das terras, sem levar em consideração suas potencialidades e os graus de sensibilidade (fragilidade e/ou estabilidade) dos ecossistemas é uma das principais causas da degradação dos solos, da erosão e da perda de sua capacidade produtiva. Associado a isso tem-se o não respeito à legislação ambiental, principalmente no que concerne às áreas de preservação permanente, situadas no entorno de nascentes e ao longo dos cursos d'água, conduzindo à degradação da qualidade da água.

A ameaça da falta de água, em níveis que podem até mesmo inviabilizar a nossa existência, pode parecer exagero, mas não é. Os efeitos na qualidade e na quantidade da água disponível, relacionados com o rápido crescimento da população mundial e com a concentração dessa população em megalópoles, já são evidentes em várias partes do mundo. Dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que quase metade da população mundial (2,6 bilhões de pessoas) não conta com serviço de saneamento básico e que uma em cada seis pessoas (cerca de 1,1 bilhão de pessoas) ainda não possui sistema de abastecimento de água adequado. As projeções da Organização das Nações Unidas indicam que, se a tendência continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa. Com base nestes dados, em 2000, os 189 países membros da ONU assumiram como uma das metas de desenvolvimento do milênio reduzir à metade a quantidade de pessoas que não têm acesso à água potável e saneamento básico até 2015 (CONSUMO SUSTENTÁVEL, 2005).

Mesmo países que dispõem de recursos hídricos abundantes, como o Brasil, não estão livres da ameaça de uma crise. A disponibilidade varia muito de uma região para outra. Além disso, nossas reservas de água potável estão diminuindo. Entre as principais causas da diminuição da água potável estão o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura.

Um grave problema para a qualidade da água é a descarga, sem nenhum tratamento, de esgoto domiciliar em rios e represas que abastecem nossas cidades e irrigam as plantações, na bacia de captação DNO, área de estudo do presente trabalho, isto é bastante comum. No Brasil, segundo o Ministério das Cidades, cerca de 60 milhões de brasileiros (9,6 milhões de domicílios urbanos) não são atendidos pela rede de coleta de esgoto e, destes, aproximadamente 15 milhões (3,4 milhões de domicílios) não têm acesso à água encanada. Ainda mais alarmante é a informação de que, quando coletado, apenas 25% do esgoto é tratado, sendo o restante despejado "in natura", ou seja, sem nenhum tipo de tratamento, nos rios ou no mar (CONSUMO SUSTENTÁVEL, 2005).

Além disso, como resultado dos baixos índices de tratamento, 65 % das internações hospitalares no País são devidas às doenças transmitidas pela água, como por exemplo, disenteria, hepatite, meningite, ascaridíase, tracoma, esquistossomose e outras. Mesmo quando a água parece ser cristalina pode estar contaminada e poluída. Segundo a OMS, mais de cinco milhões de pessoas morrem por ano no mundo devido às doenças transmitidas pela água (SPRINGWAY, 2015).

Precisamos rever nossa crença de que a água é abundante e que estará sempre disponível porque isto depende estritamente de como a utilizamos e preservamos. Quanto mais poluída estiver a água, maior quantidade de produtos químicos será necessária para torná-la potável para consumo.

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do uso do solo sobre a qualidade da água superficial em bacia de captação para abastecimento humano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica de captação de água do reservatório DNOS (antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento, atual DNOCS Departamento Nacional de Obras Contra Seca), em Santa Maria – RS (Figura 1), responsável pelo abastecimento de água de 40% da cidade (RODRIGUES, 2006). A bacia está localizada no centro do estado do RS, abrangendo áreas dos municípios de Santa Maria e Itaara, entre as coordenadas 29,61° e 29,71° de latitude sul e 53,71° e 53,83° de longitude oeste de Greenwich, possuindo aproximadamente 30 km² de área, fazendo parte da bacia Vacacaí-mirim e Vacacaí, componente da região hidrográfica do Guaíba. A precipitação média anual é em torno de 1750 mm (ANA, 2017).

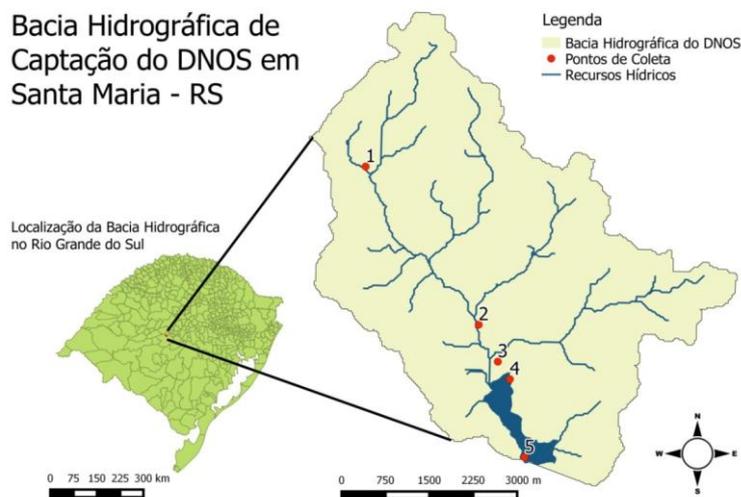


Figura 1 - delimitação da área de estudo com indicação dos pontos de coleta, Santa Maria, RS.

A área de estudo possui duas unidades geomorfológicas, a Serra Geral e a Depressão Periférica, e uma região classificada como de transição (escarpa), apresentando grandes amplitudes de altimetria e de angulação (KONRAD, 2005). As áreas de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto são formadas por morros e morrotes associados a um relevo escarpado em altitudes elevadas (FONSECA PIRES; DAL'ASTA, 2011).

Quanto às unidades geológicas, a bacia divide-se em quatro classes: Serra Geral Superior, Serra Geral Inferior, Formação Botucatu, Formação Caturrita (FERREIRA *et al.*, 2009).

As classes de solos da área de estudo compreendem: Argissolos, Neossolos, Planossolos, Cambissolos e Luvisolos (BERNARDI, 2015).

2.2 Avaliação do uso do solo e delimitação das áreas mais suscetíveis a erosão

Para avaliação do uso e manejo do solo foi realizado um mapeamento do uso e ocupação atual da área de estudo, por meio da classificação supervisionada de imagens de satélite. Para isso, foi utilizada imagem do satélite Landsat8, datada de 15 de junho de 2015, posicionada sob *path* 223 *row*80, da USGS. A classificação foi elaborada tendo em vista as classes: solo exposto, urbanização, vegetação, água, cultivo e pastagem, e utilizando algoritmo classificador por máxima probabilidade através de assinatura espectral de pixel do SIG Arcgis/Arcmap 10.1.

A partir deste, foram realizadas observações de campo, para aferição da coerência dos diferentes usos e ocupações apresentadas no referido mapa, bem como para avaliação do manejo aplicado em cada uso do solo. Esta avaliação foi realizada em toda área da bacia de captação DNOS, visando identificar as principais causas de degradação ambiental, tanto nas áreas de preservação permanente, situadas junto aos corpos d'água e áreas de relevo mais acidentado, como nas áreas adjacente, sejam elas usadas com agricultura, pecuária, urbanização ou outros fins. Por ocasião destas observações foram também coletadas amostras de água junto ao curso d'água e no reservatório DNOS, em duas épocas distintas, no verão (03 de março de 2016) e no inverno (04 de agosto de 2016). A partir do mapa de vulnerabilidade a erosão, elaborado por Bernardi (2015), elaborou-se o mapa das áreas mais suscetíveis à erosão, projetadas sobre o mapa de uso e ocupação atual da bacia de captação DNOS.

2.3 Coleta e análises de água

A partir do mapa de uso e ocupação com delimitação das áreas mais suscetíveis à erosão foram determinados os pontos de coleta, sendo que as amostras de água foram coletadas junto ao curso do rio Vacacaí-mirim e no reservatório DNOS. Os pontos de coleta podem ser observados na Figura 1 e possuem as seguintes características:

- Ponto 1: próximo a nascente do rio Vacacaí-mirim. Em área com predomínio de floresta nativa, mas com presença de gado (fim da estrada, a partir deste ponto acesso somente a pé). Coordenadas: longitude UTM 22S: 227606,63 m E; latitude UTM 22S: 6719088,73 m S.

- Ponto 2: ponte sobre o rio Vacacaí-mirim. Área de transição entre o meio rural e área urbana. Coordenadas: longitude UTM 22S: 229632,64 m E; latitude UTM 22S: 6716409,80 m S.

- Ponto 3: ponte com poluição difusa sobre o Vacacaí. Entorno bastante urbanizado. Coordenadas: longitude UTM 22S: 229974,24 m E; latitude UTM 22S: 6715774,13 m S.

- Ponto 4: no início da barragem DNOS. Grande presença de macrófitas aquáticas e área usada pela ASENSA (Associação Santamariense de Esportes Náuticos). Coordenadas: longitude 230203,06 m E; latitude: 6715379,05 m S.

- Ponto 5: ponto de Captação de água pela CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento). Próximo ao barramento do reservatório DNOS. Coordenadas: longitude UTM 22S: 230452,91 m E; latitude UTM22S: 6714135,12 m S.

Após coletas, as amostras foram armazenadas em embalagens adequadas e mantidas refrigeradas até realização das análises. Os procedimentos analíticos utilizados estão preconizados no Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater (APHA, 2005).

De cada ponto de coleta e em cada época do ano, foram encaminhadas para análise amostras de água para os laboratórios LAQIA e LEMA, ambos da UFSM. Ao LAQIA (Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais), foram encaminhadas amostras para avaliação dos

parâmetros de potabilidade (pH, cor, turbidez, cloreto, fluoreto, dureza total, cálcio, magnésio, ferro e manganês) estabelecidos pela Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Já no LEMA (Laboratório de Engenharia do Meio Ambiente) foram avaliados os parâmetros microbiológicos coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os parâmetros avaliados foram interpretados de acordo com valores máximos estipulados pela legislação vigente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações de campo permitiram verificar erosões marcantes, tanto em área urbana quanto rural; conflitos de uso da terra, principalmente, em áreas de preservação permanente (APPs); degradação da mata ciliar; urbanização irregular, inclusive com invasão no entorno do reservatório DNOS; poluições pontuais e difusas por esgoto, resíduos sólidos, dejetos de animais, etc.

O uso do solo na bacia têm influenciado na formação de erosão e assoreamento do rio Vacacaí-mirim e do reservatório. Dill (2002), já havia observado o assoreamento do reservatório DNOS, reduzindo a capacidade de armazenamento deste e conseqüentemente sua vida útil de projeto. A Figura 2 representa as áreas mais suscetíveis à erosão, projetadas sobre o mapa de uso e ocupação da bacia DNOS. Através deste, é possível apontar que os usos de solo incidente nas áreas mais frágeis à erosão são as áreas de cultivo e urbanização, sendo que estas compreendem, principalmente, as margens e entornos dos cursos d'água e do reservatório, seja pela necessidade de uso da água, mas principalmente pela condição de relevo menos acidentado.

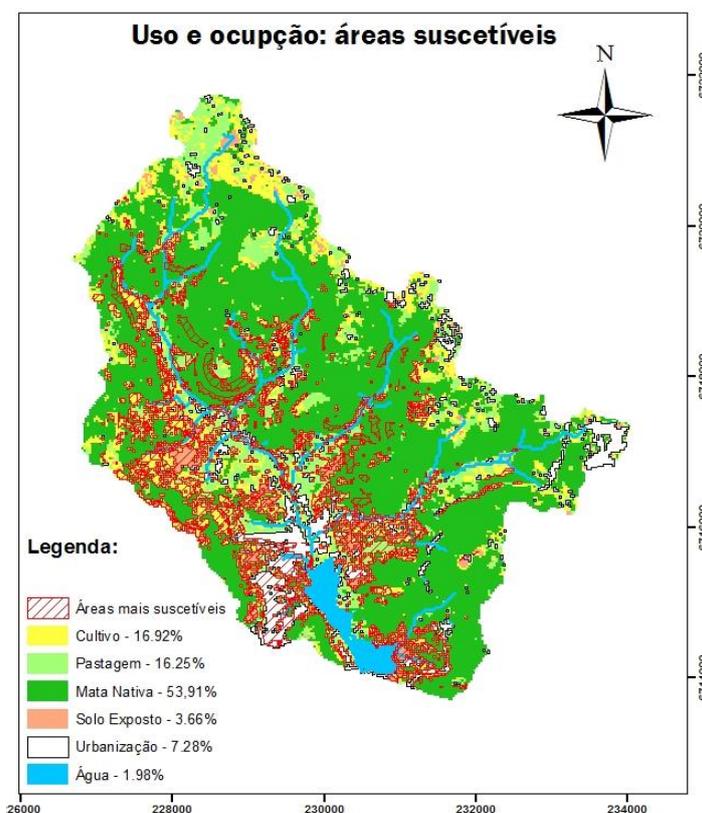


Figura 2 - mapa de uso e ocupação e áreas mais suscetíveis a erosão na bacia de captação DNOS, Santa Maria - RS.

Essas áreas, caracterizadas como conflito de uso, carecem de restrições de uso, com recomposição da vegetação nativa nas APP, adoção de práticas de conservação de solo e água em áreas possíveis para uso agropecuário, e urbanização somente em áreas previamente destinadas para tal fim, com coleta e tratamento de esgoto e adequado gerenciamento de resíduos sólidos.

A recomposição da vegetação nativa, principalmente, junto aos corpos d'água e no entorno do reservatório, além de contribuir para melhorias ambientais garantirá uma produção de água em quantidade e qualidade (MARTINS, 2001). Apesar da classe de uso e ocupação "mata nativa" apresentar 53,91%, esta deveria ser ainda maior, pela relevância ambiental da bacia hidrográfica em questão, por sua importância na captação de água para abastecimento humano e considerando ainda sua localização, não só de relevo, mas no que tange a vegetação nativa, por ser característica de formação vegetal do bioma Mata Atlântica, fazendo-se necessária a sua preservação.

Os conflitos de uso do solo observados interferem diretamente na qualidade da água, sendo os resultados dos parâmetros analisados apresentados nas Tabelas 1 e 2. O primeiro ponto de coleta de água está localizado em área rural, de relevo fortemente acidentado, com presença de mata ciliar, sendo que a vegetação nativa pode ser observada a montante do referido ponto em diferentes declividades e graus de degradação ambiental. O segundo ponto, em área periurbana, encontra-se em acelerado processo de urbanização, com degradação da APP, disposição irregular de resíduos sólidos e de esgoto no curso d'água. No terceiro ponto, em área urbana, inexistente mata ciliar e há forte cheiro de esgoto na água. Já no quarto ponto, no entorno da barragem DNOS, observou-se intensa ocupação irregular, com residências em condições de risco, dispendo seu esgoto diretamente no reservatório. A última coleta ocorreu no ponto onde a CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) faz captação de água do reservatório para tratamento e distribuição.

Tabela 1 - Parâmetros de potabilidade da água da bacia de captação DNOS, Santa Maria, RS.

Parâmetros avaliados	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		VMP*
	Coleta 1	Coleta 2									
pH	7,4	8,4	7,6	7,84	7,5	9,0	7,8	7,9	7,3	6,9	6,0-9,5
Cor (uH (mg Pt-Co/L))	30	15	30	15	20	40	20	10	10	15	15
Turbidez (NTU)	5,0	6,5	8,2	4,6	8,1	9,7	5,9	3,8	7,2	7,0	5
Cloreto (mg L ⁻¹)	1,5	< 1	3,6	< 1	2,1	< 1	2,2	< 1	2,6	< 1	250
Fluoreto (mg L ⁻¹)	<0,25	< 0,5	< 0,25	< 0,5	< 0,25	< 0,5	<0,25	<0,5	<0,25	<0,5	1,5
Dureza total (mg L ⁻¹)	27,3	29,4	34,4	12,6	27,5	30,2	34,9	36,5	14,3	12,4	500
Cálcio (mg L ⁻¹)	7,4	8,39	9,5	10,8	7,5	8,98	9,7	10,6	3,3	3,04	-
Magnésio (mg L ⁻¹)	2,2	2,06	2,6	2,42	2,1	2,06	2,6	2,44	1,5	1,16	-
Ferro (mg L ⁻¹)	< 0,3	0,35	0,61	0,56	0,34	0,38	0,36	< 0,3	0,36	0,31	0,3
Manganês (mg L ⁻¹)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1

Onde: mg Pt-Co/L = 1 unidade Hazen (uH); NTU = unidade nefelométrica de turbidez.

* Valor Máximo Permitido - segundo a Portaria nº2914 de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde.

Ao comparar os valores medidos com os indicados pela Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), constata-se que nenhuma das amostras se encontra de acordo com os padrões de potabilidade da água (Tabela 1), ou seja, são impróprias para o consumo humano. Além disso, a Portaria 10/99 da Secretaria da saúde do RS (RIO GRANDE DO SUL, 1999) recomenda que os valores ideais para fluoreto devem estar entre 0,6 e 0,9 mg L⁻¹.

Com relação aos parâmetros avaliados, percebe-se que na coleta realizada no verão, a água dos pontos 1, 2, 3 e 4 apresentava valores para a cor acima do indicado pela legislação, cabe

ressaltar que por ocasião da coleta estava chovendo, o que pode ter contribuído com os valores encontrados. Já na coleta realizada no inverno apenas a água coletada no ponto 3 estava acima do permitido, sendo o dobro do obtido na coleta realizada no verão, provavelmente devido a presença do esgoto de forma mais concentrada, já que não chovia a alguns dias e este ponto é o que possui o entorno mais urbanizado. Em relação à turbidez quase todas as amostras apresentaram valores acima do permitido, inclusive no ponto de captação pela CORSAN, o que aumenta os custos com tratamento da água para torná-la adequada ao consumo humano.

O elemento ferro, apesar de em todas as amostras estar no limite ou um pouco superior ao permitido pela legislação para o consumo humano, merece destaque os valores obtidos no ponto 2, que nas duas épocas de coleta apresentou teores em dobro ao permitido, estes teores possivelmente são oriundos da erosão do solo nas área próximas, onde o principal uso é com agricultura e pecuária, sem práticas conservacionistas, sendo que o nível de ferro aumenta após períodos chuvosos devido ao carreamento de solo e à ocorrência de processos de erosão das margens.

Com relação aos demais parâmetros analisados, apresentados na Tabela 1, apesar de haverem variações de um ponto para o outro, que são função do uso e ocupação do entorno e da época de coleta da água, os valores obtidos se encontram dentro de valores aceitáveis pela legislação.

Como critério de decisão quanto à potabilidade da água a própria Portaria do Ministério da Saúde recomenda análises complementares, como as microbiológicas, sendo a determinação de Coliformes totais e termotolerantes as mais indicadas. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nas duas épocas de coleta para os diferentes pontos amostrados.

Tabela 2 – Caracterização microbiológica da qualidade da água da bacia de captação DNOS, Santa Maria, RS.

Parâmetros avaliados	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5	
	Coleta 1	Coleta 2								
Coliformes Totais (NMP 100 ml ⁻¹)	80900	3550	50400	51720	30500	14600	88400	13960	65700	7590
Coliformes Termotolerantes (NMP 100 ml ⁻¹)	76,7	100	>2419,6	8600	613,1	200	>2419,6	620	1153,1	200

Os valores de coliformes totais foram maiores na primeira coleta, isso se deve, provavelmente, ao fato de a coleta ter sido realizada ao término de um evento de precipitação com duração de três dias, e em função do uso do solo com agricultura e pecuária na parte mais a montante da bacia, representados pelos pontos 1 e 2, houve arraste de material orgânico e dejetos de animais para dentro do curso d'água, e nos demais pontos a contribuição advinda da drenagem urbana teve forte influência nos altos valores observados, inclusive nas amostras de água coletadas no reservatório DNOS. Apesar dos altos valores de coliformes totais, os valores de coliformes termotolerantes não tiveram o mesmo comportamento na coleta 1, sendo inclusive inferiores nos pontos 1 e 2, possivelmente pelo efeito diluidor advindo da chuva.

Na segunda época de coleta os valores de coliformes totais diminuíram em relação à coleta 1, mas houve um aumento de coliformes termotolerantes nos pontos 1 e 2. Observando o limite superior que classifica os corpos d'água como Classe I de acordo com a Resolução CONAMA 357/05, somente o ponto 1 se adequaria na primeira coleta, e na segunda coleta os pontos 1, 3 e 5. Já o ponto 2, devido, provavelmente a presença de dejetos de animais, esgoto e resíduos sólidos domésticos, apresentou os maiores valores nas duas coletas, o que de certa forma acaba por refletir, na qualidade da água do reservatório e por conseguinte nos custos de tratamento.

4 CONCLUSÕES

Os principais conflitos de uso do solo estão relacionados a agricultura, pecuária e urbanização em áreas de preservação permanente e ocupação irregular no entorno do reservatório DNOS;

A qualidade da água na bacia de captação DNOS já vem contaminada desde o ponto de coleta mais alto e próximo da nascente, sendo que o uso do solo por urbanização, com despejo de esgoto e resíduos sólidos diretamente no curso d'água, resultou em água de menor qualidade, principalmente em relação às análises microbiológicas.

Considerando a importância da referida bacia no fornecimento de água para a cidade de Santa Maria, pode-se inferir que são necessárias ações ambientais e políticas públicas visando melhorar sua qualidade e, conseqüentemente, reduzir custos com seu tratamento.

REFERÊNCIAS

- APHA – American Public Health Association (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. New York: 21ª ed. 1496 p.
- ANA. Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2017.
- BRASIL (2011). Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 23 de outubro de 2016.
- BERNARDI, F. (2015). *Análise da vulnerabilidade a erosão visando o planejamento territorial na bacia de captação DNOS, Santa Maria, RS*. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – UFSM.
- CONSUMO SUSTENTÁVEL. (2005). *Manual de educação*. Brasília: Consumers International/MMA/ MEC/ IDEC. 160 p.
- DILL, P. R. J. (2002) *Assoreamento do reservatório do Vacacai-Mirim e sua relação com a deterioração da bacia hidrográfica contribuinte*. 108 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - UFSM.
- FERREIRA, A. B.; SILVESTRE, K. B.; LEITE, E. M.; ROSA, R. (2009). Análise do meio físico da sub-bacia do Rio Vacacai-Mirim-RS/Brasil. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 3, n.2. p 154-168.
- KONRAD, C. G. (2005). *Zoneamento Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Reservatório do DNOS de Santa Maria-RS*: 98 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFSM.
- FONSECA PIRES, C. A. da; DAL'ASTA, A. P. (2011). Zoneamento Geoambiental do Perímetro Urbano de Santa Maria-RS, Brasil. *Caminhos de Geografia*. v. 12, n. 40. p 278-290.
- MARTINS, S. V. (2001). *Recuperação de matas ciliares*. Viçosa: Aprenda Fácil. 143 p.
- RIO GRANDE DO SUL. (1999). Portaria nº 10/1999. Disponível em: http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmae/doc_usu/SDDVP-portaria10-99.pdf. Acesso em: 23 de outubro de 2016.
- RODRIGUES, B. R. C. (2006). *Levantamento de uso e conflitos da terra da área de captação da barragem do DNOS na Área de Proteção Ambiental (APA) no Rio Vacacai-Mirim/RS*. 101 f. Monografia (Especialização em Geografia) – UFSM.
- SPRINGWAY. (2015). *A água*. Disponível em: <http://www.springway.com.br/aagu/aabr.html>. Acesso em: 19 de novembro de 2016.