

## MAPEAMENTO DOS USOS DO SOLO EXISTENTES EM ÁREA DE RECARGA DE AQUÍFERO LOCALIZADO EM SANTA MARIA/RS

*Fernanda Maria Follmann<sup>1</sup>, Eliane Maria Foletto<sup>2</sup>*

- 1- *Mestranda em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria/RS, email: ferfollmann@yahoo.com.br*
- 2- *Professora do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria/RS, email: efoleto@gmail.com*

*Artigo recebido em 23/03/2011 e aceito em 19/06/2012*

### RESUMO

Nas zonas de recarga de aquífero, a forma mais eficaz de proteger os mananciais hídricos subterrâneos da sua possível poluição e garantir a sua recarga com qualidade e quantidade é através da sua proteção de forma a estabelecer restrições de uso e ocupação do solo. Neste contexto, identificou-se os usos do solo existentes na área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria através da análise de imagens de satélite, saídas a campo para reconhecimento da área de estudo e mapeamento da área. Assim, verificou-se a existência de áreas adequadamente utilizadas, isto é, de acordo com o que prevê a legislação municipal de Santa Maria sobre o uso do solo, mas também áreas de usos inadequados, considerando que esta é uma área protegida por configurar-se em área de recarga natural de aquífero.

**Palavras-chave:** Usos do solo; recarga de aquífero; recurso hídrico.

### MAPPING OF EXISTING LAND USE AREA AQUIFER RECHARGE IN SANTA MARIA / RS

#### ABSTRACT

In recharging the aquifer, the most effective way of protecting underground water sources from pollution and its possible to ensure their quality and quantity of recharge is through its protection in order to establish use restrictions and land use. In this context, we identified the existing land uses in aquifer recharge area of the Basal Sandstone Santa Maria through the analysis of satellite imagery, field trips for reconnaissance of the study area and mapping the area. Thus, it was found that there are areas used properly, ie according to city ordinance providing for the Santa Maria on land use, but also areas of improper use, considering that this is a protected area set-in the area of natural recharge of the aquifer.

**Keywords:** Land use, aquifer recharge, water resource.

### INTRODUÇÃO

O município de Santa Maria/RS possui parte de sua área urbana e rural localizada sobre uma a área de recarga de aquífero classificada como Aquífero

Arenito Basal Santa Maria (Lei nº 072, 2009). Neste sentido, o trabalho possui como tema os usos do solo existentes sobre esta área de recarga.

Na Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria (LUOS)

é estabelecida uma Área de Conservação Natural para a área de recarga do aquífero, sendo considerados os usos permitidos para esta área “Aqueles onde podem conviver Homem e Ecossistemas, sem grandes impactos ou traumas ambientais, destinados ao turismo ecológico, atividades culturais, educacionais, recreativas, de lazer e loteamentos, desde que respeitem os recursos naturais” (Lei nº 072, 2009, art. 10).

Logo, torna-se importante destacar a importância da prevenção destas áreas, pois as águas subterrâneas ao serem poluídas são consideradas difíceis de serem tratadas. Assim, esta pesquisa teve como objetivos: Delimitar a área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, localizado em Santa Maria/RS; Mapear a rede de drenagem situada sobre a área de recarga do Aquífero; Identificar os usos do solo existentes na área de recarga do Aquífero e; Mapear os usos do solo existentes na área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria.

### **Gestão para proteção das águas subterrâneas**

A água, considerada um bem de uso comum (REBOUÇAS, 2004), deve ser protegida por toda sociedade, pois somente através de sua disponibilidade e qualidade que é possível o desenvolvimento das mais

variadas atividades humanas. A distribuição das águas na Terra é mostrada em porcentagem por Rebouças (2002), de modo que, dos 100% de água doce existente, 29,9% é água subterrânea, 68,9% está estocada nas calotas polares e geleiras, e apenas 0,3% é água doce encontrada nos rios e lagos sendo o restante, 0,9%, água encontrada em outros reservatórios.

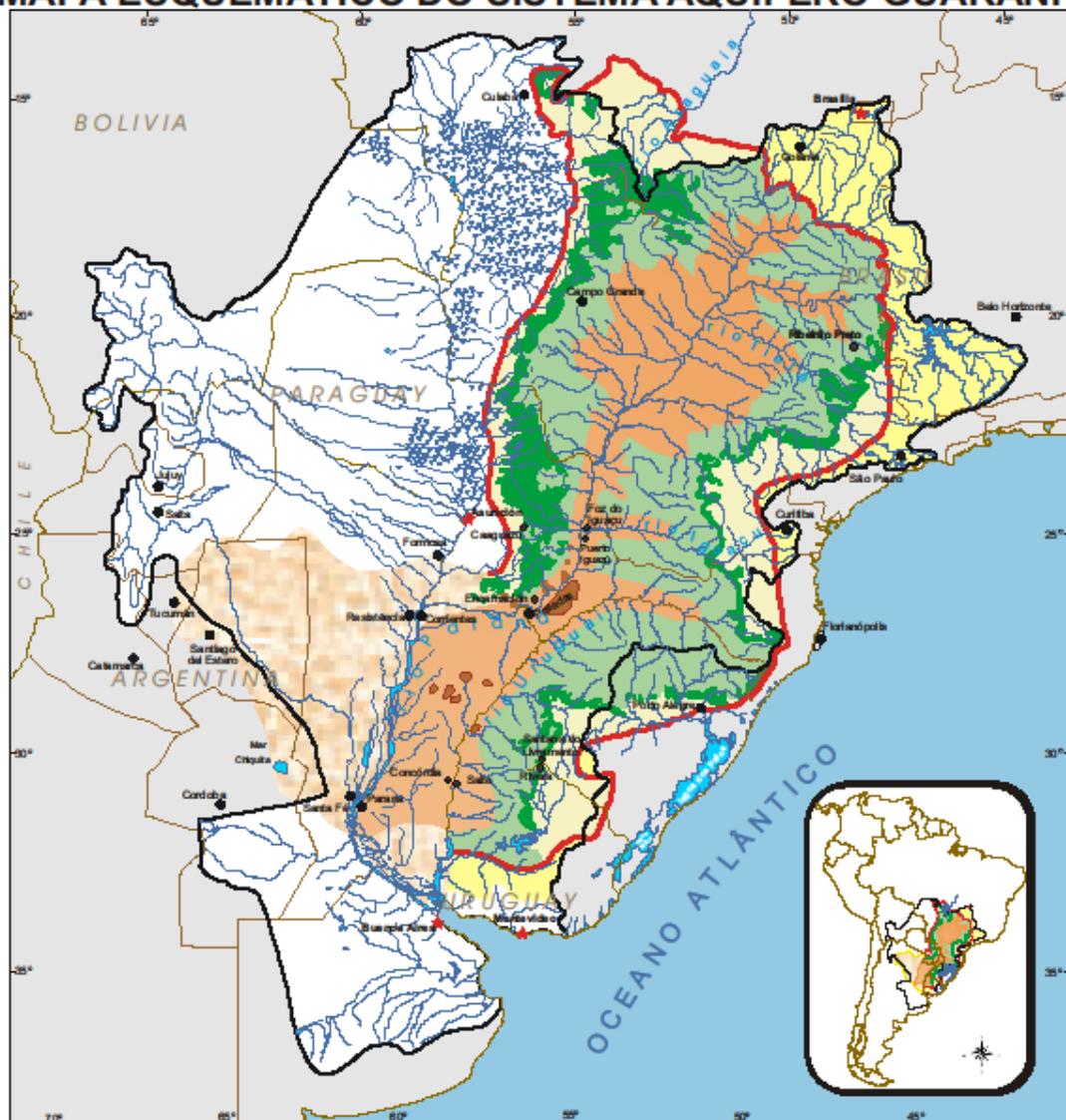
Inserido nessa porcentagem, 29,9% de água subterrânea, encontra-se o Aquífero Arenito Basal Santa Maria que faz parte do Sistema Aquífero Guarani – SAG (OLIVEIRA; VIEIRA, 2010), a combinação qualidade da água com quantidade faz do Aquífero Guarani um importante reservatório de água para as atuais e futuras gerações. A localização deste aquífero pode ser visualizada na figura 1.

Quanto a ser o maior manancial de água subterrânea do mundo, tem-se a existência de estudos de pesquisadores das universidades federais do Pará e do Ceará sobre o aquífero Alter do Chão que situa-se na Amazônia brasileira há poucos quilômetros ao sul do município de Santarém, Estado do Pará, tendo como diagnóstico de que a reserva de água do aquífero Alter do Chão é de 86.400 Km<sup>3</sup>, indicando que o Aquífero Guarani, com reservas de 45.000<sup>3</sup> e que recentemente era considerado o maior manancial de água

doce subterrânea do mundo, está sendo superado pelo Alter do Chão (MATTA, 2010). No entanto, a área em termos de extensão territorial que Aquífero Guarani abrange é maior que a do Alter do Chão,

logo, possibilita uma melhor distribuição para fins de uso da água no território brasileiro.

### MAPA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI



**LEGENDA**

<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Drenagens não relacionadas ao Aquífero Guarani (não integram o Sistema)</li> <li>■ Área potencial de recarga indireta             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a partir de drenagem superficial</li> <li>■ a partir do furo subterrâneo</li> </ul> </li> <li>■ Área potencial de recarga direta             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ regime porosa: afluente do Guarani</li> <li>■ regime fissural (porosa: basáltica e arenítica)</li> </ul> </li> <li>■ Área potencial de descarga             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ regime fissural (porosa: basáltica e arenítica) (indivíduo)</li> <li>■ regime porosa: afluente do Guarani</li> <li>■ regime fissural (porosa: relação com o Guarani e deficit)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Limite bacia hidrográfica do Prata</li> <li>● Limite bacia sedimentar do Paraná</li> <li>● Rios</li> <li>● Áreas alagadas</li> <li>● Limite político de País</li> <li>● Limite político de Estados/Provincias</li> <li>● Cidade</li> <li>● Capitais Estados/Provincias</li> <li>● Capital dos Países</li> </ul> <p>Escala Aproximada 1: 13.600.000</p> <p>0 100 200 300 km</p>	<p><b>Notas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Figura Ilustrativa elaborada pela CAG/SRH/MMA (UNEP/Brasil) aprovada pelo Conselho Superior de Preparação do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai - GEF/Banco Mundial- OEA).</li> <li>- As porções coloridas representam as áreas que, em potencial, compõe o Sistema Aquífero Guarani. As áreas em branco não integram o Guarani. Os limites do Aquífero Guarani não estão totalmente definidos na Argentina e no Paraguai, tampouco se as áreas de descarga aqui indicadas estão a ele relacionadas.</li> </ul> <p><b>Fontes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa Hidrogeológico de America del Sur, 1996, DAFM/CPRM/Unesco.</li> <li>- Mapa Hidrogeológico do Aquífero Guarani, 1999, Campos H.C.</li> <li>- Mapa de Integração Geológica da Bacia do Prata, 1998, MERCOSUL/SGTZ.</li> <li>- Mapa de Integração Hidrogeológica da Bacia do Prata, em elaboração, MERCOSUL/SGTZ.</li> <li>- Mapa Geológico do Brasil, 2ª Ed., 1995, MME/ONPM.</li> <li>- Mapa Geológico de la Cuenca del Rio de la Plata, 1970, OEA.</li> </ul>
--	---	---

Verifica-se, portanto, o grande valor que o manancial Aquífero Guarani possui na atualidade. Ele encontra-se confinado pelas espessas lavas de basalto em quase toda sua área de ocorrência, o tornando menos vulnerável a poluentes superficiais. Por sua vez, as faixas de afloramento, ou seja, as áreas de recarga são regiões de infiltração natural das águas, portanto possuem maior vulnerabilidade à poluição, como é o caso da área de estudo.

A definição de áreas de interesse ambiental, portanto áreas a serem protegidas é um importante instrumento para a manutenção da quantidade de água dos reservatórios subterrâneos, pois é por meio destas áreas, que os reservatórios são realimentados, seja pela água das precipitações, dos cursos d'água ou dos reservatórios superficiais. Além disso, para haver infiltração de água em quantidade e com qualidade, a cobertura e o solo devem favorecer a penetração da água, portanto, evitar a impermeabilização é uma medida a ser tomada. Braga (2003, p. 114), cita que:

O processo de urbanização e as alterações decorrentes do uso do solo, como a retirada da vegetação (que desprotege os corpos d'água e diminui a evapotranspiração e a infiltração da água) e a impermeabilização do solo

(que impede a infiltração das águas pluviais), causam um dos impactos humanos mais significativos no ciclo hidrológico, principalmente sobre os processos de infiltração, armazenagem nos corpos d'água e fluxo fluvial.

Neste contexto, tem-se na urbanização, fatores negativos quanto a manutenção da quali-quantidade de recarga de água subterrânea em centros urbanos que se localizam sobre áreas de recarga natural de aquíferos. Pois a impermeabilização do solo dificulta a infiltração da água para que se tenha a recarga do manancial subterrâneo, bem como a retirada da vegetação arbustiva destas áreas.

É importante destacar que as águas superficiais não ocorrem separadamente das águas subterrâneas, tanto uma quanto outra fazem parte do ciclo hidrológico e estão sempre interligadas. Portanto, a vegetação existente nas áreas de recarga de aquífero facilita na infiltração da água e juntamente com o solo, possibilita a filtragem parcial de impurezas que possam existir nesta água em processo de infiltração (MOTA, 1995). Além disso, conforme Bishop e Landell Mills (2002 apud NETO, 2008) a manutenção da vegetação ciliar possui as funções de:

- Regulação do fluxo da água;
- Manutenção da qualidade da água (minimização das cargas de sedimentos, de nutrientes, de químicos, salinização);
- Controle da erosão do solo e assoreamento;
- Regulação dos níveis do lençol freático;
- Manutenção dos habitats aquáticos;
- A redução da perda da diversidade biológica.

A função ambiental de regulação do fluxo da água é explicada pelo fato da vegetação interferir como facilitadora na infiltração em períodos de chuvas, configurando a diminuição do escoamento superficial, logo, a existência de vegetação acarreta em um adequado ajustamento em termos de fluxo de água superficial e subterrânea. Assim, fazendo parte do ciclo hidrológico, a água que se encontra nos lençóis freáticos abastecem lentamente os cursos d'água superficiais.

Assim, a não existência de vegetação nas áreas consideradas como espaços especialmente protegidos pela legislação brasileira, gera uma série de consequências, pois a cobertura natural dessas áreas iria atenuar o efeito erosivo e a lixiviação dos solos, contribuindo também para a regularização do fluxo

hídrico (COSTA; SOUZA; BRITES, 1996).

A fim de contemplar em legislação a proteção dos recursos hídricos subterrâneos, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, estabeleceu a Resolução nº 92 (BRASIL, 2008), que institui como norma a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro. O CNRH considera a água como um recurso natural limitado, sendo necessário o controle da qualidade e quantidade da água subterrânea, bem como a proteção e manutenção desses ecossistemas terrestres.

Na mesma resolução, o Artigo 3º delega aos Planos de Recursos Hídricos a delimitação das áreas de recarga de aquíferos, bem como a definição das suas zonas de proteção. Sendo que neste mesmo artigo, no inciso 1, consta que nas zonas de proteção deverão ser propostas diretrizes específicas de uso e ocupação do solo.

Neste aspecto destaca-se a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo. Este, por sua vez é de responsabilidade do município, podendo estabelecer áreas de proteção e áreas de expansão urbana, isto é, onde todos os tipos de usos e ocupação do solo são permitidos, desde que respeitem as normas legais sobre ordenamento urbanístico do município e as de meio ambiente. Pois conforme consta no artigo

31 da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997):

Art. 31. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos Municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

Considerando estas legislações, o município, por ser o responsável pelo ordenamento territorial da sua área de abrangência, deve seguir o que consta na lei federal e estadual de parcelamento do solo urbano, se neste não existir uma lei de uso do solo municipal, devendo esta ser igual às leis federal e estadual ou até mais restritiva em termos de proteção ambiental.

Segundo Tucci e Mendes (2006, p. 151) “O planejamento urbano deve considerar os aspectos relacionados com a água, o uso do solo e a definição das tendências dos vetores de expansão da cidade”. Para que se tenha água com qualidade e quantidade para suprir a demanda estabelecida pela cidade os usos do solo devem estar de acordo com o estabelecido nas legislações ambientais, como respeitar áreas de APP, outorga da

água<sup>1</sup> e restrições de usos do solo em relação à atividades que possam causar poluição em áreas de recarga de mananciais subterrâneos.

Nessa situação, tem-se o município, como um importante integrante na gestão das águas subterrâneas, pois este, ao fazer o planejamento de interesse local, estará promovendo o ordenamento territorial. Mediante este papel que o município apresenta em relação a proteção das águas subterrâneas, através da competência de gerir sobre os usos do solo permitidos e não permitidos em determinados espaços de seu território, verifica-se sua relevância em termos de proteção das áreas de recarga de aquíferos, uma vez que poderá limitar a ocupação destas áreas por atividades consideradas poluidoras.

### **Localização da área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria**

O município de Santa Maria/RS está localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, na Depressão Periférica Sul-Rio-Grandense, conforme figura 2. Segundo Maciel Filho (1990), a Depressão Periférica Sul-Rio-Grandense

---

<sup>1</sup> Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997).

apresenta-se com declividades suaves, solos profundos de origem sedimentar e bem drenada, originalmente coberta por campos e vegetação rasteira, intercalado com vegetação subarborescente.

No município de Santa Maria, a oeste em seu perímetro urbano e a sudoeste no perímetro urbano e áreas adjacentes, encontra-se a área de estudo, isto é, a área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, conforme figura 3.

Na carta geotécnica de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990), são descritos alguns cuidados necessários a fim de proteger a qualidade-quantidade de recarga de água subterrânea, destacando as condições de infiltração de cada unidade, o sentido do fluxo e a vulnerabilidade dos aquíferos.

Segundo Maciel Filho (1990), a Formação Arenito Basal Santa Maria apresenta substrato rochoso geralmente como material facilmente escavável, com pouca resistência a erosão. Quanto ao comportamento hidrogeológico, caracteriza-se por ser uma camada permeável e que possui aquífero livre e confinado. Este aquífero faz parte do Sistema Aquífero Guarani (SAG), e segundo Araújo; França e Potter (apud OLIVEIRA; VIEIRA, 2010), a porção superior é constituída por pacote arenoso de idade jurássica, Formações Missões, Botucatu e Tacuarembó. Em contrapartida

a porção basal do SAG é constituída por arenitos de idade triássica (Formação Pirambóia, Buena Vista e Grupo Rosário do Sul), sendo que o “Grupo Rosário do Sul tem sua ocorrência restrita ao estado do Rio Grande do Sul” (OLIVEIRA; VIEIRA, 2010, p. 176).

A formação Arenito Basal Santa Maria, que se caracteriza como o aquífero mais importante para o município de Santa Maria, por ser o mais explorado, faz parte do Grupo Rosário do Sul, pois conforme Holz e Ros (2000), o Grupo Rosário de Sul é composto pelas Formações Caturrita, Santa Maria e Sanga do Cabral. O mesmo autor cita que Bortoluzzi concebeu a Formação Santa Maria como sendo constituída por duas fácies, a fácies Passo das Tropas, basal, areno-conglomerática, de origem fluvial e, fácies Alemoa, pelítica e lacustre, como pode ser verificado no quadro 1.

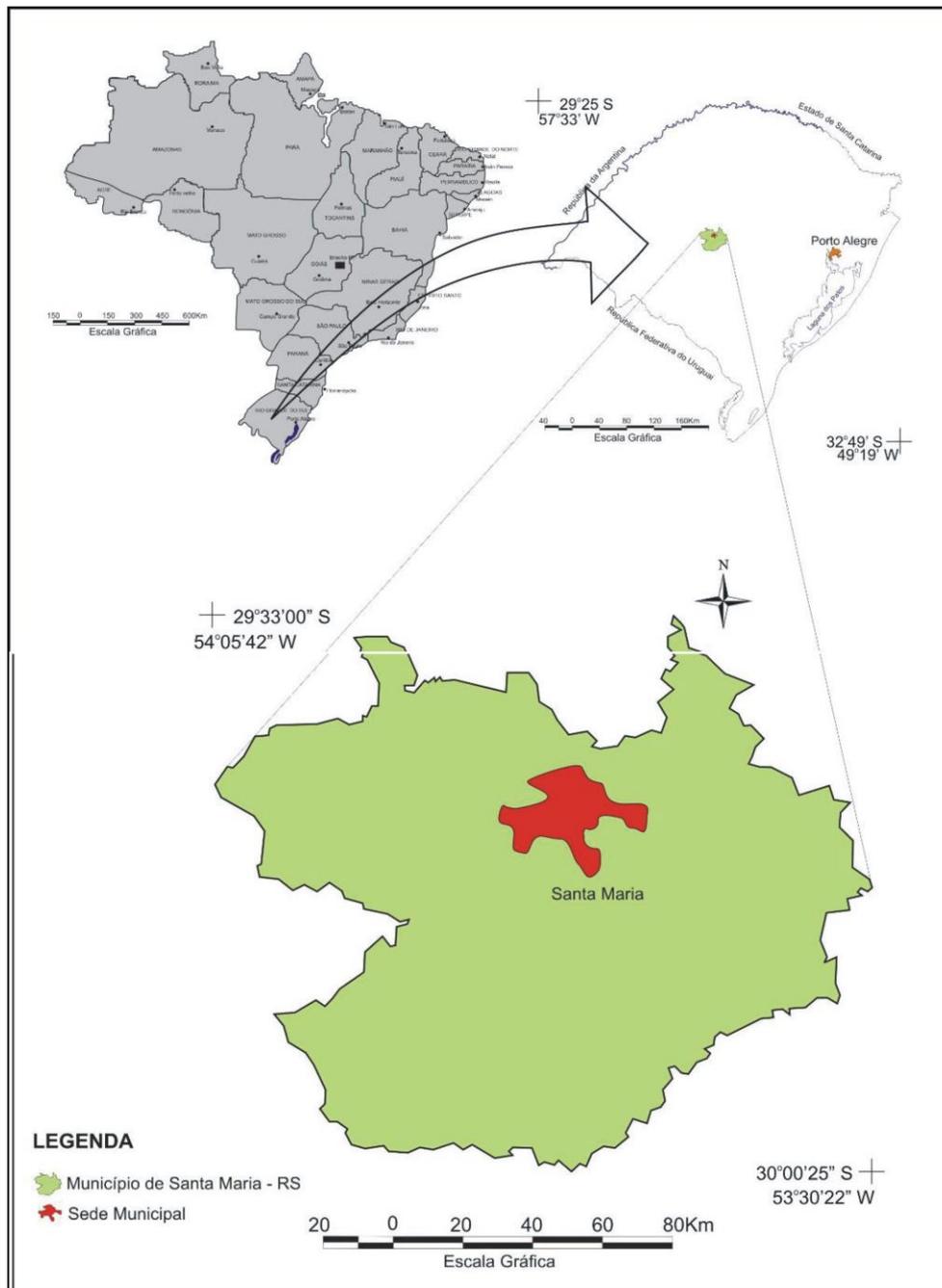
Assim, é interessante destacar que além da Formação Botucatu, outras unidades mesozóicas também podem ser aproveitadas para extração de águas subterrâneas. Neste contexto, Maciel Filho (1990), aborda que pela modalidade de recarga<sup>2</sup> do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, pela pouca descarga natural e pelas

<sup>2</sup> A alimentação do aquífero é levada a efeito na área de exposição de seus solos residuais e por drenância descendente dos aluviões que o recobre (MACIEL FILHO, 1990).

condições de fluxo, a área de exposição desta camada é muito vulnerável, exigindo maiores atenções. Logo, a fim de proteger a qualidade e quantidade de recarga de água subterrânea, tem-se a necessidade de

limitar o processo de urbanização nas áreas de recarga e também de restringir a implantação de atividades que possam causar a poluição da água subterrânea.

Figura 2 – Localização de Santa Maria e de sua sede.



Fonte: Rauber, A.C.C. 2008

Figura 3 – Carta geotécnica de Santa Maria



Fonte: Maciel Filho, 1990.

Quadro 1 – Geologia de Santa Maria

GEOLOGIA – FORMAÇÃO	
Depósitos de aluvião (em planícies)	
Depósito coluvionar de encosta (em patamar)	
Formação Serra Geral	Seqüência Superior Ácida
	Seqüência Inferior Básica

Formação Botucatu	
Formação Caturrita	
Formação Santa Maria	Membro Alemoa (aquitardo)
	Membro Passo das Tropas (aquífero principal)
Formação Sanga do Cabral (aquicluda)	

Fonte: Adaptado Sartori 2009.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material necessário para o desenvolvimento da pesquisa foi a Carta Geotécnica de Santa Maria, a carta topográfica Folha SH.22-V-C-IV/1-SE, imagens de satélite IKONOS e saídas a campo para reconhecimento da área. Devido a pesquisa ter como finalidade a identificação dos usos do solo na área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, efetivou-se inicialmente a delimitação da área de recarga do aquífero através da Carta Geotécnica e da carta topográfica Folha SH.22-V-C-IV/1-SE.

No trabalho considerou-se os usos do solo: água, floresta, agropecuária e área urbanizada. A rede de drenagem existente sobre a área de recarga também foi mapeada, devido a ser frequentemente usada para a disposição final das águas residuais e resíduos sólidos de diversas origens (FOSTER; HIRATA, 1993).

Já a identificação espacial dos usos do solo efetivou-se a partir da análise de imagens de satélite e saídas a campo. Na

seqüência, os usos do solo foram espacializados em um único mapa. Sendo que este foi elaborado através do programa Spring 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água, por ser, na sua maioria, um recurso hídrico essencial para diversos tipos de atividades deve ser protegida de materiais que possam comprometer sua qualidade. As águas subterrâneas por se caracterizarem com qualidade e quantidade significativa no percentual de consumo hídrico brasileiro merecem atenção quanto a sua possível poluição.

Ao identificar os usos do solo existentes sobre as áreas consideradas de infiltração natural da água, ou seja, de recarga, tem-se a visualização do real uso que se faz destas áreas, fazendo, portanto, com que se tenha critérios visíveis e que a partir destes, seja possível maiores estudos a fim de estabelecer restrições de certos usos e ocupações do solo que possam

comprometer a quali-quantidade da recarga efetuada nestas áreas.

Logo, tem-se a importância da identificação dos usos do solo na área de recarga do aquífero que encontra-se nos limites da carta geotécnica de Santa Maria/RS. Neste contexto, realizou-se o mapeamento dos usos do solo localizados na área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, localizado no município de Santa Maria (mapa 1).

Este limite da área de recarga do aquífero não se restringe somente a esta parcela apresentada, isto porque, para fins de pesquisa, o único mapeamento que especifica a Formação Arenito Basal Santa Maria como área de aquífero é a Carta Geotécnica do ano de 1990, logo, a área apresentada no presente artigo é referente a área delimitada nesta Carta. Portanto, o mapeamento dos usos do solo existentes na área de recarga do aquífero foi baseado nos limites estabelecidos pela Carta Geotécnica. Este mapeamento pode ser verificado no mapa 2.

No contexto atual do município de Santa Maria, verifica-se uma expansão em termos de urbanização, e grande parcela desta urbanização direciona-se as zonas oeste e sudoeste da cidade, estas que abrangem parte da área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. Em termos de realização de estratégias, a fim

de garantir a qualidade da recarga de água efetuada, torna-se imprescindível seguir o que consta na Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria por ser uma lei municipal que dispõe sobre os usos do solo, portanto que tem como função realizar o ordenamento territorial do município de acordo com a legislação ambiental vigente.

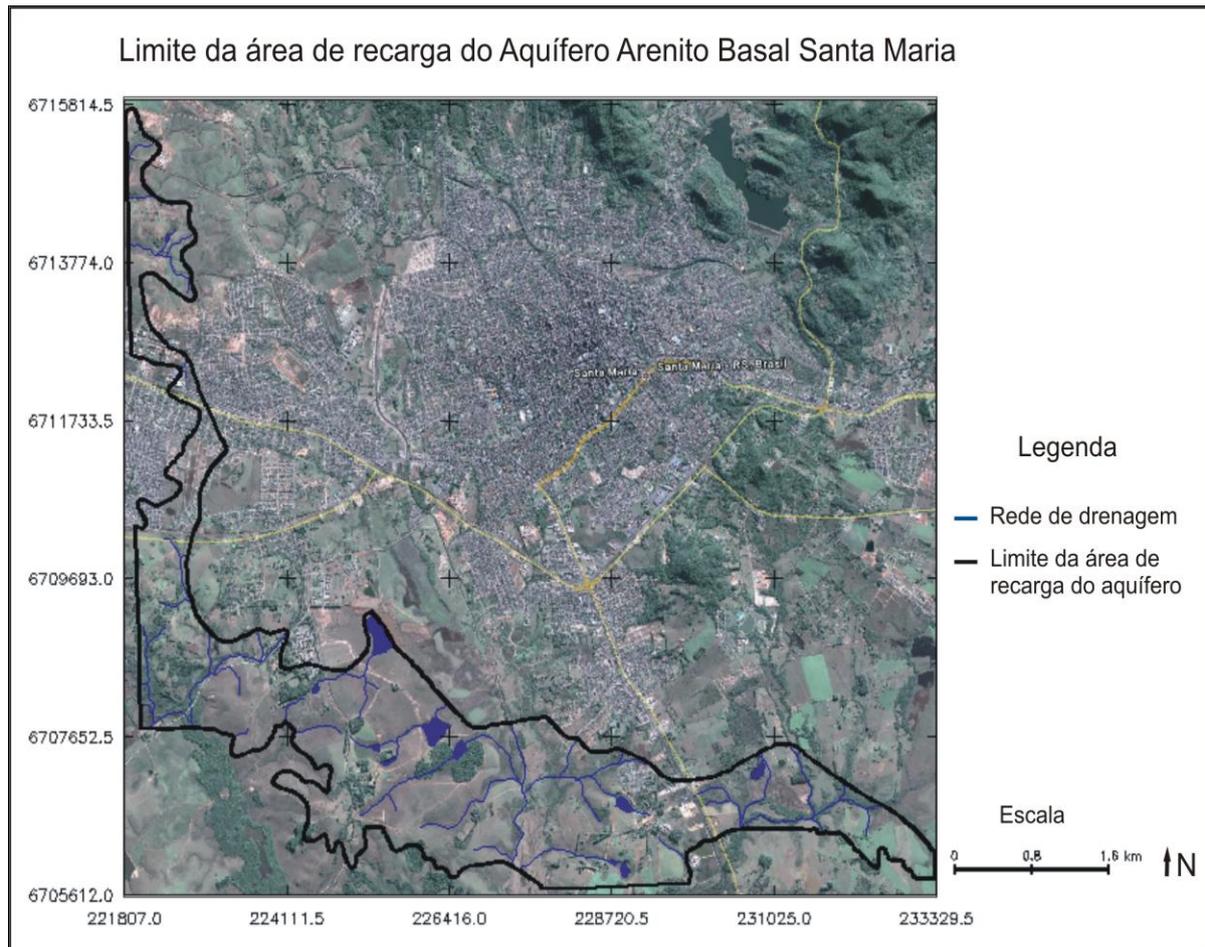
No contexto atual do município de Santa Maria, verifica-se uma expansão em termos de urbanização, e grande parcela desta urbanização direciona-se as zonas oeste e sudoeste da cidade, estas que abrangem parte da área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. Em termos de realização de estratégias, a fim de garantir a qualidade da recarga de água efetuada, torna-se imprescindível seguir o que consta na Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria por ser uma lei municipal que dispõe sobre os usos do solo, portanto que tem como função realizar o ordenamento territorial do município de acordo com a legislação ambiental vigente.

No mapa 2 pode ser verificado que a maioria dos usos do solo identificados na área de estudo referem-se a campo e/ou agropecuária. Destaca-se que grande parte destas áreas de campo e/ou agropecuária estão localizadas nos limites do distrito sede do município, portanto, ainda em

processo de urbanização. Outro fator que caracteriza a predominância deste tipo de uso do solo é o fato de que parte da área do Campo de Instrução de Santa Maria (área

militar) localiza-se na área de recarga do aquífero, favorecendo a manutenção desta área a possuir predominância de campo, devido as funções de treinamento militar.

Mapa 1 – Limite da área de recarga do aquífero

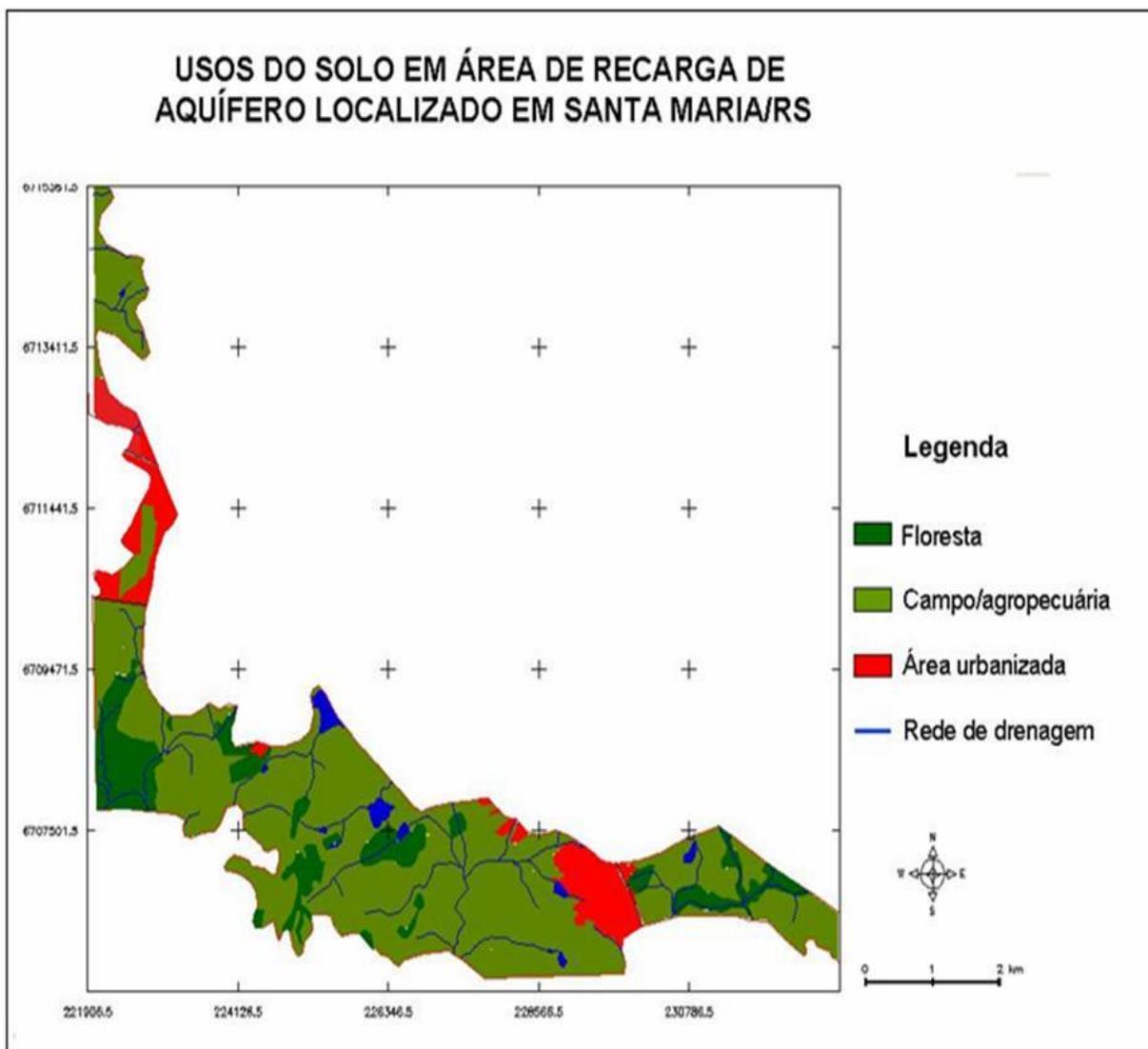


Org.: FOLLMANN, F.

As florestas identificadas através do mapeamento dos usos do solo, revelam-se poucas, visto que a maioria dos cursos d'água não possuem mais matas ciliares. Somente os rios localizados a leste na área de recarga do aquífero possuem vegetação ciliar completa. A não manutenção da

vegetação ciliar nesta área pode ser considerada um fator negativo para a qualidade e quantidade da recarga de água efetuada nestes locais, pois a existência de vegetação acarreta em uma maior infiltração da água, portanto maior recarga de água para o aquífero.

Mapa 2 – Usos do solo existentes na Área de Recarga do Aquífero



Org.: FOLLMANN, F.

Através do mapeamento realizado, destaca-se duas áreas urbanizadas. Uma delas localiza-se a oeste do município, caracterizada pelo Distrito Industrial de Santa Maria (DISM), Bairro Tancredo Neves e Bairro Pinheiro Machado. O processo de urbanização desta área foi impulsionado pela implantação do DISM, este, por sua vez, não condiz com o tipo de

uso do solo adequado para ter-se sobre uma área de recarga de aquífero.

Já a outra área urbanizada que se destaca no mapa de usos do solo, é a área localizada ao sul. Esta se caracteriza pela existência de algumas indústrias ao longo da rodovia existente no local, mas principalmente por ser uma área residencial.

## CONCLUSÃO

A realização desta pesquisa teve como intuito contribuir com o poder público municipal de Santa Maria e com demais setores da sociedade, para que, através da visualização obtida pelo mapeamento dos usos do solo localizados em área de recarga de aquífero, possam ser realizados estudos mais aprofundados a respeito da importância de se preservar e restringir determinadas categorias de uso do solo de se instalarem nesta zona.

A partir do mapeamento dos usos do solo, pode ser verificado que algumas áreas urbanizadas não contemplam o que consta na Lei de Uso e Ocupação do Solo do município sobre usos permitidos nesta área. Isso se explica pelo fato da existência de um distrito industrial em área de recarga de aquífero.

Portanto, esta pesquisa deteve-se a analisar os usos favoráveis e não favoráveis no que diz respeito a qualidade e quantidade de infiltração de água. Assim, considerou-se que a existência de um distrito industrial sobre a área de recarga de aquífero não condiz com as perspectivas de qualidade de água a ser infiltrada, e para os demais usos considerou-se como sendo favoráveis a infiltração de água qualitativamente.

## AGRADECIMENTOS

Manifesto o agradecimento aos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização desta pesquisa, em especial:

- A professora que orientou o desenvolvimento desta pesquisa, professora Dr. Eliane Maria Foletto;
- Ao Fundo de Incentivo a Pesquisa – FIPE/UFSM, pelo auxílio financeiro;

## REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/guarani/files/mapaA4.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. Planejamento urbano e recursos hídricos. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE-UNESP. 2003.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988.

\_\_\_\_\_. Lei nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=legislacao.index&tipo=4&pag=2&>>. Acesso em: 14 mai. 2010.

\_\_\_\_\_. Resolução CNRH Nº 92, de 05 de novembro de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 nov. 2008.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação

permanente por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Revista *Árvore*, Viçosa, n. 1, abr. 1996.

Disponível em: <

<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/dise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>>.

Acesso em: 2 mar. 2011.

DAL'ASTA, A. P. Elaboração de zoneamento geoambiental para o perímetro urbano de Santa Maria-RS. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

FOSTER, S; HIRATA, R. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: Um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto geológico, 1993. 91p.

MATTA, M. Aquífero Alter do Chão: a maior reserva de água doce subterrânea do mundo e sua importância estratégica para a Amazônia e para o planeta. Pelotas, 2010. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/rhima/files/2010/07/Milton-Matta.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2011.

MOTA, S. Preservação e Conservação de Recursos Hídricos. 2 Ed. Rio De Janeiro: ABES, 1995.

NETO, F. C. V. A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil. 2008. 298 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, L.A. de; VIEIRA, A.S. Estado da arte do Sistema Aquífero Guarani – SAG. *Caminhos de geografia*, 11:174-189, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. Lei nº 072, Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria, 2009.

RAUBER, A.C.C. Diagnostico ambiental urbano do meio físico de Santa Maria/RS. 2008. 98 folhas. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

REBOUÇAS, A. Uso inteligente da água. São Paulo: escrituras, 2004.

ROCHA G. A. O grande manancial do Cone Sul. *Estudos Avançados*. 11:191-212, 1997.

SARTORI, P. L. P. Geologia e Geomorfologia de Santa Maria. *Ciência & Ambiente*. Santa Maria. n. 38, jan/jun. 2009.

SISTEMA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Decreto Nº 42.047 , de 26 de dezembro de 2002. Governo do Estado do Rio Grande do Sul,RS. 26 dez. 2002.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. C. Curso de avaliação ambiental integrada de bacia – Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de qualidade ambiental. Brasília: Rhama consultoria ambiental, 2006.