

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E
GEOCIÊNCIAS**

**IDENTIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADE LEGAL
NA ÁREA ESPECIAL DE CONSERVAÇÃO NATURAL
DO AQUÍFERO ARENITO BASAL SANTA MARIA,
SANTA MARIA/RS.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Fernanda Maria Follmann

Santa Maria, 2012

**IDENTIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADE LEGAL NA
ÁREA ESPECIAL DE CONSERVAÇÃO NATURAL DO
AQUÍFERO ARENITO BASAL SANTA MARIA, SANTA
MARIA/RS.**

Fernanda Maria Follmann

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, **Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial**, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliane Maria Foletto

Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

2012

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**IDENTIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADE LEGAL NA ÁREA
ESPECIAL DE CONSERVAÇÃO NATURAL DO AQUÍFERO ARENITO
BASAL SANTA MARIA, SANTA MARIA/RS.**

Elaborada por
Fernanda Maria Follmann

**Como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Geografia**

Comissão Examinadora

**Prof^ª. Dr^ª. Eliane Maria Foletto (UFSM)
(Presidente/Orientador)**

Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe (UFSC)

Prof. Dr. Carlos Leite Maciel Filho (UFSM)

Santa Maria, 03 de Maio de 2012

AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de cursar um ensino superior de qualidade;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/REUNI) pela concessão da bolsa de estudos;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências pelos conhecimentos adquiridos;
- À Prof^a. Dr^a. Eliane Maria Foletto, pela orientação e pelo aprendizado ao longo desses últimos anos, o qual vai além do conhecimento científico. Aos demais professores (a)s do Departamento de Geociências da Universidade de Federal de Santa Maria, especialmente ao Prof. Dr. Adriano Severo Figueiró e ao Prof. Dr. Carlos Leite Maciel Filho, pelas contribuições durante a defesa de Qualificação, bem como aos professores que compõem a banca examinadora;
- Aos meus familiares, que sempre deram o apoio necessário durante toda caminhada, principalmente ao meu pai Rudi Afonso Follmann, minha mãe Iria Kuhn Follmann e meus irmãos, Luiz Clóvis Follmann e Onir Eduardo Follmann, e irmã Marta Ecléia Follmann;
- À turma de alunos da disciplina de “Prática de pesquisa em geografia” do ano de 2011, na qual foi realizada a docência orientada;
- À Secretaria de Proteção Ambiental do município de Santa Maria e a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), pelos dados e informações disponibilizadas, que foram fundamentais para a pesquisa;
- A todos os amigos e colegas com os quais tive contato nesses últimos anos, cuja interação constituiu-se num fator decisivo para o crescimento pessoal, em especial àqueles do Laboratório de Hidrogeografia (HIDROGEO).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS**

**IDENTIFICAÇÃO DE INCOMPATIBILIDADE LEGAL NA ÁREA
ESPECIAL DE CONSERVAÇÃO NATURAL DO AQUÍFERO ARENITO
BASAL SANTA MARIA, SANTA MARIA/RS**

**AUTOR: Fernanda Maria Follmann
ORIENTADOR(A): Prof. Dr^a. Eliane Maria Foletto
LOCAL E DATA DA DEFESA: Santa Maria, 03 de Maio de 2012**

RESUMO

Atualmente com o crescimento da demanda por água verifica-se que a água subterrânea possui, na maioria dos aquíferos, a qualidade desejada para o abastecimento doméstico, industrial e agrícola. Assim, a forma mais eficaz de proteger esses mananciais hídricos da possível poluição e garantir a recarga com qualidade é através do cumprimento das legislações que dispõem sobre a proteção das áreas de recargas dos aquíferos, áreas estas que devem possuir restrições de uso e ocupação do solo. Destaca-se assim a Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria ou Área de Conservação Natural AC8, localizada em Santa Maria/RS, como uma área a ser protegida. Visto que, conforme o disposto na Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria, a área de recarga deve ser protegida quanto a sua possível poluição. Dentre os objetivos da pesquisa estão a verificação nas legislações estadual e federal a proteção dos recursos hídricos subterrâneos e, em âmbito municipal, quais as restrições de uso do solo para a Área de Conservação Natural AC8. A definição, identificação e espacialização dos usos e ocupações do solo potencialmente poluidores existentes na área também são objetivos da pesquisa, bem como a geração de um mapa de incompatibilidade legal da Área de Conservação Natural AC8. Para isto, foram obtidos dados referentes à rede de coleta de esgoto na CORSAN e informações sobre ordenamento territorial da área de estudo na Prefeitura Municipal de Santa Maria. Como resultados têm-se a análise de como ocorre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos nas legislações, a definição das fontes potenciais de poluição da água e o diagnóstico das áreas com usos potenciais de poluição da água na área de recarga do aquífero Arenito Basal Santa Maria, como indústrias alimentícias e de bebidas, indústria de concreto, metalúrgicas, posto de combustível, oficinas mecânicas e falta de rede coletora de esgoto na área. Através desta identificação e da análise das legislações e datas de implantação das atividades potenciais de poluição na área de recarga do aquífero, definiu-se as áreas de incompatibilidade legal existentes na Área de Conservação Natural AC8.

Palavras-chave: Recarga de aquífero; Área de Conservação; Água subterrânea; potenciais poluidores da água.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PÓS GRADUATE PROGRAM IN GEOGRAPHY AND GEOSCIENCES**

**IDENTIFICATION OF LEGAL CONFLICT IN THE THE SPECIAL AREA
OF CONSERVATION OF NATURAL SANDSTONE AQUIFER BASAL
SANTA MARIA, SANTA MARIA/RS.**

AUTHOR: Fernanda Maria Follmann

ADVISOR: Prof. Dr^a. Eliane Maria Foletto

LOCAL AND DATE OF DEFENSE: SANTA MARIA, May 3 TH, 2012.

ABSTRACT

Currently with the increase of demand for water, we find that groundwater has, in most aquifers, the desired quality for domestic, industrial and agricultural supply. Thus, the most effective way to protect this water sources of possible pollution and guarantee quality recharge is by following the laws that deal with the protection of aquifer recharge areas, these must have restriction in soil use and occupation. We highlight the Special Area of Conservation of Natural Sandstone Aquifer Basal Santa Maria or Natural Conservation Area AC8, in Santa Maria, RS, as an area to be protected. Since according to the Law of Soil Use and Occupation of Santa Maria, the recharge area has to be protected from its possible pollution. Among the research aims are the estate and federal law verification regarding the protection of groundwater resources and, at the municipal level, what are the restrictions of soil use for the Natural Conservation Area AC8. The definition, identification and spatialization of potentially polluting soil uses and occupation in this area are also aims of this research, as well as generating a map of legal conflict of Natural Conservation Area AC8. For this, we obtained data from the network of sewage collection CORSAN and information about land ordering of the study area in Santa Maria's City Hall. As results we have the analysis of how the protection of groundwater resources occur in the law, the definition of potentially water polluting sources and the diagnose of areas with use of potentially water polluting in the recharge area of the Sandstone Aquifer Basal Santa Maria, for instance food and drink industries, concrete industries, metallurgical, gas stations, repair shops and lake of a network sewage collection. Through this law identification and analysis and implementation dates of activities of potentially polluting the recharge aquifer area, we determined the areas of legal conflict existent in the Natural Conservation Area AC8

Keywords: Recharge aquifer, conservation area, groundwater, potentially water polluting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Sistema Aquífero Guarani (SAG)	19
Figura 2 - Sistema de fluxos subterrâneos.....	30
Figura 3 - Representação esquemática de Espaços Territoriais Especialmente Protegidos (ETEP), Áreas Protegidas (AP) e, Unidades de Conservação (UC).	33
Figura 4 – Localização de Santa Maria e da área de estudo.	41
Figura 5 - Áreas Especiais Naturais definidas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS, nº 072, 2009) do município de Santa Maria/RS.....	42
Figura 6 – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, RS.	44
Figura 7 – Expansão urbana de Santa Maria.....	48
Figura 8 - Esquema síntese de como desenvolveu-se a pesquisa.....	54
Figura 9 – Síntese da legislação federal sobre proteção das águas subterrâneas ...	61
Figura 10 – Síntese da legislação estadual sobre proteção das águas subterrâneas	65
Figura 11 – Expansão urbana, Loteamento Cipriano da Rocha. Trabalho de campo nov. 2010.....	66
Figura 12 - Falta de rede de esgoto e proximidade das residências no Bairro Pinheiro Machado. Trabalho de campo Nov. 2010.	80
Figura 13 – Esgoto no DISM. Trabalho de campo ago. 2011.	81
Figura 14 - Influência do Hospital Regional na urbanização do Bairro Pinheiro Machado.....	82
Figura 15 - Indústrias localizadas no DISM. Trabalho de campo ago. 2011.	85
Figura 16 - Oficina mecânica. Trabalho de campo nov. 2010.	91
Figura 17 - Loteamentos do Bairro Pinheiro Machado.....	94
Figura 18 - Oficina mecânica (Bairro Lorenzi) e Ferro velho (Bairro Tomazetti). Trabalho de campo ago. 2011.....	96
Figura 19 – Indústria de concreto, de máquinas agrícolas e posto de combustível no Bairro Lorenzi. Trabalho de campo ago. 2011.	99
Figura 20 - Parcela dos distritos que encontram-se sobre a área de recarga do aquífero	101
Figura 21- Área de campo no CISM e área de solo exposto e campo com interfaces de floreta no CISM. Trabalho de campo mai. 2011.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Geologia de Santa Maria.....	46
Quadro 2 – Trabalhos de campo realizados na área de estudo.....	57
Quadro 3 – Bairros com respectivos usos potenciais poluidores	74
Quadro 4 - Destinação dos resíduos das indústrias potencialmente poluidoras	88

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Limite da Área de Conservação Natural do aquífero Arenito Basal Santa Maria.....	71
Mapa 2 – Divisão urbana na área de recarga do aquífero.....	73
Mapa 3 – Espacialização das áreas com e sem rede coletora de esgoto.....	78
Mapa 4 – Usos do solo potencialmente poluidores existentes no Bairro Agroindustrial.....	87
Mapa 5 – Usos do solo potencialmente poluidores existentes no Bairro Pinheiro Machado.....	92
Mapa 6 – Usos do solo potencialmente poluidores existentes no Bairro Lorenzi.....	97
Mapa 7 – Áreas de incompatibilidade legal na área de recarga do aquífero.....	105
Mapa 8 – Unidades de paisagem na AC8.....	109

LISTA DE SIGLAS

- APP – Área de Preservação Permanente.
- CISM – Campo de Instrução de Santa Maria.
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
- CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento.
- DISM – Distrito Industrial de Santa Maria.
- ETEP – Espaços Territoriais Especialmente protegidos.
- IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza.
- LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo.
- PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente.
- PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.
- RBMA – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.
- SAG – Sistema Aquífero Guarani
- SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação.
- UCs – Unidades de Conservação.
- UFMS – Universidade Federal de Santa Maria.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Gestão para proteção das águas subterrâneas.....	17
2.2. Usos do solo potencialmente poluidores	25
2.3. Configuração das áreas protegidas brasileiras.....	30
2.3.1. Função ambiental da vegetação	34
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
3.1 Localização e características da área de estudo.....	40
3.2. Processo de ocupação da Área de Conservação Natural AC8	47
3.3. Normas que regem os usos do solo na Área de Conservação Natural AC8	49
4. METODOLOGIA	52
5. RESULTADOS.....	59
5.1. Relação entre as normas legais de proteção dos recursos hídricos subterrâneos.....	59
5.2. Usos do solo potencialmente poluidores na Área de Conservação Natural AC8	67
5.3. Ausência de rede de esgoto	75
5.4. Usos do solo potencialmente poluidores do Bairro Agroindustrial	83
5.5. Usos do solo potencialmente poluidores do Bairro Pinheiro Machado.....	90
5.6. Usos do solo potencialmente poluidores do Bairro Lorenzi.....	95
5.7. Usos do solo nos Distritos pertencentes a área de recarga em Santa Maria	100
5.8. Áreas de incompatibilidade legal conforme o Decreto 42.047 (RS) e LUOS (Santa Maria).....	102
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
REFERÊNCIAS.....	115

1. INTRODUÇÃO

A água muitas vezes foi considerada como um bem inesgotável, mas nas últimas décadas esta concepção apresentou um processo de mudança. A realidade atual dos recursos hídricos tem despertado a atenção de setores da sociedade pelo fato de se apresentarem cada vez mais poluídos, logo, acarretando em menor disponibilidade de água com qualidade para o consumo humano e demais atividades.

Em virtude disso, configura-se um crescente interesse em relação aos recursos hídricos subterrâneos, pois a água existente nestes mananciais possui menor probabilidade de ser poluída em relação ao recurso hídrico encontrado nos mananciais superficiais. Isto ocorre devido às águas subterrâneas dificilmente possuírem contato direto com a carga contaminante, uma vez que se encontram protegidas da contaminação pelos solos e pela cobertura rochosa. Entretanto, tem-se a existência de mananciais de água subterrâneos poluídos e que não podem mais ser utilizados para fins de consumo humano. Assim, mesmo as águas subterrâneas sendo menos vulneráveis à poluição, não estão isentas de serem poluídas.

Juntamente à busca de água com qualidade, são elaboradas legislações que visam a proteção dos mananciais hídricos subterrâneos, como também a inserção destes em projetos para sua proteção. Destaca-se, conforme Martins e Valencio (2003, p. 37), que:

O fluxo subterrâneo inicia-se na superfície e vai até grandes profundidades, em escalas que variam de algumas horas a vários milhares de anos. A interação se dá por meios químico, físico e cinético, tornando as águas do subsolo definitivamente um componente de alta importância nas questões ambientais e interligadas às águas superficiais.

A estreita relação que existe entre os usos do solo e a qualidade e quantidade de água subterrânea caracteriza a importância da delimitação de áreas adequadas e inadequadas à certos usos e ocupações do solo, pois é a partir do ordenamento territorial adequado ou não, que é possível manter a qualidade da água, ou gerar

sua poluição. Mediante isso, o trabalho possui como tema os conflitos de uso e ocupação do solo sobre a área delimitada pela Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria – LUOS (Lei nº 072, 2009), como Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria¹, localizado no município de Santa Maria/RS.

A água subterrânea está sendo apresentada como fonte potencial no abastecimento de água potável, visto que no Brasil, a distribuição percentual de moradores em domicílios particulares permanentes, por tipo de abastecimento de água e situação do domicílio é de, 6,3% dos domicílios urbanos e 54, 8% dos domicílios rurais que utilizam água subterrânea através do abastecimento por poços ou nascentes e no Estado do Rio Grande do Sul esta porcentagem é de 5,9% de domicílios urbanos e 59,5% de domicílios rurais (IBGE, 2010). O abastecimento urbano através da água subterrânea ainda é bastante utilizado no Brasil devido a rede de distribuição municipal de água não contemplar o total de domicílios nos centros urbanos e também por ser uma forma de abastecimento barata, em termos financeiros.

Nas áreas rurais a utilização de água subterrânea ocorre, na maioria dos casos devido à falta de rede de distribuição municipal de água e pelo preço e facilidade de obtenção de água de poços e nascentes. Portanto as áreas de recarga destes mananciais de água subterrâneos utilizados em todo Brasil devem ser estudadas e avaliadas quanto à sua eficaz proteção.

Ressalta-se assim o caso do município de Santa Maria, que possui parcela de sua área urbana e rural localizada sobre área de recarga de aquífero, esta que deve ser protegida quanto à possível poluição, sendo somente permitidas atividades que não causem danos à qualidade da água existente no manancial e permitam a infiltração da água. Assim, o município de Santa Maria, através da Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano, institui Áreas Especiais Naturais, fazendo uma subdivisão destas em: Áreas de Conservação Natural e Áreas de Preservação Permanente. Assim, a área de recarga do aquífero é classificada como Área de Conservação Natural AC8.

Nessa perspectiva, a problemática da pesquisa vincula-se à efetivação ou não das leis que dispõem sobre o uso do e ocupação do solo na Área de Conservação

¹ Considerado na Carta Geotécnica de Santa Maria como sendo uma camada geológica permeável que possui aquífero livre e confinado, faz parte do Sistema Aquífero Guarani.

Natural AC8, sendo a justificativa sustentada na temática das áreas protegidas, pois a Área de Conservação Natural AC8, que também se denomina Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, é classificada através de legislação municipal como área protegida.

Caracterizam-se áreas protegidas como “espaços territorialmente demarcados cuja principal função é a conservação e/ou a preservação de recursos, naturais e/ou culturais, a elas associados” (MEDEIROS, 2003 apud MEDEIROS, 2006, p. 01). Estas áreas envolvem restrições de uso total ou parcial, instituídas pelo efeito de lei ou as instituídas pelo poder público federal, estadual ou municipal. Desse modo, as zonas de recarga de aquífero devem possuir normas a fim de restringir a ocupação com cidades, agricultura e pólos agroindustriais (MOTA, 1995), evitando assim, que resíduos lançados no solo e nos cursos de águas superficiais contaminem os recursos hídricos subterrâneos.

De forma a contribuir para a conservação dos recursos hídricos subterrâneos existentes no município de Santa Maria, o trabalho possui como objetivo geral identificar as áreas de incompatibilidade legal existentes na Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, localizado no município de Santa Maria/RS.

Dentre os objetivos específicos estão: - Verificar nas legislações estadual e federal quais as restrições de usos do solo² definidas para área de recarga de aquífero e, em âmbito municipal, para a Área de Conservação Natural AC8 e; - definir, identificar e espacializar os usos e ocupações do solo potencialmente poluidores existentes na área e gerar um mapa de incompatibilidade legal da Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria.

O interesse em identificar a incompatibilidade legal existente na Área de estudo se dá em decorrência da importância de sua conservação, visto a crescente demanda por água de qualidade. Desta forma, a identificação dos usos e ocupações do solo que se caracterizam como possíveis fontes de poluição da água, visa subsidiar o poder público e demais setores da sociedade no sentido de prevenir e de aplicar o que está previsto em lei, ações importantes para a manutenção da qualidade ambiental e de vida das populações.

² Foi utilizado o termo uso do solo e não uso da terra devido àquele ser referenciado na Lei de Uso e Ocupação do solo de Santa Maria - LUOS.

No primeiro item do trabalho, definido como revisão bibliográfica, é apresentada a distribuição da água existente na Terra, a importância destas serem protegidas e os usos do solo considerados potencialmente poluidores da água. São também discutidos os aspectos legais que regem as águas no Brasil, enfatizando as que se referem às águas subterrâneas, a fim de apontar as normas que as legislações federal e estadual estabelecem sobre utilização e proteção destas águas.

Ainda na revisão bibliográfica, abordou-se a temática das áreas protegidas, perpassando pela diferenciação conceitual de Espaços Territoriais Especialmente Protegidos (ETEP), Áreas Protegidas (AP) e Unidades de Conservação (UC), seguindo pela abordagem das legislações que tratam sobre estas áreas. No tópico seguinte se estabeleceu uma discussão sobre a função ambiental da vegetação, destacando formas de manutenção desta, em áreas urbanas e rurais.

A área de estudo é apresentada após a revisão bibliográfica, sendo descrito a localização, processo de ocupação e atuais funções. Também é mencionada a formação geológica a que pertence e seu papel como reservatório de água subterrâneo. Os aspectos legais são descritos como de fundamental importância para que se efetivem as restrições de uso e ocupação do solo nesta área de conservação.

Com o objetivo de descrever as etapas realizadas para obtenção dos resultados da pesquisa, tem-se o capítulo da metodologia de pesquisa. Neste encontra-se descrito o processo de desenvolvimento do trabalho.

No seguinte item, os resultados são expostos de maneira a mostrar os usos do solo potencialmente poluidores identificados, sendo estes, divididos em tópicos referentes a cada bairro que possui usos potencialmente poluidores da água. O item final da pesquisa apresenta a espacialização das áreas de incompatibilidade legal diagnosticadas na Área de Conservação Natural AC8, sendo estas analisadas a partir dos usos do solo potencialmente poluidores, identificados na área de recarga e conforme o que dispõem as Leis sobre proteção dos recursos hídricos no Brasil e Estado do Rio Grande do Sul, bem como o disposto na LUOS de Santa Maria.

O último item se refere às considerações finais da pesquisa. Neste são descritas as dificuldades ocorridas no desenvolvimento da pesquisa, como também algumas propostas de continuidade da pesquisa para que possa ser efetivamente realizada a conservação da área em questão. Através da análise final dos resultados

obtidos, verificou-se que existe um atual descaso para com a qualidade e quantidade de água a ser infiltrada no manancial de água Aquífero Arenito Basal Santa Maria, pois as legislações que deveriam ser cumpridas para a manutenção desta quali-quantidade de recarga de água na sua maioria, não estão sendo aplicadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DA LEGISLAÇÃO

Neste capítulo serão apresentados tópicos sobre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos nas legislações, de maneira a ressaltar a interrelação das legislações federal e estadual que tratam sobre recursos hídricos subterrâneos, como também relacionar estas com as legislações sobre áreas protegidas. Os usos do solo potencialmente poluidores também serão analisados, de maneira a relacionar a característica da atividade poluidora ao grau de poluição causado nos mananciais superficiais, mas principalmente subterrâneos.

A contextualização da criação das áreas protegidas é outro tema a ser abordado, juntamente com a revisão sobre a existência de áreas verdes em cidades e da manutenção da vegetação nas Áreas de Preservação Permanente. A partir da discussão sobre a importância de manter o solo com cobertura vegetal será possível verificar a contribuição desta proteção no processo de regularização de vazões e também para a qualidade e quantidade de infiltração da água no solo.

2.1. 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; Braga e Tundisi (2006), 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 outros³ reservatórios.

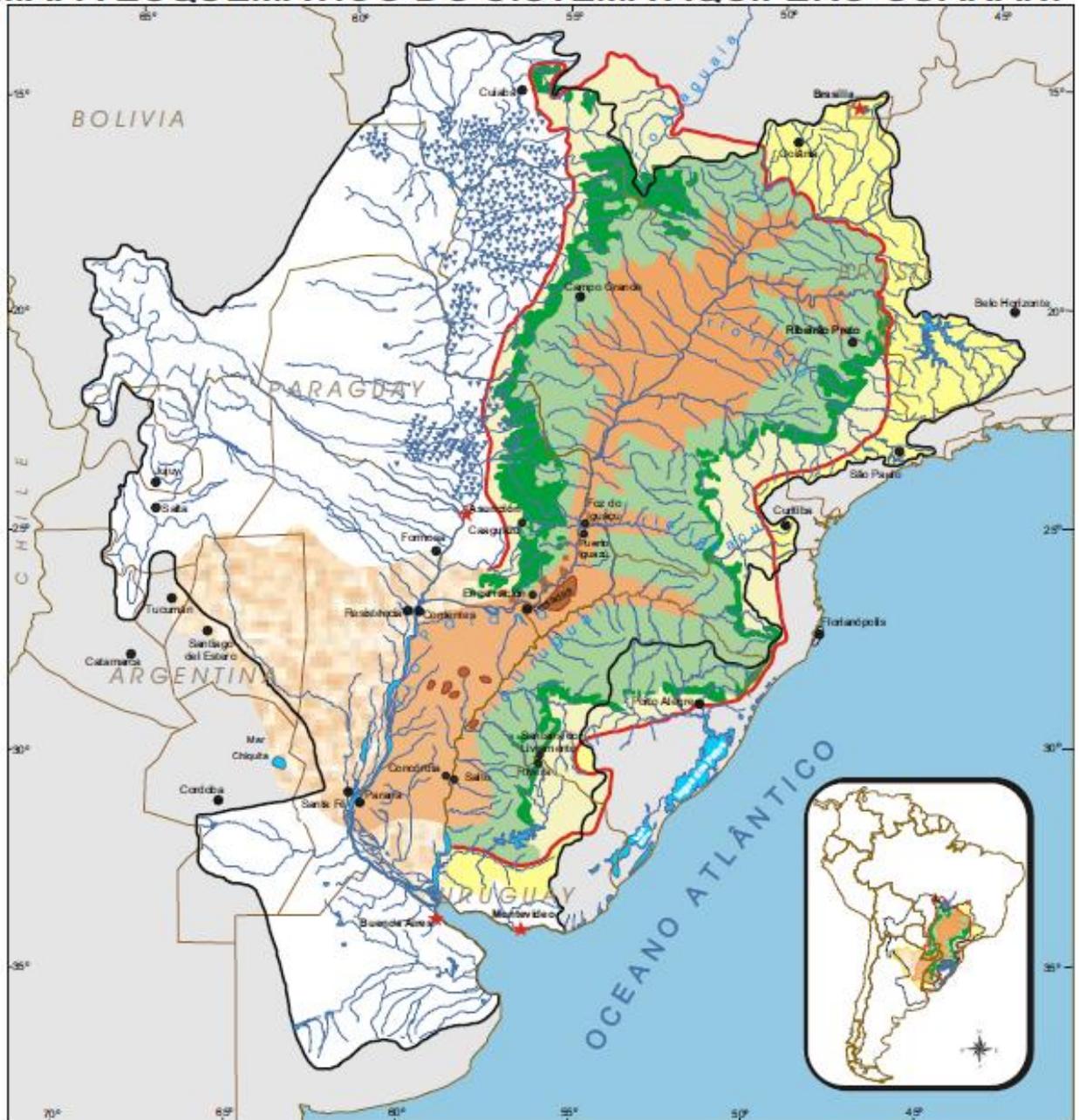
Inserido nessa porcentagem, 29,9% de água subterrânea, encontra-se o Aquífero Arenito Basal Santa Maria que faz parte do Sistema Aquífero Guarani – SAG (OLIVEIRA; VIEIRA, 2010). Este não é mais considerado o maior manancial de

³ Umidade dos solos (inclusive daqueles gelados – permafrost) e as águas dos pântanos (REBOUÇAS, 2004, p. 07)

água doce, pois, tem-se a existência de estudos de pesquisadores das universidades federais do Pará e do Ceará sobre o aquífero Alter do Chão que se situa na Amazônia brasileira a 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 Km³, indicando que o Aquífero Guarani, com reservas de 45.000 Km³, que era considerado o maior manancial de água doce subterrânea do mundo, foi superado pelo Alter do Chão (MATTA, 2010).

Ainda que o Aquífero Alter do Chão seja considerado com maior volume de água, o Aquífero Guarani está melhor distribuído pelo Brasil, abrangendo oito Estados, podendo assim abastecer a população e fornecer água para o desenvolvimento de atividades industriais e agrícolas em diferentes Estados. Devido à combinação qualidade da água com quantidade e abrangência espacial do aquífero, ele é considerado um importante reservatório de água para as atuais e futuras gerações. A sua localização pode ser observada na figura 1.

MAPA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI



LEGENDA

- | | |
|---|---------------------------------------|
| Drenagens não relacionadas ao Aquífero Guarani (não integram o Sistema) | Limite bacia hidrográfica do Prata |
| Área potencial de recarga indireta a partir da drenagem superficial | Limite bacia sedimentar do Paraná |
| a partir do fluxo subterrâneo | Rios |
| Área potencial de recarga direta | Limite político de País |
| regime poroso: afloramento do Guarani | Limite político de Estados/Provincias |
| regime fissural/poroso: basaltos e arenitos | Cidade |
| Área potencial de descarga | Capitais Estados/Provincias |
| regime fissural /poroso: basaltos e arenitos (indivisos) | Capital dos Países |
| regime poroso: afloramentos do Guarani | |
| regime fissural /poroso (relação com o Guarani a definir) | |
- Áreas alagadas
 Escala Aproximada 1: 13.600.000
 0 100 200 300 km

Notas:

- Figura ilustrativa elaborada pela CAS/SRH/MMA (UNPP/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).
- As porções coloridas representam as áreas que, em potencial, compõe o Sistema Aquífero Guarani. As áreas em branco e cinza não integram o Aquífero Guarani. Os limites do Aquífero Guarani não estão totalmente definidos na Argentina e no Paraguai, tampouco se as áreas de descarga assinaladas estão a ele relacionadas.

Fontes:

- Mapa Hidrogeológico de America del Sur, 1996, DNP/CPRM/Unesco.
- Mapa Hidrogeológico do Aquífero Guarani, 1999, Campos H.C.
- Mapa de Integração Geológica da Bacia do Prata, 1998, MERCOSUL/SGT2.
- Mapa de Integração Hidrogeológica da Bacia do Prata, em elaboração, MERCOSUL/SGT2.
- Mapa Geológico do Brasil, 2ª Ed., 1995, MME/DNPM.
- Mapa Geológico de la Cuenca del Rio de la Plata, 1970, OEA.

Figura 1 – Localização do Sistema Aquífero Guarani (SAG)

Fonte: ANA

Este manancial encontra-se confinado pelas espessas lavas de basalto em quase toda sua área de ocorrência, tornando-o 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 vulnerabilidade⁴ à poluição.

A definição de áreas de interesse ambiental, portanto áreas a serem protegidas, é um importante instrumento para a manutenção da quantidade e qualidade de água dos reservatórios subterrâneos, pois é por meio destas áreas que estes são realimentados pela água das precipitações, dos cursos d'água ou dos reservatórios superficiais. Além disso, para haver infiltração de água a cobertura e o solo devem favorecer a sua penetração.

Tendo em vista que a legislação ambiental brasileira é um dos itens considerados na realização do planejamento e ordenamento urbano municipal e, ao considerar a água como fator estruturador do espaço devido a importância estratégica no desenvolvimento e expansão dos povos, os mananciais, que são fundamentais a sua manutenção em termos quali-quantitativos, são áreas a serem protegidas através do ordenamento territorial municipal. Assim, para Tucci e Mendes (2006, p. 153), “as legislações que envolvem as águas urbanas estão relacionadas com: recursos hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental”. E segundo Lima e Cestaro (2010, p. 156):

A gestão de um território exige um conhecimento integrado dos recursos naturais e das condições socioeconômicas, capaz de fornecer mecanismos para elaboração de estratégias de uso dos espaços, tendo em vista a manutenção das potencialidades naturais e, associada a isso, a qualidade de vida da sociedade em geral.

No entanto a existência de atividades causadoras de impacto ambiental nos centros urbanos ou nas suas proximidades pode afetar esta manutenção da quantidade dos recursos naturais existentes, visto que muitas vezes, são atividades necessárias para o desenvolvimento e sustento da população, de forma a minimizar

⁴ “Susceptibilidade de um aquífero de ser adversamente afetado por uma carga contaminante” (FOSTER, 1987 apud FOSTER; HIRATA, 1993, p. 67).

os impactos que possam ser causados a partir da implantação de atividades poluidoras, tem-se um aparato legal que rege estas instalações de maneira condizente com a manutenção das potencialidades naturais do local.

Em relação à proteção dos recursos hídricos a Constituição Federal de 1988 passou a considerar as águas como de domínio público, isto é, todos têm direito ao seu uso. Nesta nova visão, foram estabelecidos dois domínios: da União (os rios que possuem sua rede de drenagem em mais de um Estado ou País) e dos Estados (que possuem rede de drenagem restrita ao território de um Estado). Esta Lei também estabelece, em seu artigo 26, que as águas subterrâneas são bens do Estado na qual se encontram (BRASIL, 1988).

Para a efetivação das legislações que contemplam a proteção das águas subterrâneas e a sua gestão, o Ministério do Meio Ambiente (2010) responsabiliza o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, constituído pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), este assessorado pela Câmara Técnica de Águas Subterrâneas (CTAS); Agência Nacional de Águas (ANA); Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal e Comitês de Bacias Hidrográficas discutir sobre assuntos pertinentes às águas subterrâneas e propor instrumentos de gestão destas na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Partindo destas atribuições, conforme cita Dutra (2005) foram criadas pelo CNRH as resoluções nº 15 e nº 22 que estabelecem as diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas e sua inserção nos Planos de Recursos Hídricos. Sendo que estes Planos englobam o Plano Nacional de Recursos Hídricos, Planos Estaduais de Recursos Hídricos e os Planos de Recursos Hídricos de bacias (TUCCI; MENDES, 2006).

Assim, no artigo 6º da resolução nº 15 (BRASIL, 2001), consta que os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos deverão orientar os Municípios no que diz respeito às diretrizes para promoção da gestão integrada das águas subterrâneas em seus territórios, em consonância com os planos de recursos hídricos. Sendo propostas nestas diretrizes, mecanismos de estímulo aos Municípios para a proteção das áreas de recarga dos aquíferos.

A resolução nº 22 (BRASIL, 2002), também em seu artigo 6º, resolve que os Planos de Recursos Hídricos devem explicitar as medidas de prevenção, proteção, conservação e recuperação dos aquíferos para garantir os múltiplos usos e a manutenção de suas funções ambientais. Assim, o Conselho Nacional de Recursos

Hídricos, estabeleceu a Resolução nº 92 (BRASIL, 2008), que institui como norma a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro, desta forma, tendo como objetivo a manutenção da qualidade e quantidade desse recurso.

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. Logo, as diretrizes estabelecidas para proteção das zonas de recarga de aquífero estão diretamente relacionadas ao uso e ocupação do solo destas áreas.

No Estado do Rio Grande do Sul, o decreto nº 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002), regulamenta disposições da Política Estadual de Recursos Hídricos e dispõe sobre o gerenciamento e a conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado, sendo descrito em seu artigo 25º que é vedada qualquer ação, omissão ou atividade que intencionalmente, ou não, possa causar poluição das águas subterrâneas.

Além das legislações federais e estaduais sobre recursos hídricos que abordam a proteção das áreas de recarga de aquífero, existem municípios que possuem normas restritivas de uso e ocupação do solo para estas áreas. 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, devendo esta ser igual 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 água⁵ e restrições de usos do solo em relação à atividades que possam causar poluição em áreas de recarga de mananciais subterrâneos.

⁵ 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).

Em relação ao parcelamento do solo urbano, a Lei Federal nº.6.766 (BRASIL, 1979) no artigo 3, cita que não é permitido o parcelamento do solo:

- em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo á saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

As tendências dos vetores de expansão das cidades devem corresponder ao que as normas sobre uso do solo urbano estabelecem como áreas onde não é permitido o uso do solo, como as citadas na Lei nº. 6.766 (BRASIL, 1979), pois se estas não forem respeitadas possivelmente o município terá problemas futuros relacionados à diminuição da qualidade de vida de sua população e arcar com os custos causados pelo não cumprimento da Lei. Estes custos podem existir devido a problemas causados pelo uso inadequado do solo urbano, como por exemplo deslizamentos de terra e inundação de áreas habitadas, e também de problemas relacionados à saúde pública, como casos de intoxicação por produtos pré-existentes na área ocupada.

Outra normatização federal que estabelece diretrizes gerais da política urbana é o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257 (BRASIL, 2001), que em seu artigo 2º destaca que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, sendo uma das diretrizes gerais a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:

- a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;
- b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
- c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infra-estrutura urbana;
- d) a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólos geradores de tráfego, sem a previsão da infraestrutura correspondente;
- e) a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização;
- f) a deterioração das áreas urbanizadas;

g) a poluição e a degradação ambiental;

Nesta Lei, o princípio de evitar a poluição e degradação ambiental através do controle do uso do solo reforça a necessidade de manutenção das características naturais intrínsecas ao meio ambiente, como por exemplo a manutenção e/ou criação de áreas verdes e de áreas que permitam a infiltração natural da água (como os açudes), para que se tenha uma amenização dos efeitos negativos que o sistema urbano desencadeia. Com a não poluição e degradação de mananciais hídricos, solos, ar e vegetação, o retorno qualitativo será revertido à própria população.

No Estado do Rio Grande do Sul, a Lei nº 10.116 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1994), em seu artigo 17, estabelece que não é permitido o parcelamento do solo para fins urbanos em terrenos dos quais resultem lotes em desacordo com os padrões estabelecidos no plano diretor ou nas diretrizes gerais de ocupação do território. E, no Código Estadual do Meio Ambiente (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2000), em seu artigo 192 dispõe que os parcelamentos urbanos ficam sujeitos, dentre outros quesitos, a proteção das áreas de mananciais, assim como suas áreas de contribuição imediata, observando características urbanísticas apropriadas. Portanto, através da competência de gerir sobre os usos do solo permitidos e não permitidos em determinados espaços de seu território, o município poderá limitar a ocupação das áreas de recarga de mananciais de água subterrânea por atividades consideradas poluidoras.

Para manter a água subterrânea com qualidade, o ordenamento territorial efetivado em área de recarga de aquífero deve contemplar os quesitos básicos de restrições de uso e ocupação do solo, como a não instalação de atividades potencialmente poluidoras, mas se já estiverem instaladas anteriormente aos estudos técnicos que delimitaram a área, devem ser seguidas as normas sobre a efetivação do licenciamento ambiental de acordo com as características da área em que estará localizado o empreendimento. Assim, através da prevenção torna-se viável o uso das águas subterrâneas sem a necessidade de tratamento prévio.

Uma das formas de proteção é a Licença Ambiental que se caracteriza como “um dos instrumentos exigidos para a implantação de atividades causadoras de impactos ambientais” (CUNHA; GUERRA, 1999, p. 98). Sendo o impacto ambiental:

Art.1º Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

De acordo com o exposto, a implantação de atividades que possam causar poluição ou alterar propriedades do meio ambiente devem possuir Licenciamento Ambiental. Sendo este, composto por três licenças, a Licença Prévia, a Licença de Instalação e a Licença de Operação.

Considerando a existência de atividades causadoras de impacto ambiental em área de recarga natural de aquífero no Estado do Rio Grande do Sul, os projetos de implantação ou ampliação de empreendimentos que apresentem riscos de poluição das águas subterrâneas deverão conter estudos detalhados de caracterização hidrogeológica e de vulnerabilidade dos sistemas aquíferos (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002). Tendo em vista a vulnerabilidade das áreas de recarga de aquífero por serem locais de fácil infiltração da água, a implantação de atividades que possam causar modificações na qualidade e quantidade desta infiltração devem seguir as normas que dispõem sobre o uso adequado destas áreas, a fim de evitar impactos ambientais irreversíveis para o sistema aquífero.

2.2. Usos do solo potencialmente poluidores

A poluição causada em águas subterrâneas e superficiais origina-se de diversas fontes, podendo ser difusas ou pontuais. Fontes difusas de poluição caracterizam-se como sendo de difícil identificação, pois lançam seus rejeitos e/ou produtos químicos de forma dispersa, dificultando a identificação do local de origem da poluição. As fontes pontuais são de fácil identificação, pois os rejeitos das atividades são lançados pontualmente no solo (FOSTER; HIRATA, 1993).

Neste contexto, segundo Foster e Hirata (1993); Feitosa e Manoel Filho (1997); Heath (1983), configuram-se como fontes de poluição da água subterrânea áreas residenciais urbanas sem ou com incompleta rede de coleta de esgoto, fossas sépticas, uso agrícola do solo com utilização de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes), disposição de efluentes provindos de atividades industriais, lagoas de efluentes, lixões, aterros sanitários, postos de combustíveis, oficinas mecânicas, confinamento de animais e run-off urbano (resíduos de óleos e graxas).

Verificando o exposto, considera-se que a existência de fontes de poluição da água em áreas de recarga de aquífero configura a vulnerabilidade de poluição do manancial subterrâneo. Em relação às águas subterrâneas, Mota (1995, p. 44) afirma que “as águas de infiltração, carreando impurezas, podem causar a poluição de mananciais subterrâneos”. Já o termo vulnerabilidade de poluição de aquífero “é usado para representar as características intrínsecas que determinam a susceptibilidade de um aquífero de ser adversamente afetado por uma carga contaminante” (FOSTER, 1987 apud FOSTER; HIRATA, 1993, p. 67). Portanto, uma área de recarga de aquífero é uma área mais vulnerável quanto a possível poluição da água do que outra área que possui as mesmas características de uso e ocupação do solo, mas que não é em área de recarga.

Desta maneira, as fontes de poluição são consideradas como usos do solo potencialmente poluidores, pois são usos que têm a possibilidade de causar a poluição dos mananciais hídricos. Assim, os usos do solo potencialmente poluidores das águas subterrâneas são as fontes consideradas por Foster e Hirata (1993), Feitosa e Manoel Filho (1997); Heath (1983), sendo a poluição é intensificada nestas áreas onde as águas de infiltração percolam livremente para o aquífero.

Para Foster e Hirata (1993), nas áreas residenciais urbanas a principal preocupação é a carga contaminante associada com saneamento sem rede de coleta de esgoto, sendo que deve ser considerada a existência de pequenas indústrias de serviço, que podem gerar uma carga extra de poluição. A não existência de rede coletora de esgoto, ou filtros e outros métodos que evitam a poluição, aumenta a possibilidade de poluição dos solos e, conseqüentemente, das águas que nele se encontram. Nestas áreas tem-se, geralmente como característica, o uso da água para diversas finalidades, como para consumo, lavagem de roupas, higiene pessoal e para limpeza em geral. Logo, as águas lançadas com resíduos

possuem diversos tipos de contaminantes provindas destas atividades domésticas desenvolvidas.

A construção de fossas sépticas ou filtros são alternativas para minimizar a poluição do solo quando não existe rede de coleta de esgoto em construções unifamiliares. Mas conforme Mota (1981), à medida que o terreno é habitado por mais famílias este tipo de solução torna-se impraticável, pois seriam necessárias áreas de terreno muito grandes para absorver os efluentes das fossas. Nesta perspectiva, a existência de fossas sépticas em espaços urbanizados gera uma quantidade de efluentes que o solo não suporta absorver, por isso é um uso do solo considerado potencialmente poluidor pelos autores Foster e Hirata (1993), tendo como uma das soluções para estes efluentes, a instalação de redes coletoras de esgoto cloacal que destinam os rejeitos domésticos para uma estação de tratamento de esgotos.

Em relação ao uso do solo agrícola, Foster e Hirata (1993, p. 42) consideram que “algumas práticas do uso do solo são capazes de causar uma séria contaminação difusa nas águas subterrâneas por nutrientes e/ou pesticidas, especialmente em áreas de solos com pouca espessura, muito poroso e/ou textura arenosa”, pois este tipo de solo facilita a infiltração e percolação da água e no caso desta conter impurezas, irão afetar os mananciais.

Feitosa e Manoel Filho (1997), citam que “o uso de fertilizantes e pesticidas nas atividades agrícolas é responsável pela degradação da qualidade da água subterrânea em muitas áreas de cultivo intenso”. O principal fertilizante contaminante da água subterrânea é o nitrogênio (N) na forma de nitrato (NO_3), este sendo encontrado em concentrações acima dos limites permissíveis em regiões agrícolas do mundo como, por exemplo, da Inglaterra (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

As atividades industriais são consideradas usos do solo potencialmente poluidoras devido “às altas concentrações de contaminantes, e algumas práticas de disposição de resíduos e efluentes fazem com que estas atividades sejam de grande preocupação ambiental” (FOSTER; HIRATA, 1993, p. 47). Salienta-se que as principais indústrias potencialmente poluidoras de recursos hídricos, segundo Mota (1995, p. 39) são: “fábricas de papel e celulose, indústria química, petroquímicas, açúcar e álcool, aços e metais, têxtil, alimentícias (bebidas, laticínios), curtumes e matadouros”. Entretanto Foster e Hirata (1993, p. 49), enfatizam que:

Não são necessariamente as indústrias de maior porte e as mais sofisticadas que apresentam as mais altas taxas de cargas contaminantes no subsolo e, conseqüentemente, o maior risco de degradação das águas subterrâneas. Isso é fato, muitas vezes, porque nessas empresas o cuidado com a manipulação de produtos químicos e efluentes, assim como de suas práticas de disposição, são maiores. No entanto, as pequenas empresas são de igual ou maior preocupação, pois estão amplamente disseminadas além de utilizarem quantidades consideráveis de contaminantes tóxicos e não controlarem a disposição de efluentes de modo adequado. Nesses casos, ainda, as indústrias que tratam seus efluentes não estão isentas de problemas, já que o armazenamento de substâncias perigosas, em caso de acidente, poderá gerar contaminantes de grande intensidade no subsolo.

Mediante isso, o setor industrial e também as agroindústrias, configuram-se como sendo a principal atividade pontual potencialmente poluidora, pois caracterizam-se como atividades que existem em diversos lugares e também por abarcar vários tipos de produção. Além disso, é um setor que trabalha com produtos químicos, podendo em casos de acidentes causar poluição dos recursos hídricos de forma irreversível.

As águas superficiais, em muitos casos, recebem cargas de efluentes não tratados que excedem a capacidade de depuração natural dos rios por muitos quilômetros, a jusante, se tornando em fontes de poluição das águas subterrâneas, sob certas condições hidrológicas (FOSTER; HIRATA, 1993). Esta poluição dos rios também pode ser causada por depósitos de lixo sólido que eventualmente encontram-se próximos a suas margens, sendo estes também responsáveis pela poluição de mananciais subterrâneos, devido a decomposição do lixo que produz um líquido chamado chorume.

Segundo Mota (1995, p. 43), “este líquido é produzido naturalmente durante a decomposição dos resíduos, podendo ser aumentado pela umidade natural dos mesmos ou pela percolação das águas de chuva através do lixo”. O mesmo autor cita que a composição do chorume é variável, pois depende do tipo de resíduo que compõe o lixo. O chorume pode, portanto, alcançar as águas superficiais e por meio destas, ou mesmo através da infiltração, os aquíferos.

Neste contexto, verifica-se que as águas subterrâneas podem ser poluídas através de vários tipos de atividades, em contrapartida, a sociedade necessita dos

bens de consumo desenvolvidos por estas atividades, mas também do recurso hídrico com qualidade para a sobrevivência e desenvolvimento econômico. Logo, o saneamento básico e os planejamentos territoriais são relevantes quando se considera a qualidade ambiental adequada de um local, incluindo também o cumprimento das legislações que tratam da proteção dos recursos hídricos, bem como das legislações que abordam as áreas protegidas, devido a estas prestarem serviço ambiental⁶ de forma a manter a quali-quantidade das águas superficiais e subterrâneas.

A importância de manutenção da qualidade e quantidade de infiltração de água provém da ampla utilização deste recurso subterrâneo no mundo. Pois conforme OECD (1989 apud REBOUÇAS; BRAGA; TUNDINSI, 2006, p. 135), países como Dinamarca, Bélgica, Suécia, Alemanha, Áustria utilizam 90% ou mais de água subterrânea para suprir suas necessidades. Já na América Latina (GARDUÑO e ARREGUIN-CORTES, 1994 apud REBOUÇAS; BRAGA; TUNDINSI, 2006, p. 135), especificamente na cidade do México, a porcentagem de utilização de água subterrânea atende cerca de 80% da demanda. E no Brasil, como já citado, a distribuição percentual de moradores em domicílios particulares permanentes, por tipo de abastecimento de água e situação do domicílio é de 6,3% na área urbana e 54, 8% na área rural que utilizam água subterrânea (IBGE, 2010).

Ainda que o uso da água subterrânea no Brasil não seja tão elevado como nos demais países citados, possui potencial para o abastecimento, pois o país possui dois aquíferos (Aquífero Guarani e Aquífero Alter do Chão) com volume considerável de água armazenado, portanto que podem suprir a necessidade de água com qualidade. Neste sentido, as áreas de recarga natural dos aquíferos, são áreas preponderantes a serem protegidas de fontes de poluição. Pois conforme figura 2, dependendo da localização e distância de fontes de água ou poços de captação da origem da fonte potencial de poluição, as mudanças na qualidade da água podem demorar dias, anos, séculos ou até milênios para ser percebida.

⁶ De acordo com Alcamo et al. (2003 apud PIRES; RODRIGUES; VICTOR, 2006), os serviços ambientais compreendem os benefícios de provisão (alimentos, água, madeira, fibras), de regulação (clima, controle de inundações e doenças, qualidade da água), culturais (recreacionais, estéticos, espirituais, educacionais) e os serviços de suporte (formação do solo, fotossíntese, ciclagem de nutrientes).

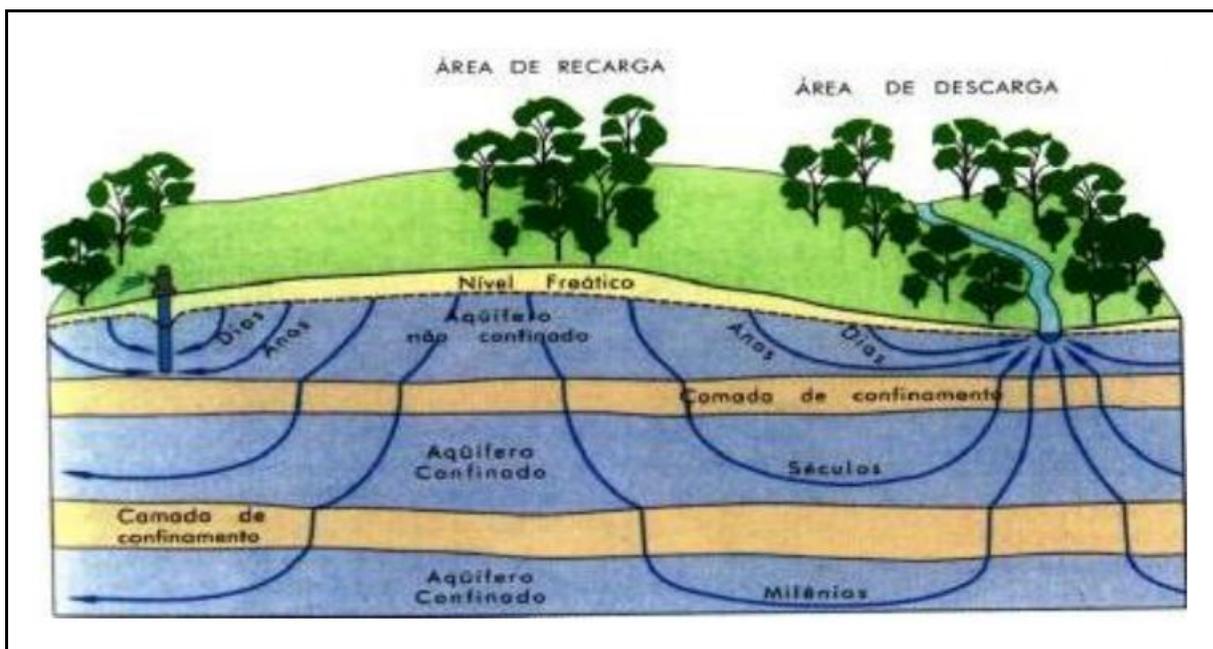


Figura 2 - Sistema de fluxos subterrâneos.
Fonte: Rebouças (2002).

No município de Santa Maria, mesmo que a área de recarga do aquífero Arenito Basal Santa Maria seja considerada pequena em relação à toda extensão do sistema aquífero a que pertence, Sistema Aquífero Guarani, deve ser mantida a proteção quanto a sua possível poluição. Isto se torna importante no contexto local devido a este aquífero abastecer parcela da população de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990), logo, ao manter as fontes de poluição da água subterrânea afastadas da área de recarga natural do aquífero, bem como mantendo áreas que a água possa infiltrar e sustentar o nível da água do aquífero, o abastecimento de água com qualidade poderá ser mantida.

2.3. Configuração das áreas protegidas brasileiras

A preocupação com o estabelecimento de áreas a serem protegidas é antigo, pois no ano de 1948 foi criada a União Internacional para a Conservação da

Natureza⁷ (IUCN, 2010), que define área protegida como “uma porção de terra ou mar especialmente dedicada à proteção da diversidade biológica, recursos naturais e culturais associados a esta, e manejada segundo instrumentos legais e outros meios efetivos” (IUCN, 1994 apud MORSELLO, 2008, p. 26). Assim a criação de áreas protegidas pode ser considerada uma estratégia de controle do território devido as restrições de uso impostas a estas áreas. Portanto, o estabelecimento de áreas protegidas possui importante papel dentre as medidas preventivas, que conforme Cabral e Souza (2005, p. 22) seriam:

Interromper, em alguns casos, a atuação antrópica de modo a permitir a manutenção e a recuperação de atributos naturais ou, em outros casos – de maneira concomitante ou não no mesmo espaço - permitir o uso desses recursos garantindo sua manutenção no longo prazo em condições regulares, minimizando, assim, em ambos os procedimentos, as respostas negativas da atuação antrópica.

No Brasil, teve-se um marco importante na estrutura das áreas protegidas no ano de 2000, pois foi criada a Lei 9.985 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (MEDEIROS, 2006). A implantação do SNUC teve como finalidade ordenar as áreas protegidas existentes e conforme descrito no seu artigo 1º, estabelecer critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação - UCs. Sendo que a criação de uma Unidade de Conservação deve ser precedida de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade (BRASIL, 2000).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação separa em dois grupos as Unidades de Conservação, as de proteção integral e as de uso sustentável. As primeiras têm como objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Já as Unidades de uso sustentável têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000). Entretanto, estas

⁷ Apóia a investigação científica, administra projetos de campo em todo o mundo e traz governos, organizações não-governamentais, agências das Nações Unidas, empresas e comunidades locais em conjunto para desenvolver e implementar políticas, leis e melhores práticas.

Unidades de Conservação contempladas pelo SNUC não abrangem todas as áreas protegidas existentes no Brasil.

Neste contexto, torna-se necessário esclarecer a diferença existente entre o conceito de Unidades de Conservação e Áreas Protegidas. As Áreas Protegidas, conforme Cabral e Souza (2005, p. 12) “são espaços territoriais legalmente protegidos por meio da legislação ambiental específica”, já as Unidades de Conservação “são espaços territoriais cuja definição foi dada pela redação do SNUC” (CABRAL; SOUZA, 2005, p. 12).

Nessa perspectiva, o conceito de áreas protegidas abrange as áreas que possuem algum tipo de restrições de uso do solo, pois além das UCs, estão incluídas outras áreas de proteção, estas que podem ser instituídas pelo poder público municipal, estadual ou mesmo federal. Em outras palavras, tem-se no Brasil a existência de várias categorias de áreas protegidas que não são contempladas pelo SNUC.

As áreas protegidas que possuem amparo legal e integram o conjunto brasileiro de espaços territoriais especialmente protegidos são: as Unidades de Conservação, as Áreas de Preservação Permanente (APP's), as Áreas de Reserva Legal, as Áreas Especiais de Interesse Turístico, os Locais de Interesse Turístico, as Áreas de Proteção Especial, as Cavernas e a Servidão Ambiental (CABRAL; SOUZA, 2005). Nesta mesma perspectiva, identificam-se também as áreas de recarga natural de aquíferos, que são áreas protegidas de uso sustentável.

De forma a estabelecer uma ordem conceitual, os Espaços Territoriais Especialmente Protegidos (ETEP) englobam as Áreas Protegidas e as Unidades de Conservação, sendo estas previstas no rol da Lei do SNUC (PEREIRA; SCARDUA, 2008). Já o primeiro conceito, ETEP, é instituído na Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, que impõem ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações e, para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e incumbe ao Poder Público definir, em todas as unidades da federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos.

Pereira e Scardua (2008, p. 90) conceituam os Espaços Especialmente Protegidos como “aqueles espaços, públicos ou privados, criados pelo poder público e que conferem proteção especial ao meio ambiente, tomado este em sua acepção

mais ampla, de modo a incluir o aspecto cultural do meio ambiente”. Assim, as Áreas Protegidas e as Unidades de Conservação estão incluídas no conjunto de Espaços Territoriais Especialmente Protegidos existentes no Brasil, o que pode ser verificado na figura 3.

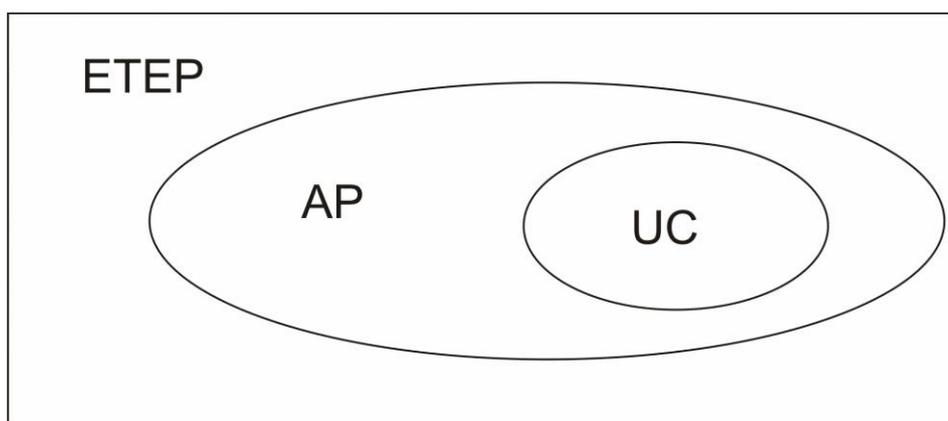


Figura 3 - Representação esquemática de Espaços Territoriais Especialmente Protegidos (ETEP), Áreas Protegidas (AP) e Unidades de Conservação (UC).
Fonte: PEREIRA e SCARDUA (2008).

Conforme o exposto, as áreas de recarga de aquíferos são consideradas áreas protegidas pelo fato de serem definidas geograficamente e destinadas, ou regulamentadas, e administradas para alcançar um objetivo específico de conservação (MMA, 2000), sendo este a proteção da recarga de água para o manancial de água subterrâneo com qualidade e quantidade. As áreas de recarga de aquíferos são amparadas pelo Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002) que, dentre outras disposições, regulamenta a conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado, confirmando portanto, que são áreas protegidas, pois são espaços protegidos por legislação específica.

Segundo Pereira e Scardua (2008), a legislação ambiental brasileira atua em duas correntes. Uma refere-se a proteção do ambiente natural, a partir da criação de diferentes Espaços Territoriais Especialmente Protegidos, e outra destina-se ao controle e uso sustentável dos recursos naturais, mediante a utilização de instrumentos de comando e controle da poluição. As áreas de recarga de aquíferos podem ser enquadradas nas duas correntes, pois são áreas protegidas, logo, Espaços Territoriais Especialmente Protegidos, que requerem determinadas

restrições de uso do solo, devendo, portanto, seguir instrumentos de comando e controle de poluição, como seguir o que estabelece as leis sobre ordenamento territorial municipal e de controle e licenciamento ambiental.

Nesta perspectiva, as áreas de recarga natural de aquíferos são espaços territorialmente demarcados (após estudos técnicos), cuja principal função é a recarga e a manutenção e/ou conservação das águas subterrâneas. Tendo em vista que estas áreas são classificadas como de uso sustentável, os usos e ocupações do solo existentes nestes espaços não deverão prejudicar a quali-quantidade da recarga de água efetuada.

2.3.1. Função ambiental da vegetação

A utilização dos recursos hídricos ocorre no desenvolvimento de diversas atividades, sendo, na maioria dos casos, um recurso indispensável, seja por meio do uso direto ou indireto. Atualmente considerada como um bem de domínio público e que possui valor econômico (BRASIL, 1997), a água traz consigo uma carga de importância muito grande.

Esta importância atribuída ao recurso hídrico com qualidade está vinculada à sua utilização cada vez maior, devido ao crescimento de habitantes no mundo, do aumento da demanda por serviços que necessitam de água, da crescente poluição que está sendo efetivada em águas que há alguns anos atrás não ocorria e, na maioria das vezes, da não preservação da vegetação que acompanha os cursos d'água. Desse modo verifica-se o decréscimo na sua qualidade e quantidade para suprir serviços essenciais da população.

Como forma de reverter esta situação, se destaca a produção de água⁸ através da manutenção da vegetação em locais essenciais, como fontes de água e nas margens das redes de drenagem. Com intuito de manter o fluxo de água regularizado nas bacias hidrográficas, a manutenção da vegetação ciliar dos rios e

⁸ Conceito desenvolvido através do Programa Produtor de Água, desenvolvido pela Agência Nacional de Águas - ANA, que tem como foco o estímulo à política de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA - voltados à proteção hídrica no Brasil. Este programa apóia, orienta e certifica projetos que visem a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade, a ampliação e a regulação da oferta de água em bacias hidrográficas de importância estratégica para o País (ANA, 2012).

nascentes é fundamental, tornando possível o processamento da água de forma regular, pois ao mesmo tempo que a vegetação retém água, possibilita que a água infiltre no subsolo e não tenha um escoamento superficial elevado o que acarretaria em perdas de solo e assoreamento do rio.

Por sua vez 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 a 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 do fluxo no período das secas e o controle das enchentes);
- 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 temperatura aquática por meio do sombreamento dos rios e córregos);
- 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 abastece lentamente os cursos d'água superficiais. Em virtude disso, em casos de períodos de secas, os rios que são abastecidos por fluxo subterrâneo de água continuam a existir, são os chamados rios perenes, já os rios que não possuem contribuição de água subterrânea, em períodos de seca não conseguem manter seu fluxo de água, são os rios intermitentes.

A existência de vegetação como as matas ciliares também funciona como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e conseqüentemente a fauna aquática e a população humana

(QUINTAS; STOLF; CASAGRANDE, 2007). A qualidade da água existente nas drenagens superficiais pode interferir na qualidade das águas subterrâneas, pois estas, em alguns casos são mantidas pelo abastecimento dos cursos d'água superficiais.

Assim, a existência de Áreas de Preservação Permanente, bem como Unidades de Conservação e áreas verdes em centros urbanos, sempre irá contribuir no processo de infiltração da água. A vegetação presente nestas áreas tem a capacidade de retenção de poluentes e facilita a infiltração da água para que o ciclo hidrológico seja regularizado, desta maneira, permitindo a produção de água para os mananciais subterrâneos.

Neste contexto, Lima et al. (1994, p. 10) cita as áreas verdes no conceito de Espaços Livres, estes que por sua vez, “tem que ser integrado ao uso do espaço, sua escala e função, devendo, esta última, satisfazer três objetivos principais: ecológicos, estético e de lazer” (LIMA et al. 1994, p. 10). As Áreas Verdes se constituem em espaços onde há o predomínio de vegetação arbórea, estes englobam as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais e trevos de vias públicas, que têm funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como Área Verde (LIMA et AL, 1994).

Inserido no conceito de área verde estão os Parques Urbanos e as Praças. Os Parques Urbanos se constituem em Áreas Verdes, com funções ecológicas, estéticas e de lazer, e que possuem extensão maior que as Praças e Jardins Públicos. Já as Praças possuem como principal função o lazer, podendo não se constituir em uma Área Verde. Isso ocorre quando não tem vegetação e é impermeabilizada. No caso das Praças possuírem vegetação são chamadas de Jardins (LIMA et AL, 1994).

A criação de áreas verdes é uma das alternativas existentes atualmente para as grandes e médias cidades que desejam estabelecer formas e funções ambientais perdidas através do processo de urbanização. Segundo Caporrusso e Matias (2008, p. 07):

A manutenção das áreas verdes urbanas sempre foi justificada pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população. Ela interfere diretamente na qualidade de vida dos seres por meio das funções sociais, ecológicas, estéticas e educativas, que elas exercem para amenização das conseqüências negativas da urbanização.

As áreas verdes destinam-se a suprir algumas das necessidades que as cidades demandam como áreas de lazer, refúgios em relação às áreas edificadas, regularização de vazões, manutenção de habitats e de determinadas espécies de animais e plantas. Sendo que para Braga e Jesus (2005, p. 05), “as funções ecológicas dos espaços verdes são diretamente influenciadas pela distribuição espacial destas áreas”, isto é, quanto mais ligações entre as áreas verdes de uma cidade existirem, maior será a probabilidade de se encontrar variedades de espécies da fauna e da flora nestes locais. Logo, quando o planejamento para criação de áreas verdes nas cidades é realizado, a proximidade destas deve ser considerada.

Considerando a criação de áreas verdes com objetivo de regularização de vazões em épocas de cheias, a fim de minimizar os efeitos do escoamento superficial intenso da água, os locais de criação dependerão de prévio estudo para identificar as áreas de melhor adequação ao objetivo da área verde. Além das funções já abordadas, são espaços adequados a serem planejados pelos órgãos públicos das cidades que se localizam sobre áreas de recarga natural de aquífero, por possuírem características de permeabilidade da água.

As áreas verdes devem favorecer a existência de vegetação arbórea e gramíneas, que contribuem para a infiltração da água nos solos. Assim esta área estará realizando um serviço ambiental importante, como a produção de água subterrânea.

Do mesmo modo que possuem características produtoras de água, as áreas verdes têm a função de proteger os mananciais hídricos superficiais e subterrâneos qualitativamente, pois, ao ocuparem determinado espaço, a possibilidade de ter atividades potencialmente poluidoras implantadas neste local é mínima, favorecendo a infiltração da água com qualidade.

Outra questão significativa quando referir-se à infiltração de água e proteção dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos em áreas urbanas e rurais é o cumprimento do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) que dispõe sobre as Áreas de Preservação Permanente - APPs. Estas áreas são consideradas espaços especialmente protegidos, tratados como instrumento legal pela Política Nacional do Meio Ambiente na promoção da sustentabilidade ambiental.

Segundo Resolução do CONAMA nº 369 (BRASIL, 2006), as APPs são espaços territoriais protegidos, que possuem vegetação ou não, com importante função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Apesar disso, essas áreas nem sempre são preservadas, o que ocorre muitas vezes é o desmatamento destes locais para seu uso na agricultura e na pecuária nas zonas rurais e nas zonas urbanas para suprir a necessidade de espaços para residências. Isso 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).

Praticamente no mesmo viés das APPs, as UCs, as áreas verdes e as Reservas Legais são fundamentais para manutenção do fluxo hídrico superficial e subterrâneo. Nos espaços urbanos existem dificuldades distintas dos espaços rurais para manutenção e cumprimento das normas que dispõe sobre a proteção destas áreas.

Em muitas cidades brasileiras a intensa urbanização acarretou em perda destas áreas protegidas, como APPs e áreas verdes, já nas áreas rurais esta perda foi decorrente de políticas instituídas, que visavam o máximo aproveitamento do solo para produção agrícola. Nesta perspectiva, muitas áreas antes preservadas e que realizavam os processos do ciclo hidrológico de forma regular não ocorre mais.

A manutenção e instituição de áreas protegidas ou até mesmo unidades de conservação em áreas prioritárias para infiltração da água é uma política que visa manter o fluxo hídrico superficial e subterrâneo regular, de forma que as populações que dependem desta água, superficial ou subterrânea, possam utilizá-la com qualidade e quantidade. Pois, conforme cita Tundisi (2005, p. 95), “um dos principais desafios para o Brasil no século XXI será garantir o suprimento adequado de água para as regiões metropolitanas e urbanas”, sendo que as cidades de pequeno e médio porte ainda possuem suprimento de água adequado (TUNDISI, 2005), mas considerando o aumento no investimento para o tratamento da água, a criação de áreas protegidas ou a implantação efetiva da compensação por serviços ambientais⁹

⁹ Os instrumentos de CSA tem como principal objetivo transferir recursos ou benefícios da parte que beneficia para a parte que ‘ajuda’ a natureza a produzir ou manter os seres vivos e as condições que garantem os processos ecológicos de que necessitamos (BORN; TALOCCHI, 2002, p. 29).

(CSA) poderá amenizar problemas futuros relacionados à diminuição da qualidade da água e também manter os estoques hídricos subterrâneos.

Nas áreas de recarga de aquíferos é fundamental a manutenção das APPs, reservas legais e a criação de áreas verdes e unidades de conservação, pois estas conferem proteção para que os mananciais de água subterrâneos supram com qualidade e quantidade o abastecimento da população que dele necessita. Desse modo, a criação de novas áreas protegidas não irá anular a proteção já instituída por ser uma área de recarga de água, mas sim irá intensificar a proteção desta, a fim de manter o fluxo hídrico quali-quantitativamente.

A partir da relação floresta-água, em que as florestas protegem os solos contra a erosão, favorecem a infiltração, reduzindo o escoamento superficial e garantindo a recarga dos mananciais e aquíferos, assim como, especialmente as matas ciliares, filtram poluentes químicos e produzem condições favoráveis para a biodiversidade aquática (GUEDES; SEEHUSEN, 2011), verifica-se que na área de recarga de aquífero do município de Santa Maria a instituição de áreas verdes e unidades de conservação, bem como a manutenção da vegetação existente nesta área de conservação natural é fundamental para que o abastecimento de água, realizado pela população local, seja mantido com qualidade e também com oferta suficiente para suprir a demanda existente deste recurso hídrico, seja este para uso doméstico, industrial, comercial ou agrícola.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste item serão descritas as principais características da área de estudo denominada Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria ou Área de Conservação Natural AC8. Dar-se-á ênfase a sua localização, a descrição dos aspectos referentes à hidrogeologia e solos, e a legislação municipal de Santa Maria que contempla esta área, como também serão abordados aspectos relacionados ao processo histórico de ocupação da área de estudo.

3.1 Localização e características da área de estudo

O município de Santa Maria/RS está localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, na Depressão Periférica Sul-Rio-Grandense, ou Depressão Central, conforme figura 4. Localizado a oeste do perímetro urbano do município de Santa Maria e a sudoeste no perímetro urbano e áreas adjacentes, encontra-se a área em estudo, isto é, a Área de Conservação Natural AC8, conforme figura 5. Esta área pertence à bacia hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim, que se localiza na porção centro-ocidental do Estado, entre as coordenadas geográficas 29°35' a 30°45' de latitude Sul e 53°04' a 54°34' de longitude Oeste, tendo como principais usos da água a irrigação, dessedentação de animais e abastecimento público (SEMA, 2011).

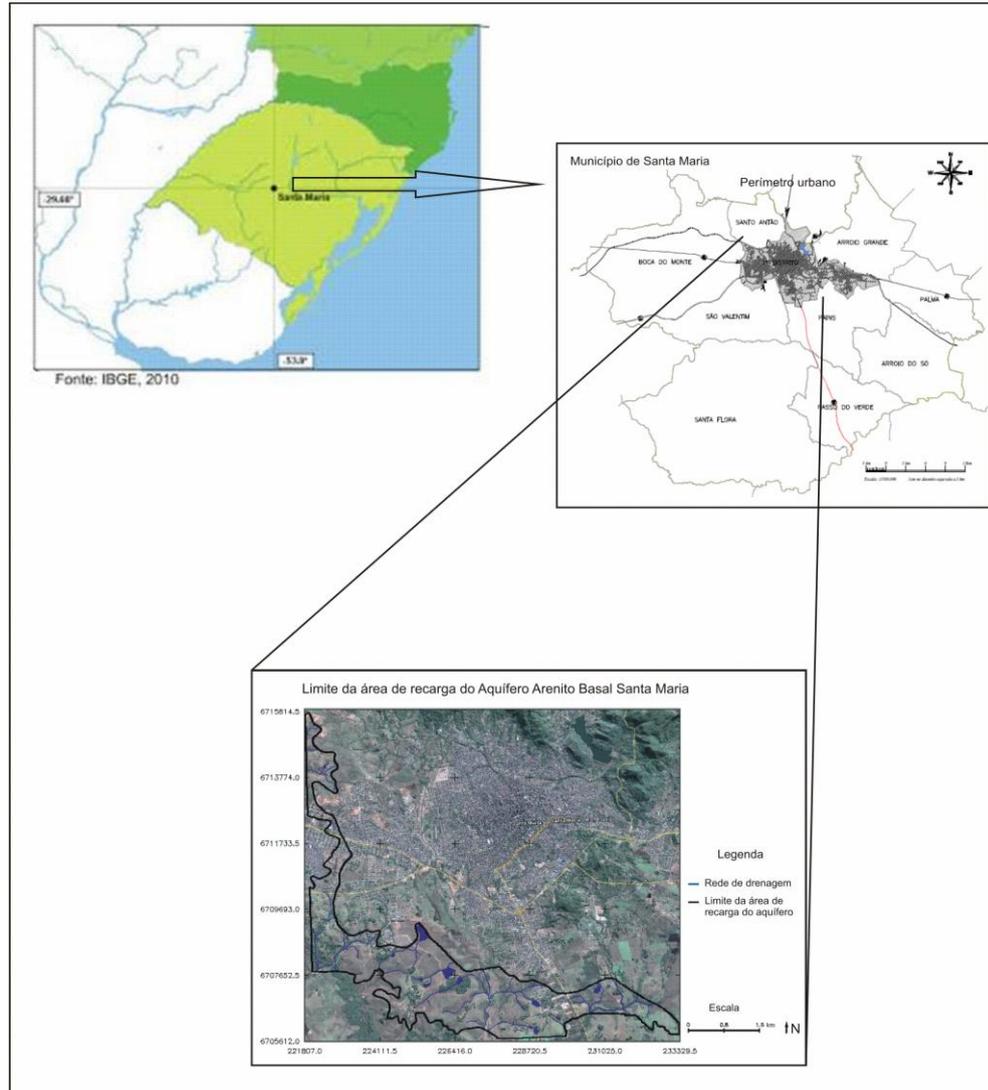


Figura 4 – Localização de Santa Maria e da área de estudo.
Org.: FOLLMANN, F. (2012)

Santa Maria encontra-se em área de transição topográfica, geomorfológica e, portanto, se destacam os cursos de água que possuem suas nascentes no Serra Geral e alguns na Depressão Central. Assim, o município se caracteriza por estar localizado em divisores de água e por consequência se localiza sobre algumas nascentes de drenagens.

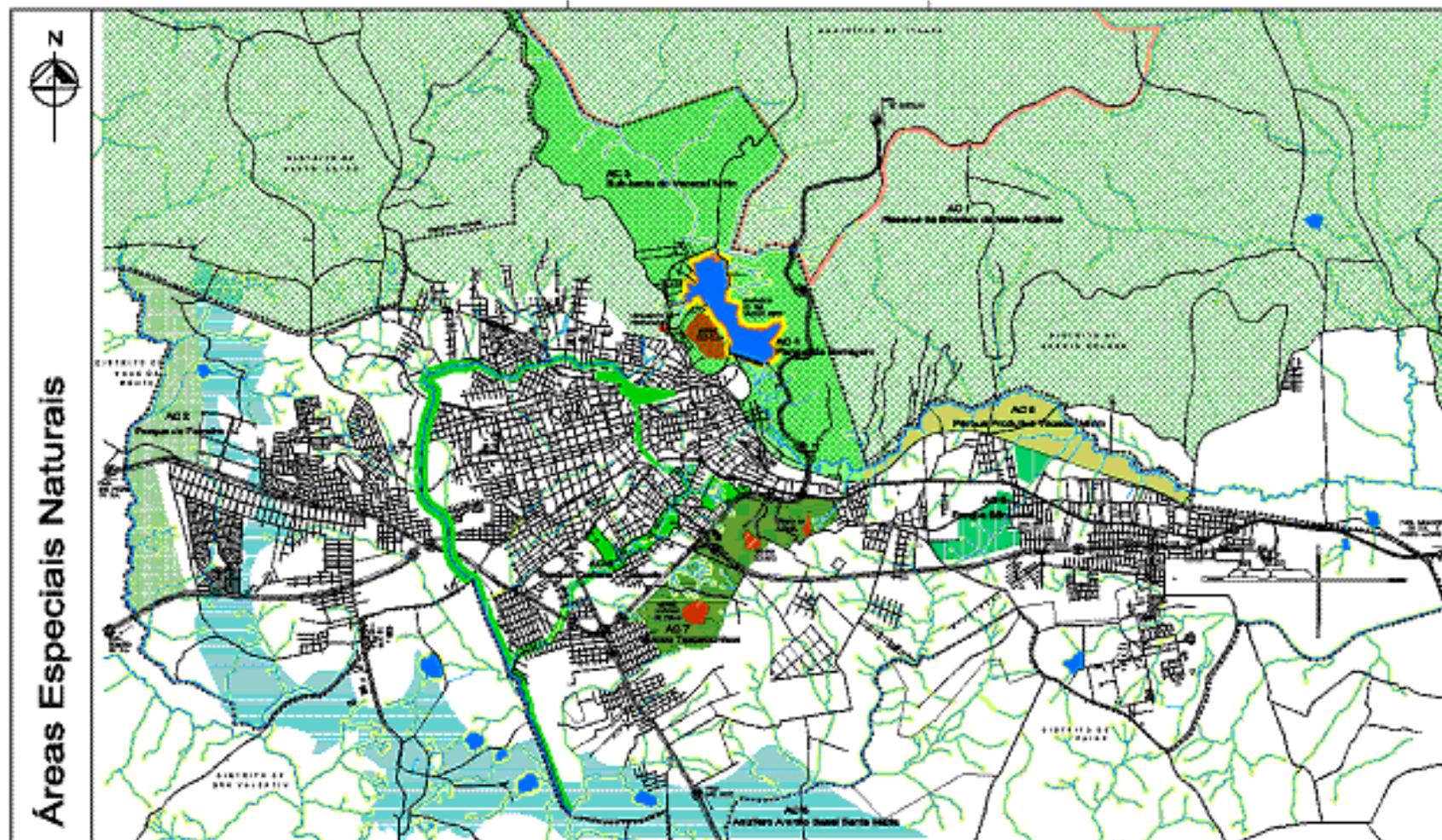


Figura 5 - Áreas Especiais Naturais definidas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS, nº 072, 2009) do município de Santa Maria/RS. A área de estudo deste trabalho, referente à Área Especial de Conservação Natural AC8, que garante a recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, corresponde a toda a mancha azul clara, ao sul e oeste da área urbana.

Fonte: Lei nº 072 – anexo 12

Segundo Rambo (2005, p. 155), a Depressão Central limita-se pelo talude das serras graníticas ao sul, pelo divisor entre o Jacuí e Ibicuí ao oeste, pelo litoral arenoso ao leste e pela raiz da Serra Geral ao norte.

Situada na zona limítrofe entre o granito e o meláfiro¹⁰, a Depressão Central participa, em alguns pontos mais, em outros menos, de todas as grandes regiões naturais do estado: do litoral, porque é limitada por ele ao leste; da Serra do Sudeste e Planalto, porque deles recebe a moldura; da campanha, porque lhe é comum a estrutura e os traços principais da fisionomia (RAMBO, 2005, p. 156).

A partir dessas características se tem como resultado uma paisagem mista, cujo caráter individual é determinado pela porcentagem com que ingredientes das outras regiões naturais nela se manifestam (RAMBO, 2005). Assim, dependendo da região que se deseja caracterizar e que esteja inserida na Depressão Periférica Sul-Rio-Grandense, torna-se importante verificar com qual região natural (Planalto, campanha, litoral ou Serra do Sudeste) esta área de estudo apresenta maior semelhança.

O 1º Distrito Sede do município de Santa Maria e áreas adjacentes, conforme anexo 12 da LUOS, possui cobertura vegetal associada ao contato entre os campos sulinos e a floresta estacional decidual¹¹. Na fase VI de revisão e atualização dos limites e zoneamento da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e base cartográfica digitalizada (RBMA, 2008), figura 6, pode ser visualizado áreas em que a vegetação de floresta existiria, caso não houvesse ocupação humana nestes locais. Assim, a Área de Conservação Natural AC8 possui influência da região natural do Planalto, considerando as características de vegetação que segue os cursos d'água, mas também da campanha, pois tem-se também a existência de campos nesta área.

¹⁰ Denominação dada por alguns geólogos aos basaltos vacuolares antigos, isto é, de idade primária. Certos autores dão esta denominação a todos os basaltos que apresentam vermiculações e vacúolos cheios, por vezes, de zeólitas (GUERRA; GUERRA, 1997, p. 419).

¹¹ A Floresta Estacional Decidual é caracterizada por possuir grande número de espécies vegetais (principalmente as árvores do dossel e as emergentes) que perdem as suas folhas no período de seca, ou seja, em uma época específica do ano (RBMA, 2004).

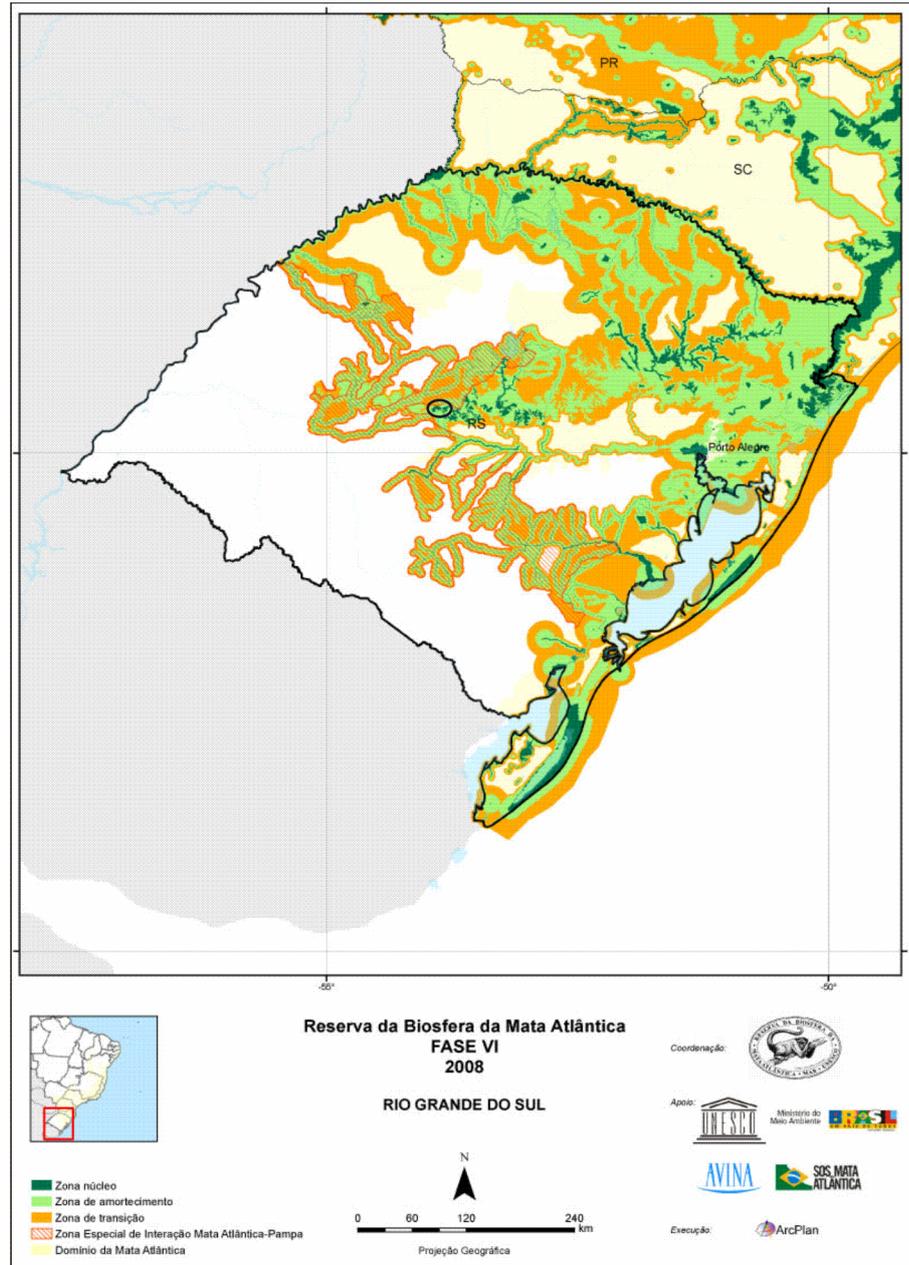


Figura 6 – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, RS.
Fonte: RBMA (2008).

Este diagnóstico baseia-se em dados da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (2008), pois se estima que na década de 1940, a cobertura original de mata atlântica no Estado do Rio Grande do Sul era de 35,08%, e que em menos de 20 anos de uso e ocupação do solo restou apenas 9,57%. Entretanto, o substrato rochoso da Área de Conservação Natural AC8 está relacionado à estrutura geológica existente na Campanha Gaúcha (arenito), sendo a parte superior

esculturada através de processos envolvendo as regiões naturais do Planalto e da Serra do Sudeste, devido à erosão ocorrida nesta durante milhões de anos.

As características do substrato rochoso, solo, hidrogeologia e propriedades geotécnicas da área de estudo encontram-se descritas na Carta Geotécnica de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990). Segundo este autor, o 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 conforme Campos (1996 apud OLIVEIRA; VIEIRA, 2010), o SAG engloba unidades geológicas confinadas, sotopostas aos basaltos, compostas por arenitos e lamitos, com aumento da proporção de argilas em direção à base do pacote sedimentar. Os litotipos do Guarani compõem uma formação subterrânea, de características aquíferas, de profundidade variável que abrange a quase totalidade da Bacia Sedimentar do Paraná (ZUNINO; AINCHIL, 2000, apud OLIVEIRA; VIEIRA, 2010).

A porção superior é constituída por pacote arenoso de idade jurássica, Formações Missiones, Botucatu e Tacuarembó (ARAÚJO; FRANÇA; POTTER, 1999, apud OLIVEIRA; VIEIRA, 2010). A porção basal 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).

Estratigraficamente, o Grupo Rosário do Sul está sotoposto aos arenitos da Formação Botucatu e sobrejacente aos sedimentos da Formação Estrada Nova (LEÃO; CAICEDO; RISSO, 1998, apud OLIVEIRA; VIEIRA, 2010, p. 176). E, segundo 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.

GEOLOGIA – FORMAÇÃO	
Depósitos de aluvião (em planícies)	
Depósito coluvionar de encosta (em patamar)	
Formação Serra Geral	Sequência Superior Ácida
	Sequência Inferior Básica
Formação Botucatu	
Formação Caturrita	
Formação Santa Maria	Membro Alemoa (aquicludo)
	Membro Passo das Tropas (aquífero principal)
Formação Sanga do Cabral (aquicludo)	

Quadro 1 – Geologia de Santa Maria
Fonte: Sartori (2009).

Assim, é interessante destacar que além da Formação Botucatu, outras unidades mesozóicas também podem ser aproveitadas para extração de águas subterrâneas. O Arenito Basal Santa Maria é um exemplo, pois corresponde à fácies Passo das Tropas da Formação Santa Maria, classificado por Bortoluzzi, que possui uma excelente porosidade, tornando-o um aquífero de bom potencial (HOLZ; ROS, p. 351).

Maciel Filho (1990), destaca que para o município de Santa Maria, a unidade Aquífero Arenito Basal Santa Maria é o mais importante, por ser o mais explorado, que pela modalidade de recarga¹², pela pouca descarga natural e pelas condições de fluxo; a área de exposição desta camada é muito vulnerável, exigindo maiores atenções. Na carta geotécnica de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990) alguns cuidados necessários a fim de proteger a quali-quantidade de recarga de água subterrânea são abordados, destacando as condições de infiltração de cada unidade, a vulnerabilidade dos aquíferos e o sentido do fluxo.

A Formação Santa Maria fácies Passo das Tropas ou Arenito Basal Santa Maria, devido as características geológicas de fácil permeabilidade de água e a ser considerado o aquífero principal na área de abrangência de Santa Maria deve ser protegida de possíveis danos na qualidade da água infiltrada, pois conforme Jornal A Razão (04 nov. 2011), a captação de água através de poços de água chega a 3.000 segundo dados da CORSAN, mas em reuniões realizadas no Plenário da Câmara de Santa Maria, palestrantes citaram a existência de até 6.000 poços de captação

¹² 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).

de água no município, incluindo neste número as captações clandestinas. Assim, percebe-se a real demanda por água subterrânea no município, o que torna mais relevante a necessidade de restringir usos do solo potencialmente poluidores na área de recarga deste manancial.

3.2. Processo de ocupação da Área de Conservação Natural AC8

A expansão da mancha urbana na cidade de Santa Maria é intensificada a partir da introdução do transporte ferroviário no Rio Grande do Sul, no final do século XIX (PINHEIRO, 2002). A linha férrea impulsionou o avanço da modernização da cidade, a fim de atender a nova demanda de pessoas e mercadorias.

De acordo com Pinheiro (2002, p. 29) “do início do século XX, até as décadas de 60-70, a base econômica sustentada pela pecuária fez a cidade adquirir outras funções e assim contribuindo para ser um pólo regional de economia terciária emanando suas qualidades no comércio”. Ressalta-se que, o processo de formação e povoamento de Santa Maria sempre esteve atrelado às atividades de prestação de serviços (PINHEIRO, 2002), devido a demanda ocasionada pelo crescimento populacional do município, que se intensificou a partir da instalação da Universidade Federal de Santa Maria em 1960, da Base Aérea de Santa Maria quatro anos mais tarde, e unidades militares do exército.

Na direção oeste da cidade, onde se situa parte da Área de Conservação Natural AC8, a expansão urbana esteve relacionada, inicialmente, a instalação do Distrito Industrial de Santa Maria – DISM (DAL’ASTA, 2009). Segundo Pinheiro (2002, p. 31), “durante a década de 1970, a porção oeste da cidade foi pensada como um espaço para a expansão do setor produtivo, o que demandaria a alocação de uma mão-de-obra nas suas proximidades”. Assim, nos anos 1980, ocorre a construção das Cohab Santa Marta e Tancredo Neves, com a instalação de infraestrutura básica para esta área do município. Esse crescimento urbano através dos anos pode ser verificado na figura 7.

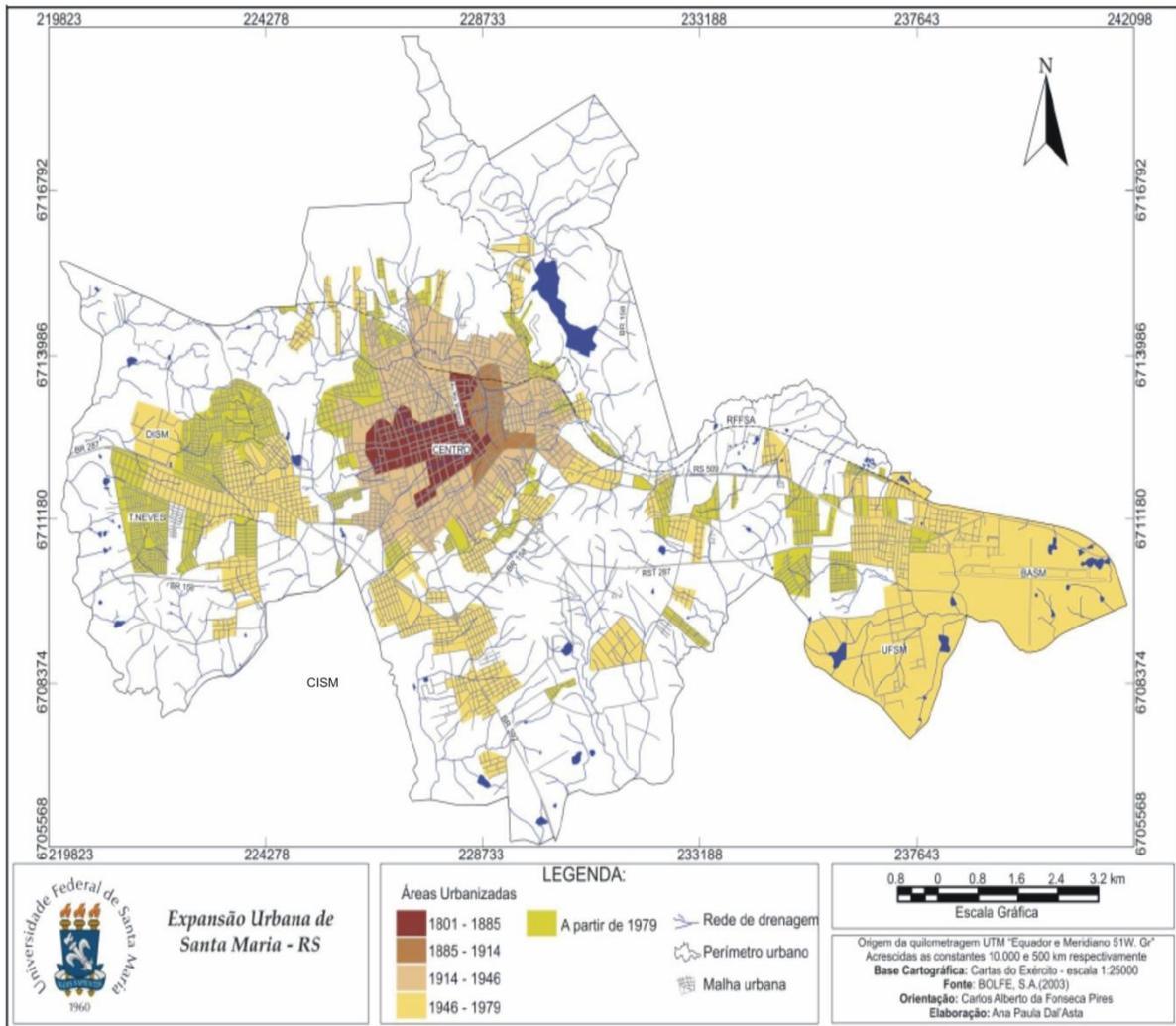


Figura 7 – Expansão urbana de Santa Maria
Fonte: Dal'Asta, A. P. (2009).

A construção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a instalação militar, incluindo o Campo de Instrução de Santa Maria (CISM), bem como a Base Aérea de Santa Maria (BASM), ocuparam grandes áreas no município. Estas instalações estimularam e atraem para suas proximidades, a construção de áreas residenciais e de prestação de serviços, mas também encontram-se “protegidas” da intensa urbanização no seu interior.

O CISM, ao ocupar uma grande parcela do solo no setor sudoeste em área adjacente a sede do município, também possui parte de sua localização na Área de Conservação Natural AC8. Nesta perspectiva, o Campo de Instrução de Santa Maria por impedir o avanço urbano nesta área, contribui para a manutenção da quantidade

de infiltração de água no solo, influenciando na recarga de água do Aquífero Arenito Basal Santa Maria.

3.3. Normas que regem os usos do solo na Área de Conservação Natural AC8

As áreas protegidas podem ser de domínio público ou privado. As de domínio público, portanto, cabem ao Poder Público legislar. A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 que cria a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, em seu artigo 9º, fala sobre os instrumentos da PNMA, na qual dispõe ao Poder Público Federal, Estadual ou Municipal a criação de Espaços Territoriais Especialmente Protegidos.

Assim, a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município de Santa Maria/RS, em seu anexo 12, prevê a instituição de três áreas de preservação permanente e nove de conservação natural no 1º distrito – sede do município e áreas adjacentes. Sendo que uma das nove áreas de conservação natural estabelecidas é a Área Especial de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria ou Área de Conservação Natural AC8, correspondente à área de recarga de aquífero (MACIEL FILHO, 1990).

As áreas de conservação natural são comuns ao fato de serem locais onde o uso para o desenvolvimento de atividades humanas é permitido, de modo que conciliem a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Em virtude das características do recurso natural que tem como função proteger, pode ser utilizada para realização das mais variadas atividades, desde que estas não sejam de natureza poluidora, pois conservam através do uso sustentável.

Na Área de Conservação Natural AC8 de Santa Maria, devem ser seguidas as normas sobre uso do solo estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos e no Plano de Bacia no qual esta zona de recarga está localizada (BRASIL, 2008), neste caso é o Plano de Bacia dos rios Vacacaí - Vacacaí Mirim¹³. Mas, além destas normas, deve ser seguido o que contempla a Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria, pois foi o poder público municipal que instituiu esta área de proteção.

¹³ Plano de Bacia ainda não implantado.

Neste contexto, a Lei de Uso e Ocupação do Solo, classifica Áreas Especiais de Conservação Natural, particulares ou públicas, como:

Aquelas onde podem conviver Homem e Ecossistemas, sem grandes impactos ou traumas ambientais, destinadas ao turismo ecológico, atividades culturais, educacionais, recreativas, de lazer e loteamentos, desde que respeitem os recursos naturais (Lei nº 072, 2009, art. 10).

Identifica-se assim, que o município ao criar suas áreas de conservação institui também quais as restrições de uso do solo impostas a elas. Assim, a Área encontra-se sujeita ao que estabelece o artigo 10º da LUOS. Além disso, a mesma lei, em seu artigo 5º, define como uso do solo as atividades localizadas em determinado espaço físico, que se subdividem em uso permitido, uso tolerado e uso proibido. De modo que o uso permitido é o uso do solo que está de acordo com a destinação prevista na lei e observados os indicadores urbanísticos. Portanto, quando se refere aos loteamentos deve-se também seguir o que estabelece a LUOS do município.

Estas áreas de proteção, se possuem usos do solo potencialmente poluidores, como a disposição de efluentes provindos de atividades industriais, depósitos de lixo, aterros controlados, ausência de rede coletora de esgoto, oficinas mecânicas, postos de combustíveis, e uso de agroquímicos em áreas rurais, possivelmente estarão comprometendo a qualidade da recarga efetuada. Além disso, não estariam de acordo com as atividades consideradas permitidas sobre uma área de uso sustentável, principalmente ao que se refere a exploração do ambiente, de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis.

Na mesma situação, estariam incompatíveis com o que descreve a Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo sobre Áreas de Conservação Natural. Pois, para o município, estas áreas podem ser utilizadas pelo homem desde que respeitem os recursos naturais.

Esta área de conservação natural tem como principal função a proteção da recarga de água para o manancial subterrâneo, logo, a utilização do solo de modo que se tenha a possibilidade de causar a poluição da água subterrânea não favorece a recarga do manancial com qualidade. Os usos do solo nesta área devem

contemplar o que dispõe a LUOS de Santa Maria e também as normas que regulamentam as águas em nível de Brasil e Rio Grande do Sul, sendo que este último proíbe a instalação de atividades poluidoras em áreas de recarga no Estado (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Com o cumprimento das normas que dispõem sobre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos, e também a realização de fiscalização por parte do órgão ambiental municipal para que atividades poluidoras da água não sejam instaladas sem licença ambiental, a recarga de água será efetivada seguindo o ciclo normal de infiltração da água sem poluição. Assim como a manutenção do solo com cobertura vegetal, na maior parte da área, irá propiciar a infiltração da água e possibilitar a recarga do manancial subterrâneo, contribuindo portanto, para que o abastecimento de água, realizado através de poços artesianos ou rastos no município seja mantido.

Com o manancial sendo “realimentado” continuamente e sem poluição, a população de Santa Maria, que demanda do recurso hídrico subterrâneo, poderá continuar utilizando esta água para as várias finalidades às quais o recurso hídrico é necessário. Logo, a proteção quanto aos usos do solo potencialmente poluidores que possam ser instalados nesta área de recarga, que já é normatizada como Área de Conservação Natural do município de Santa Maria é a melhor maneira de manter a qualidade da recarga de água.

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu a partir da problemática, que se refere à efetividade ou não das leis que dispõem sobre o uso e ocupação do solo na Área de Conservação Natural AC8. Esta área é classificada através de legislação municipal como área protegida, pois o Arenito Basal Santa Maria é considerado por Maciel Filho (1990) como uma camada de aquífero subterrâneo de água, logo, nas áreas em que esta camada geológica se encontra sem confinamento, a água infiltra pelo solo e atinge o aquífero, por isto a importância em ser uma área protegida com função de manter a qualidade e quantidade da recarga de água para o manancial subterrâneo.

Neste sentido, os materiais utilizados para o desenvolvimento do mapeamento que contemple o estabelecido nos objetivos formam: carta topográfica Folha SH.22-V-C-IV/1-SE, imagens de satélite IKONOS de julho de 2009 e Carta Geotécnica de Santa Maria (MACIEL FILHO, 1990).

A Carta Geotécnica foi a base cartográfica utilizada para estabelecer a delimitação da Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. A mesma base cartográfica foi utilizada para o mapeamento da Área de Conservação Natural AC8 que consta no anexo 12 da LUOS (Lei nº. 072, 2009).

Para facilitar o entendimento das etapas desenvolvidas na pesquisa, elaborou-se um esquema que apresenta em linhas gerais os passos de desenvolvimento da pesquisa (figura 8)

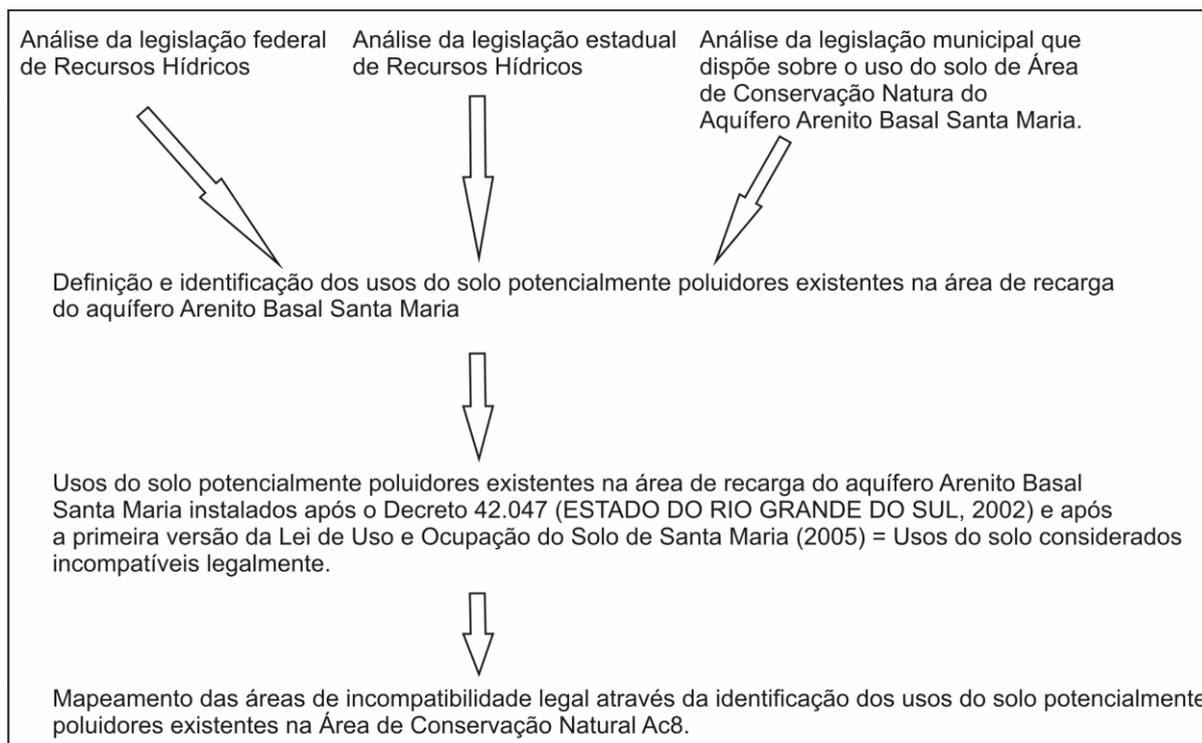


Figura 8 – Esquema síntese de como desenvolveu-se a pesquisa
Org.: FOLLMANN, F. (2012)

Para atingir os objetivos propostos, inicialmente foram analisadas as normas que regem os recursos hídricos em nível federal e estadual do Rio Grande do Sul e, também, as legislações que dispõem sobre os usos do solo permitidos e não permitidos em áreas de recarga de aquífero e áreas de conservação natural, em nível municipal. Estas normas foram relacionadas aos usos do solo existentes na Área de Conservação Natural AC8, possibilitando a investigação sobre os usos potencialmente poluidores da água e das possíveis incompatibilidades legais existentes na área.

Uma vez que o ordenamento territorial sobre o uso e ocupação do solo é de domínio do município, em configuração local, e a gestão e gerenciamento da água é responsabilidade da bacia hidrográfica, a pesquisa tem como diretrizes, a definição dos usos e ocupações do solo e da análise destes, no que se refere às legislações para áreas protegidas de uso sustentável, em âmbito federal e estadual, mas principalmente municipal, dando ênfase a compreensão das leis de Santa Maria.

Do mesmo modo, foi analisada a legislação sobre áreas de proteção dos recursos hídricos subterrâneos, em âmbito estadual e federal, a fim de verificar as restrições de uso do solo definidas para as áreas de recarga de aquífero. Sendo que

estes espaços são entendidos como áreas protegidas, pois conforme Medeiros (2006, p. 40), “as áreas protegidas são importante instrumento de conservação dos recursos naturais”, incluindo assim os recursos hídricos.

A fim de obter informações sobre quais são os critérios utilizados para o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras em escala local e em área de recarga de aquífero, que segundo a lei deverão ser as destinadas ao turismo ecológico, atividades culturais, educacionais, recreativas, de lazer e loteamentos desde que respeitem os recursos naturais, a Secretaria de Proteção Ambiental de Santa Maria foi consultada. Através do material disponibilizado pela Secretaria foi possível diagnosticar as atividades consideradas de impacto local, isto é, que são licenciadas pelo município de Santa Maria. Também foi obtido material que apresenta um projeto ambiental para o DISM, sendo este um dos critérios para obtenção do licenciamento ambiental do DISM, obtido no ano de 2009.

Assim, através das legislações analisadas e dados obtidos na Secretaria de Proteção Ambiental, no mês de novembro de 2010, foi possível verificar se as atividades que se encontram na área de estudo estão de acordo com o previsto na LUOS e se permitem a manutenção dos atributos naturais garantindo a perpetuação para as gerações futuras.

Existem usos e ocupações do solo que podem comprometer aspectos qualitativos da recarga das águas. Neste sentido, estão sendo considerados usos e ocupações do solo com incompatibilidade legal, somente aqueles que estão em desacordo com o que consta na Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo (2005), atualizada no ano de 2009, e no Decreto nº 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002). Este último dispõe que não é permitido a instalação de atividades poluidoras da água subterrânea em áreas de recarga de aquífero, portanto, buscou-se a definição destas atividades para sustentação da pesquisa.

As fontes potenciais de poluição da água identificadas na área de recarga do aquífero são somente as atividades instaladas após o ano de 2002 que institui do Decreto 42.047 e, conseqüentemente, após o ano de 2005 que institui a primeira LUOS do município são consideradas atividades que caracterizam a incompatibilidade legal da área na qual estão implantadas.

Utilizou-se o ano de 2002 como referência, devido à criação do Decreto 42.047, que menciona que atividades poluidoras não podem ser instaladas em áreas de recarga de aquífero no Estado. Na criação da LUOS de Santa Maria esta questão

deveria ter sido inserida claramente na Lei municipal, pois no perímetro urbano se tem uma área de recarga de aquífero, classificada na LUOS como Área de Conservação Natural AC8. Logo, utilizou-se o ano de 2002 para definir os usos incompatíveis.

Desse modo, foram consideradas fontes de poluição da água subterrânea, as mencionadas pelos autores Foster e Hirata (1993), Feitosa e Manoel Filho (1997); Heath (1983), que são: áreas residenciais urbanas sem ou com incompleta rede de coleta de esgoto, fossas sépticas, uso agrícola do solo com utilização de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes), disposição de efluentes provindos de atividades industriais, lagoas de efluentes, lixões, aterros sanitários, postos de combustíveis, oficinas mecânicas, confinamento de animais e run-off urbano (resíduos de óleos e graxas).

As fontes poluidoras da água subterrânea foram classificadas como usos do solo potencialmente poluidores da água porque no desenvolver da pesquisa não foi possível diagnosticar se a poluição está ocorrendo ou não. Neste sentido, as atividades consideradas poluidoras da água pelo autores Foster e Hirata (1993), Feitosa e Manoel Filho (1997); Heath (1983), foram classificadas como usos do solo que possuem a possibilidade de poluição da água subterrânea, ou seja, usos do solo potencialmente poluidores.

A classificação dos usos do solo como potenciais poluidores se deve às características das atividades, por não serem de usos sustentáveis, como exige a lei. Isso porque os seus rejeitos, resíduos ou em alguns casos, a própria natureza da atividade tende a eliminar resíduos na forma de líquido, gases ou sólidos que poderão infiltrar e poluir, alterando as características dos ecossistemas naturais encontrados próximos.

Para averiguar a existência ou não de rede de esgoto na área de estudo, a CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) de Santa Maria foi consultada no mês de novembro de 2010, pois esta é a empresa responsável pelo tratamento e distribuição da água para consumo em Santa Maria, e também pela coleta e tratamento das águas residuais. Sendo que os dados obtidos no período foram confirmados no mês de dezembro de 2011 com a funcionária da CORSAN que disponibilizou as informações em 2010.

Devido a extensão da área de estudo e pela limitação de tempo, não foi possível a identificação da existência de fossas sépticas em cada categoria de uso

do solo existente na área, como a possível existência de outras formas de coleta e tratamento de esgoto, além da rede coletora de esgoto. Mota (1995), afirma que mesmo as fossas sépticas sendo uma alternativa para dispor os resíduos onde não existe rede de coleta de esgoto, também é considerada uma fonte potencial de poluição, pois ela somente diminui a possibilidade de poluição do solo e do lençol freático, sendo que a classificação do solo e substrato rochoso, também possuem influencia no que se refere a maior ou menor possibilidade de poluição do manancial de água subterrâneo.

A realização do diagnóstico da utilização de agroquímicos na área não urbanizada não foi efetivada, pois através da identificação dos usos do solo nestas áreas por imagens de satélite não foram diagnosticadas áreas com atividade agrícola. A maior parcela são áreas de campo e de atividades militares de treinamento. Estas não foram consideradas como usos potencialmente poluidores.

A rede de drenagem existente na Área de Conservação Natural AC8 foi mapeada devido a ser frequentemente usada para a disposição final das águas residuais e resíduos sólidos de diversas origens (FOSTER; HIRATA, 1993), podendo assim ser convertida em fonte de contaminação das águas subterrâneas.

Para verificação dos usos do solo existentes na área de estudo, após visualização prévia em imagens de satélite, realizou-se trabalhos de campo com o objetivo de diagnosticar e descrever qual a situação atual de uso do solo existente na Área de Conservação Natural AC8, caracterizando se os loteamentos existentes na área se enquadram nas exigências legais.

As saídas de campo foram desenvolvidas em períodos distintos durante o processo de desenvolvimento da pesquisa. Estes períodos podem ser visualizados no quadro 2.

Mês/ano da saída de campo	Atividade realizada
Novembro de 2010	Reconhecimento de toda área de estudo.
Novembro de 2010	Prévia identificação dos usos do solo potencialmente poluidores existentes na área.
Maio de 2011	Saída de campo realizada com a turma de alunos da disciplina de Prática de Pesquisa em Geografia (docência orientada) para reconhecimento da área e aplicação da prática da pesquisa. Esta saída de campo ocorreu somente

	nas áreas urbanizadas, bairros Tancredo Neves, Agroindustrial, Juscelino Kubistchek, Pinheiro Machado e Lorenzi.
Maio de 2011	Saída de campo realizada com a turma de alunos da disciplina de Prática de Pesquisa em Geografia (docência orientada) para aplicação da prática de pesquisa, diagnóstico de atividades inadequadas instaladas na área e estudo sobre a importância de manter esta área protegida de atividades poluidoras. Atividades realizadas nos bairros Tancredo Neves, Agroindustrial, Juscelino Kubistchek, Pinheiro Machado e Lorenzi.
Agosto de 2011	Confirmação dos usos do solo potencialmente poluidores existentes na área de estudo.
Setembro de 2011	Saída de campo com destino ao topo do morro das Antenas para visualização geral dos usos do solo existentes na área de recarga do aquífero. Também realizada a confirmação final das atividades potencialmente poluidoras na área.

Quadro 2 – Trabalhos de campo realizados na área de estudo
Org.: FOLLMANN, F. (2012).

Os trabalhos de campo realizados em períodos distintos possibilitou a visualização do crescimento urbano através da comparação dos loteamentos nos anos de 2010 e 2011 e conseqüentemente a diminuição das áreas verdes na área de estudo. Assim, além da identificação das fontes potenciais de poluição da água, foi possível verificar que mesmo sendo uma área protegida com função de recarga de água para o manancial subterrâneo, os loteamentos são construídos sem diferenciação no tamanho dos lotes, conforme anexo 6 (Lei nº 072, 2009), pois o índice verde exigido é de 18% para os lotes, sem diferenciação para os lotes implantados sobre a área de conservação do aquífero.

Os usos do solo potencialmente poluidores foram diagnosticados e analisados separadamente por bairro devido à extensão da área de estudo, facilitando assim, a localização destas fontes potenciais de poluição nos mapas. Posteriormente à análise e discussão sobre as fontes potenciais de poluição diagnosticadas, apresentou-se, através de um mapa, as áreas de incompatibilidade legal existentes na área de estudo.

O mapa de incompatibilidade legal da Área de Conservação Natural AC8 foi desenvolvido, a fim de proporcionar visualização dos resultados obtidos. Os mapas realizados na pesquisa foram elaborados através do programa Spring¹⁴ 5.0 em escala 1:50.000, somente não foi possível realizar o mapeamento em escala maior devido às restrições que o tamanho da área de estudo apresenta. Destaca-se também, que a imagem de satélite do Google Earth utilizada para visualização dos usos do solo disponível no momento da identificação é datada de 29 de julho de 2009, portanto alguns usos do solo foram visualizados somente nas saídas de campo para a área de estudo, devido ao rápido crescimento urbano existente em algumas áreas.

¹⁴ Sistema de Processamento de Informações Georrefenciadas – desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e alguns parceiros. (SANTOS, 2004, p. 132)

5. RESULTADOS

Neste item, buscou-se realizar uma discussão sobre as legislações federais, estaduais e municipais que regulamentam a proteção dos recursos hídricos subterrâneos e que dispõe sobre o uso e ocupação do solo nas áreas de recarga de aquífero. Sempre correlacionando estas legislações ao que aponta a LUOS de Santa Maria.

A identificação dos usos do solo potencialmente poluidores também foi realizada neste item. No qual realizou-se a análise destes por bairros, considerando somente a área inserida nos limites da Área de Conservação Natural AC8. Estes usos serão descritos em tópicos separados por bairros, devido à extensão da área de estudo, possibilitando maior visibilidade dos usos do solo potencialmente poluidores identificados em cada bairro.

As atividades consideradas incompatíveis legalmente foram baseadas nos usos do solo identificados na área, bem como na análise das legislações que mencionam a proteção das águas subterrâneas. O crescimento urbano em direção a área de recarga do aquífero foi outro fator evidenciado nos resultados.

Estes são assuntos discutidos nos resultados da pesquisa. São também trazidos alguns critérios que sustentam a necessidade de manutenção da cobertura do solo com vegetação e da proibição de atividades potenciais de poluição nesta área de conservação natural em Santa Maria.

5.1. Relação entre as normas legais de proteção dos recursos hídricos subterrâneos

Na legislação brasileira, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída no ano de 1997, que cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, é uma lei que normatiza todo o sistema brasileiro em prol do uso adequado da água para atuais e futuras gerações terem acesso a água com qualidade e quantidade, mas também institui regras para proteção dos mananciais. Mesmo não

abordando diretamente as águas subterrâneas, estas, juntamente com as águas superficiais, fazem parte do planejamento existente no Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Esta mesma Lei estabelece que compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Neste contexto, foram criadas algumas Resoluções que abordam a quem cabe a responsabilidade sobre a proteção, a recuperação e a delimitação das áreas de recarga de aquíferos.

Na legislação federal, a proteção das águas subterrâneas é abordada de forma a estabelecer os critérios gerais e destinar a qual instância cabe realizar as etapas para que se tenha uma proteção eficaz. Dentre os aspectos que a legislação federal dispõe destaca-se a Resolução nº 22 (BRASIL, 2002), por estabelecer que:

Art. 5º As ações potencialmente impactantes nas águas subterrâneas, bem como as ações de proteção e mitigação a serem empreendidas devem ser diagnosticadas e previstas nos Planos de Recursos Hídricos, incluindo-se medidas emergenciais a serem adotadas em casos de contaminação e poluição acidental.

Parágrafo único. O diagnóstico, a que se refere o caput, deve incluir:

- I - descrição e previsão da estimativa de pressões sócio-econômicas e ambientais sobre as disponibilidades;
- II - estimativa das fontes pontuais e difusas de poluição;
- III - avaliação das características e usos do solo; e
- IV - análise de outros impactos da atividade humana relacionadas às águas subterrâneas.

Referente aos Planos de Recursos Hídricos, entende-se que sejam os Planos de Bacia Hidrográfica, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Devido às águas subterrâneas serem bens do estado em que se encontram (CF, 1988), destaca-se o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica.

O Plano que deverá conter as especificações de que trata o artigo 5 da Resolução nº 22, será o Plano de Bacia Hidrográfica pertencente a Bacia Hidrográfica a que os limites do aquífero se encontram. Na realidade do Aquífero Arenito Basal Santa Maria¹⁵, estes diagnósticos, de que trata a Resolução, deverão

¹⁵ Localizado no município de Santa Maria e que se encontra nos limites da Carta Geotécnica de Santa Maria.

ser abordados no Plano de Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim, que é a bacia hidrográfica em que o Aquífero se encontra.

Devido ao Plano de Recursos Hídricos dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim ainda não existir, não é possível verificar se este irá contemplar o que o CNRH estabelece sobre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos existentes nesta bacia hidrográfica, o que inclui os diagnósticos referidos no artigo 5 detalhados para o aquífero em questão. A síntese das normas que dispõe sobre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos em nível federal pode ser verificada na figura 9.

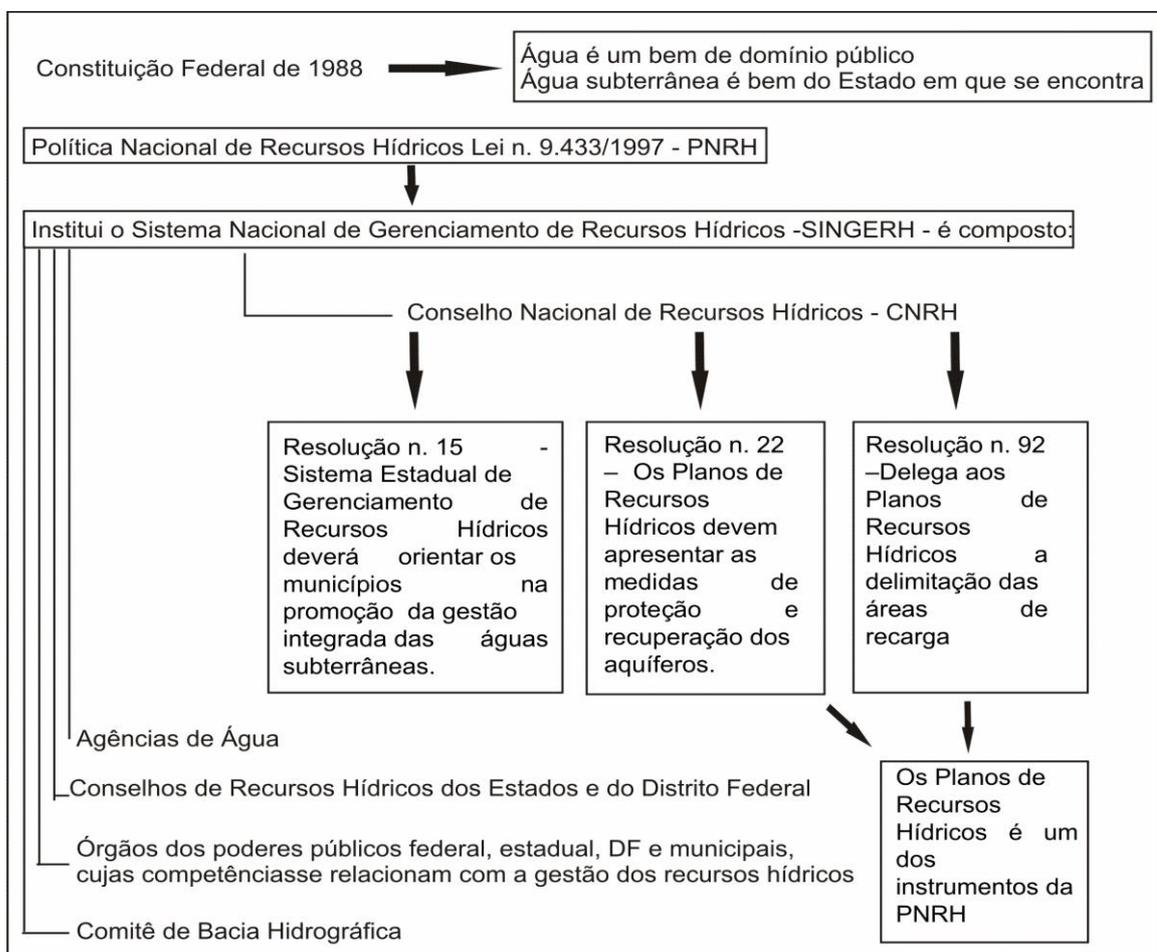


Figura 9 – Síntese da legislação federal sobre proteção das águas subterrâneas
Org.: FOLLMANN, F. (2011)

Verifica-se que a legislação federal é ampla e na instituição do Sistema Nacional de Recursos Hídricos não distingue a forma de proteção das águas superficiais e subterrâneas, sendo este assunto abordado de forma geral. Assim, para suprir esta carência de especificações referente a qual órgão é responsável por

delimitar e estabelecer medidas de proteção e recuperação dos aquíferos, são criadas resoluções pelo CNRH. Este, que segundo a Lei nº 9.433, que cria a PNRH, tem por competência “estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Já em nível estadual, a sequência que rege as normas sobre recursos hídricos é semelhante, sendo que a legislação estadual deverá ser igual ou mais restritiva em termos de proteção que as de nível federal.

No Estado do Rio Grande do Sul um dos princípios da Política Estadual de Recursos Hídricos destaca que “a gestão dos recursos hídricos pelo Estado processar-se-á no quadro do ordenamento territorial, visando à compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a proteção do meio ambiente” (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1994). Desse modo, os municípios pertencentes ao Rio Grande do Sul, ao realizarem o ordenamento de seu território, devem considerar as legislações sobre proteção dos recursos hídricos tanto superficiais como subterrâneos, para que se tenha, a partir do adequado ordenamento territorial municipal o desenvolvimento econômico necessário ao município, juntamente com a manutenção das reservas hídricas sem alterações significativas para o meio ambiente.

Já a norma que regulamenta disposições da Lei nº 10.350 de 1994, que instituí o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, é o Decreto nº 47.042 do ano de 2002. Este dispõe sobre a atribuição dos órgãos quando da administração das águas subterrâneas do Estado nos campos de pesquisa, captação, fiscalização, extração e acompanhamento de sua interação com o ciclo hidrológico, bem como sobre normalizar procedimentos de prevenção, controle e fiscalização da qualidade das águas subterrâneas. O mesmo Decreto cita que os órgãos responsáveis por estas atribuições, Departamento de Recursos Hídricos (DRH) e Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), poderão firmar convênios com outros Órgãos do Poder Público Municipal, Estadual e Federal para aplicação das mesmas.

Este Decreto aborda também sobre a proteção dos mananciais de água subterrânea no Estado do Rio Grande do Sul. Em seu artigo 28, cita que as áreas de proteção dos aquíferos serão estabelecidas a partir de estudos hidrogeológicos e

ambientais, sendo classificadas em Áreas de Proteção Máxima e Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações. Na qual caracteriza as primeiras como:

Art. 29 - A áreas de proteção máxima compreendem, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos vulneráveis à poluição e que se constituam em reservatórios de água essenciais ao abastecimento público, não sendo nestas áreas permitido a implantação de empreendimentos e atividades poluidoras (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002).

A fim de realizar a proteção dos mananciais de água subterrâneos existentes no Estado do Rio Grande do Sul, foi decretado que não é permitido a existência de usos do solo potencialmente poluidores em áreas de recarga de aquífero no Estado. Logo, na Área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria também não é permitido a implantação de atividades poluidoras, segundo o disposto no Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002).

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.

Em virtude disso, para a verificação dos usos permitidos e não permitidos na área de estudo analisa-se a LUOS de Santa Maria, 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.

Nesse sentido, a lei municipal de uso e ocupação do solo deve estar integrada em suas normas com as de âmbito federal e estadual - Rio Grande do Sul. Sendo que a lei de âmbito municipal tem a possibilidade de ser mais restritiva do que as normas estabelecidas pelas legislações estadual e federal.

Sendo assim, o município de Santa Maria estabelece através de sua LUOS os usos permitidos para a Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. Como já referenciado neste trabalho, estes usos permitidos caracterizam-se por serem aqueles onde podem conviver Homem e ecossistemas, sem grandes impactos ou traumas ambientais, mas destinadas também a implantação de loteamentos, desde que respeitem os recursos naturais (Lei nº 072, 2009). Logo, para que se respeite os recursos naturais em área de recarga de aquífero, os usos do solo que são considerados como potenciais poluidores não são permitidos na área, pois estes podem causar impactos ou traumas ambientais.

Dentre os usos permitidos, verifica-se que os loteamentos estão inclusos, devendo estes seguir o que estabelece a LUOS sobre o regime urbanístico e parcelamento do solo urbano para cada área específica. Entretanto, tem-se a existência de loteamentos que foram implantados na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria anteriormente a criação desta Lei municipal, portanto esta estabelece usos do solo permitidos, tolerados e proibidos.

Assim, os loteamentos criados antes da vigência da LUOS classificam-se como usos do solo tolerados, pois não podem ser enquadrados como permitidos, porque não cumprem com todas as limitações e requisitos da legislação em vigor e não se encontram relacionados na lista de usos permitidos para a zona do projeto (Lei nº 072, 2009). Além disso, loteamentos com a existência de atividades poluidoras não são permitidos em área de recarga de aquífero, conforme estabelecido pelo Estado do Rio Grande do Sul no Decreto nº 42.047 de 2002 que regulamenta disposições da Lei nº 10.350 de 1994, conhecida como Política Estadual de Recursos Hídricos.

Na legislação municipal as restrições de uso e ocupação do solo para áreas de recarga de aquífero não poderão contradizer o disposto nas leis federal e estadual, podendo ser somente igual a estas, ou mais restritiva em termos de proteção do meio ambiente. A síntese sobre as normas que regem a proteção das áreas de recarga de aquífero no Estado do Rio Grande do Sul podem ser verificadas na figura 10.

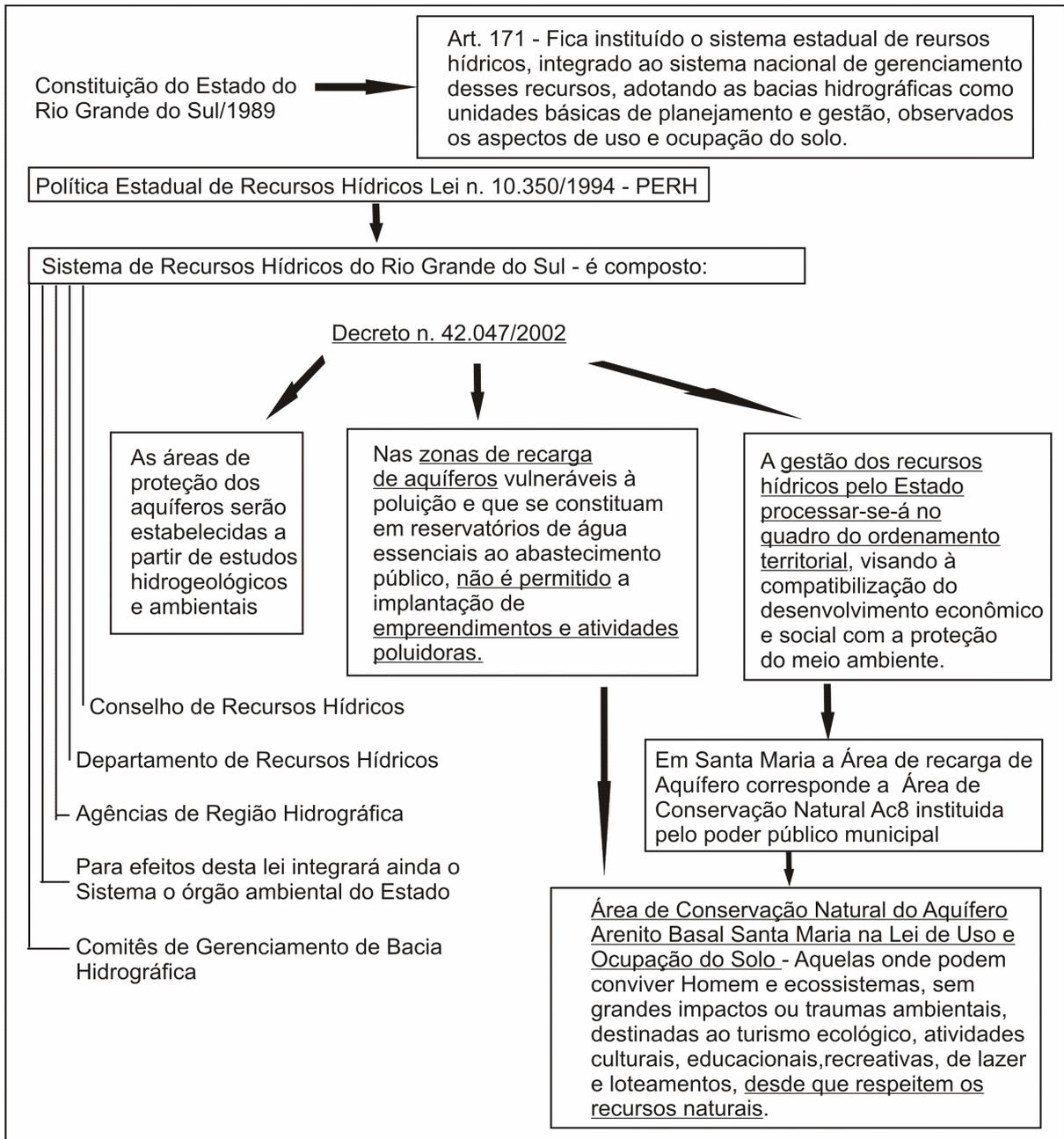


Figura 10 – Síntese da legislação estadual sobre proteção das águas subterrâneas
Org.: FOLLMANN, F. (2011)

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 Conservação Natural AC8. 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 LUOS por ser uma lei municipal que dispõe sobre os usos do solo no município, portanto

que tem como função realizar o ordenamento territorial de acordo com a legislação ambiental vigente.

Entretanto, em relação ao tamanho dos lotes, a LUOS de Santa Maria não difere quanto a um maior índice verde nos lotes a serem implantados na Área de Conservação Natural AC8 em comparação as demais áreas de expansão urbana da cidade. Esta é uma questão que prejudica a infiltração da água, pois como a zona oeste da cidade encontra-se em fase de crescimento urbano, a perda de áreas verdes tenderá a diminuir a infiltração da água para o manancial subterrâneo, como pode ser verificado na figura 11.



Figura 11 – Expansão urbana, Loteamento Cipriano da Rocha. Trabalho de campo nov. 2010.

Assim, para que a recarga de água seja efetivada com qualidade e quantidade para o manancial subterrâneo, os loteamentos implantados na área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria não poderão ser considerados usos do solo potenciais de poluição da água subterrânea, conforme as normas citadas

anteriormente, bem como deverão cumprir o mínimo exigido como índice verde na implantação dos lotes pela LUOS, que é de 18% (Lei nº 072, 2009, anexo 6).

Em oposição, os usos potencialmente poluidores identificados e localizados na área de recarga do aquífero em Santa Maria, implantados após a instituição das legislações¹⁶ que dispõem sobre os usos do solo permitidos e não permitidos para estas áreas, são considerados como incompatíveis, conforme estas legislações.

Foi verificado no Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002) que cita diretamente, que nas zonas de recarga de aquífero não é permitido a implantação de empreendimentos e atividades poluidoras, contudo, na LUOS de Santa Maria, quando aborda sobre os usos do solo permitidos para esta área, que também é classificada pelo município como uma Área de Conservação Natural, diz que é permitido a implantação de loteamentos, desde que estes respeitem os recursos naturais. Logo, da mesma forma que a legislação municipal permite a existência de loteamentos, não especifica quais são as restrições diretas de uso impostas a estas áreas.

Neste contexto, verificou-se que o disposto na LUOS (Lei nº 072, 2009) sobre os usos do solo permitidos na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, não especifica a restrição imposta para áreas de recarga de aquíferos do Estado do Rio Grande do Sul disposto no Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002), sendo que, conforme artigo 31 da Política Nacional de Recursos Hídricos, citado anteriormente, deverá existir a integração das políticas locais de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

5.2. Usos do solo potencialmente poluidores na Área de Conservação Natural AC8

O termo poluição, segundo a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), é entendido como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

¹⁶ Decreto nº 42.047 do Estado do Rio Grande do Sul (RS) e após a criação da Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santa Maria no ano de 2005

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

De acordo com a legislação ambiental brasileira, Mota (1995, p. 37) afirma que “desde que uma alteração provocada em um meio prejudique um uso definido para ele, dizemos que houve poluição”. Assim a classificação se um recurso hídrico está ou não poluído irá depender para quais fins este é utilizado, sendo que o mesmo poderá estar poluído para uma determinada atividade e para outra não, como exemplo, tem-se a utilização da água para consumo humano e para recreação, sendo que para o primeiro, o nível de potabilidade deverá ser superior do que o uso da água para fins recreativos. Neste sentido, a água poderá estar sendo considerada poluída para o consumo humano, mas não para o uso em atividades recreativas.

Mota (1995) também ressalta a diferença entre poluição e contaminação dos recursos hídricos, sendo a contaminação um caso particular de poluição, por exemplo, quando um determinado recurso hídrico resulta em prejuízos à saúde do homem tem-se contaminação da água. Estes prejuízos podem ser causados pela contaminação através de substâncias químicas ou radioativas ou microorganismos patogênicos.

Na Política Nacional de Recursos Hídricos, um dos instrumentos é o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, logo, o que está sendo considerado nesta política é o termo poluição das águas, pois o enquadramento se efetivará de acordo com os usos aos quais determinados recursos hídricos estarão destinados a suprir.

Na Resolução nº 396 (CONAMA, 2008), que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, em seu artigo 12, descreve que os usos preponderantes e as fontes de poluição da água deverão estar incluídos nos parâmetros selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento das águas subterrâneas em classes. Portanto, a identificação das fontes, basicamente de contaminação, na área de recarga do aquífero em Santa

Maria por possuir propósito de auxiliar no planejamento local através do mapeamento destas fontes, também poderá auxiliar no futuro enquadramento da água subterrânea em nível local.

Neste contexto, os usos do solo potencialmente poluidores caracterizam-se como aqueles que possuem a possibilidade de poluição do local onde estão instalados, não necessariamente estando poluindo. Assim, no contexto da pesquisa considerou-se usos potencialmente poluidores as fontes de poluição da água classificados por Foster e Hirata (1993), Feitosa e Manoel Filho (1997); Heath (1983), pois correspondem aos potenciais poluidores da água subterrânea, os quais são: áreas residenciais urbanas sem ou com incompleta rede de coleta de esgoto, fossas sépticas, uso agrícola do solo com utilização de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes), disposição de efluentes provindos de atividades industriais, lagoas de efluentes, lixões, aterros sanitários, postos de combustíveis, oficinas mecânicas, confinamento de animais e run-off urbano (resíduos de óleos e graxas).

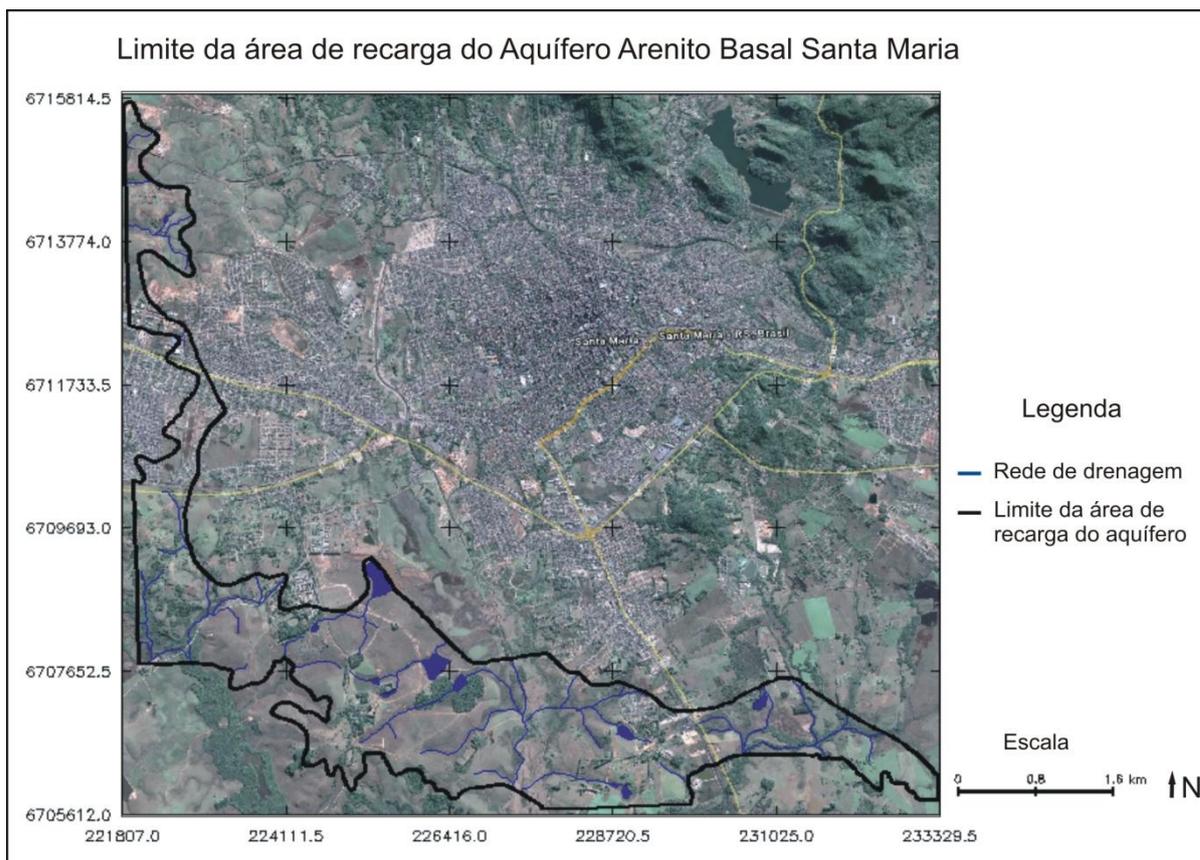
Os usos e ocupações do solo potencialmente poluidores identificados na Área de Conservação Natural AC8 estão vinculados ao processo de ocupação das áreas oeste e sudoeste da sede do município de Santa Maria e áreas adjacentes, pois grande parte dos usos caracterizados potencialmente poluidores estão localizados na área do Distrito Industrial e nas margens da rodovia BR 392 que segue em direção ao sul do Estado, as demais áreas caracterizam-se como áreas residenciais, que se estabeleceram nestes locais pelo crescimento urbano e necessidade de mão de obra nas indústrias (PINHEIRO, 2002), devido a instalação do Distrito Industrial na década de 1970. Nestas áreas de uso residencial o grande problema diagnosticado é a falta de rede coletora de esgoto, tornando estas, na sua maioria, usos do solo potencialmente poluidores.

No atual momento da cidade de Santa Maria, a expansão urbana em direção a zona oeste, sul e sudoeste da cidade é ocasionada pela falta de espaços livres próximos ao centro, mas também pelo fato de serem áreas próximas a rodovias importantes, como a BR 287 no sentido leste oeste e a BR 158 que possui nas suas margens a área militar, sendo também impulsionada recentemente pela construção do Hospital Regional nesta área da cidade, Bairro Pinheiro Machado, gerando um fluxo de moradores e novos empreendimentos para este espaço da cidade. Neste contexto, foram identificados os seguintes usos potenciais poluidores localizados na Área de Conservação Natural AC8:

- Indústrias: Fábrica de arruelas, porcas e parafusos; Metalúrgica de Sistemas de Irrigação; Indústria de Produtos de Limpeza; Fabricação de Farinhas; Fábrica de Implementos Agrícolas; Fábrica de Peças, Componentes e Implementos Metalúrgicos Agrícolas; Fábrica de Máquinas e Equipamentos Agrícolas e Industriais; Refeições Industriais e Pré-Congeladas; Indústria Alimentícia; Fabricação e Comercialização de Artefatos de cimento; Fabricação de Aquecedores Solares; Fabricação de Bebidas não Alcoólicas; Indústria de concreto; Fábrica de máquinas e equipamentos industriais;
 - Posto de combustível;
 - Oficina mecânica e serviços automotivos;
 - Ferro velho;
 - Falta de rede coletora de esgoto.

Segundo os autores Foster e Hirata (1993), Feitosa e Manoel Filho (1997); Heath (1983), estes foram os usos do solo identificados na área de recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria como potenciais poluidores da água subterrânea.

A partir do mapa 1, de verificações realizadas através de saídas a campo para esta área e de análise de imagens de satélite IKONOS, tem-se a identificação dos usos do solo preponderantes existentes em cada setor da área de estudo. No setor oeste pertencente ao 1º Distrito Sede do município verifica-se os usos do solo campo e área urbanizada, no setor sudoeste tem-se predominância de campo devido a área do CISM que pertence ao Distrito de São Valentim, e no setor sul pertencente ao 1º Distrito Sede do município tem-se campo e área urbanizada ao longo da rodovia.



Mapa 1 – Limite da Área de Conservação Natural do aquífero Arenito Basal Santa Maria
Org.: FOLLMANN, F. (2010)

A área de estudo delimitada no mapa 1, não se restringe a um único setor de Santa Maria, mas abrange uma área extensa que contempla parcela do setor oeste, sudoeste e sul da cidade, abrangendo assim áreas do perímetro urbano e rural do município, conforme anexo 12 da LUOS (Lei nº 072, 2009). As categorias de usos do solo diagnosticadas nesta área foram variadas, incluindo o uso urbano do solo como áreas residenciais, industriais, comerciais, públicas e também áreas com características que misturaram o urbano com o rural, como as áreas de campo.

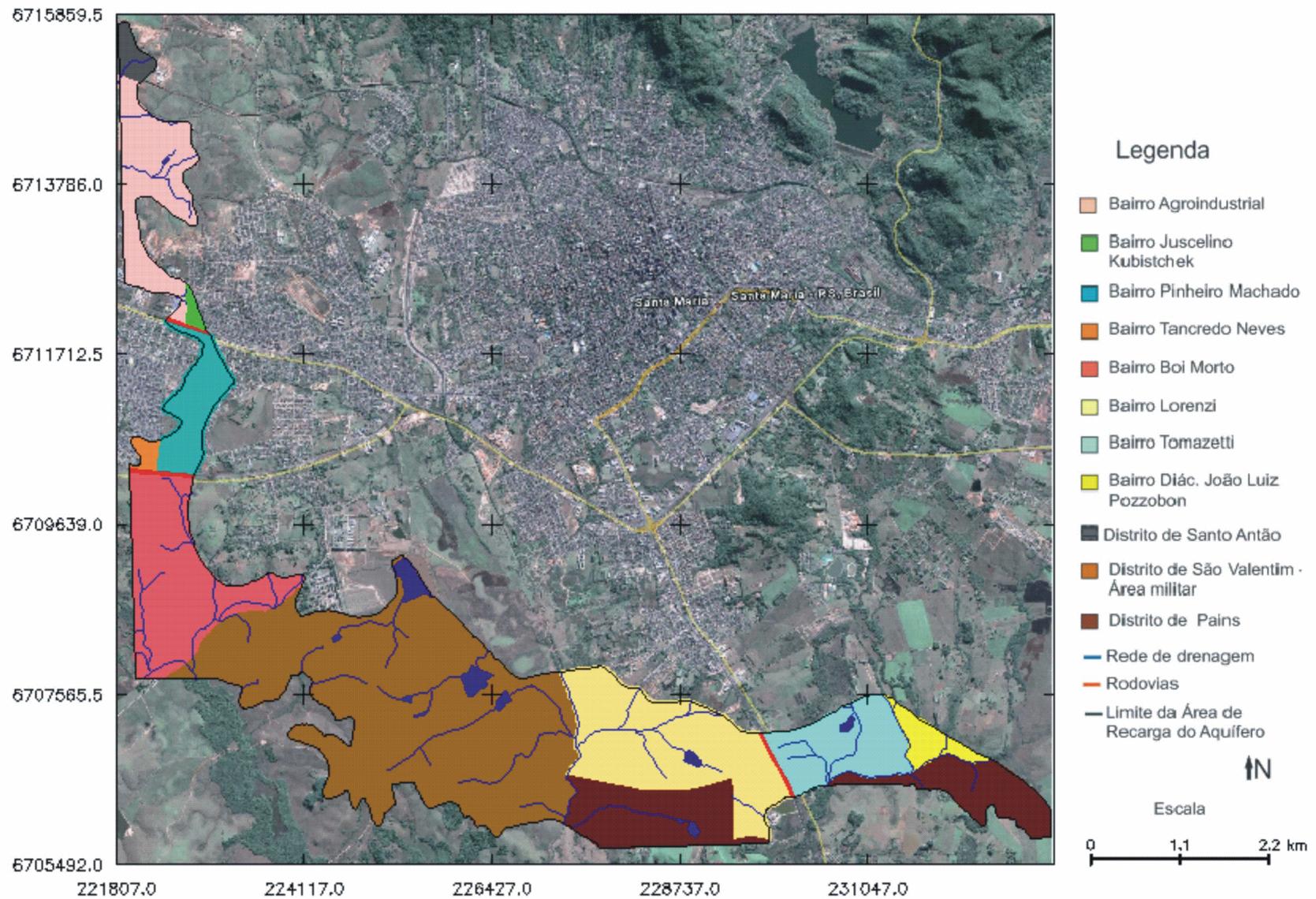
Estas caracterizam-se como um misto de urbano e rural pelo fato de possuírem influência direta do processo de urbanização que ocorre no município de Santa Maria. Parcela das áreas de campo identificadas são considerados espaços livres onde a urbanização ainda não se implantou e que poderão estar sujeitas ao avanço da cidade, alterando assim, os valores dos lotes de terra e de fluxo de matéria e energia existentes. Entretanto, a maior parcela da área de campo diagnosticada está inserida no Campo de Instrução de Santa Maria, área militar,

área esta que não está sujeita a interferências diretas relacionadas ao processo de urbanização.

Neste contexto, a visualização das categorias de uso do solo e, principalmente dos usos do solo potencialmente poluidores existentes na área de estudo não seria possível através de um único mapa que apresentasse a área total. Assim, realizou-se um mapa (mapa 2) com a delimitação dos bairros e distritos inseridos, em parte ou totalmente, na delimitação da Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. Através deste mapa é possível visualizar a localização específica da área que cada bairro e distrito abrange.

A partir de cada bairro mapeado foram realizadas análises e discussões sobre os usos potenciais poluidores existentes. No entanto, no que se refere as áreas sem rede coletora de esgoto, áreas poluidoras, realizou-se uma análise abrangendo todas as áreas urbanizadas pertencentes a Área de Conservação Natural AC8.

Área de Recarga do Aquífero Arenito Basal Santa Maria - Bairros e Distritos



Mapa 2 - Divisão urbana na área de recarga do aquífero

Visualizando o mapa 2, identificou-se oito bairros e três distritos inseridos dentro dos limites da área de estudo. Destes, somente o Bairro Tancredo Neves e o Loteamento Cipriano da Rocha, pertencente ao Bairro Pinheiro Machado, não apresentaram nenhum tipo de atividade poluidora.

O único bairro que foi classificado como tendo usos do solo poluidores, somente pelo fato de não possuir rede de coleta de esgoto foi o bairro Juscelino Kubistchek. Os demais bairros, Agroindustrial, Pinheiro Machado e Lorenzi apresentaram, além da falta de rede de esgoto, atividades potencialmente poluidoras, como indústrias, oficina mecânica e posto de combustível. Sendo que o Agroindustrial possui indústrias, o Pinheiro Machado oficina mecânica e o Lorenzi possui indústrias, oficinas mecânicas, serviços automotivos e posto de combustível, como pode ser verificado no quadro 3.

Os Bairros Boi Morto e Diácono João Luiz Pozzobon não possuem rede coletora de esgoto, mas também não são bairros urbanizados, portanto não configuram áreas potencialmente poluidoras da água. No Bairro Tomazetti, tem-se a existência de uma única categoria de uso do solo potencialmente poluidora, identificada como ferro velho, demais áreas do bairro não se caracterizam como área urbanizada, logo, não são áreas potencialmente poluidoras.

Bairros/atividade poluidora	Falta de Rede de esgoto	Atividades industriais	Oficinas mecânicas	Serviços automotivos	Posto de combustível	Ferro Velho
Agroindustrial	X	X				
Juscelino Kubistchek	X					
Pinheiro Machado	X		X			
Pinheiro Machado – Loteamento Cipriano da Rocha						
Tancredo Neves						
Boi Morto*	X					
Lorenzi	X	X	X	X	X	
Tomazetti	X					X
Diác. João Luiz Pozzobon*	X					

*área do bairro pertencente a AC8 não urbanizada

Quadro 3 – Bairros com respectivos usos potenciais poluidores
Org. FOLLMANN, F. (2011)

Outro aspecto mapeado nos limites da área de recarga do aquífero foi a rede de drenagem, pois segundo Foster e Hirata (1993), “às águas superficiais em muitos casos, recebem altas cargas de efluentes não tratados que excedem a capacidade de depuração natural por muitos quilômetros a jusante”. Nesta perspectiva, através deste mapeamento foi verificado que o arroio Cadena, conhecido pela população de Santa Maria pelo nível elevado de poluição da água, situado a leste do Campo de Instrução de Santa Maria e a oeste no Bairro Lorenzi, estabelecendo os limites entre os dois, também pode ser considerado uma fonte de poluição da água subterrânea.

Assim, através do mapeamento total da área e do mapeamento da divisão por bairros, teve-se a espacialização das categorias de uso do solo que possuem características poluidoras na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria. Entretanto, esta área definida como de recarga de aquífero não se restringe somente ao que a LUOS de Santa Maria estabelece em seu anexo 12 como Área de Conservação Natural AC8.

O mapa que apresenta a área total de recarga de aquífero na bacia dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim não foi utilizada como base de mapeamento na presente pesquisa pelo fato de ainda não ter sido publicado e por não ser a base utilizada na Lei de Uso e Ocupação do Solo do município de Santa Maria. Desse modo, uma limitação desta pesquisa foi a própria base de mapeamento, pois está inserida em um retângulo que apresenta as Áreas Especiais Naturais do município de Santa Maria e não em um contexto total da área de abrangência da Unidade Arenito Basal Santa Maria pertencente a Bacia dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim.

5.3. Ausência de rede de esgoto

A ausência de rede coletora de esgoto foi uma das fontes potenciais de poluição identificadas. Pois, segundo Mota (1995, p. 147), “a falta de rede coletora pública resulta na adoção de sistemas tipo fossa/sumidouro, para tratar o esgoto e proporcionar a sua absorção no solo, podendo ocasionar a poluição da água do lençol freático”.

O que pode ocorrer, e não foi possível diagnosticar na pesquisa, é a não existência de rede coletora de esgoto e nem fossa séptica em determinadas áreas

residenciais, tornando-as ainda mais propícias à poluição da água subterrânea, pois os resíduos domiciliares estariam sendo despejados diretamente no solo ou na água superficial afetando na qualidade da água e aumentando a possibilidade de causar doenças.

Nesta perspectiva, Tucci (1997, p. 40), cita que:

Grande parte das cidades brasileiras utilizam fossas sépticas como destino final do esgoto. Esse conjunto tende a contaminar uma parte superior do aquífero. Essa contaminação pode comprometer o abastecimento de água urbano quando existe comunicação entre diferentes camadas dos aquíferos através de percolação e de perfuração inadequada dos poços artesianos.

Portanto, no disciplinamento do uso do solo urbano deve-se considerar este aspecto, pois dependendo do tipo de solo existente em determinada área, é recomendável a existência de rede coletora de esgoto, pois a fossa séptica também poderá causar a poluição do solo e, conseqüentemente, das águas subterrâneas.

A cidade de Santa Maria localiza-se sobre diferentes tipos de substrato rochoso e do solo residual que se desenvolve sobre ele, sendo estas unidades de mapeamento descritas por Maciel Filho (1990) como Formação Rosário do Sul, a unidade Arenito Basal Santa Maria, Formação Santa Maria exceto Arenito Basal, Formação Caturrita, Diabásio Serra Geral, Arenito Botucatu, Basaltos Serra Geral, Riólito Serra Geral. Assim, através das características hidrogeológicas é possível estabelecer critérios adequados de uso e ocupação do solo para cada tipo de substrato rochoso e respectivos solos residuais.

Na área que é classificada como de recarga de aquífero, Arenito Basal Santa Maria, por ser uma camada permeável, é recomendado a existência de rede coletora de esgoto, pois a existência somente de fossas sépticas pode comprometer a qualidade da recarga de água subterrânea por se tratar de uma área de recarga natural de aquífero. Entretanto, áreas que possuem como base a Formação Santa Maria exceto Arenito Basal, possuem um comportamento hidrogeológico distinto do apresentado pela unidade Arenito Basal Santa Maria, sendo aquela unidade praticamente impermeável (MACIEL FILHO, 1990).

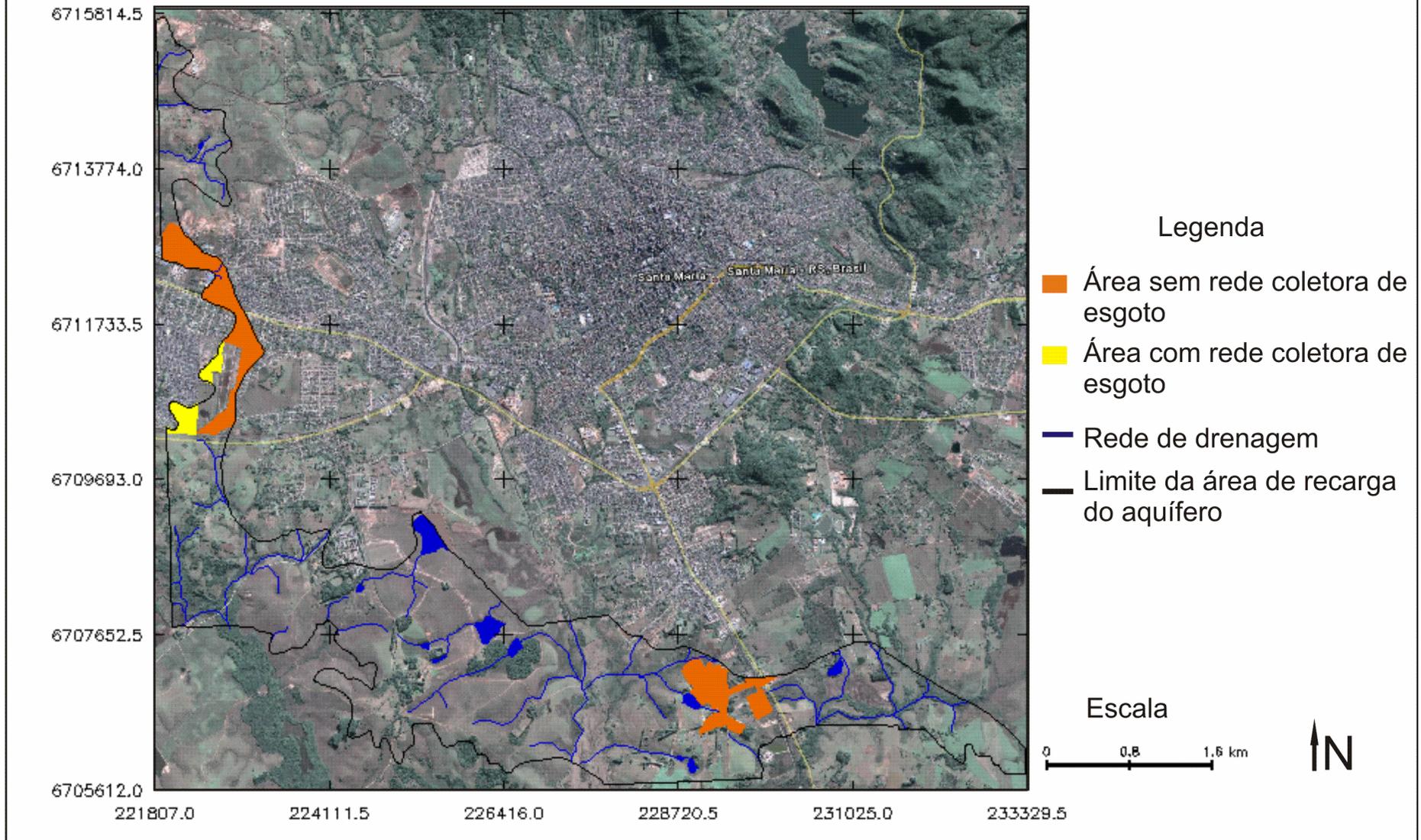
Devido à localização da área que abrange o Arenito Basal Santa Maria, praticamente exposto, tendo somente solos residuais que se desenvolvem sobre, e

também caracterizada como área de expansão urbana pelo Plano Diretor do município de Santa Maria, um dos cuidados para que não ocorra a poluição das águas superficiais e subterrâneas é a existência de rede coletora de esgoto cloacal. Isto porque as categorias de uso do solo, residências, atividades comerciais, indústrias, hospitais, e outros, ao não possuírem esta infraestrutura sanitária estarão potencializando a possível poluição do manancial de água subterrânea, visto que pelas características do substrato rochoso, “arenito grosseiro, feldspático e poroso” (MACIEL FILHO, 1990, p. 09) deste arenito, ocorre a infiltração natural da água.

Neste contexto, através de informações obtidas na CORSAN referente a rede de coleta de esgoto existente em Santa Maria, obteve-se que somente parcela da área oeste pertencente à Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria possui rede coletora de esgoto, isto é, o Bairro Tancredo Neves e o Loteamento Cipriano da Rocha pertencente ao Bairro Pinheiro Machado. As demais áreas delimitadas como sendo de conservação natural não possuem rede coletora de esgoto.

Assim, analisa-se que dentre as áreas urbanizadas correspondentes ao 1º Distrito Sede do município, que contempla os Bairros Agroindustrial, Pinheiro Machado, Tancredo Neves, Boi Morto, Lorenzi, Tomazetti e Diác. João Luiz Pozzobon, somente o Bairro Tancredo Neves e o Loteamento Cipriano da Rocha não são consideradas áreas potencialmente poluidoras, pois a ausência de rede de coleta de esgoto nas demais áreas é considerada como fonte difusa de poluição da água. A espacialização das áreas sem rede coletora de esgoto podem ser visualizadas no mapa 3.

Espacialização das áreas com e sem rede coletora de esgoto



Mapa 3 - Espacialização das áreas com e sem rede coletora de esgoto

Considerando o disciplinamento do uso do solo urbano adequado, Mota (1995, p.147), cita que:

Usos que resultem em grandes contribuições de esgoto, como de habitações multifamiliares, industriais, algumas atividades comerciais, hospitais, e outros, não devem ser permitidos em áreas desprovidas de sistemas de esgoto, devido a impossibilidade de dar uma destinação final sanitária às águas residuárias, nos próprios lotes.

Logo, o processo de urbanização desencadeado na cidade de Santa Maria pode ocasionar a poluição indesejada dos corpos d'água subterrâneos. Isto porque a zona oeste e sul da cidade estão sendo ocupadas por atividades não recomendadas para este tipo de substrato rochoso, como indústrias e áreas residenciais densamente povoadas que podem não possuir infraestrutura adequada, pois a cobertura de coleta de esgoto é mínima na área de recarga do aquífero.

No mapa 4 pode ser visualizado que a maior parcela da área urbanizada da sede do município que se encontra nos limites da AC8 não possui rede coletora de esgoto cloacal, sendo este um fator preocupante quanto à qualidade da recarga de água a ser infiltrada. Isto porque a cidade de Santa Maria encontra-se em um estágio de crescimento e adensamento urbano em direção a esta área, o que tende a problematizar ainda mais a questão da poluição das águas se não forem implantadas redes de coleta de esgoto.

A falta desta infra-estrutura sanitária nos Bairros Juscelino Kubistchek e Pinheiro Machado (não considerando o Loteamento Cipriano da Rocha), que são bairros residenciais e com elevado índice de ocupação do solo, conforme observado em saídas a campo (figura 12), faz com que a população recorra a utilização de fossas sépticas, que por sua vez devem ser construídas de acordo com as normas técnicas recomendadas¹⁷ para este tipo de instalação. Entretanto foi possível observar que devido a proximidade das residências (figura 12) e tamanho do lotes estas normas técnicas de construção de fossas não devem estar sendo seguidas, pois não existem espaços livres suficientes na maioria destas residências para que as normas possam ser cumpridas.

¹⁷ Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 7229



Figura 12 - Falta de rede de esgoto e proximidade das residências no Bairro Pinheiro Machado. Trabalho de campo Nov. 2010.

O mesmo problema ocorre no Bairro Lorenzi, localizado na parte sul do distrito sede do município. A distinção entre este e os Bairros Juscelino Kubistchek e Pinheiro Machado é que, o Bairro Lorenzi não está completamente urbanizado e não é caracterizado somente como bairro residencial, pois possui algumas indústrias.

Pelo fato de não ser um bairro totalmente urbanizado, mas que, como nas demais áreas do perímetro urbano vem ocorrendo, a expansão urbana também é característica marcante no Bairro Lorenzi, o que torna fundamental a implantação de rede coletora de esgoto cloacal, sobretudo pelo fato de existirem indústrias neste bairro.

O mesmo problema é verificado na não existência de rede de esgoto cloacal no Bairro Agroindustrial (figura 13), pois mesmo as indústrias seguindo as normas estabelecidas através do Licenciamento Ambiental sobre o tratamento de efluentes a fim de obtenção da Licença de instalação e operação do empreendimento no local

designado, é de fundamental interesse, tanto para a população quanto para as indústrias, que se beneficiam através da captação de água subterrânea (que provém do mesmo manancial que poderão estar poluindo) a existência de rede coletora de esgoto, pois os poluentes provindos de indústrias podem ser tóxicos para a saúde humana e afetar o ambiente local.

Esta necessidade de infra-estrutura sanitária no Bairro Agroindustrial está ligada ao tipo de esgoto que poderá ser gerado neste local, pois existem diversos ramos de atividades industriais instalados sobre a área de recarga de água. Nesse sentido, a instalação de rede de esgoto no bairro tem a função de contribuir com manutenção da qualidade de água a ser infiltrada, bem como inviabilizar que resíduos químicos, e que em certa proporção venham a ser tóxicos, possam poluir o manancial.



Figura 13 – Esgoto no DISM. Trabalho de campo ago. 2011.

Outro fator que corrobora com a necessidade de implantação de rede de esgoto na área de estudo é a instalação do Hospital Regional Centro (figura 14),

próximo ao limite da AC8, no Bairro Pinheiro Machado. O crescimento urbano na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria devido a implantação do hospital afetará a qualidade e quantidade de água infiltrada para o manancial, pois com a implantação do hospital surgirão novas demandas pela população, aumentando assim, o número de residências, comércios, pousadas e outras atividades, desta forma, aumentando a quantidade de resíduos.

Quanto a rede coletora de esgoto, a CORSAN informou que o Hospital Regional terá este serviço instalado pontualmente. Entretanto, as áreas no seu entorno ainda não possuem esta infra-estrutura sanitária. Este é um fator desfavorável, pois o crescimento urbano resultará em aumento na produção de resíduos, logo, sem rede coletora de esgoto, estes poderão poluir o manancial de água subterrâneo.



Figura 14 - Influência do Hospital Regional na urbanização do Bairro Pinheiro Machado.
Fonte: imagem de satélite do Google Earth. 21/09/2011.

A instalação do Hospital Regional não afetará somente a qualidade da infiltração de água, mas também a quantidade. Isto porque com a intensificação da urbanização direcionada para este setor da cidade, os lotes que ainda se encontram desocupados (figura 14), caracterizados por serem áreas verdes que favorecem a infiltração da água, serão ocupados pelos mais variados tipos de loteamentos.

Portanto, se existe a perspectiva de crescimento urbano e adensamento populacional em uma área caracterizada como de recarga de aquífero, deve ser desenvolvido o mínimo de infra-estrutura sanitária no local, para que os resíduos gerados por estes novos lotes e também os já existentes não afetem o manancial subterrâneo de água. Sendo que este, conforme Maciel Filho (1990), é o principal aquífero subterrâneo de Santa Maria, responsável por grande parcela do abastecimento de água da cidade. Fato confirmado pela publicação do jornal A Razão (04 nov. 2011), que através de dados fornecidos pela CORSAN aborda que o município possui mais de 3 mil poços artesianos captando água deste aquífero.

5.4. Usos do solo potencialmente poluidores do Bairro Agroindustrial

O Bairro Agroindustrial é um bairro em que predominam indústrias. O município de Santa Maria classifica esta área industrial pertencente ao bairro, como Distrito Industrial de Santa Maria. Logo, este foi diagnosticado como bairro que possui o maior número de atividades caracterizadas como potencialmente poluidoras.

As indústrias são caracterizadas como tais, segundo Feitosa e Manoel Filho (1997), porque podem produzir a contaminação da água subterrânea através de águas usadas que contenham compostos químicos, metais e/ou com alta temperatura; elementos radioativos; chorumes e acidentes com produtos químicos. Sendo esta possível poluição intensificada pela falta de rede coletora de esgoto cloacal, que também ocorre no bairro.

Os mesmos autores destacam que as águas superficiais poluídas podem afetar negativamente o manancial subterrâneo de água, portanto, o DISM ao não possuir rede coletora de esgoto e devido ao potencial de poluição das águas que as atividades industriais possuem, em caso de não cumprimento das normas legais, as

águas superficiais tendem a ser as primeiras a serem afetadas e, seguidamente, dependendo da profundidade do manancial subterrâneo, este também poderá ser poluído por meio da infiltração da água superficial poluída.

Neste contexto, as indústrias que são fontes potenciais de poluição foram identificadas na área de recarga do aquífero Arenito Basal Santa Maria pertencente ao Bairro Agroindustrial são as seguintes:

- Fábrica de implementos agrícolas;
- Metalúrgicas;
- Indústrias alimentícias;
- Indústria de bebidas;
- Fábricas de aquecedores solares;
- Fábrica de artefatos de cimento.

Dependendo do tipo de atividade industrial desenvolvida, tem-se um grau maior ou menor de possibilidade de poluição da água. Assim, conforme Resolução 102 do CONSEMA (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2005), tem-se o estabelecimento do índice potencial de poluição das atividades industriais de responsabilidade municipal no que se refere ao licenciamento ambiental de cada indústria. Estas são classificadas em potencial alto, médio ou baixo de poluição.

No caso dos empreendimentos existentes no DISM, as indústrias alimentícias e a fábrica de produtos de limpeza são classificadas com potencial médio de poluição. Entretanto a indústria de bebidas é considerada com potencial alto de poluição. Exemplos destas atividades potencialmente poluidoras da água podem ser observadas na figura 15.



Figura 15 - Indústrias localizadas no DISM. Trabalho de campo ago. 2011.

As metalúrgicas, as fábricas de implementos agrícolas e a indústria de aquecedores solares variam de acordo com alguns critérios, como a finalização com pintura ou não, e outros fatores no processo de produção e/ou concerto. Assim, estas atividades encontram-se classificadas entre o potencial médio e alto de poluição, conforme Resolução 102 do CONSEMA (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2005).

Além do licenciamento ambiental¹⁸ necessário a cada indústria instalada no DISM, este, segundo Resolução do CONAMA 001 (BRASIL, 1986), em seu anexo 1, também dispõe que os distritos industriais dependerão de um estudo de impacto

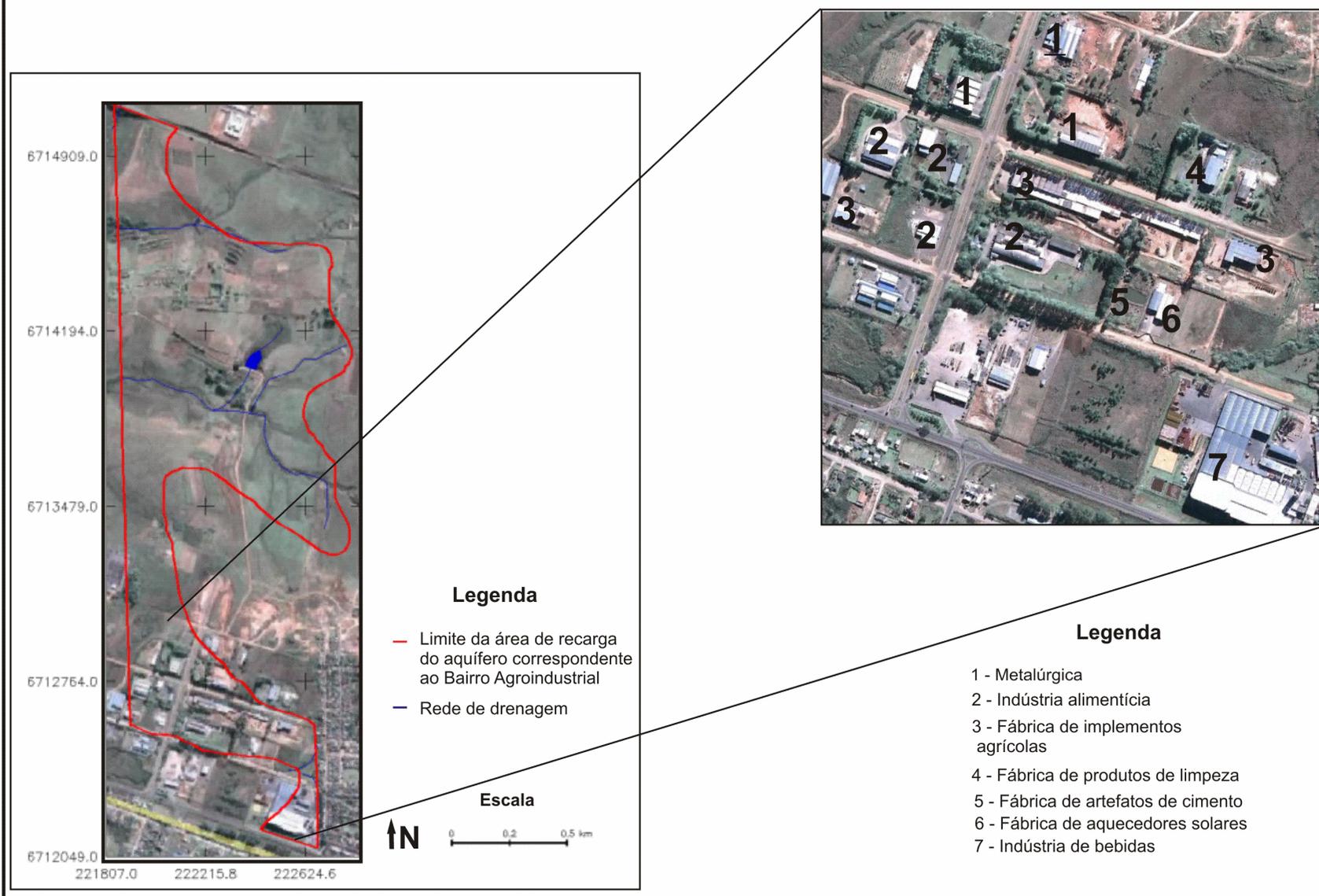
¹⁸ Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL, 1997)

ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente para obtenção do licenciamento ambiental para que atividades modificadoras do meio ambiente e/ou poluidoras possam ser instaladas nos locais solicitados. Mediante isso, as indústrias hoje instaladas no DISM possuem licença ambiental do órgão responsável, bem como o Distrito em seu conjunto de indústrias possui estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA.

Mesmo as indústrias instaladas no DISM possuindo licença ambiental para existirem no local designado, tem-se o impasse do distrito estar localizado em uma área de recarga natural de aquífero. Esta é uma questão delicada, pois decorre das falhas no estudo do diagnóstico para a alocação do distrito no ano de criação, e também porque a delimitação da área de recarga do aquífero foi efetivada anos depois da implantação do DISM.

A partir da criação do Distrito Industrial de Santa Maria na década de 1970 (PINHEIRO, 2002), criou-se um espaço inserido no perímetro urbano de Santa Maria destinado a instalação de indústrias. Logo, as atividades desenvolvidas neste bairro são classificadas como usos do solo potencialmente poluidores e podem ser observadas no mapa 4.

Usos do solo potencialmente poluidores - Bairro Agroindustrial



Mapa 4 - Usos do solo potencialmente poluidores existentes no Bairro Agroindustrial

Tendo em vista que as indústrias do bairro são atividades potenciais de poluição, a probabilidade de afetar o manancial subterrâneo de água com produtos químicos utilizados no desenvolvimento das atividades industriais é real, pois conforme “Projeto Ambiental para o Distrito Industrial de Santa Maria”, disponibilizado pela Secretaria de Proteção Ambiental de Santa Maria, que lista as indústrias existentes no bairro e a que ramo de atividade cada uma pertence, também cita o destino final dos efluentes líquidos e sólidos de cada indústria. Desse modo foi possível elaborar uma tabela que apresentasse o destino dos efluentes industriais das fontes potenciais de poluição existentes na Área de Conservação Natural AC8 (quadro 4).

Ramo da atividade	Resíduo líquido	Resíduo sólido
Fábrica de implementos agrícolas	- Tintas e solventes são armazenados e depois recolhidos por empresa responsável; - Não existem;	- Latas de tinta para aterro sanitário; - Aterro de Gravataí e limalhas de ferro para a fábrica de baterias do DISM; - Sólidos metálicos são reaproveitados o restante vai para o aterro de Gravataí.
Metalúrgicas	- Resíduos ficam em tonéis e depois reciclagem; - Armazenado e mandado para sucata via PRT; - Não existem	- Resíduos de aço vão para siderúrgica e panos recolhidos por prestadora de serviço; - Destinado para a estação de tratamento e lâmpadas, plásticos e papelão doados; - Sobras metálicas são vendidas nas sucatas;
Indústrias alimentícias	- Não existem; - Resíduo é enviado para outra cidade para uso de fertilizantes; - Água vai para o esgoto; - Água passa pelo filtro e depois para o esgoto;	- Não existem; - Usado para ração animal; Lixo orgânico para criação de suínos e seco recolhidos por prestadora de serviço; - São vendidos e reaproveitados
Indústria de bebidas	- Existe tratamento da água	- Não existem
Fábrica de produtos de limpeza	- Lavagem de equipamentos	- Sobras de recipientes são armazenados e trocados por novos
Fábricas de aquecedores solares	- Latas de tintas são levadas para a AGRIMEC	- Não há resíduos (indústria compra as chapas prontas)
Fábrica de artefatos de cimento		- Ferro e arame enterrados na propriedade e sacos de cimento para reciclagem

Quadro 4 - Destinação dos resíduos das indústrias potencialmente poluidoras
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA (2010).

A partir do quadro 4 pode ser observado que algumas indústrias citam não possuir resíduos líquidos, entretanto, este tipo de resíduo sempre irá existir, pois provém da utilização e consumo de água que existe em qualquer local que tem pessoas trabalhando. Neste sentido, o tipo de resíduo líquido que não é gerado se refere ao resíduo do processo industrial.

Sobre o mesmo tipo de resíduo verifica-se que algumas indústrias citam como destino o esgoto, entretanto, através de informações obtidas na CORSAN de Santa Maria, o Bairro Agroindustrial não possui rede de coleta de esgoto, logo este esgoto que as indústrias apontam é um esgoto pluvial, à céu aberto ou em fossas sépticas.

Referente ao destino dos resíduos sólidos, quase todas as indústrias possuem forma de armazenagem, destinação adequada e/ou reciclagem para seus rejeitos. Apenas a Fábrica de artefatos de cimento não destina adequadamente seus rejeitos sólidos, pois ao enterrar os rejeitos de ferro e arame, no processo de decomposição podem poluir o solo e através da infiltração da água da chuva, carrear o material decomposto e susceptível de poluição para o manancial subterrâneo de água.

Tendo em vista estas formas de destinação final dos resíduos líquidos e sólidos das indústrias classificadas como potencialmente poluidoras do Bairro Agroindustrial, verifica-se que algumas destas formas de destinação podem intensificar a possibilidade de poluição, como por exemplo, a falta de rede de esgoto cloacal e a prática de enterrar materiais no solo da propriedade industrial.

Este mesmo Projeto Ambiental faz relação a medidas mitigadoras e compensatórias para todo o Distrito Industrial para contenção dos processos erosivos, contemplando atividades de recobrimento vegetal dos taludes e das porções de solos desnudos. Entre estas medidas está incluso o florestamento com árvores exóticas (*Eucalyptus* sp) e nativas nas áreas ocupadas por cultivos agrícolas e pastagens nas áreas que ficarem fora dos loteamentos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2010).

Tendo em vista a função de recarga de água para o aquífero subterrâneo e a manutenção das características naturais da área (Lei nº 072, 2009), verifica-se que a proposta de florestamento com árvores exóticas não é considerado a melhor opção, pois conforme Viana e Pinheiro (1998, p. 1) “a conservação da biodiversidade

representa um dos maiores desafios deste final de século, em função do elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais”.

Assim, pelo fato da área do DISM estar localizado próximo ao rebordo do Planalto sua vegetação natural também esta associada as árvores existentes neste rebordo, ou seja, mata atlântica. Para tanto, ao realizar um planejamento de florestamento das áreas cultivadas atualmente por lavouras e pastagens, tem-se que o mais adequado seria a implantação de árvores condizentes ao ambiente natural, como o florestamento com árvores nativas da mata atlântica.

A proposta de áreas verdes e/ou parques urbanos nas áreas do DISM que fazem parte da AC8 e que não estão loteados seria condizente com a função de infiltração natural da água, pois ao criar áreas verdes com a inserção de diversos tipos de árvores nativas e gramíneas, o uso do solo estaria favorecendo a infiltração natural da água e estaria de acordo com o que propõe a própria prefeitura municipal de Santa Maria ao estabelecer os usos do solo permitidos para a Área de Conservação Natural AC8, que é destinada ao turismo ecológico, atividades culturais, educacionais recreativas e de lazer, e também os loteamentos. Entretanto estes não são especificados quanto aos cuidados referentes à destinação de esgotos e porcentagem diferenciada de área livre do lote para que a água possa infiltrar.

5.5. Usos do solo potencialmente poluidores do Bairro Pinheiro Machado

A área do Bairro Pinheiro Machado que está sobre a área de recarga do aquífero caracteriza-se, através da verificação do uso do solo, como residencial. Neste bairro está inserido o Loteamento Cipriano da Rocha, que é uma obra do Governo Federal (Programa de Aceleração do Crescimento - PAC) de casas populares.

As residências não são consideradas usos do solo potencialmente poluidores, mas a maneira que ocorre a destinação final dos resíduos sólidos e líquidos configura o potencial de poluição. Assim, como já mencionado no tópico sobre falta de rede coletora de esgoto na área de recarga do aquífero, o Bairro Pinheiro Machado não possui este tipo de serviço, logo as residências existentes neste bairro

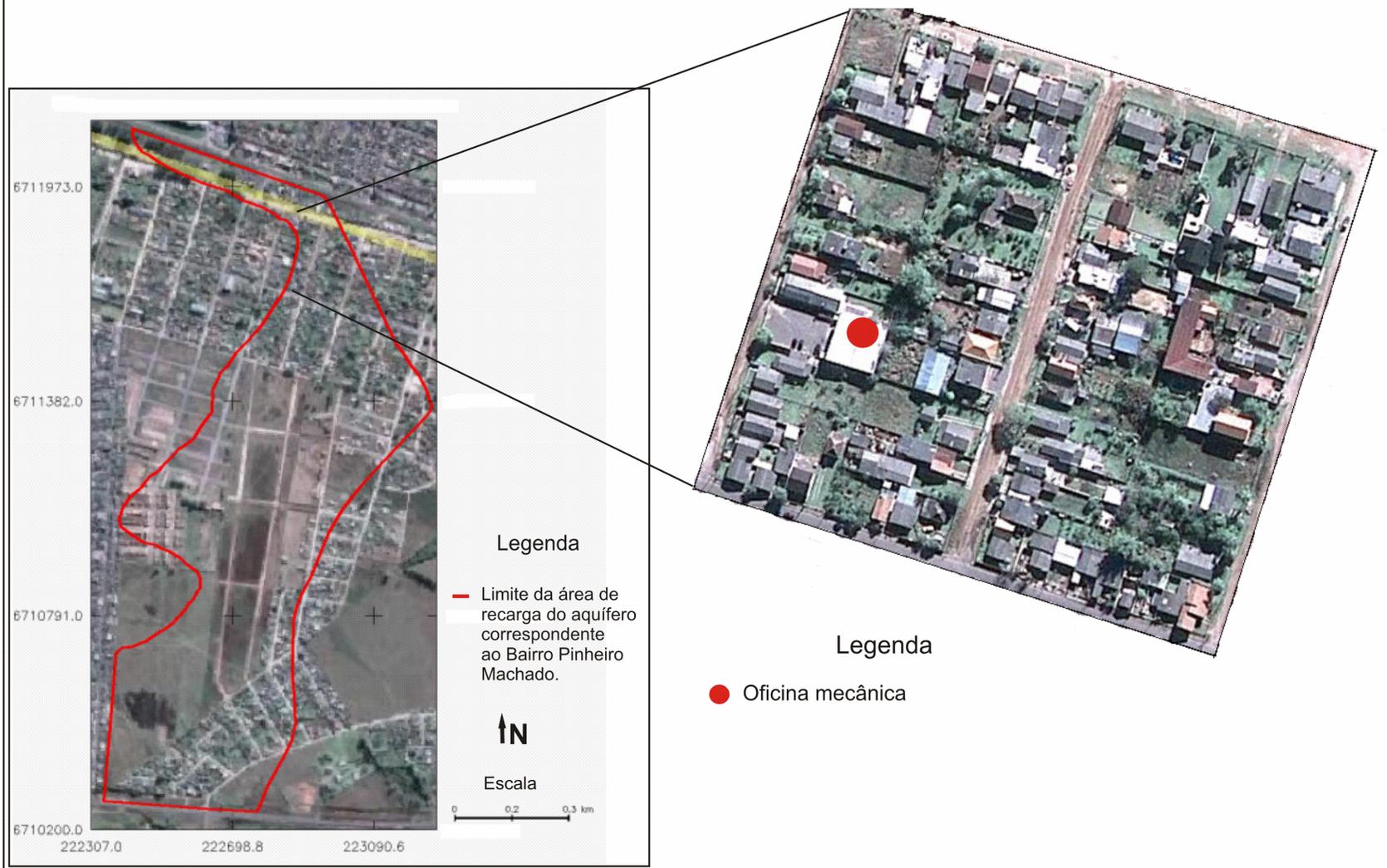
provavelmente fazem uso de fossas sépticas como alternativa para a destinação final dos seus resíduos.

Outro uso do solo potencialmente poluidor diagnosticado no bairro é uma oficina mecânica. Esta foi a única atividade que possui o potencial de poluir a água encontrada no bairro, além da falta de rede de coleta de esgoto. Este uso do solo pode ser verificado na figura 16 e no mapa 5.



Figura 16 - Oficina mecânica. Trabalho de campo nov. 2010.

Usos do solo potencialmente poluidores - Bairro Pinheiro Machado



Mapa 5 - Usos do solo potencialmente poluidores existentes no Bairro Pinheiro Machado

No Bairro Pinheiro Machado está inserido o Loteamento Cipriano da Rocha, que diferente do restante do bairro, possui rede coletora de esgoto, logo a área de abrangência das residências deste loteamento, não é considerada como potencialmente poluidora da água subterrânea. Entretanto verificou-se um adensamento populacional nesta área, como nas demais áreas do bairro já urbanizadas.

Neste bairro o espaço estabelecido para cada residência e respectivo índice verde, na maioria dos casos, não corresponde ao desejável, para que ocorra infiltração natural da água em quantidade suficiente para o manancial de água subterrâneo. Este fato decorre de normativa municipal, pois o Bairro Pinheiro Machado é considerado como área de expansão urbana, logo não possui diferenças quanto ao índice verde necessário a ser deixado no lote, que conforme anexo 6 da LUOS de Santa Maria, é de no mínimo 18%.

Verifica-se assim, que a política urbana não diferencia o mínimo de índice verde dos lotes localizados sobre a área de recarga do aquífero e dos demais lotes do distrito sede do município. Neste sentido, a infiltração de água para o aquífero Arenito Basal Santa Maria pode ficar comprometido quanto a sua quantidade, pois este é um bairro que possui a tendência de crescimento urbano e as áreas que ainda não estão construídas, com o passar dos anos, possivelmente, estarão edificadas.

No contexto atual do bairro é possível diagnosticar áreas em processo de delimitação de quadras e lotes (figura 17), áreas estas que funcionam como espaços de infiltração natural da água e no decorrer dos próximos anos possivelmente serão áreas construídas e com baixo índice verde. Fator que contribuirá para a intensificação do crescimento urbano neste bairro é a instalação do Hospital Regional Centro de Santa Maria que atrairá outras categorias de usos do solo para este bairro, não somente residências, mas também comércio e serviços em geral, que podem caracterizar usos potencialmente poluidores do solo.

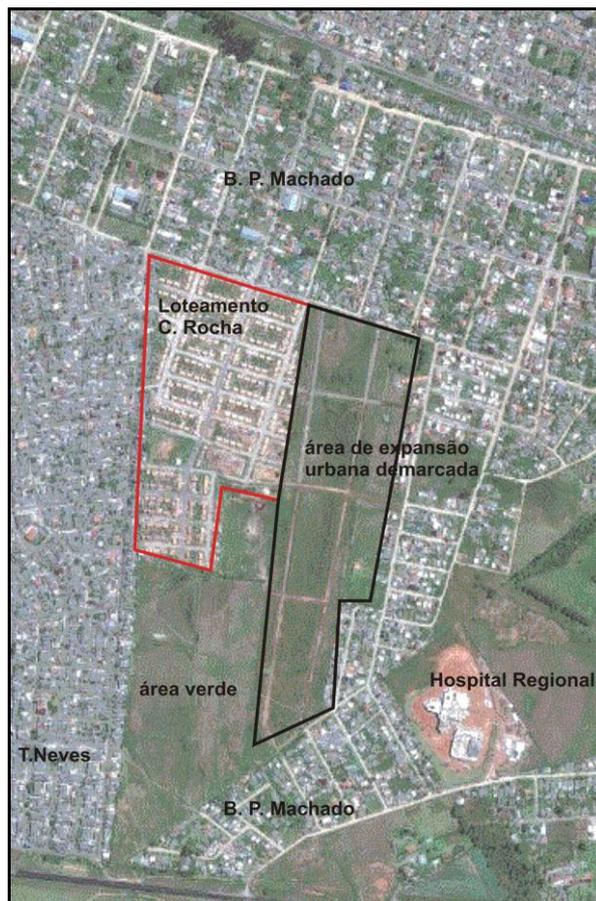


Figura 17 - Loteamentos do Bairro Pinheiro Machado
Fonte: Imagem de satélite do Google Earth. 21/09/2011

Como pode ser observado na figura 17, existe uma área considerável do bairro ainda não construída, entretanto parte desta já se encontra delimitada para futuras construções. Com o crescimento do número de residências e demais categorias de uso do solo no bairro, o potencial de poluição da água subterrânea aumentará, pois neste bairro, exceto o Loteamento Cipriano da Rocha, não existe rede coletora de esgoto. Assim, a manutenção da área delimitada como área verde na figura 16, contribuirá para a quantidade de infiltração de água e também para que não aumente o índice potencial de poluição do manancial hídrico subterrâneo através do acréscimo de residências sem rede de esgoto.

No início da pesquisa foi observada a área verde e também a área de expansão urbana demarcada (figura 17) como sendo áreas potenciais para criação de um parque, este, que teria a função de manter a infiltração natural da água e também manter a qualidade da água infiltrada, bem como uma área de lazer para a população residente das áreas próximas, Bairro Pinheiro Machado e Bairro

Tancredo Neves. Pois, segundo questionários aplicados em porcentagem das residências destes bairros, pelos estudantes da disciplina de “Prática de Pesquisa em Geografia”, no 1º semestre de 2011, a maioria dos moradores questionados gostariam de ter algum tipo de praça ou parque que pudessem usufruir para lazer.

Entretanto, com os resultados obtidos, verificou-se que o processo de ocupação do solo desta área pensada como possível parque, já se encontra demarcada para futura ocupação residencial ou também outras categorias de uso do solo, impossibilitando a criação de um parque urbano neste espaço.

5.6. Usos do solo potencialmente poluidores do Bairro Lorenzi

O Bairro Lorenzi possui localização na porção sul do distrito sede do município de Santa Maria e abrange, na maioria, áreas de campo. A urbanização ocorrida na área que atualmente é constituída basicamente de residências foi impulsionada pela instalação da Estância do Minuano que neste bairro existe desde o ano de 1955.

A associação tradicionalista Estância do Minuano é um parque de eventos que promove eventos campeiros, hípicas, artísticos, culturais e mantém atividades e equoterapia (ASSOCIAÇÃO TRADICIONALISTA ESTÂNCIA DO MINUANO, 2012). Este parque interferiu no deslocamento de população residente para suas proximidades, sendo que próximo a Estância do Minuano também se instalaram algumas atividades industriais nas décadas seguintes, como consequência fez aumentar o crescimento populacional nesta área do bairro.

Considerando a área urbanizada do bairro inserido na Área de Conservação Natural Aquífero Arenito Basal Santa Maria, foram identificadas diferentes categorias de uso do solo potencialmente poluidoras, que são:

- Oficina mecânica;
- Serviços automotivos;
- Ferro velho;
- Indústrias;
- Posto de combustível.

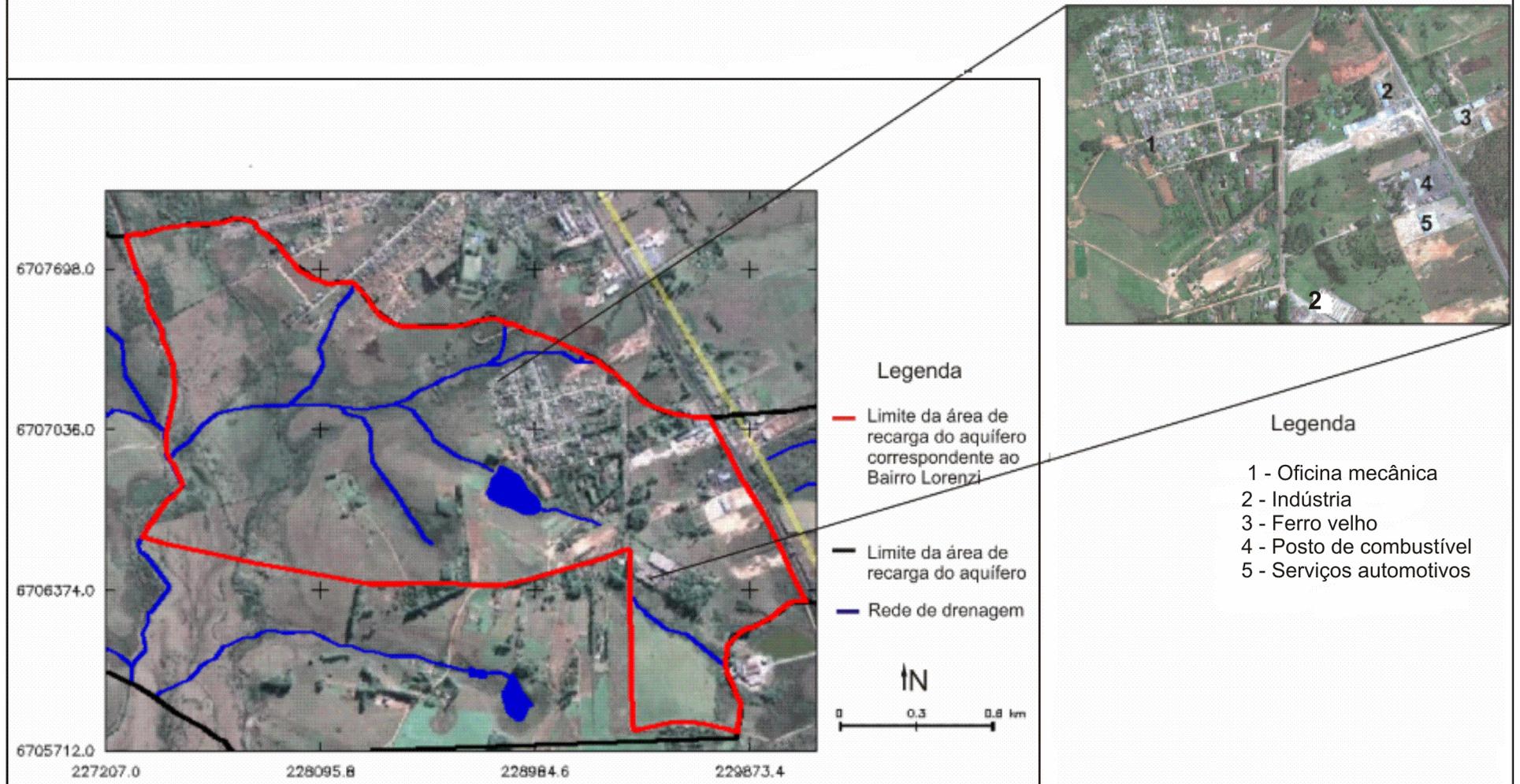
Este bairro possui características rurais e urbanas, pois ao mesmo tempo que possui indústrias na sua área, também possui a Associação Tradicionalista Estância do Minuano configurando características rurais para o bairro. Verifica-se também que parcela do Bairro Lorenzi, que está inserido nos limites da área de recarga é de campo.

Neste contexto, na área urbanizada do bairro que se configura como residencial foi identificada uma oficina mecânica (figura 18) como uso do solo potencialmente poluidor, acrescentando esta fonte potencial de poluição à falta de rede coletora de esgoto existente no bairro. As demais fontes potenciais de poluição do bairro localizam-se nas margens da rodovia BR 392, que segue em direção ao município de São Sepé, ao sul de Santa Maria. Sendo que o ferro velho (figura 18) identificado localiza-se no Bairro Tomazetti, mas foi incluído no Bairro Lorenzi pela proximidade com este. A localização destas fontes potenciais de poluição podem ser visualizadas no mapa 6.



Figura 18 - Oficina mecânica (Bairro Lorenzi) e Ferro velho (Bairro Tomazetti). Trabalho de campo ago. 2011.

Usos do solo potencialmente poluidores - Bairro Lorenzi



Mapa 6 - Usos do solo potencialmente poluidores existentes no Bairro Lorenzi

A partir deste mapa é possível verificar que a oficina mecânica está localizada na área considerada residencial do bairro, isto porque esta oficina configura-se como uma atividade desenvolvida informalmente, pois ocorre na parte dos fundos de uma residência, logo tendo uma maior probabilidade de poluição da água, pois conforme Foster e Hirata (1993, p. 49):

Não são necessariamente as indústrias de maior porte e as mais sofisticadas que apresentam as mais altas taxas de cargas contaminantes no subsolo e, conseqüentemente, o maior risco de degradação das águas subterrâneas. Isso é fato, muitas vezes, porque nessas empresas o cuidado com a manipulação de produtos químicos e efluentes, assim como de suas práticas de disposição, são maiores. No entanto, as pequenas empresas são de igual ou maior preocupação, pois estão amplamente disseminadas além de utilizarem quantidades consideráveis de contaminantes tóxicos e não controlarem a disposição de efluentes de modo adequado.

Desse modo, a oficina mecânica existente no bairro possui um potencial de poluição no mesmo nível que outra oficina mecânica de maior porte, pois a falta de rede coletora de esgoto e, da ausência de local adequado para realização da atividade, acentua a possibilidade de poluição pelo fato de que, os resíduos gerados pela atividade serão lançados diretamente no solo ou em uma fossa séptica. Estes resíduos, na sua maioria, são óleos, graxas, detergentes e outros produtos utilizados neste tipo de atividade, logo a infiltração da água contendo estes resíduos misturados, comprometerá a qualidade da água em nível local ao qual foi infiltrada.

As fontes potenciais de poluição da água localizadas um pouco mais afastadas da área residencial configuram-se como de maior porte, sendo elas a indústria de concreto, a de máquinas agrícolas (figura19) e a que oferece serviços para automóveis. O posto de combustível (figura 19) é uma categoria diferenciada, pois não é uma indústria, mas um comércio de produtos e serviços, no entanto armazena seu produto de venda em tanques subterrâneos.

Esta é uma característica delicada ao considerar a possibilidade de poluição da água subterrânea, pois segundo Foster e Hirata (1993, p. 49), “os vazamentos de substâncias tóxicas, em tanques e condutos subterrâneos, assim como em drenos de pátios industriais, são também fontes comuns de contaminação das águas subterrâneas”. Logo, a manutenção destes tanques torna-se necessário para que não ocorram acidentes, visto que, por já se encontrarem na camada do subsolo o

prejuízo gerado quanto à qualidade da água subterrânea pode ser maior que se o mesmo acidente, com o mesmo produto fosse causado superficialmente.



Figura 19 – Indústria de concreto, de máquinas agrícolas e posto de combustível no Bairro Lorenzi. Trabalho de campo ago. 2011.

Outro uso do solo potencialmente poluidor identificado foi o ferro velho às margens da rodovia BR 392, no Bairro Tomazetti. Este foi considerado no Bairro Lorenzi, por ser a única atividade potencialmente poluidora existente naquele bairro, pois a área do bairro não configura-se como urbanizada.

A existência de um ferro velho sobre a área de infiltração natural da água pode causar poluição da água através dos restos de óleos, graxas, tintas e corrosão de materiais que poderão ser infiltrados juntamente com a água da chuva para o manancial subterrâneo. Sendo assim, esta é uma atividade que não deveria existir

em uma área de recarga de água, pois o resíduo gerado infiltra aos poucos, podendo causar a poluição da água do aquífero subterrâneo.

No Bairro Lorenzi os espaços sem edificações colaboram para que ocorra infiltração de água em quantidade, pois a maioria da área do bairro corresponde a usos do solo de campo, sendo estas áreas as responsáveis pela infiltração natural da água. Cabe ao Poder Público Municipal, com parceria dos proprietários destas áreas, realizarem a manutenção destes espaços de campo e inserção de vegetação arbórea com a finalidade de manutenção de recarga de água.

5. 7. Usos do solo nos Distritos pertencentes a área de recarga em Santa Maria

Diferentemente das demais áreas que são ocupadas por residências e outras atividades potencialmente poluidoras, como as indústrias, o ferro velho, as oficinas mecânicas e o posto de combustível, as áreas de campo e floresta atuam de modo favorável para a infiltração da água, tanto em termos quantitativos como qualitativos. No entanto, maioria destas áreas não pertencem ao distrito sede do município, mas aos Distritos de Santo Antão, São Valentim e Pains (figura 20).

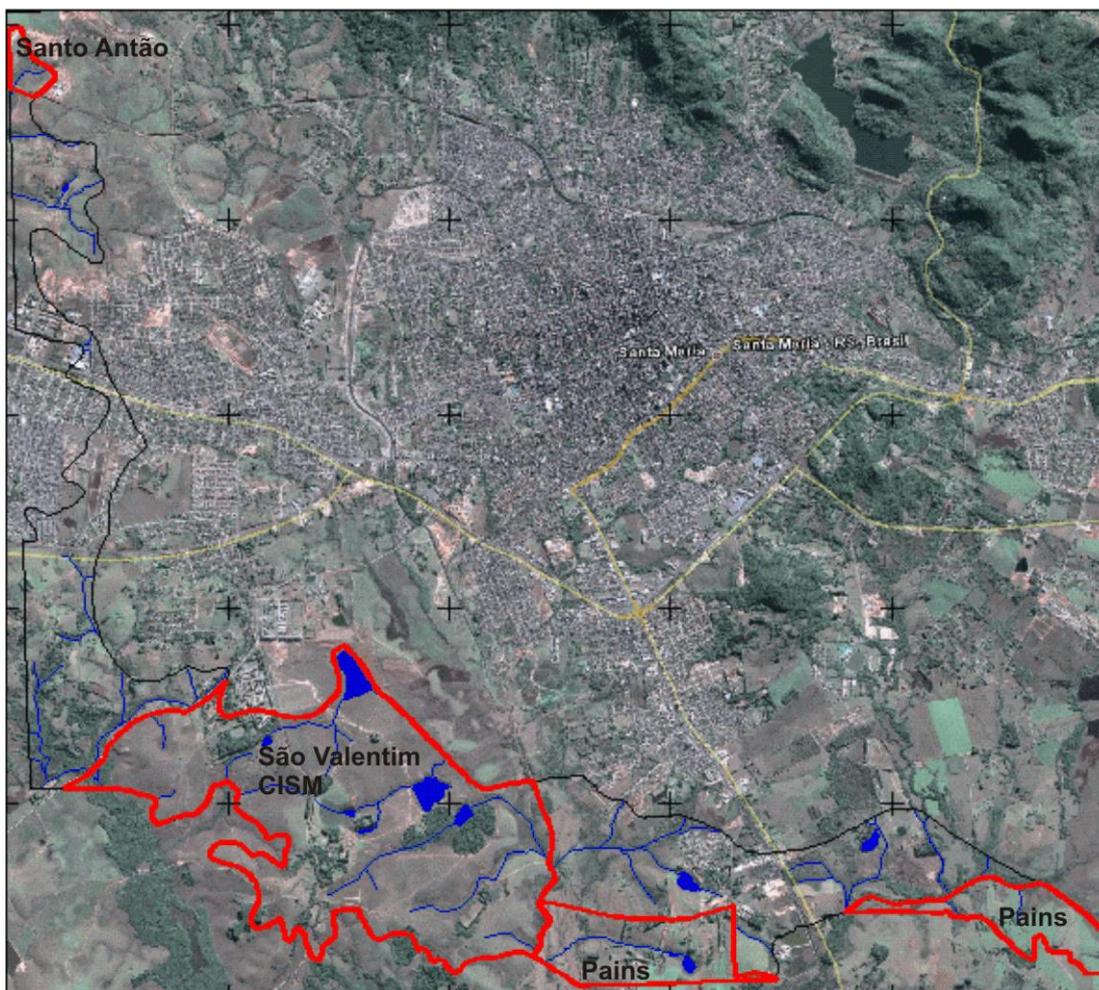


Figura 20 - Parcela dos distritos que encontram-se sobre a área de recarga do aquífero
 Fonte: Imagem de satélite do Google Earth. 21/09/2011

O distrito de Santo Antão que pertence a área de recarga está localizado ao norte do Bairro Agroindustrial e tem como predominância o uso do solo de campo. Já a área do Distrito de Pains está localizado ao sul dos Bairros Lorenzi, Tomazetti e Diác. João Luiz Pozzobon, e também possui como principal uso do solo o campo com fragmentos de florestas ciliares. Estas últimas configuram áreas a serem mantidas para que ocorra infiltração da água quali-quantitativamente e atue como “filtro” das impurezas que possam ser lançadas no solo.

A área que concentra a maior porcentagem de campo e floresta corresponde ao Distrito de São Valentim, sendo que o total desta pertence aos militares. Nesta área tem-se a predominância de campo, mas também existem algumas matas ciliares e fragmentos de florestas. Este espaço possui como função o treinamento militar e tem como denominação Campo de Instrução de Santa Maria (figura 21).



Figura 21 - Área de campo no CISM e área de solo exposto e campo com interfaces de floresta no CISM. Trabalho de campo mai. 2011.

O espaço militar é de grande importância para a recarga de água do manancial subterrâneo, pois corresponde a uma área extensa em relação aos demais bairros e distritos e, principalmente, por ser uma área não urbanizada e que não está sujeita a urbanização. Nesse sentido o CISM atua de maneira favorável para que se mantenha a qualidade e quantidade de infiltração de água.

No entanto existem processos erosivos consideráveis nesta área (figura 21), pois existe no CISM atividade desenvolvida com blindados, que desencadeiam a degradação das áreas de campo, tornando-as solo exposto, bem como causando a compactação deste solo que contribui para diminuição da infiltração natural das águas das chuvas. Isto ocorre devido a baixa resistência da cobertura vegetal e também à fragilidade do solo.

5.8. Áreas de incompatibilidade legal conforme o Decreto 42.047 (RS) e LUOS (Santa Maria)

As áreas de incompatibilidade legal diagnosticadas na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, são as que correspondem aos usos

do solo potencialmente poluidores diagnosticados nesta pesquisa e que se instalaram nesta área de recarga de aquífero após a criação das leis que dispõem sobre a proteção da mesma. Desse modo, as indústrias e demais atividades implantadas após o ano de 2002, Decreto número 42.047 no Estado do Rio Grande do Sul e, após 2005, primeira Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano de Santa Maria, configuram áreas de incompatibilidade legal.

Assim, as atividades potenciais de poluição que se configuram como áreas de incompatibilidade legal foram instaladas após normativas que proíbem a implantação de atividades poluidoras nas áreas de proteção máxima, áreas de recarga de aquíferos (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Tendo em vista que em legislação a proibição ou recomendação de não instalação de atividades industriais em áreas de recarga de aquíferos é recente, com o Decreto que dispõe sobre alterações relativas ao gerenciamento e à conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul, o município, através da Lei de Uso e Ocupação do Solo, estabelece que as fontes potenciais de poluição instaladas anteriormente as normativas que regem sobre a proteção das áreas de infiltração natural da água e sobre o uso e ocupação do solo do município, são consideradas áreas de uso tolerado do solo.

Esta Lei, que foi criada no ano de 2005 (primeira versão) no município de Santa Maria, dispõe sobre o uso e ocupação do solo, parcelamento, perímetro urbano e sistema viário do município. Nesta, os usos do solo são definidos como atividades localizadas em determinado espaço físico e são subdivididas em uso permitidos do solo, uso tolerado e uso proibido, conforme LUOS (Lei nº 072, 2009).

Uso permitido - é o uso de acordo com a destinação prevista na lei e observados os indicadores urbanísticos.

Uso tolerado - é o uso existente, anterior à vigência desta lei, habilitado pela autoridade competente, e que não pode ser enquadrado como uso permitido porque: a) não cumpre com todas as limitações e requisitos da legislação em vigor, e

b) não se encontra relacionado na lista de usos permitidos para a zona do projeto.

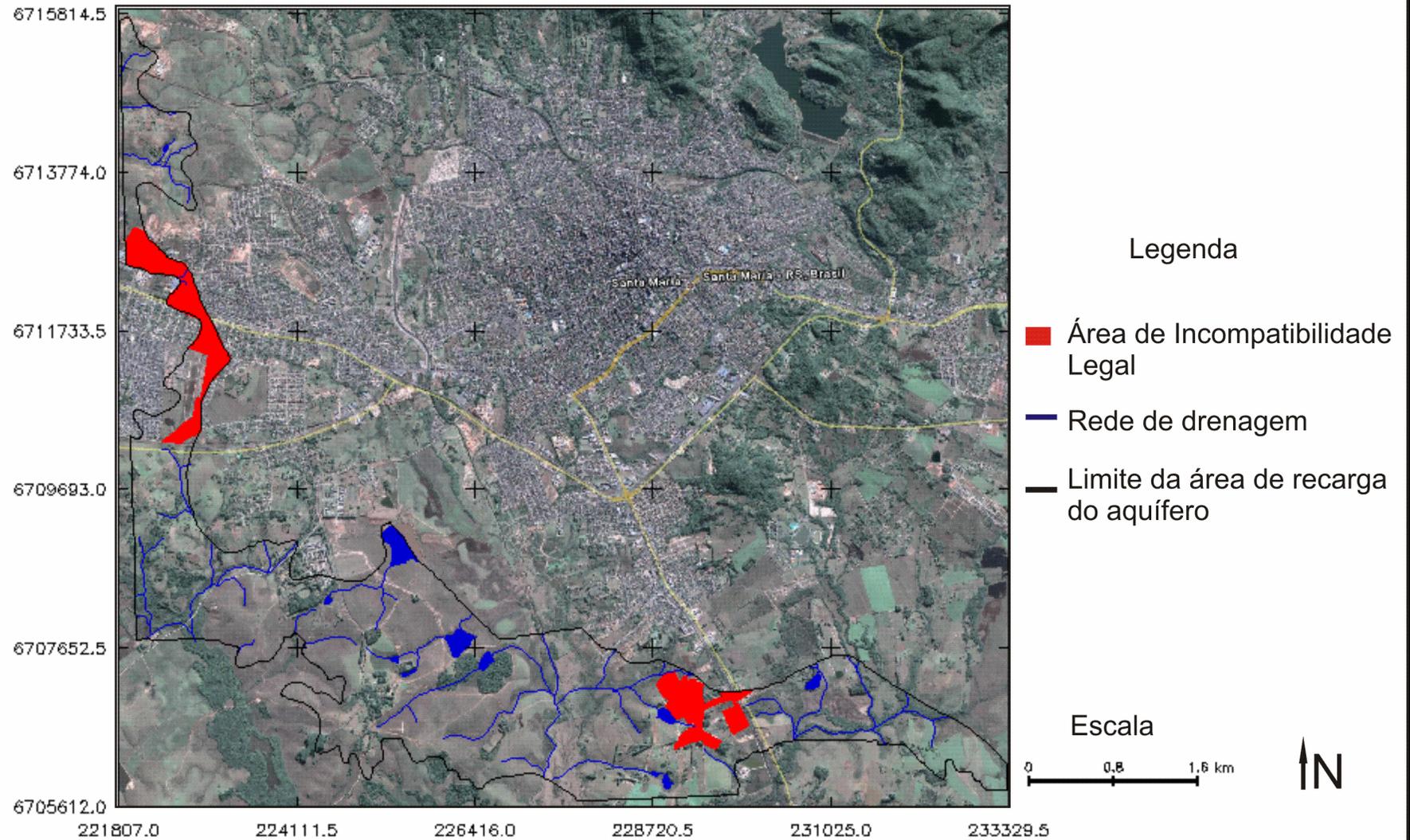
Uso proibido - é todo aquele que não cumpre o regime urbanístico, não podendo, portanto, ser implantado.

A partir disso verifica-se que o Decreto nº 42.047 faz referência à proteção das áreas de recarga de aquíferos no Rio Grande do Sul, para que nestas não seja permitida a instalação de atividades poluidoras da água subterrânea. Já a LUOS menciona os usos permitidos e não permitidos por zona da sede do município de Santa Maria, sendo que a área de recarga é estabelecida como área de conservação, e para esta existem usos recomendados e não recomendados.

Nessa perspectiva, foram diagnosticados os usos do solo potencialmente poluidores existentes na área de recarga da água e, a partir dos usos identificados e da verificação do ano de instalação dos mesmos, foi possível identificar as áreas de incompatibilidade legal. Estas áreas de incompatibilidade legal identificadas e espacializadas, correspondem aos usos do solo potencialmente poluidores da água subterrânea que não deveriam existir em áreas de recarga de aquíferos, conforme o disposto no Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002) e LUOS (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2005).

A espacialização das áreas de incompatibilidade legal existentes na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria pode ser verificada no mapa 7 e, devido ao fato de que a maior parcela da área urbana pertencente a Área de Conservação Natural AC8 não possui rede coletora de esgoto, as fontes potenciais de poluição da água classificadas como incompatíveis legalmente foram sobrepostas com a falta de rede de esgoto.

Áreas de Incompatibilidade Legal na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria



Mapa 7 -Áreas de incompatibilidade legal na área de recarga do aquífero

A partir da análise dos mapas que apresentam a espacialização das áreas com e sem rede coletora de esgoto (mapa 3) e do mapa que apresenta as áreas de incompatibilidade legal (mapa 7), é possível verificar que estas últimas correspondem as áreas sem rede de esgoto. Isto ocorre, porque há a sobreposição dos usos incompatíveis como indústrias, oficinas mecânicas, ferro velho e posto de combustível com a falta de rede de esgoto na área. Logo, as atividades consideradas incompatíveis estão inseridas na mesma área de incompatibilidade legal correspondente a falta de rede coletora de esgoto.

Ao verificar a localização das atividades consideradas de incompatibilidade legal diagnostica-se que praticamente todas estão localizadas no Distrito Industrial, sendo que a falta de rede coletora de esgoto está presente neste e em quase todos os demais bairros urbanizados. Neste sentido, de acordo com a legislação vigente, o DISM não poderia ser instalado onde está atualmente, entretanto verifica-se que a sua criação é anterior a criação destas normas que dispõem sobre a proteção de áreas de infiltração natural da água para mananciais subterrâneos e à criação da Lei de Uso do Solo Urbano de Santa Maria.

Pois segundo Pinheiro (2002) o Distrito Industrial de Santa Maria foi criado na década de 1970, com a finalidade de estabelecer uma área para que indústrias poderiam se instalar e desenvolver suas atividades com facilidade no transporte (localiza-se ao norte da BR 287) e em uma área não muito próxima ao centro da cidade, para que pudesse se expandir. Entretanto, mesmo sendo criado anteriormente às legislações que estabelecem restrições de uso do solo para área de recarga, ainda estão sendo instaladas indústrias neste local, logo, as áreas em que estas atividades se instalaram recentemente, a partir de 2002, são consideradas como áreas de incompatibilidade legal.

A área de incompatibilidade legal é considerável para uma área de recarga de aquífero, na qual a manutenção da recarga de água com qualidade e quantidade é de fundamental importância para que a população possa continuar usufruindo do recurso hídrico subterrâneo conforme a demanda existente. Entretanto, nesta área de recarga, existem parcelas de área com usos do solo de campo e floresta, logo, áreas prioritárias para que ocorra a infiltração da água.

Nesta perspectiva, a manutenção das áreas verdes é fundamental para que se tenha a qualidade e quantidade de recarga de água, pois existem áreas em que o uso do solo já se encontra com incompatibilidade legal. Nestas áreas com usos do

solo incompatíveis existe a possibilidade de poluição da água através dos resíduos produzidos pelas atividades diagnosticadas como potencialmente poluidoras, logo a manutenção das demais áreas, que não foram identificadas como de incompatibilidade, como as áreas de campo e floresta, são fundamentais para manter a qualidade e quantidade da recarga de água.

Outra área que deve ser mantida, refere-se à qualidade de infiltração. São as áreas correspondentes ao Bairro Tancredo Neves e Loteamento Cipriano da Rocha, pois nestes existe rede de coleta de esgoto cloacal e não foi identificado nenhuma outra fonte de poluição da água. Entretanto, são áreas com elevado índice de impermeabilização do solo, o que dificulta o processo de infiltração da água.

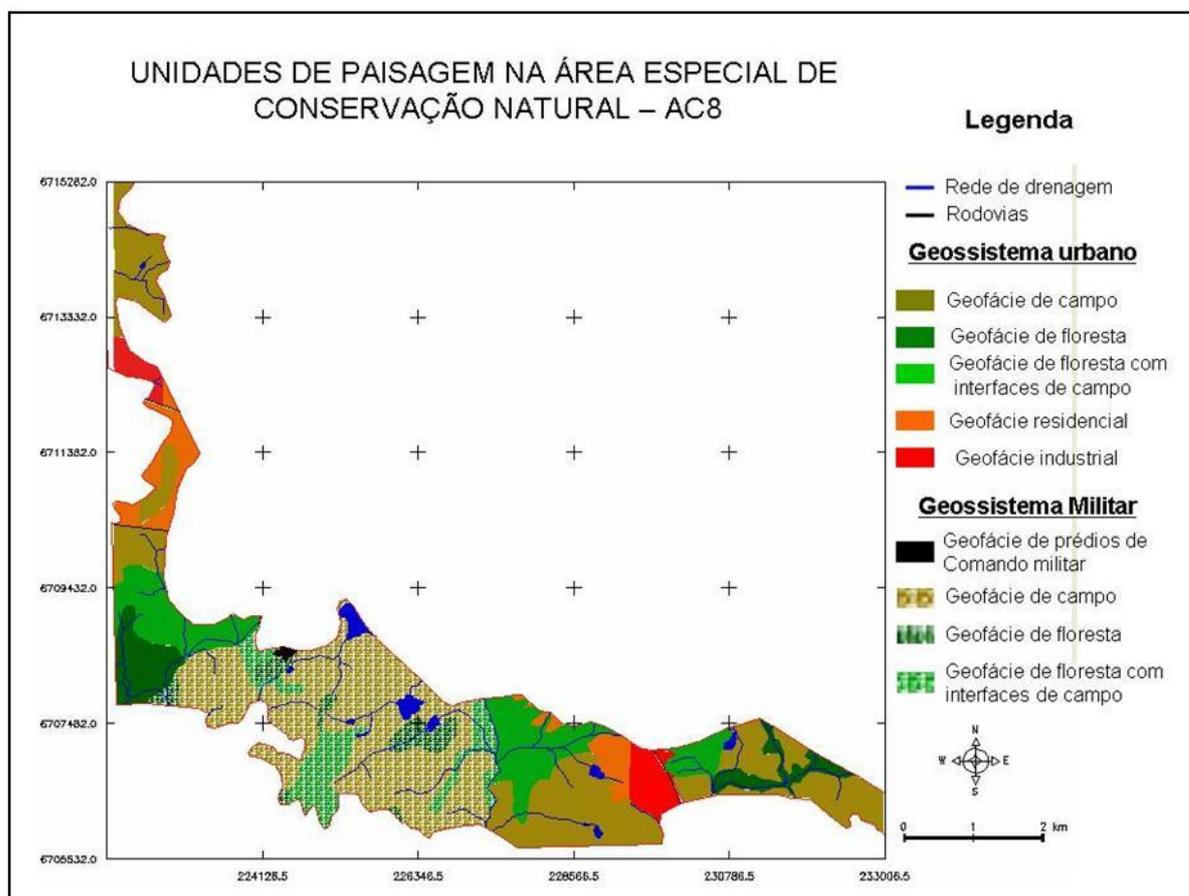
Áreas verdes predominam nos bairros Agroindustrial (porção norte), Boi Morto, Lorenzi (porção oeste), Tomazetti e Diác. João Luiz Pozzobon, além de estarem presentes nos Distritos de Santo Antão, São Valentim (CISM) e Pains. Sendo que os bairros Boi Morto e Tomazetti são os que possuem maior quantidade de áreas verdes, florestas, incluindo nestas as matas ciliares que, dentre suas diversas funções, atuam como filtros de poluentes que possam estar presentes na água e também regulam o ciclo hidrológico, possibilitando a infiltração da água da chuva lentamente no solo, contribuindo assim para uma maior recarga de água para o manancial subterrâneo.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) existentes na Área de Conservação Natural AC8, na sua maioria, não estão de acordo com o que prevê o Código Florestal (BRASIL, 1965). Pois, conforme esta Lei, ao longo dos rios cuja largura mínima seja de dez metros, a APP deverá corresponder a trinta metros de largura. Logo, a maioria das APPs existentes nos limites da área de recarga não estão de acordo com o que prevê o Código Florestal para estas.

O descumprimento da Lei pode ser visualizado no mapa 8, mapa das Unidades de Paisagem na Área Especial de Conservação Natural AC8. Utilizou-se este mapeamento, pois, conforme Bolós (1992, p. 247), “Las propuestas en lo que se refiere a zonificación, programas de gestión y desarrollo de los espacios protegidos, usualmente contenidas en un plan director o plan de gestión deben hallar, también, su fundamentación en un análisis previo del paisaje”.

Neste contexto, através do mapeamento das Unidades de Paisagem é possível verificar que, a maioria das áreas onde deveria existir mata ciliar estão ocupadas por áreas de campo ou campo com interfaces de floresta. Assim, estas

áreas que não cumprem o que dispõe a Lei estão em desacordo, e também são áreas de incompatibilidade legal.



Mapa 8 - Unidades de paisagem na AC8
Fonte: FOLLMANN; FIGUEIRÓ (2011).

A partir da identificação das áreas com incompatibilidade legal existentes na área de recarga do aquífero Arenito Basal Santa Maria, é possível estabelecer áreas prioritárias de conservação. São classificadas como prioritárias pelo fato de possuírem características que são necessárias para a manutenção da qualidade e quantidade de recarga de água.

Nesta perspectiva, as áreas prioritárias de conservação são as que correspondem as florestas, campo com interface de florestas e campo, conforme mapa 8. Áreas estas que permitem e facilitam o processo de infiltração da água e,

por não possuírem nenhum tipo de atividade potencialmente poluidora instalada, contribuem também, na qualidade da infiltração da água.

Além destas, existem áreas que poderiam ser reparadas, como é o caso de algumas áreas pertencentes ao CISM, no qual através da utilização intensa com treinamentos militares e com blindados causam a degradação e compactação do solo. Assim, através de estudos para reparação do solo degradado, a quantidade de infiltração também aumentaria.

As áreas identificadas como incompatíveis também podem ser reparadas parcialmente, pois a falta de rede coletora de esgoto pode ser revertida com a implantação deste serviço nos bairros que não a possuem e configuram-se como urbanizados, diminuindo consideravelmente a probabilidade de poluição da água subterrânea. Sendo que, a existência deste equipamento sanitário, no caso da área de estudo, é considerado como prioritário, pois o esgoto lançado no solo constantemente aumenta a possibilidade de poluir o manancial subterrâneo, isto porque com o constante lançamento de resíduos no solo, a capacidade que o solo e a vegetação têm de absorver e filtrar poluentes é reduzida devido à elevada quantidade de resíduos lançados (MOTA, 1981).

Já as áreas de incompatibilidade legal caracterizadas por indústrias, oficinas mecânicas, ferro velho e posto de combustível, devem possuir fiscalização de órgãos do Poder Público municipal no que se refere ao cumprimento da LUOS de Santa Maria, mas também do órgão ambiental que realizou o Licenciamento Ambiental do empreendimento, este que na maioria das atividades é de competência da Secretaria de Proteção Ambiental do município, por serem caracterizadas atividades de impacto local, conforme Resolução nº 102 (CONSEMA, 2005).

Assim, para que os usos do solo não ocasionem prejuízos ambientais, que inclui a poluição da água subterrânea, o cumprimento das normas que dispõem sobre a proteção das áreas de recarga de aquífero no Estado do Rio Grande do Sul e as normas que dispõem sobre o uso adequado do solo em área de conservação em Santa Maria devem ser cumpridas. É importante destacar que não é proibido utilizar esta área de conservação municipal, mas o seu uso deve conter restrições.

As restrições impostas a esta área de conservação municipal não impede que seja utilizada, pois é uma área de conservação e não de preservação, isto é, as suas características naturais devem ser mantidas, e no caso da Área de Conservação

Natural AC8, que possui como principal função ambiental a recarga de água subterrânea, deve-se destacar que os usos do solo existentes na área não deveriam possuir características poluidoras. Contudo, os resultados da pesquisa apresentaram a existência de diversas atividades que possuem a probabilidade de poluir a água.

Neste sentido, cabe aos órgãos gestores do município conter a instalação de novas atividades desta natureza na área, como também deveria existir uma diferenciação da quantidade de área verde necessária quando da implantação de lotes, estes que deveriam ser diferenciados das demais zonas do distrito sede do município. Mediante isso, os resultados da pesquisa destacam que, por ser uma área de conservação municipal que possui restrições de uso, sendo esta devido à ser uma área de recarga natural de água, é também considerada uma área que deve ser protegida quanto a instalação de atividades potenciais de poluição.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Setores da população e seus representantes governamentais a muito tempo procuram formas adequadas de proteção dos recursos hídricos e de realização do uso adequado deste recurso. A criação da Política Nacional de Recursos Hídricos no ano de 1997 com a implantação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos é um marco organizacional, que dispõe sobre qual órgão fica responsável por determinadas funções, ou seja, ficou estabelecido a hierarquia deste sistema.

Mas, constatou-se que ainda existem falhas neste sistema implantado, pois os recursos hídricos subterrâneos são praticamente desconsiderados. Conforme citam Martins e Valêncio (2003, p. 88), “Apesar dos esforços encetados nos últimos anos, o Brasil encontra-se nessa situação, sendo insatisfatório o controle do uso e da qualidade das águas subterrâneas”.

De acordo com as legislações mencionadas no decorrer da pesquisa, verificou-se a necessidade de maior atenção quanto aos recursos hídricos subterrâneos. Isto ocorre porque muitas vezes os problemas de poluição destes são minimizados, devido a elevada quantidade deste recurso disponível no Brasil.

Neste sentido, a necessidade de proteger os mananciais hídricos subterrâneos é fundamental, pois a poluição dos mananciais superficiais é crescente e grande parcela da população ainda não tem acesso a rede de abastecimento pública de água. Estes fatores tornam os mananciais subterrâneos alternativas de abastecimento consideradas fáceis e baratas (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006), pois, na maioria das vezes, não é necessário tratamento prévio para esta água ser utilizada.

Em relação a proteção das águas subterrâneas, ainda que os esforços em delimitar a abrangência dos aquíferos e suas áreas de recarga sejam significativas, falta articulação dos órgãos que são responsáveis pela proteção dos mananciais, bem como legislações mais precisas sobre os usos que são permitidos e não são permitidos nestas áreas de recarga natural de aquíferos. Sendo que uma das dificuldades encontra-se na efetivação deste sistema de recursos hídricos, tendo como exemplo a não implantação de muitos Planos de Bacia, sendo que estes,

segundo CNRH, devem apresentar as medidas de proteção e recuperação dos aquíferos, bem como delimitar as áreas de recarga.

Nesta perspectiva, a partir do primeiro objetivo que foi verificar nas legislações quais as restrições de uso do solo definidas para áreas de recarga de aquíferos, foi possível estabelecer quais os usos permitidos e não permitidos nestas áreas. Entretanto, teve-se alguns entraves, como por exemplo, o Plano de Bacia dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim ainda não estar implantado, este que deveria conter as medidas de proteção do aquífero Arenito Basal Santa Maria.

Assim, o município torna-se responsável, devido a norma estabelecida na Política Estadual de Recursos Hídricos, na qual cita que a gestão de recursos hídricos processar-se-á no quadro do ordenamento territorial. Visto que este é de responsabilidade municipal.

O município também deve seguir o disposto no Decreto 42.047 de 2002, que regulamenta disposições da Política Estadual de Recursos Hídricos no qual define que não é permitido atividades poluidoras nas áreas de recarga de aquíferos no Estado. Logo, o município de Santa Maria ao desenvolver as políticas que dispõem sobre o ordenamento territorial municipal deveria considerar as restrições de uso do solo estabelecidas neste Decreto.

Mediante isso, os loteamentos identificados na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria não seguem completamente o disposto no Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002) e na LUOS (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2009). Pois a LUOS destina esta área para atividades que não causem impactos ambientais e que respeitem os recursos naturais.

Neste contexto, através dos objetivos propostos, foram identificados e mapeados diversos usos que não seguem o disposto nas leis que mencionam sobre o uso adequado do solo para áreas de recarga de aquífero e áreas protegidas. Destacando a importância em se proteger os recursos hídricos subterrâneos da poluição, Martins e Valêncio (2003, p. 88) citam que:

Considerados o volume e a importância das águas subterrâneas para o homem, seu interesse para estudo é relativamente muito recente e, na maioria dos países, falta ainda noção mais precisa dessa importância e da dimensão dos problemas que podem afetá-las irremediavelmente.

Neste sentido, proteger a recarga de água do aquífero Arenito Basal Santa Maria com qualidade e quantidade é fator importante para o município de Santa Maria, visto que a utilização deste recurso hídrico subterrâneo ocorre em grande parte do município. Entretanto, a partir dos resultados obtidos, percebeu-se que parcela significativa do uso e ocupação do solo não corresponde ao correto uso do solo para esta área, pois podem poluir a água subterrânea através dos rejeitos químicos gerados nos processos industriais e dos produtos utilizados no uso doméstico, bem como através dos rejeitos orgânicos.

Os resultados da pesquisa mostram que as áreas de incompatibilidade legal existentes na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, são as fontes potenciais de poluição instaladas após a criação da primeira versão da LUOS no ano de 2005 e do Decreto 42.047 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2002). A principal fonte potencial de poluição da água diagnosticada foi o uso do solo residencial e industrial sem rede coletora de esgoto, visto que abrange quase toda parcela urbana inserida na área de recarga do aquífero.

A partir deste diagnóstico, se o poder público municipal considerar a importância da água subterrânea para o abastecimento da população e investir na implantação de rede de coleta de esgoto cloacal na Área de Conservação Natural AC8, que é instituída pelo próprio município como uma área protegida, ter-se-á uma diminuição significativa da probabilidade do aquífero subterrâneo ser poluído por cargas contaminantes de origem difusa e orgânica.

As demais fontes potenciais de poluição, consideradas incompatíveis legalmente, se fiscalizadas constantemente e seguirem as normas estipuladas pelo licenciamento ambiental exigido para que possam funcionar, podem não poluir o manancial hídrico subterrâneo. Mas, como na pesquisa foram identificadas as áreas de incompatibilidade legal de acordo com as legislações que dispõem sobre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos e das leis que dispõem sobre o parcelamento do solo municipal, estas fontes potenciais não deveriam ser instaladas na área, pois têm a possibilidade de poluir a água subterrânea através de acidentes passíveis de acontecer no desenvolvimento destas atividades, podendo gerar poluição considerável no aquífero, dependendo da carga contaminante provinda da fonte.

Esta área, com a função de recarga de água subterrânea, torna-se um espaço fundamental a ser protegido, para que a população possa se abastecer do recurso hídrico sem este estar poluído. Sendo que a água continuará podendo ser utilizada sem maiores problemas quanto à poluição, se as legislações que citam as formas de proteção das águas subterrâneas e a LUOS forem cumpridas e, esta última melhorada, no que se refere ao índice verde obrigatório quando da implantação de lotes na Área de Conservação Natural AC8. Este índice deveria ser maior, considerando a função ambiental deste espaço, que é de recarga de água para o manancial subterrâneo.

Uma das alternativas condizentes para que se tenha a devida proteção para que a área cumpra a função de processamento de água com qualidade e quantidade, é a manutenção das áreas protegidas já existentes, como as Áreas de Preservação Permanentes, Reservas Legais e, a criação de áreas verdes e Unidades de Conservação neste espaço. Dessa forma, existirá maior área permeável para ocorrer a infiltração da água e os espaços para implantação de atividades potencialmente poluidoras nesta área seriam reduzidos.

Enfim, com o presente estudo, espera-se que as informações desenvolvidas no decorrer do trabalho possam ser úteis para a sociedade através do aprofundamento de pesquisas que envolvam os recursos hídricos e as áreas protegidas em âmbito municipal e de bacia hidrográfica. Ao Poder Público de Santa Maria, também tem-se o desejo de que esta pesquisa seja considerada no que se refere ao ordenamento territorial adequado para uma área protegida, que possui a função de manter o aquífero subterrâneo com água em quantidade e qualidade para que possa ser utilizada pela sociedade sem estar poluída.

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.

_____. Programa produtor de água. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/produagua/>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

ANGELIS, B. L. D.; LOBODA, C. R. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência Guarapuava**, Paraná, n. 1, jan./jun. 2005. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/157/185>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

ASSOCIAÇÃO TRADICIONALISTA ESTÂNCIA DO MINUANO. A estância. Disponível em: <http://estanciadominuano.com.br/a-estancia/>. Acesso em: 20 jan. 2012.

BOLÓS, M. de. **Manual de ciencia Del paisaje**: Teoría, método y aplicaciones. Barcelona: Masson, s.a., 1992.

BORN, R. H.; TALOCCHI, S. **Proteção do capital social e ecológico**: por meio de compensação por serviços ambientais (CSA). São Paulo: Pierópolis, 2002.

BRAGA, R.; JESUS, S.C. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de águas de São Pedro/SP. **Caminhos de Geografia**, Rio Claro, n. 16, out. 2005. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/camnhos.html>>. Acesso em: 14 fev. 2011.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 15 mar. 2011.

_____. **Lei nº 6.766**, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Buscar o site

_____. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/constitui%C3%A7ao_compilado.htm>. Acesso em: 14 jul. 2010.

_____. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/constitui%C3%A7ao_compilado.htm>. Acesso em: 14 jun. 2010.

_____. **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.

_____. **Lei n. 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm>. Acesso em: 13 jun. 2010.

_____. **Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 15**, de 22 de janeiro de 2001. Disponível em: < <http://www.cnrh.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2010

_____. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 08 ago. 2011.

_____. **Resolução do CNRH nº 22**, de 24 de maio de 2002. Disponível em: < <http://www.cnrh.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2010.

_____. **Resolução do CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/7749/resolucao-conama-001-86>. Acesso em: 08 ago. 2011.

_____. **Resolução do CONAMA nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre Licenciamento Ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos ambientais, Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 08 ago. 2011.

_____. **Resolução do CONAMA nº 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente APP. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_369.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2011.

_____. **Resolução CNRH Nº 92**, de 05 de novembro de 2008. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br/>>. Acesso em: 03 mai. 2010.

_____. **Lei nº 11.936**, de 14 de maio de 2009. Dispõe sobre a proibição da fabricação, importação, exportação, manutenção em estoque, comercialização e o uso de diclorodifeniltricloreto (DDT). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm>. Acesso em: 11 abr. 2011.

CABRAL, N.R.A.J.; SOUZA, M.P. **Área de Proteção Ambiental: Planejamento e gestão de paisagens protegidas**. 2 Ed. São Carlos: RiMa, 2005.

CAMPONOGARA, I. **Vulnerabilidade natural no sistema Aquífero Guarani e análise de parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas em Quaraí, BR e Artigas, UY**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

CAPORUSSO, D.; MATIAS, L. F. **Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual. 1º Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo, SIMPGEO-SP**. Rio Claro-SP, 2008. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/iqce/simpgeo/71-87danubia.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

CONSELHO NACIONAL RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA - RBMA. **Anuário Mata Atlântica**. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_eco_floresta_estacional_decidual.asp>. Acesso em: 21 mai. 2011.

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://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2011.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

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.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2 Ed. São Paulo: Signus editora, 2000.

DUTRA, D. de A. **Plano de proteção de aquíferos a partir de variáveis ambientais**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10.350**, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/lei_11038.htm. Acesso em: 09 mai. 2010.

_____. **Lei nº 10.116**, de 23 de março de 1994. Institui a Lei de desenvolvimento urbano. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/urbanistico/legislacao/id704.htm>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

_____. **Lei nº 11.520**, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: http://defender.org.br/uploads/lei_11520_2000.pdf. Acesso em: 16 jan. 2012.

_____. **Decreto nº 42.047**, de 26 de dezembro de 2002. Regulamenta disposições da Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, com alterações, relativas ao gerenciamento e à conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/rhinsple.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2010.

_____. **Resolução do CONSEMA nº 102**, de 24 de maio de 2005. Dispõe sobre critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res102-05.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

FACHIN, E. F. **Avaliação da vulnerabilidade natural dos aquíferos em Santa Maria/RS**. 2005. Monografia (Especialização em Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia**: Conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM – Serviço geológico do Brasil, 1997.

FOLLMANN, F. M.; FIGUEIRÓ, A. S. Mapeamento de unidades da paisagem na Área Especial de Conservação Natural de Santa Maria/RS. **Climep**, Rio Claro, v. 6. 2011.

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

GASTMANS, D. **Hidrogeologia e hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani na porção ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HEATH, R. C. **Hidrologia básica de água subterrânea**. United States Government Printing Office, 1983

HOLZ, M.; ROS, L. F. de. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS Porto Alegre, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Brasil 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf. Acesso em: 12 jan. 2012.

IUCN. União Internacional para Conservação da Natureza. Disponível em: < <http://www.iucn.org/es/sobre/>>. Acesso em: 30 mai. 2010.

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. 1994, São Luiz. **Anais eletrônicos...** São Luiz, 1994. Disponível em: <

[http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/LIMA%20et%20al%20\(1994\).pdf](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/LIMA%20et%20al%20(1994).pdf)>. Acesso em: 19. Jan. 2012.

LIMA, F. J. de; CESTARO, L. A. Considerações sobre zoneamentos como instrumentos de gestão do território. Revista de Geografia (UFPE), Pernambuco, n. 3 nov. 2010. Disponível em: <http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/234/295>. Acesso em: 29 jul. 2011.

MACIEL FILHO, C.L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM, 1990.

MADEMAX PNEUS. Conheça a mademax. Disponível em: <http://www.mademaxpneus.com.br/empresa.php>. Acesso em: 07 dez. 2011.

MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**: desafios teóricos e político-institucionais. São Carlos: RiMa, 2003.

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.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Rio de Janeiro, n. 1 jan./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n1/a03v9n1.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.aesas.com.br/server/src/arquivos/midia/documento.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **A convenção sobre diversidade biológica**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.propesp.ufpa.br/spi/legislacao/outros-CDBPORT.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

MOREIRA, D. L.G. **Aproveitamento da água da chuva**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – União Dinâmica de Faculdades Cataratas, Foz do Iguaçu, 2006.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo.** 2 Ed. São Paulo: Amablume, 2008.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental.** Fortaleza: Edições UFC, 1981.

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.

NEUTZLING, I. (org.). **Água: Bem público universal.** São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 2004.

OLIVEIRA, L. A. de; VIEIRA, A. S. Estado da arte do Sistema Aquífero Guarani – SAG. **Caminhos de geografia**, Uberlândia, n. 34, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 03 set. 2010.

PEREIRA, P. F.; SCARDUA, F. P. Espaços territoriais especialmente protegidos: conceitos e implicações jurídicas. **Ambiente & Sociedade**, Campinas – SP, n. 1, jan./jun. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2008000100007&script=sci_arttext. Acesso em: 08 ago. 2011.

PINHEIRO, A. do C. **Levantamento e análise do processo de ocupação irregular do solo urbano nos últimos 30 anos (1970 – 2000) em Santa Maria – RS.** 2002. 112 f.

Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

PIRES, B. C. C.; RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. A. B. M. A reserva da biosfera do cinturão verde da cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, n. 2, abr./jun. 2002. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/produtos/spp/v20n02/v20n02_06.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Lei de Uso e Ocupação do Solo**. Santa Maria, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Projeto ambiental para o Distrito Industrial de Santa Maria**: Estudos e avaliações dos impactos ambientais e projeto urbanístico. Santa Maria, 2010.

QUINTAS, D.A.C.; STOLF, R.; CASAGRANDE, J. C. Recuperação de matas ciliares na micro bacia do Ribeirão das Furnas no Município de Araras – SP. In: IV CONGRESSO DE PÓSGRADUAÇÃO, São Carlos - SP. **Anais de Eventos da UFSCar**, São Paulo, 2007.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3 ed. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 2005.

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. C. A inserção da água subterrânea no sistema nacional de gerenciamento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, n. 4, out./dez. 2002, Disponível em: http://www.abrh.org.br/novo/arquivos/artigos/v7/v7n4/v74_03insercaofinal.pdf. Acesso em: 19 jan. 2012.

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

REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3 Ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

REDAÇÃO. MP de olho nos poços artesianos. **A razão**, Santa Maria, 04 nov. 2011. Disponível em: <http://www.arazao.com.br/2011/11/04/mp-de-olho-nos-pocos-artesianos/>. Acesso em: 18 nov. 2011.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução do CONSEMA nº 102**, de 24 de maio de 2005. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: < http://www.mundoambiente.eng.br/legislacao/leiAmbientaRS/R102_05.pdf> . Acesso em: 01 abr. 2011.

ROCHA G. A. O grande manancial do Cone Sul. **Estudos Avançados**. São Paulo. n. 30, Mai/Ago. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-0141997000200013&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 mar. 2010.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

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

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - SEMA. **Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí – Vacacaí Mirim**. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2011.

SUPERTEX SOLUÇÕES EM CONCRETO. Histórico. Disponível em: <http://www.supertex.com.br/empresa.php>. Acesso em: 07 dez. 2011.

THOR MÁQUINAS E MONTAGENS. Histórico. Disponível em: <http://www.thor.com.br>. Acesso em: 07 dez. 2011.

TUCCI, C. E. M. Água doce. Instituto de pesquisas hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, 2005.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**. São Paulo. n. 32, dez. 1998