

UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ

DAVID ROSSA NETO

**POTENCIALIDADES DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO KARST
POR AGROQUÍMICOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO MAGRO/PR.**

CURITIBA
2010

DAVID ROSSA NETO

**POTENCIALIDADES DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO KARST
POR AGROQUÍMICOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO MAGRO/PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Graduação.

Professor Orientador: Helder de Godoy.

CURITIBA
2010

TERMO DE APROVAÇÃO

David Rossa Neto

POTENCIALIDADES DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO KARST POR AGROQUÍMICOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO MAGRO/PR.

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado e aprovado para obtenção de Graduação no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tuiuti do Paraná.

Curitiba, 26 de dezembro de 2010.

Engenharia Ambiental
Universidade Tuiuti do Paraná

Orientador:

Prof. Dr. Helder de Godoy

Prof^a. Ms. Carolina Fagundes Caron

Prof^a. Ms. Fernanda Paes de Barros Gomide

AGRADECIMENTOS

Dedico e agradeço aos meus pais, por me apoiarem nos momentos difíceis da vida, sempre incentivando a alcançar meu objetivo nos estudos acadêmicos.

À minha querida irmã Thaís, por colaborar neste trabalho com sua paciência e boa vontade em indicar os caminhos referentes às questões de Direito Ambiental, através de incentivos e materiais, bem como por compartilhar seu conhecimento de vida acadêmica.

Ao meu orientador, Professor Dr. Helder de Godoy por suas orientações e sugestões na elaboração deste trabalho acadêmico, incentivando e mostrando que devagar, se vai ao longe.

“Daqui a cinco anos você estará bem próximo de ser a mesma pessoa que é hoje, exceto por duas coisas: os livros que ler e as pessoas de quem se aproximar” (Charles Jones).

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 08 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 AQUÍFEROS..... | 15 |
| 2.2 AQUÍFERO KARST..... | 15 |
| 2.3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO KARST EM CAMPO MAGRO/PR..... | 17 |
| 2.4 MUNICÍPIO DE CAMPO MAGRO | 19 |
| 2.4.1 Saneamento..... | 20 |
| 2.5 AGRICULTURA E SUA POTENCIALIDADE DE CONTAMINAÇÃO..... | 20 |
| 2.6 IRRIGAÇÃO..... | 26 |
| 2.6.1 Mecanismos de Contaminação por Nitrato | 26 |
| 2.6.2 Agroquímicos..... | 27 |
| 2.7 CARACTERÍSTICAS DE RELEVO E GEOLÓGICAS..... | 28 |
| 2.7.1 Relevo..... | 28 |
| 2.7.2 Hidrogeologia..... | 29 |
| 2.8 PONTOS E ZONAS DE RECARGA E EXPLORAÇÃO..... | 31 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 33 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDO..... | 34 |
| 3.1.1 Fontes Potencialmente Poluidoras..... | 39 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 43 |
| 4.1 ESTUDO DE CAMPO..... | 43 |
| 4.2 AVALIAÇÃO DE RISCOS (EXISTÊNCIA DE RISCO)..... | 44 |
| 4.3 AVALIAÇÃO DE RISCOS E PRINCIPAIS PROBLEMAS..... | 49 |
| 4.4 RECONHECIMENTO DE CAMPO..... | 52 |
| 4.5 MUDANÇAS DE PARADIGMAS..... | 57 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 61 |
| REFERÊNCIAS..... | 63 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – MAPA (MODIFICADO) DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO AQUÍFERO KARST | 19 |
| FIGURA 2 – MAPA (MODIFICADO) DE ZONAS E PONTOS DE RECARGA DE CAMPO MAGRO/PR..... | 36 |
| FIGURA 3 – IMAGEM DE SATÉLITE DO SITE <i>GOOGLE EARTH</i> DA ÁREA 'A'..... | 37 |
| FIGURA 4 – IMAGEM DE SATÉLITE DO SITE <i>GOOGLE EARTH</i> DA ÁREA 'B'..... | 38 |
| FIGURA 5 – FONTES POTENCIALMENTE POLUIDORAS..... | 39 |

RESUMO

O estudo realizado teve como objetivo demonstrar como as práticas agrícolas e o uso de agroquímicos (agrotóxicos, fertilizantes e corretivos), na região de Campo Magro/PR, principalmente sobre áreas de recarga do Aquífero Karst, podem estar comprometendo ou causando riscos potenciais à água do aquífero num futuro próximo. Durante a elaboração do presente trabalho, foram analisados estudos e pesquisas bibliográficas que tratassem das áreas escolhidas, com posterior complementação de dados através de visitas de campo, destinadas a identificar e verificar o nível de conhecimento dos agricultores sobre a aplicação de agroquímicos e correspondente contaminação do solo e água. Foram verificadas também as reais potencialidades de contaminação, decorrentes do uso de agroquímico em regiões de recarga do aquífero Karst, especificamente no Município de Campo Magro – PR.

PALAVRAS-CHAVE: Aquíferos; Áreas de Recarga; Agroquímicos; Contaminação.

ABSTRACT

The study aimed to demonstrate how farming practices and the use of agrochemicals (pesticides, fertilizers and acidity correctors) in the region of Campo Magro / PR, mainly in the area of the recharge of Karst, may be compromising and endangering the watery in the near future. During the preparation of this work, we analyzed studies and bibliographic researches focused in the chosen areas, with subsequent complementation of data collected during field visits, to identify and verify the level of farmers knowledge on the application of agrochemicals and its correspondent contaminations of soil and water. The real potential for contamination and its results, arising from the use of agrochemicals in the region of the recharge of Karst, specifically in the city of Campo Magro – Paraná., was also analyzed in this study.

KEYWORD: Aquiferous; Area of the recharge; Agrochemicals; Contamination.

1. INTRODUÇÃO

No mundo inteiro, a procura e uso de água tanto superficial, como subterrânea aumentou na exata proporção do ritmo do crescimento populacional.

A demanda por recursos naturais se eleva a cada dia e com a água não é diferente.

Sabe-se que os seres vivos não sobrevivem sem água. Por sua vez, a água deve ser de boa qualidade, para evitar os males causados por veiculação hídrica.

A qualidade da água, bem como o resguardo de sua utilização futura são as principais preocupações deste trabalho. Importante comentar que, segundo a ANA (2002) - Agencia Nacional das Águas, de toda a água existente no planeta Terra, somente 2,7% é água doce.

Pode-se também verificar que, de toda a água doce disponível para uso da humanidade, cerca de 97% está na forma subterrânea e mais da metade da água de abastecimento público no Brasil provém das reservas subterrâneas, que, em geral, são de melhor qualidade devido a sua localização e proteção quanto à ação antrópica.

Foi pensando nisso que se optou pelo estudo das águas subterrâneas e seus potenciais poluidores.

Optou-se pela observação da região do aquífero Karst, em Campo Magro/PR e das práticas agrícolas realizadas sobre este espaço, justamente por conta do potencial hídrico de utilização.

A busca por água de melhor qualidade gerou nos últimos anos o aumento da extração das águas subterrâneas, que possuem, em geral, qualidade muito boa, e

que quase não necessita de tratamento e tem ao seu favor, a facilidade de extração e sua distribuição, pois pode ser extraída nas proximidades da onde será consumida evitando assim grandes adutoras de distribuição.

O estudo realizado teve como objetivo demonstrar como as práticas agrícolas e o uso de agroquímicos (agrotóxicos, fertilizantes e corretivos), na região de Campo Magro/PR, principalmente sobre áreas de recarga do Karst, podem estar comprometendo ou causando riscos potenciais à água do aquífero num futuro próximo.

Na elaboração do presente estudo, será adotado o conceito de agroquímico trazido pelo Decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei 7.802/1989 que em seu artigo 1º, inciso IV, traz a seguinte definição:

“Produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias de produtos empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento.”

As atividades humanas têm prejudicado definitivamente a qualidade e quantidade de água, especialmente da água superficial, que recebe todo tipo de poluente. Em menor escala, a água subterrânea também se torna poluída, principalmente por produtos químicos usados em diferentes atividades humanas, como a agrícola.

Embora águas superficiais possam ser contaminadas com grande rapidez, podem, também, vir a ser recuperadas num curto espaço de tempo. Ao contrário,

os processos subterrâneos são muito mais lentos, podendo durar de anos a milênio, possuindo, entretanto, um custo para tratamento extremamente alto.

Não é possível pensar em atividades humanas que não provoquem impactos e a agricultura não poderia ser uma exceção. Qualquer processo produtivo é constituído de varias etapas, que por sua vez, promovem modificações no meio ambiente como um todo.

No presente estudo, buscou-se delinear os indicativos de contaminação da área do karst, visando atuações futuras de prevenção e precaução. Evidentemente, o trabalho elaborado não teve o intuito de exaurir o tema, mas sim de contribuir para a observação da área com vistas às ações futuras de proteção das águas do aquífero.

No que se refere à problemática pode-se afirmar que já é de conhecimento geral que os recursos hídricos representam uma das principais riquezas mundiais, sendo a América do Sul a região que mais se destaca pela concentração desse importante tesouro do planeta. Sendo a falta deste recurso, uma das maiores preocupações da humanidade em relação ao futuro.

Isto porque, ao lado do aumento da procura por água em razão de fatores específicos (aumento das populações e uso irracional dos recursos hídricos) percebe-se também a contaminação dos mananciais em geral, sejam estes superficiais ou subterrâneos.

Os principais vilões são bastante conhecidos: urbanização desenfreada e a utilização crescente de agroquímicos na agricultura, que ocasionam, por vezes, contaminação irremediável.

A quantidade de estudos que enfocam nomeadamente o aquífero Karst é pequena, especialmente se levada em conta a importância ambiental dos recursos hídricos dele oriundos.

Entrementes, a abordagem específica da área é de fundamental relevância, porque, embora o município de Campo Magro/PR seja de baixa densidade demográfica, vem apresentando alto índice de crescimento populacional desordenado. Lembra-se ainda, que o aquífero serve ao abastecimento de áreas da região metropolitana e da capital.

Segundo revela a informação extraída do site da companhia de saneamento estadual (www.sanepar.gov.br), o aquífero Karst ou Carste abrange 31,70% da extensão do território do município de Campo Magro.

Trata-se de município essencialmente agrícola, cuja subsistência demanda permanente necessidade de novas áreas de plantio e novas áreas urbanizadas. A par da necessária produção, o resultado indesejado comumente verificado é a devastação da cobertura vegetal, uso inadequado e desordenado do solo, o plantio mediante utilização excessiva de agroquímicos (COMEC, 2002).

Os efeitos da agricultura sobre o meio ambiente tornaram-se objeto de grande discussão e preocupação. Isto porque, se o avanço da tecnologia ampliou a produção de alimentos como um todo, tal conquista foi maculada por sérios efeitos colaterais, citando-se a redução na quantidade e qualidade de água.

Dentre os pontos mais vulneráveis de contaminação estão os pontos de recarga e de afloramento de aquíferos.

Optou-se pela análise da vulnerabilidade à contaminação por agroquímicos da região cárstica, em face da sua riqueza em áreas de recarga, o que reclama maior atenção, sobretudo em vista do preocupante impacto ambiental.

Como os solos da região do Karst possuem alta permeabilidade, a aplicação anual e cumulativa de produtos abundantes em moléculas ou elementos de alta mobilidade, sejam agrotóxicos ou fertilizantes, aumenta sensivelmente o risco de contaminação do Aqüífero (EMBRAPA, 1998).

Em artigo publicado na revista técnica da SANEPAR (1999), Cleverson Vitório Andreoli (*et. al*), ao tratar dos mananciais de abastecimento do sistema integrado da região metropolitana de Curitiba – RMC, revela que muitos dos compartimentos do Karst encontram-se contaminados.

A observação empírica anteriormente citada por Cleverson Vitório Andreoli (*et. al*) confirma a necessidade de maior quantidade de estudos destinados ao planejamento efetivo do uso da terra nas áreas de recarga do Karst.

Tais estudos devem ter como foco a seleção de culturas, controle do uso de agrotóxicos, controle do uso de fertilizantes, práticas de conservação e manejo do solo e da água, entre outras. Ao lado da proteção esperada, o acompanhamento das práticas agrícolas no processo de gestão visa a manutenção do potencial qualitativo e quantitativo do aqüífero Karst.

Segundo estudos específicos, a contaminação por produtos fitossanitários, atinge cotidianamente a saúde dos produtores rurais, os alimentos produzidos e recursos hídricos. A origem cotidiana da contaminação advém do uso inadequado de equipamentos de proteção, estocagem de produtos em condições precárias, lavagem de equipamentos em rios, córregos e lagos (GEPAL, 2001).

A justificativa desse trabalho é que a qualidade da água subterrânea deve ser controlada em todas as etapas de seu manuseio, seja antes, durante ou após a sua utilização.

A análise do aquífero Karst na região de Campo Magro/PR realizada neste trabalho consiste na contribuição para os poucos estudos existentes sobre a área, somando a estes na intenção de futura gestão sustentável da agricultura, garantindo-se água de boa qualidade por diversas gerações.

O interesse em se conhecer melhor a ocupação das áreas de recarga do Aquífero Karst é decorrente da fragilidade revelada em face da cultura agrícola mantida na região e, que torna possível a lixiviação de produtos químicos até a zona saturada. Acrescente-se a esse fato, a demanda crescente por água subterrânea, uma vez que as águas de superfície exigem custos elevados de tratamento para o consumo humano.

A velocidade dos acontecimentos da vida moderna, bem como a grande extensão de pessoas atingidas reclamam que as ações protetivas em relação às águas subterrâneas ocorram sempre de forma preventiva. O aumento pela procura dos recursos hídricos não permite que o diagnóstico de contaminação ocorra *a posteriori*, já que sua remediação poderá não ter resultado satisfatório.

É necessário maior cuidado com as áreas de recarga quando estas estão em contato direto com uso de práticas agrícolas, isto para evitar que produtos químicos atinjam o solo e alcancem as águas subterrâneas.

A lei federal 9433/97 é espelho desta preocupação, especialmente no ponto em que descreve o Plano Nacional de Recursos Hídricos, que tem por escopo orientar e aplicar a utilização do potencial aquífero, bem como o gerenciamento,

sendo importante guia para a manutenção e preservação, de áreas estratégicas, como a do Aquífero Karst.

Dado o exposto acima se estabeleceu como objetivos do estudo:

Objetivo Geral: Apontar potenciais riscos de contaminações por agroquímicos em algumas as áreas de recarga do aquífero Karst, na área situada no município de Campo Magro/PR.

Objetivo Específico: Verificar em campo a possibilidade de contaminação do aquífero por produtos realizados nas práticas agrícolas no município de Campo Magro/PR.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AQUÍFEROS

Segundo a Agencia Nacional das Águas (ANA, 2002) os aquíferos são corpos rochosos com propriedades de armazenar e transmitir as águas subterrâneas. Os aquíferos são caracterizados por parâmetros dimensionais como extensão, espessura e geometria os quais são condicionados pela Geologia Estrutural, Estratigrafia e Parâmetros Hidrodinâmicos (transmissividade, armazenamento ou porosidade efetiva), que dependem dos padrões faciológicos, condições de recarga e descarga além de variáveis de estado que descrevem a situação do reservatório subterrâneo em cada instante (superfície piezométrica, qualidade, condições de exploração etc).

Os sistemas de aquíferos são bem mais resistentes à poluição dos que os da água superficiais, pois a camada de solo sobrejacente atua como filtro físico, químico e biológico. No entanto, quando contaminada, tem um custo muito alto de recuperação além de existir também um tempo longo neste processo, sendo a recuperação, por vezes inviável.

2.2 AQUÍFERO KARST

Um dos maiores reservatórios de águas subterrâneas do Paraná, o Aquífero KARST, possui enorme capacidade armazenada e grande potencial explorável.

A área do aquífero Karst é na ordem de 5740 Km², com potencial hidrogeológico aproximado de 8,9 l/s/Km². Localizado no primeiro Planalto Paranaense e desenvolvido principalmente na bacia do Ribeira, o aquífero é composto de mármores calcíticos e dolomíticos em faixas continuadas de extensão lateral na ordem de 15 Km, associados a filitos e quartzitos, com armazenagem e fluxo da água decorrentes da dissolução da massa carbonática ao longo dos seus planos de fraturamentos (COMEC, 2002).

Em importante levantamento realizado em 2002, a COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba, elaborou Plano de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo da Região do Aquífero Karst na Região Metropolitana de Curitiba, segundo se infere abaixo:

A área de abrangência geológica que pertence o Karst encontra-se na porção norte da RMC, entre o seu Núcleo Urbano Central (NUC) e o seu Primeiro Anel, assenta-se geologicamente sobre a Formação Capiru do Grupo Açungui, composta por rochas de idade Proterozóica Superior que distribuem-se numa faixa com direção SW-NE e largura variável entre 9 e 19 km, abrangendo total ou parcialmente os municípios de Campo Largo, Campo Magro, Curitiba, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Colombo e Bocaiúva do Sul.

No estudo formulado pela SANEPAR (1999) o Aquífero Karst foi apontado como mais importante do Paraná, em virtude da carstificação de rochas carbonáticas, que resulta quase sempre em águas minerais alcalino terrosas.

Estas estruturas estanques são compartimentadas por diques de diabásio, filitos e quartzitos. Todos os municípios citados já são abastecidos por meio de poços cujas vazões são variadas.

Outro aspecto de extrema relevância apontado no estudo da companhia de águas (1999) é a grande sensibilidade do Aquífero Karst às agressões antrópicas e a fragilidade geotécnica provocada pelo processo natural de dissolução da rocha pela ação da água.

Consoante leciona CHRISTOFOLETTI A. (1980) Karst é um termo de sentido amplo empregado para designar áreas calcárias ou dolomíticas que possuem característica especial, oriunda da dissolução de tais rochas. Ainda o principal aspecto de uma área cárstica é a presença da drenagem de sentido predominantemente vertical e subterrâneo, que ocasiona completa ausência de cursos de água superficiais.

Entretanto, ao contrário do que ocorre nos modelos cársticos, elaborados em áreas que não correspondem ao clima subtropical úmido na área em estudo, os poljes, realmente fechados são raros (FRITZSONS *et. al* 2002 citado por COMEC, 2002).

A espessa cobertura de alteração e os horizontes pedagógicos retardam a infiltração hídrica e quase sempre persiste algum escoamento superficial.

2.3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO KARST EM CAMPO MAGRO

No mapa (figura 1) a seguir colacionado foi representada a área de abrangência do Karst nos municípios atendidos pela SANEPAR.

Apenas a título de parênteses, observa-se que o município de Rio Branco do Sul também se situa na abrangência do presente aquífero, mas a área foi excluída

do presente estudo porque a utilização da água do Karst é realizado pela própria prefeitura do município e não pela SANEPAR.

O município de Campo Magro foi escolhido pelo fato de existirem poucos estudos sobre o assunto envolvendo a região, que sofre com agressivo processo de uso e ocupação do solo indiscriminado na RMC, o que vem comprometendo a qualidade da água de alguns compartimentos do Karst nas regiões circunvizinhas, como Colombo e Almirante Tamandaré/PR.

Em outros municípios de abrangência do Karst, já foram realizados estudos sobre impactos ambientais e potencialidades de contaminação, surgiu-se então o interesse pela localidade escolhida.

Muito embora o município de Campo Magro não possua grande ocupação urbana e sua agricultura, em geral, esteja voltada para a subsistência dos ocupantes, a proximidade com Curitiba e os processos da agricultura com utilização de agroquímicos, causam preocupação justificada o futuro do Karst e seus recursos hídricos no município estudado.

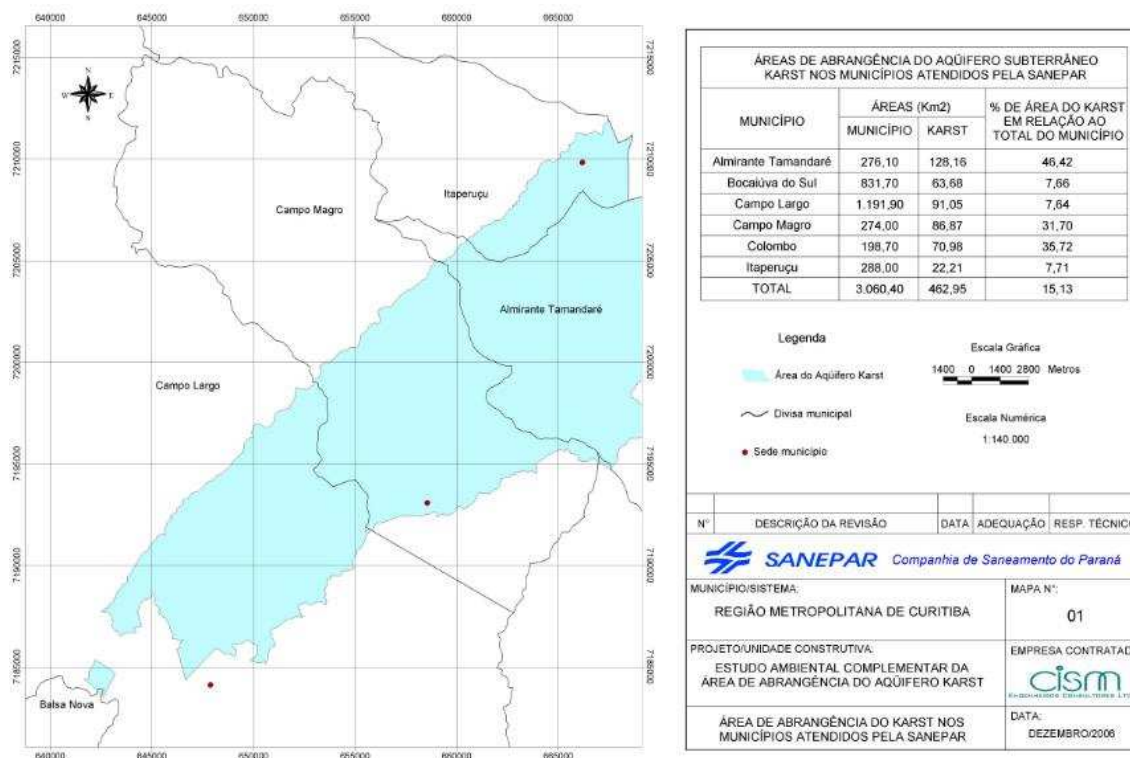


Figura 1: Mapa (modificado) – SANEPAR, 2006.

O Karst para o Município estudado é de grande importância para o abastecimento público, como para a agricultura da região.

A importância do Karst para o abastecimento do município de Campo Magro reside no fato de compor sistema integrado de distribuição de água da RMC e nas fontes e poços que utilizam água do Karst para fins de irrigação agrícola.

2.4 MUNICÍPIO DE CAMPO MAGRO

O município de Campo Magro foi criado pela edição da lei estadual n.º 11.221, de 11 de dezembro de 1995, que emancipou o antigo distrito que

pertencia ao município de Almirante Tamandaré. A instalação deu-se em 1º de janeiro de 1997.

A área do município é de 275,466 km², com um total populacional de 23.328 hab. est. IBGE/2008, e densidade populacional de 96,3 hab./km², com altitude de 990,3 metros e clima enquadrado como subtropical (Prefeitura de Campo Magro, 2010).

2.4.1 Saneamento

Campo Magro é um dos municípios atendidos pelo sistema integrado de abastecimento de água da SANEPAR.

O alcance da rede de esgoto para os municípios da área de estudo também é feito pelo sistema SANEPAR, exceto para Rio Branco do Sul, da mesma forma como para a água, como já mencionado anteriormente.

Segundo informações disponibilizadas pela SANEPAR (2006), Estudo Ambiental Complementar da Área de Abrangência do Aquífero Karst - Norte da Região Metropolitana de Curitiba alguns municípios de abrangência do Karst, ainda não contam com serviço de esgoto, a saber: Bocaiúva do Sul, Campo Magro e Itaperuçu.

2.5 AGRICULTURA E SUA POTENCIALIDADE DE CONTAMINAÇÃO

Segundo a COMEC (2002), a grande maioria dos estabelecimentos agrícolas da área do Karst, possui menos de 50 ha, e dentre estes um número significativo

possui menos de 10 ha, o que caracteriza fortemente o meio rural como sendo essencialmente composto por pequenas unidades produtivas familiares, em sua maioria de subsistência.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CCGE, 2003), ao tratar da Prospecção de Recursos Hídricos, constatou que a contaminação da qualidade de água subterrânea é agravada por fatores como a diversidade e periculosidade dos contaminantes.

Abre-se aqui um pequeno parêntesis para ilustração.

No Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2010), do Ministério da Saúde, estudos da literatura médica alertam que a ingestão de água com alta concentração de nitrato (agente insalubre citado no quadro acima como um dos poluidores do karst está relacionada com a incidência do câncer de estômago.

Os efeitos sobre a saúde decorrentes da exposição aos agrotóxicos variam segundo o princípio ativo envolvido. Dentre aqueles já identificados e publicados pela literatura internacional especializada, FERNANDES NETO (2010) destaca:

- Efeitos devido à exposição aguda: cólicas abdominais, dores de cabeça, tonturas, tremores musculares, irritabilidade, perda de apetite, enjôos, vômitos.
- Efeitos devido à exposição crônica: problemas hepáticos, renais, neurotóxicos, alterações cromossomiais e câncer.

A nocividade das substâncias presentes no aquífero que podem ser veiculadas pelas redes municipais de abastecimento de água, ou por outras fontes de captação é inversamente proporcional ao conhecimento da população acerca do risco do contato/ingestão de tais substâncias.

Alguns estados brasileiros dispõem de sistemas de fiscalização e monitoramento que ajudam a prevenir e detectar casos de contaminação, mas na maior parte dos Estados a atuação do órgão ambiental ainda é muito incipiente e, por vezes, deficitária.

Sobre a contaminação por fertilizantes e pesticidas, usados na agricultura, pode-se dizer que o conhecimento sobre tal assunto, e das características dos diferentes tipos de plantios e a contaminação da água subterrânea é ainda muito limitado no país.

A possibilidade de contaminação de águas subterrâneas é ainda agravada pela expansão da prática do chamado plantio direto, que tem como característica a redução do escoamento superficial, favorecendo a infiltração e o escoamento subterrâneo.

Embora o manejo intitulado plantio direto ocasione inquestionável redução de custos e redução de impactos ambientais de modo geral, o viés presenciado é a facilidade de infiltração de água propiciada por este sistema, o que possibilita indesejável deslocamento de agrotóxicos aos espaços subterrâneos.

Alguns agrotóxicos tiveram sua produção e uso proibidos ou restringidos no mundo, e não são contemplados em diretrizes e padrões de potabilidade de alguns países. Entretanto, substâncias como o aldrin/dieldrin, DDT, endrin, heptacloro e hexaclorobenzeno (sinalizados na atual legislação brasileira) são, além de tóxicas para os seres vivos, reconhecidamente persistentes no ambiente e com potencial para bioacumulação, tendo sido encontradas inclusive em algumas amostras de água, no controle realizado por prestadores de serviço de abastecimento em 2008 no país. Tudo isso indicaria, ao menos a princípio, a

pertinência em considerá-las em programas de monitoramento ambiental e, portanto, no estabelecimento de valores guias no Brasil (ABAS,2010).

Em face disto, é razoável supor que os mananciais subterrâneos podem aumentar a sua contaminação de aquíferos a partir deste processo.

Portanto, é recomendável que ocorram investimentos em monitoramento experimental, em projetos pilotos, que identifiquem o nível de contaminação, os tipos de contaminação, os tipos de compostos químicos, e sua reação com o meio, dentro de diferentes ambientes amostrais da realidade brasileira na agricultura como: tipo de geologia, clima e práticas agrícolas.

Devem-se buscar também medidas de práticas agrícolas que busquem minimizar estes impactos dentro de uma visão gerencial destes mananciais (CCGE-2003).

Segundo FERREIRA GOMES *et al.* (2008), o aumento excessivo na aplicação, ou mesmo manutenção de altas dosagens de alguns fertilizantes, têm causado reduções de produtividade de algumas culturas, além de serem insumos de alto custo, o que tem diminuído, cada vez mais, o lucro do produtor rural.

A crescente cultura agrícola vista apenas em sua característica benéfica (produção de alimentos), tem sido uma das principais causas de desequilíbrio ambiental, tanto porque exige constante desmatamento de áreas para plantio, quanto por vir acompanhada da utilização de agrotóxicos em larga escala, o que afeta, de forma silenciosa, os recursos hídricos imprescindíveis para manutenção futura das populações.

A agricultura intervém de maneira quantitativa modificando o ciclo hidrológico pelas alterações que provoca nas propriedades agrícolas, na paisagem, na

ocupação do solo, nas coberturas vegetais nativas e em decorrência do manejo das culturas (fertilização, práticas culturais, irrigação, etc.) (GEPAL, 2001).

Tais fatores regem a relação precipitação-descargas e influenciam na alimentação dos aquíferos. A agricultura influencia também de maneira qualitativa o meio ambiente no qual se desenvolve, no que se refere a adubação (mineral ou orgânica) e aos tratamentos fitossanitários (herbicidas, fungicidas, inseticidas).

A partir da década de 50, quando se iniciou a chamada “Revolução Verde”, foi possível observarem-se profundas mudanças no processo tradicional da produção agrícola, bem como nos impactos dessa atividade sobre o ambiente e a saúde humana (GEPAL, 2001).

Novas tecnologias, muitas delas baseadas no uso extensivo de agentes químicos, foram disponibilizadas aos agricultores aumentando a produtividade através do controle de doenças e proteção contra insetos e outras pragas.

A agricultura é ainda importante agente poluidor, da mesma forma que o universo industrial e o mundo doméstico. Para tanto se observa que estão sendo feitas constantes mudanças na legislação ambiental brasileira a fim de coibir o uso de práticas e técnicas agrícolas nocivas ao meio ambiente e a saúde humana.

Sabe-se ainda que um grande número de produtores faz uso de produtos tóxicos sem seguir corretamente as prescrições agronômicas. Essa é uma situação muito comum em quase todo o território nacional, que tem como uma das suas principais razões o baixo nível de treinamento e educação dos trabalhadores rurais e/ou condições inadequadas de trabalho (GEPAL, 2001).

A utilização indiscriminada de agrotóxicos gera um círculo vicioso, pois quanto mais se os usa, maiores são os desequilíbrios provocados e maior a

necessidade de uso, em doses mais intensas, de formulações cada vez mais tóxicas.

Embora não tenha atingido grau satisfatório, há cerca de 20 anos, o Ministério da Agricultura vem se dedicando ao acompanhamento do uso dos agrotóxicos.

O trabalho é feito com a colaboração da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que têm uma visão mais específica sobre os impactos na saúde e no meio ambiente.

No âmbito do Estado do Paraná, a fiscalização de agrotóxicos é realizada pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, que mantém lista de agrotóxicos de uso permitido no estado, promovendo também sua constante renovação.

A enumeração da lista é taxativa, vale dizer, que é vedada a utilização de qualquer produto que não tenha sido incluído no rol autorizado pelo órgão estadual.

A comercialização de agroquímicos no Estado do Paraná deve observar os ditames da Lei Estadual nº 7.827/83, que exige o prévio cadastramento perante a SEAB, a ser realizado posteriormente ao cadastramento perante o Ministério da Agricultura, no âmbito federal.

Para os agroquímicos que contenham em sua formulação ingrediente ativo novo, na forma da Resolução nº 90/98 da SEAB, para o ato de cadastramento é exigida a realização de, no mínimo, 1 (um) Teste de Eficácia e Praticabilidade

Agronômica, feito por Instituição Oficial de Pesquisa ou de Ensino e Pesquisa localizadas no Estado do Paraná.

A fiscalização do cumprimento das normas de cadastramento e utilização de agroquímicos cabe à Secretaria de Estado da Agricultura e deve abranger as fases de autorização de uso federal e estatal, bem como as etapas de aplicação do produto nas lavouras.

A fase de utilização do produto carece de melhora, já que se limita ao preenchimento de formulário pelo adquirente do produto, cuja veracidade pode ser checada pelos fiscais da SEAB.

Trata-se, no entanto, de sistema falho, porque o preenchimento incorreto ou fraudulento dos formulários, por vezes dificulta a fiscalização pelos prepostos da SEAB, que, freqüentemente, não conseguem localizar a área em que ocorre ou ocorrerá a aplicação do produto agroquímico.

Novas mudanças planejadas pela SEAB poderão alcançar maior eficácia na fiscalização do uso dos agroquímicos, como a atuação conjunta das ações humanas com as imagens transmitidas on line, via satélite pelo sistema google earth.

2.6 IRRIGAÇÃO

2.6.1 Mecanismos de Contaminação Nitrato

O nitrato é um ânion não retido pelo complexo argilo-úmido do solo que, sob ação das águas de infiltração, é arrastado em profundidade para fora do alcance

das raízes das plantas (lixiviação). O processo de lixiviação ocorre com mais frequência nos períodos chuvosos, quando o balanço hídrico torna-se excedente e a água não retida pelo solo percola por gravidade e realimenta os aquíferos (NEPEMA, 1992).

2.6.2 Agroquímicos

Um dos efeitos colaterais da irrigação de lavouras é a contaminação de rios, lagos e água subterrânea.

O excesso de água aplicada à área irrigada retorna para rios e córregos, tanto via escoamento superficial como subsuperficial, ou vai para depósitos subterrâneos, por percolação, arrastando consigo sais solúveis, fertilizantes (N, P e nitratos), resíduos de defensivos e herbicidas, elementos tóxicos, sedimentos etc.

A contaminação da água subterrânea é muito mais lenta. O tempo necessário para a água percolada atingir a água subterrânea aumenta com o decréscimo de permeabilidade do solo e com profundidade do lençol freático.

Dependendo da permeabilidade do solo, o tempo necessário pode variar de 3 a 50 anos, o que torna o problema mais sério, pois se levaria muito tempo para se perceber que a água subterrânea está sendo poluída. Sais dissolvidos, nitratos, pesticidas e metais pesados são as substâncias químicas que mais poluem a água subterrânea (NEPEMA, 1992).

A poluição por pesticidas ocorre através do escoamento das águas superficiais, enquanto nitratos migram, essencialmente por lixiviação, para os lençóis freáticos.

Antes mesmo de penetrar no solo, os produtos fitossanitários podem-se volatilizar ou escoar ampliando a área contaminada.

De acordo com dados do GARDA *et al.* (1996), das 3.186.276 Ton de agrotóxicos usados no Brasil, 300.000 Ton cumprem a sua função. O restante não surte efeito benéfico algum na agricultura, destinando-se apenas à contaminação do solo e da água. No caso dos fertilizantes, das 1.832.658 Ton distribuídas, 750.000 Ton são aproveitadas, enquanto a quantidade restante é carregado por águas de chuva, chegando a atingir o lençol freático.

2.7 CARACTERÍSTICAS DE RELEVO E GEOLÓGICAS

2.7.1 Relevo

O relevo cárstico, descrito pela SANEPAR (2007), pode ser identificado pela paisagem resultante da ação conjunta de agentes físicos, químicos e biológicos sobre um relevo composto preferencialmente por rochas solúveis, neste caso a rocha calcária. Uma das principais características do karst é a predominância de drenagem subterrânea.

O relevo desta região apresenta morfologia particular, devido a ocorrência das rochas carbonáticas, que emprestam seu nome à região (karst). Este relevo

apresenta algumas características singulares, devido à dissolução da rocha pela água, como a ausência de rios superficiais, presença de dolinas, sumidouros, ressurgências e cavernas.

No Estado do Paraná, a principal área de rocha carbonática é a porção norte do município de Curitiba, onde afloram as rochas do Grupo Açungui. Este grupo é constituído por diversos tipos de rochas, além das carbonáticas, sendo que suas variedades mais comuns são os calcários e os dolomitos.

O Grupo Açungui compreende as Formações Capiroú, Formação Itaiacoca, Formação Votuverava e Formação Antinha, destas apenas a Formação Antinha não apresenta rocha carbonática. Ocorrem ainda, algumas porções de rochas carbonáticas no Grupo Setuva, Formação Perau, contudo não muito propícia à formação de cavernas, exceto quando muito condicionada pela estruturação da rocha (Mineropar,2006).

2.7.2 Hidrogeologia

A Região Metropolitana de Curitiba – RMC, de grande densidade demográfica, necessita do amparo de fontes alternativas de abastecimento, encontrando no Karst importante fonte de complementação à capacidade hídrica existente.

O estudo das características hidrogeológicas do karst possibilita a aferição da capacidade de recarga e de exploração de água potável, sendo importante indicador da qualidade da água.

No estudo realizado pela COMEC (2002), as zonas e pontos de recarga do aquífero, foram identificadas por estruturas cársticas e de feições geomorfológicas favoráveis, complementadas pela análise de surgências, piezometria e dados existentes.

Ainda na pesquisa do Karst pela COMEC, para a estimativa preliminar dos recursos de água subterrânea do aquífero Karst, foram utilizados como base os valores unitários de 8,9 litros/segundo/Km², reportados no relatório da JICA – Japan International Cooperation Agency (1995), o que revela grande capacidade de exploração do espaço como fonte de abastecimento da RMC, a par dos pontos de fornecimento já existentes.

O Karst possui também grande capacidade de reposição hídrica, em vista dos índices de infiltração do solo verificados na observação realizada pela COMEC (2002).

Segundo apurado pelo órgão, de todo o montante da água pluvial que recai sobre a superfície, o percentual de 20% (por vezes, até mais) recarrega o reservatório do karst. Como se disse, o percentual de aproveitamento da água pluvial pode até superar os 20% já aludidos, pois tal estimativa foi realizada utilizando apenas métodos hidroclimatológicos, sem suporte efetivo em dados hidrogeológicos de campo.

A característica de potabilidade das águas do aquífero se deve ao caminho percorrido até o subterrâneo.

Durante o seu percurso entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre a depuração da água através de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização

de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microorganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem) que agindo sobre a água, modificam as suas características adquiridas anteriormente, tornando-se particularmente mais adequada ao consumo humano (ABAS, 2005).

Porém algumas características, como espessura do solo, declividade e outros, influenciam diretamente na capacidade de depuração, fazendo com que esta capacidade varie de região para região, facilitando ou dificultando assim o acesso da contaminação às águas subterrâneas.

A grande capacidade de infiltração da região do *karst* traz a indesejada diminuição da depuração. Na medida em que a água infiltrada não encontra obstáculo no percurso, suas impurezas também encontram caminho livre.

A tudo isso, some-se a contato da área do karst com zonas de agricultura e povoamento.

2.8 PONTOS E ZONAS DE RECARGA E EXPLORAÇÃO

Segundo LLADÒ (1970) citado no Plano de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo da Região do Aquífero Karst (2002), as formas cársticas de absorção podem ser classificados em abertas e fechadas.

As formas abertas, dentre elas os sumidouros, permitem uma penetração rápida e livre da água para o interior do sistema (aquífero).

Já as formas fechadas, com destaque para as dolinas, úvulas, poljes e vales cegos, propiciam uma absorção lenta da água.

Na área eleita para objeto da presente monografia, a predominância é de poljes e aluviões em contato com os metacalcários e ainda algumas dolinas.

As dolinas constituem uma depressão fechada, de forma circular e com larguras variáveis desde metros até centenas de metros de diâmetro. A formação das dolinas ocorre devido ao processo de dissolução de fissuras ou de interseção de diaclases ou fraturas.

Já os chamados poljes são planícies cársticas ou depressões muito grandes, cujo fundo se apresenta como uma bacia nivelada, coberta por aluviões e/ou coluviões. Na planície podem ser encontradas dolinas, como ocorre na região estudada, sumidouros e mesmo eventuais córregos.

As dolinas e os poljes constituem importante papel no que se refere ao processo de infiltração e acesso a contaminantes às águas subterrâneas.

Tendo em vista a percolação de contaminantes, oriundos das práticas agrícolas nestas áreas, que poderão atingir águas subterrâneas ou mesmo o carreamentos para águas superficiais.

A localização desses pontos deveria consistir etapa essencial do zoneamento da área a ser ocupada. Identificando-se os pontos de maior infiltração (precipitação pluvial) é possível a eliminação dos fatores contaminantes naqueles pontos.

Trata-se de medida singela, mas que possibilitaria resguardar o aquífero de contaminação, como ações destinadas a proteger os pontos de recarga de ações antrópicas que possam afetar a taxa de infiltração da água.

3 MATERIAS E MÉTODOS

Na realização do presente estudo, primeiramente houve a delimitação das áreas a serem estudadas, fazendo-se a opção por algumas áreas amostrais das zonas e pontos de recarga do aquífero Karst.

Na segunda etapa, foram realizados estudos e pesquisas bibliográficas que tratassem das áreas escolhidas, analisando-se as características geomorfológicas e relativas ao uso e ocupação do solo. Especial atenção foi dada à agropecuária da região, no intuito de investigar possível contaminação por agroquímicos no aquífero Karst.

Nessa mesma etapa, foram realizadas diversas pesquisas nos bancos de dados mantidos por entidades estatais na busca de imagens de satélites. Também foram utilizados como fonte de informação artigos elaborados por profissionais de órgãos como SANEPAR, COMEC, citados nas referências bibliográficas.

O espaço geográfico de estudo foi o município de Campo Magro, no local especificamente situado sobre o Karst, dando-se especial atenção às áreas de recarga.

Em um terceiro momento da pesquisa, houve a visita de campo e o reconhecimento da área do estudo, através de pesquisa informal realizada com agricultores da região, indagados especificamente sobre o uso de agroquímicos.

A enquete realizada destinou-se à identificação e verificação do nível de conhecimento dos agricultores sobre a aplicação de agroquímicos e correspondente contaminação do solo e água, bem como da avaliação de riscos de contaminação existentes.

Na quarta fase do trabalho foram apresentados os resultados e discussões, indicando-se os principais aspectos da potencialidade de contaminação por agroquímicos do Karst, em face do uso indiscriminado de tais produtos, bem como da fragilidade do aquífero.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

As áreas abordadas no presente estudo (marcadas em amarelo na figura 2) foram delimitadas a partir do Mapa de Zonas e Pontos de Recarga do Plano de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst, Região Metropolitana de Curitiba - Consórcio Procel – *Earthtec* - COMEC – 2002, de escala de 1:20000. .

A utilização do mapa ocorreu por critério de coerência técnica, já que foi esta a representação utilizada no Plano de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst na Região Metropolitana de Curitiba - Consórcio Procel – *Earthtec* (COMEC, 2002).

O espaço individualizado pertence ao Município de Campo Magro/PR, e representa áreas de zonas e pontos de recarga concentrados, de grande fragilidade e susceptíveis à contaminação.

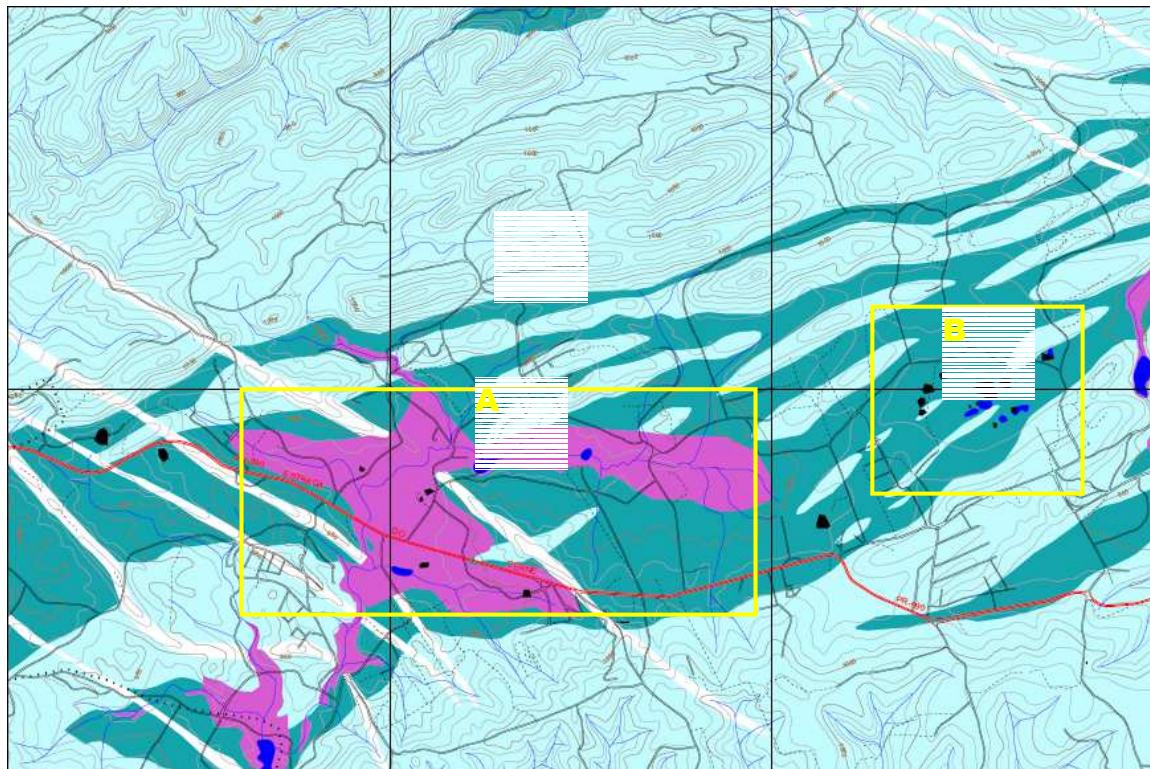
Nos limites da área escolhida, foram selecionadas duas áreas amostrais de relevância no quesito recarga do aquífero, de maior acessibilidade a elementos contaminantes destacadas em amarelo. No Mapa de Zonas e Pontos de Recarga, as áreas A e B, marcada na cor amarela, representa pequena fatia de todas as áreas de recarga concentradas do aquífero Karst na região de Campo Magro/PR.

A região abordada neste trabalho integra as chamadas Áreas de Interesse Futuro, indicadas para próximas explorações pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, a serem realizadas mediante instalação de novos poços tubulares profundos, para complementação do sistema integrado de abastecimento da RMC.

Sobre a área estudada é de grande importância a abordagem de aspectos da geologia local, relevo, hidrogeologia entre outros, para que se possa abordar de forma correta todos os potenciais riscos de contaminação da água subterrânea.

O estudo de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst realizado pela COMEC(2002), aponta que é altamente provável que a recarga do Karst, ocorra em qualquer região de rochas carbonáticas, com densidade de fluxos diferentes, conforme as características geomorfológicas locais.

Na formação do Karst predomina o metacalcário dolomítico com cobertura de solos transportados, sobre o qual se situam importantes áreas de recarga, como os poljes e aluviões e ainda as dolinas, como representado no mapa (figura 2), concernente à área de estudo retirada do Mapa de Zonas e Pontos de Recarga (COMEC, 2002).



SISTEMAS AQUÍFEROS VINCULADOS AO KARST

- Metacalcário Calcítico
- Metacalcário Dolomítico com coberturas de solos transportados (até 60m de espessura)
- Metacalcário Dolomítico com predominância de solos residuais
- Filitos e Quartzitos restritos à Formação Capiru

OUTROS SISTEMAS AQUÍFEROS

- Fissurais, Aluvionares e Guabirotuba
- Fontes

ZONAS E PONTOS DE RECARGA CONCENTRADA

- Pojes e Aluviões em contato com metacalcários
- Sumidouros
- Dolinas
- Entradas de Cavernas
- Zonas de recarga em feições cársticas superficiais individuais ou mistas

Figura 2: Mapa (modificado) – COMEC, 2002;
 Coordenadas: 49°30' 00" W, 25°20' 00" S.

Observa-se no mapa (figura2) que as áreas demarcadas em amarelo representam algumas das zonas e pontos de recarga concentrados, áreas estas susceptíveis a contaminação e de grande importância para a recarga do Karst.



Figura 3: Imagem de Satélite do Site Google Earth - 2010.
Coordenadas: 49°45'432 W, 25°36'5084 S.

Na área representada pela figura 3, em especial aquela indicada pela letra “A” não há incidência de dolinas. A predominância é de metacalcário dolomítico e de poljes e aluviões em contato com metacalcario dolomítico, que, da mesma forma que as dolinas, são muito importantes para a recarga do aquífero e conseqüentemente áreas de vulnerabilidade a contaminação.



Figura 4: Imagem de Satélite Site Google Earth - 2010.
Coordenadas: 49°41'9551W, 25°36'3824 S

Acima, a imagem de satélite (figura 4) fornecido pela ferramenta *google earth*, a região de dolinas é vislumbrada e demarcado na mapa de zonas e pontos de recarga da COMEC 2002.

Ainda nesta região demarcada, observa-se o crescimento de uma vila à direita da imagem nas proximidades das dolinas, bem como a existência do Cemitério Paroquial de Campo Largo, fonte de potencial contaminação por necrochorume, ao lado dos riscos já existentes oriundos do cultivo da agricultura naquele espaço geográfico.

As áreas A e B são de fundamental relevância para a recarga do aquífero em função de sua grande capacidade de infiltração.

Paradoxalmente, estas áreas também servem de passagem de poluentes, motivo pelo qual reclamam ações ambientais planejadas, que incluam restrições em relação ao uso e ocupação do solo.

3.1.1 Fontes Potencialmente Poluidoras

No mapa (figura 5) do Estudo Complementar da Área de Abrangência do Karst, da lavra da SANEPAR, datado de dezembro de 2006, são mostradas as potenciais fontes poluidoras do aquífero, analisando-se os aspectos de uso e ocupação do solo.

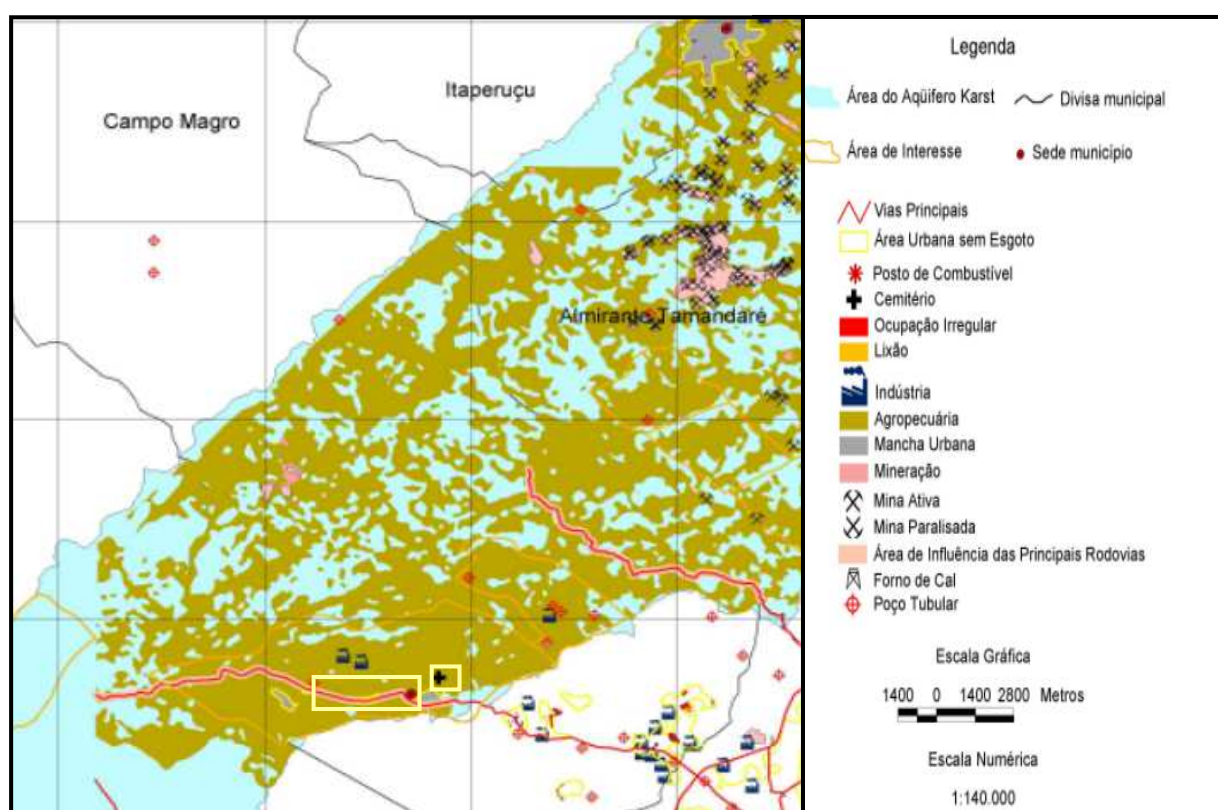


Figura 5: Mapa (modificado) de Fontes Potencialmente Poluidoras do Estudo Ambiental Complementar da Área de Abrangência do Aquífero Karst (SANEPAR, 2006).
Coordenadas: 49°30' 00" W, 25°20' 00" S.

O mapa (figura 5) transcrito aponta as Fontes Potencialmente Poluidoras do Estudo Ambiental Complementar da Área de Abrangência do Aquífero Karst, conforme levantamento realizado pela SANEPAR em dezembro de 2006.

Nota-se que a área demarcada para o estudo conta com o significativo predomínio da agropecuária sobre os pontos de recarga do aquífero, o que coloca em risco a qualidade das águas subterrâneas, dada a fragilidade e suscetibilidade à contaminação, em vista das características geológicas desta formação.

Como os solos cársticos possuem grande potencial de infiltração, a aplicação anual e cumulativa de produtos, sejam agrotóxicos ou fertilizantes, constituem caminho simples e livre de obstáculos até os recursos hídricos presentes no interior do Karst.

Na forma da Prospecção de Recursos Hídricos Relatório Final (2003), do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CCGE), serão identificadas duas formas específicas de poluição de aquíferos: fontes lineares ou pontuais e fontes difusas.

As chamadas fonte pontuais são entendidas como aquelas que possuem ponto de contaminação identificado. São exemplos de fontes pontuais de contaminação as fossas de esgoto, aterros e vazamento de produtos químicos ou mesmo a infiltração de águas superficiais contaminadas.

Já as contaminações por fontes *difusas* ocorrem quando a penetração das substâncias nocivas é distribuída por uma superfície extensa, onde não é possível identificar individualmente cada ponto de infiltração, como ocorre nos casos de contaminação por pesticidas na agricultura, vazamentos da rede cloacal e pluvial de uma cidade.

A poluição pelas chamadas fontes difusas, dentre essas a contaminação por agrotóxicos abordada no presente estudo, é de contenção mais difícil, em vista da necessidade da adoção de estratégias globais de atuação (e não meramente

locais), o que por vezes reclama análise de maior área de observação e atuação de maior número de esforços e investimentos.

A área retangular destacada na cor azul no mapa (FIGURA 5) representa a área escolhida para o presente estudo. A opção por pequena área amostral se deve a critério didático, de modo a propiciar a abordagem do tema no pequeno espaço de um trabalho de conclusão de curso de graduação.

O espaço destacado, assim a quase totalidade da área envolvida pelo Karst, conta com a presença da cultura agrícola. A pequena diferenciação existente no espaço em análise é a existência de zonas de recarga concentradas, que ao lado do potencial de abastecimento do aquífero, constituem grande fonte de infiltração por substâncias perniciosas, a exemplo dos propalados agrotóxicos.

Diante desse cenário, confirma-se a necessidade de um planejamento efetivo do uso da terra para as áreas de recarga do Aquífero em questão, selecionando a agricultura, a utilização de agroquímicos e elaborando planos e práticas de conservação e manejo do solo e da água, entre outras, fundamentais no processo de gestão visando a manutenção do potencial qualitativo e quantitativo do Karst, que tem grande importância para o futuro do abastecimento de água da RMC.

A companhia estadual de saneamento também promoveu identificação das principais fontes e tipos de contaminações mais comuns que ameaçam a higidez do Karst, melhor vislumbradas no quadro a seguir:

| Fonte de poluição | Características | Tipo de contaminante |
|-------------------------------------|--|--|
| Agropecuária | Cultivo com agroquímicos, irrigação, efluentes de irrigação. Criação de animais e produção de alimento: lagoas de efluentes, disposição na terra. | Nitrato, amônia, pesticidas e organismos fecais. |
| Meio urbano | Fossas sépticas e disposição no solo, aterros sanitários, lagoas de tratamento, vazamentos das redes de esgoto e outras, contaminação do escoamento pluvial, perfurações inadequadas de poços, vazamentos de sistemas de condutos. | Benzeno, hidrocarbonetos, tricloretileno, tetracloreto, zinco, ferro, cobre, fenóis, sulfato, acidez, etc. |
| Manejo de águas subterrâneas | Intrusão salina, rebaixamento do aquífero com baixa capacidade de diluição, barragem subterrânea. | Sais, aumento de concentração de poluentes. |

Tabela: Fontes e tipos de contaminantes (Foster *et al* 2003), usada no Plano de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst na Região Metropolitana de Curitiba-Consórcio Procel – Earthtec - COMEC – 2002.

As áreas objetos do estudo, assim como outras que a circundam, foram denominadas “Áreas de risco de acordo com o Projeto Geotecnia – RMC elaborado pela MINEROPAR (1997)” presentes no município de Campo Magro/PR. Isto porque, ao lado do já abordado perigo de poluição dos aquíferos, os espaços que se situam na área do Karst estão sujeitos à ocorrência de outros processos causadores de riscos geológicos, como afundamento cárstico e movimento de massas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTUDO DE CAMPO

No reconhecimento de campo da área estudada, realizado nos dias 5 e 20 de setembro, foram buscadas as seguintes informações: quais as práticas agrícolas ocorrentes na região, quais as culturas predominantemente adotadas pelos agricultores que ali exercem suas atividades.

Verificou-se, de início, o cultivo de lavouras de feijão, milho, batata, cebola e trigo, com rotatividade de culturas.

Segundo estudo elaborado pela COMEC (2002) a agricultura, embora gere menor impacto ambiental do que o conjunto de atividades urbanas é também fonte de acentuada preocupação ambiental, sobretudo nas culturas com elevado emprego de agrotóxicos (como é caso da cultura e do beneficiamento da batata em Campo Magro).

Observou-se ainda que alguns agricultores atuantes na região fazem o uso exacerbado de agroquímicos, muitas vezes de forma indiscriminada devido ao pouco conhecimento apresentado.

Em pesquisa de campo informal foram indagados alguns agricultores da região a respeito das indicações e contra indicações dos agroquímicos utilizados e sobre os possíveis danos que estes poderiam causar pelo uso freqüente e incorreto, a minoria dos agricultores soube esclarecer (ainda de forma bastante simplória), aspectos da contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas.

Pelas respostas apresentadas, pôde-se observar que o uso indiscriminado de agroquímicos é justificado por uma elevação da produtividade. Observou-se, outrossim, que os agricultores desconhecem a queda de produção verificada no uso contínuo, prolongado e excessivo de agroquímicos.

Com pesar, percebeu-se que os riscos de contaminação do solo e recursos hídricos advindos da aplicação despreocupada de agroquímicos não chegou ao conhecimento dos produtores rurais da região, que tem na atividade agrícola sua fonte de subsistência.

Em verdade, aspectos relativos à preservação do meio ambiente e seus recursos constituem preocupação secundária para aqueles que buscam na agricultura sua sobrevivência.

Os processos fiscalizatório e analítico do uso de agrotóxicos são atos raros na região estudada e a diversidade de produtos utilizados aumentou no decorrer dos anos, na proporção do aumento do número de culturas agrícolas.

Assim, o permanente uso indiscriminado de agroquímicos tenderá a expor não só os aplicadores de agrotóxicos aos riscos ocupacionais, mas também os consumidores de qualquer alimento de origem agrícola, sem prejuízo dos danos causados ao meio ambiente.

4.2 AVALIAÇÃO PRELIMINAR (EXISTÊNCIA DE RISCO)

Para identificação de risco existente, foram observados os tipos de contaminantes presentes na área de estudo; presença de poços e áreas de recarga;

A poluição da água subterrânea é entendida como a probabilidade que possui de ser contaminada com concentrações de substâncias nocivas acima do recomendável para padrões de água potável (CGEE, 2003).

Ocorre quando a carga de um contaminante é lançada na superfície, a exemplo de agrotóxicos e mata mato. O risco de poluição depende da vulnerabilidade do aquífero e da existência de carga contaminante. Os processos de contaminação por agroquímicos, principalmente da água subterrânea, implicam em passivos ambientais quase sempre com custos que tornam a recuperação inviável. É que a contaminação por esta via se dá na forma difusa, isto é, decorrente de um processo difuso de contaminação, onde a fonte e a área envolvidas são amplas (CGEE, 2003).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (2010), a utilização de agroquímicos:

“É um fator importante na manutenção de altas produtividades agrícolas, sendo assim, o desenvolvimento e a aplicação desses produtos vêm aumentando rapidamente a nível mundial, desde meados da década de 40. Entretanto, devem ser considerados os efeitos da produção, formulação, transporte, manuseio, armazenamento e aplicação dos defensivos agrícolas sobre o meio ambiente, visto serem a maioria deles poluidores ou contaminantes ambientais. Ainda o emprego de agroquímicos apresenta dois pontos cruciais para o ambiente: eles são biocidas e alguns muito persistentes, podendo ser transportados para outros locais por água e vento, por exemplo, e também acumular em cadeias alimentares.”

Os agrotóxicos podem ser aplicados estando eles em qualquer dos três estados da matéria, sólido, líquido ou gasoso, sendo a forma líquida a mais comumente utilizada.

A partir da sua aplicação, a distribuição dos agrotóxicos nos diferentes compartimentos ambientais pode ocorrer através do atraso ou impedimento da chegada ao alvo, desvio de rota, erro do alvo, além de outros. O ajuste correto desses itens pode ser considerado o primeiro passo para o sucesso para ação dos agrotóxicos e a redução do impacto indesejável no ambiente (GLEBER e SPADOTTO, 2004, citado por SPADOTTO, EMBRAPA - Meio Ambiente, 2006).

Ainda, SPADOTTO coloca que qualquer quantidade do agrotóxico que não atinja o alvo não terá o efeito desejado e representará uma forma de perda e uma fonte de contaminação ambiental.

O agrotóxico poderá atingir as águas subterrâneas pelo processo de lixiviação de tais produtos, que ocorre com maior intensidade em dias de chuvas e poderá ocorrer de forma mais fácil ainda nos solos cársticos, onde a permeabilidade do solo tem grande porcentagem de infiltração.

De acordo com levantamentos realizados junto ao Engenheiro Agrônomo Peter Jedyn, do Núcleo Regional, da SEAB/DEFIS – Curitiba-PR (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – Divisão de Fiscalização e Defesa Agropecuária), das principais culturas realizadas na região de Campo Magro – Pr, são: tomate, feijão, milho, pepino, vagem, cebola e batata, ainda outras que servem como culturas rotativas como é o caso do trigo.

Ainda, Peter cita os principais agroquímicos utilizados com maior frequência nestas culturas:

Fungicidas: Cercobin, Cerconil, Absolut, Manzate, Consentio, Infinito, Cuprocarb, Supera, Dithame, Recop, Curzate, Select, Vitavax, Amistar, Comit, Mertim, Folicur, Eminent, Celeiro, Priori Xtra, Ridomil, Novazin e Nativo.

Inseticidas: Cartap, Sumidan, Vertimec, Conect, Tracer, Saurus, Tiger, Karate, Lanap, atabran, Classic, Pivot, Basagran, Metamidofos, Cefanol, Permetrina, Nufos e Clorpirifos.

Herbicidas: Glifosato, Atrazina, Sansão, Primolio, Colixto, Flex, Fusidade, Totril, Podium e Atro.

É importante observar que alguns desses produtos estão classificados, quanto ao potencial de periculosidade ambiental, como produto altamente perigoso e muito perigoso ao meio ambiente (classes I e II).

A Portaria Normativa IBAMA N° 84, de 15 de outubro de 1996, no seu Art. 3° classifica os agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental baseando-se nos parâmetros bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico, obedecendo a seguinte graduação:

- Classe I - Produto Altamente Perigoso
- Classe II - Produto Muito Perigoso
- Classe III - Produto Perigoso
- Classe IV - Produto Pouco Perigoso

Peter ainda ressalta que de toda aplicação de agroquímicos aproximadamente 95% ocorre nas culturas de verão, sendo relativo ao período compreendido entre os meses de setembro a março.

O mesmo profissional ressalta ainda que, a quantidade de agroquímicos usados no município de Campo Magro/PR é de aproximadamente 1000 kg e 1000 litros de fungicidas, a quantidade de inseticidas é de 500 a 1000 litros e a quantidade de herbicidas é de aproximadamente 5000 litros.

O percentual mostra que na região de Campo Magro – município que abrange a área estudada – ocorre uma grande aplicação de agroquímicos num período de tempo muito curto, evidenciando assim possíveis excessos de produtos químicos no solo passíveis de serem carregados ou lixiviados pelas águas pluviais ou de irrigação.

A utilização irracional de agroquímicos encontra facilidade no comércio, que não obedece adequadamente as formalidades legais para a aquisição dos produtos, visto que até bem pouco tempo atrás não se exigia o adequado preenchimento dos formulário de compra conforme documentos apresentados pelo interessado no ato da aquisição.

Tal expediente (preenchimento incorreto de receitas) obstava a fiscalização da utilização do produto pelo órgão competente (SEAB), segundo informação passada por Peter.

De acordo com a Secretaria de Agricultura e do Abastecimento (SEAB, 2010), para que se tenha um melhor controle de compra, venda e uso de agroquímicos, esta sendo implantado neste presente ano, o Sistema de Monitoramento do Comercio e Uso de Agrotóxico do Paraná (SIAGRO).

O SIAGRO é um sistema informatizado disponível aos comerciantes registrados na SEAB e aos profissionais do CREA-PR, acessível pela rede mundial de computadores. Profissionais habilitados podem utilizá-lo para prescrever receitas agronômicas e com ele os comerciantes passarão os dados das receitas eletrônicas para a SEAB/Defis, compondo um banco de dados sobre

uso de agrotóxicos no Paraná. Dados de receitas produzidas por quaisquer outros sistemas informatizados são facilmente recebidos pelo SIAGRO.

4.3 AVALIAÇÃO DE RISCO E PRINCIPAIS PROBLEMAS

A avaliação do risco existente abordado neste trabalho é aquele oriundo da agricultura.

A expansão das fronteiras agrícolas e a produção anual crescente de novos produtos químicos utilizados na atividade criaram fontes crescentes e variadas de componentes que contaminam a água superficial e subterrânea.

A poluição difusa causada por práticas agrícolas, produz problemas como a dificuldade em identificar as fontes poluidoras e atribuir ao poluidor a redução da emissão de poluentes e a mitigação dos efeitos e danos.

Os casos de contaminação são variados e dependem do tipo de contaminante e da geologia da região. Algumas poluições mesmo que lineares e em aquíferos profundos, muitas vezes não são remediáveis (CCGE, 2003).

Segundo o Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais (GEPAI, 2001), evidências empíricas a respeito dos impactos ambientais da agricultura brasileira sobre o meio ambiente e a saúde humana são abundantes.

Apesar de um grande número de casos não se tornar público, encontram-se documentados vários acidentes, relatórios médicos, estudos de casos de aplicação sobre áreas específicas e embargos à exportação de produtos alimentares contaminados.

Importante frisar que resíduos de produtos químicos altamente tóxicos já foram detectados por análise de solo em varias áreas do Estado de São Paulo (GEPAI, 2001).

E mais: os principais agroquímicos, citados por Peter (2010), como sendo os utilizados a região em estudo (os fungicidas, inseticidas e herbicidas e outros), são de alto impacto biológico, melhor explorado a seguir:

- Fungicidas: em análise ao rol de fungicidas de uso permitido no Estado do Paraná, conforme divulgação da SEAB(2010), verificou-se que a grande maioria encontra enquadramento na classe I e II da já citada Portaria Normativa IBAMA N° 84, de 15 de outubro de 1996, consistindo em agroquímicos denominados “Produto Altamente Perigoso” e “Muito Perigosos”.

- Inseticidas:

A pesquisadora da Universidade de São Paulo (USP), Jussara Borges Regitano, no Encontro “Debate Uso de Inseticidas no Controle de Pragas”, durante a 8ª Reunião Sul Brasileira de Pragas do Solo, promovida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2004) assim esclareceu:

“Conhecendo-se alguns fatores que afetam o comportamento dos inseticidas no solo, pode-se ter uma boa idéia do tipo de contaminação da área. Cada grupo de inseticida usado no controle das pragas do solo têm um potencial de toxicidade, que quando bem manejado minimiza o impacto ambiental. "Muitos dos inseticidas usados tem potencial altamente tóxico ao homem e a outros elementos da fauna e flora. Assim, a contaminação de fontes de água com pequenas quantidades dessas substâncias pode colocar em risco a saúde humana ou causar desequilíbrio nos ecossistemas”.

Ainda, segundo a mesma autora, inseticidas são altamente solúveis, com raras exceções, tendem a se movimentar mais no solo, podendo contaminar facilmente o lençol freático da região.

O limite entre o risco de um remédio se tornar um veneno, depende da dose aplicada. Por isso é importante tomar cuidados para minimizar o impacto causado. Ao se optar pelo uso de um determinado inseticida, é importante conhecer as características do produto e do ambiente.

- Herbicidas:

Existem regiões que são mais frágeis do ponto de vista ambiental, principalmente em relação a exposição à contaminação de mananciais hídricos, sejam superficiais sejam subterrâneos.

As regiões reconhecidamente frágeis devido à alta vulnerabilidade natural (GOMES, 2002), são as áreas de recarga de aquíferos Karst, que estão expostas ao risco de contaminação do lençol freático, principalmente devido à expansão da fronteira agrícola sobre elas.

Relativamente à ação dos produtos químicos e mais propriamente dos herbicidas sobre o ambiente, vários fatores são determinantes; o destino de um herbicida é decidido através dos efeitos de vários processos físico-químicos e biológicos, que causam a degradação e o movimento do produto.

Esses processos podem transformar o produto de molécula inicial em uma série de produtos de degradação, definindo seu comportamento no ambiente.

Na prática, os herbicidas podem, de várias maneiras entrar em contato com o meio ambiente; desde uma aplicação controlada, em um determinado estágio de desenvolvimento de uma cultura; até o chamado uso despreocupado, por agricultor que desconheça os riscos de sua utilização abrangente.

Uma vez presente no ambiente, e principalmente no solo, vários fatores determinarão o destino das substâncias agroquímicas. Dentre esses fatores, muitos dos quais são interdependentes, citamos: a decomposição, seja ela química, fotoquímica ou biológica, a volatilização, a lixiviação, o arrastamento lateral, a solubilidade e o coeficiente de participação do produto, os processos de adsorção/desorção, a retirada pelas plantas e microorganismos. A depender do processo de difusão do produto, será verificada a persistência, a degradação, a mobilidade e a bioacumulação desses produtos. Do mesmo modo, a etapa de difusão determinará o modo adequado de formulação do produto, a forma de aplicação e a dose a ser utilizada (IPEF, 1987).

4.4 RECONHECIMENTO DE CAMPO

Na visita de campo foram comprovadas as práticas agrícolas citadas nas bibliografias pesquisadas e nas secretarias de agricultura.

Foram levantados também vários dados sobre a agricultura regional, através de pesquisa informal realizada junto aos agricultores, com perguntas relativas ao tipo de agroquímicos usados, sua frequência, quantidade e também sobre as potencialidades de degradação do meio ambiente, a fim de verificar o grau de conhecimento.

Somente através da visita de campo e por meio das imagens de satélite é que se foi possível identificar as áreas de recarga escolhidas no mapa de Zonas e Pontos de Recarga em Campo Magro/PR do Plano de Zoneamento de Uso e

Ocupação do Solo da Região do Karst, Região Metropolitana de Curitiba - Consorcio Procel – Earthtecm - COMEC – 2002, tendo assim melhor observação das respectivas áreas de estudos, confrontando os dados obtidos em campo e desenvolvendo estudo sobre as possíveis áreas de contaminação do aquífero Karst no município.

No âmbito da pesquisa, além das bibliografias de diversos autores, foram também realizadas diversas pesquisas on-line em órgãos públicos oficiais para obtenção de imagens de satélites, e artigos de órgãos como SANEPAR e MINEROPAR entre outros, conforme consta nas referências bibliográficas.

Cabe ressaltar que, de modo em geral, as comunidades desconhecem a função estratégica dessas áreas de recarga do aquífero ou ainda do que é o aquífero Karst e sua real importância, sem terem conhecimento dos potenciais riscos de contaminação de suas atividades agrícolas e do uso indiscriminado de agroquímicos.

Portanto, após todos os estudos apresentados tem-se uma breve avaliação, do possível comprometimento da água do Karst devido às práticas agrícolas realizadas na região muitas vezes de forma inadequada, sem o devido acompanhamento/fiscalização dos órgãos competentes.

Diante dos levantamentos efetuados, observou-se a necessidade de uma averiguação mais profunda, com análises de solo e águas de modo a apurar de fato possível contaminação do karst, pelo uso de agroquímicos, e para prevenir futura contaminação por poluentes oriundos da agricultura.

Paralelamente a isso, devem ser adotadas técnicas e procedimentos que possibilitem o uso racional e controlado de agroquímicos na propriedade rural e, em particular, nas áreas de recarga de aquíferos.

A pesquisa efetuada, sobretudo a de campo, revelou a necessidade de pesquisas que antevejam os problemas de infiltração do karst por agroquímicos, com uma abordagem que busque a adoção de medidas preventivas ao risco de contaminação das chamadas “áreas frágeis”.

Entre essas medidas a serem adotadas, observou-se a possibilidade de utilização de herbicidas de baixo potencial de lixiviação e a redução do uso de herbicidas com controle de plantas daninhas pela manutenção da palhada.

Outro fator a ser considerado, é que o aumento da exploração pela SANEPAR deste aquífero, ocasiona aumento da velocidade do fluxo subterrâneo em direção as áreas de captação (poços) e traz também indesejado da mancha poluidora, acelerando seu processo de contaminação.

É necessário continuar e aprofundar os estudos de caracterização dos aquíferos Karst com pesquisas de campo, bem como avaliação de parâmetros hidrogeológicos, elementos imprescindíveis para a análise quantitativa do comportamento de poluentes no subsolo.

Na literatura atual fala-se muito do emprego de tecnologias sustentáveis referindo-se ao conjunto de práticas conhecidas como Leisa (Agricultura Sustentável de Baixo Uso de Insumos Externos), segundo Reijntjes *et al* citado em GEPAL, (2001):

Leisa é uma agricultura que faz uso dos recursos naturais e humanos disponíveis (tais como solo, água, vegetação, plantas e animais locais, e trabalha com o conhecimento e habilidades humanas) e é economicamente factível, economicamente segura, culturalmente adaptada e socialmente justa. O uso de insumos externos não é excluído, mas visto como complementar ao uso dos recursos locais e deve considerar os critérios acima mencionados.

O manejo da técnica da agricultura sustentável é uma saída possível para refrear a contaminação que aos poucos ameaça o potencial hídrico do karst, já que se vale do baixo uso de insumos externos, como por exemplo, compostagem, adubação verde, fertilização mineral, controle biológico, intercalação de culturas etc, podem simultaneamente reduzir custos e a contaminação do ambiente, aumentando a eficiência dos insumos externos.

Apesar do uso de insumos externos estar associado com poluição e exaustão de recursos não renováveis, não existe razão para excluir, por exemplo, híbridos ou fertilizantes minerais, se estes puderem ser integrados de forma sustentável (GEPAL, 2001).

Torna-se necessário da mesma forma, cada vez mais, dimensionar e manejar os sistemas de irrigação com maior eficiência, bem como dosar corretamente os agroquímicos evitando a contaminação por produtos fitossanitários carreados pela prática de irrigação indiscriminada.



Foto: Rossa, D N. – 2010.

Foto da agricultura local mostra a marca de passagem de máquinas agrícolas usadas para pulverização de agroquímicos, e ao fundo o crescimento urbano sem rede de esgoto e muito próxima da área a ser pulverizada. A ameaça à hígidez do karst decorrente da urbanização é somada à potencialidade de contaminação por poluentes orgânicos e inorgânicos. A foto acima deve ser interpretada em conjunto com a imagem da FIGURA 3.



Foto: Rossa, D N. – 2010.

A foto acima mostra o terreno sendo preparado para a plantação após a safra do milho, uma das culturas mais comuns na região. Áreas estas com pouca declividade, o que facilita a lixiviação dos componentes químicos usados neste tipo de agricultura.

Os agroquímicos de uso mais comum na cultura do milho são os herbicidas, muitos deles enquadrados como produtos de alto potencial de periculosidade ambiental (como altamente ou muito perigo ao meio ambiente - classes I e II, Portaria Normativa IBAMA N°84, de 15 de outubro de 1996, no seu Art. 3º).

4.5 MUDANÇA DE PARADIGMAS

A elaboração do presente trabalho revelou a ineficácia das medidas existentes de proteção ao reservatório do karst.

A pura e simples fiscalização do uso de agrotóxicos não pode ser enxergada como um fim em si mesmo, devendo vir acompanhada de maciças ações de educação e conscientização da população que habita a região.

As ações fiscalizatórias, ainda que venham acompanhadas de efetivas punições aos causadores de danos, são insuficientes para evitar a contaminação irremediável do karst.

Em verdade, a preocupação com o meio ambiente não é nova. Quando da elaboração da Constituição Federal, em 1988, já foi externada pelo legislador a necessidade de ações conjuntas da coletividade, dos governos federal, estadual e municipal na preservação do patrimônio natural para as presentes e futuras gerações.

O artigo 225 da Constituição Federal informa que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, este considerado bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se desse modo, ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações.

Para assegurar a efetividade desse direito, o mesmo artigo 225 estabelece a observância das seguintes medidas:

(...)

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

(...)

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; (Regulamento)

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

Verificou-se que a intenção do constituinte não vem sendo observada na região do karst, já que, ao menos até onde se verificou, os pontos de recarga não vêm obtendo o tratamento adequado às áreas de preservação permanente.

Por outro lado, o comércio de agrotóxicos, bem como sua utilização é feito de forma despreocupada pela maioria dos agricultores atuantes do local, já que desacompanhado de efetiva fiscalização de uso no momento da aplicação ou de práticas de orientação. Não há consciência daqueles que manuseiam os produtos da extensão dos danos causados pelo uso excessivo ou incorreto de agroquímicos.

Segundo preconiza a doutrina moderna, a idéia de proteção ao meio ambiente engloba não só as atividades reparação, como de prevenção.

A este respeito, RODRIGUES, Marcelo Abelha (2005) ao tratar do princípio da prevenção acentua:

Sua importância está diretamente relacionada ao fato de que, se ocorrido o dano ambiental, a sua reconstituição é praticamente impossível. O mesmo ecossistema jamais pode ser revivido. Uma espécie extinta é um dano irreparável. Uma floresta desmatada causa uma lesão irreversível, pela impossibilidade de reconstituição da fauna e da flora e de todos os componentes ambientais em profundo e incessante processo de equilíbrio, como antes se apresentavam.

Das palavras do autor, infere-se que a noção de prevenção diz respeito ao conhecimento antecipado dos sérios danos que podem ser causados ao meio ambiente em determinada situação e a realização de providências para evitá-los. Já se verifica um nexo de causalidade cientificamente demonstrável entre uma ação e a concretização de prejuízos ao meio ambiente.

Entretanto, a proteção ao meio ambiente não deve se restringir à idéia de prevenção, reclamando ações de precaução, mesmo nos casos em que a

extensão dos danos ainda não é completamente delineada. Surge aí, a idéia de precaução dos danos ambientais.

Conforme ensina BITTENCOURT, Marcus Vinicius Corrêa (2008) “precaução tem um conteúdo mais específico, tendo em vista que indica soluções a tomar em hipóteses em que os efeitos sobre o meio ambiente de um certo empreendimento não sejam ainda plenamente conhecidos sob o aspecto científico”.

A preservação das reservas do karst na região estudada deve ser entendida sob o enfoque o princípio da precaução, já que a extensão dos danos causados pelo uso de agroquímicos não é plenamente identificada.

O que se tem é a certeza de que danos são causados à vista das características geológicas da região, que induzem a facilidade de contaminação das águas subterrâneas.

5 CONCLUSÃO

É notória a necessidade de aprofundamentos nos estudos que acercam o aquífero Karst devido sua importância e capacidade hídrica.

A expansiva ocupação do solo sobre o Karst é preocupação que merece ser estudada, pois a ocupação desordenada e sem infra-estrutura adequada, poderá afetar o aquífero de forma irremediável.

Na elaboração do presente trabalho, verificou-se a necessidade de novas políticas para uso e ocupação do solo, de modo que as propriedades ali situadas cumpram a noção de função social estabelecida pela Constituição Federal de 1988:

Art. 186 - A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:
I - aproveitamento racional e adequado;
II - utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;
III - observância das disposições que regulam as relações de trabalho;
IV - exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Com pesar, verificou-se também que a localização geológica do aquífero pode o proteger das contaminações ordinárias, mas não o torna isento de futura degradação, se a utilização do solo não se fizer de consciente, especialmente no que tange ao uso de produtos agroquímicos.

As áreas de fragilidade do Karst devem ser monitoradas efetivamente, por órgãos competentes, e sendo necessário, deve ocorrer a implantação de uma política efetiva de controle de uso de agroquímicos, incentivando a cultura de

orgânicos e técnicas sustentáveis de utilização do solo, diminuindo assim a vulnerabilidade aos impactos ambientais.

Sugere-se para fins de gestão sustentável do aquífero Karst, a mudança das práticas agrícolas exercidas no local, adotando-se a agricultura orgânica, manejo integrado de pragas, compostagem, adubação verde, rotação de culturas, controle biológico, pesticidas naturais, policultura etc.

Tais medidas, contudo, só se mostrarão eficazes se acompanhadas de medidas educacionais dos agricultores da região, que esclareçam os efeitos nocivos à saúde e meio ambiente decorrentes do uso de agroquímicos nas lavouras.

A ocupação agrícola deveria ser encorajada, com utilização racional de agrotóxicos e incentivos à produção de culturas orgânicas.

Por outro lado, o efetivo desenvolvimento da sociedade só se verifica quando o crescimento urbano respeita áreas de preservação assim como outras de importante função estratégica, como são as áreas de aquífero e as correspondentes zonas de recarga.

REFERÊNCIAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – 2010 – Disponível em: <http://www.abas.org.br/>. Acesso em 08 out 2010.

ANA — Agência Nacional das Águas – Águas Subterrâneas – Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 07 set 2010.

BITTENCOURT, Marcus Vinicius Correa. Curso de Direito Constitucional, 2.ed., rev. e ampl. Belo Horizonte: Fórum, 2008, p. 299/303.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

COMEC – Plano de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst na Região Metropolitana de Curitiba – Consórcio ProceSl – Earthtec – 2002.

SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ – Disponível em <http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Mananciais/mananciais.html>. Acesso em 02 out 2010.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – Prospecção Tecnológica Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/>. Acesso em 10 out 2010.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – 2001, BRASIL. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 jan. 2001. Disponível em: <http://www.cnrhsrh.gov.br/delibera/resolucoes/R015.htm>>. Acesso em: 18 ago 2010.

DECRETO Nº 4.074, DE 4 DE JANEIRO DE 2002 – Agroquímicos – Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccvil03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em 10 set 2010.

EMATER – Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br> – Acesso em: 20 set 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/>. Acesso em 23 out 2010.

Encontro Debate Uso de Inseticidas no Controle de Pragas – 25/11/2004. Disponível em: [http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2001/setembro/bn.2004-11-5.7026940328/?searchterm=impacto inseticida](http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2001/setembro/bn.2004-11-5.7026940328/?searchterm=impacto%20inseticida). Acesso em: 09 out 2010.

Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental para Exploração do aquífero Karst no município de Almirante Tamandaré – SANEPAR – 2002.

FERNANDES NETO, Maria de Lourdes. Tese de doutorado Análise dos parâmetros agrotóxicos da Norma Brasileira de Potabilidade de Água: uma abordagem de avaliação de risco. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a08.pdf>. Acesso em 13 nov 2010.

FERREIRA GOMES *et al.*(2008), Nutrientes Vegetais no Meio Ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos - Embrapa Meio Ambiente JAGUARIÚNA/SP. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_66.pdf. Acesso em: 12 out 2010.

GARDA, E. C. *et al.* (1996). Atlas do meio ambiente do Brasil. 2a ed. Brasília, Embrapa p.137-138.

GEPAI – Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais, coordenador Mario Otávio Batalha. – 2 ed. – São Paulo: Atlas, 2001.

GOMES, M.A.F. Herbicidas no Meio Ambiente – Uma Abordagem para Regiões de Alta Vulnerabilidade Natural. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas>. Acesso em 09 out 2010.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Portaria Normativa N°84, de 15 de outubro de 1996, Art. 3.

INCA – Instituto Nacional do Câncer. Disponível em <http://www.inca.gov.br/>, acesso em 01 nov 2010.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Série Técnica – Piracicaba, v.4, n.12, p.159 - 180, set. 1987. Disponível em <http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr12/cap12.pdf>. Acesso em 20 out 2010.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento – Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 07 nov 2010.

MINEROPAR – Minerais do Paraná – Disponível em <http://www.mineropar.pr.gov.br/> . Acesso em: 02 set 2010.

NEPEMA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Meio Ambiente, Conferência sobre agricultura e meio ambiente – Viçosa - MG, 1992. Disponível em: <http://www.nepe.ma.gov.br>. Acesso em: 03 set 2010.

PETER JEDYN – Núcleo Regional, da SEAB/DEFIS – Curitiba-PR (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – Divisão de Fiscalização e Defesa Agropecuária) – 2010.

Prefeitura Municipal de Campo Magro – Paraná – Disponível em www.campomagro.pr.gov.br. Acesso em: 28 out 2010.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. Elementos de direito ambiental: parte geral. 2.ed., São Paulo, Revista dos Tribunais, 2005, p. 203.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná – Disponível em www.pr.gov.br/seab/. Acesso em 05 set 2010.

SPADOTTO, Cláudio Aparecido. Abordagem Interdisciplinar na Avaliação Ambiental de Agrotóxicos – 2006. Disponível em: <http://www.fmr.edu.br/npi/003.pdf>. Acesso em: 20 out 2010.