

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CEMOS 2015

CC (PAR) MARCIAL MARTINEZ GAYOSO

OS RECURSOS HÍDRICOS NA GEOPOLÍTICA DOS ESTADOS

A ameaça de contaminação do Sistema Aquífero Guarani (SAG) em sua área de recarga:
Motivo de cooperação regional sobre água subterrânea transfronteiriça.

Rio de Janeiro

2015

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CEMOS 2015

CC (PAR) MARCIAL MARTINEZ GAYOSO

OS RECURSOS HÍDRICOS NA GEOPOLÍTICA DOS ESTADOS

A ameaça de contaminação do Sistema Aquífero Guarani (SAG) em sua área de recarga:
Motivo de cooperação regional sobre água subterrânea transfronteiriça.

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CMG (RM1) MARCELO AUGUSTO DA CUNHA PORTO

Rio de Janeiro

2015

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Deus Todo-Poderoso, por sua providencia, ao conceder-me, neste tempo, saúde mental, física e espiritual para executar este trabalho monográfico, requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores da Escola de Guerra Naval.

Em segundo lugar, agradeço as minhas amadas Esposa e Filha, que sacrificaram seu valioso tempo, acompanhando o processo deste curso, além de terem tido a coragem e a valentia de deixarem o nosso país para este fim. Obrigado pelas atitudes de boas companheiras que sempre as caracterizaram.

Ao Diretor da Escola de Guerra Naval, equipe de Instrutores e especialmente ao meu Orientador, que forneceram todas as ferramentas necessárias para a elaboração deste trabalho.

Ao Professor Geraldo, que, voluntariamente, ajudou-me a corrigir e orientar a tradução idiomática desta monografia.

E, finalmente, aos companheiros de turma especialmente aqueles que, voluntariamente ofereceram orientações, permitindo-me acertar detalhes do trabalho.

RESUMO

O Sistema Aquífero Guarani (SAG), maior reserva de água subterrânea transfronteiriça da América do Sul, recurso hídrico vital para a manutenção dos aspectos socioeconômicos da região. Forma parte do valor estratégico dos países envolvidos, considerando que a escassez de água doce e potável é considerada uma ameaça mundial. Nos últimos 30 anos, esta valiosa reserva vem sendo ameaçada pela degradação por utilização intensiva de agrotóxicos em sementes geneticamente modificadas e pelas vulnerabilidades próprias do SAG. Assim, é fundamental que haja um gerenciamento eficaz como estabelecimento de uma gestão conjunta sobre os recursos hídricos, com cooperação regional para combater tais ameaças. Essa cooperação viabilizará a prevenção de conflitos e competição entre os usuários da água, assim como a prevenção da saúde humana, animal e dos ecossistemas aquáticos. O argumento apresentado como solução do problema encontra-se proporcionar perícias e aconselhamento estratégico confiável aos assuntos técnicos, para ajudar os países em questões como a elaboração de acordos operacionais fundamentada na Convenção da água Europeia, a criação de organismos comuns nas medidas de prevenção ao combate à poluição como resultado de uma cooperação conjunta entre os países que o compõem. E, por último, adequar marcos jurídicos objetivos para o controle das ameaças consequente pelas atividades desenvolvidas nas áreas de recarga do SAG.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea - Agrotóxico - Aquífero – Áreas de recarga – cooperação regional - estratégicos - recursos hídricos - transfronteiriça - transgênicos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	8
	2.1 O Sistema Aquífero Guarani (SAG).....	8
	2.1.1 Aspecto Geológico.....	8
	2.1.2 Aspecto Climático.....	10
	2.1.3 Aspecto Jurídico	12
	2.1.4 Área de Recarga.....	14
	2.2 O Fenômeno da “Revolução Verde”.	15
	2.3 Efeitos secundários causados pela “Revolução Verde”.....	17
3	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS VULNERABILIDADES	19
	3.1 Vulnerabilidades.....	19
	3.2 Avaliação em nível de riscos e áreas críticas.....	22
4	CONCEITUAÇÕES TEÓRICAS E ESTUDO COMPARATIVO DE REGULAMENTAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS TRANSFRONTEIRIÇAS	24
	4.1 A política da União Europeia sobre água transfronteiriça.....	25
	4.2 O Modelo de cooperação regional sobre água “O Convênio Helsinki”.....	27
	4.3 Arcabouço regulatório e Projeto do SAG	29
	4.3.1 Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do SAG..	29
	4.3.2 Acordo sobre o SAG, pelos países envolvidos.....	31
	4.4 Análise das boas práticas do Convênio Helsinki em comparação as ações no SAG.....	32
5	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	36
	ANEXOS	38
	APÊNDICES	48

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) é um o maior sistema de água subterrânea de América do Sul (de fato é o terceiro maior em capacidade de volume do mundo) e constitui uma das maiores reservas de água potável subterrânea do planeta. Situada no subsolo da Bacia da Prata, dele compartilham os seguintes países de América do Sul: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai.

Há milhões de anos atrás, este gigantesco sistema de água subterrânea tem ocupado toda a Bacia da Prata, mas os primeiros descobridores classificaram esta reserva cada uma conforme no setor de sua formação. Assim, no Brasil, trazia o nome das formações Botucatu, no Paraguai por formações Missões, na Argentina e no Uruguai por formações Tacuarembó. Mas, na década de 1980, foi descoberto que era uma gigantesca e homogênea água subterrânea, então ficou-se unificada como o Sistema Aquífero Guarani.

Uma das características comuns que compõem esta reserva é que 90% de sua geologia vem constituída por solo homogêneo de tipo arenoso designado cientificamente como “arenito”, esta propriedade facilita o processo de alimentação nas áreas de recarga, por sua vez, as mais sensíveis a este tipo de fenômeno.

O SAG fornece água potável de alta qualidade para os seus proprietários e é considerado como um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico agrícola e industrial na região. Atualmente, os usuários aproveitam este recurso através de poços tubulares profundos por diferentes motivos e para diferentes fins, tais como irrigação, abastecimento industrial, águas termais e, especialmente, para a prestação da primeira necessidade, ou seja, o consumo humano.

É importante ressaltar que, nos últimos tempos, a escassez de água é uma ameaça para a humanidade. A obtenção desse precioso recurso é considerada como a possível causa de futuro conflito, daí a suma necessidade de uma gestão responsável e sustentável para sua conservação e compartilhamento.

O presente trabalho monográfico propõe como objetivo demonstrar as principais vulnerabilidades e identificar as áreas críticas mais preocupantes na área de recarga do Sistema Aquífero Guarani, como resultado pela inserção de agrotóxicos na produção agrícola com sementes modificada geneticamente empregada tanto no Brasil e no Paraguai, nos últimos 30 anos. Ao mesmo tempo, pretende analisar em que medidas os países envolvidos têm cooperado conjuntamente para apresentar soluções e alternativas a fim de combater as fontes de contaminações nessa área descrita.

Para tal propósito acadêmico e de modo a alcançar os objetivos, empregam-se as seguintes metodologias: o método dedutivo sobre as pesquisas desenvolvidas na primeira parte baseada em estudo de casos das áreas escolhidas. Por outro lado será aplicado o método de estudo comparativo, na segunda parte do trabalho, com as investigações bibliográficas, documentárias e descritivas a fim de obter os dados necessários e analisá-los em função dos assuntos de interesse dentro do cenário do Sistema Aquífero Guarani, especificamente nas áreas de recargas diretas ou afloramentos, considerado áreas críticas de contaminações, numa linha de tempo que se estende desde a década de 1980 até 2010, aproximadamente.

Para atingir os objetivos, o trabalho divide-se em cinco capítulos, incluindo esta Introdução que representa o Primeiro. O Segundo Capítulo destina-se a uma descrição breve do Sistema Aquífero Guarani, nos seus distintos aspectos, especificando a área de recarga, e uma especial ênfase aos aspectos legais sobre água subterrânea e, finalmente, o destaque sobre fenômeno da revolução verde na região, que é o enfoque do problema.

O Terceiro Capítulo está focado em uma análise a fim de identificar as principais vulnerabilidades do SAG, descrevendo, pelo menos, as três centrais ocorrências dessas vulnerabilidades, logo, uma classificação em nível de riscos e a áreas críticas de possíveis contaminações nas áreas de recargas.

No Quarto Capítulo são apresentadas as conceituações teóricas e um estudo comparativo de regulamentações na cooperação regional de água subterrânea transfronteiriça, utilizando como subsídio as boas práticas da União Europeia, resultado de cooperação regional sobre águas subterrâneas transfronteiriças dessa região. E finalmente, o Capítulo Quinto que apresentará as conclusões pertinentes sobre o desenvolvimento do trabalho monográfico.

2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

2.1 O Sistema Aquífero Guarani (SAG): Aspecto geográfico, geológico, climático e legal, a descrição da área de recarga direta ou afloramento e o fenômeno da revolução verde.

O Sistema Aquífero¹ Guarani (SAG) é o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço de América do Sul e o terceiro do mundo. Está localizado na região centro-leste deste subcontinente, ocupa uma área de 1,2 milhões de Km², estendendo-se pelo Brasil (840.000 Km²), Paraguai (58.500 Km²), Uruguai (58.500 Km²) e Argentina (255.000 Km²). Sua maior ocorrência se dá em território brasileiro (2/3 da área total), abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Ver Figura 2 do Anexo).

Outras características preponderantes são: a espessura média do aquífero é de 250 metros e seu volume de aproximadamente 45.000 km³, a sua profundidade máxima é por volta de 1.500 metros, com uma capacidade de recarga anual de aproximadamente 160 km³, por precipitação, a temperatura média da água é 32° a 35°. Essa vasta reserva subterrânea pode fornecer água potável ao mundo por duzentos anos (PSAG 2004).

2.1.1 Aspecto geológico da região estudada do SAG

A estrutura geológica da região que abrange o Aquífero Guarani é responsável pelo armazenamento de água no subsolo. Essa área é formada por rochas sedimentares, muita areia e pouca argila, características que facilitam a captação das águas das chuvas, que, após absorvidas, ficam confinadas em rochas impermeáveis a centenas de metros de profundidade.

O Aquífero Guarani é composto por um conjunto de arenitos² que estão abaixo do nível da capa freática do solo, de 50 a 800 metros de espessura, e possui água em seus poros e fissuras, estimando-se que se formou entre 245 e 144 milhões de anos atrás. A seguir serão detalhadas as especificações nas duas regiões estudadas.

¹ Aquífero: Formação geológica da crosta terrestre na qual se acumula água proveniente da superfície da terra e da condensação do vapor de água interior. Está constituído por rochas permeáveis e porosas.

² Arenito: É uma rocha sedimentar que resulta da compactação de um material granular da dimensão das areias, os grãos de areia são aglutinados por substâncias, argila ou carbonato de cálcio. (Conceito segundo o Instituto Alter Vida: Centro de Estudios y Formación para el Eco-desarrollo de la Universidad Nacional de Asunción).

Segundo a Alter Vida Py, a conformação geológica das áreas de recargas diretas ou afloramentos no território paraguaio é composta, principalmente, de arenito e basalto que formam as formações Missões e Alto Parana, composto de rochas que compõem-se de várias colinas e elevações contínuas, como fora as formações missões que apresentam colinas onduladas de cor vermelha e em parte argilosas (do grupo Latossolo³), tem uma boa drenagem e colaboram em grande medida da composição de águas subterrâneas e de permanente permeabilidade.

As características comuns de solo, especificamente nas áreas de recarga do SAG é a Formação Alto Paraná distribuída em uma amplo cinto do nordeste em direção sul, ao longo do lado ocidental do rio Paraná. Esses típicos solos também fazem parte da característica geográfica importante de todo o Paraguai. As distribuições geográficas no território paraguaio são solos argilosos de cor vermelho escuro com propriedades muito ricas para as culturas anuais permanentemente. Outra interessante informação é que compreendem de planícies aluviais, de menor área na fronteira com o Brasil na área do rio Paraná. Segundo a Associação Paraguaia de Recursos Hídricos (APRH), a espessura da capa desse tipo de solo varia de 1 a 10 metros e as planícies têm variedades devido à multiplicidade de fatos relacionados às chuvas caídas com as áreas do rio Paraná, que quando combinados resultam em ações sucessivas de erosão e sedimentação, e, por isso, o rio transporta grande volume nessa parte do território (PSAG 2004).

A geologia no território brasileiro, especificamente no Centro-Oeste, maior ocupação das áreas de recarga do SAG, em parte são constituídas de grandes extensões também de latossolos, de texturas variando de média a muito arenosa e argilosa, em relevos altamente favoráveis à mecanização, de excelentes propriedades físicas e de fertilidade facilmente corrigida. Com esse potencial agrícola indiscutível, abriu-se uma nova fronteira para a produção de soja, milho, trigo, arroz, feijão, café, algodão e outras culturas climaticamente adaptadas, superando a importância da pecuária na região.

³ Latossolo: São solos constituídos predominantemente por material mineral, apresentam tendência a formar crostas superficiais, possivelmente, devido à flocculação das argilas que passam a comportar-se funcionalmente como areia fina (EMBRAPA).

De acordo com o delineamento “agroecológico” do Brasil, o Centro-Oeste apresenta 33% de suas terras indicadas para preservação permanente, e 66% para lavouras de curto e longo ciclo (Embrapa, 1992).

Os tipos de solos chamados Neossolos⁴ têm expressiva ocorrência na região. São amplamente distribuídos nas regiões Norte, Oeste, Centro e Sudeste, englobando aproximadamente 15% da superfície do Centro-Oeste brasileiro. Essas áreas tem manejo especial para as culturas adaptadas às condições climáticas, em função do regime hídrico e da drenagem deficiente. Em caso de utilizá-las com sistemas produtivos, permanece o risco da proximidade do lençol freático⁵ e dos numerosos cursos da água quando da aplicação de defensivos agrícolas, constituindo uma ameaça a contaminação de mananciais, com reflexos diretos ao meio ambiente. Portanto, considerar as categorias de solos com suas características peculiares facilitam extraordinariamente o processo de penetração das águas até os aquíferos.

2.1.2 Aspecto climático da Área de estudo

As áreas de recarga do SAG têm uma alta variabilidade climática no território paraguaio, é úmido permanente, com taxas máximas observada nos Departamentos de Alto Paraná, Itapúa e Canindeyú. A temperatura experimenta fortes variações temporais de efeitos continentais, com uma média anual de 21°C. A maior parte da taxa de precipitação é produzida pela tempestade ou pela instabilidade de linhas convectivas, especialmente na primavera e no outono. Os valores aumentam no sul do país, atingindo valores mais altos em torno da cidade de Encarnación. A média de precipitação na área de estudo varia de 1.500 milímetros a 1.850 milímetros por ano (DINAC⁶, 2002).

⁴ Neossolo: É um tipo de solo pouco evoluído constituído por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura.

⁵ Lençol freático: É o nome dado à superfície que delimita a zona de saturação da zona de aeração do solo. Abaixo do lençol, a água subterrânea preenche todos os espaços porosos e permeáveis do solo. (Conceitos segundo a Universidad de Ingeniería de la ciudad de Rosario – Rca. Argentina).

⁶ DINAC: Dirección de Meteorología de Aviación Civil. Instituição responsável pela difusão de informações meteorológica de Paraguai.

A temperatura média varia entre 21 e 22°C, a evapotranspiração real na região Leste é menor do que a precipitação, atingindo valores médios de 1.050 milímetros por ano, portanto satisfaz a demanda por água na atmosfera durante grande parte do ano.

Isso gera um excedente significativo, resultando do escoamento superficial perene (DINAC, 2002). A área de recarga do SAG é uma zona de maior precipitação com a quantidade necessária de água que cai anualmente, para o normal reabastecimento.

Por outro lado a condição climática no território brasileiro em áreas de recarga do SAG é tropical, quente e chuvosa, sempre presente nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. A característica mais definida desse clima quente é a presença de um verão chuvoso, entre os meses de outubro e abril; e um inverno seco, entre os meses de maio e setembro, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O norte de Mato Grosso é abrangido pelo clima equatorial, apresentando os maiores índices pluviométricos do Centro-Oeste, que podem chegar a mais de 2.500 milímetros anuais. O restante da região possui clima tropical, com precipitações médias inferiores, entre 1.000 e 1.500 milímetros por ano.

As temperaturas na região são mais altas do que no Sul. O inverno apresenta temperaturas acima de 18°C; durante o verão, a temperatura pode alcançar temperaturas superiores a 25°C. Existe declínio sensível de temperatura quando ocorre o fenômeno da friagem, que é a chegada de uma massa polar atlântica que, através do rio Paraguai, atinge todo o Oeste dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, reduzindo-se a pouco mais de 1.200 mm em grande parte do território (INMET).

É assim que o fenômeno meteorológico tem grande importância para o processo de penetração de água no solo até os aquíferos, produto da pluviosidade⁷, dependendo da quantidade como também da periodicidade das chuvas caídas nas áreas. E porém a ameaça de possível infiltração de contaminantes químicos provenientes da superfície.

⁷ Pluviosidade: Quantidade de chuva que cai em um lugar em um determinado período de tempo.

2.1.2 Aspecto Jurídico do SAG

O SAG é um recurso hídrico muito valioso para os países envolvidos, portanto, deve ser protegido e conservado com um marco jurídico padrão, que abranja os quatro Estados envolvidos pela importância que ele representa.

O Aquífero Guarani é chamado transfronteiriço por transpassar as fronteiras de quatro países sulamericanos. Isso é complexo no ponto de vista legal, uma vez que todos os países possuem sua legislação, inclusive as concernentes à proteção ambiental. A seguir, analisaremos as leis paraguaias e brasileiras a respeito das águas subterrâneas transfronteiriças no ponto de vista legal.

A legislação do Paraguai tem estabelecido embasamento legal para a proteção dos recursos hídricos subterrâneos de domínio público. Isso significa que o Estado pode limitar atividades nestas áreas de acordo como o interesse da população. A água subterrânea possui um papel importante para o Paraguai, como fonte de abastecimento humano, industrial e agrícola, especialmente, em zonas rurais onde a água subterrânea é a única fonte de abastecimento.

A Lei nº 3229/2007, constitui a proteção dos recursos hídricos do Paraguai, uma vez que regula a gestão sustentável de todas as águas do território, independente da condição e estado físico, com o objetivo de torná-la social, econômica e ambientalmente sustentável para as pessoas que habitam o território da República.

A dificuldade é, que a Lei ainda determina claramente os princípios que regem a gestão integral e sustentável como propriedade pública das águas, o que corrobora o Código Civil. A água é considerada um bem natural e condicionante de todo ser vivo nos ecossistemas, um bem finito e vulnerável e de que possui valor ambiental, social e econômico, com a gestão descentralizada e visando o desenvolvimento sustentável e direito intransferível de gestão dos recursos hídricos no território nacional.

Quanto à *legislação do Brasil*, serão observadas somente as pertinentes aos dois Estados uma vez que o país opera em forma estatal e de abrangência delimitada. Neste trabalho são considerados os Estados de Goiás e o do Paraná.

Os Estados Brasileiros têm leis independentes. Assim, os Estados de Goiás e do Paraná têm legislação concernente à conservação e proteção de águas subterrâneas, como é descrito a seguir:

A Lei nº 13.123/97 do Estado de Goiás traz, como um diferencial, o rateio do custo das obras de aproveitamento múltiplo de interesse comum ou coletivo, entre os beneficiários, e determina o desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas subterrâneas contra poluição e super exploração (Art. 4º, inc. IV).

No seu Art. 35 descreve que o Estado de Goiás poderá delegar aos Municípios, se organizarem técnica e administrativamente, o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse exclusivamente local, compreendendo, dentre outros, os de bacias hidrográficas que se situem exclusivamente no território do Município e os Aquíferos subterrâneos situados em áreas urbanizadas. Essa delegação é considerada oportuna tendo em vista a fiscalização e o controle das áreas críticas no setor do Estado de Goiás.

Conforme artigo citado abaixo da referida lei, haverá um regulamento posterior que determinará valores de incentivos para aqueles que evitarem poluir. É uma prática que, aliada à conscientização, protegerá o Aquífero Guarani.

Art. 27 – As **águas subterrâneas**, em razão de sua **importância estratégica**, deverão estar sujeitas a programa permanente de preservação visando a possibilitar seu melhor aproveitamento. A preservação dessas águas implica em uso racional, implementação de medidas que evitem sua **contaminação e promovam seu equilíbrio**, em relação aos demais recursos naturais, em termos físicos, químicos e biológicos (Lei nº 13.123/97 do Estado de Goiás, grifo nosso).

Assim, as leis dos Estados mencionados prevêm a preservação constante e a adoção de medidas que evitem a degradação. O Órgão competente estabelecido pela lei é o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Brasil. Assim, tudo está claro no que as leis promovem,

mas o cumprimento e o controle dessas leis necessitam de fiscalização para garantir o seu fiel acatamento, tanto no Paraguai como no Brasil.

2.1.3 Áreas de recarga⁸ do SAG

As áreas de recarga do Aquífero Guarani são zonas de grandes basaltos em forma alongada nas periferias dos principais rios sobre o território que ocupa o aquífero, zona de grandes quantidades de chuvas, muito propícia para as culturas agropecuárias.

As áreas de recargas no território Paraguaio estão nos departamentos de Caaguazú, Itapúa e Alto Paraná, são áreas altas alongadas e anexadas ao curso do rio Paraná. Acontecem, principalmente, pela infiltração da água da chuva, penetram nas fendas de rochas em áreas basálticas de recarga em um montante de cerca de 80 km³ de recarga por ano, que é o volume de água que poderia ser usado constantemente. Em algumas regiões, a pressão natural faz com que a água saia sem bombeamento, podendo atingir uma taxa de fluxo de 300 litros/s. Essas áreas são praticamente de recargas diretas ou afloramentos (Ver Figura 7 do Anexo).

As áreas de recargas no território brasileiro, no entanto, foram resultados obtidos que contemplam as principais áreas de recarga do Sistema Aquífero Guarani no Brasil, conforme descrição a seguir: A Área de recarga do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo abrange cerca de 16.000 km², ocupando uma faixa de norte a sul do estado, localizada na porção Centro-Oeste (GOMES *et al.*, 2001).

A área de recarga do Aquífero Guarani no Estado de Goiás abrange cerca de 12.000 km², estando grande parte dessa área distribuída ao longo da região que abrange as nascentes do rio Araguaia, na divisa dos Estados de Goiás e Mato Grosso. Devido à grande uniformidade, tanto de uso agrícola quanto dos aspectos climáticos, foi definida a existência de um único domínio denominado Nascentes do Araguaia (FERREIRA FILIZOLA 2006).

⁸ Área de Recarga: A água de chuvas que se infiltram abaixo provêm da superfície e empurrada para capas inferiores do solo pela gravidade, mas pode ser desviada horizontalmente por camadas de baixa permeabilidade, o fluxo na zona saturada é chamado Área de Recarga de um aquífero. Se classificam em recargas diretas ou afloramento e recargas indiretas (Charles R. Fits, 2015, pag. 9).

No Estado de Mato Grosso foi considerada apenas a região de Alto Garças, que mantém uma interligação entre a área de abrangência do rio Araguaia e a área de afloramento do Aquífero Guarani localizada na divisa dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. A área de recarga nessa região é de cerca de 6.500 km². Suas características têm semelhança pela proximidade com o domínio *Nascentes do Araguaia*⁹.

No Estado do Paraná essa área de recarga abrange cerca de 2.150 km², distribuída ao longo de uma faixa estreita a oeste de Curitiba, com extensão de norte a sul. Os municípios mais importantes localizados nessas áreas são Jacarezinho, Santo Antônio da Platina, Cândido Abreu, Ortigueira, Ivaiporã, Pitanga, Guarapuava e União da Vitória na divisa com Santa Catarina. Em razão da existência de duas condições predominantes de uso agrícola e uma pequena variação climática, principalmente precipitação, foram definidas como integrantes do Médio Planalto Paranaense (GOMES *et al.*, 2001).

2.2 Descrição do Fenômeno “Revolução Verde”¹⁰ e os Efeitos Secundários, nas Áreas de Recarga do SAG, no período de 1980 e 2010.

Este repugnante fenômeno denominado *Revolução Verde* foi introduzido na América do Sul, na década de 1980, referenciado ao modelo de produção agrícola baseado nas plantas geneticamente melhoradas pelo uso de insumos com agrotóxico, ou seja, o cultivo de tipos de sementes geneticamente modificadas. O fenômeno gerou impacto negativo e foi proibido em quase toda Europa a exceção da Espanha, por causarem efeitos colaterais na saúde humana e animal. Pero infelizmente, aceita e incrementada em grandes escalas na América do Sul.

⁹ Nascente do Araguaia: Grande parte da área de recarga do SAG onde está distribuída ao longo da região que compreende as nascentes do rio Araguaia, na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso região que mostraram a existência de uma forte pressão de ocupação agrícola, principalmente pelas culturas de soja e milho, cujos solos são bastante arenosos, essa área considerada uma área crítica neste trabalho. (GOMES *et al.*, 2001, pag. 24).

¹⁰ Revolução Verde: Refere-se à invenção e disseminação de novas sementes e práticas agrícolas que permitiram um vasto aumento na produção agrícola em países menos desenvolvidos durante as décadas de 70 e 80. É um amplo programa idealizado para aumentar a produção agrícola no mundo por meio da alteração genética de sementes, uso intensivo de insumos industriais, mecanização e redução do custo de manejo.

O enfoque nesta parte do trabalho será avaliar o cenário quanto ao aumento da produção agrícola com uso de agrotóxicos¹¹ em áreas de recarga do SAG no Paraguai e no Brasil, com as características já descritas acima, procurando evidenciar o nível de riscos advindos da utilização desses produtos.

O fenômeno da revolução verde transpassou as fronteiras, na década de 1980, pelas mãos da empresa norte-americana *MONSANTO*¹². Três países foram pioneiros na América do Sul: Argentina, a primeira, seguida pelo Brasil e, finalmente o Paraguai. Os dois últimos se beneficiaram por apresentar solo propício, desenvolvendo o fenômeno verde na produção agrícola em grande escala.

O Brasil chegou a ocupar o segundo lugar em exportação de soja no mundo. Entretanto, não se considerou que os produtos geneticamente modificados utilizam agrotóxicos na sua produção, sem obedecer aos rigores e critérios técnicos, resultando em prejuízos de ordem social e ambiental para a sociedade da região.

No Paraguai, o fenômeno de transgênicos foi instalado na região sudeste, em grande escala de produtividade, principalmente, por agrônomos brasileiros e paraguaios que se adjudicam de grandes áreas de terrenos propícios para a produção agrícola.

O problema é que essas áreas são áreas de recargas diretas ou afloramentos do SAG, que em mais de três décadas estão sendo exploradas com esse fenômeno e encontra-se em grande aumento na atualidade. Do ponto de vista econômico, gerou uma estratégia de ação positiva na produção agrícola na região do Paraguai, mas também causou muitos efeitos secundários confirmados na vegetação, animais e seres humanos. O foco é avaliar a consequência já causada e quanto mais ele poderia degradar essa área com riscos de contaminar o SAG.

¹¹ Agrotóxico: Defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, desinfetantes, biocidas, agroquímicos ou produtos fitofarmacêuticos ou ainda produtos fitossanitários são designações genéricas para os vários produtos químicos usados na agricultura.

¹² Monsanto: A Companhia Monsanto é uma empresa multinacional de agricultura e biotecnologia, sediada nos Estados Unidos, ela é a líder mundial na produção do herbicida glifosato, vendido sob a marca *Roundup*. Também é, de longe, o produtor líder de sementes geneticamente modificadas (transgênicos), respondendo por 70% a 100% do *market share* para variadas culturas no mundo.

No Brasil, não é diferente do Paraguai, com a diferença de que a área destinada para o desenvolvimento do fenômeno triplica a quantidade, ocupando mais de cinco estados, com similares comportamentos, também pela revolução verde qual é o principal fenômeno caracterizado sobre as áreas de recarga do SAG.

Considerando a magnitude da região brasileira, especificamente neste trabalho não poderia abranger todo o território, mas ficou delimitada na região do nascente do rio Araguaia, onde a situação é mais crítica e mais preocupante.

Na Argentina, é importante ressaltar que este mesmo fenômeno fora introduzido primeiramente neste país com similares comportamentos, mas não é relevante, considerando que a maior parte das áreas de recarga encontram-se nos territórios brasileiros e paraguaios. Cabe ressaltar, que a Argentina tem outros fenômenos de caráter crítico que não serão considerados neste trabalho por não serem objeto do estudo proposto.

2.3 Efeitos Secundários¹³ consequentes pela Revolução Verde nas Áreas de Recargas diretas ou afloramentos do SAG.

Um fato importante a ressaltar neste trabalho são os *efeitos colaterais ou efeitos secundários* que causaram este fenômeno na região. Há dados confirmados de malformações em seres humanos e animais consequente do prejuízo da contaminação.

Este alerta sobre as consequências do uso de *Glifosato ou Roundup*¹⁴ foi denunciado como inapropriado por vários países na Europa, especialmente pela degradação do solo e os efeitos colaterais para os seres vivos. Prejudicial quando entram em contato com a natureza, os efeitos foram surpreendentes. Ele destrói todo tipo de ser vivo tanto no solo como nas fontes hídricas.

Um dos grandes efeitos negativos é causado pela aplicação via aérea na produção agrícola e disseminado por causa do vento, que transporta o veneno a distâncias consideráveis

¹³ Efeitos Secundários: É uma reação adversa ou efeito secundário de qualquer fenômeno é qualquer acontecimento não esperado, distinto do objetivo primário do fenômeno, que ocorre após a sua administração.

¹⁴ Glifosato ou Roundup: É um herbicida sistêmico não seletivo (elimina qualquer tipo de planta) desenvolvido para eliminar ervas, principalmente perenes.

sem o controle efetivo, que alcança as águas superficiais e os poços mais próximos, muito característico sobre as áreas de recarga do SAG.

Para dar mais consistência a essas afirmações, outras fontes e autores relatam os efeitos diretos e indiretos dos venenos aplicados nos transgênicos, nas saúdes das pessoas, dos animais e no meio ambiente. (Ver Figura 9 do Anexo)

Um interessante relatório do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), uma declaração pela Dra. Stephanie Seneff, bióloga e nutricionista, que conduziu a pesquisa no MIT por mais de três décadas sobre os efeitos do glifosato nos alimentos. Surpreendentemente, o relatório apresentado ao Instituto pela Dra. Seneff diz:

[...] As consequências do uso de glifosato são que a maioria das doenças e problemas de saúde associados com a dieta ocidental, incluindo **distúrbios gastrointestinais, obesidade, diabetes, doença cardíaca, depressão, autismo, infertilidade, câncer e doença de Alzheimer**... O aumento crescente e alarmante em todos estes problemas de saúde pode ser rastreado até uma combinação de problema intestinal, transporte deficiente de sulfato e suprimindo a atividade de vários membros da família (Relatório ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), grifo nosso).

Outra abordagem paralela e similar postura foi efetuada pelo Dr. Fitzpatrick do Hospital Sentara Norfolk General Hospital (EUA), em seu livro "Efeitos colaterais do consumo de soja transgênica"¹⁵, onde considerou os efeitos que produz o consumo de alimentos que contêm glifosato nos produtos vegetais, concordando plenamente com as afirmações da Dra. Seneff.

Concluindo, o fenômeno verde inicialmente fora a melhor inovação do mercado agrícola na década de 1980 e 1990 na América do Sul, mas, não se esperou muito tempo as consequências funestas dos efeitos secundários na saúde dos seres vivos. Atualmente, o uso intensivo de agrotóxico na produção agrícola na superfície das áreas de recarga do aquífero é intenso, como também as consequências na saúde dos seres vivos *é um fato*, e pela lógica dedução pode-se afirmar que a contaminação para as águas subterrâneas é um risco iminente.

¹⁵ Declaração do Dr. Fitzpatrick "Uma avaliação descoberta de evidências de que o consumo de soja transgênica está associado a inúmeras **doenças, incluindo a infertilidade, as taxas de câncer e leucemia infantil aumentaram**; e, em estudos que remontam na década de 1950, que a genisteína na soja causava disfunção endócrina em animais". Literatura "**Efeitos colaterais do consumo de soja transgênica**" (grifo nosso).

3 IDENTIFICAÇÃO DAS VULNERABILIDADES, AVALIAÇÃO DE RISCOS E CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS CRÍTICAS NAS ÁREAS DE RECARGAS DO SAG.

3.1 Vulnerabilidades

Após um estudo exaustivo do SAG e com os fatos mais consideráveis, nesta parte do trabalho serão definidas as principais vulnerabilidades que ele poderia sofrer em consequência direta dos fenômenos incorporados em suas áreas de recargas diretas ou afloramentos, se referindo às principais fontes de contaminação devido à utilização de agrotóxicos na produção agrícola.

Abordar a vulnerabilidade do aquífero é buscar compreender seus *pontos fracos*, portanto é entender onde os países envolvidos devem focar os esforços de cooperação para encarar a problemática em forma regional, incluindo medidas preventivas de solução e a elaboração de uma legislação adequada a respeito.

Analisar as principais vulnerabilidades que o SAG sofre, permitirá também compreender a urgência de uma gestão adequada, além de estabelecer parâmetros para proteger e evitar, em tempo oportuno, sua possível contaminação em mútua cooperação. Para que a gestão seja efetiva deve existir uma sincronicidade em vários aspectos dos países envolvidos, de forma que todos possuam um mesmo grau de proteção e sanção para aqueles que descumprirem seus preceitos, eles deverão abarcar âmbitos internacionais, o que será concretizado por meio de acordos e convênios conjuntos.

O primeiro fenômeno considerado como vulnerável é o *tipo de solo* próprio na região de recarga do SAG, o que contribui para rápida absorção de produtos químicos tóxicos que podem contaminar a água. Os agrotóxicos penetram no solo podendo alcançar as águas subterrâneas e, conseqüentemente, sem fiscalização adequada e sem a conscientização da correta utilização de produtos químicos nas áreas de recarga direta ou afloramento do Aquífero, esta reserva poderá se tornar tão poluída quanto as águas que correm na superfície.

A respeito Dr. ROSINHA (2006) expressa apontando os pontos vulneráveis do Aquífero:

[...] Esse risco (contaminação) é favorecido pela **constituição geológica (arenito)** do terreno e as áreas de recarga direta ou afloramento que não tem saneamento. Outro risco de contaminação são os **poços rasos e profundos** construídos, operados e abandonados sem tecnologia adequada, sem planejamento, gestão e fiscalização (ROSINHA 2006, p.8, grifo nosso).

O segundo fator de preponderância considerado como vulnerabilidade são os *poços abertos*. Ressalta-se que um fator de risco da utilização das águas subterrâneas resulta do grande número de poços rasos e profundos que são construídos, operados e abandonados sem tecnologia adequada, devido à falta de controle e fiscalização nas esferas das áreas de recargas. Nesse quadro, a poluição dos aquíferos superiores que ocorre ocasionalmente, tanto no Brasil, Paraguai, Uruguai ou Argentina, poderá contaminar a água que é extraída dos poços tubulares profundos que são captadas do aquífero, até mesmo quando estão localizados nos seus setores mais confinados.

Até a presente data, o Sistema Aquífero Guaraní, registrou 3.397 *poços* na superfície em toda sua área. O foco de interesse nesta pesquisa são as construídas sobre as áreas de recargas diretas ou afloramentos. Assim, o Brasil possui 1.998 poços, sendo o país com mais registros de poços instalados, seguido pelo Paraguai, com 897 poços registrados, em terceiro lugar está o Uruguai, com 387 e, finalmente, a Argentina com 115 poços, entre eles 7 poços termais registrados. (Ver Tabela III do Apêndice).

Os principais usos foram destinados para indústria, irrigação da agricultura e sobre tudo a maior parte para o consumo humano, nas principais cidades encontradas sobre o Aquífero. As profundidades médias dos poços variam segundo a localização, no setor do Paraguai, os poços vão de 70 a 240 metros de profundidades, no setor do Brasil são de profundidade mais rasos que oscilam entre 100 a 140 metros, mais provável pelas áreas de afloramentos que a região do Brasil oferece.

As pesquisas realizadas resultam que 70% dos poços foram instalados nas áreas de recarga direta ou afloramento do Sistema Aquífero Guarani e encontra-se em aumento, pelo é considerado como vulnerabilidade. Em relação esses poços em áreas de recargas, ZANATA e COITINHO (2006) explicam como se converte em vulnerabilidade e fator de risco para o Aquífero, principalmente as construídas sobre as áreas de recarga:

Os principais fatores de risco, que podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas são o **grande número de poços rasos e profundos que são construídos em áreas de recargas operados e outros abandonados** sem tecnologia adequada, nas áreas de recarga e a utilização indiscriminada de defensivos agrícolas e afluentes industriais, consequência da falta de controle e fiscalização, resultante da ausência de legislação estadual. Nesse quadro, a poluição dos aquíferos superiores poderá contaminar a água que é extraída dos poços profundos que captam do Aquífero Guarani, até mesmo quando estão localizados nos seus setores confinados”. (ZANATA e COITINHO 2006, p.34, grifo nosso).

E o terceiro e o principal e clave aspecto considerado como vulnerabilidade referem-se à fraqueza do *marco legal* para as atividades nas áreas de recarga do SAG. É avaliado como principal fator pela possibilidade que ele apresenta em comparação aos outras vulnerabilidades. Quanto ao solo e as perfurações de poços são considerados de uso fundamentais, bastariam com a manutenção e melhor cuidado para evitar possíveis contaminações. Porém o aspecto legal é um fator essencial para assentar uma boa montagem de marcos legais a fim de estabelecer padrões de proteção sobre as atividades que ocorrem sobre as áreas de recargas do SAG.

Nesse contexto, após analisar em detalhe as legislações de Paraguai e do Brasil, no que concerne a proteção legal dos recursos hídricos, pode se afirmar que em ambos os países ainda se encontra em *fase preliminar*, não abordando todas as questões. Assim, comparando as leis pode se dizer que necessitam de complementação e que sejam específicas sobre o ponto analisado (proteção das águas subterrâneas).

Não existe um marco jurídico específico para a proteção de águas subterrâneas ou qualquer plano de gestão para o Aquífero Guarani. Há infinitudes de leis que podem proteger os recursos hídricos, mas no concernente ao Aquífero não mencionam. Os problemas em ambos os

países são semelhantes, há necessidade de pessoal competente e de atuação constante dos Estados, para garantir o cumprimento da legislação.

ROSINHA (2006), ressalta que ambas as legislações são omissas em relação aos delitos ambientais e que eles carecem de consistência, especialmente, no que concerne aos recursos hídricos subterrâneos, que comprometem gravemente esta reserva de água potável no continente. O respeito expressa:

[...] Outra vulnerabilidade do SAG é, a **ausência de marcos legais que regulamentem as atividades desenvolvidas na área**, para que o mesmo não seja agredido por contaminantes tóxicos o que não venha a sofrer uma super exploração (ROSINHA 2006, p.10, grifo nosso).

Embora ainda *não exista a confirmação evidenciada* de poluição no Aquífero, as atividades exercidas em sua área de recarga direta ou afloramento, o crescimento desenfreado do fenômeno verde, acrescentamento de cidades e a exploração industrial na região, poderão num futuro próximo, ocasionar a degradação do recurso. Já as águas superficiais foram degradadas e o possível saneamento e recuperação são muito menos complicados, ao contrário das águas subterrâneas, que uma vez contaminadas se tornam quase impossível, próprio pela dificuldade de uma água subterrânea, além do elevado custo econômico de realizá-lo.

A seguir, será apresentada uma avaliação do nível de riscos e área crítica do SAG, a fim de analisar com maior precisão o problema.

3.2 Avaliação de riscos e classificação de áreas críticas do Sistema Aquífero Guarani.

Uma vez analisadas as principais vulnerabilidades consideradas neste trabalho monográfico como possíveis ameaças de contaminação em áreas de recarga do SAG, a seguir será realizada uma classificação das principais áreas críticas nos setores estudados.

Para uma maior percepção dos níveis de riscos e áreas críticas de contaminação, foi elaborada uma tabela de classificações das distintas áreas de recargas do SAG, a fim de apreciar a

situação real atualmente dessas áreas, objeto de pesquisa neste trabalho (Ver Tabela I do Apêndice).

A tabela apresenta as áreas críticas pelo nível de risco mais preocupante nas áreas de recarga do SAG, como consequência do aumento desenfreado do fenômeno verde e do uso indiscriminado de agrotóxicos, somado pelas condições meteorológicas própria da região tornando-se sensíveis do ponto de vista da contaminação. Segundo a tabela do apêndice, fica classificado com a categoria de alto risco e *área crítica*¹⁶ o Departamento de Itapúa do Paraguai e a região do Nascente do Rio de Araguaia dos estados Mato Grosso e Goiás no Brasil (Ver Figura 4 do Anexo). Assim, essas são classificadas como uso de maior intensidade de agrotóxicos na produção agrícola sobre as áreas de recarga direta ou afloramento do SAG. As outras áreas classificadas não estão isentas de risco de contaminação apesar de que os índices serem menos preocupantes.

Finalmente, sintetizando as vulnerabilidades e o nível de risco apresentado atualmente nas áreas de recarga do SAG, pode-se afirmar que as atividades relacionadas à agropecuária e pecuária são consideradas as mais degradadoras ao meio ambiente, principalmente, pela utilização constante de agrotóxicos que podem contaminar as áreas de recarga do SAG. Elas sofrem sérias ameaças de contaminação, pelo mesmo tipo de solo, somado pelas quantidades de poços profundos nos países mais ligados à agropecuária, existe uma falta de *Marcos Legal* coerente, que garantisse o seu uso racional e equitativo. Deste modo, pode-se afirmar que por consequência direta das vulnerabilidades nas áreas de recarga do SAG, a contaminação das águas do aquífero é iminente.

¹⁶ Áreas Críticas: Pela imensidade que é considerado o SAG, existe outras áreas críticas de interés em toda sua amplitude de ocupação, como por exemplo, a região de Ribeirão Preto no Estado de São Paulo, pelo fenômeno de poluição urbana, não abordada neste trabalho. Outra área crítica é a região Santana, em Uruguai, pelo risco de contaminação por infiltração no aquífero de água do mar. Essas áreas foram isentas, porque não corresponde as áreas de recarga do SAG, qual é o enfoque principal neste trabalho monográfico.

4 CONCEITUAÇÕES TEÓRICAS E ESTUDO COMPARATIVO DE REGULAMENTAÇÕES NA COOPERAÇÃO REGIONAL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS TRANSFRONTEIRIÇAS.

Para a finalidade que persegue o presente trabalho monográfico, serão analisados conceitos, definições e o *estudo comparativo* que se relacionam com a cooperação regional sobre a prevenção e proteção das águas subterrâneas transfronteiriças, de maneira tal a conseguir um panorama teórico que ajude a obter uma resposta ao problema apresentado.

Cooperação vem do latim “*Cooperari*”, que deriva das vozes *cum* (com) é “*operari*” (trabalho), que significa "trabalhar em conjunto com outro ou outros para o mesmo fim"; quem descreve a ação de cooperar.

Esse conceito foi adotado na Carta das Nações Unidas, em seu Artigo 1, inciso 3, que afirma: “Conseguir uma cooperação internacional para resolver os problemas internacionais de caráter econômico, social, cultural ou humanitário e em promover e estimular o respeito pelos direitos humanos e pelas liberdades fundamentais para todos, sem distinção de raça, sexo, língua ou religião ”. A cooperação deve ser fomentada como uma forma de conduzir as relações internacionais e o conceito tornou-se o eixo de uma "idéia força motora" para a promoção da política internacional.

A *Organização dos Estados Americanos (OEA)* também promove a gestão de recursos pertencentes a vários países, incluindo a água subterrânea e a assistência aos Estados membros da OEA em seus esforços para integrar e estabelecer abordagens comuns na execução de gestão conjunta de recursos hídricos, entre os quais estão incluídos os aquíferos transfronteiriços.

Os aquíferos transfronteiriços representam uma *oportunidade de integração* e cooperação regional que inclui a antecipação e prevenção de conflitos e competição entre os usuários da água, assim como a preservação da saúde dos ecossistemas aquáticos e muitos outros serviços que eles fornecem.

Nesse sentido, o Comde Martinez (2001) sobre o recurso invisível de água transfronteiriço, disse:

[...] A cooperação transfronteiriça normalmente tem metas relacionadas com o ordenamento do território, a política econômica regional, a melhoria das infra-estruturas, a **proteção do ambiente** e promoção do campo cultural. O seu objetivo geral é que as relações entre os poderes territoriais vizinhos desenvolvam naturalmente **como se não existisse a fronteira** (Comde Martinez 2001, p. 8, grifo nosso).

A seguir será analisado um modelo de estudo comparativo do Convênio Helsinki, descrevendo as boas práticas da União Europeia em consequência de uma ação cooperativa de prevenção de aquíferos transfronteiriços na região.

4.1 A política da União Europeia sobre águas subterrâneas transfronteiriças.

A política da União Europeia (UE) no marco regulador para as águas subterrâneas começou no final de 1970 com a adoção da Diretiva do Conselho Europeu sobre a proteção das águas subterrâneas¹⁷ contra a poluição causada por certas substâncias perigosas. Ela forneceu um marco de proteção das águas subterrâneas, o que deve ser evitado por meio da introdução direta ou indireta, dos poluentes e a lista de prioridades nas águas subterrâneas, a fim de evitar a contaminação por substâncias em questão. Ela estabeleceu uma série de normas de qualidade destinadas a proteger a saúde humana e o ambiente, incluindo a água de superfície, a água destinada para água potável, águas balneares e *as águas subterrâneas* para o consumo humano exclusivo (BEAUGÉ 2010).

Em 1982, a Direção-Geral do Ambiente, Defesa do Consumidor e Segurança Nuclear da Comunidade Europeia realizou uma evolução global de recursos nos Estados-Membros a respeito das águas subterrâneas, quando havia nove Estados-Membros. A avaliação consistiu de um levantamento geral e relatórios individuais de cada Estado-Membro, principalmente, tendo em vista o aspecto qualitativo do recurso. Com base no relatório apresentado, a Europa estava preocupada

¹⁷ Diretiva relativa à proteção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas e o Programa de ação para a proteção e a gestão integradas das águas subterrâneas.

com mais ênfase na qualidade da água, melhorou seus programas de controle de qualidade das águas subterrâneas e lançou vários programas para protegê-las.

A declaração do Seminário Ministerial sobre as águas subterrâneas, realizada em Haia, em 1991, reconheceu a necessidade de agir de forma mais decisiva, a fim de evitar a deterioração em longo prazo da quantidade e qualidade dos recursos de água doce. Foi incorporado um programa de ação a partir de 2000, para promover a gestão sustentável e proteger o recurso natural.

Em Resoluções do Conselho de 1992 e 1995, foi incorporado esse programa de ação para a proteção e a gestão integradas das águas subterrâneas, que foi aprovado pela Comissão em 25 de Novembro de 1996. O Parlamento Europeu e o Conselho convidaram a Comissão a estabelecer um arcabouço jurídico para uma política europeia da água, que foi adotada em Outubro de 2000 (BEAUGÉ 2010).

Essa Diretiva foi complementada pela adoção, em 12 de dezembro de 2006, que estabelece especificações técnicas adicionais, relativas à proteção das águas subterrâneas contra a poluição e a deterioração. A manutenção de um equilíbrio sustentável entre todos esses aspectos é o objetivo da Diretiva sobre a água subterrânea, que estabeleceu as bases para uma política da água moderna, global e ambiciosa para a União Europeia.

A cooperação regional na proteção de recursos naturais compartilhados é fundamental para estabelecer *ações cooperativas* nos aspectos que se referem às ameaças e vulnerabilidade em seus usos e cuidados.

Assim, em março de 1992, foi estabelecido o *Convênio Helsinki* ou a Convenção da água, considerado *modelo e base de marcos jurídicos* de cooperação regional sobre água subterrânea transfronteiriça. Esse convênio foi instituído pela União Europeia devido ao problema de risco de contaminação de águas subterrâneas transfronteiriças na região da CEPE, que será analisado a seguir, a fim de oferecer os principais aspectos que se poderia abordar com a problemática do Sistema Aquífero Guarani.

4.2 O Modelo de cooperação regional de água transfronteiriça europeia “O CONVÊNIO HELSINKI”.

A Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (CEPE), uma das cinco Comissões Regionais, foi criada em 1947. Sua função é servir como um fórum regional para os governos da Europa, América do Norte, Ásia Central e Israel para estudar os problemas econômicos, ambientais e tecnológicos da região e recomendar padrões de conduta. A Convenção sobre a proteção e utilização dos cursos de água transfronteiriços foi assinada em nome da Comunidade Europeia, em Helsínki, em 18 de março de 1992, e ficou nomeado como o *Convênio de Helsinki* ou Convenção da água. É parte de um quadro jurídico ambiental para tratar de questões transfronteiriças na região da CEPE.

Com a adoção da Convenção da Água, sobre a proteção e uso de água transfronteiriços, os países da CEPE deram um passo gigante e sem precedentes para assegurar a utilização razoável e equitativa das suas águas transfronteiriças. Esse acordo histórico foi adotado em Helsinki em 1996 e desde 2009, e tem 36 países componentes.

A Convenção visa prevenir a poluição dos cursos de água transfronteiriços e dos lagos internacionais, desenvolvendo a cooperação internacional no controle de poluição, assim declara no preâmbulo¹⁸.

A Convenção de água foi o *modelo* para vários acordos de cooperação transfronteiriça em toda a região da União Europeia. Um dos primeiros exemplos é a Convenção para a Proteção do Rio Danúbio (1994), que incorpora as disposições da Convenção de água em um contexto sub-regional específico.

A Convenção da Água prevê um quadro jurídico sólido para a cooperação em matéria de recursos hídricos compartilhados na região da UE. Oferece perícia e aconselhamento estratégico confiável e assuntos técnicos, para ajudar os países em questões como a elaboração de novos

¹⁸ O Preâmbulo Convenio da Água 1992: Preocupados com a existência de ameaças de efeitos adversos, curto ou longo prazo sobre água subterrânea transfronteiriça [...] animados pela necessidade de reforçar as medidas nacionais e internacionais para prevenir, controlar e reduzir a descarga de substâncias perigosas no meio aquático a fim de reduzir a poluição [...] Elogiando os esforços já desenvolvidos pelos Estados da CEPE, em reforçar a cooperação, aos níveis bilateral e multilateral, para prevenir, controlar e reduzir a poluição transfronteiriça.

acordos, a modificação dos acordos existentes, a criação de organismos comuns, a segurança de barragens e medidas de prevenção ao combate à poluição. Além disso, contribui para a prevenção de conflitos, segurança e cooperação.

A Convenção da água é um acordo que levou a dois protocolos sobre a água e saúde, em matéria de responsabilidade civil, e forneceu a base para a maioria dos acordos sobre águas transfronteiriças realizadas na região da UE.

A plataforma dessa convenção revela o elevado nível de cooperação alcançado por um grupo de membros. Nesse caso a União Europeia regulamentou o uso e preservação desse recurso vital. Esse nível de cooperação terá certamente um impacto positivo, como tem feito na Comissão de Direito Internacional das Nações Unidas e outros agrupamentos regionais.

A cooperação modelo foi estabelecida em Grupo de Trabalho sobre águas subterrâneas, juntamente com os avanços da investigação em grande escala, que oferece uma oportunidade única para construir um quadro regulamentar com base no conhecimento quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas.

O Convênio para tais propósitos, em seus conteúdos mais atraentes em termos de águas transfronteiriças, reflete o seguinte:

- a) O uso do conceito transfronteiriço: O problema das águas subterrâneas transfronteiriças deve ser focalizado como um só, porque ele naturalmente transcende as fronteiras de vários Estados. (Artigo 1 do Convênio).
- b) A Convenção descreve que o Estado que degrada as águas subterrâneas deve "*pagar*" ou restaurar a seu estado natural. A restauração é quase impossível, porque um aquífero contaminado torna quase impossível a sua reabilitação, envolvendo um custo muito alto (Art 2)¹⁹.
- c) A prevenção, combate e redução dos poluentes de trabalho de várias fontes de poluição: A Convenção faz posição clara sobre os potenciais geradores de poluição que se introduz na superfície que devem ser evitados, combatidos e diminuídos (Art 3).

- d) Cooperação em pesquisas sobre fontes de poluição, de um modo científico e criar medidas preventivas (Art. 5 e 12).
- e) A cooperação bilateral ou multilateral contra a poluição de todas as fontes (Art 9º).
- f) Medidas Aplicativas contra a poluição das águas subterrâneas transfronteiriças (Art 4º e 11).
- g) Compromisso para dar aviso em tempo certo, sobre as fontes de contaminação das águas subterrâneas e de cooperação mútua na luta contra a poluição na forma coordenada e mútua (Art 6, 10, 13, 14 e 16).

4.3 Arcabouço regulatório e projeto de proteção de desenvolvimento sustentável do Sistema Aquífero Guarani (PSAG).

Após a observação das políticas da União Europeia sobre a gestão das águas subterrâneas transfronteiriças, nesta parte do trabalho serão apresentados os principais aspectos relacionados com a cooperação regional que foi desenvolvida na área do Sistema Aquífero Guarani, apreciando especialmente a tentativa de cooperação dos países envolvidos procurando compor acordos conjuntos para proteger e assentar marcos de ações para o desenvolvimento sustentável. Para melhor análise, serão apresentados um resumo do projeto de proteção e o acordo assinado referente ao tema.

4.3.1 Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani (PSAG)

Com a elaboração do Programa Estratégico de Ação (PEA), o Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani (PSAG) conseguiu seu objetivo de criar uma estrutura de gestão para o aquífero, apoiando o manejo sustentável da água subterrânea na Argentina, no Brasil, no Paraguai e no Uruguai, países que o abrigam em seus territórios.

¹⁹ Artigo 2 do Convênio de Helsinki: Declaração das disposições que se aplicam as Partes, quem comprometem: Prevenir, combater e reduzir a poluição das águas subterrâneas, que tem área de distribuição transfronteiriça; utilização equitativa das águas transfronteiriças e evitar a transferência da poluição de um lugar para outro; aplicar o princípio de quem contamina "paga" como uma medida para desencorajar a poluição das águas transfronteiriças e realizar os esforços de cooperação entre as Partes para o controle.

Concretizando, dessa forma, os esforços iniciados, em 2003, com a definição das ações mais convenientes a serem executadas em cada país e, em cooperação entre os quatro países, na região do Sistema Aquífero Guarani.

Informes proveniente do PSAG, disse: O avanço do conhecimento da dinâmica e da qualidade dos fluxos das águas subterrâneas e das características de seu uso, mediante poços perfurados, permitiu o reconhecimento de que a gestão sustentável da água subterrânea deve ser realizada tanto em âmbito regional quanto local, englobando as Províncias, os Estados, os países e as regiões fronteiriças. Assim sendo, o processo de cooperação regional do PSAG permitiu tanto os avanços específicos alcançados no SAG quanto aqueles no âmbito mais amplo da integração regional.

Para o desenvolvimento desse processo, o PSAG contou com o apoio do Fundo Mundial para o Meio Ambiente (FMAM), do Banco Mundial, da Organização dos Estados Americanos (OEA) e da Secretaria-Geral do Projeto, constituída por destacados técnicos dos quatro países que conformam a região do SAG.

Dentro do PSAG, detalha que a preparação do PEA foi um trabalho integrado pelas instituições responsáveis pela gestão da água, do ambiente e das relações exteriores dos quatro países. Contam-se com os valiosos resultados do PSAG que surgiram desse intenso e frutífero processo de cooperação regional. Que apesar dos avanços, esses foram os passos iniciais rumo à proteção e ao uso sustentável desse importante recurso natural. Os desafios de continuidade desse trabalho de cooperação regional dependerão da orientação dos esforços para planejar a continuidade nas diferentes instâncias nacionais, os avanços alcançados para o uso e a gestão sustentável do SAG.

Por outro lado, é importante ressaltar que no contexto do Mercado Común del Sur (MERCOSUR), há uma longa historia em procura de cooperação sobre águas transnacionais, mas concretamente não estabeleceram bases solidas sobre o assunto.

Finalmente, os avanços alcançados nesse Projeto não só permitiram reconhecer positivamente a gestão das águas subterrâneas na região, mas também reforçou os processos de integração entre os quatro países envolvidos.

4.3.2 Acordo sobre o Aquífero Guarani, assinado em San Juan – Argentina – 2010, pelos países envolvidos.

Finalizado o desenvolvimento do Projeto Sustentável do Aquífero Guarani (PSAG), os quatro países envolvidos, animado pelo espírito de cooperação e integração assinarão o Acordo de San Juan, que caracteriza suas relações, a fim de ampliar o alcance da conservação e as ações concertadas e uso sustentável dos recursos hídricos transfronteiriços do Sistema Aquífero Guarani.

O Acordo tem considerado vários instrumentos jurídicos internacionais, tendo em conta os princípios sobre a proteção dos recursos naturais e da responsabilidade soberana dos Estados em relação à sua utilização racional, tal como expresso na Declaração da Conferência do Meio Ambiente das Nações Unidas, Estocolmo, 1972.

O acordo também reflete o desejo de expandir o nível de cooperação em matéria de uma maior compreensão científica do Sistema Aquífero Guarani e gestão responsável dos recursos hídricos; O acordo multilateral foi assinado pelos Estados Partes. Está composto por 21 itens e as considerações mais relevantes levantadas foram:

- a) A promoção, conservação, proteção ambiental e o foco principal a *soberania* do Sistema Aquífero Guarani, a fim de garantir o uso múltiplo, racional, sustentável e equitativo dos recursos hídricos (Art. 3º)²⁰.
- b) A causa de prejuízo sensível ao ambiente, a Parte cuja utilização faz com que ele deve tomar todas as medidas necessárias para eliminar ou reduzir as lesões (Art. 7).
- c) O intercâmbio apropriado de informações técnicas sobre estudos e atividades de trabalho que incluem o uso sustentável dos recursos hídricos do Sistema Aquífero Guarani (Art 8º).

²⁰ Artigo 3 Acordo do Sistema Aquífero Guarani : As Partes envolvidos em seus respectivos territórios tem o direito soberano de promover a gestão, monitoramento e uso sustentável dos recursos hídricos do Sistema Aquífero Guarani, e usar esses recursos com base em critérios de uso racional e sustentável, sob a obrigação de não causar prejuízos significativos as outras Partes e não causar danos ambientais.

- d) Os programas de cooperação, a fim de aprimorar o conhecimento técnico e científico sobre o Sistema Aquífero Guarani, promover práticas de intercâmbio e de gestão da informação e desenvolvimentos de projetos comuns (Art.12).
- e) A cooperação na identificação de áreas críticas, especialmente, nas zonas fronteiriças que exigem medidas de tratamento específicas (Art.14).

4.4 Análise das boas práticas do Convênio Helsinki na região europeia em comparação as ações no Sistema Aquífero Guarani.

Nesta análise dos fatores considerados como boas práticas na execução do Convênio Helsiki na Europa, pode se considerar como *base e exemplo* de marco jurídico para outras regiões como similares problemáticas de água transfronteiriça. O enfoque desta seção subsidiará para consolidar argumentos para futuras conclusões.

A seguir serão detalhadas as sínteses das comparações das boas práticas empregadas e as ações a ser complementadas em áreas do SAG:

- a) *O convênio de Helsinki* trata de ações enfocadas sobre cooperação regional de água transfronteiriça e o combate às fontes de poluição. Estabelece cooperação nas pesquisas sobre fontes de poluição. Promove cooperação bilateral e multilateral. Prevê medidas preventivas e gera um comprometimento sobre avisos em tempo certo dos casos em que contaminações aconteça e prevê sanções para os atores da poluição.
- b) *Por outro lado, as ações no SAG* delineada no projeto e contempladas no Acordo, estão enfocadas em forma demasiado genérica na gestão do uso e prevenção do aquífero. Entre outros aspectos positivos, foram feitas investigações em áreas sensíveis como ameaças de contaminações por poluição urbana. Promover o intercambio de informações técnicas. Entre os aspectos negativos se mencionam: Não prescreve medidas preventivas imediatas para áreas sensíveis de poluição como são as áreas urbanas e as áreas de recargas diretas ou afloramentos

e não possui postura clara para os autores de contaminações, em caso de concretiza-se esta ameaça.

Sintetiza-se, pelo abordado acima as seguintes considerações finais: As boas práticas de cooperação regional aplicadas pelo Convênio Helsinki, *fornece um modelo de marco jurídico*, com resultados esperados na preservação de águas subterrâneas, amparam uso sustentável e gestão adequada dos países componentes de águas transfronteiriças. Por outro lado, os suportes jurídicos na região do SAG, não prescrevem medidas preventivas aplicáveis, não possui postura clara sobre poluição e não assume comprometimento comum entre os países envolvidos sobre possível caso de degradação. Portanto, as diferenças concretas são essas observações, faltaria que essas posturas se - posicionar em forma clara e específica no concernente a gestão do Sistema Aquífero Guarani. (Ver Tabela IV, do Apêndice).

5 CONCLUSÃO

O Sistema Aquífero Guarani, maior reserva de água subterrânea transfronteiriça da América do Sul, o terceiro do mundo, tem sido um evidente recurso natural de incalculável valor estratégico, compartilhado por quatro países que abrigam por efeito de combinação de sua posição geográfica sobre ele, com similares condições de pertencimento, mas com diferenciado usufruto e exploração. Nos últimos anos, esse recurso natural tornou-se de vital importância para seus titulares, próprios pelas ameaças de escassez de água potável requerida no mundo.

A abordagem balizada no propósito do trabalho fora estabelecida como as áreas de recarga do SAG e suas vulnerabilidades, no contexto das atividades de intensificação agrícolas nessas áreas e considerando que 90% das áreas de recarga encontram-se, no território Brasileiro-Paraguaio. Com a finalidade de apresentar as melhores sínteses do trabalho, foram as informações pertinentes relacionadas com uma avaliação da problemática, a fim de encerrar com uma conclusão sólida e esclarecedora dos fenômenos ocorridos nas últimas três décadas na região.

Na primeira parte do trabalho, buscou-se expor os pontos mais relevantes do problema em torno das vulnerabilidades nas áreas de recarga do SAG, de modo a consubstanciá-los numa conclusão que permitisse evidenciar os riscos ou ameaças de contaminações dessas áreas, consequentes do fenômeno verde descrito no capítulo II.

Sob esse esteio, estudaram-se as três principais vulnerabilidades, ou seja, (o fenômeno verde, os poços tubulares profundos e a fraqueza do aspecto legal), considerados os pontos mais fracos e ameaçadores do aquífero, e concluiu-se que, existe um altíssimo nível de risco de contaminação nas áreas de recarga do SAG, deixando uma clara postura sobre as ameaças evidenciadas. Portanto, por lógica dedução, sim houve efeitos secundários procedentes dessas vulnerabilidades nas áreas de recarga do aquífero, então, as ameaças de contaminação passam a ser um risco iminente para as águas subterrâneas, causados pelos fenômenos assinalados.

Assim, essas conclusões parciais apontadas indicam os pontos relevantes do problema, restando, a seguir, apresentar as perspectivas de saídas, para encaminhá-lo como as possíveis soluções.

Portanto, na segunda parte do trabalho, encaminha-se para determinação de uma solução estratégica do problema, e assim com o subsídio baseado no fundamento de cooperação regional sobre água subterrânea transfronteiriça, produto de um estudo comparativo abordado pelas boas práticas da União Européia no atinente à cooperação regional de similar situação. Resultou-se uma adequada aplicação do marco jurídico internacional o CONVÊNIO HELSINKI, aplicado desde 1992, como uma referencia para encaminhar uma cooperação internacional sobre poluição de água subterrânea transfronteiriça.

Pelo abordado resultaram as seguintes considerações finais: Essas boas práticas de cooperação regional aplicadas pelo Convênio Helsinki, fornece um modelo de marco jurídico, com extraordinários resultados na preservação das águas subterrâneas, ampara o uso sustentável e gestão adequada dos países componentes de águas transfronteiriças. Por outro lado, os suportes jurídicos na região do SAG não prescreve medidas preventivas imediatas para áreas sensíveis de poluição como são as áreas urbanas e as áreas de recargas diretas ou afloramentos, não assume comprometimento comum entre os países envolvidos sobre possível caso de degradação e não possui postura clara para os autores de contaminações, em caso de concretiza-se esta ameaça.

Dessa forma, considera-se que com o ritmo do fenômeno da revolução verde e a falta de um marco jurídico adequado para a gestão sustentável das áreas de recarga do SAG, a ameaça de contaminação resulta iminente. Pelo que será necessário o emprego de um arcabouço legal sólido e confiável na condução do aquífero, caso contrário, brevemente esta gigantesca reserva será contaminada, e as consequências serão nefastas para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- AGENCIA NACIONAL DA AGUA (ANA). *Informativo da Agencia Nacional das Águas* N° 17. Março - Abril 2010. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em 12 Abr 2015.
- ALTER VIDA (Centro de Estudios y Formación para el Ecodesarrollo). *Sistema Acuífero Guarani*. Disponível em: <www.sag-py.org>. Acesso em: 16 Abr. 2015.
- BALLESTERO, Maria Esmeralda; ALVAREZ, Marcial. *Dicionário Espanhol-Português, Português-Espanhol*. ISBN 85.322.1799-0. 1ª Ed. São Paulo: Editora FTD SA. 2003.
- BEAUGÉ, Maria Fabiana. *Necesidad de cooperación e integración en la protección de los acuíferos transfronterizos. Rosario Argentina - Octubre 2010*. Disponível em: <www.10.iadb.org.intal.intalcdi.PE.pdf>. Acesso em: 11 Jun 2015.
- BOSCARDIN BORGUETTI, Nádia, Rita, *et al.* *Hidrografia - Formações hidrogeológicas dos Aquíferos*. 2003. Disponível em: <[www.passeiweb.com/estudos.geografia.brasil_aquifero_3](http://www.passeiweb.com/estudos/geografia/brasil_aquifero_3)> Acesso em: 10 Jul. 2015.
- CENTRO DE ESTUDIOS EN RELACIONES INTERNACIONALES DE ROSARIO C.E.R.I.R. *Cuaderno de Política Exterior Argentina*. San Juan – Rosario - Argentina, 10 marco 2010. Disponível em: <<http://www.cerir.com.ar>>. Acesso em: 14 Jun 2015.
- CONVENIO DE LA CEPE 1992 – SOBRE LA PROTECCION Y UTILIZACION DE AGUAS SUBTERRANEA TRASNFRONTERIZA. Convenio Helsinki. Helsinki – Finlândia -17 marco 1992. Disponível em: <[http:// Web site: http://www.unece.org](http://Web site: http://www.unece.org)>. Acesso em: 24 jun 2015.
- CONDE MARTINEZ, Carlos. *La institucionalización de gobiernos territoriales y la integración internacional*. Madrid - España. 2001. Disponível em: <[www. Dialnet-La Solidadad Autonomica en um Mundo Globalizado.pdf](http://www.Dialnet-La Solidadad Autonomica en um Mundo Globalizado.pdf)>. Acesso em: 20 Jun. 2015.
- COOPERACION TECNICA PARAGUAYA-ALEMANA. *Uso sostenible Del Sistema acuífero Guarani en la Región Oriental del Paraguay*. 2008 Disponível em: <www.sag-py.org>. Acesso em: 06 Jul. 2015.
- FERREIRA FILIZOLA, Heloisa, *et al.* *Uso Agrícola das áreas de recarga do Aquífero Guarani no Brasil e implicações na qualidade da água subterrânea*. Embrapa – Meio Ambiente. Jaguariuna. SP. 2006. 6-14 p.
- FERREIRA GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; MARIA DE PAULA, M. *Áreas críticas nas porções de recarga do Aquífero Guarani localizadas nas nascentes do Rio Araguaia. Jauguariúna. Embrapa Meio Ambiente*. SP. 2000. Documento 18.
- FERREIRA GOMES, Marco Antonio, *et al.* *Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos de origem Agrícola no Brasil*. Cenário 1992-2011. Embrapa – Meio Ambiente. Jaguariuna. SP. 2014. 24-26 p.
- FERREIRA GOMES, Marco Antonio, *et al.* *Classificação das áreas de recarga do Sistema Aquífero Guarani no Brasil*. Subsidio aos Estudos de Avaliação de risco de contaminação das águas subterrâneas. SP. 2006. 67-74 p.
- FITTS, R. Charles. *Águas Subterrâneas*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editorial Esevier, 2015. 3,11, 111, 431 p.

FITZPATRICK, Mike PHD, CNN. *Revista La Literatura del Dr. Fitzpatrick. Massachusetts – American Nutrition Association – California*. 2014. Disponível em: < www.Westonaprice.org>. Acesso em: 06 Jul 2015.

FOSTER, Stephen, *et. al.* *La Iniciativa del Acuífero Guaraní para la Gestión transfronteriza del Agua Subterránea*. 2006. Disponível em: < [www. http://siteresources.worldbank.org/pdf](http://siteresources.worldbank.org/pdf)>. Acesso em: 22 Jul 2015.

KAILA, Dany PHD, CNN. *The whole soy story, American Nutrition Association - The Dark Side of America's Favorite Health Food, New Trends Publishing, Inc.*, Washington, DC, 2011. Disponível em: <[www. Americannutritionassociation.org](http://www.Americannutritionassociation.org)>. Acesso em: 06 Jul 2015.

LIMA GURGEL, Fabio. *Cultura da soja transgênica*. Fonte EMBRAPA. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/AB/cultivo-soja>> Acesso em: 15 Abr. 2015.

MANUAL PARA NORMALIZACAO – De Publicações Técnicas – Científica 8ª Edição Junia Lessa Franca/Ana Cristina Vasconcellos. Editora UFGM 2007.

MOREIRA ALVES, Tahis, *et al.* *Vulnerabilidade e risco a contaminação dos solos da área de recarga do aquífero Guaraní no estado de Goiás*. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/7302>> Acesso em: 12 Maio 2015.

PROJETO ACUERDO DEL SISTEMA ACUIFERO GUARANI (PSAG) Ciudad de San Juan – Argentina 02 Agosto 2010. Disponível em: www.mpsp.mb.br/portal/page/portal/cap_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/trabalhos_convencoes_sobre_o_Acuiifero_Guarani>. Acesso em 21 Maio 2015.

RHI-SAUSI, José Luis. *Integración regional y cooperación transfronteriza en América Latina: experiencias y perspectivas*. 2010. Disponível em <[www. http://observ-ocd.org/sites/observ-ocd.org/files/publicacion/docs/604_347.pdf](http://observ-ocd.org/sites/observ-ocd.org/files/publicacion/docs/604_347.pdf)>. Acesso em: 15 Jun. 2015.

ROSINHA. *Acuífero Guaraní – Reserva Estratégica*. 2006. Disponível em <www.roshina.com.br/pdf.p.1-11>. Acesso em: 11 Jun. 2015.

SENEFF, Stephanie, S. *Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases*. Entropy 2013, 15, 1416-1463. Massachusetts – EEUU , 2014. Disponível em: < <http://www.mdpi.com/>>. Acesso em: 06 Jul 2015.

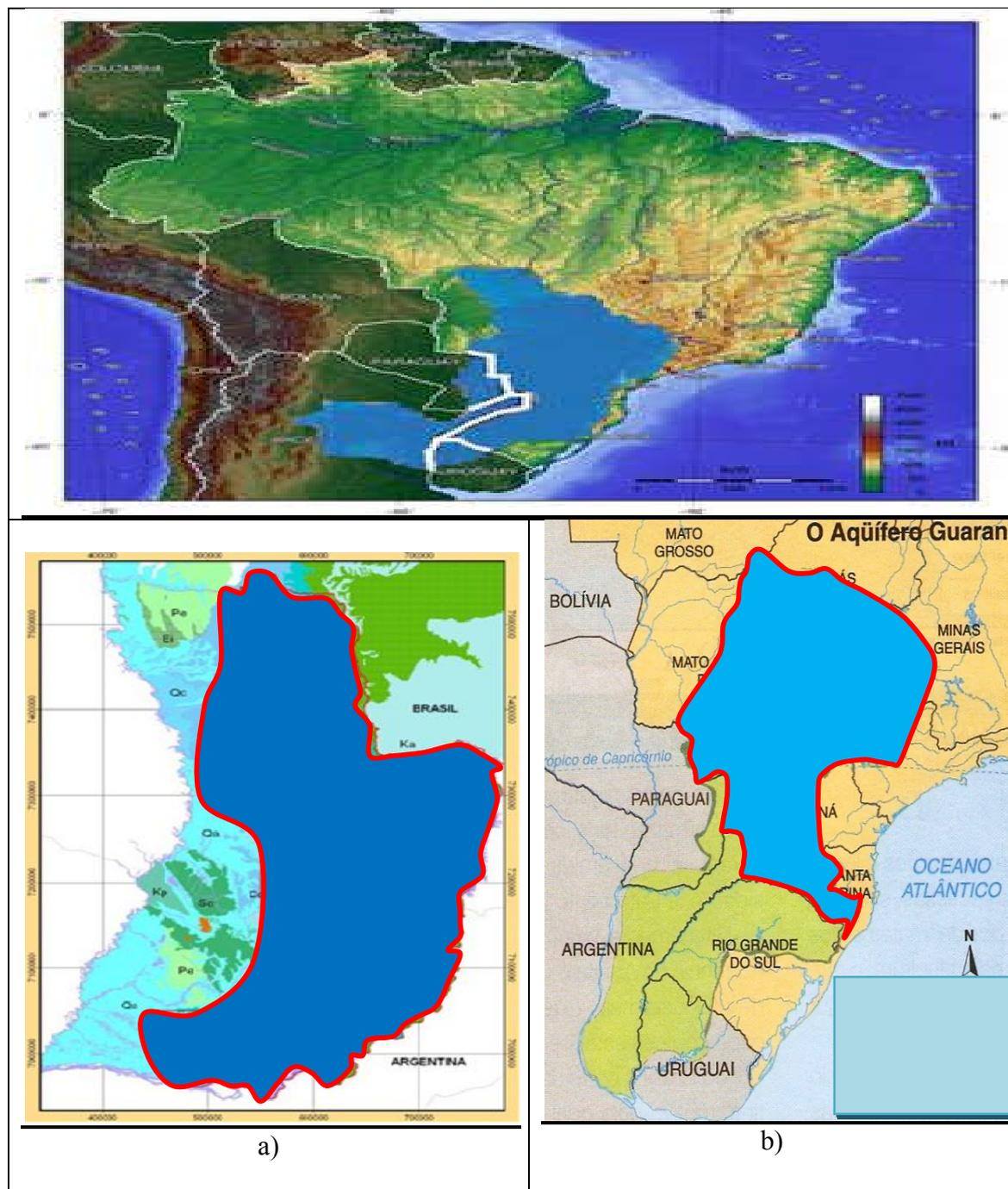
SPADOTTO, Claudio, A. *Classificação das áreas de recarga do sistema aquífero guarani no Brasil em domínios pedomorfoagroclicmáticos*. Cenário 1992-2011. Embrapa – Meio Ambiente. SP. 2006. 69,70 p.

TUYAMA, Erika. *O Sistema Regulatório Brasileiro como instrumento de preservação dos recursos hídricos subterrâneos do meio ambiente internacional envolvendo Paraguai e Brasil*. Brasília DF. 2011. 71-80 p.

ZANATA, Lauro Cesar; COITINHO, João Batista. *Utilização de poços profundos no Aquífero Guaraní*. 2006. Disponível em: <www.aquiferoguarani.ufsc.br/artigos_zanata/pdf>. Acesso em: 11 Jun. 2015.

ANEXOS

FIGURA 1 (MAPA DA ÁREA OCUPADA DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI NOS TERRITÓRIOS DO BRASIL E DO PARAGUAI)



- a) Área no setor do Paraguai
 b) Área no setor do Brasil

FONTE: <http://www.geodrilpocos.com.br>.

FIGURA 2 (EXTENSÃO DAS ÁREAS OCUPADAS DO SAG)



AQUÍFERO GUARANI

Maior reserva subterrânea de água da América do Sul e uma das maiores do mundo, o Aquífero Guarani se estende entre Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Em nosso país o aquífero se estende pelos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Minas Gerais.

1 - Além do Guarani, sob a superfície de São Paulo, há outro reservatório, chamado Aquífero Bauru, que se formou mais tarde

2 - Nas margens do aquífero, a erosão expõe pedaços do arenito. São os chamados afloramentos. É por aqui que a chuva entra e também por onde a contaminação pode acontecer

EXTENSÃO

BRASIL	PARAGUAI	URUGUAI	ARGENTINA	TOTAL
840 mil km	58,5 mil km	58,5 mil km	255 mil km	1,2 milhão Km

(equivalente aos territórios de Inglaterra, França e Espanha, juntos)

FONTE: IAE

O AQUÍFERO EM SÃO PAULO

LEGENDA

- Cidade
- Aquífero Guarani (área confinada)
- Aquífero Guarani (área aflorante)

■ Afloramento do Sistema Aquífero Guarani

■ Sistema Aquífero Guarani em confinamento

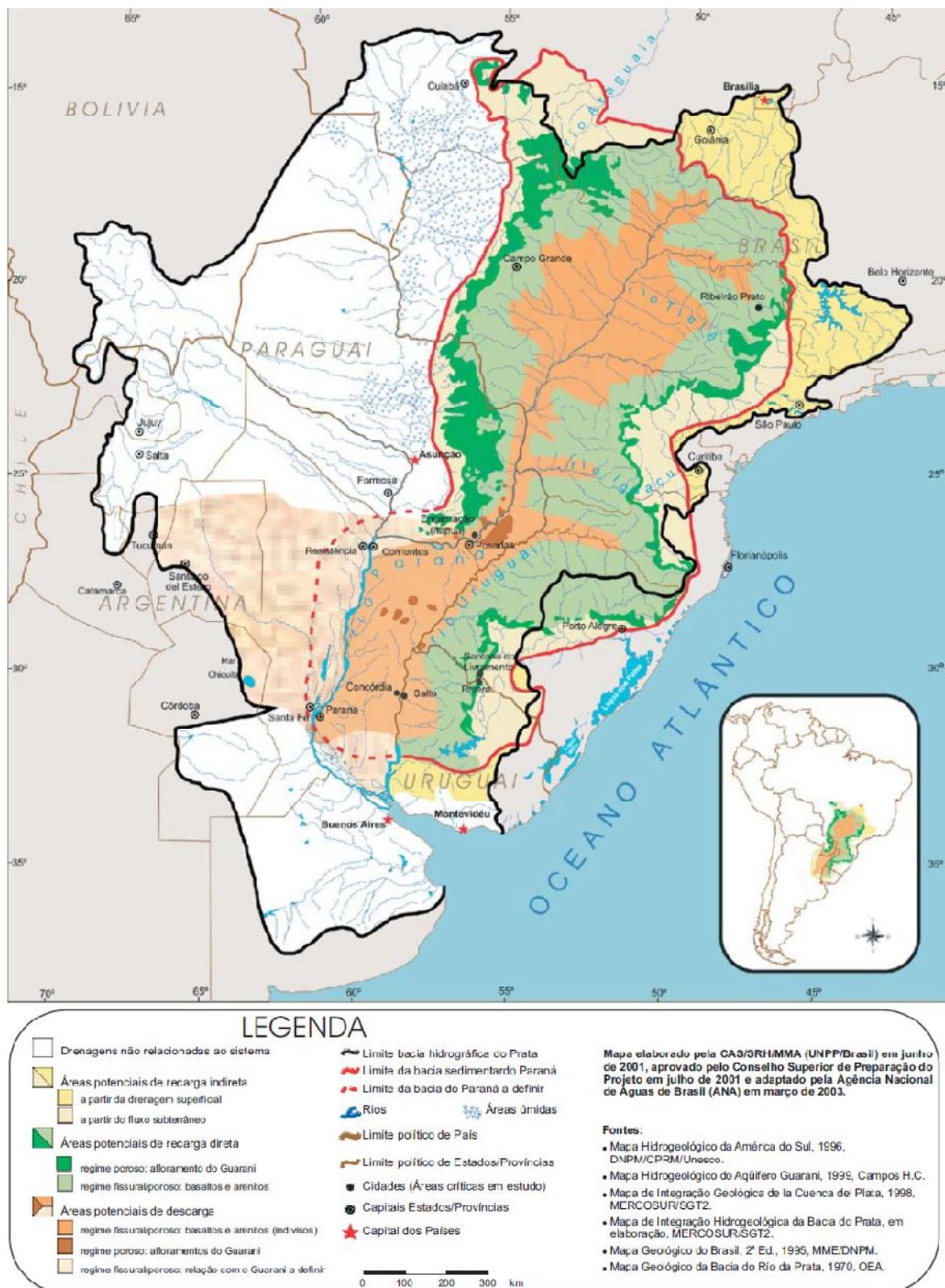
SISTEMA DE ÁGUA DE BAURU

Tipo de abastecimento	Litros por segundo (l/s)	Percentual do consumo total
Superficial (Rio Batalha)	500 l/s	40%
Subterrânea (Aquífero Guarani)	700 l/s	60%

David D. Morcos M. Filho

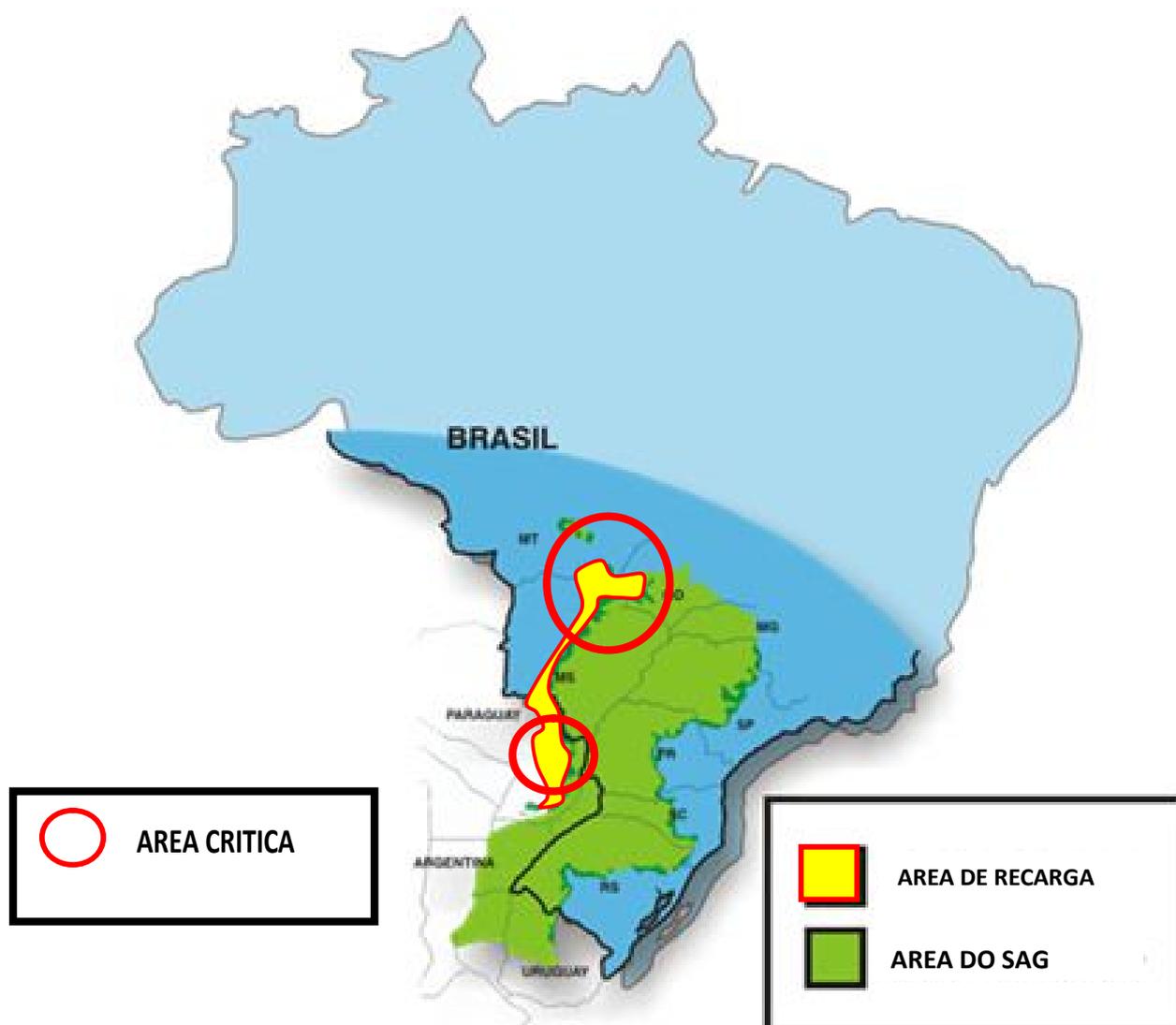
FONTES: O livro *O Aquífero Guarani*, autoria Nádya Rita Boscardin Borguetti, José Roberto Borghetti e Ernani Francisco da Rosa Filho.

FIGURA 3 (AREAS DE RECARGAS DIRETAS OU AFLORAMENTOS DO SAG)



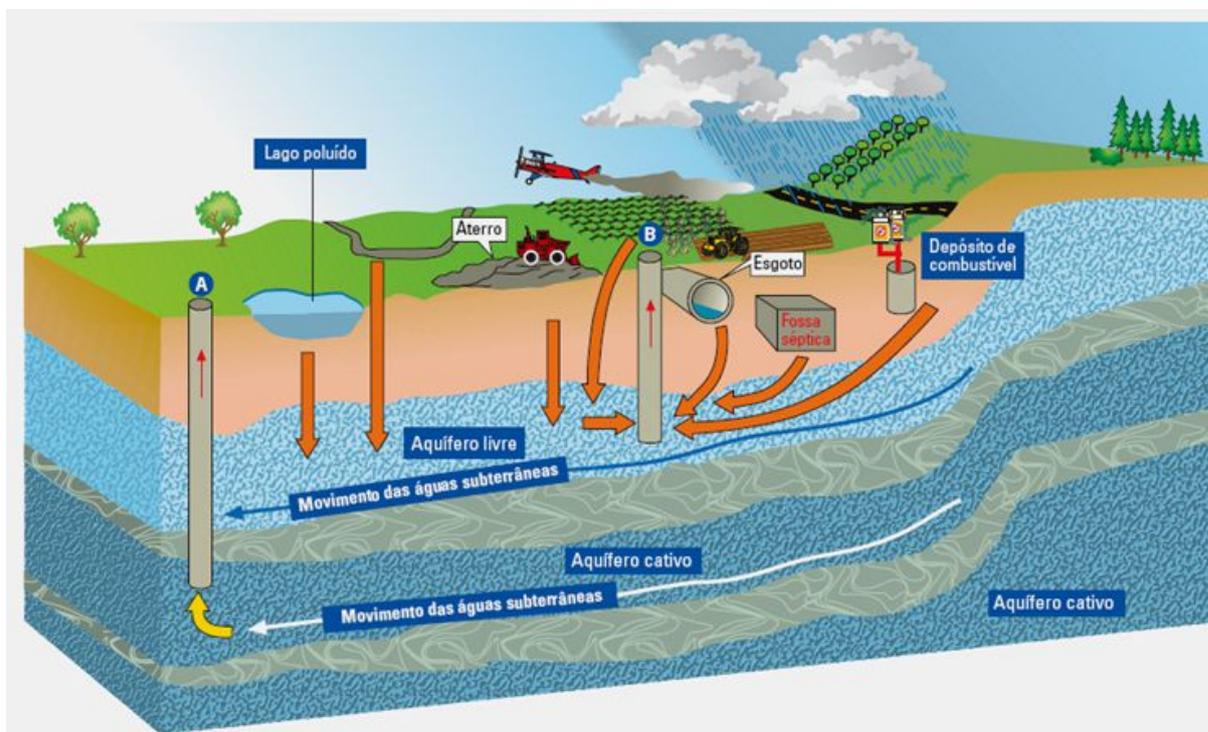
FONTES: Mapa de Integração Hidrogeologia da Bacia da Prata

FIGURA 4 (ÁREAS CRÍTICAS IDENTIFICADAS NAS ÁREAS DE RECARGAS DO SAG)

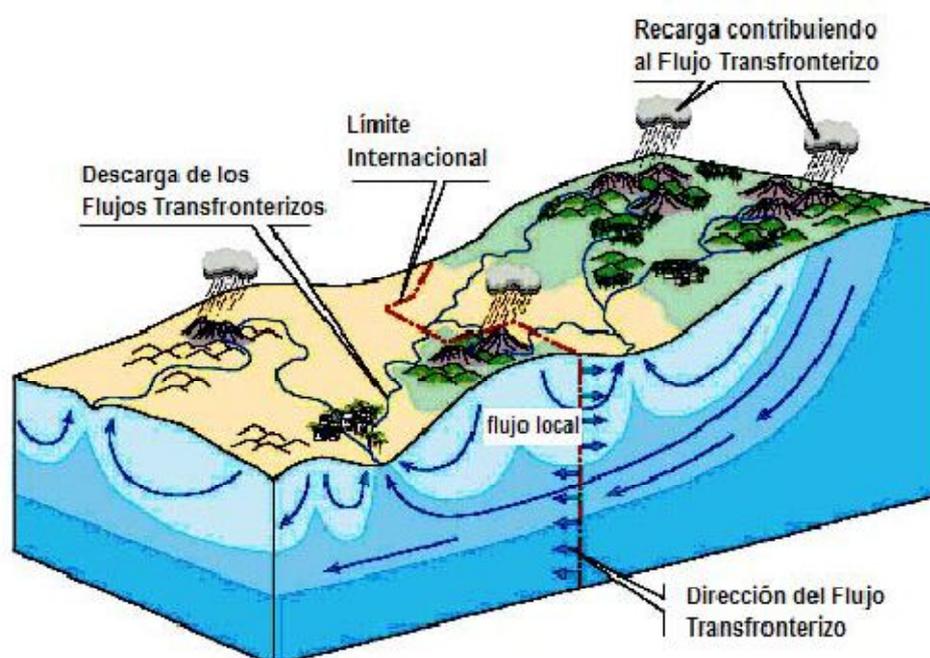


FONTES: [http://www.bing.com/images/area de afloramento do aquifero guarani](http://www.bing.com/images/area%20de%20afloramento%20do%20aquifero%20guarani).

FIGURA 5 (PRINCIPAIS CONEXÕES DO AQUÍFERO COM A SUPERFÍCIE E RISCOS DE CONTAMINAÇÕES NAS ÁREAS DE RECARGAS)

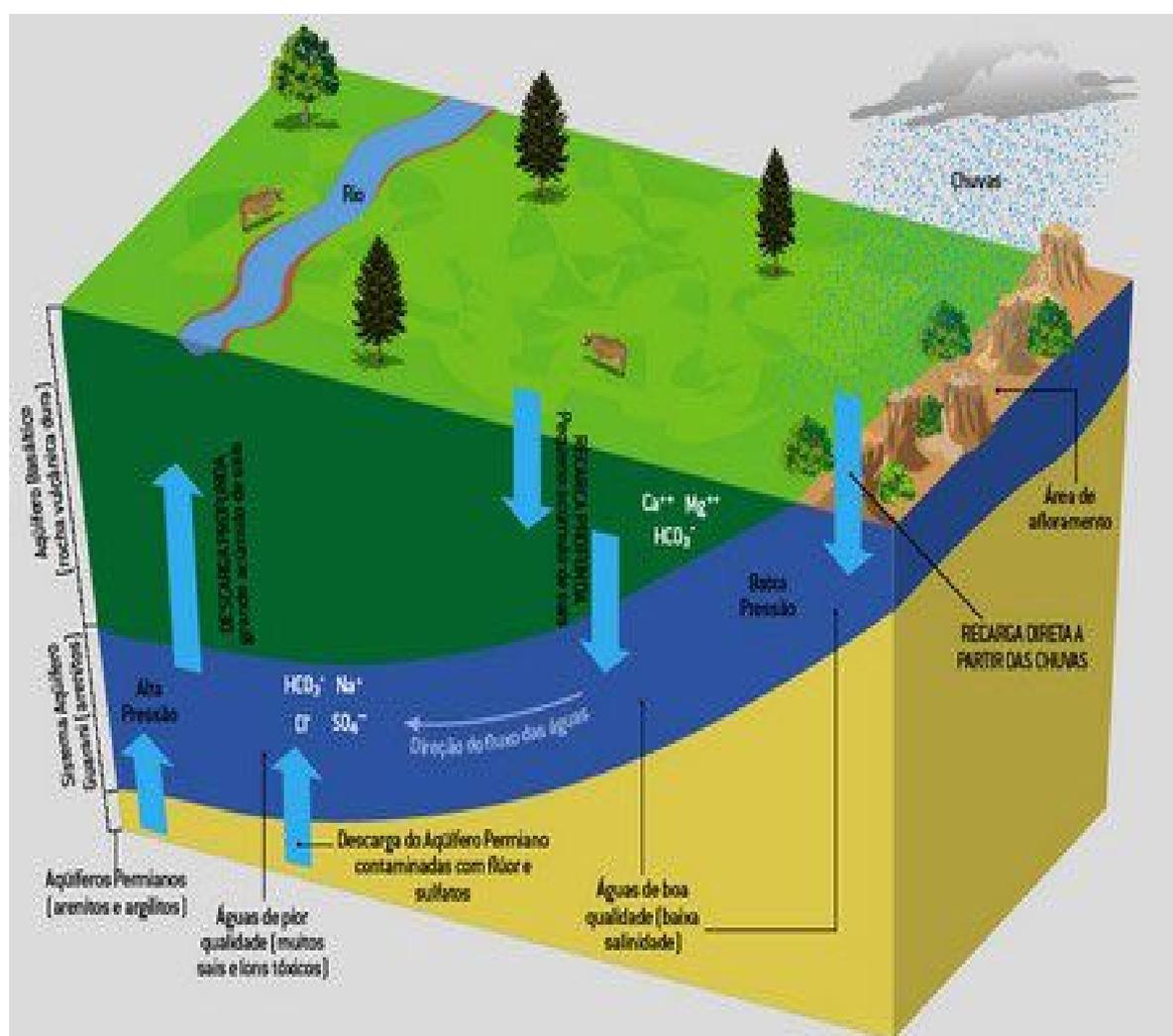


FONTES: [Http://www.bing.com/images/imagem do aquífero guarani](http://www.bing.com/images/imagem%20do%20aqu%C3%ADfero%20guarani).

FIGURA 6 (SISTEMA DE FLUXO DE TRANSFERÊNCIA TRANSFRONTEIRICA)

FONTE: [http://www.bing.com/images/fluxo de transferência trasnfronteiraça](http://www.bing.com/images/fluxo%20de%20transfer%C3%AAncia%20transfronterica).

FIGURA 7 (RECARGA DIRETA OU AFLORAMENTO DE UN AQUÍFERO)



FONTES: [http://www.bing.com/images/recarga direta do aquífero guarani](http://www.bing.com/images/recarga%20direta%20do%20aquifero%20guarani).

FIGURA 8 (CAPTAÇÃO ARTESIANA DE POÇOS E OUTROS ABANDONADOS SOBRE O SISTEMA AQUÍFERO GUARANI)



FIGURA 8: CAPTACAO DO SAG

- a) Captação do Aquífero Guarani de recarga.
- b) Poços construídos sobre o Aquífero Guarani sem proteção.
- c) Poços descuidados sobre o Aquífero.
- d) Captação do Aquífero Guarani em área de recarga direta ou afloramento.

FONTES: [http://www.bing.com/images/captacao do aquífero guarani](http://www.bing.com/images/captacao%20do%20aquifero%20guarani).

FIGURA 9 (POLÍTICA DE MONSANTO COM OS TRANSGÊNICOS EM AMERICA DO SUL E OS EFEITOS SECUNDARIOS OU COLATERAIS)

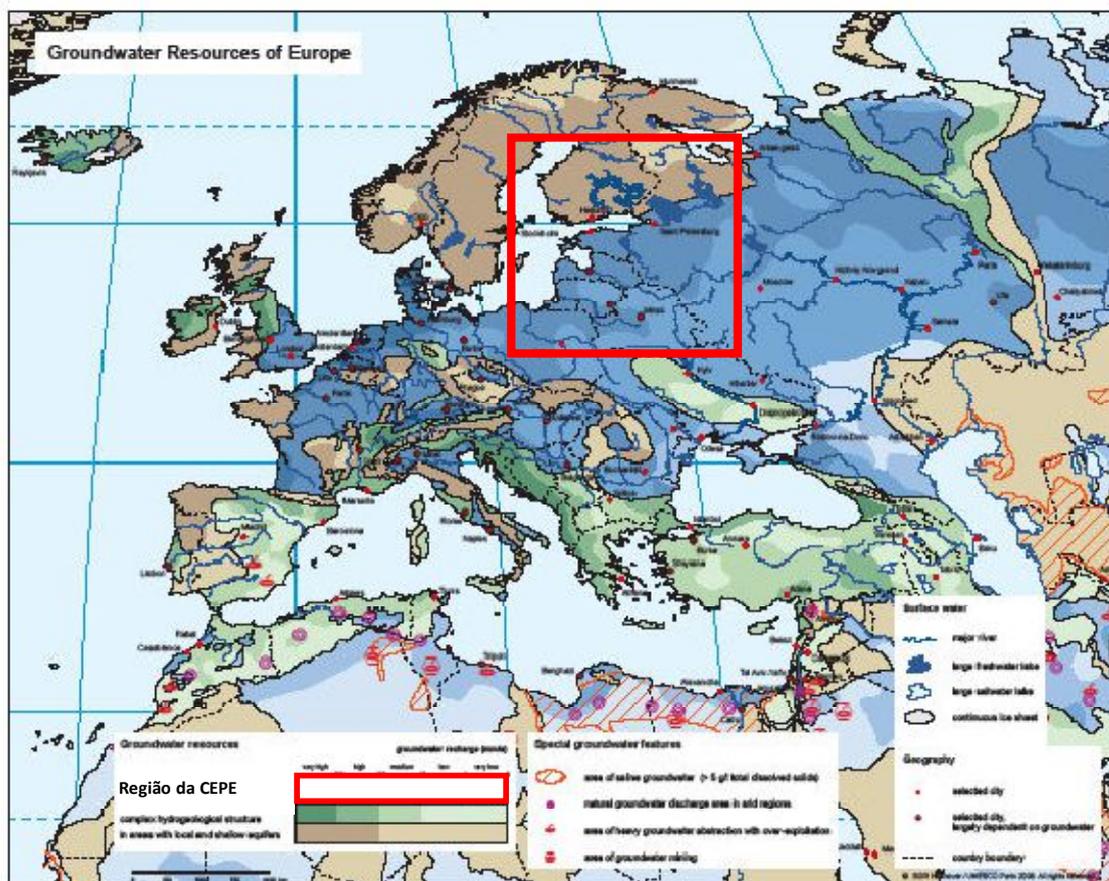


FIGURA 9:

- a) O “M” característica de Monsanto na produção de soja transgênica.
- b) Efeitos colaterais do Glifosato ou Roundup nas pessoas, plantas e animais.
- c) A revolução verde da soja transgênica na America do Sul.
- d) Sistema de irrigação via área com pesticida glifosato.

FONTE: <http://thoth3126.com.br/monsanto-herbicida-glifosato>.

FIGURA 10 (ÁGUA SUBTERRÂNEA TRANSFRONTEIRICA DA REGIAO DA CEPE REGULADO POR EL CONVENIO HELSINKI)



FONTE: BGR Hannover/UNESCO Paris 2008.

APÊNDICES

TABELA I

CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RECARGA DO AQUÍFERO GUARANI CONSIDERADAS MAIS CRÍTICAS DO PONTO DE VISTA DE INTENSIDADE DE USO AGRÍCOLA

Região/ País	Culturas predominantes	Precipitação média Anual (mm)	Tipo de Agrotóxico	Nível de risco (Alto, Médio, Baixo)	Classificação da Área
Dpto. Caaguazú/Py	Soja, trigo	1.500	Glifosato	Médio	Área em avance
Dpto. Alto Paraná/Py	Soja e Milho	1.500	Glifosato	Médio	Área em avance
Dpto. Itapúa/Py Encarnación	Soja	1.800	Glifosato	Alto	Área Crítica
Est. Mato Grosso/Br.	Soja e Milho	1.860	Glifosato	Médio	Área em avance
Est. Goiás/Br Nascente de Araguaia	Pastagem/Soja e Milho	1.830	Glifosato	Alto	Área Crítica
Est. Paraná/Br	Pastagem/Soja e Milho	1.380	Glifosato	Médio	Área em avance

TABELA II

QUADRO ESTADÍSTICO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA E USO DE PESTICIDAS SOBRE AS ÁREAS DE RECARGA DO SAG

Países	Quantidade de Produção Agrícola nas Áreas de recarga	Quantidade de Litros de pesticidas utilizadas nas áreas de recarga	Na produção
	7 milhões de hectares	60 milhões de litros	Pastagens, soja, milho
	3 milhões de hectares	20 milhões de litros	Soja, trigo
TOTAL	10 milhões de hectares	80 milhões litros/ano	

FONTE: EMBRAPA 2010; SEAM Py; DINAC Py e INAD Br.

TABELA III

ESTADÍSTICAS DE POÇOS DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI

<u>QUADRO ESTADÍSTICO</u>			
<u>PAISES</u>	<u>QUANTIDADE DE POÇOS</u>	<u>LOCALIZAÇÃO</u>	<u>USOS</u>
	1.998	Em áreas de recargas e Áreas Urbanas	Urbano, agrícola e industrial
	897	Todas em Áreas de Recarga	Urbano, agrícola
	387	Em áreas difusas	Urbano
	115	Áreas de descarga	Águas termais
TOTAL	3.397 poços		

FONTES: Dados do PSAG.

TABELA IV**COMPARAÇÕES DAS BOAS PRÁTICAS DO CONVENIO HELSINKI E AS AÇÕES NO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI.**

<u>QUADRO DE COMPARAÇÕES</u>	
<u>NA REGIÃO DA CEPE</u>	<u>NA REGIÃO DO SAG</u>
Trata-se de um convenio sobre águas subterrâneas transfronteiriças e os focos de poluição.	Trata como principal ação a soberania sobre águas subterrâneas transfronteiriças.
A convenção combate a contaminações dos poluentes que provem da superfície.	O Acordo e o Projeto prevêem investigação em áreas sensíveis e críticas com ameaças de contaminação por poluição urbana e contaminação por consequência de uso intensivo de agrotóxicos.
Cooperação em pesquisas sobre fontes de poluição.	Intercambio de informações técnicas.
Desenvolve o marco legal padronizado na região, na proteção de água subterrânea transfronteiriça.	Todos os países possuem um marco jurídico próprio sobre recursos hídricos de cada Estado, não assim para casos específicos para o SAG.
Medidas preventivas aplicável. O Estado que degrada as águas subterrâneas deve “pagar” ou a restauração.	Nenhuma medida preventivas aplicáveis em caso de degradação.
A poluição deve ser combatida, evitada ou diminuída.	Não há postura clara ao respeito.
Comprometimento de dar alertas.	No SAG, atualmente não aplica.
A cooperação sobre a proteção contra poluição desenvolvem em forma bilateral e multilateral sobre água subterrânea transfronteiriça.	No SAG, encontra se em processo de cooperação multilateral através do PSAG. Não concretizado nenhuma cooperação bilateral, sobre problemas de água subterrânea transfronteiriça.
Coordenação mutua dos Estados contra fontes de contaminação	As fontes de contaminação são focais em cada Estado, não há cooperação para combatê-los

FONTE: Convenio Helsinki e Acordo SAG.