

SUB-PROGRAMA 9

VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Este Sub-Programa tem por objetivo melhorar a compreensão a respeito dos recursos hídricos subterrâneos na Sub-Bacia do Rio Pardinho, incluindo sua utilização sustentável, proteção e desenvolvimento de ferramentas técnicas e institucionais de gestão de água subterrâneas. Compreende as ações de 'Zoneamento de Aquífero e Proteção de Áreas de Recarga (em áreas críticas)' e 'Controle de Extração de Água Subterrânea'. Possui ênfase espacial nas porções médias da Sub-Bacia, justamente nas áreas de encosta onde afloram unidades aquíferas sedimentares francamente arenosas pertencentes à Bacia Geológica do Paraná e, em parte, ao Sistema Aquífero Guarani.

Ambas as ações se vinculam diretamente, já que a primeira, de zoneamento de aquíferos, busca identificar e caracterizar os aquíferos principais e suas áreas críticas, para em um segundo momento, preocupar-se com as questões qualitativas e quantitativas de seu aproveitamento, objeto principal da ação seguinte (controle de extração). Além de complementares, são ações que podem ser desenvolvidas concomitantemente.

A questão relacionada à vulnerabilidade das águas subterrâneas foi definida pelo Comitê Pardo como tendo prioridade de 6ª ordem, dentre os oito grandes temas considerados no processo de hierarquização.

Ação 18 - Zoneamento de Aquífero e Proteção de Áreas de Recarga (em áreas críticas)

Esta ação busca identificar e caracterizar os aquíferos principais da Sub-Bacia do Rio Pardinho, determinando as áreas críticas (do ponto de vista qualitativo e quantitativo), incluindo as áreas de recarga, e estabelecendo zonas para as quais se desenvolverão ferramentas técnicas e legais para controle e gestão. A caracterização é feita a seguir.

1. Caracterização

1.1. Contextualização

As águas subterrâneas representam parcela importante do atendimento das demandas domiciliares, agrícolas e industriais no contexto da Sub-Bacia do Rio Pardinho. São vários os aquíferos que ali ocorrem, principalmente em suas porções mais baixas e nas regiões de encosta e borda da serra. Apesar disso e, mesmo representando recursos estratégicos para usos futuros, os aquíferos da Sub-Bacia são muito pouco conhecidos, assim como suas distintas vulnerabilidades à contaminação. À luz das novas metodologias de caracterização de aquíferos, existem vazios de conhecimento na região que restringem o melhoramento da gestão dos recursos subterrâneos e sua relação

com os recursos superficiais. Os trabalhos existentes ora não permitem o zoneamento de áreas críticas em escalas inadequadas por uma restrição de escala, ora consideram os aquíferos de forma indiferenciada, agrupando-os levando à perda de suas particularidades locais, como, por exemplo, suas áreas específicas de recarga e críticas (submetidas a explorações mais intensas ou sujeitas a contaminações diretas). Em função desse panorama, é proposto um estudo específico sobre as águas subterrâneas com o objetivo final de caracterização dos aquíferos e o desenvolvimento de ferramentas de zoneamento de aquíferos e proteção às áreas de recarga e/ou críticas.

As formações geológicas que irão determinar as ocorrências e a dinâmica das águas subterrâneas na Sub-Bacia do Rio Pardinho possuem extensão (não somente a extensão lateral das áreas de afloramento) muito maior que a região em questão e são semelhantes às situações ocorrentes em bacias adjacentes. Assim sendo a coluna estratigráfica (Figura 9.1) com as unidades aquíferas da porção específica da Sub-Bacia do Rio Pardinho deverá servir de referência para trabalhos regionais e locais.

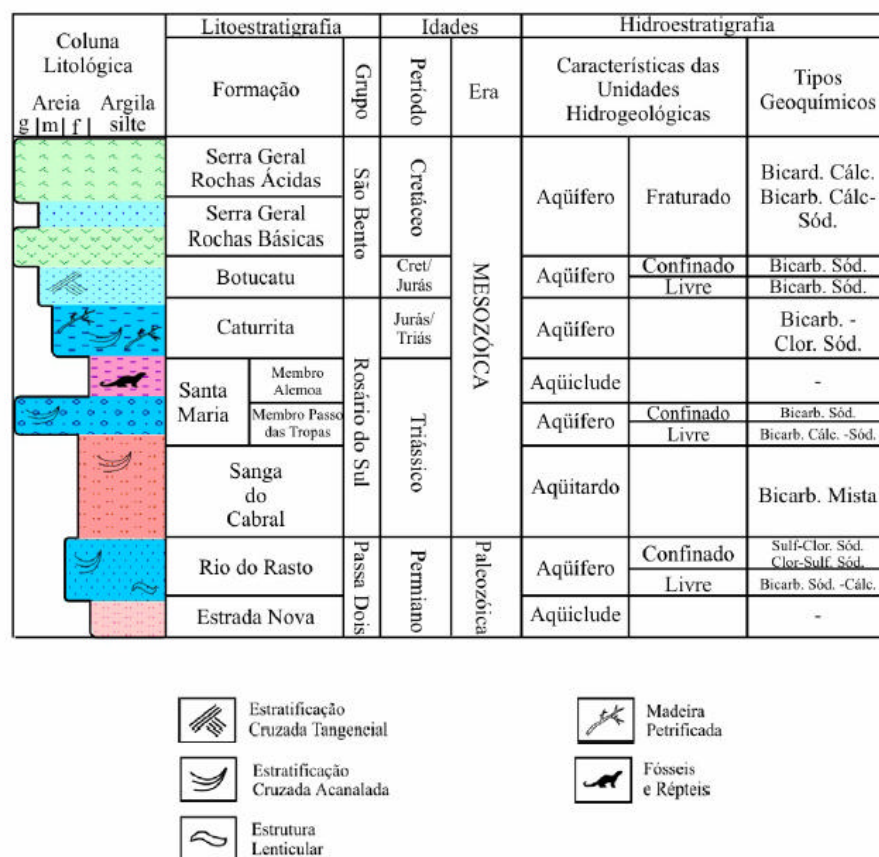


Figura 9.1: Coluna Estratigráfica (extraída de Machado, 2005, Tese de Doutorado, UNISINOS) adaptada à Sub-Bacia do Rio Pardinho.

Importante ressaltar que a disponibilidade hídrica subterrânea não respeita ou se condiciona aos limites hidrográficos superficiais (condicionamentos

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

superficiais), mas sim à existência e distribuição geográfica de carga nos aquíferos (condicionamentos subterrâneos). Sendo assim, na região que compreende a Sub-Bacia do Rio Pardinho, ocorrem as seguintes unidades estratigráficas com potencial aquífero:

- ✓ Aquífero da Formação Serra Geral;
- ✓ Aquíferos indivisos da Formação Botucatu e Formação Caturrita;
- ✓ Aquíferos do Membro Passo das Tropas (I e II) da Formação Santa Maria; e
- ✓ Aquíferos formados pelos sedimentos aluvionares Quaternários.

As principais características dos distintos aquíferos são apresentadas no quadro síntese abaixo:

Quadro 9.1- Síntese das Informações Hidrogeológicas

Grupo	Formação	Tipos Litológicos	Características Principais	Parâmetros Hidrogeológicos	Potencial de Uso	Principais Restrições ao uso
	Quaternário	Sedimentos clásticos não consolidados (areia-argila)	Aquíferos associados aos vales aluvionares a planícies de inundação, livres e pouco espessos	Sem informação	Baixo e localizado. Suprimento de demandas domésticas através de poços escavados e ponteiras	Falta de informações e estudos sobre aluviões e demais coberturas quaternárias; grande vulnerabilidade natural à contaminação
São Bento	Serra Geral	Basaltos a riolitos	Aquífero fraturado com forte controle estrutural e topográfico, heterogêneo e anisotrópico	Profundidades médias dos poços entre 31-90m; Vazões entre 5-15m ³ /h	Excelente qualidade e uso intenso no meio rural/ doméstico; grande extensão areal	Complexo padrão de fluxo, pouca informação sobre relação de drenagem com demais aquíferos;
	Botucatu	Arenitos eólicos homogêneos	Aquífero livre a confinado; espessuras variáveis e fragmentos isolados com espessuras de 50-100m	Vazões apenas regulares de 5 a 30m ³ /h; C-0.5-10m ³ /h/m; T-2.2-5.7m ² /h; K-1.4*10 ⁻⁵ até 0.1*10 ⁻⁴ ; informações em revisão	Excelente qualidade sem objeção ao uso. Importância regional e internacional	Falta de mapeamento de detalhe e compreensão de sua dinâmica em 3D, desconhecimento sobre áreas de recarga e ou críticas, falta balanço hídrico e estudo hidroestratigráfico
Rosário do Sul	Caturrita	Arenitos finos e siltitos	Aquífero livre a confinado; heterogêneo com 50m de espessura	Q-5-40m ³ /h; C-0.23-6.6 m ³ /h/m; Recarga restrita; pouca informação e confusão técnica com outras Formações	Excelente qualidade química, porém com mistura de água nas captações (poços).	
	Santa Maria/Alemoa	Siltitos e Argilitos	Aquicluda com espessuras de 70m	Sem informação	Baixo e localizado. Suprimento de demandas domésticas através de poços escavados e ponteiras	
	Santa Maria/Passo das Tropas II	Arenitos cinzas, espessura 50m	Aquífero Confinado a livre	Q- altas até 200m ³ /h; C-em torno de 1m ³ /h/m; K- 10* ⁻⁵ m/s	Aquífero de maior importância na Bacia, porém com restrições químicas (elevada alcalinidade, TDS e Flúor)	Falta de mapeamento de detalhe e compreensão de sua dinâmica em 3D, desconhecimento sobre áreas de recarga e ou críticas, falta balanço hídrico e

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

	Santa Maria/Passo das Tropas I	Arenitos avermelhado, espessura 25m	Aqüífero Confinado a livre, potabilidade e uso irrestrito	Q- 4-80m ³ /h; C-0.50-4m ³ /h/m; T-1.9-3m ² /h K-4 -9*10 ⁻⁵ m/s	Alto potencial para uso doméstico, industrial e agrícola	estudo hidroestratigrafico
	Sanga do Cabral	Arenitos finos	Aquitardo; potabilidade mediana	Q<3m ³ /h e pouca informação	Baixo e localizado. Suprimento de demandas domésticas através de poços escavados e ponteiras	

O Quadro acima já aponta claramente ao escopo da ação que ora se delinea para a Sub-Bacia e aos desafios do uso racional dos recursos subterrâneos a partir dos seus aquíferos. Complementando a tabela, e com base no conjunto de informações relacionadas às águas subterrâneas para a região, diagnosticase que:

- ✓ As unidades geológicas aflorantes, principalmente aquelas compreendidas entre Santa Cruz do Sul, Vera Cruz e Sinimbu não foram adequadamente mapeadas à luz do seu potencial de água subterrânea; tampouco existe um trabalho de sistematização da informação estratigráfica em subprofundidade com geração de esquemas conceituais em 3D, os quais permitam traçar conclusões sobre dinâmica de fluxo e as inter-relações entre os distintos aquíferos e as unidades que os compartimentam;
- ✓ Existe uma grande dificuldade técnica de relacionar características químicas das águas subterrâneas com entradas relativas a distintos aquíferos nos poços da região, dada a pobreza das informações estratigráficas dos mesmos. Neste sentido, todo e qualquer esforço em sistematizar os bancos de dados de poços tubulares para a região irá esbarrar neste entrave. Unidades aquíferas como o Passo das Tropas I e II, por exemplo, foram apenas recentemente caracterizadas.
- ✓ Os poços tubulares por sua vez, quando perfurados e completados em desacordo com o previsto em norma e sem o acompanhamento técnico rigoroso e sistematização das informações estratigráficas/construtivas (situação que corresponde a ampla maioria), pouca informação tem a contribuir. Mesmo as análises químicas que por ventura existam deste mesmo poço, são resultado em sua grande maioria da mistura de entradas de água de distintos aquíferos, impondo restrições a conclusões simplistas sobre os aquíferos.

- ✓ A situação torna-se mais crítica quando em algumas porções de certos aquíferos verificam-se altos teores de flúor, em concentrações muito acima dos padrões permitidos pelas referências nacionais. Apesar de existirem alguns estudos acadêmicos testando hipóteses sobre a origem do mesmo nas águas subterrâneas, todavia não existem ferramentas de zoneamento químico de áreas. O mesmo vale para as zonas de recarga, sejam locais ou regionais, quase todas ainda desconhecidas e ainda não mapeadas.
- ✓ As séries históricas, base de estudos da hidrologia superficial, por exemplo, são inexistentes nos casos dos poços tubulares. Não existem registros desta natureza, salvo exceções em alguns poucos poços de empresas privadas, que dependem exclusivamente da produtividade e qualidade da água de seus campos de poços e de alguns poços de grandes vazões operados pela concessionária pública.

Mesmo com grandes vazios de conhecimento, a região da Sub-Bacia do Rio Pardinho é uma das áreas com maior quantidade de poços tubulares instalados no Estado. De um cenário onde a água subterrânea era utilizada para suprir demandas familiares domésticas, ou até mesmo comunitárias, através das associações hídricas, observa-se hoje uma tendência de busca intensa pelo recurso subterrâneo. Esta busca visa suprir demandas do parque industrial, da agroindústria, das atividades agrícolas e das próprias cidades através dos poços públicos. Especialmente nas imediações do município de Santa Cruz do Sul, constata-se a existência de grande número de poços tubulares (com tendência de aumento), a partir dos quais significativos volumes de água subterrânea são retirados dos aquíferos diariamente. Contribuem para esta situação:

- ✓ A grande oferta hídrica subterrânea, principalmente através do Aquífero Passo das Tropas;
- ✓ Deterioração progressiva da qualidade dos recursos hídricos superficiais e crescentes custos de captação e tratamento;
- ✓ A vulnerabilidade das reservas superficiais aos períodos de estiagem;
- ✓ Os avanços tecnológicos das bombas elétricas (submersas ou de eixo prolongado) que possibilitam a extração segura de grandes vazões a grandes profundidades;
- ✓ A expansão da oferta de energia elétrica;
- ✓ O progressivo barateamento, redução dos prazos e riscos econômicos da construção dos poços;
- ✓ Ausência em geral de impactos ambientais associados às extrações de água subterrânea.

O rebaixamento dos níveis dinâmicos e estáticos dos aquíferos já se faz sentir nesta região (principalmente em torno do pólo de Santa Cruz, mas também nos municípios de Vera Cruz e Venâncio Aires – cidade que está na borda da Sub-Bacia). É importante salientar que a exploração indevida dos aquíferos acarreta

na potencial perda das descargas naturais dos aquíferos aos canais superficiais, o que, em longo prazo e sob condições drásticas, levaria a uma contínua diminuição das vazões médias do Rio Pardinho.

O Flúor como Fator Restritivo

Muitas das comunidades rurais da Sub-Bacia do Rio Pardinho não dispõem de água tratada ou, ainda assim, preferem o uso tradicional de poços tubulares ou escavados. Na grande maioria dos casos, esta água, além de desconhecida quanto à sua verdadeira potabilidade, tampouco recebe tratamento. Em muitos casos, são atendidos os padrões de potabilidade, dada a qualidade intrínseca das águas subterrâneas, entretanto, em alguns casos estas águas podem estar em franco desacordo com ditos padrões. Entre as substâncias químicas freqüentes nas águas subterrâneas da Bacia encontram-se os fluoretos.

O flúor, quando ingerido em quantidades diárias acima dos valores estabelecidos, pode causar Fluorose, doença óssea degenerativa.

Trabalhos conduzidos por especialistas da UNISC (Lobo & Ben da Costa, 1998), em 155 poços analisados em 19 municípios da região aproximadamente 12% dos poços fornecem águas com teores excessivos de Flúor. Por sua vez trabalhos desenvolvidos por especialistas da UFSM (Silvério da Silva et alii, 2004) descrevem a existência de 118 poços com águas com excesso de Flúor numa faixa de 320 km da chamada depressão periférica, incluindo plenamente a área da Sub-Bacia do Rio Pardinho.

Novos estudos estão sendo realizados no sentido de compreender os mecanismos mobilizadores do elemento Flúor e quais as situações geológicas e fatores hidrogeoquímicos que interferem na mobilidade deste elemento, podendo levar ao enriquecimento de Flúor nas águas subterrâneas (que apresentam maior probabilidade de levar a uma condição de enriquecimento de Flúor nas águas subterrâneas).

Supõe-se existir uma concordância espacial entre amostras com elevados teores de Flúor e captações por parte dos poços a partir de aquíferos da Formação Santa Maria do Grupo Rosário do Sul, mais especificamente dos Membros Passo das Tropas, já que o Membro Alemoa é considerado um aquíclode. É muito provável que o aquífero Passo das Tropas II, esteja associado com a falta de potabilidade quanto ao Flúor, haja vista a elevada alcalinidade e conteúdo de STD de suas águas subterrâneas. Dentre as muitas hipóteses existentes sendo testadas pelos grupos de pesquisa do estado (UNISC, UFSM e UFRGS) pode-se mencionar:

- ✓ Origens sedimentares associadas a processos de transformação química devido ao intemperismo químico dos constituintes das rochas pertencentes à Formação Santa Maria ou mesmo contribuições de Flúor a partir de apatita presentes em ossos de fósseis;
- ✓ Contribuição de rochas ígneas vulcânicas em relação ao flúor para as águas subterrâneas associadas espacialmente e geneticamente às

ocorrências de enxames de diques básicos e também de um dique de composição ainda pouco conhecida, identificado em DRX, como misturas de fases imogolita e alofana, seccionando a Fm. Santa Maria, M. Alemoa;

- ✓ A presença de um domo salino nas nascentes do Rio Pardinho, caracterizado por ser uma saliência geológica com altas concentrações de sais minerais, entre eles o Flúor;
- ✓ Contaminação devido ao uso de insumos agrícolas, já que a rocha fosfatada usadas como complemento animal ou como fertilizante na agricultura contém até 1% de F-, enquanto que o superfosfato triplo 7% de F-, de acordo com a Instrução Normativa Nº1/2000 do Ministério da Agricultura (Correio do Povo 21/05/2000) os quais podem contribuir para as concentrações de F-, nas águas.

1.2. Detalhamento

Em função do acima exposto e do grau de conhecimento atual dos aquíferos presentes na Sub-Bacia, deve-se desenhar ações que venham a fornecer substrato concreto para sua gestão e uso sustentável. Fica flagrante que a falta de informação qualitativa e quantitativa a respeito destes aquíferos e suas dinâmicas representam grande entrave para o melhor uso destas águas; ainda mais, considerando a possibilidade de excessos de flúor e a não potabilidade das mesmas.

Finalmente fazendo referência direta à denominação da ação, o que se pretende é identificar áreas críticas (do ponto de vista qualitativo e quantitativo), incluindo as áreas de recarga dos distintos aquíferos, estabelecendo zonas (para as quais se desenvolverão ferramentas técnicas e legais de controle e gestão). Entretanto para que se possa estabelecer um zoneamento é preciso conhecer os corpos hídricos.

Serão desenvolvidos estudos hidrogeológicos nas áreas compreendidas entre os municípios de Santa Cruz do Sul, Vera Cruz e Sinimbu (conformando um retângulo) coincidindo com a região da encosta da serra, na porção mediana da Sub-Bacia, justamente na franja onde ocorrem os principais aquíferos da região, e em conseqüência, na região mais complexa e com menos informação. Esta região, a partir deste momento, será chamada de área piloto. Vale ressaltar que os aquíferos basálticos da Serra Geral, nas partes altas da Sub-Bacia, embora provedores de água em quantidade e qualidade às comunidades locais, não serão contemplados no estudo para zoneamento com mesmo grau de detalhe. Os problemas que porventura possam se desenvolver (descensos de nível e ou contaminação do poço) são de caráter mais local e ainda, trata-se de regiões de baixa vulnerabilidade à contaminação e esparso uso de água subterrânea. Como na área piloto seguramente existem ocorrências dos aquíferos da Serra Geral, importantes informações serão obtidas sobre os mesmos e suas relações com os demais, as quais poderão ser replicadas nas partes de montante da Sub-Bacia.

As atividades que compõem esta ação serão descritas a seguir em ordem

cronológica.

Atividade 1: A partir do reconhecimento da área piloto deve-se iniciar a confecção da cartografia básica de trabalho incluindo a recopilação de dados cartográficos existentes bem como imagens sensoriais e levantamentos aerofotogramétricos. Como escala básica de trabalho em nível regional deve-se utilizar a escala 1:50.000. Para estudos de detalhe em situações consideradas chaves e/ou críticas, dever-se-á utilizar escalas da ordem de 1:10.000;

Atividade 2: Tendo em mãos a cartografia básica e levantamento bibliográfico e cartográfico básico, se deverá conduzir o melhoramento do mapeamento geológico existente à luz das unidades hidroestratigráficas e de suas relações geológicas e hidráulicas. Nesta etapa também é realizada avaliação de banco de dados de poços tubulares (informações qualitativas e quantitativas), aproveitando os trabalhos já desenvolvidos pela UNISC, UFSM, UFRGS e Unisinos na região. Eventuais sondagens prospectivas locadas na área piloto também deverão ser levadas em consideração. O objetivo desta atividade é obter um mapa geológico e hidrogeológico, bem como banco de dados de poços tubulares com os quais se possa idealizar um modelo conceitual de fluxo para as águas subterrâneas.

Atividade 3: O modelo conceitual permite o reconhecimento de áreas de recarga e descarga dos distintos aquíferos bem como o desenvolvimento e aplicação de ferramentas de modelamento para avaliação do(s) sistema(s) de fluxos predominantes, zonas de captura e áreas de proteção aos poços, por exemplo. Dever-se-ão compor balanços hídricos para cada aquífero, levando em conta as extrações a partir dos distintos poços.

Atividade 4: Dentro da área piloto realizar-se-á um mapeamento das vulnerabilidades naturais dos aquíferos, bem como uma avaliação do risco de contaminação às fontes poluidoras potenciais existentes. Esta tarefa pressupõe, portanto o mapeamento e avaliação destas atividades potencialmente poluidoras e seu confronto com a informação de vulnerabilidade do aquífero para aquele ponto. O resultado será uma imagem do risco à contaminação. O zoneamento final do aquífero, será resultado da justaposição e inter-relação das informações obtidas no modelo conceitual, na determinação dos sistemas de fluxo, das áreas de recarga, trânsito e descarga, bem como dos mapas de vulnerabilidade e risco. Além do mais, este zoneamento deverá contemplar características químicas das águas subterrâneas obtidas nos aquíferos em questão, distinguindo manchas onde seu aproveitamento será restrito em função de excessos salinos por exemplo.

Atividade 5: Uma das etapas mais importantes deste trabalho será o de transformar as informações hidrogeológicas em ferramentas de apoio a gestão, tanto em escala estadual como regional/local, não perdendo de vista o objetivo final da ação, de uso racional e proteção dos aquíferos. Outro aspecto fundamental desta etapa será a de avaliar os resultados obtidos para a área piloto visando replicá-los e extrapolá-los às demais áreas da Sub-Bacia.

2. Abrangência/Ocorrência Espacial

Conforme descrito no item anterior, a ocorrência da ação estará restrita ao retângulo da área piloto, o qual inclui a parte urbana dos municípios de Santa Cruz do Sul, Vera Cruz e Sinimbu.

3. Atores Intervenientes

Esta ação possui caráter eminentemente técnico e deverá ser conduzido por uma instituição de pesquisa no âmbito de um projeto integrado e/ou convênio específico com o Comitê de Bacia. Trata-se de ação bastante arrojada, precursora em nível estadual e inclusive nacional. Salienta-se que no Estado de São Paulo, nos municípios de Bauru e São José do Rio Preto, ações semelhantes foram desenhadas e vêm sendo desenvolvidas.

Os principais atores intervenientes neste processo serão:

- ✓ Comitê de Bacia: cabe ao comitê a articulação com os demais parceiros e a iniciativa de conduzir a ação do ponto de vista técnico e financeiro. O tipo de ação e o montante financeiro necessário para desenvolvê-la requerem um esforço especial de montagem de projeto e aproximação com institutos de pesquisa em geologia/hidrogeologia.
- ✓ Órgão Gestor Estadual: em se tratando de uma iniciativa sem precedentes no Estado do RS, é muito importante a tutela e o apoio técnico e institucional do órgão gestor estadual validando os termos de referência finais do projeto, ou mesmo levando-os à consideração da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, ou mesmo à Agência Nacional de Águas em busca de apoio institucional e financeiro.
- ✓ Executores do tipo Instituições de Pesquisa: sugere-se que instituições com este perfil sejam os executores técnicos do projeto. Deverão aportar metodologia própria e recursos humanos especializados na condução do mesmo. É importante que as mesmas aproveitem a oportunidade para capacitar novos pesquisadores com bolsas de iniciação científica, mestrado e doutorado. A obtenção deste tipo de bolsa e a possibilidade de vínculo com órgãos de fomento técnico-científico como CNPq e Finep, devem ser explorados aumentando a possibilidade de contrapartida destas instituições. São vários os grupos de pesquisa no RS, cada qual se destacando em linhas distintas do conhecimento hidrogeológico. Com base nos antecedentes de pesquisa e atuação de cada um deles, sugere-se aproximação com o Grupo denominado GEOARC (Quadro 9.2) da Unisinos. Obviamente esta sugestão em nada atesta contra a capacidade técnica dos

demais grupos de pesquisa e, que os mesmos, não devam ser incluídos no arranjo institucional de execução. Pelo contrário, quanto maior a inserção de novos e diferentes parceiros tanto maiores as chances de aprovação do projeto. Neste sentido o Instituto de Geociências da UFRGS terá grande contribuição nas áreas de geoquímica e estratigrafia, respectivamente através do envolvimento dos professores Ari Roisemberg e Michel Holz, bem como o IPH /UFRGS na parte de modelamento matemático através dos Professores Marcos Leão e Nelson Caicedo. Já a UNISC através de seu núcleo de pesquisa liderada pelos Professores Eduardo Lobo e Adilson Ben Costa possuem capacidade e interesse em questões analíticas em geral e relacionadas à temática do flúor em específico.

Quadro 9.2: Projeto GEOARQ - Arquitetura, geometria e heterogeneidades de corpos sedimentares - Fase II

Descrição: Descrição: Segunda fase de execução do Projeto GEOARQ, aprovado em Outubro de 1998, com verba PADCT III e CTPetro e gerência financeira e técnica da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), tendo a primeira parcela do financiamento sido liberada em Janeiro de 1999. Este projeto teve a UNISINOS como instituição proponente e executora, PETROBRAS e UFRGS como co-executoras e UFSM como participante. Como resultados alcançados nos parece importante salientar: - as participações e publicações em congressos nacionais e internacionais; - o desenvolvimento e defesa de duas dissertações de mestrado; - o início de oito teses de doutorado (incluindo bolsistas e profissionais da CPRM, CORSAN e PETROBRAS), quatro na área de petróleo, uma associada à pesquisa de carvão e gás natural e três versando sobre água subterrânea; - a inserção do grupo de pesquisa em projetos similares propostos por outras instituições (UFPE e UFRGS) e aprovados pela FINEP no âmbito do CTPetro (Projetos Análogos e Sergi); e - a consolidação do grupo de pesquisa e sua inclusão (GEOARQ) no Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil do Sistema Lattes. Deste modo, consideramos que o principal objetivo do projeto, qual seja, o re-direcionamento de nossa capacidade técnico-científica para pesquisa de cunho mais aplicado, tanto sob o ponto de vista econômico como social, e incluindo tanto o desenvolvimento científico como a formação profissional (graduação e pós-graduação), foi plenamente alcançado. O primeiro passo foi dado, e seus frutos são óbvios na análise dos temas abordados nos novos projetos de pesquisa e teses em andamento, grande parte dessas relacionadas à caracterização da geometria e arquitetura de corpos sedimentares e dão continuidade ao desenvolvimento da concepção inicial gerada e desenvolvida através desse projeto considerado como de caráter geminal.-Ubiratan Ferruccio Faccini - Coordenador.

- ✓ Instituições apoiadoras: Apesar de não estarem envolvidas diretamente no arranjo institucional da execução da ação, trata-se de instituições de suma importância no desenvolvimento da mesma. Podem ser instituições fornecedoras de dados de poços tubulares e informações geológicas da área em estudo como e o caso de CORSAN, CPRM, CRM, como podem ser secretarias de meio ambiente e/ou planejamento urbano dos próprios municípios, detentoras de conhecimento local e facilitadores dos trabalhos de campo.

4. Cronograma de Implantação/Implementação

O cronograma de implementação pode ser visualizado no Quadro abaixo.

Quadro 9.3 – Cronograma de Implementação

Atividade	Início (mês/ano)	Termino (mês/ano)	Duração (meses)
Atividade 1	1/01	06/01	6
Atividade 2	4/01	10/01	6
Atividade 3	9/01	01/02	4
Atividade 4	1/02	05/02	4
Atividade 5	4/02	01/03	9
Duração Total			24 meses

Importante observar que existe simultaneidade entre as atividades já que o desenvolvimento de certas etapas de algumas independe da conclusão das atividades anteriores.

5. Orçamento Preliminar

A possibilidade de um convênio com uma instituição acadêmica de pesquisa traz uma série de benefícios, não somente técnicos e de desenvolvimento de tecnologia e recursos humanos, como também financeiros, pois abre portas junto a instituições de fomento científico. Trata-se de uma típica situação onde ambos os parceiros têm a ganhar. Se por um lado ganha o Comitê, pois poderá contar com fundos e contrapartida científica, por outro ganha a instituição de pesquisa, pois conta com a possibilidade de concorrer a recursos típicos de reforço institucional do sistema de gestão de recursos hídricos, como é o caso dos fundos setoriais para recursos hídricos (nacionais e estaduais).

Como orçamento total de custeio das atividades previstas na ação estima-se o valor de R\$ 250.000,00, o qual, segundo a lógica acima, poderia ser assegurado por distintas fontes mediante apresentação de projetos.

Como fontes financiadoras possíveis menciona-se o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e o Fundo Estadual de Meio Ambiente, o CT Hidro. Para tanto é necessário que o Comitê esteja a par dos respectivos editais e de seus requerimentos de aceitação e aprovação. Além destas possibilidades, e, em função do objeto da presente ação estar diretamente vinculada com as atividades desenvolvidas sob o marco do Projeto Aquífero Guarani, o qual conta com recursos do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (FMAM) além de recursos de fundos específicos para recursos hídricos de países da comunidade européia junto ao Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), é muito recomendável uma aproximação com os organismos executores deste projeto em nível internacional e nacional (OEA e SRH respectivamente).

6. Resultados Esperados

Cada atividade do cronograma apresentado, uma vez concluída, culmina em produtos de ordem técnica que apesar de parciais, representam resultados

concretos, como por exemplo, a cartografia básica, o mapa geológico, o mapa hidrogeológico, o cadastro geral de poços, a avaliação estratigráfica dos mesmos, o cadastro de fontes poluidoras e potencialmente poluidoras. Entretanto, o resultado mais importante é o zoneamento de aquíferos (áreas de recarga e ou críticas), o mapa de vulnerabilidade em escala compatível para a gestão regional e local, bem como um pacote pragmático e eficiente de ferramentas para a proteção dos aquíferos e estratégias para extrapolar estes resultados as demais áreas da Sub-Bacia e Bacias adjacentes com características hidrogeológicas semelhantes.

7. Formas de Monitoramento/Acompanhamento

Ao término de cada atividade da ação, os responsáveis pela execução deverão prestar contas dos resultados obtidos na forma de seminários de acompanhamento junto ao Comitê de Bacia Hidrográfica, DRH e comunidade científica interessada. Os resultados finais deverão ser discutidos em um seminário amplo de caráter regional promovido pelo Comitê de Bacia com a participação destes mesmos atores.

8. Obstáculos e Dificuldades

Os obstáculos para o alcance dos objetivos deste trabalho são primeiramente de ordem técnica, dada dificuldade em se individualizar os aquíferos na região e a carência de dados confiáveis para alavancar o trabalho. Ainda que existindo, estes dados encontram-se dispersos tornando sua organização bastante complexa. Outro grande desafio está associado com a implementação das ferramentas de gestão desenvolvidas ao final do trabalho e sua incorporação por parte dos tomadores de decisão regionais e locais. Muitas delas poderão apontar para mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo, podendo levar a situações de conflitos.

Tampouco não se poderia deixar de comentar os obstáculos financeiros para alavancar a ação em questão. Provavelmente, recursos financeiros serão mais facilmente destinados aos recursos hídricos superficiais, que são de mais fácil percepção e sensibilização.

Ação 19- Controle de Extração de Água Subterrânea: Construtivo/Operacional/Volumétrico

O uso não sustentável das águas subterrâneas pode levar à perda irreversível desse recurso estratégico. A não sustentabilidade se manifesta quando são realizadas extrações em taxas superiores à capacidade de recarga dos aquíferos, ou mesmo, quando se percebem reflexos nítidos nos corpos de água superficial (como perda de ecossistemas aquáticos, por exemplo). Obras inadequadas que acabam convertendo-se em canais preferenciais de contaminação, situação bastante usual em todo Estado e na Sub-Bacia em questão, também são consideradas exemplos da não sustentabilidade das

práticas. Dentro deste contexto, esta ação visa o desenvolvimento de critérios para uso e proteção das águas subterrâneas, e está diretamente dependente da implementação da ação anteriormente descrita. Seu detalhamento é apresentado a seguir.

1. Caracterização

A partir do zoneamento proposto se desenvolverão critérios para uso e proteção destas distintas zonas, havendo inclusive a possibilidade do cancelamento das licenças para novas perfurações e extrações (caso seja detectado uma situação de super-exploração local) e incentivos para perfuração em outras (em um caso de subutilização em área com excelente potencial). É objetivo desta ação dar continuidade e reforçar as ferramentas técnicas de gestão e o próprio processo de gestão de águas subterrâneas desenvolvidos e iniciados na ação anterior. Para tanto é necessário que os perfuradores e usuários trabalhem dentro da legalidade e cumpram as normas e regras mínimas de execução de poços tubulares enquanto obra de engenharia civil, bem como que o Estado tenha condições de realizar um monitoramento mínimo dos volumes extraídos e avaliá-los do ponto de vista da sustentabilidade do aquífero.

Fazem parte desta ação uma série de atividades que serão descritas a seguir.

Atividade 1: Ciclo de reuniões de trabalho e capacitação entre o Comitê de Bacia, empresas perfuradoras, órgão gestor estadual, representantes do executivo municipal, representantes do CREA e ABAS e técnicos acadêmicos envolvidos com o tema água subterrânea. De forma presencial, se pretende reunir os principais atores envolvidos diretamente com o tema das águas subterrâneas na Sub-Bacia para equalizar conhecimento a respeito dos aquíferos (com base no conjunto de informações levantadas na ação de zoneamento de aquíferos) e dos desafios inerentes a sua gestão. Este ciclo de reuniões, por definição, deverá ser capitaneado pelo Comitê de Bacia e representantes do DRH e pode ocorrer como um evento subsequente às próprias reuniões do Comitê. Entretanto é necessário desenvolver um cronograma temático, compatível com o alcance dos objetivos da ação como um todo. Deverão necessariamente ser discutidos temas como: normas construtivas para os aquíferos da região, discussão sobre o fortalecimento e melhora dos requerimentos de licença e outorga de acordo com a diretrizes do DRH, estratégias para diminuir a clandestinidade, definir o papel das secretarias municipais (implementação da fiscalização por parte dos municípios e sociedade em geral), discutir o papel do CREA enquanto órgão de fiscalização do exercício profissional. Ressalta-se que esta atividade pode ser interpretada como uma forma de capacitação. Conforme previsto no cronograma, terá duração de 1 ano, com encontros bimensais.

Atividade 2: Desenvolvimento de um manual em forma de cartilha destinado aos principais usuários potenciais de água subterrânea. A idéia básica é aproveitar as ricas discussões entre os principais atores envolvidos com água subterrânea, bem como o conjunto de informações obtidas a respeito dos

aqüíferos e transformá-las e traduzi-las em informações acessíveis aos cidadãos usuários da água subterrânea na forma de manual e/ou cartilha. O objetivo é despertar a curiosidade e o interesse da sociedade para a existência e necessidade de gestão de um recurso, com o qual interage quase que diariamente (no caso de distribuição pública a partir de poços tubulares ou mesmo através da compra de água mineral engarrafada), promovendo uma relação de comprometimento e pertencimento. Conforme previsto no cronograma, terá duração de 2 meses, tempo de incorporação dos conteúdos de água subterrânea ao material de difusão em preparação.

Atividade 3 Concepção e desenvolvimento de um plano de monitoramento mínimo das águas subterrâneas na Sub-Bacia

Novamente agrupando as informações obtidas e retrabalhando as idéias geradas nas discussões específicas, deve-se conceber um arranjo mínimo de poços representativos de forma a que componham uma rede de monitoramento piloto da qualidade e quantidade das águas subterrâneas da Sub-Bacia. Esta rede de monitoramento poderá basear-se primeiramente em poços existentes de boa qualidade e que já vem sendo monitorados por empresas públicas como a Corsan e/ou concessionárias municipais, e privadas como grandes empresas que operam campos de poços para o processo industrial. Novos poços, completados dentro dos padrões vigentes, dos quais se possuem todos os memoriais técnicos (geológico e construtivo) poderiam ser incorporados à rede. Alguns critérios mínimos para a rede devem ser atendidos:

- ✓ Para que um poço adentre à rede, dele deve-se possuir as informações básicas construtivas e principalmente qual o aqüífero que está sendo explorado;
- ✓ A rede deve contemplar todos os aqüíferos existentes na Sub-Bacia privilegiando áreas consideradas críticas;
- ✓ Além de quantidade (com registro das vazões extraídas diariamente e os totais mensais), deverão ser registrados os níveis dinâmicos e estáticos (pelo menos semanalmente), bem como a qualidade da água (preferencialmente mensalmente).

Esta informação deverá ser armazenada em um sistema simples de banco de dados, no âmbito do Comitê e DRH, devendo ser analisada por técnicos do DRH anualmente em forma de uma análise de juízo a respeito da sustentabilidade dos aqüíferos na região.

A possibilidade de contar-se com um convênio maior entre o Comitê e alguma instituição de pesquisa, por exemplo, similar ao que se pretende na ação de zoneamento, o qual permitisse a inclusão do desenho do plano de monitoramento e a própria execução do mesmo por um determinado tempo, não deve ser descartada. Entretanto, deve-se considerar a necessidade de controles de vazão e níveis diários em poços distintos, o que inviabilizaria a atuação de uma instituição de pesquisa na execução por falta de estrutura e recursos humanos. Já a concepção do plano pode ser atividade específica a

cargo da instituição conveniente (não representando custos adicionais). Imaginar uma empresa prestadora deste serviço, ou de manutenção de uma rede de monitoramento de semelhantes características, representaria custos demasiadamente elevados. Reforça-se assim o arranjo de maior factibilidade, através do qual se arregimenta o apoio das empresas que tradicionalmente já realizam dito monitoramento.

Conforme previsto no cronograma, terá duração de 1 ano como experiência piloto, com início formal previsto ao término do ciclo de debates da Atividade 1. Obviamente imagina-se que as ações de monitoramento tenham seguimento no tempo, porém convém ao término de 1 ano, avaliar o funcionamento dos seus arranjos e indicar novos rumos e estratégias de ampliação.

2. Abrangência/Ocorrência Espacial

Possui ocorrência regional, entretanto sua ênfase maior será na região definida como área piloto (retângulo incluindo as manchas urbanas dos municípios de Santa Cruz do Sul, Vera Cruz e Sinimbu), pois é nesta região que se observa a maior densidade de poços e uso de água subterrânea. A área em torno do município de Santa Cruz do Sul é particularmente crítica em função do grande número de poços em funcionamento.

3. Atores Intervenientes

Ao contrário da ação anterior deste mesmo Sub-Programa, esta ação possui forte caráter de articulação política, pois se baseia basicamente na aproximação e contribuição de atores regionais. É fundamental que o Comitê de Bacia apoiado pelo DRH assumam as rédeas do processo convidando e estimulando os demais atores (Secretarias de Planejamento Urbano Municipais, ABAS, CREA, Empresas Consultoras, Empresas Perfuradoras, Grandes usuários de água subterrânea, Universidades) ao debate e albergando as discussões da Atividade 1. Ressalta-se que a Câmara Técnica de Recursos Hídricos do Estado conta com um Grupo de Trabalho em águas subterrâneas, o qual poderia apoiar o processo de discussão, por exemplo, exercendo o papel de mediação.

O desenvolvimento da Atividade 2 requer o trabalho dos profissionais da área de comunicação atuantes no plano de comunicação, o qual já prevê a confecção de manuais similares. Neste caso, deve-se observar que os conteúdos específicos de água subterrânea estejam incluídos de forma apropriada neste mesmo manual/cartilha.

Finalmente, o desenvolvimento da Atividade 3, bastante complexa, requer intervenção do órgão gestor estadual apoiando sua condução técnica e estimulando parcerias. Deverá contar com o apoio de consultoria externa na seleção dos poços tubulares a serem incorporados na rede de monitoramento piloto, além da sistemática de monitoramento (periodicidade, parâmetros de fluxo e parâmetros físicos químicos, formas de armazenamento dos dados, entre outros). A lógica de funcionamento desta rede de monitoramento piloto é

contar com as informações dos poços que já vêm sendo monitorados por empresas públicas e privadas na Sub-Bacia. À medida que a mesma vai se constituindo e fortalecendo como instrumento de gestão, será ampliada, sendo incorporados novos poços.

4. Cronograma de Implantação/Implementação

Conforme foi visto, trata-se de um programa que depende muito dos resultados da ação de zoneamento dos aquíferos e proteção às áreas de recarga e áreas críticas e deveria ser levado a cabo após o seu término. Portanto configura-se o cronograma abaixo.

Atividade	Início (mês/ano)	Termino (mês/ano)	Duração (meses)
Atividade 1	3/02	3/03	12
Atividade 2	8/02	9/02	2
Atividade 3	3/03	3/04	12
Duração Total			24 meses

5. Orçamento Preliminar

O custo total para o desenvolvimento da ação será de R\$10.000,00, recursos necessários para levar a cabo 6 reuniões específicas sobre água subterrânea conforme previsto na descrição da Atividade 1. Este orçamento pressupõe que os custos de preparação e distribuição dos manuais/cartilhas, de acordo com Atividade 2, já estejam incorporados no orçamento nas ações de comunicação propriamente ditas. Da mesma forma admite que não existirão custos diretos para alavancar a rede de monitoramento mínima. O desenho do plano de monitoramento será incorporado ao conjunto de atividades da executora do convênio proposto na ação de zoneamento de aquíferos.

6. Resultados Esperados:

O maior resultado esperado é o fortalecimento do sistema de gestão de água subterrânea com a capacitação específica dos atores locais. A partir de um esclarecimento em nível regional, junto aos municípios e empreendedores regionais, aliada a uma capacidade de fiscalização mínima por parte do poder público, espera-se uma maior disciplina no que diz respeito às formas pelas quais a retirada de água subterrânea vem sendo realizada. Trata-se de regular um setor cujo crescimento aponta para uma não sustentabilidade. Concretamente, deverá se contar com laudos de monitoramento sistemático de qualidade e quantidade em nível de município e capacidade para análise de juízo e interpretação dos resultados. A quantidade e o tipo de perfuração deverá se adequar ao zoneamento proposto e ao tipo de aquífero a ser explorado. Prevê-se também a diminuição de poços clandestinos.

7. Formas de Monitoramento/Acompanhamento

O monitoramento das atividades desta ação pode ser avaliado em função da participação dos atores nas reuniões específicas sobre água subterrânea e os

entendimentos gerados. Não somente o número de atores, mas também a diversidade dos mesmos deve ser avaliada. À medida que os manuais de comunicação contenham conteúdos de águas subterrâneas, espera-se que as mesmas comecem a fazer parte do imaginário dos leitores. Um reflexo desta tomada de consciência em longo prazo seria uma melhora sensível nos padrões de uso dos aquíferos, refletidos, por exemplo, no melhoramento técnico dos pedidos de outorga e licença, bem como no aumento de anotações de responsabilidade técnica para perfuração e completação de poços junto ao CREA. A avaliação de ambos os registros para a Sub-Bacia em estudo a cada seis meses fornece um indicativo para as ações propostas. Dada a importância do tema e sua aplicação local imediata, espera-se que as prefeituras recebam capacitação e se fortaleçam a ponto de possuírem seus cadastros e procedimentos de monitoramento próprios. A existência de ditos procedimentos após o período de exceção da ação constitui-se em eficiente indicador. A presença de uma rede de monitoramento mínima com informações sistemáticas e confiáveis sobre as águas subterrâneas e sua disponibilização via a página de internet do Comitê de Bacia, por exemplo, representa um excelente indicador de alcance dos objetivos do Sub-Programa como um todo.

8. Obstáculos e Dificuldades

Os maiores obstáculos dizem respeito aos desafios encontrados pelas administrações públicas em trabalhar com ações preventivas e orientativas, seja por motivos financeiros, seja pela falta de recursos humanos. O mesmo vale para o DRH, uma vez que a articulação com o mesmo é fundamental. A grande dificuldade para que esta ação tenha resultados será produzir um arranjo institucional capaz de facilitar e efetivar a fiscalização a novas perfurações. Haverá muita resistência por parte das empresas constituídas legalmente e aptas para desenvolver perfurações caso se busque incorporar e capacitar empresas menores e clandestinas.