

OCORRÊNCIA E EXPLORAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE PEDRAS ALTAS (RS)

OCCURRENCE AND EXPLOITATION OF GROUNDWATER IN THE MUNICIPALITY OF PEDRAS ALTAS (RS)

KELI SIQUEIRA RUAS

Curso de Especialização em Geografia, Departamento de Geografia - Instituto de
Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas (RS)
keliruas@hotmail.com

Resumo: A água é fonte fundamental a vida, principalmente na forma líquida ela mantém o equilíbrio do planeta e é utilizada pelo homem para satisfazer uma série de necessidades, como o desenvolvimento da agricultura, produção industrial, geração de energia, uso doméstico e outros. Seu abastecimento mede a qualidade de vida de um determinado lugar. Em todos os continentes do Planeta eclodem conflitos sociais envolvendo a água. Neste cenário, torna-se cada vez mais urgente discuti-la. A água é passível de exploração, é fonte de lucro e de riqueza, apesar de abundante, somente uma pequena parte da água é doce e própria para o consumo humano, além de estar distribuída de forma desigual pelo Planeta. A presente pesquisa realizada em 2007 buscou dar uma contribuição à ampliação das discussões relativas à água, mais especificamente as águas subterrâneas, tendo como objeto de estudo a ocorrência e exploração da água subterrânea no município de Pedras Altas - RS. Para alcançar tal propósito foi feita uma revisão bibliográfica sobre algumas generalidades em hidrogeologia, buscando definir como é a água da localidade, assim como uma análise das características socioeconômicas de Pedras Altas, RS.

Palavras-chaves: Aquífero; Escudo Sul-Rio-Grandense; Pedras Altas (RS).

Abstract: Water is a fundamental source of life, especially in liquid form, it maintains the planet's balance and is used by man to satisfy a series of needs, such as the development of agriculture, industrial production, energy generation, domestic use, and others. Its supply measures the quality of life in a given place. Social conflicts involving water are arising in every continent of the planet. In this scenario, it becomes increasingly urgent to discuss it. Despite being abundant, only a small part of the water is fresh and suitable for human consumption, besides being unevenly distributed around the planet. The present research, carried out in 2007, sought to contribute to the expansion of discussions related to water, more specifically to underground water, having as object of study the occurrence and exploration of underground water in the city of Pedras Altas - RS. To reach such purpose a bibliographical revision on some generalities in hydrogeology was made, searching to define how the water of the locality is, as well as an analysis of the socioeconomic characteristics of Pedras Altas, RS.

Keywords: Groundwater; Geology of Rio Grande do Sul; Pedras Altas City.

Introdução

O Planeta Terra tem aproximadamente 4,5 bilhões de anos (PRESS *et al.*, 2004). Desde a Era Arqueozóica até a Era Cenozóica, período Quaternário, ela está passando por transformações em suas características físico-químicas e biológicas que irão possibilitar a evolução das espécies e o surgimento do homem. A evolução da

espécie humana ocorre com a intervenção direta sobre o meio, tendo início quando o homem do paleolítico, coletor de alimentos abandona em parte o processo nômade, passa ao processo sedentário e inaugura a fase de produtor de alimentos. Na medida em que o homem cria novas necessidades, ele busca novos instrumentos para satisfazê-las e nesse processo, que é histórico, ele vem se apropriando da natureza e incorporando-a ao seu universo. Dessa forma, o homem vem ao longo dos tempos construindo e reconstruindo o espaço geográfico (CARLOS, 2003).

A pesquisa do meio físico, especialmente aquela advinda do conhecimento geológico, proporciona ao homem, desde o mais primitivo, explorar e beneficiar os recursos minerais, com a finalidade de gerar conforto e utilidade. A partir dessa exploração, consegue melhorias habitacionais, de energia elétrica e outras mais complexas, como na fabricação de componentes eletrônicos. Dentre os bens minerais, a água é a substância mais abundante e a mais importante, ela é fonte indispensável a todas as formas de vida neste planeta e sua conservação é fundamental. Neste sentido, faz-se necessária maior responsabilidade e maior cuidado por parte do homem com esse recurso natural. O equilíbrio e o futuro do Planeta dependem da preservação da água e de seu ciclo.

Segundo Karmann (2003) a Terra quando vista do espaço é chamada de Planeta Azul, devido à predominância da cor azul da água, isso porque numa comparação entre áreas cobertas por água e gelo com as de terra firme, as terras emersas levam desvantagens predominando o azul das águas que cobrem mares lagos, rios, oceanos e geleiras.

A água encontrada no subsolo é também muito importante, corresponde a maior proporção de água doce líquida disponível na Terra, cerca de 2,8 % (PRESS *et al.*, 2004), alimenta os recursos hídricos superficiais e poços, os quais representam parte do abastecimento de adensamentos populacionais em todo Planeta.

No entanto o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos fica restrito a poucas regiões e por vezes, são passíveis de contaminação, ora pela inexistência de informações sobre o tema, ora pelos custos envolvidos na perfuração de poços, nos revestimentos adequados e nas análises da qualidade dessa água. Por essas razões, um

estudo dessa natureza torna-se necessário. É com base nesse raciocínio que se dá a presente pesquisa, ela é parte de um somatório na contribuição e reflexão da ocorrência e exploração das águas subterrâneas no Escudo Sul rio-grandense, servindo de modelo para outros municípios que se assentam sob os terrenos granitoides. Neste estudo, objetivou-se analisar a ocorrência e exploração da água subterrânea no município de Pedras Altas / RS. Como objetivos específicos, estabeleceram-se: analisar a importância da água no século XXI; caracterizar a área de estudo quanto ao seu potencial hidrogeológico; identificar os tipos de aquíferos existentes no RS; analisar a legislação da água no Brasil e, em particular, as leis que regem as águas subterrâneas; avaliar a percepção da comunidade local sobre a nova atividade econômica que está sendo desenvolvida na localidade, ou seja, a indústria de água mineral.

Metodologia

A pesquisa geográfica para atender as expectativas diante das transformações do mundo pós-moderno, deve ser crítica e ser orientada por um método científico dialético. No entanto, para conduzir esse trabalho, foi considerada, num primeiro momento, uma revisão bibliográfica para a caracterização geológica e hidrogeológica da área do município. Constaram do levantamento dados bibliográficos regionais e locais disponíveis em sites de órgãos e instituições, tais como: DNPM - Departamento Nacional da produção Mineral, CPMR - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CORSAN - Companhia Rio-Grandense de Saneamento, UFRGS - Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Neste trabalho foram considerados conjuntos de dados complementares, tanto quantitativos como qualitativos. Nos aspectos quantitativos, foram considerados os dados estatísticos, gráficos, mapas e tabelas para uma análise aprofundada do tema estudado.

Visando atingir o objetivo ao final da pesquisa, foi realizado um trabalho de campo em 2007 para comparar e unir as teorias com os dados coletados e a realidade

vivenciada no local de estudo, o município de Pedras Altas - RS. Foi realizada uma visita na propriedade da indústria de água mineral para averiguar a forma de extração da água, tipo e quantidade de poços, vazão, capacidade de recarga, possibilidade de contaminação das áreas de recargas do aquífero. A qualidade da água da indústria, assim como a de abastecimento do município, foram medidas através das análises realizadas pela CORSAN e empresas especializadas. Foram questionadas as dificuldades para a implantação do projeto e se a nova atividade tem se confirmado como uma estratégia de desenvolvimento para o espaço rural e urbano.

Para que se pudesse reunir maior número de dados, se fez uso de um questionário, fotos, anotações e tabelas que medem a qualidade da água do aquífero. A localidade foi identificada quanto as suas estruturas e aspectos hidrogeológicos, com base no mapa hidrogeológico do RS (MACHADO, 2005; CPRM, 2005).

A importância da água e o seu ciclo hidrológico

A humanidade não sobrevive sem água, nesse sentido, a questão crucial é a disponibilidade e o consumo, já que nossas complexas sociedades são cada vez maiores e demandam cada vez mais o uso da água. Observa-se a multiplicidade dos usos da água: atividade pesqueira, navegação, geração de energia elétrica, irrigação, uso industrial e consumo urbano, sobretudo doméstico.

Não há como dissociar do presente tema, além da disponibilidade e consumo, questões relativas à poluição e abastecimento. Os países desenvolvidos começam a alertar a necessidade de repensar o uso deste recurso finito “água”, visto que vários conflitos já foram travados pela disputa desse mineral, como as transposições do rio Jordão que corta Israel e Jordânia para o uso na agricultura. O Planeta corre o risco de um colapso referente à escassez de água potável num futuro próximo.

Para proteger os estoques de água existentes e ao mesmo tempo, atendermos nossas necessidades, assim como as necessidades futuras devemos saber não só onde encontrar água, mas também conhecer sua dinâmica de renovação.

De acordo com Press e Siever (2004), na natureza a água é essencial para muitos processos geológicos. Os rios e as geleiras são importantes agentes de erosão, ajudando a esculpir a paisagem dos continentes. Para o processo de intemperismo, a água age como solvente dos minerais das rochas e do solo, sendo também um agente de transporte que carrega materiais dissolvidos e alterados. A água que se infiltra no solo, forma reservatórios subterrâneos, que alimentam outros recursos hídricos superficiais e tem o papel de lubrificar os materiais envolvidos em escorregamentos e movimentos de massa. Essa água quando circula em corpos ígneos ou nas dorsais mesoceânicas produz depósitos de minério hidrotermal.

De acordo com Karmann (2003), o ciclo da água na Terra não tem início nem fim, mas o conceito de ciclo hidrológico (figura 1) comumente começa com a ação irradiadora do Sol que provoca a evaporação das águas dos oceanos, rios, lagos, represas e florestas. Esse vapor juntamente com aquele produzido pela transpiração dos seres vivos, principalmente as plantas, através da respiração, se acumula sobre o solo. Essa soma de processos é chamada de evapotranspiração, na qual a evaporação direta é causada pela radiação solar e vento, enquanto a transpiração depende da vegetação. A evapotranspiração em áreas de florestas tropicais (clima quente e úmido) devolve a atmosfera até 70% da precipitação.

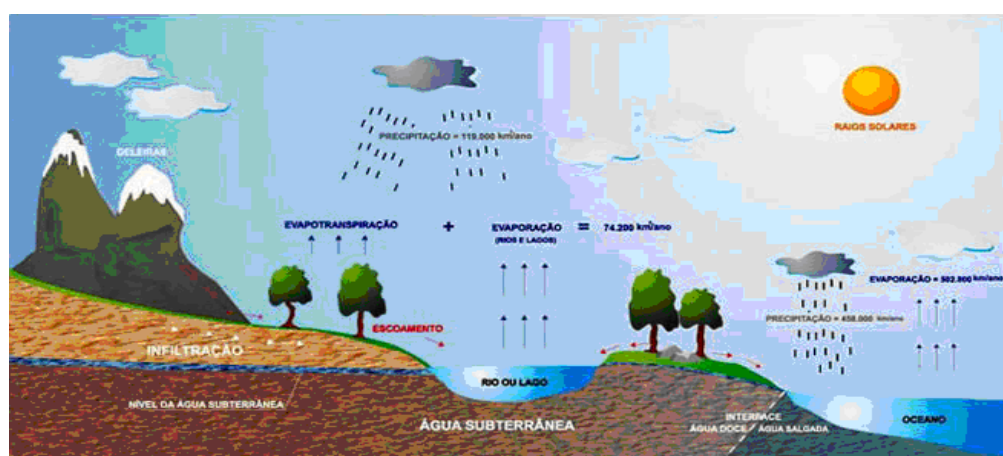


Figura 1. Ciclo hidrológico. A água vai para a atmosfera pela evaporação dos oceanos e continentes e deixa-a pela precipitação como chuva e neve. A água perdida pela evaporação dos oceanos é compensada pelas águas ganhas do escoamento superficial dos continentes e pela chuva sobre os próprios oceanos, assim o tamanho de cada reserva permanece constante. E parte da água da chuva infiltra-se no solo e nas rochas, onde se move como água subterrânea. Fonte: Borguetti *et al.* (2004).

Sob determinadas condições, essas partículas de vapor se condensam formando nuvens que ao serem resfriadas precipitam sobre a Terra na forma de chuva, ou granizo e neve quando o vapor de água se transforma diretamente em cristais de gelo e estes por aglutinação adquirem tamanhos e pesos suficientes para precipitarem. Tais precipitações são responsáveis pela geração e manutenção do importante reservatório representado pelas geleiras nas calotas polares e nos cúmes de montanhas.

Nos ambientes glaciais, o retorno das águas para a atmosfera ocorre pela sublimação do gelo, na qual a água passa diretamente do estado sólido para o gasoso, pela ação do vento. Nas regiões florestadas, uma parcela de precipitação é retida sobre folhas e caules, sofrendo evaporação posteriormente (interceptação). Com a movimentação das folhas pelo vento, parte da água retida continua seu trajeto para o solo. Esse processo diminui o impacto da chuva sobre o solo, reduzindo sua ação erosiva.

A água quando atinge o solo percorre dois caminhos diferentes. O primeiro é a infiltração que dependerá do material de cobertura da superfície (tipo de solo). A água de infiltração tende a preencher os vazios no subsolo e irá abastecer o corpo de água subterrânea. A segunda possibilidade ocorre quando a capacidade de absorção de água pela superfície é superada e o excesso de água inicia o escoamento superficial impulsionado pela gravidade para zonas mais baixas que converge para os cursos d'água constituindo a rede de drenagem.

O escoamento superficial, com raras exceções, tem como destino final os oceanos, lembrando também que parte do escoamento superficial posteriormente, infiltra-se no solo podendo retomar a superfície através de nascentes, alimentando o escoamento superficial.

A água é um dos recursos minerais mais abundantes da Terra, pelo seu ciclo ela se renova e é distribuída na maior parte da superfície do Planeta. Por isso é difícil imaginar que sua escassez possa alterar a dinâmica da natureza e comprometer alguns setores da economia. Segundo a ONU e a World Meteorological Organization (WMO, 1997) a escassez é causada pelo crescimento populacional acelerado, distribuição

desigual, o uso irracional e a deterioração da qualidade dos recursos hídricos, contudo a água vem sendo consumida em ritmo mais rápido do que pode ser renovada.

As estruturas geológicas aquíferas

As estruturas geológicas aquíferas são constituídas por rochas com capacidade para armazenar e permitir a circulação da água. Segundo o Instituto Geológico e Mineiro (2001) um aquífero é uma unidade geológica saturada que fornece água a poços e nascentes em proporção suficiente, de modo que possam servir como proveitosas fontes de abastecimento. Para ser classificada como aquífero, uma formação geológica deve conter poros ou espaços abertos repletos de água e permitir que a água mova-se através deles. Conforme Coleridge (2006), os reservatórios de água subterrânea armazenam cerca de 25,9% de toda a água doce, sendo o restante acumulado em lagos e rios, geleiras, gelo polar e atmosfera,

Tipos de aquíferos

A formação de aquíferos deve-se ao tipo de formação geológica. Karmann (2003) salienta duas propriedades das rochas que são decisivas para a existência de água subterrânea, a porosidade e a permeabilidade. Essas ele as classifica como primária e secundária.

A porosidade primária é gerada juntamente com o sedimento ou rochas, sendo caracterizada nas rochas sedimentares pelos espaços entre os grãos (porosidade intergranular). Esses ocorrem no regolito e em rochas sedimentares clásticas. Os arenitos compõem ótimos aquíferos deste tipo, com exceção dos arenitos silicificados, que devido ao grau de cimentação, são pouco permeáveis.

A porosidade secundária se desenvolve após a formação das rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares, por fraturamento ou falhamento durante sua deformação (porosidade de fraturas). Esses aquíferos formam-se em consequência de deformação tectônica, na qual processos de dobramentos e falhamentos geram sistemas de fraturas,

normalmente seladas, devido à profundidade. Esses devido ao alívio de carga litostática provocado pelo soerguimento regional e erosões das rochas sobrejacentes, sofrem aberturas submilimétricas a milimétricas, permitindo a entrada e fluxo de água. Karmann (2003) ressalta que o fluxo de água somente será encontrado na intersecção das fraturas. Dentro da porosidade secundária ocorrem também as fraturas não tectônicas, do tipo disjunção colunar em rochas vulcânicas, como nos derrames de basalto, resultantes de resfriamentos e contração do magma, vindo a formar posteriormente importantes aquíferos.

As rochas solúveis, como calcários e mármore possuem um tipo especial de porosidade secundária a porosidade cárstica (aquífero de condutos), constituída por uma rede de condutos com diâmetros pequenos gerados pela dissolução de rochas carbonáticas. Compõem aquíferos com grandes volumes de água, mas extremamente vulneráveis à contaminação, devido à baixa capacidade de filtração deste tipo de porosidade. A dissolução das rochas carbonáticas esculpe cavernas e forma espeleotemas compondo uma das mais belas paisagens naturais, assim como podem provocar dolinas de colapso.

Para Karmann (2003) O fator que determina a disponibilidade de água subterrânea não é a quantidade de água que os materiais armazenam, mas a sua capacidade em permitir o fluxo de água através dos poros, propriedade denominada de permeabilidade, que depende do tamanho dos poros e da conexão entre eles.

Os aquíferos ainda podem ser classificados como livres, suspensos e confinados (figura 2). Os livres são encontrados a poucas dezenas de metros da superfície; são associados ao regolito, sedimentos de cobertura ou rochas; aqui o topo é demarcado pelo nível freático, estando em contato com a atmosfera. Já os aquíferos suspensos referem-se a acumulações de águas sobre aquitardes¹ na zona insaturada, dando origem a níveis lentiformes de aquíferos livres acima do nível freático principal.

Os confinados irão ocorrer quando um aquífero está confinado entre duas unidades impermeáveis; são mais profundas estando a dezenas, várias centenas ou até

¹ Aquitarde caracteriza a formação geológica que pode armazenar água, mas que a transmite lentamente não sendo rentável o seu aproveitamento a partir de poços.

milhares de metros de profundidade; a água aqui estará sob pressão atmosférica e de toda a coluna de água localizada no estrato permeável.

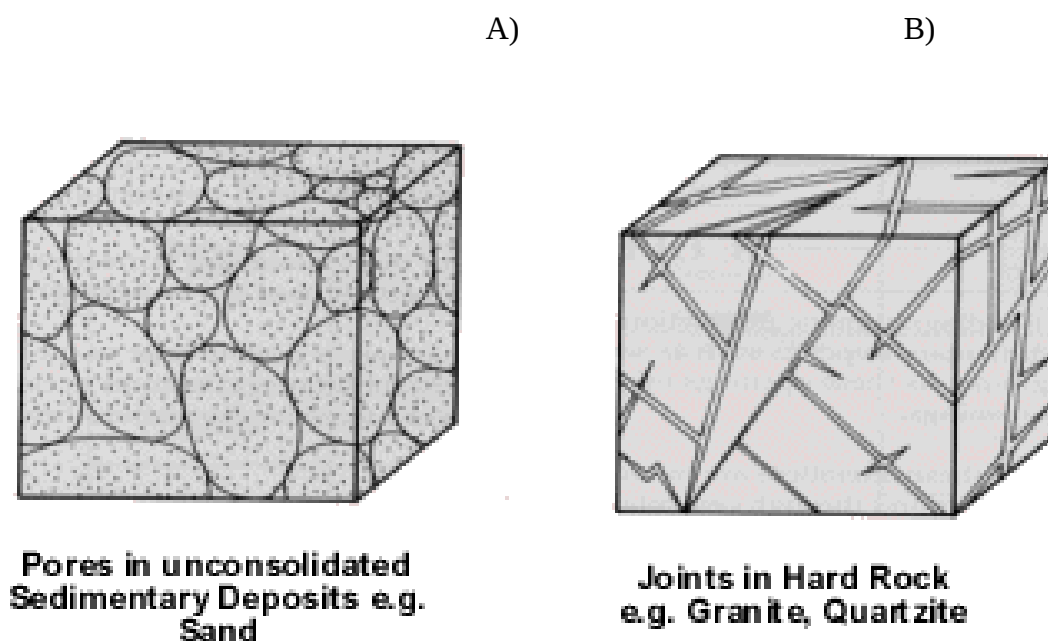


Figura 2. Estão representados dois tipos de formações aquíferas, a letra A representa um tipo de material poroso e permeável, como os solos e sedimentos arenosos a letra B exemplifica a formação de aquíferos fraturados formações rochosas duras e maciças, podendo ocorrer tanto em rochas metamórficas como nas ígneas, tal como ocorre no local de estudo, as águas superficiais ao infiltrarem no solo circula através das fendas e ou fraturas as quais tiveram origem nos movimentos tectônicos. Fonte: Larry e Alfredo (2015).

O fenômeno conhecido por artesianismo, responsável por poços jorjantes, é devido à pressão hidrostática exercida pela água na tentativa de alcançar a altura da zona de recarga. Quando ocorre a conexão entre um aquífero confinado em condições artesianas e a superfície, através de descontinuidades, como fraturamentos, falhas ou fissuras, formam-se nascentes artesianas.

A identificação das estruturas geológicas aquíferas sejam elas fissurais, porosas ou cársticas, requerem instrumentos e técnicas que possibilitem visualizar o subsolo em profundidade de forma indireta a partir da superfície, detectando as propriedades físicas dos materiais que as compõe.

Aquíferos no Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul dispõe de pouca pesquisa sobre água subterrânea. A CPRM - Serviço Geológico do Brasil e o governo do Estado do Rio Grande do Sul realizaram um trabalho que reuniu todas as principais informações sobre poços e mapeamentos hidrogeológicos dando origem ao mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul, produzido na escala 1:750.000 (CPRM, 2005). Neste, foram mapeadas as características gerais dos aquíferos e das províncias hidrogeológicas do Estado, visando fornecer conhecimento e informações para auxiliar no gerenciamento dos recursos hídricos. Esse mapa também é uma ótima ferramenta para a gestão das águas subterrâneas, avalia o potencial dos aquíferos, qualidade da água, grau de vulnerabilidade à contaminação e possibilidade de esgotamento.

Com base em estudos de cartografia hidrogeológica e informações sobre cadastramento de poços, sistemas de aquíferos foram identificados seguindo as semelhanças na capacidade de armazenamento de água das litologias.

Os aquíferos porosos agruparam-se em cinco tipos e os aquíferos fissurais em dois, também há ocorrência de aquíferos, respectivamente:

- Aquíferos porosos do Permiano, são contínuos intergranulares relacionados às formações areníticas Rio Bonito e Grupo Itararé;
- Aquíferos porosos do Triássico, são contínuos intergranulares de formação arenosa Pirambóia, Santa Maria e Sanga do Cabral;
- Aquíferos porosos do Cretáceo, são contínuos intergranulares relacionados às formações areníticas Guará e Botucatu;
- Aquíferos porosos do Cenozóico costeiros, intergranulares relacionados aos depósitos arenosos costeiros;
- Aquíferos porosos do Cenozóico coluvionares, são aquíferos intergranulares relacionados aos colúvios e depósitos de encostas;
- Aquíferos fissurais da Serra Geral é descontinuo, está relacionado com a Formação da Serra Geral;

- Aquíferos fissurais do Escudo Cristalino, também é descontínuo, e está relacionado às rochas ígneas, sedimentares e metamórficas fraturadas do Escudo Cristalino.

Políticas de águas no Brasil

As águas no Brasil, do período da colonização até o final do século 19, eram consideradas de “ninguém”, estando à disposição dos fluxos de comércio deslocados e ampliados que beneficiavam a burguesia mercantil, ou seja, estava a serviço de poucos, a reproduzir um padrão de desenvolvimento predatório e desigual.

No final do século XIX, as águas são chamadas de recursos hídricos e ficam sob a competência do Ministério da Agricultura (água como insumo). A partir de 1950, com a aceleração do processo de industrialização-urbanização, a atribuição passa ao Ministério de Minas e Energia (água como infraestrutura). Nos anos de 1980, período de redemocratização brasileira, a água passa a ser bem do Estado ou da União, sujeita a normatização e planejamento público e objeto de um sistema nacional e integrado de gerenciamento. Em 1995, a Secretaria de Recursos Hídricos ganha lugar específico na estrutura administrativa federal, na esfera do Ministério do Meio Ambiente. Em 1997 é promulgada a Lei Nacional dos Recursos Hídricos (9.433/1997), novo marco da regulamentação das águas. Aqui, o Estado renuncia a sua função provedora e dedica-se apenas às funções reguladoras da água, ou seja, em 2000, cria a ANA - Agência Nacional de Águas - com a missão de implementar a política nacional de recursos hídricos. Essa, mesmo vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, tem autonomia administrativa e financeira, conferindo uma sinalização positiva para os investidores privados, assim, ela convida os grandes usuários a se envolverem diretamente nos processos decisórios da água. Conforme Garzon (2007) somente haverá gestão descentralizada e integrada das águas se houver antes convergência política, articulação entre esfera pública e a participação qualificada da cidadania. Caso não haja transparência nas três esferas jurisdicionais (União/Estado/Municípios) o sistema se tornará fragmentado e ineficiente.

Mais tarde, repensando o papel da ANA e buscando dar uma maior orientação a sua implementação, a Companhia Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprova em janeiro de 2006 o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), comprometendo-se com o planejamento compartilhado entre Estado e sociedade civil objetivando o uso racional e sustentável das águas no Brasil até 2020.

Também afirma Garzon (2007) que a lei nacional de águas em um país como o Brasil, cobijado entre outras coisas por seu potencial agroexportador, logístico e hidrelétrico, não pode se limitar a “prevenir conflitos no uso da água”, o que seria nada mais que a cristalização dos manejos privados preponderantes. O verdadeiro alcance da política nacional de águas será definido no processo de implementação do PNRH.

A água subterrânea na legislação do Rio Grande do Sul

O Estado do Rio Grande do Sul, na busca de soluções para a crise da água, instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Esse sistema se fundamenta num modelo de gerenciamento, caracterizado pela descentralização das decisões e pela ampla participação da sociedade organizada em Comitês de Bacias hidrográficas, dessa forma, mesmo que o Estado seja detentor do domínio das águas superficiais e subterrâneas do seu território conforme determina a Constituição Federal, ele compartilha sua gestão com a população envolvida.

Para essa política de gestão dos recursos hídricos, segundo a SEMA em 1999, o RS foi dividido em três regiões Hidrográficas: a do Guaíba, a do Uruguai e a das Bacias Litorâneas e em 23 bacias hidrográficas, sendo que para cada Bacia está destinado um comitê, garantido que os seus respectivos cidadãos façam parte do gerenciamento de suas águas.

O Município de Pedras Altas, a área de estudo compreende a Bacia Mirim São Gonçalo (figura 3).

A geografia de Pedras Altas (RS)

O município de Pedras Altas está situado nas coordenadas 31° 35' 58" E e 53° 35' 02" O (figura 3), distante 32 km do município de Pinheiro Machado, 132 km de Pelotas e a 250 km da capital de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. A área territorial é de 1.377 km². Sua população é de 2.784, pessoas, dados estimados pelo IBGE em 2006. A densidade demográfica é de 2,0 hab/km².

Pedras Altas era parte do município de Herval e Pinheiro Machado, tendo se emancipado desses no ano de 2000. Conforme o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2002), o estado apresenta clima temperado do tipo subtropical classificado como mesotérmico úmido. Para Vieira (1984), na classificação de Köppen, corresponde ao tipo “CF”, temperado com chuva todos os meses. Dentro do CF ocorre o CfbI-mesotérmico médio na região do Escudo Sul-riograndense devido à influência da altitude. As temperaturas médias variam entre 15 e 18°C, com mínimas de até -10°C e máximas de 40°C.

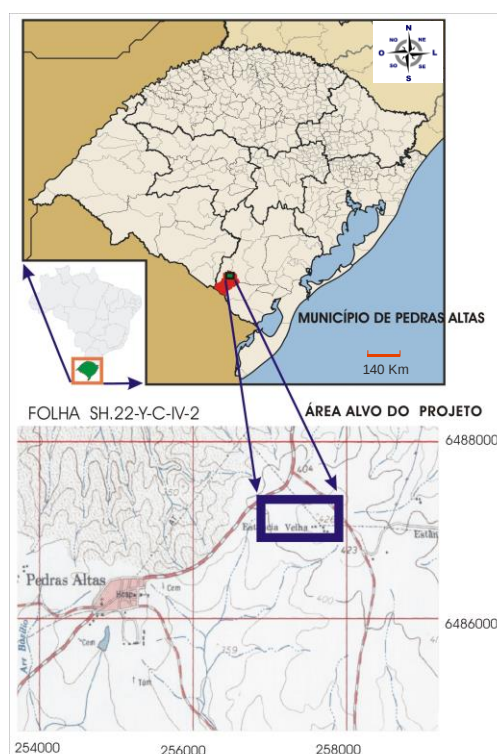


Figura 3. Localização do município de Pedras Altas (RS). Fonte: Mapa adaptado da SEMA (1999).

A vegetação nativa é representada por mata ciliar, onde naturalmente há maior concentração de umidade e ocorrem exemplares de *Eryngium* sp., e em locais mais secos encontram-se touceiras de *Baccharis* sp. (GEOLINKS, 2001). Detectou-se poucas representantes vegetais com porte arbóreo, os encontrados foram os seguintes: capororoca, tarumã, coronilha e tuna, nesses, observa-se o espifitismo, em sua maioria é composta por campos, estepes, floresta semiducal e áreas de formação pioneira.

A geomorfologia e a ocorrência de aquíferos em Pedras Altas (RS)

Quanto à geomorfologia, a área situa-se no domínio morfoestrutural denominado Escudo Sul-rio-grandense, com rochas ígneas do período Pré-Cambriano o qual constitui um domínio que exhibe, como arcabouço geológico, rochas cristalinas. O processo de intemperização química ao longo do tempo vem arredondando as formas mais proeminentes das rochas dando a elas um aspecto mamelonar, conhecido como "Mar de Morros" (figura 4) para o relevo da região (GEOLINKS, 2001).

Nos talvegues dos morros proeminentes ocorreu a instalação de cursos d'água, os quais, através de processos erosivos remontantes, moldaram incisões côncavas ao longo das vertentes, que ocasionaram rupturas na sua forma convexa, e predomínio de matações.

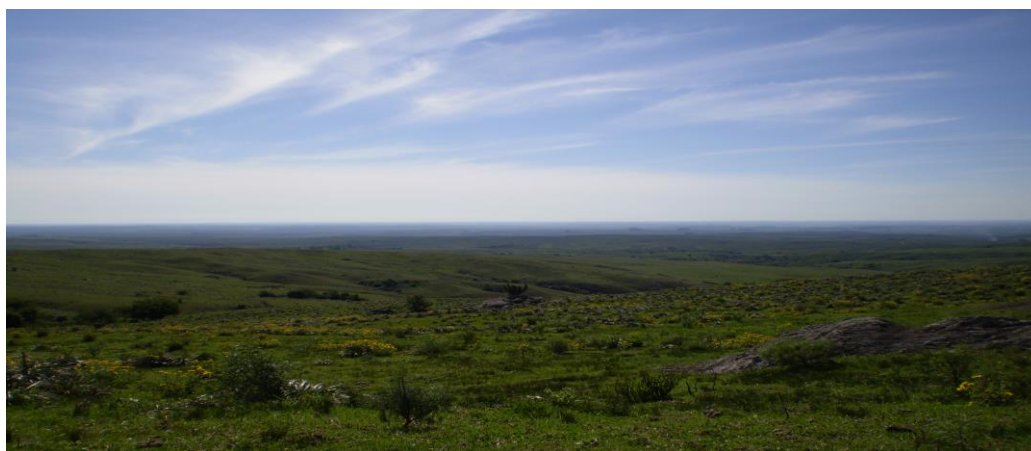


Figura 4. Fisionomia da paisagem do Cerro da Guarda. Fonte: Autora, 2007.

É comum nessa região a ocorrência de feições geológicas como diques de riolito e falhas com brechas silicificadas. Essa característica é importante porque permite o registro das falhas e fraturas, que constituem locus preferenciais para a circulação e acumulação das águas subterrâneas.

Aquífero Fraturado de Pedras Altas (RS)

O aquífero de interesse da pesquisa é classificado no mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul com a sigla E C 1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino com ocorrência na Região Sul do estado, entre Jaguarão e Pinheiro Machado, vindo a ocorrerem também na porção nordeste do Escudo Sul rio-grandense em Porto Alegre. Compreende as litologias graníticas fraturadas que ocorrem na fronteira entre o RS e o Uruguai

Conforme Geolinks (2001), a área em estudo compreende a zona de contato entre as unidades geológicas denominadas de Complexo Canguçu (DNPM, 1989), também definida como Suíte Granítica Pinheiro Machado, localizada a oeste, opondo-se à área de granito Pedras Alta pertencente a Suíte Granítica Dom Feliciano a leste uma parte da borda ocidental da grande massa granítica que constitui a Suíte Granítica Dom Feliciano a qual constitui, especialmente, a unidade litoestratigráfica dominante na porção Leste CDF. Essa unidade é constituída por rochas granitóides tardi a pós-cinemáticas, correlacionáveis, em termos intrusivos aos estágios tardios da deformação transcorrente que afetou o CDF.

Essas características da formação geológica garantem a ocorrência do aquífero do tipo fraturado associado a substrato granítico. As fraturas conferem ao conjunto à capacidade de armazenar e transmitir volumes de água, conferindo a localidade um aquífero em potencial, nesse caso, o fluxo de água ocorre através de fraturas discretas ou através de redes interconectadas de fraturas.

Os processos intempéricos físicos e químicos associados a regimes de climas úmidos contribuem para a capacidade de armazenamento de água das rochas fraturadas, pois favorece a formação dos solos saprolíticos, como resultado desta ação, alguns

mantos de alterações constituem-se em bons aquíferos e, portanto, são considerados uma fonte de recarga para os aquíferos fraturados posicionados logo abaixo. Essa recarga dependerá da espessura do manto de alteração, da declividade do terreno e dos graus de fraturamento e precipitação.

O abastecimento da água em Pedras Altas (RS)

A pesquisa de campo comprovou que o município de Pedras Altas é abastecido com água mineral proveniente do aquífero fraturado do escudo Sul rio-grandense. Com base nos questionários aplicados, verificou-se que a população sempre abasteceu-se com a água subterrânea, proveniente de poços artesianos. Desde 1976 a utilização de poços tubulares vem sendo utilizada. Atualmente, o município possui três poços perfurados: o PDA 2 ($6 \text{ m}^3/\text{h}$) e o PDA 4 (interrompido por entupimento do filtro), ambos compõem os poços reservas e, em atividade, está o PDA 5, capacitado para um bombeamento de 24 h/dia, com uma vazão de $13,20 \text{ m}^3/\text{h}$, sendo que, de sua capacidade máxima somente 8h/dia é utilizada de acordo com a demanda do município.

Sobre a qualidade da água, as análises feitas pela CORSAN, realizadas de hora em hora, comprovam uma excelente qualidade da água (tabelas 1 e 2). Os poços operados pela CORSAN são para o abastecimento da comunidade, não havendo comercialização dos mesmos.

Através do questionário aplicado a alguns moradores, percebeu-se que o abastecimento de água é satisfatório para a maioria dos entrevistados, mas que poucos sabiam a respeito da origem do seu abastecimento. Este fato mostra a importância de buscar uma consciência ambiental na comunidade, visto que a água subterrânea é suscetível a contaminações e que a atividade econômica desenvolvida no município, a pecuária, requer muita água. Segundo dados obtidos da *Human Development Report* (2006), para produzir um quilo de carne se consomem 15.000 litros de água.

O município vem desenvolvendo novas ruralidades, ou seja, novas funções do espaço agrário, tais como: Turismo rural, indústria da água mineral, criação de Bubalinos, ovinocultura, introdução das videiras e monocultura do eucalipto, sendo que

as duas últimas implicam na fisionomia do espaço rural. Sobre essas novas funcionalidades do espaço geográfico, os moradores estão otimistas, mas ainda não avaliam os impactos ambientais. Segundo um dos entrevistados, “ainda é muito cedo para se ter uma idéia do que vai dar”. As novas atividades vêm proporcionando maior número de empregos, tanto diretos como indiretos.

A indústria da água mineral no município de Pedras Altas (RS)

Segundo informa a Prefeitura Municipal de Pedras Altas, o município possui apenas uma indústria, a indústria de água mineral natural Fonte Pedras do Sul. De acordo com a visita feita ao proprietário da Fonte Pedras do Sul, foi possível analisar algumas questões sobre a exploração econômica da água.

Conforme a legislação das águas no Rio Grande do Sul, as águas do aquífero fraturado da indústria pertencem ao estado. Este, constitucionalmente, é prioritário dos recursos hídricos, cabendo a ele ouvir a sociedade; fixar metas de qualidade das águas a serem atingidas em longo prazo, corporificando usos desejados desses recursos e; exigir a melhoria e/ou manutenção da qualidade atual. O estado tem o dever de monitorar permanentemente a qualidade e quantidade dos cursos d'água, bem como as emissões das fontes utilizadoras/poluidoras, no sentido de verificar (ou não) o alcance gradativo das metas estabelecidas, mantendo a sociedade informada sobre o processo.

Foram sete anos e meio de estudos e burocracia para conseguir a liberação da documentação para a exploração econômica da fonte. O empresário teve o auxílio de uma prestadora de serviços nesse ramo, a Geolinks - Geologia, Engenharia e Meio Ambiente, que utilizou imagens de satélite para identificar a fratura e perfurar a rocha.

No perfil do poço é possível analisar os tipos de rochas por onde percola a água e sua profundidade (tabelas 1 e 2). A presença do granito rosa (figura 5) garante uma água com baixos teores de sal, raramente superiores a 200 mg/l e uma ótima potabilidade, dispensando qualquer tipo de tratamento prévio ao seu consumo, o que lhe confere ser uma água mineral (tabelas 1e 2).



Figura 5. Granito rosa no Escudo Sul Rio-Grandense. Fonte: Autora, 2007.

Tabela 1. Ensaios físico-químicos para relatório de pesquisa de água mineral e índice de qualidade de água distribuída, realizados pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviços Geológicos do Brasil), no município de Pedras Altas.

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	PARAMETROS DE QUALIDADE DA AGUA												
	pH	Turbidez (NTU)	Cor (mg/L Pt)	Cl (mg/L)	F (mg/L)	HCO ³ (mg/L)	Mn (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Matéria Orgânica
1	6,6	0,6	2,0	0,8	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2	6,3	0,4	2,0	18,0	0,4	84,0	0,01	29,0	9,0	31,0	49,5	8,1	0,5
3	6,07	-	-	-	-	54,58	-	-	-	-	-	-	-

Amostras: 1. Índice de qualidade da água distribuída no município de Pedras Altas. CORSAN, 2007. 2. Ensaio físico-químico do poço PDA 05. CORSAN, 2002. 3. Estudo "in loco" para relatório de pesquisa de água mineral – Poço 01 "Fonte Pedras Altas". CPRM, 2007.

Organização: Autora, 2007.

Tabela 2. Poços Tubulares Profundos da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), da Comissão Especial de Obras de Irrigação (CEOI), da Secretaria das Obras Políticas (SOP) e da Secretaria do Planejamento Territorial e Obras (SPO), perfurados na Área da Folha Pedro Osório.

SIGLA DO POÇO	MUNICÍPIO	PROF. FINAL (m)	NÍVEL ESTÁTICO PROF. (m)	REBAIXAMENTO (m)	VAZÃO (m/h)	REVESTIMENTO		AQUÍFERO PRINCIPAL (LITOLOGIAS)	OBSERVAÇÕES
						PROF. (m)	DIÂMETRO (pol)		
G699PDA2	Perdas Altas	92,0	0,90	74,38	6,27	15,46	203	Granitóides (10,5 m regolitos)	Revestimento ranhurado de 15,6 a 21,04 m com diâmetro de 203 mm.
G887PDA4	Perdas Altas	70,0	3,73	56,89	4,93	51,93	152	Granitóides	Filtros Nold (142 mm) e 3 intervalos.

Organização: Autora, 2007.

A indústria vem atuando no mercado há 2 anos e já conquistou os mercados da região Sul da metade Sul, possuindo dez distribuidoras em Pelotas, seis em Rio Grande,

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 14, n. 1, jun. 2021. ISSN 1981-4089

uma no Capão do Leão, duas em Bagé, uma em Piratini, duas em Canguçu e com possibilidade de novos negócios em São Lourenço do Sul.

A indústria conta com 15 empregos diretos e vários indiretos, funcionando de segunda a sexta feira. Possui uma casa de lavagem de galões e uma linha de transmissão adequada de captação da água do aquífero fraturado (figura 6). O poço em atividade possui 120 metros de profundidade e é do tipo tubular. Nos primeiros 9 metros, onde encontra-se uma camada de solo, o tubo de aço possui trinta polegadas de diâmetro e no seu interior encontra-se um tubo geomecânico de quinze polegadas, o qual perfura o granito. A 115 metros de profundidade fica a bomba do poço, a mesma tem capacidade para extrair 300 litros/hora. A temperatura da água na fonte é de 19°C. Segundo o RIMA (Relatório de Impactos Ambientais) de 2001, a atividade é livre de qualquer risco de contaminação ambiental.



Figura 6. Infraestrutura da indústria de água mineral natural Fonte Pedras do Sul. Fonte: Autora, 2007.

Considerações e recomendações

O levantamento teórico realizado ao longo desta pesquisa ressaltou a importância da água e de sua preservação. Também mostrou que é preciso ter um estudo que viabilize sua exploração, para que as atividades desenvolvidas no presente não comprometam as necessidades futuras, conforme emanam as diretrizes da legislação das águas no Rio Grande do Sul (Lei Estadual 10.350/1994), que atribui à água o uso

sustentável, através do gerenciamento administrativo com políticas públicas eficientes e humanas, como é o caso dos Comitês das Bacias hidrográficas gaúchas.

As observações e o trabalho de campo permitiram radiografar um pouco das características ambientais e socioeconômicas da localidade estudada.

Observou-se que o município de Pedras Altas está localizado no domínio hidrogeológico das rochas cristalinas, característica esta que apresenta vantagens e desvantagens. Os solos rasos, com presença de matações, conferem poucos espaços adequados à agricultura. Nesses, é desenvolvida a produção de soja, sorgo e monocultura de eucalipto, que não exigem grandes cuidados. Há, também, um proprietário que desenvolve uma experiência com a produção de videiras. Sendo assim, a atividade de maior peso econômico passa a ser a pecuária de corte e leiteira.

A vantagem fica por conta do abastecimento da água do município que provem do aquífero fraturado do escudo Sul-rio-grandense, uma água de ótima qualidade segundo os moradores entrevistados, e análises da Corsan, que possibilitou o desenvolvimento de uma indústria de água mineral.

Foi possível observar que alguns moradores têm investido em novas atividades econômicas para a região, mostrando que é possível dar novas ruralidades ao espaço agrário, ou seja, novos enfoques para o desenvolvimento rural, impedindo que a falta de emprego no campo leve ao êxodo rural e agrave os problemas urbanos, como vem ocorrendo nas últimas décadas devido à mundialização da economia. O turismo rural, juntamente com a produção de videiras, a criação de bubalinos e a indústria da água mineral, são exemplos de novas ruralidades desenvolvidas no município.

Observou-se também que as iniciativas de desenvolvimento partiram de uma classe mais favorecida da sociedade. Os menos favorecidos contam com apenas uma escola pública na cidade e uma no interior, não se questionam sequer sobre o abastecimento da água de suas residências, prevalecendo o senso comum, e com ele o “mito da abundância” dos recursos naturais, sobretudo da água.

É notório o potencial econômico de Pedras Altas, turisticamente, conta com belas paisagens como as do Serro da Guarda, a mais ou menos 400 metros de altitude, um castelo de pedra (casa do Assis Brasil) e parte da história política e cultural do

Pampa Gaúcho no final do século XIX. No que se refere à exploração de recursos naturais a região é promissora ao estabelecimento de um pólo produtor de pedras ornamentais, pois possui grandes blocos de granito rosa.

Quanto à indústria da água mineral, conclui-se que tem trazido retorno para o município, tanto com a geração de empregos diretos quanto indiretos. O município arrecada 25% dos 17% que são pagos de ICMS. A visita à indústria da água também faz parte da rota turística, a qual ainda é muito limitada devido ao estado das estradas de acesso que não são pavimentadas (“estradas de chão”), o que dificulta também o transporte dos botijões de água.

Espera-se que Pedras Altas sirva de exemplo a outros municípios, na busca de novas ruralidades, conciliando o desenvolvimento econômico com o potencial local disponível, e que os governos possam dar o seu apoio cumprindo com o papel do estado na melhoria da infraestrutura e apoiando também o pequeno proprietário.

Referências

BORGUETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. **O Aquífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos ambientais, 2004.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos (lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997)**. Brasília: Presidência da República / Casa Civil, 1997.

CARLOS, A. F. A. **A Cidade**. São Paulo: Contexto, 2003.

COLERIDGE, S. T. O ciclo hidrológico e a água subterrânea. In: PRESS, F.; SILVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 313-340.

GARZON, L. F. N. **Políticas de águas no Brasil e os distintos caminhos de sua implementação**. São Paulo: Casa Amarela, 2007.

GEOLINKS. **Relatório final de pesquisa**: fonte Pedras Altas. Porto Alegre: DNPM, 2001.

INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO - IGM. **Água subterrânea**: conhecer para preservar o futuro. Lisboa: IGM, 2001.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 14, n. 1, jun. 2021. ISSN 1981-4089

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, C.; FAIRCHILD, T.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. p. 113-138.

LARRY, C. A. J.; ALFREDO, L. A. H. **Estudio de la fuente de abastecimiento de agua potable del C.P.M Campo Nuevo, Distrito de Guadalupito, Provincia Virú, Departamento la Libertad**. 2015. 201 f. Tesis (Trabajo final del Curso de Grado en Ingeniería). - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Santa, Chimbote (Peru), 2015.

MACHADO, J. L. F. **Projeto mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul**: relatório final. Porto Alegre: CPRM, 2005.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T.H. **Para entender a Terra**. Porto Alegre, Bookman, 2004.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Coordenação e Planejamento (SCP). **Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SCP, 2002.

RIO GRANDE DO SUL. **Sistema Estadual de Recursos Hídricos (Lei n. 10.350, de 30 de dezembro de 1994)**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa / Gabinete de Consultoria Legislativa, 1994.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). **Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEMA, 1999.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul, na escala 1:750. 000**. Porto Alegre: CPRM, 2005.

VIEIRA, E. F. **Rio Grande do Sul**: geografia física e vegetação. Porto Alegre: Sagra, 1984.

<https://public.wmo.int/en/our-mandate/water>

<http://www.cprm.gov.br>

<http://www.dnpm.gov.br>

<http://www.ibge.gov.br>

<https://www.pedrasaltas.rs.gov.br/>