

# CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA: UMA FERRAMENTA AUXILIAR NA CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (RS)

**Bibiane Lengler Michaelsen<sup>1</sup>, José Paulo Sacco Schultze<sup>2</sup> e  
Heraldo Cavalheiro Navajas Sampaio Campos<sup>3</sup>**

**Resumo** - Baseado em método de estudo de mapas hidrogeológicos em várias escalas (disciplina “Cartografia Hidrogeológica”- Curso de Pós-Graduação em Geologia da UNISINOS), este trabalho apresenta propostas cartográficas compatíveis às áreas de dissertação de mestrado relacionadas a i) recuperação de áreas degradadas na Mina de Candiota da Companhia Riograndense de Mineração (RS) e ii) áreas de risco geológico em morros no município de Porto Alegre (RS).

**Palavras-chave** - Hidrogeológica – Candiota - Glorinha

## 1. INTRODUÇÃO

A finalidade de uma carta hidrogeológica é estabelecer distinções entre os diferentes terrenos e regiões segundo suas características hidrológicas, em associação com a geologia. Além disso, deve conter informações que permitem uma melhor compreensão sobre a ocorrência, o movimento, a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas.

Os objetivos da disciplina “Cartografia Hidrogeológica” (Curso de Pós-Graduação em Geologia da UNISINOS) de que “ao final da disciplina o aluno deverá estar capacitado para desenvolver uma proposta de cartografia hidrogeológica que permita caracterizar

---

<sup>1</sup> Mestranda, UNISINOS, Geologia, Av. Unisinos, 950, 93022-000 - São Leopoldo, RS., Fax: 051 5908177, e-mail: bibi@delos.unisinos.tche.br

<sup>2</sup> Mestrando, UNISINOS, Geologia, Av. Unisinos, 950, 93022-000 - São Leopoldo, RS., Fax: 051 5908177, e-mail: schultze@delos.unisinos.tche.br

determinadas áreas de interesse', seguindo o programa que é constituído de "generalidades, estado da arte, mapas hidrogeológicos gerais, mapas hidrogeológicos especiais, análise cartográfica e proposta hidrogeológica de cartografia", permitiram que alunos da pós-graduação realizassem um estudo lastreado nesta sistemática de aprendizado.

## 2. MÉTODO E FONTES DE INFORMAÇÃO

Para aplicação deste método foram escolhidas as próprias áreas dos temas dos projetos de dissertação de mestrado relacionados a i) recuperação de áreas degradadas na Mina de Candiota da Companhia Riograndense de Mineração (RS) – área 1, e a ii) áreas de risco geológico em morros no município de Porto Alegre (RS) – área 2.

A revisão da literatura cartográfica foi fruto de um levantamento local (que mostrou-se escasso), onde agrupou-se os mapas ou cartas disponíveis por grandeza de escalas, segundo a proposta de Mente (1997): "*Mapas Hidrogeológicos Sistemáticos Generalizados*" e "*Mapas Hidrogeológicos Derivados para Diversos Propósitos*".

Os "*Mapas Hidrogeológicos Sistemáticos Generalizados*" são aqueles realizados por instituições centralizadas no governo, como departamento geológico e hidrogeológico. Baseiam-se num programa contínuo de coleta, avaliação e interpretação de dados, geralmente cobrindo grandes áreas.

Neste contexto foram analisados os seguintes mapas :

. "*Mapa Hidrogeológico do Brasil*", escala 1:5.000.000 (CPRM, 1983);

. "*Mapa Hidrogeoquímico do Estado de São Paulo*", escala 1:1.000.000; "*Mapa Hidrogeoquímico do Sistema Aqüífero Botucatu Confinado*", escala 1:2.000.000; "*Mapa da Qualidade Química das Águas para Distintos Usos*", escala 1:2.000.000 (Campos, 1993);

. "*Mapa Hidrogeológico da Folha de Porto Alegre*", escala 1:250.000 (CPRM, 1997).

Já os "*Mapas Hidrogeológicos Derivados Para Diversos Propósitos*" normalmente são orientados para solucionar problemas e servir a um grupo bem definido. Os mesmos diferem dos generalizados por seu alto grau de interpretação e particularmente, por sua

---

<sup>3</sup> Prof. Dr., UNISINOS, Geologia, Av. Unisinos, 950, 93022-000 - São Leopoldo, RS., Fax: 051 5908177, e-mail: heraldo@dgeo.unisinos.tche.br

legenda e apresentação adaptadas aos usuários. Como exemplo deste tipo de mapa pode-se citar o “*Mapa Hidrogeológico da Folha de Santa Maria*”, escala 1:100.000 (CPRM, 1994).

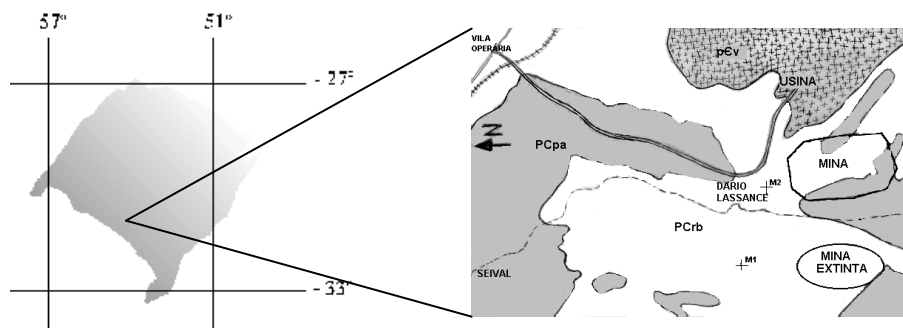
Além destes mapas analisados, foram consultados outros guias metodológicos como: “*Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:2.500.000*” (Mente & Mont’ Alverne, 1978), “*Recommended Symbols for Engineering Geological Mapping*” (Matula, 1981), “*International Legend for Hydrogeological Maps*” (UNESCO, 1983), “*Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, escala 1:5.000.000*” (IPT, 1994) e “*Hydrogeological Maps: A Guide and a Standard Legend*” (Struckmeier & Margat, 1995).

### 3. AS ÁREAS DE ESTUDO

A área 1, Mina de Candiota (Figura 1), situa-se na cidade homônima e dista 65 km e 400 km das cidades de Bagé e Porto Alegre, respectivamente.

A jazida de Candiota está inserida na porção inferior da seqüência de rochas que compõem a província geológica denominada “Sedimentos Gondwânicos”, balizando os limites sul da Bacia do Paraná. A região corresponde a borda sul-sudoeste da “Depressão Periférica”, junto as litologias do “Escudo Sul Riograndense” (Gavronski, 1997).

Segundo Mello (1996), as camadas de carvão juntamente com folhelhos carbonosos, folhelhos cinza-escuros, argilitos, siltitos e arenitos (eventualmente conglomeráticos), integram a Formação Rio Bonito, sobreposta através de contato transicional pela Formação Palermo, ambas compondo o Sub-Grupo Guatá (Grupo Tubarão), assentadas na região em contato discordante sobre rochas (principalmente quartzitos) da Formação Vacacaí (Grupo Porongos).



PCpa (Formação Palermo), PCrb (Formação Rio Bonito), pεV (Formação Vacacaí)

**Fig. 1.** Localização e Mapa Geológico Simplificado de Candiota.

A jazida de Candiota representa 37,95% das reservas de carvão do Brasil e 43,87% das existentes no Estado do Rio Grande do Sul. A produção anual de carvão da Mina de Candiota tem oscilado em 1,5 milhões de toneladas e destina-se, em sua quase totalidade, para geração termoelétrica.

Durante o desenvolvimento do projeto de mestrado nesta área, os principais problemas a serem estudados estarão relacionados aos impactos ambientais junto aos sistemas de drenagem (acidez das águas, erosão/assoreamento de depósitos residuais), ao manuseio das camadas reaproveitáveis para cobertura final das áreas recuperadas topograficamente (solos orgânicos + horizontes A e B) e a definição de tipos de vegetação apropriados para a estabilização das áreas mineradas.

Para o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, serão adotadas as recomendações para seleção de parâmetros analíticos segundo o *“Monitoreo de la Calidad de las Aguas Subterranas: Una Evaluación de Métodos y Costos”* (Foster & Gomes, 1989).

Ao final do projeto, a dissertação apresentará recomendações técnicas e orientações para a melhor disposição dos materiais na área da mina, além de sugestões para a sua recuperação.

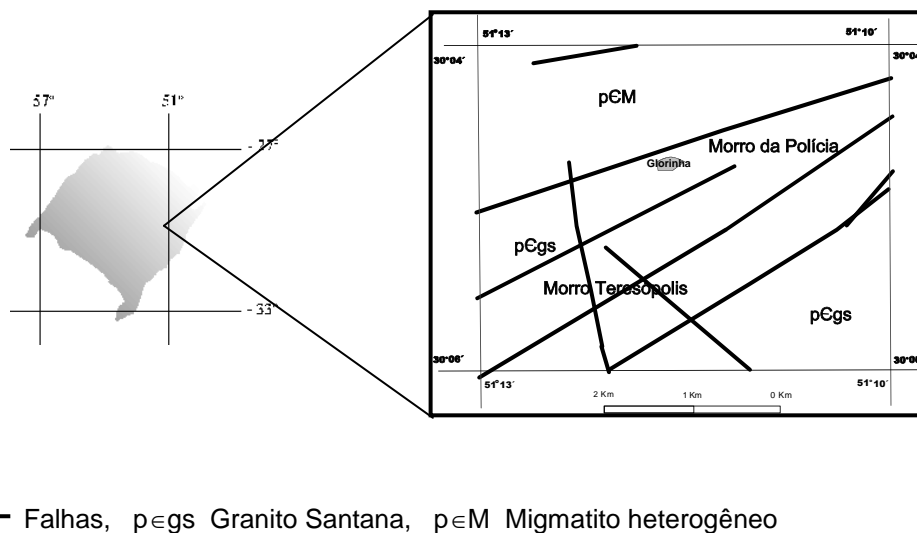
A área 2, Vila Glorinha (Figura 2), uma das áreas de risco geológico da cidade de Porto Alegre, localiza-se no Morro da Polícia e é ocupada por uma população de baixa renda.

Neste cenário, que se repete em muitos municípios do território brasileiro, a ausência de saneamento básico representado pela deficiência dos sistemas de coleta de lixo, de esgoto e de distribuição de água, associado ao lançamento de águas servidas e ao acúmulo de entulho nas encostas por parte dos moradores, são fatores, entre outros, que muitas vezes aceleram os processos de escorregamentos nas encostas.

Para atingir os objetivos de um projeto de mestrado em área de risco geológico em morros, ou seja, identificar os principais processos geológicos responsáveis pelas alterações no meio físico, a atividade antrópica num quadro de evolução histórica e mostrar técnicas de planejamento, manejo e recuperação, foi escolhida a Vila Glorinha por representar o contexto descrito.

A área de estudo está assentada em corpo granítico Pré-Cambriano de forma alongada com direção nordeste, lembrando uma ampulheta, denominado “Granito Santana” (Schneider *et al.* 1974). Pertence à Província Morfológica do “Escudo de Rochas

Cristalinas” (INCRA, 1966), apresentando um relevo fortemente acidentado e solos erosionados, caracterizando perfis pedologicamente classificados como Litólicos com horizonte B muito pouco desenvolvido (Bastos & Dias, apud Robaina *et al.* 1994).



**Fig. 2.** Localização e Mapa Geológico Simplificado da Glorinha.

Em levantamento anterior, abrangendo 20% do total da Vila Glorinha, foram cadastradas 101 moradias situadas em terrenos com declividades no intervalo de 30 a 60 %. Dentre os principais problemas diagnosticados, observou-se que existe distribuição de água para a maioria da população, embora somente 20% das casas possua rede de esgoto. As moradias restantes lançam os dejetos e águas servidas “*in natura*” em valos a céu aberto, concordantes com as linhas de drenagem, que muitas vezes estão entupidos de lixo, de entulho e de sedimentos, impedindo a condução disciplinada das águas pluviais (Campos *et al.* 1996).

Em recente trabalho de campo (21 de maio de 1998), como parte prática da disciplina de “Geologia de Engenharia e Meio Ambiente” (Curso de Pós-Graduação em Geologia da UNISINOS) ministrada pelo Prof. A. M. dos S. Oliveira, verificou-se o agravamento dos problemas aqui descritos.

#### 4. PROPOSTAS CARTOGRÁFICAS







Estas propostas apresentadas a seguir inserem-se no contexto do grupo de “*Mapas Hidrogeológicos Derivados Para Diversos Propósitos*”, que são voltados, geralmente, para buscar soluções em problemas específicos, como por exemplo: prospecção mineral, engenharia hidrogeotécnica, recuperação de solos, etc.

Deste modo, para cada área de estudo foram também arrolados os símbolos hidrogeológicos que devem constar da legenda e suas respectivas cores.










A área 1 (Candiota) terá como base planialtimétrica levantamentos topográficos realizados pela CRM, em vários períodos, nas escalas 1:2.000 a 1:5.000 .

Assim o partido adotado para esta área será :




### 1. topomínia, cor preta

	curvas de nível a cada 10 m
	construções
	unidades industriais
	estradas municipais e de serviço, não pavimentadas
	ramal ferroviário (extinto)
	cemitério




### 2. elementos hidrográficos, cor azul



	arrosios
	drenagens da área de mineração (canais pluviais efêmeros e nômades)
	divisores de água superficiais
	área de mina aberta afetando o regime de água subterrânea natural
	lagoas/açudes
	lançamento de esgoto cloacal
	fossa negra
	bacia de decantação de sólidos
	estação pluviométrica

### 3. vegetação, cor verde

	campo nativo
	gramíneas em áreas recuperadas
	vegetação arbórea

### 4. elementos geológicos (símbolos de rochas e solos), cor preta

	arenitos
	argilitos/folhelhos
	carvão

-  siltitos
-  solos argilo-siltosos









### 5. poços de monitoramento, cor vermelho












1. número do poço
2. pH
3. metais pesados
4. total de sais dissolvidos (mg/l)

Para a realização da proposta da área 2 (Glorinha), será utilizada como base planialtimétrica o “*Mapa Cadastral do Município de Porto Alegre*”, escala 1:1.000, de 1987, com representação dos seguintes elementos:








### 1. toponímia, cor preta

-  curva de nível
-  rua pavimentada
-  rua sem pavimentação
- moradias:
-  mista (alvenaria e madeira)
-  madeira
-  alvenaria
-  em construção
-  áreas com depósito de lixo pontual



### 2. elementos hidrográficos, cor azul

-  fonte
-  poço escavado manualmente
-  concentração de fluxos superficiais
-  divisor de águas de superfície
-  inclinação da vertente
-  reservatório de água
-  estação pluviométrica
-  fossa negra
-  adutora

### 3. vegetação, cor verde

	vegetação arbórea
	vegetação rasteira
	sulcos e ravinas
	escorregamentos em encostas
	recalques por colapso de solos
	área potencial de deslizamentos de terra
	área potencial de deslizamentos de rocha

### 4. elementos geológicos, cor preta

	colúvio, tálus e detritos
	granito

## 5. CONCLUSÕES

A área de interesse e a escala são elementos essenciais para a concepção de uma mapa hidrogeológico. Com base na análise efetuada em diferentes escalas de trabalho, ao final do curso cada aluno apresentou uma proposta cartográfica compatível com sua área física do projeto (pequena) e sua representação adequada de escala (grande).

Assim, a proposta de cartografia hidrogeológica aqui desenvolvida, como uma ferramenta auxiliar na caracterização de áreas degradadas, propiciou a geração de informações que deverão ser integradas na cartografia final de cada tema de dissertação.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a aluna Anamaria Fonseca Stranz, do curso de Biologia da UNISINOS, pelas idéias, apoio e dedicação para a edição final deste trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, H.C.N.S. 1993. Caracterização e cartografia das províncias hidrogeoquímicas do estado de São Paulo. São Paulo. 177p. 1 mapa (Tese de Doutorado, IGc/ USP).
- CAMPOS, H.C.N.S.; SEQUEIRA, E.M., SCHRECK, R.; MICHAELSEN, B.L. 1996. Zoneamento de áreas de risco no Morro da Polícia (Glorinha), Porto Alegre, RS. In: SIMP. BRAS. CART. GEOT., 2 & ENC. REG. GEOT. MEIO AMB., 1. São Carlos, 1996. Atas..., São Carlos, ABGE. p. 13-18.



- CPRM (COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS). 1994. Mapa hidrogeológico da folha de Santa Maria, SH.22-V-C-IV, escala 100.000. Porto Alegre, CPRM.
- CPRM (COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS). 1997. Mapa hidrogeológico da folha de Porto Alegre, escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Porto Alegre, CPRM.
- FOSTER,S. & GOMES,D. C. 1989. Monitoreo de la calidad de las aguas subterranas: una evaluación de métodos y costos. Lima, Perú, CEPIS/OMS/OPAS (Programa de Salud Ambiental) e BGS.
- GAVRONSKI,J.D. 1997. Mina de Candiota: alternativas de produção. Porto Alegre. (Dissertação de Mestrado, PPGEM/UFRGS).
- INCRA (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA). 1966. Mapa geomorfológico da folha de Porto Alegre (RS), escala 1:100.000. Projeto de Levantamento dos Recursos Naturais do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, INCRA.
- IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS). 1994. Carta geotécnica do Estado de São Paulo, escala 1:5.000.000. São Paulo, IPT, 2 v., publicação 2089.
- MELLO,F.D. 1996. Relatório consolidado sobre a Mina de Candiota. Candiota, CRM. Circulação Restrita.
- MENTE,A. & MONT'ALVERNE,A.F. 1978. Projeto mapa hidrogeológico do Brasil, escala 1:2:500.000. In : CONG. BRAS. GEOL, 30. Recife, 1978. Anais...Recife, SBG, v.6, p. 2950-2962.
- MENTE,A.; PESSOA,M.D.; LEAL,O. 1983. Mapa hidrogeológico do Brasil, escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, CPRM/DNPM.
- MENTE,A. 1997. Cartografia hidrogeológica - classificação e utilização de mapas hidrogeológicos. Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações. Fortaleza, 1997. CPRM, cap. 8, p. 175-182.
- MATULA,M. 1981. Recommended symbols for engeneering geological mapping. AACHEN/ESSEN, 1981. Bol. IAEG, n. 24, p. 227-234.

- ROBAINA,L.E.S.; PHILLIP,R.P.; BICA,V.Jr.; PEROTTO,C.A. 1994. Morfodinâmica das encostas do Morro de Santana, Porto Alegre, RS. In: CONG. BRAS. GEOL., 38. Balneário de Camboriú, 1994. Anais..., Balneário de Camboriú, SBG, v 1, p. 533-534.
- SCHNEIDER,A.W.; LOSS,E.L.; PINTO,J.F.; BOTTA,L.M.B.; KLETNER,J.F. 1974. Mapa geológico da folha de Porto Alegre - RS, escala 1:50.000. Porto Alegre, CNPq e Prefeitura Municipal de Porto Alegre.
- STRUCKMEIER, W.F. & MARGAT, J. 1995. Hydrogeological maps: a guide and a standard legend. Hannover, 1995. IAH/IAHS/IHP, v.17.
- UNESCO.1983. International legend for hydrogeological maps. Paris, 1983. IAH/IAHS/UNESCO.