

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DO AQÜÍFERO JARDIM CANADÁ

Hélio Alexandre Lazarim¹ e Celso de Oliveira Loureiro²

Resumo - Localizado no extremo noroeste do Quadrilátero Ferrífero - MG, o Bairro Jardim Canadá, município de Nova Lima, apresenta um cenário hidrogeológico formado a partir de diferentes litótipos, cujas idades remontam ao Proterozóico e ao Fanerozóico. São encontradas neste cenário, três unidades hidroestratigráficas coincidentes e hidraulicamente conectadas. A análise deste fato, corroborada com a interpretação preliminar dos resultados potenciométricas obtidos no local, sugere a existência de um corpo aquífero único, instalado nos diferentes tipos rochosos presentes. Para este sistema hidrogeológico, caracteristicamente heterogêneo, que se apresenta com um regime de escoamento tridimensional de suas águas subterrâneas, sugere-se a denominação de Aquífero Jardim Canadá.

Palavras-chave - Quadrilátero Ferrífero, unidades hidroestratigráficas, Aquífero Jardim Canadá.

1- INTRODUÇÃO

O Bairro Jardim Canadá localiza-se nas margens da rodovia BR-040, 15 km a sul do município de Belo Horizonte, sendo o acesso feito pela referida rodovia no sentido Belo Horizonte - Rio de Janeiro.

¹ Geólogo, Aluno do Mestrado em Geologia. - Instituto de Geociências da UFMG

² Ph.D., Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. - e-mail: celso@desa.ufmg.br

Endereço: DESA - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Escola de Engenharia da UFMG
Av. do Contorno, 842 Centro – 7º Andar
CEP 30.110-060 Belo Horizonte - MG
Tel. (031) 238-1884 - Fax. (031) 238-1879

A área de estudo está compreendida entre os seguintes pontos de coordenadas UTM: 605.000, 7.780.000 e 608.000, 7.783.000. Dentro deste domínio insere-se a jazida de ferro Capão Xavier, de propriedade da Minerações Brasileiras Reunidas (MBR), além dos Córregos dos Fechos e Catarina, cujas águas são captadas pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA - MG).

Visando compatibilizar futuras atividades de lavra com preservação de mananciais, foi desenvolvido, entre 1992 e 1997, o Projeto Capão Xavier, em convênio com a MBR e COPASA, e que consistiu no estudo geológico - estrutural, hidrogeológico, hidrológico e ambiental da porção norte do denominado Platô da Moeda, englobando, também, a área do Jardim Canadá. Estes estudos tiveram a participação da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e da empresa espanhola FRASA Ingenieros Consultores, S.L.

O trabalho a seguir visa, elaborar um modelo hidrogeológico conceitual nos arredores do Bairro Jardim Canadá. Para tal empreendimento, foram realizados levantamentos de campo que consistiram em perfis de drenagem ao longo dos córregos dos Fechos e Seco, e o cadastramento de 35 pontos de água subterrânea, entre cisternas e poços tubulares profundos, dentro do referido bairro. Além disso, foi feito um estudo detalhado dos trabalhos anteriores realizados no Projeto Capão Xavier.

2 - CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1 - GEOLOGIA REGIONAL

A província mineral do Quadrilátero Ferrífero, sob o aspecto geotectônico, representa parte da exposição do Cráton São Francisco, posicionando-se no bordo de seu extremo sudeste. Exibe uma arquitetura típica de domos e quilhas (Figura 01), na qual domos de um complexo de rochas cristalinas arqueanas são circundados por depressões sinformais de rochas metassedimentares (Marshak *et al.* 1992).

Litoestratigraficamente (Figura 02), a região do Quadrilátero Ferrífero apresenta três grandes assembléias de rochas, a saber: i) complexos metamórficos de rochas cristalinas arqueanas, ii) seqüências do tipo *greenstone belt* de idades arqueanas (Supergrupo Rio das Velhas) e iii) seqüências metassedimentares paleoproterozóicas, representadas pelo Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi. Completando o quadro estratigráfico da região, devem ser citadas as coberturas lateríticas (espessas crostas de canga) e os sedimentos terciários das bacias do Fonseca e Gandarela; além disso, dentro da área de estudo deste trabalho, no denominado Platô da Moeda, são encontrados pacotes de sedimentos

recentes, cuja deposição deve ter se iniciado no período Terciário, segundo Alkmim (1996).

Após a deposição do Supergrupo Minas, a evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero foi marcada pela geração de dois grandes grupos de famílias de estruturas a partir de dois grandes eventos tectonotermiais ocorridos no Proterozóico (Chemale Jr. *et al.* 1991), são eles os eventos Transamazônico e Brasileiro. O primeiro, compreendido entre 2,1 e 1,9 Ga., foi responsável pela nucleação dos domos dos complexos metamórficos e pela geração das depressões sinformais de metassedimentos. O evento de caráter compressional Brasileiro, ocorrido no final do Neoproterozóico e início do Paleozóico, proporcionou a reativação de estruturas mais antigas e a geração de outras novas (por exemplo, os sistemas de falhas Cambotas - Fundão e da Mutuca), sendo as estruturas penetrativas de ampla distribuição no Quadrilátero Ferrífero, atribuídas a este evento.

Evidências de tectonismo ressurgente ocorridos durante o Cenozóico no Quadrilátero Ferrífero, são encontradas, entre outros locais, na Bacia do Fonseca. Neste caso, estas manifestações, provavelmente neotectônicas, condicionaram o atual traçado do relevo na área da bacia, bem como a configuração de sua atual rede hidrográfica (Sant'ana *et al.* 1994).

2.2 - GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no interior do segmento norte do Sinclinal da Moeda, onde o mesmo apresenta seu traço axial variável de NS para EW, estando próxima da junção desta grande estrutura com o homoclinal da Serra do Curral, localizada na porção sul de Belo Horizonte. Em termos geomorfológicos localiza-se na porção norte do Platô da Moeda (Alkmim, 1996).

Estratigraficamente, estão presentes rochas dos grupos Caraça e Itabira, Supergrupo Minas, recobertas por rochas sedimentares e sedimentos Fanerozóicos. O Supergrupo Minas, na área de estudo foi submetido ao grau metamórfico da fácies xisto verde.

A Figura 03 mostra a planta topográfica da área com os pontos de água subterrânea cadastrados neste trabalho.

3 - UNIDADES LITOLÓGICAS PRESENTES E SUAS RELAÇÕES HIDROESTRATIGRÁFICAS

A seguir são descritas as unidades litológicas encontradas na área de estudo, relacionando-as hidroestratigraficamente em conformidade com a classificação proposta por Al-Aswad & Al-Bassam (1997).

O Grupo Caraça está representado pelos filitos sericíticos da Formação Batatal, que devido seu posicionamento estratigráfico e estrutural, serve de barreira de permeabilidade na base da formação ferrífera (Alkmim, 1996), separando esta última unidade, do aquífero instalado nas discontinuidades dos quartzitos da Formação Moeda, nos dois flancos do Sinclinal da Moeda. A espessura aparente deste aquífero varia entre 100 e 500 metros, na área de estudo.

O Grupo Itabira, está representado por suas duas formações. A Formação Cauê, sobreposta aos filitos da Formação Batatal, é constituída por camadas de rochas ferríferas bandadas contendo porções silicosas, carbonáticas e argilosas. As duas primeiras, quando afetadas pelo intemperismo diferencial, perdem sílica e as fases carbonáticas, resultando em corpos acamadados de hematita porosa e permeável, que se constituem nos melhores aquíferos e minérios de ferro do Quadrilátero Ferrífero, a exemplo do que ocorre na Jazida de Capão Xavier. As porções argilosas localizadas próximas da junção com a Serra do Curral foram denominadas como ocre por Alkmim (1996). Trata-se de uma unidade hidroestratigráfica coincidente com os limites da Formação Cauê, mas que internamente mostra porções de comportamento hidráulico do tipo aquífero, principalmente onde é significativo o conteúdo argiloso e onde o intemperismo diferencial não esteve atuante, o que permite exposições de itabiritos sem evidências de alteração.

Os dolomitos da Formação Gandarela, ocorrem nas porções deprimidas da área de estudo, na calha do Sinclinal da Moeda, e estão associados a pequenos dolinamentos presentes, principalmente, a leste do Jardim Canadá. Além disso, a surgência do Córrego dos Fechos (também a leste da área de estudo) reforça o caráter cárstico desta formação nos arredores do Jardim Canadá, fato que pode não persistir em outros locais do Quadrilátero Ferrífero onde existem exposições destes dolomitos. Trata-se de uma unidade hidroestratigráfica, localmente do tipo cárstica, e coincidente com os limites da Formação Gandarela.

As coberturas fanerozóicas assentam-se discordantemente sobre grande parte das exposições das unidades de rochas proterozóicas descritas acima. Basicamente, três

tipologias de coberturas podem ser diferenciadas na área de estudo. A primeira, constitui-se em cangas associadas à laterização das rochas da Formação Cauê, nas porções topograficamente mais elevadas, a norte do Platô da Moeda. Atingem espessuras de até 20 metros, e estão posicionadas acima da superfície saturada encontrada na área. Servem como via preferencial de recarga do sistema hidrogeológico existente (Rubio, 1995).

A segunda tipologia Fanerozóica aqui descrita, é formada por um pacote de argilas claras, de coloração branca a rósea e com espessura máxima de 90 metros, sendo a área de ocorrência das mesmas, restritas às posições topograficamente mais baixas da área de estudo, em particular ao longo da drenagem do Córrego Seco e da nascente do Córrego dos Fechos. Merece destaque as exposições destes litótipos na Mina de Argila da Magnesita, localizada a norte do Jardim Canadá, onde fica claro a presença de um denso sistema de fraturas de cisalhamento e juntas (Alkmim,1996), cujas atitudes destes planos e as estrias de falhas presentes, caracterizam transcorrências de direção EW, principalmente. Hidraulicamente, este pacote constitui-se numa porção de caráter aquífero que impede a recarga do sistema hidrogeológico existente, imediatamente abaixo de sua área de ocorrência.

Por último, estas coberturas são representadas por um depósito coluvial de coloração predominante avermelhada, que cobre parcialmente as argilas, as cangas e os mantos de alteração das rochas precambrianas. É composto por areias argilosas e fragmentos de hematita compacta e/ou itabiritos centimétricos a decimétricos, além de pisólitos de limonita/goethita., sendo parcialmente cimentado por óxidos/hidróxidos, atingindo espessuras de até dezenas de metros. Apresenta permeabilidades elevadas (Amorim & Alkmim - 1997), formando uma unidade hidroestratigráfica assentada sobre rochas proterozóicas. A maior parte das cisternas existentes no Bairro Jardim Canadá faz captação de água nesta unidade hidroestratigráfica. Neste trabalho, é designado como colúvio vermelho.

4 - DEFINIÇÃO DO AQUÍFERO JARDIM CANADÁ

A discussão deste capítulo, passa necessariamente por conclusões obtidas em trabalhos anteriores. Rubio (1995), atesta em favor da existência, na área de estudo, de dois grandes sistemas aquíferos: o sistema cutâneo superficial e o sistema intermediário complexo; ambos separados por uma franja de semiconfinamento caracterizada pelos dois pacotes de argilas claras existentes. O sistema cutâneo superficial, seria formado

pelas coberturas fanerozóicas, tendo características de aquífero granular, abastecido diretamente por águas de chuvas. O sistema intermediário complexo, formado pelas Formações Cauê e Gandarela existentes na área, teria um comportamento diferente do caso anterior, não obedecendo, de forma tão marcante, a períodos sazonais, como pode ser observado na Figura 04, em que a câmara profunda apresenta variações dos níveis d'água menores; além disso, a recarga de água, seria feita a partir do aquífero superficial. Estes dois sistemas tem como embasamento impermeável o aquitardo instalado nos filitos da Formação Batatal. Amorim & Alkmim (1997), propõem a denominação aquífero superficial e aquífero profundo, respectivamente para os sistemas cutâneo superficial e intermediário complexo.

Como proposto por Al-Aswad & Al-Bassam (1997), o termo “aquífero” é aqui definido como sendo a unidade fundamental da classificação hidroestratigráfica. Consiste de um ou mais leitos permeáveis contendo água ou tendo capacidade para produzi-la, com uma permeabilidade intrínseca mínima (k) maior do que 10^{-4} darcy (10^{-12} cm²). Aquíferos distintos são separados, um dos outros, por aquitardos (k menor do que 10^{-4} darcy). O aquífero pode ser subdividido, quando necessário, em duas ou mais unidades menores chamadas “subaquíferos”.

Pelo exposto no parágrafo anterior, e levando-se em conta as conclusões dos trabalhos desenvolvidos no projeto Capão Xavier, as seguintes observações podem ser feitas:

- a) as unidades hidroestratigráficas definidas como Aquífero Superficial e Aquífero Profundo (Amorim & Alkmim, 1997) apresentam permeabilidades intrínsecas maiores do que 10^{-4} darcy.
- b) estas referidas unidades estão em conexão hidráulica direta, não existindo na área, nenhum aquitardo que impeça o livre trânsito da água subterrânea presente nas coberturas fanerozóicas e em grandes porções de rochas das formações Cauê e Gandarela. Exceção deve ser feita às argilas claras fanerozóicas, de comportamento aquitardo; porém estes litótipos não recobrem toda a extensão do Bairro Jardim Canadá, estando limitados à formação de “ilhas” de baixa permeabilidade (menor do que 10^{-4} darcy), não caracterizando, portanto, um aquitardo *strictu sensu*.

c) o comportamento piezométrico diferenciado entre níveis hidroestratigráficos profundos e mais rasos, a exemplo do que ocorre no piezômetro 08 (Figura 04), é atribuído à existência de um gradiente hidráulico vertical no ponto de medida. O desnível piezométrico observado reflete uma condição essencialmente tridimensional do escoamento da água subterrânea do sistema aquífero local, com um componente significativo do fluxo na direção vertical, em contraposição a outros sistemas em que é possível a aplicação da aproximação de Dupuit.

Desta forma, em concordância com a classificação hidroestratigráfica, entendem os autores deste trabalho, que na área de estudo, os litótipos colúvio vermelho, Formação Cauê e Formação Gandarela, constituem-se em unidades subaquíferas coincidentes e hidraulicamente conectadas. As três unidades, em conjunto, formam o **Aquífero Jardim Canadá**, de caráter heterogêneo e que tem, entre outras particularidades, a presença de “ilhas” de baixa permeabilidade formadas a partir das argilas claras. Este aquífero possui um fluxo de água subterrânea essencialmente tridimensional.

5 - CONCLUSÃO

Este estudo analisou os dados de trabalhos anteriores, desenvolvidos a partir do Projeto Capão Xavier, bem como coletou novas informações sobre o local. A partir da classificação hidroestratigráfica e de interpretações piezométricas verifica-se que os litótipos presentes apresentam zonas produtoras de água, conectadas hidraulicamente, e com espessuras que possibilitam movimentos tridimensionais do fluxo subterrâneo, sugerindo assim a existência de um aquífero único heterogêneo. Propõe-se aqui, preliminarmente, o abandono dos termos Aquífero Superficial e Aquífero Profundo, em favor da utilização de um único termo para defini-los: Aquífero Jardim Canadá.

6 - BIBLIOGRAFIA

AL-ASWAD, A. A. & AL-BASSAM, A. M. - 1997 - Proposed hydrostratigraphical classification and nomenclature: application to the Paleozoic in Saudi Arabia. *Journal of African Earth Sciences*. Vol. 24, num. 4, pp 497-510.

- ALKMIM, F. F. - 1996 - Geologia e arcabouço estrutural da porção norte do Platô da Moeda, sudoeste de Belo Horizonte, MG. *Convênio MBR/COPASA*. DEGEO, EM, UFOP. Relatório Interno. 23pp.
- AMORIM, L. Q. & ALKMIM, F. F. - 1997 - Tipologia dos aquíferos e um modelo hidrogeológico para a região sul de Belo Horizonte, setor setentrional do Platô da Moeda. *Convênio MBR/COPASA*. Relatório Interno. 03 pp.
- CHEMALE, JR. F., ROSIÈRE, C. A., ENDO, I. - 1991 - Evolução Tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Um Modelo. *Pesquisas*. v. 18, n. 2, pp. 104 - 127.
- HASHIZUME, B. K. - 1998 - Texturas e microestruturas do minério de ferro da Mina de Brucutu, NE do Sinclinal Gandarela (MG). *Dissertação de mestrado*. IGC - UFMG. 133 pp.
- MARSHAK, S.; ALKMIM, F. F.; JORDT-EVANGELISTA, H. - 1992 - Proterozoic crustal extension and generation of dome and keel structure in na Archean granito-greenstone terrane. *Nature*, v 357. Pp. 491 - 493.
- RUBIO, R. F. - 1995 - COPASA/MBR Projeto Capão Xavier - Estudo Hidrológico Ambiental (FRASA - Ingenieros Consultores, S.L.). Relatório Interno.
- SANT'ANNA, L. M.; SCHORSCHER, J. H. D.; RICCOMINI, C.- 1994 - Tectônica Cenozóica no extremo leste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. - *Anais do 38º Cong. Brasileiro de Geologia*, Balneário Camboriú - SC, 1: pp. 575 - 576..

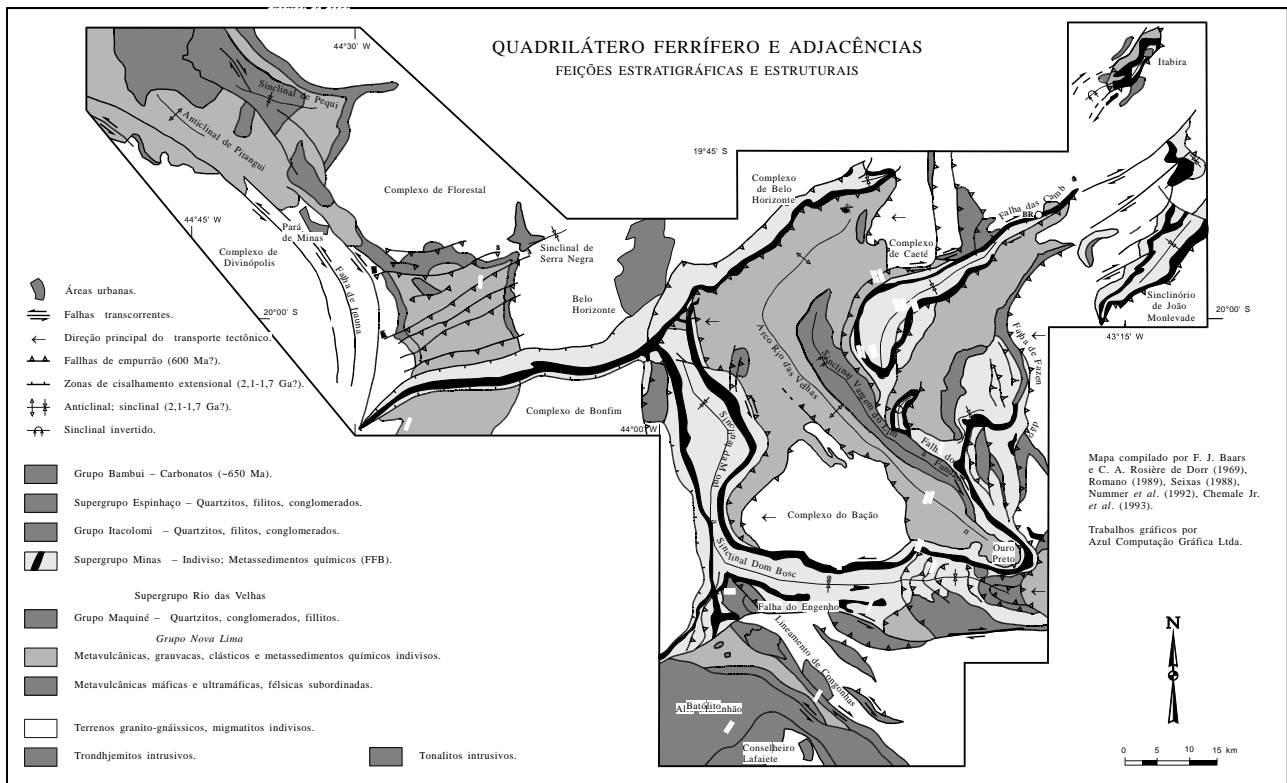
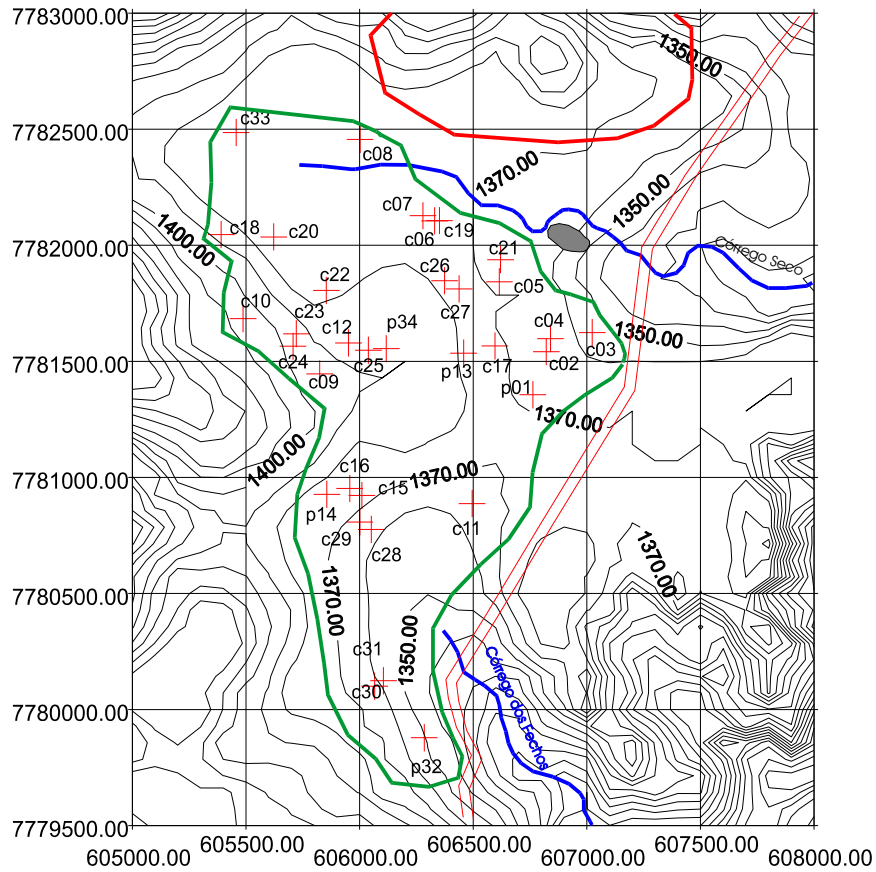


Figura 01 - Mapa geológico e de localização do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Hashizume (1998), modificado de Baars e Rosière, 1994.

Série	Grupo	Formação	Litotipos	Espessura
Coberturas Fanerozoicas			Canga, aluvião, sedimento lacustre e fluvial; linhito subordinado.	100 m
Itacolomi	Indiviso		Quartzito e conglomerado. Fácies Santo Antônio: quartzito, filito, quartzito filitoso e conglomerado.	2.000 m? 1.000 m?
Minas	Piracicaba	Sabará	Clorita xisto, filito, grauvaca, metatufo, conglomerado e quartzito; alguma formação ferrífera.	3.000 m
		Barreiro	Filito e filito grafitoso.	150 m
		Taboões	Ortoquartzito.	125 m
		Fecho do Funil	Filito quartzoso, filito dolomítico e dolomito silicoso.	410 m
		Cercadinho	Quartzito ferruginoso, quartzito, filito e filito ferruginoso; conglomerado e dolomito subordinados	600 m
	Itabira	Gandarela	Dolomito; algum calcário, itabirito dolomítico, itabirito e filito dolomítico.	600 m
		Cauê	Itabirito e itabirito dolomítico; filito e dolomito subordinados.	350 m
	Caraça	Batatal	Filito e filito grafitoso; metachert e formação ferrífera subordinados.	250 m
Moeda		Quartzito, conglomerado, filito, quartzito sericítico e filito quartzoso.	1.000 m	
Tamanduá	Sem Nome	Filito dolomítico, formação ferrífera dolomítica e filito quartzoso.	300 m	
	Cambotas	Quartzito, conglomerado e quartzito conglomerático; filito quartzoso subordinado.	1.000 m	
Rio das Velhas	Maquiné	Casa Forte	Quartzito e conglomerado; filito e grauvaca subordinados.	400 m
		Palmital	Filito, filito quartzoso, quartzito e grauvaca; conglomerado subordinado.	1.400 m
	Nova Lima	Indiviso	Clorita xisto, filito, grauvaca, formação ferrífera carbonática e metavulcânicas; quartzito, tilóide, conglomerado e dolomito subordinados.	4.000 m
			Não há rochas do embasamento expostas no QF; todas as rochas graníticas são intrusivas.	

Espessura = espessura máxima aproximada.

Figura 02 - Coluna estratigráfica para o Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Hashizume, 1998 (extraído de Dorr, 1969).



LEGENDA








- | | |
|--|---|
|  DRENAGEM |  MINA DE ARGILA CLARA |
|  ÁREA URBANA |  POÇO TUBULAR PROFUNDO |
|  RODOVIA BR 040 |  CISTERNA |
|  JAZIDA DE CAPÃO XAVIER | |

Figura 03 - Representação topográfica da área de estudo, com localização dos pontos de água subterrânea.

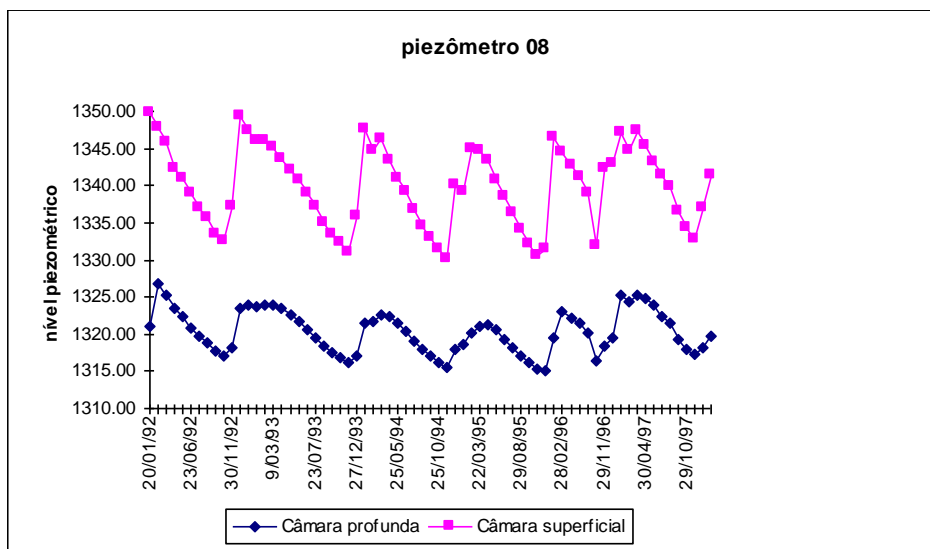


FIGURA 04 - Medidas temporais de níveis d'água no piezômetro multicâmara 08, localizado próximo à jazida de Capão Xavier. A cota da boca está a 1360 metros. A câmara profunda possui 12 metros de tubos filtrantes entre 160 e 172 metros de profundidade. A câmara superficial possui 6 metros de tubos filtrantes entre 136 e 139 metros de profundidade (Fonte: Rúbio, 1995)