

ADRIANO RODRIGUES GOMES DOS SANTOS

**MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HIDROGEOLOGICOS DA
REGIÃO DE ENTORNO DA MINA DE CASA DE PEDRA ATRAVÉS
SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO.**



Monografia apresentada ao Curso de
Especialização em Geoprocessamento da
Universidade Federal de Minas Gerais para a
Obtenção do título de Especialista em
Geoprocessamento.

ORIENTADOR
BRITALDO SILVEIRA SOARES FILHO

2001

Santos, Adriano R.G.

Monitoramento e Avaliação dos Recursos Hidrogeológicos da Região de entorno da Mina de Casa de Pedra Através do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.
Departamento de Cartografia.

1. Palavra Chave, Monitoramento Hidrogeológicos, Sensoriamento remoto. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia.

Agradecimentos

Aos meus pais e irmão pelo apoio e compreensão pelo tempo que estive ausente.

Também o apoio dos amigos e colegas do curso de geoprocessamento.

A todos os professores que durante o período de estudos e trabalhos colaboraram para o aprendizado de uma nova ciência que o geoprocessamento . A paciência o carinho e a dedicação para o esclarecimento de duvidas minhas e dos meus colegas de curso. E a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para o conhecimento e a difusão desta ciência.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo explorar as ferramentas do geoprocessamento como cartografia digital, imagens de satélites e banco de dados para geração de mapas temáticos.

E com o auxílio destas ferramentas pode-se analisar, diagnosticar e monitorar as águas superficiais e subterrâneas da Mineração Casa de Pedra.

Utilizou-se de cartas topográficas da região de Casa de Pedra e mapas topográficos que foram construídos através de digitalizações, restituições topográficas com o uso de Ortofotos e levantamentos topográficos com o uso do GPS.

Após a montagem e finalização de todos os mapas e junto com o banco de dados montou-se um mapa final com todas as nascentes e vertedouros de maior potencialidades de captação e proteção ambiental na Região de Manifesto da Mina de Casa de Pedra.

Sumario

1.0 Introdução.....	1
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Contribuição.....	2
1.4 Localização.....	3
2.0 Caracterização Fisiográfica da Área Estudada.....	4
2.1 Caracterização Hidrográfica.....	5
2.2 Geomorfologia.....	7
2.3 Geologia.....	8
3.0 Conceitos Básicos em Hidrogeologia.....	10
3.1 Evapotranspiração.....	10
3.2 Águas Superficiais e Reservatórios Subterrâneos.....	11
3.3 Infiltração.....	11
3.4 Recargas e Descargas Naturais.....	11
3.5 Escoamento.....	12

4.0 Desenvolvimento Metodológico.....	13
4.1 Definição da Área.....	13
4.2 Cadastramento das Nascentes.....	13
4.4 Medição de vazão de Nascentes com o Uso de Vertedouros.....	15
4.5 Registro Pluviométrico e Vazão Vertedouros.....	14
4.6 Criação de Mapas Temáticos.....	19
4.7 Equipamento Utilizado: GPS Trimble 4800.....	22
5.0 Conclusão.....	23
6.0 Bibliografia.....	24

1.0 Introdução.

O ciclo hidrológico é um fenômeno de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera. A água do ciclo hidrológico se movimenta em dois sentidos: superfície – atmosfera, em decorrência da evaporação e transpiração, e atmosfera – superfície, em decorrência da precipitação. Quase toda a água subterrânea existente na terra tem origem no ciclo hidrológico, isto é, no sistema pelo qual a natureza faz a água circular.

Pelo fato das águas superficiais serem visíveis, muitas pessoas imaginam que os rios, barragens e lagos devem ser a maior fonte de atendimento das necessidades do homem.

Na verdade, um pouco mais de 79% da água doce disponível na terra encontra-se no subsolo e, portanto menos de 3% da água potável disponível no planeta provem das águas de superfície. As águas de superfície (dos lagos, represas e rios) e as águas subterrâneas (dos aquíferos) não são necessariamente recursos independentes. Os reservatórios subterrâneos são um meio natural (formação geológica), de dimensões variáveis capaz de armazenar em seus poros um fluido e de permitir seu movimento sob a ação de forças gravitacionais. Quando está saturado de água vem a ser chamado aquífero ou unidade hidrogeológicas.

Um aquífero ou unidade hidrogeológicas nem sempre está associado fisicamente à formação geológica. Um aquífero pode compreender parte de uma formação geológica ou varias formações.

As reservas de água subterrânea por razões técnicas, econômicas, legais ou ambientais nunca podem ser exploradas em sua totalidade.

O conhecimento hidrogeológico de uma área mineralizada e relações com as encaixantes representa assim elemento de extrema importância e a função da pesquisa hidrogeológicas das áreas é prever e quantificar antecipadamente a possível presença de água subterrânea.

1.1 Justificativa

Do ponto de vista hidrográfico , a região da Mineração de Casa de Pedra interage a bacia do rio São Francisco , sub bacias do rio Paraopeba , compreendendo o trecho de contribuição do rio Maranhão , situado entre Congonhas e jusante da confluência com o córrego Casa de Pedra . Com todas estas características hidrográficas a região de Casa de Pedra torna-se do ponto privilegiado e importante na concepção hídrica e necessita de uma atenção maior quando se fala em exploração mineral. Vendo isto a (CSN) Companhia Siderurgica Nacional se viu na responsabilidade de ao mesmo tempo que explora o meio ambiente , ela se preocupa em proteger ,manter e devolver para a população e ao meio ambiente os recursos Hídricos da Região de Casa de Pedra .

1.2 Objetivos:

O objetivo deste trabalho consiste em compor uma base de dados para processar e atualizar as informações através de mapas temáticos .

1.3 Contribuição

Com isso espera-se que de posse dos mapas cadastrais das nascentes, e dos dados de monitoramentos mensais possamos proteger as águas subterrâneas da região de entorno da Mineração Casa de pedra.

1.4 Localização:

A Mineração Casa de Pedra está situada no Município de Congonhas, MG, a partir de Belo Horizonte, o acesso à área onde se situa a Mina Casa de Pedra é feito pela BR-040, sentido Rio de Janeiro, até o novo entroncamento para a cidade de Belo Vale (Ferteco), totalizando 65 Km. Nesta estrada percorre-se 4 Km, derivando por uma ligação de terra, por mais 3 Km, chegando-se à Portaria Norte. A outra opção de acesso se faz a partir de Congonhas, em estrada secundária direta até a mineração (10 Km) chegando a Portaria Sul (Figura 1)

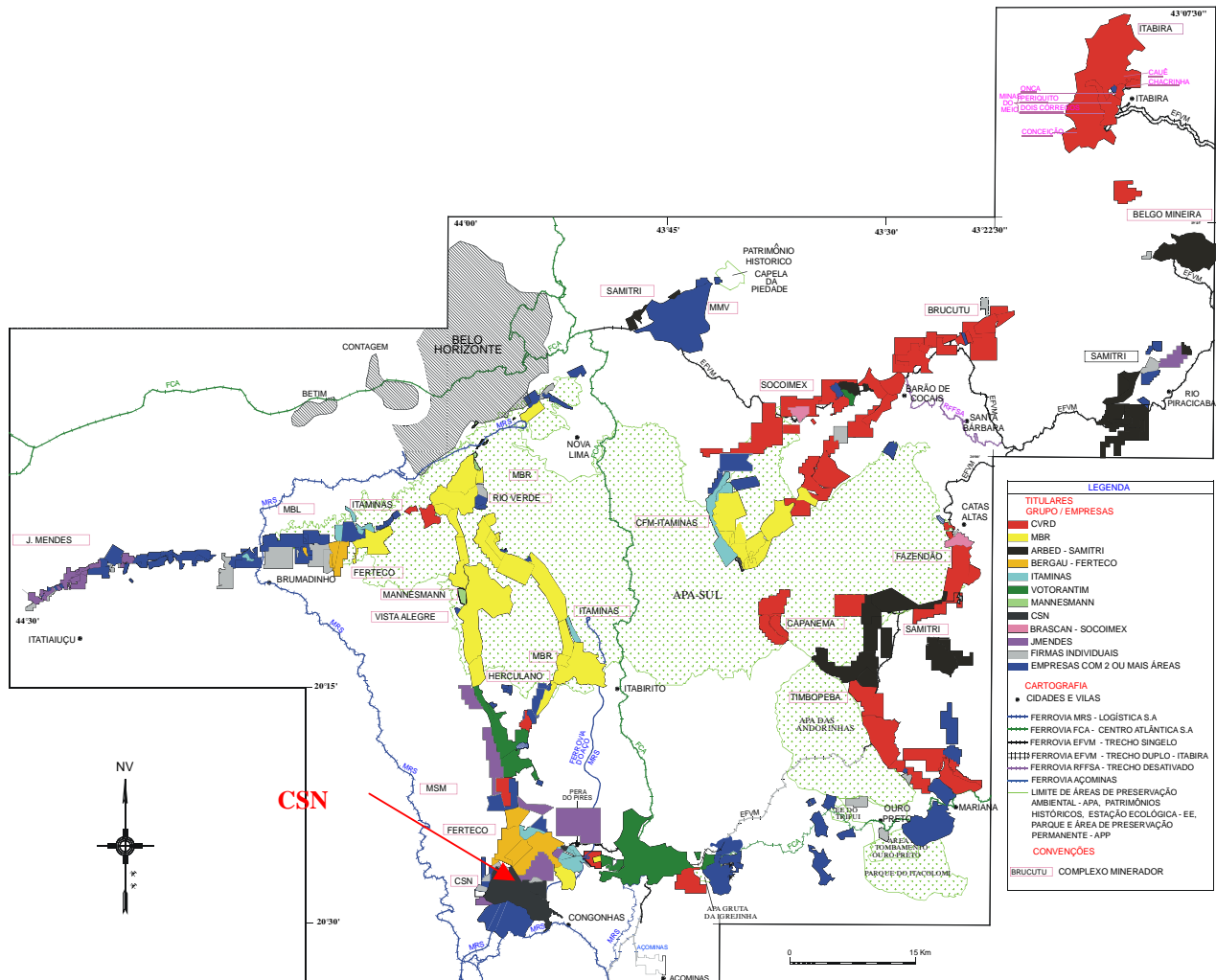


Figura – 1 Área em estudo indicada no Mapa acima (CSN)

2.0 Caracterização Fisiográfica da Área Estudada

A topografia da área vai de 1000 metros, até 1630 metros no Pico da Bandeira (conhecido como Alto de Casa de Pedra). A região consta de terrenos elevados com tipos algo aplainados (resultante de processos alternados de pediplanação e peneplanação), e baixadas com altitudes por volta de 1000 a 960 metros. A feição orográfica mais expressiva da área são as cavas da Mina denominadas como Corpo Oeste e Principal onde a cota mais baixa é 1087 metros e mais alta 1243 metros. Mais ocidental dita Serra da Boa Vista formadora do contraforte oriental do Vale do Paraopeba. Duas elevações a leste desta, conhecidas como Serra do Batateiro e do Mascate, embora mais altas que a Serra da Boa Vista não são tão imponentes quanto ela. Outros cumes importantes na região da Casa de Pedra são o Pico do Engenho e Pilar.

Em função das diferenças de relevo observam-se três tipos de vegetação: campo *rupestre*, *cerrado* e *floresta tropical*. No campo *rupestre*, a vegetação medra no topo de solo laterítico e/ou canga, constituindo-se de gramíneas e pequenas árvores, tipo *canela de ema*, *arnica*, *gabioba*. O cerrado caracteriza-se por árvores tortuosas de pequeno e médio porte.

A mata tropical cresce ao longo dos rios e drenagens e áreas mais baixas ou ravinas ou matas ciliares. (Figura 2)

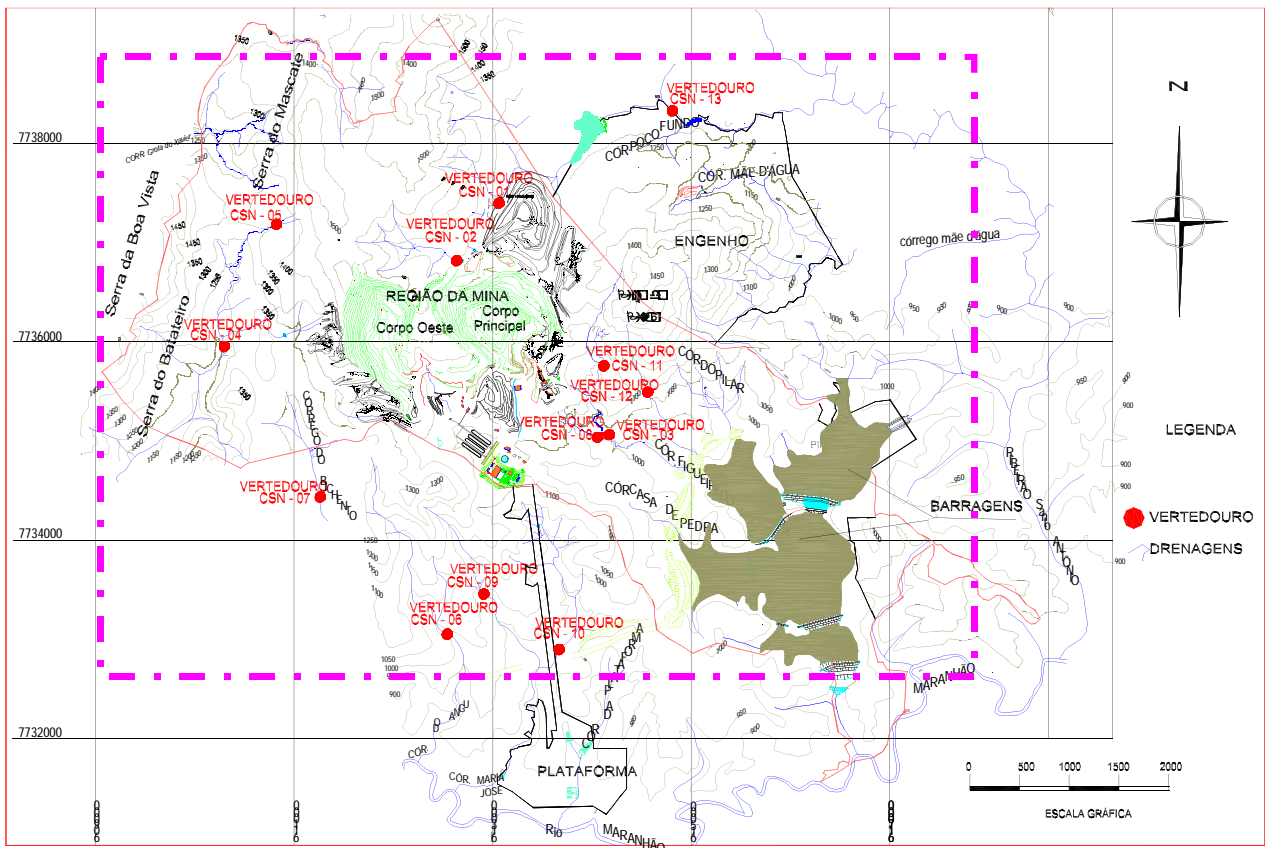


Figura –2 Mapa Fisiográfica da Área Estudada

2.1 Caracterização Hidrográfica

Do ponto de vista hidrográfico, a região da Mineração Casa de Pedra integra a bacia do rio São Francisco ,Sub- bacias do rio Paraopeba, compreendendo o trecho de contribuição do rio Maranhão, situado entre Congonhas e jusante da confluência com o córrego Casa de Pedra, conforme pode ser visualizado na (figura 3)

A bacia contribuinte neste trecho possui uma área total de 67 Km² , dos quais 68,3% pertence à Sub- bacias do córrego Santo Antônio , 23% à Sub- bacias do córrego Casa de Pedra e o restante , correspondente a outras pequenas Sub- bacias .

O córrego Santo Antônio, tem suas nascentes na Serra da Moeda . Apresenta um desenvolvimento longitudinal aproximado de 13,5Km sendo que nos primeiros 8Km, nas proximidades de sua confluência com o córrego Mãe d' Água, possui orientação predominante na direção noroeste – sudeste. A partir daí, seu curso toma direção geral norte – sul até sua foz no rio Maranhão, em uma cota aproximada de 860 m. Sua área de drenagem é de 45Km². Tem como principais tributários os córregos Poço Fundo e Mãe d' Água, pela margem direita, e o córrego do Meio, pela margem esquerda(Fundação Gorceix 1998).

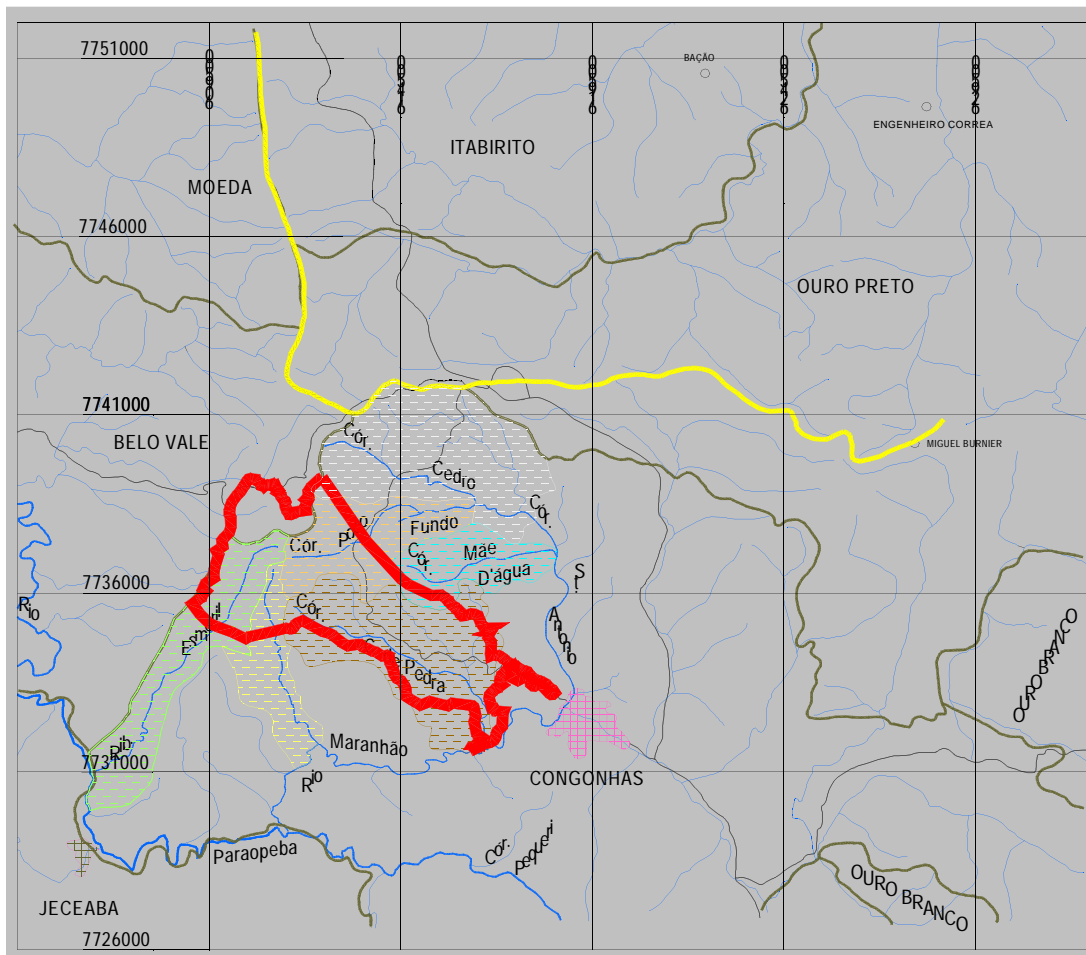


Figura –3 Mapa de Localização de Córregos e Sub- bacias.

O córrego Casa de Pedra nasce na Serra da Moeda a uma cota aproximada de 1200m e sua bacia hidrográfica possui uma área de drenagem total de cerca de 15Km². Seu curso apresenta uma orientação predominante noroeste – sudeste, nos primeiros 4Km,e,a partir desse ponto, toma uma direção geral norte – sul . Possui uma extensão da ordem de 7Km, sendo sua cota de saída no rio Maranhão cerca de 840m. Sendo seu afluente mais significativo é o córrego Figueiredo , pela margem esquerda. Como mostra a figura 3.

2.2 Geomorfologia

A área dos Manifestos da Mina de Casa de Pedra situa-se na borda da unidade denominada Quadrilátero Ferrífero . Ali, no geral, predomina um relevo bastante dissecado, com elevações de vertentes abruptas expostas.

No Município de Congonhas ocorrem três grupos de relevo:

A leste , o relevo é menos dissecado, com altitudes medias de 1.000 m , com colinas suaves em forma de meia laranja . Corresponde as áreas de afloramento de Complexo Barbacena.

Para o sul do rio Maranhão o relevo é bem dissecado , com elevações medias próximas aos 900m. São predominantes ai as rochas do Grupo nova Lima e as do Complexo Barbacena.

A Porção noroeste do município , drenada pelos córregos Casa de Pedra , Bichento e Esmeril , com altitudes medias entre 800 e 1500 m e picos de ate 1.628 m . Nela , destacam-se as cristas alinhadas , de direção SW-NE ,como a Serra da Moeda . E nessa unidade que se situa a área proposta para a unidade de conservação , englobando parte das serras denominadas Batateiro e Esmeril . Em seus contrafortes estão as nascentes e áreas de recarga Hídrica dos córregos e ribeirões Batateiro e Repesado , que drenam para sudoeste e Bichento , Generosa e Casa de Pedra que vertem para sul e sudeste.

A rede de drenagem possui uma antigüidade relativa bastante expressiva , conforme pode-se notar pela existência de gargantas de superimposicao , através das quais os cursos d' água cortam as estruturas regionais.

King((1957) observou que essa superimposição da drenagem processou-se a partir de uma extensa superfície de aplainamento do Terciário Superior . Essa superfície , conforme ressaltou King (op.cit) , mostra um caimento geral para o Norte , o qual constitui o mais antigo condicionamento da drenagem atual . Ela esta representada na zona de topo das cabeceiras dos córregos do Batateiro e Repesado , dentro da futura unidade de conservação a ser denominada Reserva Natural Permanente – de Casa de Pedra.

2.3 Geologia.

Os trabalhos geológicos desenvolvidos na região permitiram identificar as seguintes unidades:

Complexo Barbacena, constituído por biotita –gnaisse, granito de e mimatitos com estruturas diversas. O manto de alterações dessa unidade é espesso e caracterizado por um regolito rosado, quartzoso e de suscetibilidade erosiva acentuada. Ainda ocorrem granodioritos de granitos e cuja relação com as rochas do complexo não são bem conhecidas;

O grupo Novo Lima, composto por micaxistos, quartzitos e itabiritos, representados por afloramentos na porção leste da Mina.

O grupo Itabira, aqui com seqüências de itabiritos, dolomitos e filitos localmente abundantes. Nessa seqüência é que se insere a Mina de ferro de Casa de Pedra e algumas ocorrências de ferro manganês observadas nas vertentes das serras do Batateiro e Esmeril. São bancos subverticais, de espessura variável, encaixados, aparentemente, na transição da sequencia de dolomitos para os itabiritos.

No topo da seqüência, registram – se as rochas do grupo Piracicaba, com filitos e quartzitos, que afloram a oeste da mina e, por fim, o Grupo Itacolomi indiviso.

Especificamente, na Serra da Moeda estão presente rochas quartzíticas, com finos estratos de metassedimentos finos intercalados. Os quartzitos estão dispostos em camadas finas de atitude quase Norte – Sul, subverticais. Parecem constituir –se em uma estrutura antiforme, depositada no ambiente complexo das Minas e Pré - Minas e posteriormente, submetida a intensos movimentos tectônicos (Grossi Sad, J.H& Serpa, J.C 1977).

Na s Serra do Batateiro e Mascate os itabiritos e escassas lentes hematíticas constituem o suporte do relevo, em cristas alongadas para norte.

3.0 Conceitos Básicos em Hidrogeologia

Conceitos Básicos.

3.1 Evapotranspiração

Evaporação ou vaporização é o processo pelo qual as moléculas de água na superfície líquida ou na umidade do solo, adquirem suficiente energia, através da radiação solar e passam do estado líquido para o de vapor. Transpiração é o processo pelo qual as plantas perdem água para a atmosfera. (Thornthwaite 1948)

3.2 Águas Superficiais e Reservatórios Subterrâneos.

As águas de superfícies (dos lagos, represas e rios) e as águas subterrâneas (dos aquíferos) não são necessariamente recursos independentes. Em muitos casos podem existir ligações entre corpos de água superficial e aquífero.

Dependendo da permeabilidade do leito do rio e da diferença de carga potenciométrica entre o rio e o aquífero, a água pode fluir do rio para o aquífero ou vice-versa. Assim, é que nos aquíferos aluviais, a recarga tem origem fluvial nos períodos de altas águas, enquanto que o fluxo de base dos rios, nos períodos de baixas águas, é assegurado pelas águas subterrâneas.

As descargas de águas de fontes, que emergem no sopé de muitas encostas, são também exemplo de ligação entre águas subterrâneas e superficial, na medida em que, depois de aflorarem à superfície do solo, essas águas incorporam –se ao escoamento superficial.

3.3 Infiltração

O conceito de infiltração foi introduzido no ciclo hidrológico por Horton (1933), que definiu a capacidade de infiltração como sendo a taxa máxima à qual um dado solo pode absorver a precipitação numa certa condição.

Infiltração é o volume d' água procedente das precipitações (chuva, neve), rios, lagos e oceanos ou também da recarga artificial que atravessa a superfície do terreno e ocupa total ou parcialmente os poros do solo e das formações geológicas.

Nem toda infiltração alcança a zona saturada (aquífero), pois uma parte d' água fica retida no solo e retorna a atmosfera pela evapotranspiração.

A água infiltrada no solo pode ser dividida em três partes. A primeira permanece na zona saturada ou zona de fluxo não saturado, isto é, a zona onde os vazios do solo estão parcialmente preenchidos por água e ar, acima do nível freático. A Segunda parte, denominada de interfluxo (escoamento S_b – superficial), pode continuar a fluir lateralmente, na zona não saturada, a pequenas profundidades, quanto existem níveis pouco permeáveis imediatamente abaixo da superfície do solo e, nessas condições, alcançar os leitos dos cursos d' água. A terceira parte, pode percolar até o nível freático, constituindo a recarga ou recursos renováveis dos aquíferos.

O volume de água que chega a zona saturada ou aquífera é denominado de Infiltração Eficaz.

3.4 Recargas e Descargas Naturais.

É o escoamento superficial ou run-off é o processo pelo qual a água de chuva, precipita na superfície da terra, flui, por ação da gravidade, das partes mais altas para as mais baixas, nos leitos dos rios e riachos.

A magnitude desse escoamento superficial direto é função da intensidade da chuva, permeabilidade da superfície do terreno, duração da chuva, tipo de vegetação, área da bacia de drenagem ou bacia hidrográfica, distribuição espacial da precipitação, geometria dos canais dos rios e riachos, profundidade do nível das águas subterrâneas e declividade da superfície do solo.

Descarga Natural é o volume de água que em um período de tempo sai de um reservatório subterrâneo através de mananciais terrestres, subfluviais ou submarinos. A descarga natural compreende as águas das fontes ou surgências. Durante o período seco apenas reservatórios subterrâneos alimentam o fluxo dos rios por isso o escoamento dos rios durante o período seco é chamado de escoamento subterrâneo.

3.5 Escoamento.

O escoamento corresponde ao volume de água que passa por um determinado ponto de um rio por determinado período de tempo. Escoamento total de um rio é formado pela somatória do escoamento superficial, escoamento subterrâneo e escoamento hipodérmico.

Escoamento superficial é a água que chega a um determinado ponto tendo circulado sempre a superfície do terreno. A relação entre volume total escoado e o tempo, depende em geral das características da bacia tais como; declividade, vegetação, etc.

O escoamento hipodérmico é água que infiltra superficialmente no terreno e torna a escoar superficialmente, é muito comum na estação chuvosa a ocorrência de pequenas surgências de água subterrâneas, que corresponde ao escoamento hipodérmico.

O escoamento subterrâneo ou escoamento básico é quem de fato mantém o fluxo dos rios durante a estação seca. A geometria e as características hidráulicas do reservatório subterrâneo são os fatores que governam a descarga natural dos aquíferos.

4.0 Desenvolvimento Metodológico:

Como o objetivo final deste trabalho e apresentar um mapa temático, e de fácil leitura e interpretação, dos dados de vazão de cada nascente monitoradas entre os períodos de chuva e seca. E para que isso acontecesse foi pensando também no usuário final. E com isso os desenvolvimentos metodológicos seguiram as seguintes etapas.

4.1 Definição da Área

Á área da mina foi escolhida para a realização do estudo devido à necessidade de obter informações das características dos aquíferos que se formam entorno da Mina de Casa de Pedra. O que ocorre nesta região é a uma exploração , extração e movimentação de grandes quantidades de Estéril e de Minério de Ferro . E com as novas campanhas de pesquisas geológicas o que ocorrerá nesta região é um grande avanço na lavra , ou seja a cava vai aumentar as suas dimensões , tanto na vertical como na horizontal. E devido a estes trabalhos que serão executados nesta área teve-se a preocupação em monitorar e proteger estas captações, nascentes e aquíferos atuais e futuras.

4.2 Cadastramento das Nascentes

Depois de definida a área a ser estudada, iniciou-se o cadastramento das nascentes. Os estudos de identificação de nascentes iniciaram-se a partir de mapas precisamente existentes. .Sendo também utilizados ortofotocartas, cartas da região e mapas topográficos atualizados da Mina.

Com o auxílio do GPS atualizou-se também áreas que não se tinha informações topográficas atualizadas. Com a junção desta informações montou-se um mapa topográfico que auxiliou nas primeiras identificações de córregos e nascentes da região em estudo

Para confirmar os dados e as nascentes que foram reconhecidas em mapas topográficos atualizados. Foi feito também visitas a campo para a confirmação desta nascentes e córregos reconhecidas em mapas.

Para o levantamento de campo foi utilizado o aparelho GPS Trimble 4800. A metodologia do Levantamento consistiu em percorrer fisicamente toda a área do entorno da mina, identificando as drenagens com água e localizando suas nascentes.

Os caminhamentos foram feitos, em sua grande maioria, seguindo os cursos d' água à montante, até encontrar as surgências d' água.

Aos pontos de surgências d' água observados próximos à mina, foram levantados com o uso do GPS e os pontos no entorno regional, foram plotados nas Ortofotos e no mapa topográficos da área com auxílio do altímetro de bolso.

Através desta plotagem, foram extraídas as coordenadas em UTM aproximadas das nascentes. Depois confirmadas em campo com o uso do GPS.

As surgências d' água encontradas foram codificadas obedecendo-se um sequenciamento, conforme a ordem de reconhecimento.

Algumas nascentes codificadas como NA e que possuem vários pontos surgências próximos entre si, foram agrupadas em um único ponto codificado como CP, que representa toda a área da nascente.

Os levantamentos em campo das surgências d' água foram utilizados mapas topográficos do Manifesto da Mina que abrange toda à área da Mineração, incluindo as Cavas do Corpo Oeste e

Principal. Foram confeccionados na escala de 1/2000, uma planta topográfica de toda área da CSN. Ortofotos, ambos na escala 1:10.000. Também foram usados mapas em formatos digitais.

4.4 Medição de vazão de Nascentes com o Uso de Vertedouros:

Como no Brasil a maioria da precipitação cai em forma de chuva, os aparelhos utilizados para a medida desta são chamados de pluviômetros e pluviógrafos. Na estação de medição o aparelho é colocado entre 1,00 e 1,50 m do solo. No presente estudo são utilizados os pluviômetros.

O pluviômetro é dotado de uma superfície de captação horizontal, com uma área de exposição não padronizadas (mas, normalmente, entre 200cm² e 1000cm²) delimitada por um anel metálico e comunicada a um reservatório (proveta) para a acumulação da água recolhida.

A área da seção horizontal da proveta é bem menor do que a área de captação, para permitir uma precisão da ordem de décimos de milímetros na altura da precipitação.

O maior problema do pluviômetro é que este não é capaz de registrar chuvas de pequena duração; na prática no máximo que se consegue são precipitação de seis horas de duração, o que implica em quatro leituras diárias.

Para uso no presente estudo, as leituras foram feitas em intervalos de 24 horas, sempre às 7:00 da manhã,

Vertedouros são pequenas barragens isoladas em pontos estratégicos nos córregos, com a finalidade de monitorar a vazão das nascentes de uma determinada área. Os Vertedouros são usados para monitorar uma nascente, ou seja, ele é pontual.

Estes Vertedouros são feitos com uma chapa de aço com uma abertura triangular ou trapezoidais instalados no centro da barragem de modo que a água fique represada e verte pôr meio da aberturas feitas nas chapas.

Para o cálculo da vazão utiliza-se uma régua, que mede a altura da lâmina d'água que está vertendo. Feita esta medição e colocada em uma fórmula matemática, obtendo-se assim a vazão em m³/h.

As medições são feitas em épocas de seca e chuva para que se possa realizar –se as análises finais.

4.5 Registro Pluviométrico e Vazão Vertedouros.

Neste trabalho, utilizou os registros dos períodos Hidrogeológicos de chuvas que divide-se em duas estações período de meses de chuvas (Outubro a Março) período seco (Abril a Setembro) .E registros mensais do período de 2000 a 2001, da estação Pluviométrico situada no distrito de Casa de Pedra em Minas Gerais e nascentes monitoradas pela empresa CSN – Companhia Siderúrgica Nacional.

Também foram usados dados de medição de vazão de muitas nascentes já cadastradas. Com todos estes dados armazenados e agrupados , a fase agora é de purificação e combinação de dados . Estes dados são representados na Tabela (1) e (2) e (3). Os gráficos 1 e 2 foram gerados a partir dos dados da tabela (fig. –3) período ano hidrogeológico outubro de 2000 a 30 setembro de 2001. Estes gráficos foram gerados para que juntos, com os mapas temáticos possam favorecer uma, análise dos dados mais fina.

Na tabela da figura 1 e 2 encontra-se o total medido da vazão acumulada de cada um dos vertedouros. Entre os meses de chuvas, que vai de outubro de 2000 a março 2001 e do período seco que vai de abril de 2001 a setembro de 2001.

A figura abaixo mostra o exemplo da soma da vazão acumulada de cada vertedouros:

Vertedouro 1	
Vazão/outubro/2000	17,9463141942149m³/h
Vazão/novembro/2000	17,9463141942149m³/h
Vazão/dezembro/2000	257m³/h
Vazão/janeiro/2001	22,4314185689226m³/h
Vazão/fevereiro/2001	24,5397098059652m³/h
Vazão/março/2001	22,7749262739103m³/h
Total vazão	363 m³/h

Vertedouros	Out_Mar_Vazao m3h	Corr_X	Corr_y
Vertedouros 1	362,638683	613050,797	7737393,773
Vertedouros 2	211,1516544	612636,069	7736795,641
Vertedouros 3	84,92699337	614119,155	7735071,847
Vertedouros 4	109,4725187	610293,418	7735953,068
Vertedouros 5	106,3281665	610822,978	7737160,334
Vertedouros 6	30,30376923	612549,154	7733055,24
Vertedouros 7	286,6941447	611258,081	7734439,542
Vertedouros 8	64,04921102	614099,211	7735066,63
Vertedouros 9	600,5645146	612924,959	7733452,01
Vertedouros 10	1010,661083	613666,768	7732887,572
Vertedouros 11	43,29184509	614115,447	7735757,535
Vertedouros 12	25,666	614558,262	7735420,314
Vertedouros 13	32,444	614806,64	7738335,42

Figura 1 – Tabela vazão acumulada dos vertedouros 1 a 13 período de chuva Ano hidrogeológico Outubro de 2000 a Março 2001.

Vertedouros	Abr_Set_Vazao m3h	Corr_X	Corr_y
Vertedouros 1	153,6622906	613050,797	7737393,773
Vertedouros 2	143,4433335	612636,069	7736795,641
Vertedouros 3	67,48070313	614119,155	7735071,847
Vertedouros 4	29,26654477	610293,418	7735953,068
Vertedouros 5	21,40524101	610822,978	7737160,334
Vertedouros 6	semregistro	612549,154	7733055,24
Vertedouros 7	61,41391667	611258,081	7734439,542
Vertedouros 8	63,40029555	614099,211	7735066,63
Vertedouros 9	584,9259726	612924,959	7733452,01
Vertedouros 10	957,2652262	613666,768	7732887,572
Vertedouros 11	39,85039305	614115,447	7735757,535
Vertedouros 12	20,03646922	614558,262	7735420,314
Vertedouros 13	25,04567	614806,64	7738335,42

Figura 2 – Tabela vazão acumulada dos vertedouros 1 a 13 período Seco do Ano hidrogeológico Abril de 2001 a Setembro 2001.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO CASA DE PEDRA													
ANO HIDROGEOLÓGICO - (1° de outubro a 30 de setembro)													
Anos	Período chuvoso						Período seco						ANUAL
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1981/82	183,00	394,00	267,50	418,50	108,50	380,50	27,00	38,00	10,00	32,00	16,00	17,00	1892,00
1982/83	201,50	107,50	316,00	322,00	252,00	296,00	161,00	107,00	28,00	36,50	5,00	157,50	1990,00
1983/84	228,00	184,00	317,50	127,50	41,00	114,00	81,00	4,00	0,00	11,00	109,00	83,00	1300,00
1984/85	78,00	259,00	356,50	493,50	249,50	212,00	42,00	12,00	0,00	0,00	5,00	83,00	1790,50
1985/86	165,00	228,00	243,00	253,50	205,00	136,00	26,00	46,50	16,50	89,00	99,00	4,00	1511,50
1986/87	38,00	225,50	376,50	114,00	149,00	298,50	66,00	141,50	10,00	5,00	5,00	64,00	1493,00
1987/88	112,00	139,00	365,00	209,00	183,00	160,00	65,00	35,00	10,00	0,00	0,00	71,00	1349,00
1988/89	138,50	228,00	205,00	136,00	177,50	151,00	49,00	37,00	48,00	62,00	25,00	102,00	1359,00
1989/90	117,00	267,00	335,00	81,50	140,00	126,00	84,00	56,00	0,00	46,00	44,00	51,00	1347,50
1990/91	123,00	172,00	195,00	567,50	264,00	257,00	156,00	18,00	6,00	1,00	2,50	87,00	1849,00
1991/92	127,50	209,00	149,00	545,00	179,00	163,00	93,00	26,00	0,00	0,00	48,50	127,00	1667,00
1992/93	114,00	300,50	370,00	304,00	208,00	155,50	117,00	36,50	26,00	0,00	9,00	71,00	1711,50
1993/94	161,50	191,00	230,00	379,50	77,00	283,00	43,00	102,00	15,00	0,00	0,00	2,00	1484,00
1994/95	104,00	150,00	370,00	273,00	104,50	251,00	81,00	32,00	15,00	0,00	0,00	47,00	1427,50
1995/96	215,00	183,00	299,00	152,50	244,80	245,00	83,00	40,00	3,00	1,00	11,00	113,50	1590,80
1996/97	97,00	390,00	295,00	455,00	140,00	208,00	107,00	18,00	49,00	2,00	1,00	74,50	1836,50
1997/98	112,00	183,00	173,00	341,50	202,00	88,00	8,00	59,00	3,00	2,00	62,00	22,00	1255,50
1998/99	217,00	153,00	223,00	182,00	239,00	156,00	16,00	12,00	7,50	5,00	0,00	53,00	1263,50
1999/00	134,50	231,00	173,00	357,00	157,00	136,00	28,50	11,00	1,00	16,00	48,00	77,00	1370,00
2000/01	96,70	348,30	328,30	183,90	49,10	193,00	43,30	74,50	0,00	7,00	20,50	80,50	1425,10
2001/02	132,60	385,00	313,50	18,50	50,00	140,00	44,05	66,00	0,00	5,00	15,00	76,00	1245,65

Figura 3 – Tabela Pluviométrica do ano hidrogeológico que é de 1° de outubro a 30° dia de Setembro do ano seguinte. Dados Pluviométrico usados destacados em azul.

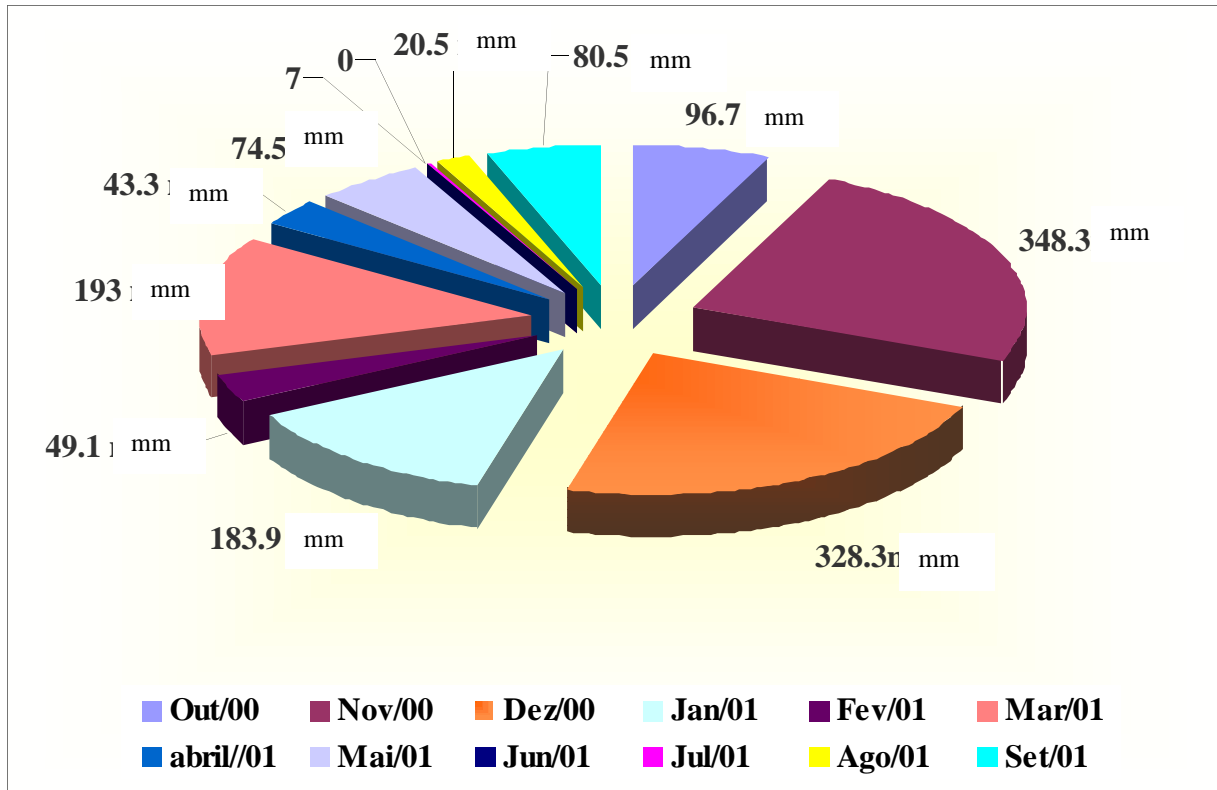


Gráfico1 – Período chuvoso e seco ano hidrogeológico outubro de 2000 a setembro 2001

4.6 Criação de Mapas Temáticas

Estes mapas foram construídos a partir dos índices de vazão medida total do ano hidrogeológico de outubro de 2000 a 30 de setembro de 2001. Que se dividem nos períodos seco e chuvoso. Estas medições de vazões foram retiradas de cada nascente, nos dois períodos seco e chuvoso. E através destes resultados foram gerados mapas temáticos para avaliação de aquíferos da mina (Figuras 4 e 5).

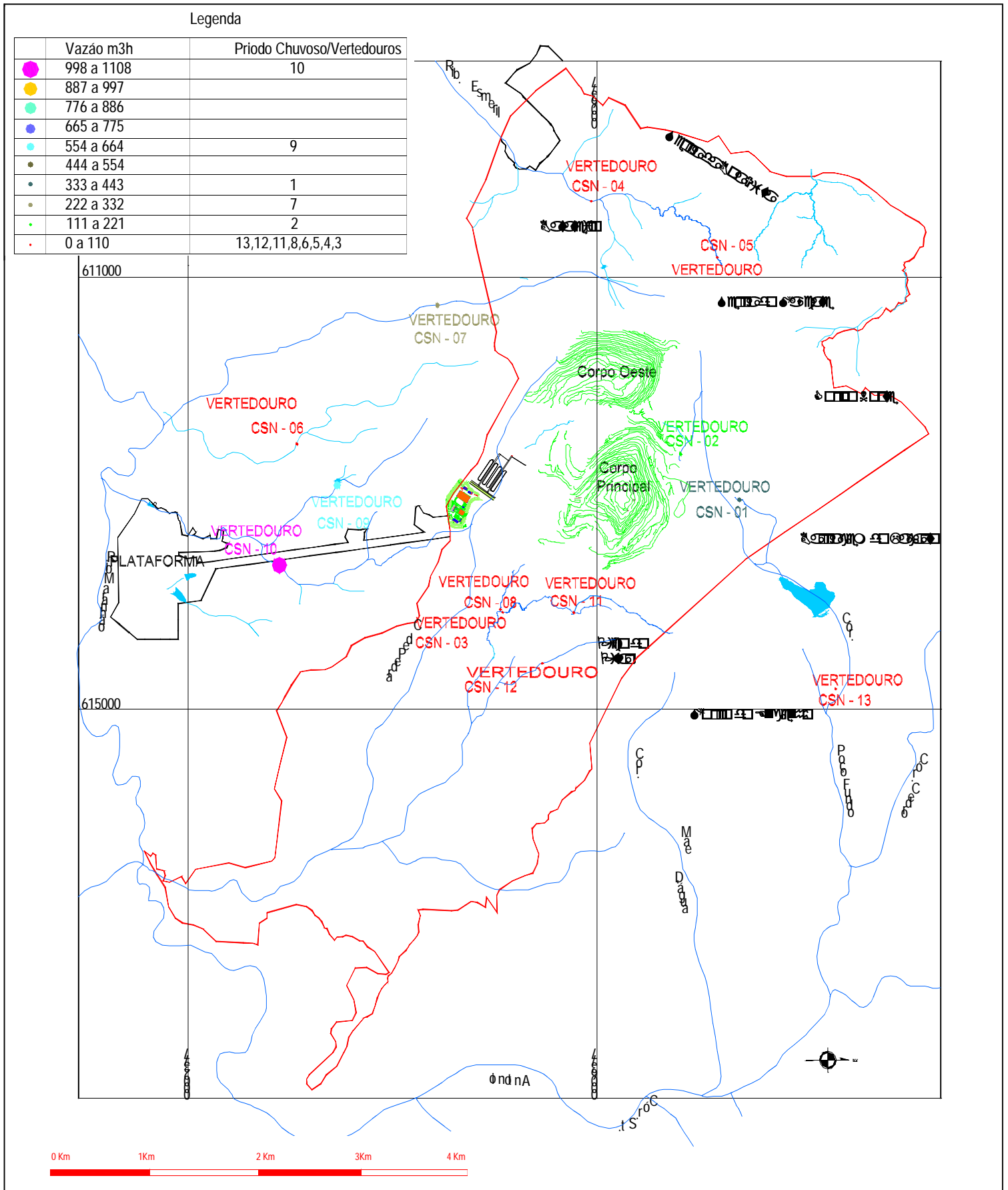


Figura – 4 - Mapa temático Período chuvoso

Legenda

	Vazão m3h	Príodo Seco/Vertedouros
●	998 a 1108	
●	887 a 997	10
●	776 a 886	
●	665 a 775	
●	554 a 664	9
●	444 a 554	
●	333 a 443	
●	222 a 332	
●	111 a 221	1,2
●	0 a 110	13,12,11,8,7,6,5,4,3

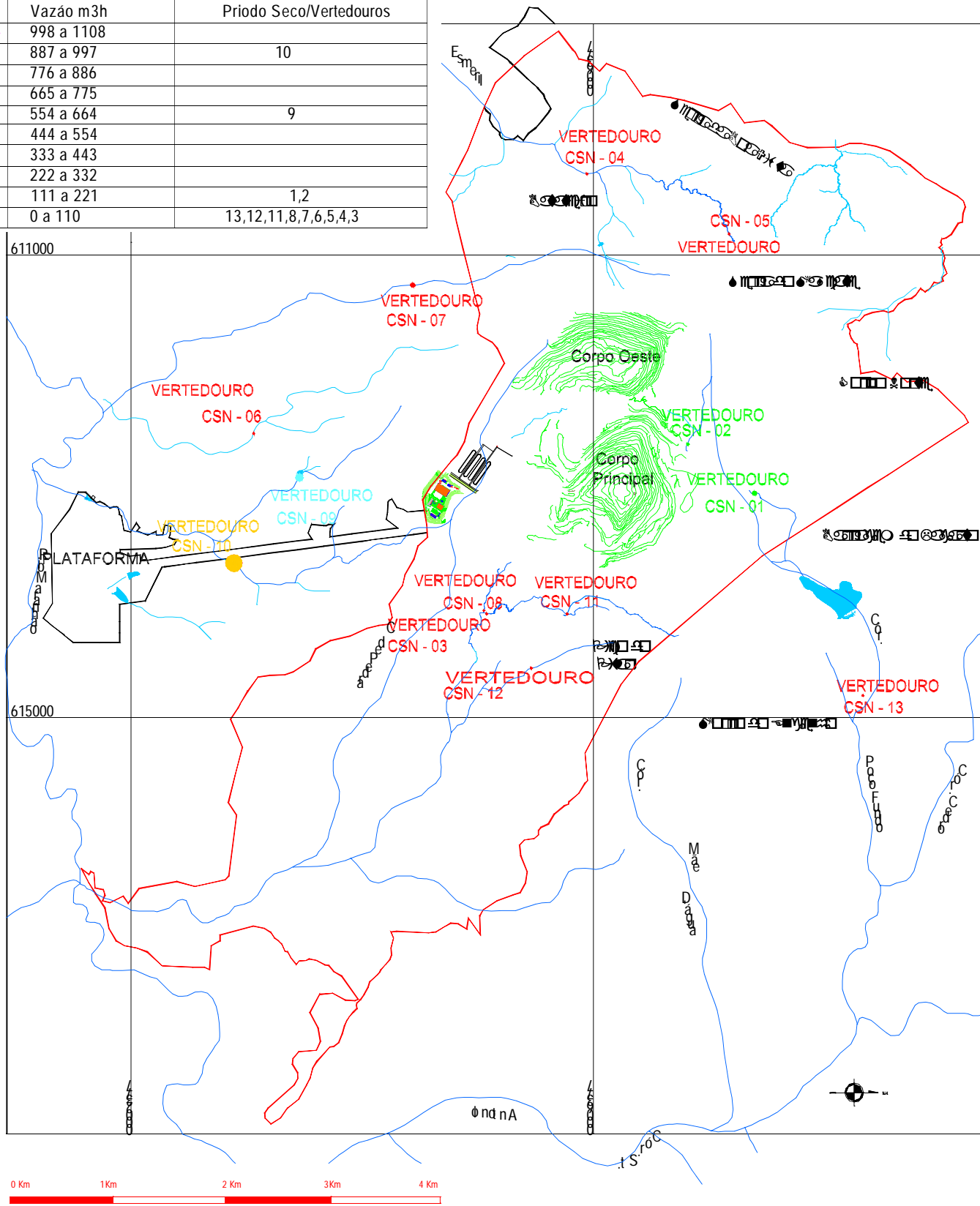


Figura – 5 Mapa temático Período Seco

4.7 Equipamento Utilizado: GPS Trimble 4800

O GPS Trimble consta de 2 módulos receptores, um que é utilizado como base e outro móvel para realizar o levantamento além de um rádio transmissor e um coletor de dados.

Receptores C/A e portadora L1 e L2 juntas, são utilizados em levantamentos topográficos.

O tipo de Levantamento topográfico adotado é o Posicionamento Semi- Cinemática (stop-And-GO) funciona de seguinte forma – Um receptor fixo e outro móvel, taxa de observação de alguns minutos. É necessário rastreamento contínuo, definir ambigüidade no início e retornar a posição inicial.

5.0 Conclusão.

Mesmo com a diferença entre os períodos de seca e de chuva apresentados ,em índices pluviométricos (recarga) consideráveis . As diferenças entre as medições de vazão entre os vertedouros entre os períodos de seca e chuva, sofrem pouca variação de vazão medida , como se observa nos dados apresentados e analisados .

Conclui- se então que esta região onde está inserida a Mineração de Casa de Pedra, certamente possui um solo com porosidade alta .

E o que está ocorrendo então e que quando chove a água que infiltra no solo é maior , ocasionando então um baixo fluxo da água na superfície . Com isso os vertedouros indicam uma variação de vazão pouco elevada mesmo com picos de chuvas e de seca altos. Indicando então a existência e formação de mananciais subterrâneos nesta região. Com o auxílio das análises químicas da água nos pontos de medição de vazão dos córregos e nascentes , poderemos determinar então desta água e também da geologia . E com estes dados pode se iniciar um trabalho de delimitação da área de influencia ou isolinhas deste aquíferos subterrâneos. Com isto pode se evitar depreciação desse aquífero aqui existente na região .As pesquisas se iniciariam nos vertedouros 9 e 10 pois estes apresentaram uma vazão elevada mesmos nos períodos de seca . Outro indicativo é que estes vertedouros se encontram em um a cota inferior aos demais .O que fortalecem mais ainda a indicação de formação de um aquífero subterrâneo nas regiões mais a Norte , Leste e Oeste das Cavas Corpo Oeste e Principal da Mina .

É justamente nestas áreas onde ocorrem as recargas (Serra do Mascate , Corpo Norte, Morro do Engenho e do Pico do Pilar).Isto só será confirmado com a perfuração de poços de pesquisa e análises químicas nestas regiões.

6.0 Bibliografia.

BRASIL/SUDENE . 1980. *Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (PLIRHINE) – Fase I : Síntese do Diagnostico*, Vol.14, Tomo II .

**CLEARY,R.W . 1989. *Águas Subterrâneas :Hidrologia Ambiental , Rio de Janeiro*.
Coleção ABRH.**

COSTA,W.D. 1986. *Analises dos fatores que atuam no aquífero fissural: área piloto dos Estados da Paraíba e Rio grande do Norte*. Dissertação (Doutorado) – Instituto de Geociências, USP.225p.

FUNDAÇÃO GORCEIX, 1998. *Caracterização Hidrológica e Pluviométrica ,Mineração Casa de Pedra, Congonhas MG*, Setor Geologia,

FEITOSA.A.C.FERNANDO.1997.*Hidrogeologia Conceitos Aplicações, Fortaleza: Coleção CPRM*.

GROSSI SAD, J.H& SERPA, J.C 1977. *Reservas minerais lavráveis 1993*. Geologia em Casa de Pedra, Congonhas, Mg. Relatório inédito da GEOSOL para Mineração Casa de Pedra, Companhia Siderúrgica Nacional. Belo Horizonte . 15p.+ varias tabelas e anexos.

HORTON,R.E1933. The role of infiltration in the hidrologiccycle. Am. *Geophys*. Union Trans.,v14,p446-460

KING,F.H 1957. Observations and experiments on the fluctuations in level and the rate of moviment of groundwater.

KEGEL, W. 1955. *Águas subterrâneas no Piauí .Rio de Janeiro :DNPM>bol.156*.

LADEIRA, E.A & Viveiros ,J.F.M de ,1986. *Hypothesis on the Global Structure of the Quadrilátero Ferrífero* .Minas Gerais , Brazil..

PLANO DIRETOR DE MEIO AMBIENTE , *Minas Casa de Pedra, Congonhas ,abril 1996.Setor Geologia*.

REBOUÇAS, ^a C.1996.*Diagnostico do setor Hidrogeologia .si: Ass. Bras. Subt./ ABAS/ PADCT* (inédito 1996)

THORNTHWAITE,C.W. 1948.*An approach toward a rational classification of climate*. *Geologic Ver.*, v38,p.55-78.