PROJETO EXECUTIVO, MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTÁRIO, DE PERFURAÇÃO DE 21,0(VINTE E UM) POÇOS TUBULARES PROFUNDOS EM DIVERSAS COMUNIDADES RURAIS.

JOSÉ WALTER BORBOREMA ARCOVERDE ENGENHEIRO DE MINAS ENGENHEIRO DE MINAS CREA Nº 160.574.500-6 – CONSULTORIA EM SERVIÇOS DE MINERAÇÃO, EM PERFURAÇÃO, INSTALAÇÃO DE POÇOS TULURAES RASOS E PROFUNDOS, ELABORADE PROJETOS EXECUTIVO PARA ABASTECIMENTOD' ÁGUA. Endereço-Manoel Elias de Castro, 1295- Campina Grande-PB Fone (083) 9 8649-4029 e 9 9861-2672– e-mail Walter.arcoverde@gmail.com

Jose Walter Borborema Arcoverde

Município: **SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS**

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS

CNPJ Nº 08.873.226/0001-09 End. Rua Antero Torreão, 4060 - Centro, CEP nº 58.570-000

RESPONSAVEL PELA INSTITUIÇÃO PROPONENTE

FELICÍO KELMO ALMEIDA QUEIROZ

Engenheiro Responsável Pelo Projeto

José Walter Borborema Arcoverde

Engenheiro de Minas - CREA 160.574.500-6

Endereço: Rua Manoel Elis de Castro 1295

Campina Grande - PB

Fone: (83) 9 9861-2672 E 9 9316 - 8118

E-mail: walter.arcoverde@gmail.com

Jose Walter Borborema Arcoverde

APRESENTAÇÃO

O presente projeto visa a captação de verba para a execução de obras e serviços de perfurações de 21,0(vinte e um) tubulares profundos, em diversas comunidades rurais, todas no Município de SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS. Com o firme propósito de priorizar a progressiva inclusão de pessoas ao acesso a água potável, que vivem em precárias condições socioeconômicas, oferecendo-lhes o apoio necessário à superação de suas dificuldades.

HISTÓRIA, ASPECTO SOCIO ECONOMICO DO MUNICÍPIO

O município de São Jos é do Cordeiros situa-se na porção central do Estado da Paraíba, Meso-Região Borborema e Micro-Região Cariri Ocidental. Limita-se ao norte com os municípios de Livramento e Taperoá, leste com Pararí e Serra Branca, sul com Serra Branca e Sumé, e, oeste, com Livramento e Itapetim (PE). Possui o município área de 416,30 km2 e insere-se na folha Juazeirinho (SB. 24-Z-D-II) e Sumé (SB.24-Z-D-V) editadas no ano de 1970. A sede municipal situa-se à uma altitude de 545 metros e localiza-se geograficamente através das coordenadas 741.959EW e 9.182.428NS-MC-39. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, inicialmente através da rodovia federal BR-230, Leste-Oeste, em percurso de 241km, até o entroncamento com a rodovia estadual PB-238, passando por Campina Grande, Soledade e Juazeirinho. A partir daí segue-se pelas PB-228, em pequeno trecho de 9km, até a bifurcação com a rodovia estadual PB-238, para, em seguida, através desta rodovia, rumo sul, em trecho de 28km, se chegar a cidade de Tapero á. A partir desta cidade, segue-se pela PB-210 em percurso de 20km até chegar à S ão José dos Cordeiros sede do município

Em 1877, no sítio denominado Casa da Baixa, de propriedade da família Cordeiro. celebrou-se um batizado pelo Padre Alípio Cordeiro, filho do casal. A fertilidade das terras despertou interesse das famílias convidadas, algumas das quais ali se fixaram.

Foram pioneiros da nova povoação: Major Isidoro, Coronel Antônio da Costa Maracajá, Francisco das Chagas Brito. Antônio Torreão, Vicente de Holanda Montenegro e Manoel Alípio Farias` este o primeiro comerciante do lugar. Em 1910, o Padre Alípio Cordeiro iniciou a construção da capela que, anos mais tarde, passou a Matriz. Na mesma época. fundou um colégio

O progresso do povoado originou a sua emancipação política, incentivada por Genival e Oscar de Queiroz Torreão, entre outros.

Em divisão administrativa referente ao ano de 1911, figura no município de São João do Cariri o distrito de Cordeiros. Pelo decreto-lei estadual nº 1010, de 30-03-1938, o distrito de Cordeiros passou a denominar-se São José dos Cordeiros. Pelo decreto-lei estadual nº 1164, de 15-11-1938, o distrito de São José dos Cordeiros voltou a denominar-se simplesmente Cordeiros. No quadro fixado para vigorar no período de 1939-1943, o distrito de Cordeiros ex-São José dos Cordeiros figura no município de São João do Cariri. Pelo decreto-lei estadual nº 520, de 31-12-1943, o distrito de Cordeiros passou a denominar-se Aradecô. No quadro fixado para vigorar no período de 1944-1948, o distrito de Aradecô ex-Cordeiros, figura no município de São João do Cariri. Pela lei estadual nº 318, de 07-01-1949, o distrito de Aradecô voltou a denominar-se São José dos Cordeiros. Em divisão territorial datada de 1-VII-1950, o distrito de São José dos Cordeiros ex-Aradecô, figura no muincípio de São João do Cariri.

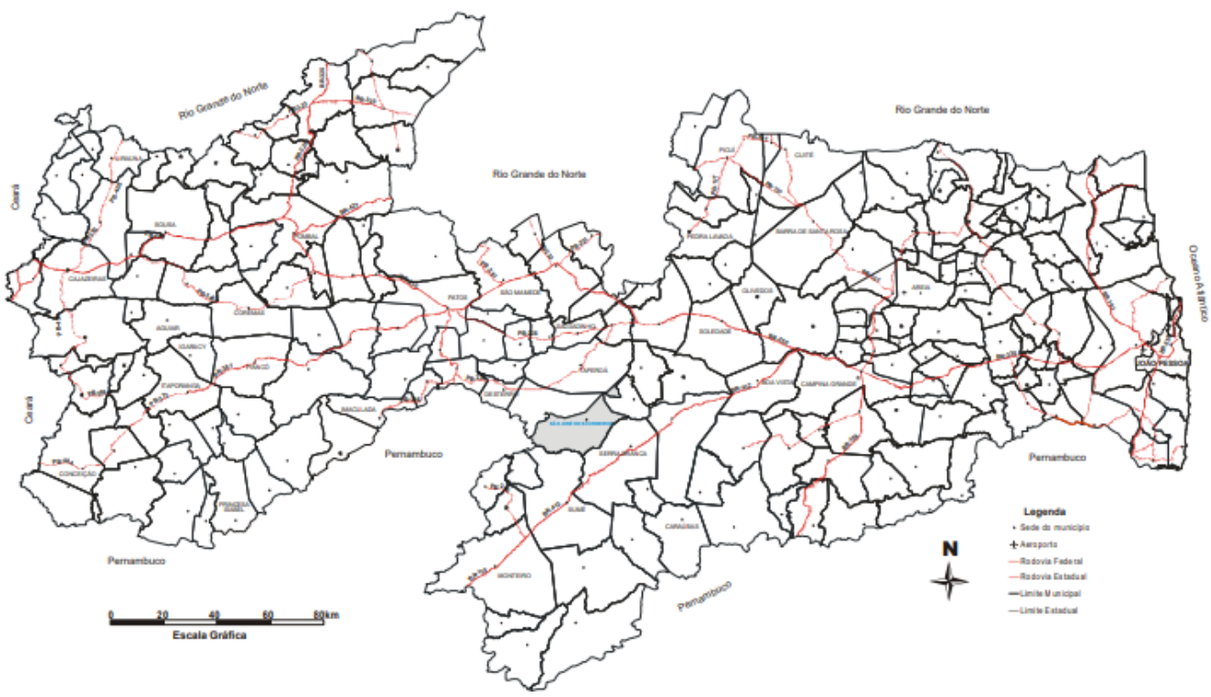
Jose Walter Borborema Arcoverde

Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1-VII-1960. Elevado à categoria de município com a denominação de São João dos Cordeiros, pela lei estadual nº 2662, de 22-12-1961, desmembrado de São João do Cariri. Sede no antigo distrito de São José dos Cordeiros ex-Aradecô. Constituído de 2 distritos: São José dos Cordeiros e Parari, ambos desmembrado do município de São João do Cariri. Instalado em 31-12-1961. Em divisão territorial datada de 31-XII-1963, o município é constituído de 2 distritos: São José dos Cordeiros e Parari. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 17-I-1991

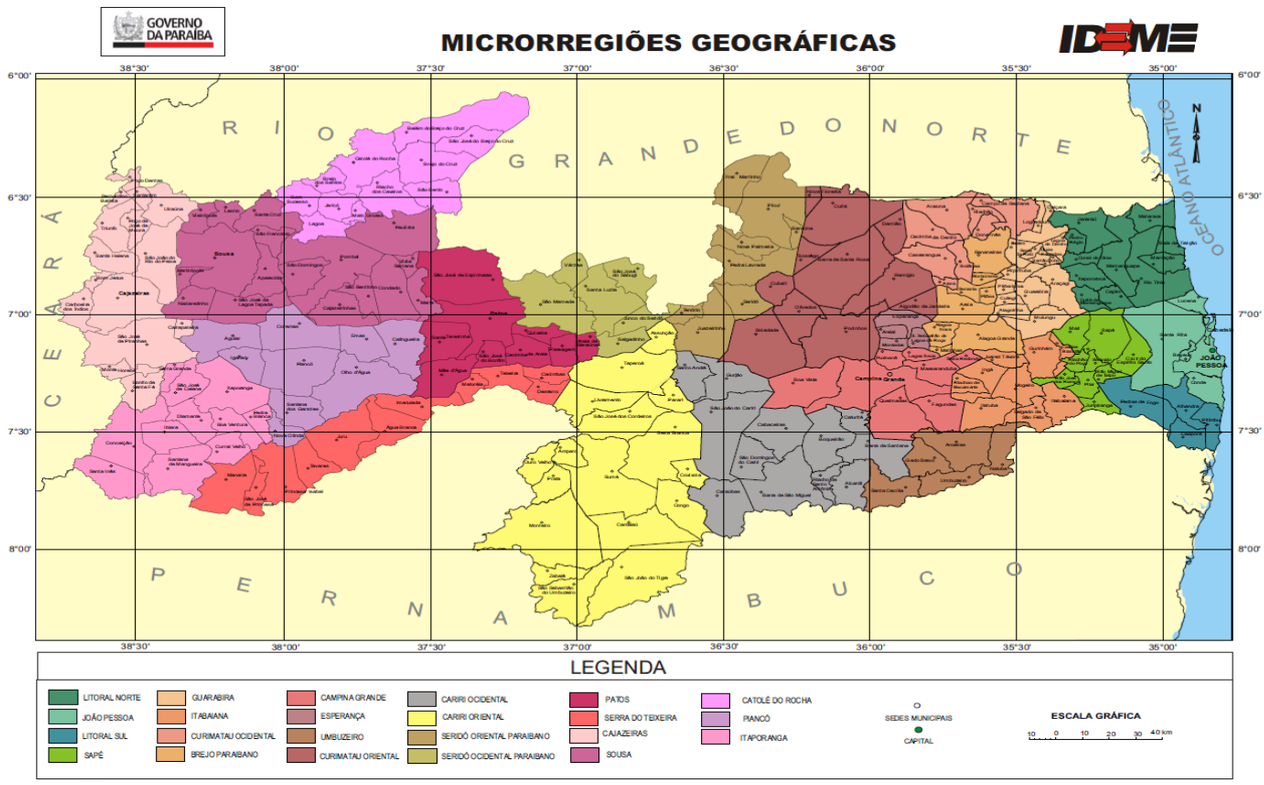
Pela lei estadual nº 5887, de 21-04-1994, desmembra do município de São José dos Cordeiros o distrito de Parari. Elevado à categoria de município. Em divisão territorial datada de 2003, o município é constituído do distrito sede. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2007.

Alterações toponímicas distritais Cordeiros para São José dos Cordeiros alterado, pelo decreto-lei estadual nº 1010, de 30-03-1938.

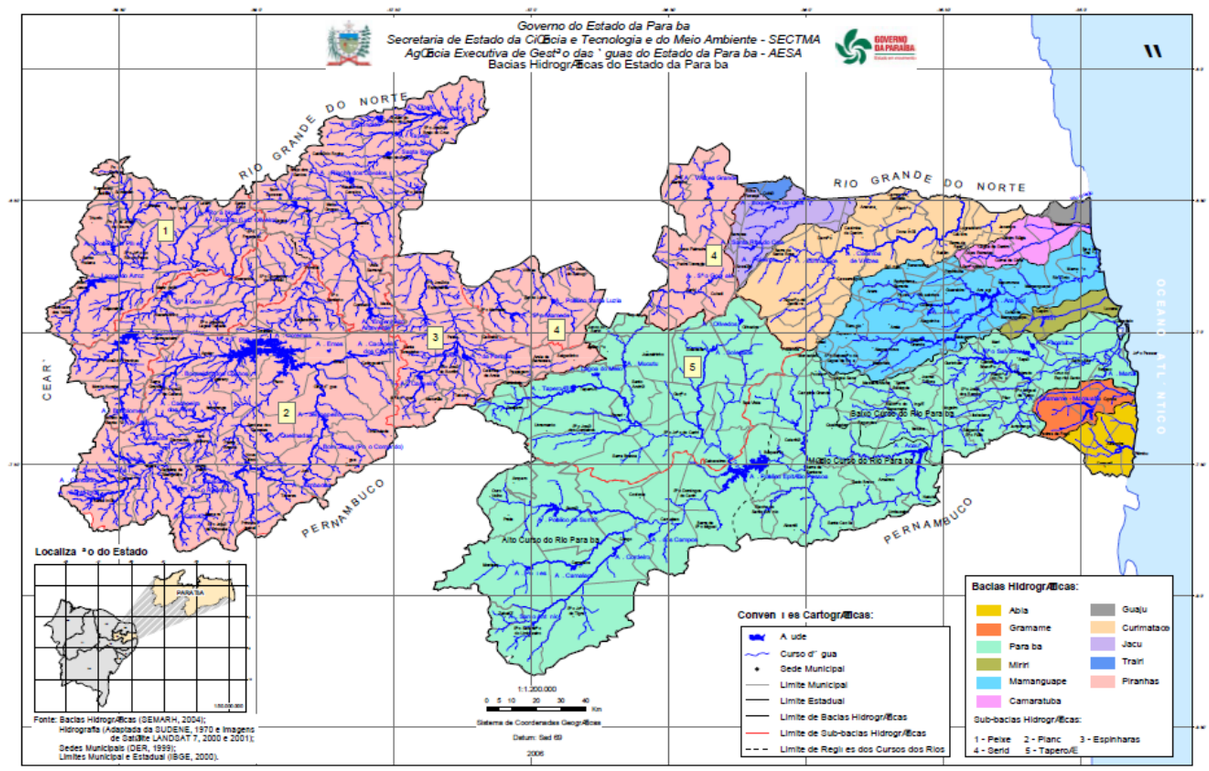
São José dos Cordeiros para simplesmente Cordeiros alterado, pelo decreto-lei estadual nº 1164, de 15-11-938 (FONTE IBGE)



Jose Walter Borborema Arcoverde



MAPA DAS BACIAS HIDROGRAFICAS DA PARAÍBA



Jose Walter Borborema Arcoverde

IMAGEM DA SEDE DO MUNICIPIO DE SÃO JOSÉ DOS CORDEIRO



INFORMAÇÕES SOBRE O MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS

Trabalho, Rendimento e Aspecto Sócio Econômico segundo o IBGE

O município de SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS – PB, pelo decreto-lei estadual nº 1164, de 15-11-938. Com área de 376,661 km² o município possuí uma população estimada para 2022 de **3.411 habitantes**. A densidade demográfica é de 9,01 hab/km².

Em 2021, o salário médio mensal era de 1,5 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 8,46%. Na comparação com os outros municípios do estado, ocupava as posições 194 de 223 e 109 de 223, respectivamente. Já na comparação com cidades do país todo, ficava na posição 5029 de 5570 e 4243 de 5570, respectivamente. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 51,7% da população nessas condições, o que o colocava na posição 84 de 223 dentre as cidades do estado e na posição 1056 de 5570 dentre as cidades do Brasil.

Em 2010, a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade era de 98,5%. Na comparação com outros municípios do estado, ficava na posição 37 de 223. Já na comparação com municípios de todo o país, ficava na posição 1288 de 5570. Em relação ao IDEB, no ano de 2021, o IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental na rede pública era 5,3 e para os anos finais, de 4,7. Na comparação com outros municípios do estado, ficava nas posições 51 e 50 de 223. Já na comparação com municípios de todo o país, ficava nas posições 3133 e 2824 de 5570.

Em 2021, o PIB per capita era de R$ 10.237,66. Na comparação com outros municípios do estado, ficava nas posições 148 de 223 entre os municípios do estado e na 4824 de 5570 entre todos os municípios. Já o percentual de receitas externas em 2015 era de 95,9%, o que o colocava na posição 90 de 223 entre os municípios do estado e na 586 de 5570. Em 2017, o total de receitas realizadas foi de R$ 12.529,63 (x1000) e o total de despesas empenhadas foi de R$ 12.214,4 (x1000). Isso deixa o município nas posições 209 e 200 de 223 entre os municípios do estado e na 5422 e 5237 de 5570 entre todos os municípios.

Jose Walter Borborema Arcoverde

Apresenta 51% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 97,6% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 49 de 223, 26 de 223 e 170 de 223, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 2189 de 5570, 468 de 5570 e 4835 de 5570, respectivamente.

JUSTIFICATIVA PARA EXECUÇÃO DA OBRA

O projeto em escopo visa possibilitar às populações das localidades mencionadas anteriormente, o acesso à água potável de boa qualidade, através da captação em um poço tubular profundo a ser perfurado e operado nas comunidades.

Nas regiões semiáridas a preocupação dos órgãos governamentais é a água, cuja ocorrência sobre a superfície da terra é limitada pelas condições climáticas. No nordeste do Brasil a escassez hídrica é agravada devido a maior parte da região estar sobre o solo cristalino.

A importância da exploração da água subterrânea assume grande importância na nossa região, a sua captação é feita tanto nas zonas aluvionares como nas rochas cristalinas, onde as manchas aluvionares são quase inexistente e o abastecimento público nas comunidades rurais pode ser feito por poços tubulares profundo através de captação subterrânea do aquífero fissural.

A água é um recurso imprescindível para o desenvolvimento das diferentes atividades sócio econômicas, além de ser o elemento vital para a existência de toda a biodiversidade. Adquire valor econômico pelo seu caráter limitado como recurso natural, como recurso ambiental é um patrimônio comum, que a sociedade deve preservar e conservar, garantindo a sua disponibilidade. No entanto, ao longo dos tempos a água vem se transformando em um recurso cada vez mais escasso, tanto pela sua disponibilidade quantitativa como pelo seu aspecto qualitativo. A civilização dos pós Segunda Guerra Mundial conseguiu promover uma redução na disponibilidade de água doce em cerca de 62,7 % das reservas mundiais, sendo que na América do Sul tal redução foi estimada em 73 % (Bruce apud Leopoldo e Herrera, 1997).

Entre os vários motivos da degradação da água pode-se citar a explosão do crescimento da população mundial, a expansão industrial desordenada, o desmatamento, o aumento das áreas de agricultura. Desta maneira os recursos hídricos superficiais têm sido tratados de forma negligente a exemplo do lançamento de esgotos urbanos e efluentes industriais nos mananciais; a intensa utilização de pesticidas e fertilizantes, que juntamente com as partículas do solo são carreados pela chuva e levados aos cursos 3 d´água. Estatísticas revelam que no Mundo cerca de 1,3 bilhões de pessoas não tem acesso à água potável, demonstrando, desta forma, que o século XXI estará marcado pela “Crise da Água” (Oliveira, 1996).

A escassez de água para o consumo humano é um drama social, principalmente nas secas, quando a necessidade diária de obtenção de água para o uso doméstico obriga as famílias a longas caminhadas. Na maioria dos casos, sem alternativas, é utilizada água imprópria para o consumo humano, chegando, inclusive, a repartir com os animais.

A seca possui consequências sociais graves e duradouras, contribuindo com a fome e outros problemas sociais, incluindo o surgimento de inúmeras doenças. Devido à desnutrição e ao consumo de água de baixa qualidade, a taxa de mortalidade, especialmente infantil, aumenta. Há escassez de água devido à irregularidade das chuvas (grande parte cai, em alguns casos, em apenas 18 dias do ano), às altas taxas de evaporação e a temperatura elevada durante o dia.

A utilização de água tratada pela população irá contribuir para a redução dos índices de contaminação por doenças de veiculação hídrica, tanto em adultos quanto, e principalmente, em crianças.

A construção do sistema de abastecimento irá possibilitar aos moradores das comunidades o consumo de água tratada. As Comunidades estão localizada numa área sem qualquer manancial capaz de atender toda a demanda hídrica dos moradores.

O funcionamento e manutenção dos sistemas de abastecimento ficará sob a responsabilidade da PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS.

É, portanto, de suma importância à captação e o abastecimento d'água, como obra permanente para convivência das famílias com a seca no semiárido. A intenção é dar a elas condições de sobreviver de forma digna durante a estiagem, que castiga quase todo o território paraibano na maior parte do ano, e evitar a execução de medidas paliativas que apenas amenizam a situação por pouco tempo.

O Projeto torna-se símbolo de mais uma ação articulada no enfrentamento ao fenômeno da estiagem, na região semiárida, visando seu desenvolvimento.

OBJETIVO

Com o intuito de contribuir para amenizar a situação das famílias que vivem nessa região a PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS ORDEIROS- PB, busca alternativas para a população do semiárido, numa nova visão a respeito do ambiente em que vivem numa perspectiva de estabelecer novas formas de convivência com a seca, onde as políticas públicas sejam efetivamente voltadas às soluções definitivas, fortalecendo e afirmando a região como viável, do ponto de vista econômico, com a adoção de medidas simples, eficaz, com a construção de sistemas de abastecimento de água, e sustentável de armazenamento de água potável visando minimizar os efeitos da longa estiagem que assola a população.

O projeto em escopo visa possibilitar à população das comunidades rurais onde os proprietários das localidades abaixo relacionadas concordam com as perfurações dos poços e já doaram os terrenos, como também:

1 - Promover a melhoria das condições de vida das famílias da Comunidades**,** proporcionando acesso à água de boa qualidade, através da captação em poço tubular profundo a serem perfurados e operados nas comunidades, ampliando melhores condições de saúde e desenvolvimento agropecuário.

2 -Promover Sistema de Abastecimento em domicílios rurais do semiárido paraibano;

3 - Utilizar o sistema de captação de poço tubular

Jose Walter Borborema Arcoverde

4 - Mobilizar a comunidade na discussão do processo de conscientização quanto à importância da utilização da água de boa qualidade, na redução dos índices de contaminação de doenças de veiculação hídrica;

5 - Garantir o direito de todos ao acesso de água de boa qualidade;

6 - Realizar o controle social do Projeto com mapeamento e monitoramento constante no local beneficiado.

7 - Promover Sistema de Abastecimento, através da captação de poço tubular, beneficiando os habitantes, dentre eles agricultores, e beneficiando as famílias das localidades acima citadas

GEOLOGIA DO ESTADO DA PARAÍBA

REGIONAL

Conforme os dados do Mapa Geológico da Paraíba, a geologia da região onde se encontra inserido as localidades está representada por:

O subsolo paraibano é formado em sua maior parte por rochas ilimanitanas, as quais cobrem cerca de 80% da área. Esse substrato precambriano está incluído na Província Borborema, de idade meso a neoproterozóica, representada no Estado pelos seguintes domínios geotectônicos: subprovíncia Rio Grande do Norte, que inclui os terrenos Granjeiro, Rio Piranhas e São José do Campestre e a faixa Seridó; subprovíncia Transversal, onde se reconhece a faixa Piancó-Alto Brígida e os terrenos Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe; e uma pequena porção da faixa Orós-Jaguaribe.

Zonas de cisalhamento, principalmente de idade neoproterozóica, separam esses domínios tectonoestratigráficos e constituem as principais feições geotectônicas do Estado. A subprovíncia Rio Grande do Norte e a faixa OrósJaguaribe documentam a parte mais antiga da história precambriana, envolvendo um substrato de idade paleoproterozóica e uma faixa metassedimentar plataformal à turbidítica, de idade neoproterozóica. O Brasiliano (0,65-0,57Ga) é o principal evento tectonometamórfico desta porção, afetando tanto o embasamento quanto a cobertura metamórfica, e originando uma intensa atividade granítica. A subprovíncia Transversal é dominada por terrenos e faixas dos ciclos Cariris Velhos (1,1Ga0,95Ga) e Brasiliano (0,65Ga-0,57Ga), os quais culminaram com dois eventos orogênicos sucessivos, gerando um complexo sistema de fold-thrust belts e rede de zonas de cisalhamento transcorrentes associados a um extraordinário plutonismo granítico. Segue abaixo a coluna estratigráfica do cristalino.

1.1 Pré-Cambriano/Província Borborema

1.1.1 Faixa Orós-Jaguaribe

a) Complexo Jaguaretama (Pj)

b) Suíte Magmática Serra do Deserto (PMsd)

c) Grupo Serra de São José (PMsj)

1.1.2 Domínio Rio Grande do Norte

1.1.2.1 Terrenos Granjeiro e São José do Campestre

a) Ortognaisses TTG (Aγ)

b) Ortognaiss

c) Complexo Serrinha-Pedro Velho (Psp)

d) Complexo Santa Cruz (Psc)

1.1.2.2 Faixa Seridó e Terreno Rio Piranhas

a) Complexo Caicó (Pca)

b) Suíte Granítica Poço da Cruz (Ppc)

c) Grupo Seridó (Ne, Nsq, Nj, Ns, Nsi)

d) Formação Equador (Ne)

e) Formação Serra dos Quintos (Nsq)

f) Formação Jucurutu (Nj),

g) Formação Seridó (Ns) e o Grupo Seridó indiscriminado (Nsi**)**

1.1.3 Domínio Transversal

1.1.3.1 Faixa Piancó-Alto Brigída (Cachoeirinha-Salgueiro)

a) Complexo Piancó (MNp)

b) Complexo Riacho Gravatá (Mrg)

c) Grupo Cachoeirinha

d) Formação Serra do Olho d´Água (Noa)

e) Formação Santana dos Garrotes,

1.1.3.2 Terreno Alto Pajeú/Faixa Cariris Velhos

a) Ortognaisse Granodiorítico-granítico (Apγ)

b) Complexo São Caetano (Msc)

c) Metagranitóides Cariris Velhos (Mγ2a e Mγ2b)

1.1.3.3 Terreno Alto Moxotó

a) Ortognaisse Granodiorítico-granítico (Apγ)

b)Complexo Sertânia (Pst)

c) Metagranitóides e Migmatitos Serra de Jabitacá (PMγ)

d) Complexo Sumé (PMs)

e) Metanortosito Boqueirão (PMδ)

f) Suíte Granítica Camalaú (Mγ2)

g) Complexo Caroalina-Surubim (Ncs)

1.1.3.4 Terreno Rio Capibaribe

a) Complexo Gnáissico-migmatítico (Pgm/Pγ)

b) Complexo Vertentes (Mve)

c) Complexo Caroalina-Surubim (Ncs)

1.1.4 Suítes Plutônicas Neoproterozóicas

1.2 Siluro-Devoniano/Remanescentes da Evolução Gondwânica

1..2 1 Bacia do Araripe: Formação Mauriti (SDm)

Os 20% restantes do Estado são representados por uma pequena fração da bacia do Araripe, pelas bacias do Rio do Peixe e Pernambuco-Paraíba, de idade cretácea e ligadas à evolução Atlantiana da plataforma sulamericana, e por coberturas continentais paleógena-neógenas continentais. Segue abaixo a coluna estratigráfica do sedimento

1.3 Cretáceo/Bacias da Evolução Atlantiana

1.3.1 Bacia Pernambuco-Paraíba

1.3.1.1 Formação Beberibe/Itamaracá (Kbi)

1.3.1.2 Formação Gramame (Kg) A

1.3.1.3 Vulcânica Félsica Itapororoca

1.3.2 Bacia do Rio do Peixe

1.3.2.1 Formação Antenor Navarro (Ka)

1.3.2.2 Formação Sousa (Ks)

1.3.2.3 Formação Rio Piranhas (Kr**)**

1.4 Paleógeno-Neógeno/Coberturas Continentais

1.4.1 Formação Serra do Martins (Esm)

Jose Walter Borborema Arcoverde

1.4.2 Formação Campos Novos (Encn)

1.4.3 Associação Basáltica Boa Vista (Enβ)

1.4.4 Grupo Barreiras (Enb)

1.5 Quaternário/Formações Superficiais

1.5.1 Coberturas Elúvio-Coluviais (Qc)

1.5.2 Coberturas Lateríticas (Ql)

1.5.3 Aluviões e Sedimentos de Praia

Unidades litoestratigráficas do Terreno Granjeiro

Apγ - Ortognaisses Granodiorítico graníticos -Ortognaisse de composição granodioríticagranítica subordinadamente tonalitíca com intercalações de calcário cristalino e anfibolito

Aγ – Ortognaisse TTG – Ortognaisse de composição tonalítica trondhjemíticagranítica

Unidades litoestratigráficas do Terreno São José do Campestre

Psc – Complexo Santa Cruz – Ortognaisse tonalítico, augen gnaisse e leucogranito gnáissico

Psp – Complexo SerrinhaPedro Velho - Biotita gnaisse granítico migmatizado (Psp3), biotitahornblenda migmatito com mesossoma de ortognaisse tonalíticogranítico com diques de anfibolito (Psp2), biotita gnaisse trondhjemítico, incluindo leucogranito, granito félsico, ortognaisse tonalítico com granada e rocha calcissilicática (Psp1)

-

Unidades litoestratigráficas do Terreno Rio Piranhas

Ppc – Suíte Magmática Poço da Cruz Augen – gnaisse a biotita de composição granítica a quartzo monzonítica com resto de metassedimento

Pca – Complexo Caicó – Quartzo-feldspatobiotita gnaisse, biotita gnaisse às vezes migmatizado, incluindo calcário e anfibolito (Pca1). Ortognaisse granodiorítico-granítico e tonalíticogranodiorítico migmatizado, incluindo calcário cristalino e anfibolito (Pca2)

Unidades litoestratigráficas da Faixa Seridó

Ns/Nsi – Formação Seridó – Granada-biotita xisto, calcário cristalino, quartzito e rocha calcissilicática

Nj – Formação Jucurutu – Biotita-hornblenda gnaisse, biotita gnaisse, epidotognaisse calcissilicático, muscovita quartzito (qt), calcário cristalino (cc), rocha calcissilicática e formação ferrífera

Nsq – Formação Serra dos Quintos – Biotita gnaisse, biotita e/ou hornblenda xisto, gnaisse quartzo-feldspático, muscovita-biotita gnaisse, com intercalações de calcário cristalino, quartzito, quartzito ferruginoso, itabirito, anfibolitos e rochas ortoderivadas

Ne – Formação Equador – Muscovita quartzito e metaconglomerado

Unidades litoestratigráficas da Faixa Piancó-Alto Brigída

(Nsg Noa) – Grupo Cachoeirinha☹ Formação Santana dos Garrotes Formação Serra do Olho d´Água) – Filito siltíco, metarenito, sericita xisto, metavulcânicas ácida e intermediária (Nsg), metaconglomerado polimicto, grauvaca, metarenito, quartzito (qt) e calcário cristalino (Noa)

Mrg – Complexo Riacho Gravatá -Muscovita quartzito, muscovita xisto, por vezes grafitoso, calcário cristalino, metavulcânicas básica, ácida e intermediária, quartzomuscovita xisto, filito, metavulcânica básica, metarenito, biotita-clorita xisto, anfibólio xisto, quartzo-clorita xisto, filito negro grafitoso, com níveis de quartzito ferrífero bandado

MNp – Complexo Piancó - Biotita-hornblenda gnaisse às vezes migmatizado incluindo anfibolito e rocha calcissilicática (MNp 1), cordierita xisto, incluindo biotita-hornblenda gnaisse, anfibolito e raramente calcário cristalino (MNp2)

Unidades litoestratigráficas do Terreno Alto Pajeú

(Mγ2a Mγ2b) – Metagranitóides Cariris Velhos – Granada-muscovitabiotita augen gnaisse e migmatito com ilimanita

Msc - Complexo São Caetano – Muscovita-biotita gnaisse às vezes granatífero, biotita gnaisse, muscovita xisto, quartzito, calcário cristalino, ortoanfibolito, metatufo ácido e metavulcanoclástica

Apγ – Ortognaisse granodioríticogranítico – Ortognaisse granodiorítico granítico migmatizado

Unidades litoestratigráficas do Terreno Alto Moxotó

Ncs - Complexo CaroalinaSurubim - Biotita gnaisse, ilimanita-granada-biotita xisto com níveis de calcário cristalino e quartzito.

Mγ2c – Suíte Granítica Camalaú – Ortognaisse tonalítico trondhjemítico; augen ortognaisse granítico, quartzo-sienítico e sienítico; anfibólio-biotita ortognaisse quartzo monzonítico a granítico e muscovita ortognaisse com ilimanita.

PMs Complexo Sumé – Leucognaisse com freqüentes intercalações de metabasitos, rocha calcissilicática, formações ferríferas, mármore, metapiroxenito e metagabro

PMδ – Metanortosito Boqueirão – Metanortosito incluindo metadiorito e metagabro

PMγ – Metagranitóides e Migmatitos Serra de Jabitacá – Ortognaisse tonalítico-granodiorítico com anfibolito e migmatito com leu- cossoma granítico e mesossoma de biotita gnaisse.

Pst – Complexo Sertânia – Biotita gnaisse com granada e/ou ilimanita, biotita gnaisse, calcário cristalino, rocha calcissilicática, quartzito e raro anfibolito

Apγ – Ortognaisse Granodiorítico-granítico – Ortognaisse de composição tonalítica – (trondhjemítica) – granodiorítica com de rochas metamáficas

Unidades litoestratigráficas do Terreno Rio Capibaribe

Ncs - Complexo CaroalinaSurubim -Biotita gnaisse, granada-biotita xisto, com níveis de calcário cristalino e muscovita quartzito.

Mve -Complexo Vertentes – Granada-biotita gnaisse, biotita gnaisse, metavulcânicas máfica e intermediária

Pgm/Pγ – Complexo Gnáissicomigmatítico – Ortognaisse de composição granítica a tonalítica, incluindo fácies monzonítica, monzodiorítica e diorítica

Geologia local

Complexo Caicó (Pca)

O Complexo Caicó é composto por ortognaisses bandados félsico-máficos, ortognaisses maciços e migmatitos, com intercalações de rochas máficas e supracrustais metassedimentares. Constitui a unidade dominante no Terreno Rio Piranhas, tendo sido usualmente referida em outros trabalhos como um complexo gnáissico-migmatítico. A presença de supracrustais no Complexo Caicó e o alto grau metamórfico dessas rochas tornam complexa uma distinção entre essas supracrustais e aquelas do Grupo Seridó, em algumas áreas. Entretanto, algumas estreitas faixas de biotita paragnaisses, que ocorrem na zona oeste do terreno, foram individualizadas como supracrustais do Complexo Caicó, sendo discriminadas pela sigla Pca1. A área dominante, formada principalmente por ortognaisses migmatizados, incluindo calcário cristalino (?) e anfibolito, está indicada na carta geológica como Pca2. Segundo Dantas (1992), trata-se de uma suíte calcialcalina granodiorítica (médio K). As determinações geocronológicas

deste complexo (Rb-Sr e U-Pb e Pb-Pb; Brito Neves, 1975; Hackspacher & Sá, 1984; Souza et al., 1993; Jardim de Sá, 1994; Van Schmus et al., 1995) indicam idades entre 2,3 - 2,15 Ga. Segundo Jardim de Sá (1994) as metaplutônicas do Complexo Caicó constituem produtos de magmas juvenis extraídos de cunhas do manto, metassomatizado e enriquecido acima de zonas de subducção, os quais promoveram a sucessiva aglutinação destes arcos. LITOLOGIA: Quartzo-feldspatobiotita gnaisse, biotita gnaisse às vezes migmatizado, incluindo calcário e anfibolito (Pca1). Ortognaisse granodiorítico-granítico e tonalíticogranodiorítico migmatizado, incluindo calcário cristalino e anfibolito (Pca2)

Suíte Granítica Poço da Cruz (Ppc)

Suíte Granítica Poço da Cruz (Ppc) Esta suíte foi referida originalmente como granitos G2 por Jardim de Sá et al. (1981) e posteriormente mapeada por vários autores, incluindo Gonzalez & Villas (1984) e Ferreira (1997). Trata-se de uma associação de metagranitóides geralmente de textura augen, de composição granítica a quartzo-monzonítica. Outros tipos de metagranitóides incluindo leucogranitos como os descritos por Dantas (1992) na região de Florânia (Rio Grande do Norte), devem estar associados a esta suíte. Ocorrem de uma maneira expressiva na parte leste do terreno, como intrusões alongadas irregulares, que acompanham os trends do episódio contracional que afetou grande parte dos complexos São Vicente e Caicó nessa área.

Ferreira (1997) observou que esta suíte tem uma assinatura gravimétrica distinta da Suíte Magmática São Vicente e do Complexo Caicó, correspondendo a baixos gravimétricos com amplitudes de 15 mgal, refletindo o seu caráter de crosta félsica menos densa. Os padrões aeromagnéticos dessa região indicam a presença de uma vasta massa de rochas não magnéticas, o que é presumivelmente atribuído a essa suíte.

Gonzalez & Villas (1984) e Ferreira (1997) observam que esta suíte é formada essencialmente por granitos meta a peraluminosos, com padrões petrográficos e de assinatura geoquímica similares aos de granitos crustais. Os granitos G2 foram interpretados por Jardim de Sá et al. (1981) e Macedo et al. (1984) como sendo colisionais transamazônicos, mas Caby & Arthauld (1986) advogam para os mesmos uma origem anorogênica paleoproterozóica, cuja deformação teria ocorrido posteriormente, durante a orogênese Brasiliana. Essa última interpretação parece coerente com o reconhecimento recente do episódio contracional inicial do evento Brasiliano, identificado nas porções basais e no embasamento da Faixa Seridó e com sua intrusão em litótipos da Formação Jucurutu. LITOLOGIA : ugen gnaisse a biotita de composição granítica a quartzo monzonítica com resto de metassedimento

SUITE CALCIALCALINA

A suíte Calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga (cm): granito e granodiorito porfirítico associado a diorito (588 Ma U-Pb)

Depósitos Aluvionares (Al)

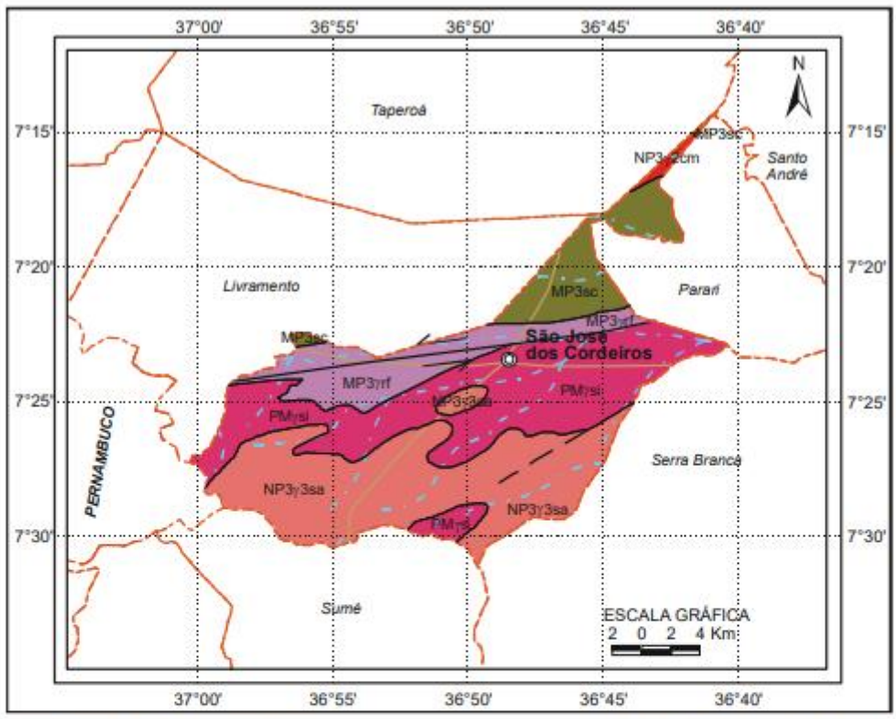
Os depósitos aluvionares que ocorrem na área são de pequeno porte, com alguma exceção para os posicionados em determinados locais ao longo dos rios. São compostos essencialmente por areias de

granulometria variável e por argilas nos locais onde os rios apresentam uma planície de inundação maior, formando solos argilosos com poucos metros de espessura, onde se encontram instaladas pequenas olarias de argila.

GOLOGIA DA LOCALIDADES

Complexo São Caetano (Msc)

Mapa Geológico do Município de SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS– PB



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Mesoproterozóico

NP3γ3sa — Suíte Transicional Shoshonítica Alcalina Teixeira/Serra Branca: leucogranito e biotita hornblenda sienito

NP3γ2cm — Suíte Calcialcalina de Médio a Alto K Itaporanga: granito e granodiorito porfirítico associado a diorito

Mesoproterozóico

MP3γrf — Suíte Granítica-migmatítica Peraluminosa Recanto/Riacho do Forno: ortognaisse e migmatito granodiorítico a monzogranítico

MP3sc — Complexo São Caetano: gnaisse, metagrauvaca, metavulcânica félsica a intermediária, metavulcanoclástica

Paleo a Mesoproterozóico

PMγsj — Complexo Serra do Jabitacá: ortognaisse e migmatito de protólito tonalítico-granodiorítico

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Contato Geológico

Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral

Falha ou Fratura, Encoberta Quando Tracejada

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade

Estrada pavimentada

Limite municipal

Rio intermitente

Jose Walter Borborema Arcoverde

OPERACIONALIDADE DO PROJETO

Do ponto de vista estratégico o Projeto contemplará duas etapas etapas para sua implantação, como condições necessárias ao alcance do êxito desejado. A primeira será as perfurações dos poços e a segunda as instalações dos mesmos.

Através de uma programação definida e bastante discutida, observa-se que se torna possível a realização de um projeto dessa magnitude e significada importância, após a definição de critérios para o seu melhor desenvolvimento.

Do ponto de vista estratégico o Projeto contemplará diversas etapas para sua implantação, como condições necessárias ao alcance do êxito desejado.

Através de uma programação definida e bastante discutida, observa-se que se torna possível a realização de um projeto dessa magnitude e significada importância, após a definição de critérios para o seu melhor desenvolvimento.

O projeto em escopo visa possibilitar à população das localidades citadas, o acesso à água potável de boa qualidade, através de captações de poços profundos a serem perfurados nas comunidades rurais.

O recebimento da obra será procedido de vistoria e constatação do cumprimento dos projetos elaborados.

Discriminação da forma de execução das obras/serviços e especificações técnicas de materiais, equipamentos e mão-de-obra

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os serviços serão executados rigorosamente de acordo com as normas a seguir.

A mão de obra a ser utilizada será especializada para o fim a que se destina e todos os materiais a serem aplicados serão de primeira qualidade. Qualquer material aqui especificado que tenha a necessidade de ser substituído por outro equivalente, só poderá ser feito com prévia autorização do responsável técnico da equipe de fiscalização. As presentes especificações referem-se apenas aos serviços e materiais a serem utilizados na obra, ficando, desde já, subentendido que a qualidade dos mesmos será sempre a mais esmerada e a melhor possível, em obediência à ABNT e à fiscalização da obra.

Com esse objetivo deverá ser empregada mão-de-obra especializada a fim de que tenhamos um acabamento perfeito, ressalvando pequenas falhas a critério do órgão fiscalizador.

À fiscalização caberá rejeitar qualquer trabalho executado sem obediência às condições constantes das presentes especificações.

Jose Walter Borborema Arcoverde

No caso de haver discrepância entre as dimensões medidas em escalas e as cotas apresentadas em desenho, prevalecerão as últimas.

As dúvidas, porventura existentes na interpretação dos desenhos ou nas especificações, deverão ser resolvidas pela fiscalização.

Consideram-se como fazendo parte das especificações, independentemente da transição, quaisquer considerações feitas a respeito de materiais, aparelhos, no Memorial Justificativo, no orçamento ou nos desenhos concernentes ao projeto.

RESPONSABILIDADE TÉCNICA

A responsabilidade da Empreiteira é integral para a obra em apreço, nos termos do Código Civil Brasileiro. É da inteira responsabilidade da Empreiteira a reconstituição satisfatória de quaisquer danos e avarias causadas a terrenos vizinhos ou construções existentes que passarem a compor a obra em execução.

A Empreiteira terá que ter no seu quadro como responsável técnico Engenheiro de Minas ou um Geólogo para execução dos serviços. E a Fiscalização também só poderá ser feita por engenheiro de Minas ou Geólogo.

A Empreiteira é responsável pela retirada do local, no prazo de 48 (quarenta e oito) horas a partir da notificação oficial, dos operários e de todo e qualquer material empregado e rejeitado pela Fiscalização.

Todo e qualquer serviço mencionado em qualquer documento que venha a integrar o contrato (plantas baixas, cortes, fachadas, detalhes, instalações provisórias, definitivas de água, esgoto e luz, especificações, etc.) será executado obrigatoriamente sob responsabilidade da Empreiteira, inclusive adequação dos projetos de instalações hidro-sanitárias, elétricas, telefonia e elaboração do projeto estrutural de acordo com orientação da Fiscalização.

Caberá a Empreiteira verificar e conferir toda documentação e instruções que lhes forem fornecidas pela Contratada, comunicando a esta qualquer irregularidade, incorreção ou discrepância encontrada que desaconselhe ou impeça a execução dos serviços, como também caberá a Empreiteira às despesas para confecção das placas de acordo com o modelo fornecido.

A Empreiteira deverá observar rigorosamente o prazo de entrega da OBRA, constante do Contrato.

- A Empreiteira deverá facilitar os trabalhos da fiscalização, mantendo no local da obra, em perfeita ordem, uma cópia completa de todos os desenhos, detalhes, especificações e o livro de ocorrência.

A Fiscalização poderá determinar a paralisação total ou parcial de todos os trabalhos julgados defeituosos, implicando na correção dos mesmos que obrigatoriamente serão refeitos pela Empreiteira.

Jose Walter Borborema Arcoverde

Do mesmo modo a Empreiteira será responsável pela retirada dos materiais restantes das demolições e daqueles que não atendem aos padrões de aceitação estabelecidos.

A Empreiteira ficará responsável pelo acesso de todos os equipamentos e máquinas ao local dos serviços.

A Empreiteira só receberá a primeira medição com a entrega dos documentos de licença da Obra (CREA, Prefeitura etc.).

A Empreiteira terá a obrigação de apresentar a ficha t[técnica do poço assinado pelo Responsável técnico, contendo Diâmetros de Perfurações com suas extensões, Diâmetro do revestimento com tipo e extensão, Perfil Litológico e Construtivo, Fratura Principal, Ficha de Ensaio de Vazão com a determinação do CRIVO, NE, ND, Q/SW, VAZÃO DE EXPLRAÇÃO e Tabela com a recuperação do poço – (MODELO EM ANEXO)

Mobilização de Desmobilização

A contratada deverá responsabilizar-se pelo transporte dos funcionários e equipamentos ao local das obras e sua completa desmobilização ao final desta.

A obra será registrada no conselho de Engenharia e Agronomia (CREA-PB).

Serão instalados equipamentos e apoio necessário para execução da obra no prazo determinado e com a qualidade exigida.

No canteiro ou em local determinado pela fiscalização, será afixada a placa indicativa da obra com todas as suas características, obedecendo ao modelo determinado pela fiscalização.

1.8 CRITÉRIOS HIDROGEOLÓGICOS - VIABILIDADE TÉCNICA PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULAR NA PARAÍBA EM ROCHA CRISTALINA

Aquífero Cristalino ou Fissural, formado por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, duras e maciças, onde a circulação da água se faz nas fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico. Ex.: basalto, granitos, gabros, filões de quartzo, etc. (SMA, 2003). A capacidade dessas rochas de acumularem água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação, permitindo a infiltração e fluxo da água. Poços perfurados nessas rochas fornecem poucos metros cúbicos de água por hora, sendo que a possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá, tão somente, desse poço interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Nesses aquíferos, a água só pode fluir onde houverem fraturas, que, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais. São ditos, portanto, aquíferos anisotrópico.

Mais na metade da superfície dos continentes é formado por rocha de impermeabilidade primaria muito baixa mais que pode adquirir permeabilidade secundaria de acordo com o grau de intemperismo e fraturamento.

Os fatores que atuam no mecanismo de infiltração, percolação e armazenamento da água em rochas fraturadas e, consequentemente na capacidade do aquífero fissural, exercendo ainda alguns deles, influencia na qualidade da água podem ser agrupado em dois grupos:

1º Grupo - Fatores exógenos, que diz a respeito aos condicionantes relacionados aos agente atuantes na superfície externa do globo terrestre, tais como :

a) Clima da Região

b) Relevo

c) Hidrografia

d) Vegetação

e) Infiltração de soluções

f) Intemperism

2º Grupo – Fatores endógenos, que corresponde aos agentes que atuam no interior do globo, representado inclusive pele própria Crosta Terrestre tais como:

a) Estruturas apresentadas pelas rochas em função dos esforços atuantes na Crosta
b) Constituição mineralógica das rochas em função da composição magmática ou do tipo de metamorfismo
c) Presenças de soluções mineralizantes hidrotermais

A utilização destes mananciais está sempre associada a um fator de risco, na medida em que não se pode determinar com segurança uma vazão de explotação sustentável e muito menos reservas. Entretanto, este recurso é utilizado desde o início do século XX, no Nordeste, e existem poços que produzem ininterruptamente desde a sua perfuração. Nestes casos, as características de aquíferos livres (em geral) e as altas condutividades hidráulicas associadas às descontinuidades (fraturas, fendas etc.) permitem uma recarga direta e rápida, proporcionando condições permanentes de explotação que só são alteradas em períodos muito longos de estiagem

A região Nordeste tem o seu subsolo constituído em torno de 80% por rochas ígneas e metamórficas, pré-cambrianas, genericamente chamadas de cristalinas. No cristalino, a água subterrânea ocorre em sistemas interconectados de fendas, fraturas e descontinuidades da rocha, formando reservatórios descontínuos e com extensão limitada.

Na verdade, considerando-se um determinado volume de rocha, representativo das características do cristalino, existem n sistemas de descontinuidades, independentes entre si, com capacidade de acumular e transmitir água. MANOEL FILHO (1996) introduziu o termo Condutor Hidráulico (CH), para definir o conjunto de fendas e fraturas interconectadas entre si e associadas a um determinado poço, que representa mais realisticamente as condições de armazenamento e produção nas rochas cristalinas. Assim, pode-se considerar que "aquífero fissural" seja o somatório de todos os condutores hidráulicos existentes numa determinada área, sendo representado como: n i i=1 CH (X,Y,Z)∑ , onde X e Y são as coordenadas do ponto e Z a profundidade do poço

Na última década houve um notável incremento na exploração de água subterrânea no país. Atualmente, avalia-se em 90.000 o número de poços tubulares ativos, fornecendo água para os diversos usos, principalmente para abastecimento público. Centenas de núcleos urbanos são hoje abastecidos exclusivamente por água subterrânea, destacando-se cidades importantes como São Luiz, Terezina, Natal, Maceió e Ribeirão Preto etc. Numerosos centros urbanos e polos agro-industriais contam com sistemas mistos de abastecimento, com utilização da água subterrânea como fonte complementar, tendendo a se converter no manancial prioritário para atendimento da demanda futura.

O quadro geral da distribuição dos recursos hídricos subterrâneos indica que as melhores rochas aquíferas ocupam cerca de 40 % do território nacional que são rochas sedimentar. No restante do país predomina a ocorrência de terrenos cristalinos, de fraca vocação hidrogeológica. A pesquisa de água subterrânea a nível regional foi iniciada há 35 anos, justamente neste domínio de terrenos cristalinos, na área do Polígono das Secas, no Nordeste, visando equacionar o problema de relativa escassez de água daquela região semi-árida. Hoje, os levantamentos hidrogeológicos em grande escala estendem-se por quase todas as regiões do país.

A utilização crescente da água subterrânea é, sem dúvida, produto das vantagens que ela apresenta sobre os recursos de superfície e do avanço alcançado nos últimos anos, tanto no conhecimento de suas condições de ocorrência quanto na tecnologia de captação. É sabido que as obras de captação de água por poços via de regra oferecem condições mais vantajosas que a utilização de mananciais de superfície, especialmente para cidades de pequeno a médio porte, visto que:

•na maior parte dos casos, a demanda de água pode ser facilmente atendida por poços;

•os investimentos iniciais são sensivelmente inferiores aos de captação superficial, com possibilidades de escalonamento dos recursos financeiros por etapas;

•os sistemas de captação tem prazos de execução relativamente curtos;

•os mananciais são naturalmente mais bem protegidos dos agentes poluidores.

•a qualidade natural da água extraída quase sempre dispensa tratamento, requerendo somente simples dessalinização e cloração para rochas cristalina ou uma simples cloração para rochas sedimentar.

Todavia, não obstante a importância assumida, a prática de exploração da água subterrânea no país é, ainda, essencialmente predatória, ditada por uma visão imediatista de uso do recurso, sem o correspondente zelo pela conservação dos mananciais e das obras de captação.

Dentre os diversos fatores que concorrem para esta situação, podem ser mencionados: a falta de legislação básica que discipline a pesquisa e exploração dos aqüíferos; o estágio ainda incipiente de produção de normas e diretrizes técnicas de projeto e de construção de poços; a insuficiência de pessoal técnico habilitado, em todos os níveis; a falta de aplicação do conhecimento hidrogeológico já existente.

Neste contexto, os principais problemas apresentados pelos poços em exploração, com frequência generalizada em todas as regiões, decorrem de:

a) Os aquíferos fissural representa uma das mais difíceis questões da hidrogeologia, por se tratarem de aquíferos anisotrópicos e heterogêneos configurados através de tramas de fraturas.

b) A distribuição das fendas em subsuperfície é aleatório e sua existência depende localmente dos tipos de rochas e dos comportamento físicos das mesmas no momento foram submetidas aos esforços tectônicos.

c) Deficiências de construção: um grande número de poços, talvez a maioria dos poços existentes, foram construídos sem projeto técnico, carecendo dos requisitos mínimos de uma obra de captação

d) Desconhecimento das características técnicas dos poços: os poços mais antigos, executados sem projeto, têm suas características de construção parcial ou totalmente desconhecidas. Ignora-se, muitas vezes, a profundidade total do poço, os diâmetros de perfuração, os materiais atravessados na perfuração e a existência e posição de filtros, tubos de revestimento para poço em sedimento e fratura em poço no cristalino. Até mesmo os poços mais recentes não têm, via de regra, um cadastro técnico apropriado. Poucas são as firmas que fornecem relatório detalhado de construção de poço;

e) Vazão de exploração mal dimensionada: a fixação da vazão a ser explorada do poço geralmente é feita com base em testes de vazão inadequados que não dão, na maioria das vezes, os elementos mínimos para interpretação e determinação das condições limites de exploração. Explora-se o poço com a mesma vazão indicada no mesmo “teste” e, com o passar do tempo, aparecem as consequências: extração de vazão superior à capacidade do poço, queda dos níveis d’água, queda de produção;

f) Mal dimensionamento do equipamento de bombeamento: a confiança cega nos resultados de testes de bombeamento inadequados determina, frequentemente, mal dimensionamento do equipamento.

g) Escolhe-se a bomba somente com base na vazão indicada pelo teste, sem levar em conta as características técnicas e as perdas de carga do poço;

h) Falta de controle da qualidade físico-química da água: o desconhecimento das características físico-químicas da água do aqüífero, antes mesmo da construção do poço, determina em muitos casos deficiências de projeto (especificação de materiais inadequados) que irão influir no desempenho e na vida útil do poço. Efeitos de corrosão ou incrustação nas seções filtrantes e nas tubulações de água são de ocorrência generalizada;

i) Inexistência de um serviço permanente de operação e manutenção, capaz de detectar a tempo as causas de deterioração dos poços e aplicar as soluções adequadas. Predominam os serviços extremamente limitados e deficientes, voltados quase que exclusivamente para os aspectos de manutenção e, ainda assim, de tipo corretivo ou emergencial, quando da iminência de paralisação do abastecimento de água.

j) Inexistência da FISCALIZAÇÃO POR PARTE DO CREA

Todo o sistema Cristalino foi submetido a várias fases de deformação/metamorfismo dúcteis-frágeis, o que resultou em condições favoráveis ao armazenamento de água subterrânea.

As fases dúcteis mais favoráveis correspondem aos cisalhamentos, que “quebraram” as estruturas originais, reorientando todo o sistema e preservando as rochas mais resistentes à deformação plástica, fazendo-as fraturarem-se, normalmente em fraturas amplas, representando ótimos sistemas para aqüíferos fissurais.

Nessa situação é comum obterem-se poços de boas e ótimas vazões produtivas e com recuperações muito rápidas.

As deformações frágeis, propriamente ditas, ocorreram mais tardiamente e por serem muito freqüentes, representam o filão principal para o acúmulo de água em seu interior, em especial as fraturas extensionais, as quais costumam atingir vários quilômetros de extensão e resultam em poços de ótimas vazões de produção e recuperações quase que instantâneas.

Nos dois casos as fraturas remontam à idades muito elevadas, provavelmente no pré-Cambriano.

Por fim temos as fraturas de alívio e recentes, as quais são mais simplórias do ponto de vista hidrogeológico, mas que também não podem ser desconsideradas, pois muitas vezes resultam em poços bastante significativos.

Tudo isto significa que o embasamento cristalino do Estado da Paraíba é bastante viável do ponto de vista hidrogeológico, podendo-se obter resultados positivos na perfuração de poços tubulares para a obtenção de água nos aqüíferos fissurais, dando-se atenção especial aos critérios da geologia estrutural quando da locação do poço.

A capacidade destas rochas em acumularem água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação. No Brasil a importância destes aquíferos está muito mais em sua localização geográfica, do que na quantidade de água que armazenam. Poços perfurados nestas rochas fornecem poucos metros cúbicos de água por hora. A possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá, tão somente, de o mesmo interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Há caso em que, de dois poços situados a pouca distância um do outro, somente um venha a fornecer água, sendo o outro seco. Para minimizar o fracasso da perfuração nestes terrenos, faz-se necessário que a locação do poço seja bem estudada por profissional competente. Nestes aquíferos a água só pode fluir onde houver fraturas.

Poços tubulares perfurados em rochas cristalinas tem características individuais, quanto aos critérios hidrogeológico, hidrodinâmicos e de abrangência de reservatório subterrâneo.

São poços individuais relacionados a fraturas (fissuras) presentes nas rochas cristalinas, originadas nos processos de deformações rígidas/frágeis e em alguns casos mesmo por interferência de cisalhamentos em rochas resistivas, originando tais condições de espaços vazios dentro da rocha compacta, passando a mesma a se comportar com aquícludes (ou popularmente chamadas de aqüíferos fissurais).

Desta forma cada poço tem suas características técnicas definidas por situações individuais, nada tendo em comparação entre poços mesmo que na mesma localidade, pois cada poço se define nas condições e localização da própria fratura a qual ele está relacionado; é claro que em alguns casos mais de um poço podem estar localizados sobre a mesma fratura, porém as condições são distintas, em função da localização de cada poço na fratura; via de regra, normalmente as vazões, níveis dinâmicos e estáticos, rebaixamentos e vazões específicas (parâmetros hidrodinâmicos) entre tais poços são totalmente distintas, mesmo se os poços forem muito próximos entre si.

Em vários estudos feitos, as análises de parâmetros hidráulicos dos poços em terreno cristalino, demostram que a profundidade não exerce nenhuma influência no aumento da vazão. Estás vazões variam muito, alguns poços chegam a dar 10m³/h mais a média é de 2,750 m³/h.

Portanto, não se pode inferir nenhum resultado de um poço a ser perfurado em cristalino com qualquer poço existente no setor e, desta forma, não se deve considerar nenhum resultado de tais poços pré-existentes para os novos poços a serem perfurados nas localidades envolvidas em novas perfurações.

Estas definições valem para quaisquer localidades do globo terrestre quando se referem a poços tubulares em terrenos cristalinos.

Mais na metade da superfície dos continentes é formado por rocha de impermeabilidade primaria muito baixa mais que pode adquirir permeabilidade secundaria de acordo com o grau de intemperismo fraturamento.

Todo o sistema Cristalino foi submetido a várias fases de deformação/metamorfismo dúcteis-frágeis, o que resultou em condições favoráveis ao armazenamento de água subterrânea.

As fases dúcteis mais favoráveis correspondem aos cisalhamentos, que “quebraram” as estruturas originais, reorientando todo o sistema e preservando as rochas mais resistentes à deformação plástica, fazendo-as fraturarem-se, normalmente em fraturas amplas, representando ótimos sistemas para aqüíferos fissurais.

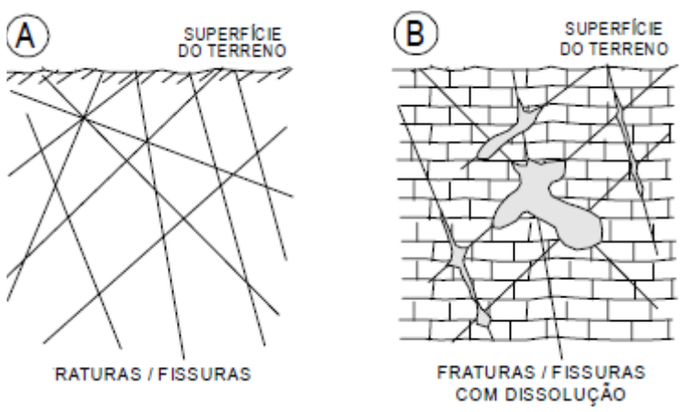
Nessa situação é comum obterem-se poços de boas e ótimas vazões produtivas e com recuperações muito rápidas.

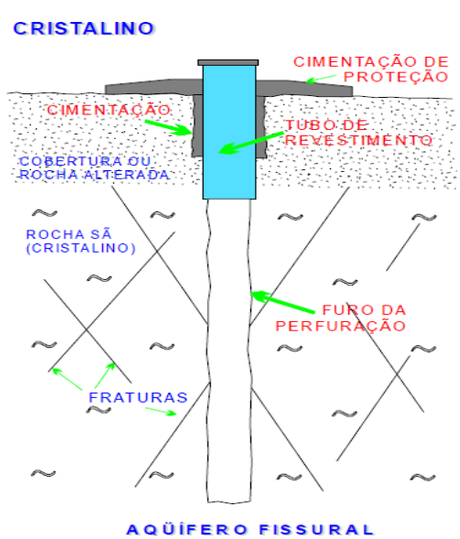
As deformações frágeis, propriamente ditas, ocorreram mais tardiamente e por serem muito frequentes, representam o filão principal para o acúmulo de água em seu interior, em especial as fraturas extensionais, as quais costumam atingir vários quilômetros de extensão e resultam em poços de ótimas vazões de produção e recuperações quase que instantâneas.

Nos dois casos as fraturas remontam à idades muito elevadas, provavelmente no pré-Cambriano.

Por fim temos as fraturas de alívio e recentes, as quais são mais simplórias do ponto de vista hidrogeológico, mas que também não podem ser desconsideradas, pois muitas vezes resultam em poços bastante significativos.

Tudo isto significa que o embasamento cristalino do Estado da Paraíba é bastante viável do ponto de vista hidrogeológico, podendo-se obter resultados positivos na perfuração de poços tubulares para a obtenção de água nos aquíferos fissurais, dando-se atenção especial aos critérios da geologia estrutural quando da locação do poço.





Walter Borborema Arcoverde

Como já foi mencionado, capacidade de armazenamento e transmissão de água subterrânea em rochas cristalinas está diretamente ligada à existência de sistema de fraturas, juntas e fissuras na rocha. Estas descontinuidades representam o resultado de uma deformação rúptil sofrida pelas rochas, quando submetida a esforços tectônicos na crosta terrestre.

Tais processos deformacionais têm se manifestado de diversas maneiras sobre as rochas, sendo função das variações no estado de tensão e principalmente do tipo de rocha (composição e textura). Do ponto de vista da geologia estrutural, as descontinuidades são denominadas juntas ou diáclases quando o deslocamento paralelo à estrutura é nulo e são chamadas de falhas se há deslocamento de blocos segundo a componente paralela (Hobbs, 1976). Numa visão mais voltada para a hidrogeologia, Costa (1985) aborda uma descontinuidade como um único indivíduo dentro do maciço rochoso, ou como é mais conhecido: fissura elementar. Assim o meio fraturado é resultante do somatório das fissuras elementares. A abertura de uma descontinuidade é talvez o parâmetro mais importante na problemática da infiltração e armazenamento de água. Segundo Costa (1985) a abertura vai depender das tensões atuantes e do tipo de rocha. Em relação às tensões atuantes pode-se dizer que as deformações sofridas variam em função do tipo de 16 esforço aplicado (compressivo ou tracional), da diferença entre os esforços máximo e mínino e, finalmente, das direções das tensões no espaço tridimensional

O maior fator restritivo, portanto, ao uso destes recursos é a qualidade da água. Em geral, as águas são cloretadas sódicas e apresentam, em grande parte, Sólidos Totais Dissolvidos acima do limite de potabilidade. A questão do comportamento heterogêneo e anisotrópico na hidrogeologia dos meios fissurados está ligada diretamente à escala de observação.

Na escala pontual, praticamente cada poço representa um “aquífero” diferente, com características próprias. As diferenças de produtividade e qualidade de água de poços muito próximos entre si, porém captando condutores hidráulicos diferentes, são, muitas vezes, surpreendentes. Sendo assim, não é consistente fazer regionalizações utilizando-se dados de poços em rochas cristalinas. Entretanto, para escalas pequenas (> = 1:000.000) talvez seja possível definir grandes áreas ou zonas que apresentem uma tendência em relação a um determinado parâmetro analisado.

Sendo assim um dos desafios da hidrogeologia na região do semiárido do Nordeste brasileiro é melhorar o índice de sucesso das locações de poços, identificando previamente zonas fraturadas potencialmente produtoras de água

Atualmente o índice de sucesso com vazão maior que 500 litros por hora é de 70%. Este índice vem se mantendo desde a década de 60, quando os primeiros hidrogeólogos começaram a locar poços no semi-árido nordestino, utilizando como ferramentas de trabalho a Fotografia aérea como foto interpretação geológica, geologia de campo e raras vezes geofísica.

Diante de tudo que foi exposto anteriormente é impossível garantir que um poço em terreno cristalino seja produtivo.

1.9 MEMEORIAL TECNICO/DESCRITIVO PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS EM ROCHA CRISTALINA

Os serviços serão executados rigorosamente de acordo com as normas a seguir e seguindo rigorosamente os critérios da ABNT e ABAS.

Discriminação da forma de execução das obras/serviços e especificações técnicas de materiais, equipamentos e mão-de-obra

As obras/serviços a serem realizados por força do instrumento de celebração do convênio ora pleiteado deverão seguir os dispostos nas normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NB 12.214 – Projeto de Poço para Captação de Águas Subterrâneas e NB 12.224 – Construção de Poço para Captação de Águas Subterrâneas.

A) Locação do poço

Existem diversas referencias, bibliográficas referente a ocorrência de águas subterrânea em aquíferos fissurais, locações de poços em rocha cristalina e metodologia utilizadas na detecção de zonas fendilhadas como por exemplo KAPPELMEYER(1951), SIQUEIRA (1963), IPT (1984), COSTA 91986), WRIGHT (1992), GREEMBOUM (1992), BOECKH e BOTONN(1999), SILVA *et al* (1995), FEITOSA (2001) entre outros.

KAPPELMEYER(1951) realizou pesquisas geotermais no vale do rio Neckar, na Alemanha, com o objetivo de detectar fraturas, fissuras e estrutura similar que facilitassem o transporte de calor convectivo através das águas provenientes de grandes profundidades. As temperaturas foram medidas a uma profundidade de 1,5 metros e as distancias entre os pontos de 20,0 metros. O mapa elaborado a partir destas temperatura revelou claramente uma temperatura maior acima da fratura pesquisada.

SIQUEIRA (1963) avaliou as contribuições da geologia à pesquisa de água subterrâneas no cristalino. Segundo ele o primeiro passo a ser dado na pesquisa de água subterrânea é o mapeamento geológico

detalhado a fim de obter informações quanto a petrografia e tectônica. Derivadas destas informações básicas essenciais estão os seguintes fatores que devem ser observados em uma região cristalina:

a) Tipo de ruptura
b) Litologia
c) Contatos geológicos
d) Zona de manto de Intemperismo

Neste trabalho também e levantado a importância das redes finas rupturas por se tratarem de alimentadoras dos grandes fendilhamentos ou falhamentos regionais. Por tanto o poço locado nesta situação esteja próximo a zona de recarga (aluviões ou manto de intemperismo) afim que o reservatório seja renovado ao longo do ano.

Outra questão citada por SIQUEIRA é a presença de drenagem controlada por fraturas (riacho-fenda) e lineações, fonte de recarga para os grandes fraturamentos. É sabido, d fotointerpretação geológica que os padrões de drenagem (dendritica, retangular, radial, anular etc.) identificadas em uma determinada área auxilia na interpretação da geologia estrutural e como consequência são importante na locação de um poço.

TURNE *apud* IPT (1984) também apresenta uma metodologia para pesquisa de águas subterrâneas baseada na distribuição do calor geotermal e/ou calor do solo pela movimentação das águas. Este método foi testado próximo a Santa Fé, Novo México, apresentado resultado satisfatório, porem insuficiente. Segundo o próprio autor, o método pouco conhecido, indica potencialidade na prospecção de águas subterrâneas em terreno cristalino fraturado.

GOSTA (1986) fez uma análise dos fatores que atuam no aquífero fissural em áreas do Estado da Paraíba e Rio Grande do Norte. Segundo este autor existem dois fatores que atuam no aquífero fissural, denominados fatores exógenos e fatores endógenos.

Fatores exógenos, que diz a respeito aos condicionantes relacionados aos agente atuantes na superfície externa do globo terrestre, tais como :

a) Clima da Região

b) Relevo

c) Hidrografia

d) Vegetação

e) Infiltração de soluções

f) Intemperismo

Fatores endógenos, que corresponde aos agentes que atuam no interior do globo, representado inclusive pele própria Crosta Terrestre tais como:

a) Estruturas apresentadas pelas rochas em função dos esforços atuantes na Crosta
b) Constituição mineralógica das rochas em função da composição magmática ou do tipo de metamorfismo

c) Presenças de soluções mineralizantes hidrotermais

Neste trabalho a principal atividade desenvolvida correspondeu às correlações estatísticas entre diversos parâmetros dos poços (vazão especifica, profundidade e profundidade da fratura principal) , do aquífero (litologia e tipo de fratura), do meio externo (relevo/hidrografia, clima, manto de intemperismo) e da própria água (resíduo seco) quanto a sua qualidade.

Com base está correlação foi concluído que a distribuições regional dos índice de salinização das águas subterrânea em rochas fraturadas na região semi-árido do Nordeste do Brasil é comandada pelas condições climáticas, qualidade das águas superficiais e o relevo. As diversificações geológicas nada influem na salinidade.

Também vários estudos voltados à locação de poços em terrenos cristalinos e muitos utilizam vários métodos, tais como: sensoriamento remoto, SIG, critérios hidrogeológicos, investigações geofísicas - VLF (Very Low Frequency), eletrorresistividade etc, analisados, por vezes, de forma isolada e por vezes de maneira integrada. As rochas cristalinas são caracterizadas pela reduzida ou inexistência de porosidade Inter granular (porosidade primária) e o único meio de infiltração, percolação e acúmulo de água é através das zonas de falhas e/ou fraturas (Larsson, 1977).

Com a crescente importância da água subterrânea como reserva estratégica, muitos poços estão sendo construídos visando à captação de água nesse município. O grande problema é a falta de critérios técnicos durante a locação do poço, levando muitas vezes a construção de poços com baixa vazão ou, até mesmo, poços secos.

Uma das mais difíceis tarefas em hidrogeologia é a locação de poços em rochas ígneas e metamórficas. Muitos insucessos têm ocorrido na perfuração de poços produtivos, mesmo em áreas onde as locações foram feitas por profissionais experientes.

Em se tratando de perfuração de poços tubulares o passo/etapa inicial corresponde aos serviços de levantamento geológico “in locu” para observação dos melhores pontos para a perfuração, o que corresponde à locação do poço.

A importância do fraturamento para formação de reservas de águas subterrâneas nos terrenos cristalinos é um tema bastante discutido na hidrogeologia. Durante muito tempo acreditava-se que o fraturamento existente nas rochas provinha de uma deformação dúctil (tectonismo mais antigo), no entanto, hoje se sabe que os esforços recentes, principalmente o tectonismo cenozoico, sobrepuseram outros eventos, dando origem aos fraturamentos de níveis crustais mais rasos e de caráter, predominantemente, distensional (Jardim de Sá, 2000). Com o estudo da neotectônica é possível inferir as direções de tensões que foram responsáveis pelos sistemas de fraturamentos.

No entanto, sabe-se que a trama do fraturamento no cristalino tem uma história normalmente complexa, relacionada a diferentes episódios de deformação, que se sucedem durante o cenozoico (Jardim de Sá, 2000).

No estudo das fraturas existem vários parâmetros que são analisados, tais como conectividade, rugosidade, espaçamento, comprimento, abertura etc (ISRM, 1983). Dentre eles, a abertura depende da orientação das fraturas em relação ao campo de tensões atual. Desse modo, as fraturas que possuem baixo ângulo em relação ao eixo de compressão principal (convencionalmente representado pelo σ1) são

consideradas mais “abertas”, funcionando como juntas de extensão, e, assim, com maior potencial hídrico. As fraturas que possuem alto ângulo com σ1 se comportam como fraturas fechadas, com componente de compressão, podendo também se comportarem como fraturas de cisalhamentos ou fraturas híbridas.

É necessário o reconhecimento de conjuntos de fraturas que estejam relacionadas a um mesmo regime cinemático e respectivo campo de tensões. Isto envolve a distinção de processos de cisalhamento puro, simples ou geral; fraturas de extensão, cisalhamento, estilolíticas e híbridas; regimes de extensões, contração e transcorrência. Em cada um desses regimes, diferentes conjuntos e tipos de fraturas podem funcionar mecanicamente integrados, em coerência cinemática (juntas T, R, R’, P; falhas de transcorrência ou rampas laterais; falhas contracionais ou extensionais em zonas de ponte de transcorrência e etc (Jardim de Sá et al, 1999).

Falhas, eixos de tensões e regimes cinemáticos. Por simplicidade foram representadas apenas as juntas de distensão e as falhas em cada caso. O eixo σ2 é sempre ortogonal ao demais. Por convenção, σ1 representa regime de compressão e σ3 o regime de tração. Fonte: Coriolano, 2002.

Atualmente o Nordeste Brasileiro encontra-se sob um regime de esforços dominantemente compressivos de direção E-W, decorrentes da compressão na Cadeia Andina, da expansão da Dorsal Meso-Atlântica e da força de arrasto da base da litosfera. A reativação neotectônica (até 0,01 Ma) é observada a partir de abalos sísmicos em diversas regiões da Província Borborema, como os que foram registrados nos arredores da Província Alcalina de Fortaleza - Ceará, zona de forte atividade sísmica (Saadi e Torquato, 1992) relacionada à movimentação de falhas secundárias conectadas à Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (Peulvast e Claudino Sales, 2004). Como atuação de tensões mais recentes, observam-se registros que controlam os vales estruturais de alguns rios (Bezerra et al, 2001) e padrões de afloramentos da Formação Barreiras (Lima et al, 1990) na região litorânea.

Poucas tarefas em hidrogeologia são mais difíceis do que a locação de poços em rochas ígneas e metamórficas. Variações extremas da litologia e estrutura, associadas com zonas produtoras de água localizadas em pontos preferenciais dificultam as investigações geológica e geofísica. O solo e a vegetação muitas vezes mascaram o afloramento e impedem um mapeamento geológico detalhado. Além disso pequenas fraturas que produzem a maior parte da água dos poços em rochas não impermeabilizadas não são detectadas por método geofísicos. Não surpreende, portanto, que algumas regiões a porcentagem de insucessos na perfuração de poços seja alta, mesmo quando a locação são feitas por técnicos com bastante experiências.

A perspectiva de uso das técnicas de mapeamento das fraturas na locação de poços no cristalino com os recursos tecnológicos mais modernos, de análise e processamento de imagens, está trazendo para muitos especialistas envolvidos com o problema a esperança da redução dos chamados índice de insucesso, na produtividade de poço. Mas por enquanto está parecendo difícil. A grande incógnita continua sendo a identificação de relações objetivas, entre propriedades geométricas e propriedades hidráulicas do meio fissural, sem que, provavelmente, o estabelecimento de uma metodologia eficiente de locação de poços, dificilmente será logrado.

Estudos recentes parecem indicar que o sucesso de um poço em aquífero de rocha cristalina ainda continua sendo, em grande parte, uma questão de chance. Não é sem razão que os estudos de conectividade geométrica de fraturas e da variabilidade dos coeficientes de permeabilidade e porosidade,

usam como ferramenta de análise estatística, na busca de relações entre propriedades geométricas e propriedades hidráulicas do sistemas fissurados. Mas ainda não foi possível relacionar em escala mesoscópica, estilos estruturais com permeabilidade.

Os valores de permeabilidade no domínio subterrâneo fraturado variam muito de um lugar para outro, assumindo um comportamento aleatório, com distribuição de probabilidade tipo log normal. Isto reflete-se nas dispersões que se verificam nos resultados de produtividade de poços, obtidos em meios fraturados, tanto em zona áridas quanto nas zonas úmidas.

As fichas de locação dos poços estão acostadas logo adiante (junto ao orçamento).

B) Perfuração

1) Perfuração em solo/rocha decomposta

A Segunda etapa, a se realizar após a celebração do convênio, consta da perfuração dos poços; esta deverá ser realizada pelo método rotopneumático, em diâmetro de 8”(oito polegadas) até ultrapassar a camada superficial de solo/elúvio/aluvião e a zona de rocha alterada (decomposto), seguindo-se por mais 1 (um) a 2 (dois) metros em rocha sã do embasamento cristalino, correspondendo ao Complexo Gnáissico-migmatítico.

Em perfuração nesse domínio de rochas, e sabendo-se que em geral a rocha sã desponta a partir dos 6 (seis) a 8 (oito) metros de profundidade, calcula-se que a perfuração em 8”(oito polegadas) deverá ser prolongada até atingir os 8 (oito) metros, isto em termos médios, pois em algumas situações esta poderá ser prolongada a profundidades maiores (principalmente nas locações em zonas de aluvião).

Características da Zona Produtoras dos Poços O tratamento estatístico dos valores de profundidade dos poços perfurados nos complexos revelam uma profundidade média de 50m (variando de 20m a 60m) no litótipo 1b; e 35m (variando de 17m a 60m) no litótipo 1a. Em levantamento feito em mais de mil poços, 95% das fraturas principais produtoras estão entre 12,0 metros a 35,0 metros de profundidades

2) Revestimento e cimentação

Feito isto, este trecho deverá ser revestido em toda sua extensão com tubo de PVC rígido em diâmetro de 6” (seis polegadas), muito bem cravado, deixando-se a boca do poço em pelo menos 30 (trinta) centímetros acima do nível do terreno (para evitar caimento de materiais superficiais).

Em seguida à colocação do tubo de revestimento, deverá proceder-se à cimentação do espaço anular (espaço vazio entre a parede do poço e o tubo de revestimento), através da injeção de pasta de cimento e aguardar pelo menos 2 (duas) horas para a acomodação da cimentação, quando deverá ser preenchida a parte superior que novamente veio a ficar oca em função da acomodação do cimento nas cavidades laterais da perfuração e, somente após isto, é que continuará a perfuração, agora em rocha sã até a profundidade final.

Jose Walter Borborema Arcoverde

O tubo de revestimento e a cimentação do espaço anular tem o objetivo principal de isolar o poço de possíveis entradas de águas superficiais “in locu”, a qual além de trazer impurezas devido à pouca filtração, ocasionando contaminação da água fissural, trará danos terríveis, às vezes irreparáveis para o poço, devido ao caimento de areia e/ou fragmentos de rocha alterada, vindo a ocasionar problemas tais como: queima constante de eletrobombas, sejam por corroimento do rotor, desgaste dos estágios, entupimentos do crivo ou até por pressão na coluna de bombeamento, por apresentar densidade elevada em relação à água, atrito etc., além de uma série de outros problemas; outra situação comum em poços mal revestidos é a obstrução do mesmo, devido ao desmoronamento desses materiais superficiais em grande escala a partir da extremidade inferior do tubo de revestimento e enquanto tiver trecho frágil não revestido.

3) Perfuração em rocha sã

Após o isolamento, a perfuração do poço prosseguirá, agora em diâmetro de 6” (seis polegadas) até a profundidade desejada.

Considerando-se a história e tradição da região para perfuração de poços tubulares em terreno de rochas cristalinas, estima-se a profundidade de 50 (cinqüenta) metros como ideal, pois a partir daí, as fissuras/fendas/fraturas/trincões costumam fechar ou serem pouco abertas para permitir a boa fluência/percolação/permeabilidade da água.

Muitas vezes, inclusive, a rocha apresenta-se em afloramentos próximos com fraturamento bastante significativo, porém na perfuração estas fazem-se pouco significativas devido ao prévio fechamento em níveis mais superficiais, enquanto em outros pontos as mesmas prevalecem até profundidades maiores, o que, nestes casos, quase sempre correspondem a poços de boas/ótimas vazões e com recuperação bastante rápida.

4) Desenvolvimento e limpeza

Encerrada a perfuração deverá proceder-se uma limpeza bastante significativa para evitar que fragmentos de rocha fiquem no fundo do poço e/ou aprisionados em suas paredes.

Em seguida deverá ser realizado um desenvolvimento pelo método Air-Lift, o qual consiste em se soprar em toda a extensão do perfil do poço, de baixo para cima e vice-versa, através da retirada e depois colocação das partes componentes da coluna de hasteamento, sempre subindo e descendo várias vezes a cada haste retirada/colocada; o processo deverá ser repetido várias vezes e sempre que a coluna estiver completa, proceder-se à limpeza novamente, soprando-se ininterruptamente por espaço de tempo prolongado; após a água estar completamente limpa e transparente/cristalina, ainda deverá continuar o processo de sopro por pelo menos 30 (trinta) minutos para uma maior garantia dos resultados.

Normalmente 4 (quatro) horas é tempo suficiente para proceder-se a limpeza desses poços quando combinada com um desenvolvimento Air-Lift.

Importantíssimo também é o desenvolvimento das fraturas, as quais deverão ser preliminarmente desenvolvidas já durante a perfuração e, agora no desenvolvimento, principalmente, para garantir a

desobstrução das fendas por fragmentos ou argilas, vindo significar melhor fluência/permeabilidade da água subterrânea.

5) Desinfecção

Encerrada a limpeza do poço, deverá ser colocada dentro do mesmo uma solução de hexametafosfato ou hipoclorito de sódio, a qual visa a desinfecção da água, já que a mesma recebeu a presença de elementos estranhos (materiais e equipamento da perfuração).

Após a aplicação da solução desinfectante, o poço deverá ser lacrado pela colocação da tampa de boca, a qual deverá ser de alumínio ou ferro fundido, parafusada e bem apertada, para evitar a contaminação por caimento de materiais estranhos no mesmo,

sejam através de processos naturais, sejam por interferência de pessoas mal educadas (ação antrópica).

6) Proteção sanitária

Não esquecer de construir uma laje/selo de proteção sanitária em torno do poço, com dimensões 0,80 x 0,80 x 0,20 m, a qual deverá ser feita de cimento; o seu objetivo principal é proteger o poço contra penetração de água superficial, às vezes contaminada, dentro do poço, por situação de falhas no preenchimento da cimentação do espaço anular, e também proteger o tubo de revestimento.

7) Teste de vazão/produção – A PRINCIPAL ETAPA DO POÇO, RESPONSAVEL PELA VIDA UTIL DO POÇO

A perfuração propriamente dita, se encerra com o teste de produção ou bombeamento ou vazão. Este deverá ser feito com compressor, através da injeção de jatos de ar dentro do poço, tendo-se previamente medido e anotado o parâmetro nível estático, o qual representa o nível da água no poço sem prévia movimentação, utilizando-se medidor de nível sonoro ou luminoso.

É importante que o poço tenha ficado parado por tempo suficiente para o completo restabelecimento do nível estático, o que corresponde à completa recuperação de nível; por isso é que costuma-se realizar o teste de vazão vários dias após os serviços de perfuração, pois sabemos que existem poços que se recuperam com uma rapidez impressionante, por quanto outros levam tempos exorbitantes para tal.

Feito isto, pode-se iniciar o teste de bombeamento com compressor, normalmente utilizando-se uma equipe de três pessoas, já que no seu início é um verdadeiro teste de rapidez, pois um mede a vazão (utilizaremos o processo do tambor, ou seja, colocando-se um tambor para encher, medindo-se o tempo transcorrido para tal através de cronômetro e, em seguida faz-se os cálculos para termos os dados de vazão); outro mede o nível dinâmico e o terceiro anota os dados repassados por aqueles; isto faz-se a cada minuto até os primeiros 10 (dez) minutos, quando então as coisas vão se acalmando, não só porque o nível dinâmico evoluirá mais lentamente, mas também porque as observações vão passar a ser feitas em intervalos de tempo mais prolongado.

O teste de vazão deverá ser prolongado até a completa estabilização de todos os parâmetros hidrodinâmicos (técnico-produtivos) do poço, ou seja, até se estabilizarem o rebaixamento/nível dinâmico

e vazão, momento este, no qual temos definidos os parâmetros de produtividade, mas mesmo assim, deverá se prolongar o teste por mais 2 (duas) ou 3 (três) horas, para total confiabilidade nos resultados.

A experiência nos diz que 08 (oito) horas em poços cristalinos é tempo suficiente para um teste de bombeamento seguro nos poços da região, salvo algumas poucas exceções nas quais o teste deverá ser prolongado até sua definição total, o que deverá ocorrer se por ventura em algum dos poços objeto deste trabalho venha a fazer-se necessário.

Os testes de bombeamento representam, sem nenhuma dúvida, a forma de mais fácil aplicação e maior garantia em seus resultados, que é usada tradicionalmente para a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos dos aqüíferos e para a verificação da qualidade da construção das obras de captação de água subterrânea, além de ser a ferramenta indispensável para a determinação de vazões de explotação de poços.

Um teste de bombeamento é uma operação que consiste no bombeamento de um poço durante um certo intervalo de tempo e o registro da evolução dos rebaixamentos em função do tempo.

Embora com uma maior gama de aplicações e com metodologias sofisticadas de execução e interpretação, dentro deste programa emergencial os testes de bombeamento deverão ser realizados através de uma metodologia simplificada, com o objetivo específico de orientar a determinação de uma vazão referencial para a instalação do poço.

O objetivo nosso é orientar, de forma clara, a execução destes testes e propor um método prático para a determinação desta vazão referencial. Salientamos, entretanto, que as metodologias aqui apresentadas, tanto para a execução quanto para a determinação de vazão, são extremamente simplistas, fugindo a um rigor técnico normalmente utilizado pelos especialistas do setor, com o objetivo bem definido de permitir a sua viabilização.

Os interessados pelo tema, que desejam um conhecimento mais aprofundado, podem recorrer à bibliografia especializada .

As variáveis envolvidas no bombeamento de um poço e que devem ser monitoradas são as seguintes:

1)Vazão de Bombeamento = (Q)

A vazão de bombeamento é o volume de água por unidade de tempo extraído do poço por um equipamento de bombeamento

2)Rebaixamento do Nível da Água dentro do Poço (s) - Sw

Sw = Nd-Ne estático (NE) é a distância da superfície do terreno ao nível da água dentro e Nível dinâmico (ND) é a distância entre a superfície do terreno e o nível da água dentro do poço após o início do bombeamento

3)Tempo (t)

A variável Tempo é o tempo decorrido a partir do início do bombeament

Na execução dos testes de bombeamento serão individualizados dois grandes grupos de rochas: Rochas Cristalinas e Rochas Sedimentares.

Rochas Cristalinas

Os testes em rochas cristalinas deverão ser executados através de um bombeamento contínuo por um período de, no mínimo, 12 horas, independente da estabilização dos níveis;

Após o término do bombeamento é aconselhável o registro da recuperação dos níveis por um período de 6 horas.

A vazão inicial do teste deve ser avaliada ao final da perfuração, durante a etapa de limpeza/desenvolvimento do poço, para não exceder a sua potencialidade e mascarar os resultados do teste.

.

Após o término do bombeamento é aconselhável o registro da recuperação dos níveis por um período de 12 horas. A vazão inicial do teste deve ser avaliada ao final da perfuração, durante a etapa de limpeza/desenvolvimento do poço.

EQUIPAMENTO PROPOSTO PARA BOMBEAMENTO

Rochas Cristalinas

Os testes em rochas cristalinas devem ser executados com bombas (submersa ou injetora) ou compressor de ar.

EQUIPAMENTO PROPOSTO PARA BOMBEAMENTO

Rochas Cristalinas

Em geral as vazões de poços no cristalino são baixas, logo pode-se indicar o método volumétrico como um meio prático e rápido para o registro das vazões. Entretanto é aconselhável utilizar os seguintes referenciais para evitar erros de avaliação acima de 5%;

- Vazões até 3,6 m³/h - Volume mínimo do recipiente = 20 L
- Vazões entre 3,6 e 36,0 m³/h – Volume mínimo do recipiente = 200 L

EQUIPAMENTO PARA MEDIÇÃO DOS NÍVEIS

Os níveis da água dentro do poço devem ser medidos através do medidor de nível,elétrico. Esse dispositivo consiste basicamente de um cabo elétrico ligado a uma fonte, tendo na outra extremidade um eletrodo que, ao tocar na superfície da água, fecha o circuito e aciona um alarme sonoro ou luminoso.

EQUIPAMENTO PARA MEDIÇÃO DO TEMPO

É aconselhável a utilização de cronômetro no início do teste, principalmente enquanto as medidas estiverem espaçadas de 1 minuto. Quando as medidas estiverem com espaçamento superior a 5 minutos é aceitável a utilização de um relógio comum. Os mais indicados são do tipo digital.

NORMAS E PROCEDIMENTOS

A equipe operacional para a execução do teste deve ser constituída, no mínimo, por duas pessoas. Uma para fazer a medida de vazão e a outra para realizar o acompanhamento dos níveis dinâmicos.

É recomendável o aferimento do cabo do medidor de nível a cada novo teste para corrigir prováveis distorções em função da dilatação do fio. É recomendável realizar, antes do teste, um bombeamento inicial por 1 ou 2 horas,

o qual tem as seguintes finalidades:

- Definição da vazão do teste;
- Definição do local de descarga da água bombeada. Muitas vezes é necessário canalizar a água bombeada para uma distância segura, para que não ocorra infiltração local promovendo o retorno da água bombeada ao aqüífero e mascarando o resultado do teste. Ao final de cada teste deverá ser coletada uma amostra de água e enviada imediatamente ao laboratório para a realização de análise físico-química completa.

REGISTRO DOS DADOS

Os dados de acompanhamento da variação do nível da água em função do tempo e a vazão de bombeamento devem ser registrados nas fichas apresentadas nas tabelas 1 (teste de bombeamento em rochas cristalinas) e 2 (teste de bombeamento em rochas sedimentares).

DIRETRIZES PARA PREENCHIMENTO DAS FICHAS

DADOS GERAIS DO TESTE:

a) Poço Bombeado: preencher com a nomenclatura do poço que está sendo bombeado, ou seja, a referência ou nome do poço;
b) Prof.(m): é a profundidade do poço, quer seja informada ou já conhecida;
c) Raio (m): é o raio do poço em metros, por exemplo: 4 polegadas ≈ 10 centímetros = 0,10 metros;
d) Local: localidade onde localiza-se o poço;
e) Município/UF: município e estado onde localiza-se o poço;

Jose Walter Borborema Arcoverde

f) Aquífero: é o tipo de aqüífero, sedimentar, aluvial, fissural (rochas cristalinas) ou cárstico (rochas calcárias). Colocar nome do aqüífero quando possível;
g) Executor: é o nome do executor (empresa pública ou privada) do teste de bombeamento;
h) Crivo da Bomba (m): profundidade do crivo da bomba em relação à superfície;
i) FP: profundidade da fenda mais produtora em metros, ou seja, distância da superfície do terreno até a posição da fratura de maior produtividade;
j) Boca do poço (m): é a distância entre a superfície do terreno e o limite do tubo de revestimento acima do solo;
k) Q (m^3/h): é a vazão final do teste de bombeamento;
l) Método Med. Vazão: é o método de medida de vazão (método volumétrico, escoador de orifício circular, outro);
m) NE (m): é o nível estático em metros, antes do início do teste de bombeamento, ou seja, a profundidade da água no poço antes do início do bombeamento
n) ND (m): é o nível dinâmico em metros ao final do bombeamento, ou seja, a profundidade da água dentro do poço no último instante de bombeamento;
o) Tempo Bomb. (min): é o tempo de duração do teste de bombeamento;
p) Data de Início: data do início do teste (dia, mês e ano);
q) Data de Término: data do final do teste (dia, mês e ano);
r) Rebaixamento. Total (m): é o rebaixamento final do teste, ou seja, quanto o poço rebaixou ao final do bombeamento

REBAIXAMENTO:

a) *HORA*: hora exata do início do teste de bombeamento;

b) *T (min)*: o tempo em minutos em que será feita a medição do rebaixamento após o início do bombeamento. Recomenda-se usar os tempos sugeridos na ficha de bombeamento;

c) *ND (m)*: é o nível dinâmico, ou seja a profundidade da água dentro do poço naquele tempo, em relação à superfície;

d) *sw (m)*: é o rebaixamento do nível da água (ND – NE) naquele determinado tempo;

e) *Q (m3/h)*: é a vazão medida naquele determinado tempo de bombeamento;

RECUPERAÇÃO:

a) *t' (min)*: é o tempo decorrido após o encerramento do bombeamento do poço;
b) *ND (m)*: é o nível dinâmico quando o poço começa a recuperar o seu nível da água, ou seja, a profundidade do nível da água naquele tempo, em relação à superfície;
c) *sw (m)*: é o rebaixamento do nível da água (ND – NE) naquele determinado tempo;
d) *tb/t'+1*: é o tempo de bombeamento final dividido pelo tempo medido na recuperação mais um, para plotar no mesmo gráfico do rebaixamento os valores determinados na recuperação;

OBSERVAÇÕES:

Anotar todas as informações julgadas pertinentes, como: problemas no equipamento de bombeamento durante o teste, falta de energia elétrica, altura do referencial onde foram feitas as medidas etc.

DEFINIÇÃO DE UMA VAZÃO PARA INSTALAÇÃO DO POÇO

Conceitos Básicos

a) Vazão Específica-Vazão específica é a razão entre vazão de bombeamento (Q) e o rebaixamento (s) produzido no poço em função do bombeamento, para um determinado tempo.

Rebaixamento disponível-Rebaixamento disponível é o máximo que se pode rebaixar num poço sem que o mesmo sofra riscos de colapso, ou seja, o nível dinâmico ultrapasse o crivo da bomba. Não existe uma fórmula definitiva para o dimensionamento do rebaixamento disponível,-porém pode-se sugerir como referencial as seguintes formulações:

Rochas Cristalinas

$$RD = 0{,}6\ (FP - NE) \quad (2)$$

Onde:

RD = Rebaixamento disponível

FP = Profundidade da fenda mais produtora

NE = Profundidade do nível estático

Vazão Referencial para Rochas Cristalinas

A vazão referencial para instalação de poços em rochas cristalinas será dada pelo produto da vazão específica (Qesp) para o tempo de 12 horas e o rebaixamento disponível (RD).

Rochas Cristalinas Q = Qesp (12 horas) X RD (4)

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Rochas Cristalinas

Foi perfurado um poço em rochas cristalinas na região semi-árida do Nordeste com uma profundidade de 50 metros, conforme ilustrado na figura 8, realizado um teste de bombeamento com 12 horas de duração e registrada a evolução da recuperação durante 6 horas. Na tabela ABAIXO são apresentados os resultados do teste e os equipamentos utilizados foram os seguintes:

1)Bombeamento – Compressor de ar

2)Medição da Vazão – Tambor de 200 L

3)Medição dos Níveis – Medidor de nível elétrico

4)Medição do tempo – Relógio digital

Para a determinação de uma vazão referencial para a instalação do poço deve-se adotar o seguinte procedimento:

1. Determinar a vazão específica para 12 horas de bombeamento A vazão específica é dada pela razão entre a vazão de bombeamento para 12 horas – tabela abaixo-e o rebaixamento produzido no poço em função do bombeamento para o tempo

de 12 horas, ou seja, 720 minutos

2. Determinar o rebaixamento disponível do poço

O rebaixamento disponível é dado pela equação (2), logo:

Rebaixamento Disponível = 0,6 (FP – NE)

FP é a profundidade da fenda de maior produtividade, que deve ser registrada durante a perfuração do poço, e NE é o nível estático do poço, medido antes do início do bombeamento. Neste caso, como ilustrado na figura e mostrado na tabela

FP = 31,0 m

NE = 4,50 m

Assim:

Rebaixamento Disponível = 0,6 (31,0 m – 4,5 m)

Rebaixamento Disponível = 0,6 (26,5 m)

Rebaixamento Disponível = 15,9 m

3. Determinar a vazão referencial para a instalação do poço

A vazão referencial para a instalação do poço em rochas cristalinas é dada pela equação logo:

Vazão para Instalação do Poço = Vazão Espec.12 Horas X Rebaix. Disponível

Vazão para Instalação do Poço = 0,092 m3/h/m X 15,9 m

Vazão para Instalação do Poço = 1,5 m3/h

8) Análise da água

Após a última tomada de dados do teste, deverá ser coletada amostra da água, a qual será acondicionada em garrafa plástica ou de vidro, devidamente lacrada e etiquetada e instantaneamente colocada na sombra e enviada, no mesmo dia, ao laboratório competente afim de ser analisada para a definição de seus parâmetros físico-químicos, a partir dos quais podemos definir sua aplicação, especialmente quanto ao consumo humano e animal.

Jose Walter Borborema Arcoverde

Após a coleta da amostra da água, o compressor será desligado e naquele momento iniciam-se as medições da recuperação do nível d'água, o que se faz da mesma forma que o nível dinâmico, porém de forma invertida, ou seja, agora a água em vez de baixar está subindo e da mesma forma, nos primeiros minutos também muito rapidamente.

Normalmente, 2 (duas) horas é tempo suficiente para uma avaliação segura quanto à recuperação do nível d'água no poço, ainda que a mesma não tenha alcançado sua completa estabilização, porém isto já deverá estar praticamente concretizada e, neste caso, em geral, a movimentação faz-se muito lentamente.

13) Tamponamento

Encerrado o teste, procede-se novamente ao fechamento do poço com a tampa de boca, afim de aguardar a instalação dos equipamentos de bombeamento com total segurança.