

Anexo do Memo 2207/RE/72  
de 24/11/72  
del

RELATÓRIO FINAL DO POÇO  
IPO-01-PI  
MUNICÍPIO DE PORTO

PHL  
008285  
2006

	<b>SUREMI</b>
CPRM	SEDOTE
	796
	ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º	270-5
N.º de Volumes:	1 v.:
OSTENSIVO	

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

RELATÓRIO DO POÇO IPO-01-PI

MUNICÍPIO DE PORTO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
AGÊNCIA RECIFE

## S U M Á R I O

1. INTRODUÇÃO
2. GEOLOGIA
  - 2.1 - Geologia Regional
  - 2.2 - Geologia Local
3. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS
4. PERFURAÇÃO
5. ACABAMENTO E DESENVOLVIMENTO
6. ENSAIO DE BOMBEAMENTO
7. COMENTÁRIOS GERAIS
8. DADOS GERAIS

### ANEXOS:

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

PERFIL LITOLÓGICO E DADOS DE CONSTRUÇÃO

TABELA DE BOMBEAMENTO

TABELA DE RECUPERAÇÃO E REBAIXAMENTO RESIDUAL

## 1. INTRODUÇÃO

Dando prosseguimento ao programa de abastecimento d'água das cidades do estado do Piauí, conforme convênio firmado entre DNPM/AGESPISA, a CPRM foi solicitada a efetuar na cidade de Porto, a perfuração do poço LPO-01-PI que juntamente com o LPO-02-PI, já previsto, constituirão o sistema de captação que atenderá à população local.

Situando-se na Micro-região do Baixo Parnaíba Piauiense, Porto possui uma população de 1.684 habitantes cujo abastecimento d'água atual é feito a partir de dois chafarizes alimentados por poços profundos. Paralelamente, a população faz uso de águas colhidas do Rio Parnaíba e de cacimbões domiciliares que não apresentam condições sanitárias satisfatórias.

Tendo em vista o número de habitantes, foi prevista a construção de um sistema de captação capaz de atender uma demanda diária de  $200\text{m}^3$ .

## 2. GEOLOGIA

### 2.1 - Geologia Regional

As rochas que ocorrem na área do Projeto, são pertencentes à Bacia Sedimentar do Maranhão. É sobretudo uma bacia paleozóica, embora apareçam retalhos sob a forma de testemunhos tabuliformes, pertencentes à era mesozóica, tais como as Formações Pastos Bons, Motuca e Sambaíba, repousando discordantemente sobre a sequência paleozóica.

Toda a borda oriental da bacia, caracterizada pela zona de afloramentos das formações paleozóicas, é cortada por intrusões diabásicas, em forma de diques e sills, que ocasionaram modificações tectônicas muito localizadas. O tectonismo da bacia, foi tipicamente epirogenético, do que decorreram dobramentos suaves, além de um pronunciado fraturamento das camadas incompetentes.

A natureza litológica das formações que constituem a sequência paleozóica é predominantemente clástica, embora não deixem de ocorrer sedimentos de origem química, tais como anidrita, calcários, etc. As camadas afloram segundo uma direção geral N-S a NE-SW, com um ligeiro mergulho para W, formando uma estrutura homoclinal, cuja espessura pode atingir centenas de metros. Ao longo do extremo leste da bacia, a sua representação basal (Formação Serra Grande), repousa discordantemente sobre o substrato cristalino metamorfozido e de relevo ondulado.

O quadro a seguir, é uma tentativa de comparação entre a natureza litológica das formações aflorantes na área do Projeto (com base na coluna estratigráfica de Mesner e Wooldridge - 1964) e os aspectos hidrogeológicos observados no decorrer da atual programação.

QUADRO DA ESTRATIGRAFIA DA BACIA DO MARANHÃO NA ÁREA DO PROJETO E SEUS ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

ERA	PERÍODO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS
MESOZÓICA	JURÁSSICO	CORDA	Arenito claro, granulação fina-grosseira, subangular-arredondados, ferruginosos.	Suas limitadas faixas de ocorrências, não permitem avaliações hidrogeológicas particulares.
		BASALTO	Soleiras e diques de <u>diabásio</u> instruídos nas formações abaixo.	Permeabilidade de fratura incipiente; redução de permeabilidade das formações em caixantes nas zonas de contato; influência nas direções locais dos fluxos d'água.
	TRIÁSSICO	SAMBAÍBA	Arenito róseo-vermelho, granulação fina, seixos ocasionais, arcóxico, argiloso.	Suas limitadas faixas de ocorrência, não permitem avaliações hidrogeológicas particulares.
		PASTOS BONS	Siltito e folhelho de coloração variegada. Camadas estreitas de arenito argiloso.	Suas limitadas faixas de ocorrência, não permitem avaliações hidrogeológicas particulares.
NEO-PALEOZÓICA	PERMIANO	MOTUCA	Arenitos finos, siltitos e folhelhos avermelhados c/intercalações de anidrita.	As possibilidades aquíferas ficam reduzidas às faixas arenosas, em geral fornecendo pequenas vazões.
		PEDRA DE FOGO	Predominam bancos espessos de folhelho e siltito, com intercalações de chert eolítico, siltito e evaporitos, coloração variegada.	Fraca permeabilidade dos seus sedimentos e presença de águas, com certo grau de salinidade, reduzem as possibilidades dos mesmos
	CARBONÍFERO	Sup Inf	Na parte superior predomina uma sequência de folhelhos e argilitos de cor variegada c/intercalações de dolomito.  Na parte inferior predominam bancos espessos de arenito fino a médio, pouco argiloso, róseo-avermelhado, subarredondado.	A situação hidrogeológica desta porção assemelha-se à Formação Pedra de Fogo, sobreposta.  Vazões rezoáveis e água de boa qualidade foram observadas nessa porção NOTA: Um banco de arenito claro, descontínuo, pode ser encontrado na capa da formação. Denomina-se arenito Sarziwa e apresenta boas condições como aquífero.

NEO-PALEOZOICA	CARBONÍFERO	POTI	Arenito fino-médio, subanguloso, argiloso, ocasionalmente grosseiro; - siltito cinza, micáceo, carbonoso. Folhelhos preto, micáceo, carbonoso nas partes inferiores.	Boa remeabilidade nas faixas arenosas, intenso diaclasamento; situa-se entre os mais importantes aquíferos da bacia.
		LONGÁ	Folhelho cinza-escuro, físsil, micáceo. Siltito-cinza, micáceo, finamente laminado, silicificado.	Fraca permeabilidade, desempenha importante papel em zonas onde confina os arenitos da parte superior da Formação Cabeças.
		CABEÇAS	Predominam arenitos médios a finos, ocasionalmente grosseiros, argilosos. Siltito laminado e folhelho micáceo de coloração vermelha e roxa.	Os níveis arenosos, notadamente os da porção superior, apresentaram condições hidrogeológicas excelentes, sendo mais limitados os resultados da faixas onde a alternância arenito/folhelho/siltito foi observada.
		PIMENTEIRAS	Consiste numa alternância entre bancos, às vezes espessos, de arenito fino, argiloso, subangular, cinza-vermelho; folhelho cinza-escuro/vermelho, micáceo e finas lâminas de siltito. A porção inferior é mais arenosa, cinza-clara, com finas lâminas de silte e folhelho.	Este regime de deposição cíclica, chega a oferecer em certas áreas, um caráter confinante para as águas contidas nos níveis arenosos intercalados nos bancos de folhelho impermeável. As vazões de poços nessa formação, não foram muito significativas e as suas águas podem ser um pouco ferruginosas.
	SILURIANO	SERRA GRANDE	Arenito mal selecionado, subangular, branco, caulínico, conglomerático; siltito e folhelho cinza-escuro, micáceo na passagem para Pimenteiras.	Excelente condições hidrogeológicas nas faixas confinadas pela Formação Pimenteiras, o que não se observa nas zonas de recarga onde funciona com aquífero livre.
EQ-PALEOZOICA			EMBASAMENTO CRISTALINO	Sem comentários particular, uma vez que não foi alcançado pelas sondagens realizadas.

## 2.2 - Geologia Local

Nas cercanias da cidade de Porto, não se observa a presença de boas exposições litológicas capazes de fornecer subsídios para uma identificação mais pormenorizada da geologia local. Geralmente a superfície apresenta uma cobertura de solo espessa, predominantemente arenosa, aliando-se a um manto de vegetação exuberante. Trata-se de uma faixa ribeirinha muito úmida, onde predomina um intemperismo do tipo químico que altera profundamente as rochas aflorantes, provocando manchas que dificultam a observação e interpretação geológica.

Nos raros afloramentos encontrados ao longo da estrada que liga Porto a Nossa Senhora dos Remédios ou nas margens de alguns riachos entre estas cidades, foi identificada uma sequência constituída por arenito de granulação fina, caulínico, intercalando-se com níveis estreitos de siltito laminado. A coloração geral é rósea ou avermelhada e não rara se observa a presença de lentes caulínicas, às vezes contínuas, estreitas, interstratificadas. Esta sequência, localmente, não parece possuir grande espessura sedimentar, mas sim, constituir apenas uma extensão da mancha mesozóica da Formação Itapecuru, aflorante na região de Nossa Senhora dos Remédios, onde apresenta maior significação.

Com a sondagem do poço 1 PO-01-PI, concretizou-se nossa hipótese acerca da pouca espessura daquela formação na área de Porto, uma vez que os sedimentos atravessados com tais características, limitaram-se aos 6,00 metros iniciais. Em seguida, a sondagem progrediu através de um espesso pacote de folhelho, com ligeiras intercalações silto-sas e/ou arenosas, até à profundidade de 117,80 metros quando foi interrompida por se julgar suficiente ao que se propunha.

A princípio, a predominância do referido pacote de folhelho, criou a hipótese de que havia presença da Formação Longá. Este raciocínio, entretanto, foi abandonado quando em viagem na estrada Porto - Matias Olímpio, cerca de três quilômetros a NNE da primeira, foram observados alguns bancos de arenito médio a fino, micáceo, coloração creme a cinza, fraturados, em posição sub-horizontal, intercalando-se com bancos mais estreitos de folhelhos cinzas-arenosos. A sequência aflorante, foi relacionada à parte superior da Formação Poti, em geral mais argilosa e com as mesmas características sedimentológicas observadas nas amostras de calha do furo LPO-01-PI, recolhidas no intervalo 6,00/117,80m da sondagem.

### 3. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Caso não encerrasse um sistema de fraturas, possibilitando uma alimentação direta a partir da zona de infiltração do Rio Parnaíba, na seção relacionada à parte superior da Formação Poti, atravessada no furo LPO-01-PI, onde predominam folhelhos, não haveria condições hidrogeológicas necessárias para oferecer o resultado de vazão obtido com a conclusão desse poço, situado cerca de 800,00 metros da margem direita do grande rio.

Pode-se tratar este caso como o exemplo de um pacote sedimentar com baixo coeficiente de permeabilidade, mas, recompensada por uma rede de fraturas, possivelmente relacionada à presença de corpos intrusivos de diabásio, tão comuns nas circunvizinhanças da região em apreço. É o que se pode chamar de "permeabilidade de fraturas", onde esses fraturamentos servem como condutos interligando a zona de infiltração saturada do rio com o poço, garantindo-lhe o suprimento através de um fluxo permanente.

Perfurando níveis após níveis de folhelho cinza, laminado, siltsoso, somente aos 34,00 metros foi constatada a presença de água no poço. Logo esta subiu até a profundidade de 9,00 metros, mantendo-se em torno deste valor durante o andamento da perfuração, interrompida aos 117,80 metros, ainda no folhelho, devido a tenacidade e existência de fendas com tendência a ocasionar desvios no furo.

#### 4. PERFURAÇÃO

Nos trabalhos de perfuração do LPO-01-PI, foi utilizada uma sonda Speed Star-71, operando pelo método à percussão e com capacidade de atingir 400,00 metros de profundidade.

Como estava previsto, manteve-se o diâmetro de 25,40cm (10") desde o início até o término da sondagem, uma vez que os problemas encontrados, principalmente a existência de fendas, não chegaram a exigir possíveis reduções.

A perfuração foi realizada em cerca de 15 dias de trabalho, com duas equipes, obtendo-se uma produção diária de 7,80m, bem razoável, tendo em vista a permanente resistência ao corte, oferecida pela sequência de folhelhos.

Sempre estáveis e com elevado grau de diagênese, as paredes do poço nunca chegaram a inspirar a necessidade de revestimento primário. Apenas um tubo de 25,40cm (10") com 3,00 metros foi utilizado, protegendo a boca do poço de desmoronamentos superficiais.

## 5. ACABAMENTO E DESENVOLVIMENTO

Em toda a sua extensão, o poço LPO-01-PI recebeu revestimento constituído de tubos e telas galvanizadas, com diâmetro único de 15,24cm (6") e conforme a distribuição - tubos cegos/telas - ilustrada nos dados de construção do poço, em anexo.

Um envoltório de cascalho (gravel pack) foi posto vagarosamente no espaço anular entre o revestimento e a parede do poço, a medida que era feito o desenvolvimento preliminar pelo processo de "baldeamento", visando a uma pré-comodação do anel de cascalho. Apenas o intervalo 0/15m não foi encascalhado, uma vez que foi isolado, segundo sugere a Organização Mundial de Saúde.

A completação do poço passou finalmente à fase de "desenvolvimento", para o qual foi utilizado um compressor de marca Worthington, com capacidade de  $10\text{m}^3/\text{min}$ , com pressão de trabalho de 7atm, por um período de 12:00 horas. A operação processou-se com o uso de "air lift" com 1,905cm ( $3/4$ ") de diâmetro, levando um injetor em sua extremidade inferior, a diferentes profundidades entre teladas, e lançando tanques de ar sistematicamente, até observar-se que o poço não mais fornecia areia ou material fino em suspensão, o que caracterizava o ponto ótimo do desenvolvimento.

## 6. ENSAIO DE BOMBEAMENTO

Com o propósito de avaliar a capacidade de produção d'água dos horizontes aquíferos explorados pelo poço LPO-01-PI, levou-se a efeito um ensaio de bombeamento pelo método "air lift" com a duração de 24:00 horas, fazendo - se uso do compressor com características já enumeradas.

Dispondo uma linha de ar com 1,905cm (3/4") de diâmetro, com uma condição de submergência dinâmica de 47,4%, obteve-se uma vazão de 102,0m<sup>3</sup>/h, para um rebaixamento de 16,30 metros, ou seja, uma vazão específica de 6,25m<sup>3</sup>/h/m.

As variações de nível durante o teste, foram a feridas com um medidor elétrico, enquanto que as vazões, a través de um recipiente com capacidade de 0,2m<sup>3</sup>.

Para efeito de acompanhamento do teste, são a presentadas em anexo, as tabelas de bombeamento e recupera - ção.

## 7. COMENTÁRIOS GERAIS

Em se tratando de uma sequência sem possibilidades hidrogeológicas promissoras, os resultados obtidos com o poço LPO-01-PI, constituíram uma verdadeira surpresa. A e xistência de fendas a partir dos 34,00 metros, entretanto , modificou fundamentalmente os possíveis resultados já espera dos, tendo em vista a experiência com poços nessa porção se dimentar em outras regiões.

Vale salientar que a água contida nessas fen- das, comportou-se tal como se pertencesse a um aquífero con- finado, uma vez que alcançada aos 34,00m de profundidade, ve io em seguida situar-se 8,00m abaixo da superfície.

Durante o bombeamento, o nível dinâmico estabi- lizou-se cerca de 10:00 horas após o início do teste, enquan- to que a vazão, desde os 4 primeiros minutos do mesmo. O con siderável espaço de tempo em que se processou a recuperação, constitui mais uma evidência de que a água nesse poço, com- porta-se como água sob pressão, tal como acontece nos aquí- feros confinados, onde o cone de rebaixamento em geral é ' pouco profundo, mas possui um raio que pode atingir centenas de metros.

A vazão de  $102,0\text{m}^3/\text{h}$ , sem dúvida deveras signi  
ficativa, entretanto, não exclui a necessidade de um outro ' poço, a fim de atender a possíveis imprevistos.

## 8. DADOS GERAIS

Poço : LPO-01-PI

Início : 01/04/72

Conclusão : 15/04/72

Local : Porto

Interessado : D.N.P.M.

Locação : D.N.P.M.

Responsável Técnico : Humberto Rabelo

Sondadores : Francisco C. Filho e José Fimo Bezerra

Profundidade Perfurada : 117,80m

Profundidade Revestida : 117,50m

Diâmetro de Perfuração : 25,40cm (10")

Diâmetro de Revestimento : 15,24cm (6")

a) Cego	[	0,00m - 64,00m
		68,00m - 96,00m
	]	116,00m - 117,50m

b) Telado	[	64,00m - 68,00m
	]	96,00m - 116,00m

Nível Estático : 10,00m

Nível Dinâmico : 26,30m

Rebaixamento : 16,30m

Vazão Bombeada : 102,0m<sup>3</sup>/h

Vazão Específica : 6,25m<sup>3</sup>/h/m

Tempo de Duração do Teste : 24:00h

Altura da Boca do Poço : 1,00m

Cota do Poço : 40,00m

DESCRIÇÃO LITOLÓGICA DO POÇO 1 PO-01-PI

- De 0,00 a 3,00m - Siltito pouco arenoso, cor tijolo.
- 3,00 a 6,00m - Siltito argiloso, cor marrom-amarelada.
- 6,00 a 18,00m - Folhelho cor cinza-clara a cinza-escura, muito compacto.
- 18,00 a 81,00m - Folhelho siltoso, cor cinza-clara, compacto.
- 81,00 a 117,80m - Folhelho arenoso, cor cinza-clara a creme, compacto.

I - TABELA DE BOMBAMENTO

DATA	TEMPO t(min)	NE (m)	ND (m)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	OBS
18/05/72	0	10,00	-	-	Profundida- de do inje- tor = 50m.
	1		21,86	180,0	
	2		22,43	120,0	
	3		22,69	120,0	
	4		22,85	102,0	
	5		23,25	102,0	
	10		23,50	102,0	
	20		23,96	102,0	
	40		24,38	102,0	
	60		24,78	102,0	
	120		25,08	102,0	
	180		25,38	102,0	
	240		25,63	102,0	
	300		25,83	102,0	
	360		25,98	102,0	
	420		26,11	102,0	
	480		26,21	102,0	
	540		26,26	102,0	
	600		26,30	102,0	
	660		26,30	102,0	
	720		26,30	102,0	
	780		26,30	102,0	
	840		26,30	102,0	
	900		26,30	102,0	
	960		26,30	102,0	
	1020		26,30	102,0	
	1080		26,30	102,0	
	1140		26,30	102,0	
	1200		26,30	102,0	
	1260		26,30	102,0	
	1320		26,30	102,0	
	1380		26,30	102,0	
	1440		26,30	102,0	

II - TABELA DE RECUPERAÇÃO E REBAIXAMENTO RESIDUAL

Tempo desde que iniciou o bombeamento. t (min)	Tempo após bombeamento. t' (min)	Nível da Água. (m)	Rebaixamento Residual (m)	$\frac{t}{t'}$
1441	1	19,90	9,90	1441,00
1442	2	19,07	9,07	721,00
1443	3	18,65	8,65	481,00
1444	4	18,43	8,43	361,00
1445	5	18,31	8,31	289,00
1450	10	17,88	7,88	145,00
1460	20	17,34	7,34	73,00
1480	40	16,27	6,27	37,00
1500	60	15,78	5,78	25,00
1560	120	14,60	4,60	13,00
1620	180	13,98	3,98	9,00
1680	240	13,58	3,58	7,00
1740	300	13,18	3,18	5,80
1800	360	12,88	2,88	5,00
1860	420	12,68	2,68	4,42
1920	480	12,50	2,50	4,00
1980	540	12,34	2,34	3,67
2040	600	12,20	2,20	3,40
2100	660	12,07	2,07	3,18
2160	720	11,97	1,97	3,00
2220	780	11,84	1,84	2,85
2280	840	11,72	1,72	2,71
2340	900	11,61	1,61	2,60
2400	960	11,51	1,51	2,50
2460	1020	11,42	1,42	2,41
2520	1080	11,34	1,34	2,33
2580	1140	11,26	1,26	2,26
2640	1200	11,19	1,19	2,20
2700	1260	11,12	1,12	2,14
2760	1320	11,06	1,06	2,09
2820	1380	11,00	1,00	2,04
2880	1440	10,95	0,95	2,00

II - TABELA DE RECUPERAÇÃO E REBAIXAMENTO RESIDUAL

Tempo desde que iniciou o bombeamento. t (min)	Tempo após bombeamento. t' (min)	Nível da Água. (m)	Rebaixamento Residual (m)	$\frac{t}{t'}$
2940	1500	10,90	0,90	1,96
3000	1560	10,85	0,85	1,92
3060	1620	10,80	0,80	1,88
3120	1680	10,75	0,75	1,85
3180	1740	10,71	0,71	1,82
3240	1800	10,67	0,67	1,80
3300	1860	10,62	0,62	1,77
3360	1920	10,57	0,57	1,75
3420	1980	10,53	0,53	1,72
3480	2040	10,49	0,49	1,70
3540	2100	10,44	0,44	1,68
3600	2160	10,40	0,40	1,66
3720	2280	10,33	0,33	1,63
3780	2340	10,30	0,30	1,61
3840	2400	10,27	0,27	1,60
3900	2460	10,24	0,24	1,58
3960	2520	10,21	0,21	1,58
4020	2580	10,18	0,18	1,55
4080	2640	10,15	0,15	1,54
4140	2700	10,12	0,12	1,53
4100	2760	10,09	0,09	1,52
4260	2820	10,06	0,06	1,51
4320	2880	10,03	0,03	1,50
5160	3720	10,00	0,00	1,38
6600	5160	10,00	0,00	1,27



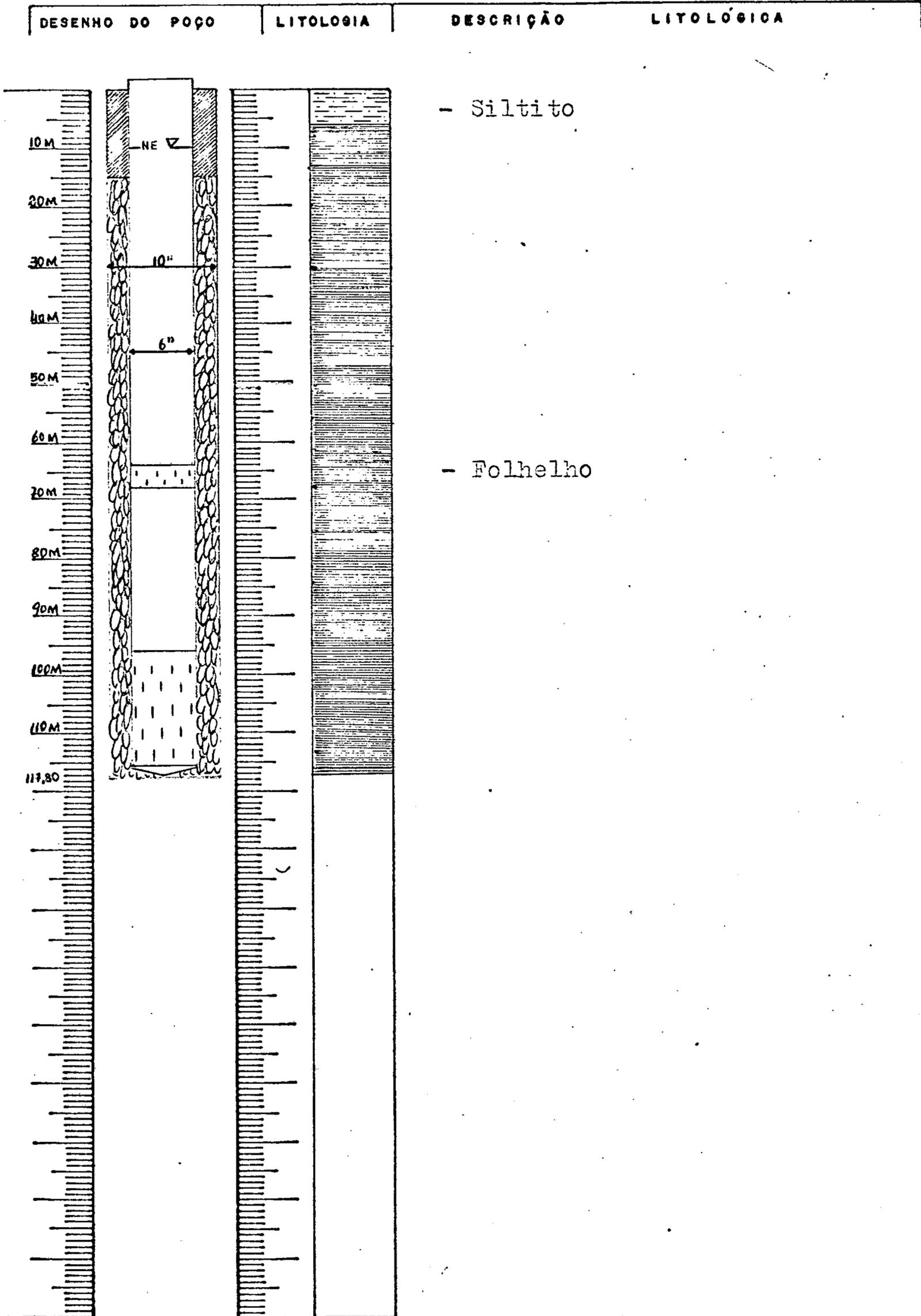
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
 DEPARTAMENTO NACIONAL  
 DA PRODUÇÃO MINERAL  
 4º Distrito - Nordeste

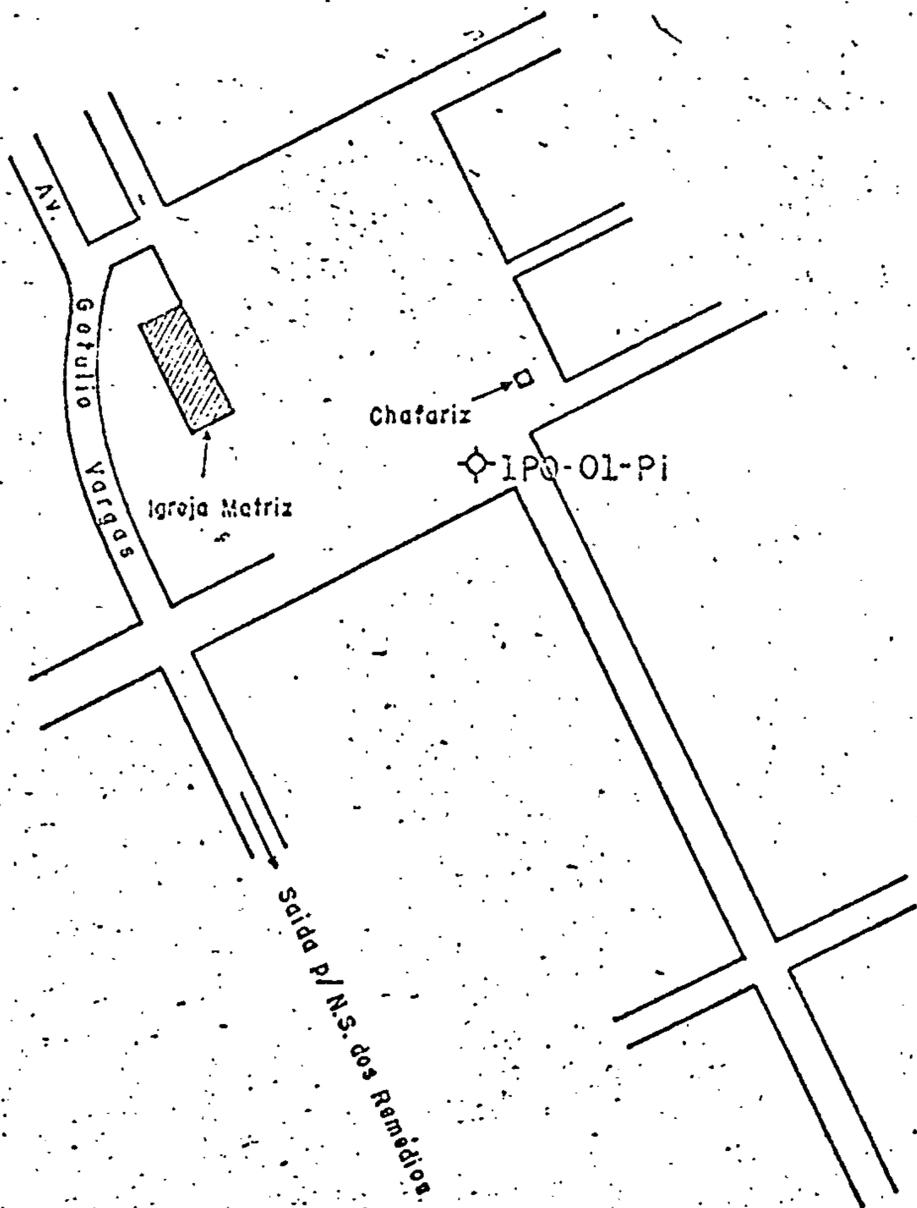


COMPANHIA DE PESQUISA  
 DE RECURSOS MINERAIS  
 Agência Recife

CONVÊNIO DNPM/CPRM  
 PROJETO:  
 ÁGUA SUBTERRÂNEA NO PIAUÍ

POÇO: 1 PO-01-PI  
 LOCAL PORTO  
 MUNICÍPIO PORTO ESTADO PIAUÍ  
 INTERESSADO D.N.P.M.  
 NÍVEL ESTÁTICO 10,00m DINÂMICO 26,30m  
 VAZÃO 102,0m<sup>3</sup>/h  
 RESPONSÁVEL TÉCNICO HUMBERTO RABELO





3° 53' 31"

3° 53' 46"

42° 43' 55"

42° 43' 47"

**MME**

MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA  
 DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
 4º Distrito Nordeste



COMPANHIA DE PESQUISA  
 DE RECURSOS MINERAIS  
 Agência Recife

CONVÊNIO DNPM / CPRM  
 PROJETO: SONDAGENS PARA ÁGUA  
 SUBTERRÂNEA NO PIAUÍ

**PLANTA DE LOCALIZAÇÃO**

POÇOS : 1 PO-01-Pi  
 : 1 PO-02-Pi

CIDADE : Porto  
 ESTADO : Piauí

DATA 03/08/72 ESCALA 1:4.000