



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANÁLISE E PLANEJAMENTO
ESPACIAL**

RELATÓRIO DE MESTRADO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL E DO PERIGO DE
CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA
CIDADE DE TERESINA – PIAUÍ / BRASIL**

MARCO AURÉLIO DA SILVA LIRA FILHO

Orientador: Prof. Dr. MAURO CÉSAR DE BRITO SOUSA

**TERESINA-PI
2023**

MARCO AURÉLIO DA SILVA LIRA FILHO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL E DO PERIGO DE
CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA
CIDADE DE TERESINA – PIAUÍ / BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Planejamento Espacial do Instituto Federal do Piauí, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Análise e Planejamento Espacial.

Área de concentração: Análise Ambiental

Orientador: Prof. Dr. MAURO CÉSAR DE BRITO SOUSA

**TERESINA-PI
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Lira Filho, Marco Aurélio da Silva

L768a Análise da vulnerabilidade natural e do perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - Piauí / Marco Aurélio da Silva Lira Filho. - 2023.
415 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2023.

Orientador : Prof Dr. Mauro César de Brito Sousa.

1. Aquífero. 2. Combustíveis. 3. Contaminação. 4. Vulnerabilidade. I.Título.

CDD - 910

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

MARCO AURÉLIO DA SILVA LIRA FILHO

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL E DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO
DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA –
PIAUÍ / BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em Análise e
Planejamento Espacial do Instituto Federal do
Piauí, como parte integrante dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Análise e
Planejamento Espacial.

Aprovada em: 23/03/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. MAURO CÉSAR DE BRITO SOUSA (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Prof. Dr. Daniel Dantas Moreira Gomes
Universidade de Pernambuco (UPE)

Prof. Prof. Dr. Francílio de Amorim dos Santos
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Louvado sejas, meu Senhor, pela irmã Água,
que é mui útil e humilde e preciosa e casta.”.

Oração de São Francisco de Assis

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo produzir um Atlas, acerca do perigo de contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - Piauí, por contaminantes provenientes de postos revendedores de combustíveis. Para a elaboração do produto da pesquisa, apresenta-se como procedimentos metodológicos, pesquisa bibliográfica, análise espacial em banco de dados geográfico, com informações hidrogeológicas referentes a 80 poços de captação hídrica, obtidos por meio do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e dados cadastrais referentes a 152 postos de combustíveis, obtidos junto à Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Como principal arcabouço teórico-metodológico tem-se uma abordagem interativa entre o método GOD para a determinação do grau de Vulnerabilidade Natural e o Sistema POSH para estimar o potencial de contaminação dos postos de combustíveis nos aquíferos de Teresina. Como principais resultados têm-se o mapeamento das classes de vulnerabilidade natural dos aquíferos e do perigo de contaminação por hidrocarbonetos monoaromáticos, conhecidos como BTEX, presentes na gasolina e no óleo diesel em postos de combustíveis de Teresina. Além da identificação da região central e os bairros da região sul adjacentes, como sendo as áreas com alto nível de perigo de ocorrência de contaminação do aquífero. Neste sentido esta pesquisa apresenta relevantes discussões que remetem à necessidade dos agentes públicos intensificarem nestas áreas, as ações de monitoramento e fiscalização. Observa-se que, por apresentarem os maiores graus de vulnerabilidade natural à contaminação do aquífero, a região central da cidade, se caracteriza como de alta prioridade para a execução de ações e estratégias que visem a proteção dos mananciais subterrâneos. Cabe ressaltar a importância dos procedimentos técnicos elaborados nesta pesquisa, com apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG, que podem contribuir para o avanço dos estudos hidrogeológicos no Estado do Piauí e para fomentar uma melhor gestão ambiental que promova e garanta a conservação dos aquíferos.

Palavras-chave: Aquífero; Combustíveis; Contaminação; Vulnerabilidade; Perigo.

ABSTRACT

This research aims to produce an Atlas on the danger of aquifer contamination in the city of Teresina - Piauí, by contaminants from fuel retailers. For the development of the research product, the methodological procedures include bibliographic research, spatial analysis in a geographic database with hydrogeological information related to 80 water supply wells, obtained through the Groundwater Information System (SIAGAS), and registration data related to 152 fuel stations, obtained from the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP). The main theoretical and methodological framework is an interactive approach between the GOD method for determining the degree of natural vulnerability and the POSH System to estimate the potential for aquifer contamination by fuel stations. The main results include the mapping of natural vulnerability classes and the danger of aquifer contamination by monoaromatic hydrocarbons, known as BTEX, present in gasoline and diesel oil, and the identification of the central region and adjacent neighborhoods in the southern region as the areas with a high level of danger of aquifer contamination occurrence. This research presents relevant discussions that relate to the need for public agents to intensify monitoring and inspection actions in these areas. It is observed that, due to presenting the highest degrees of natural vulnerability to aquifer contamination, the central region of the city of Teresina is characterized as a high priority for the execution of actions and strategies aimed at protecting the underground sources. It is worth noting the importance of the technical procedures developed in this research, with the support of a Geographic Information System (GIS), which can contribute to the advancement of hydrogeological studies in the state of Piauí and promote better environmental management that promotes and guarantees the conservation of aquifers.

Keywords: Aquifer. Fuels. Contamination. Vulnerability. Danger.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistemas de canais de Qanats.....	16
Figura 2 – Representação Esquemática de um Qanats.....	17
Figura 3 – Cacimbões localizados na zona rural do município de Riacho Frio - PI.....	18
Figura 4 – Poço Jorrante Violetto, município de Alvorada do Gurguéia – PI.....	20
Figura 5 – Modelo conceitual de Geossistema.....	29
Figura 6 – Modelo representativo das zonas de um Aquífero.....	34
Figura 7 – Sistema GOD.....	43
Figura 8 – Sistema GODS.....	46
Figura 9 – Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea.....	52
Figura 10 – Matriz de perigo de Contaminação de Aquíferos.....	53
Figura 11 – Interpretação da distribuição espacial segundo o índice de Moran..	56
Figura 12 – Localização Geográfica da Cidade de Teresina – Piauí.....	65
Figura 13 – Mapa das Formações Geológicas da cidade de Teresina - PI.....	66
Figura 14 – Modelo esquemático da técnica de álgebra de mapas aplicadas ao método GOD.....	73

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Principais Resoluções para a gestão das águas subterrâneas no Brasil	24
QUADRO 2 – Principais Diretrizes para a gestão das águas subterrâneas no Brasil	25
QUADRO 3 – Definição prática das classes de vulnerabilidade em um aquífero	44
QUADRO 4 – Classificação e mapeamento das fontes de contaminação difusas segundo o sistema POSH	50
QUADRO 5 – Classificação e mapeamento das fontes de contaminação pontuais segundo o sistema POSH.....	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Pesos para cálculo do Índice de Vulnerabilidade	36
TABELA 2 – Parâmetros, intervalos e índices DRASTIC	37
TABELA 3 – Classes de Vulnerabilidade do método DRASTIC.....	40
TABELA 4 – Pesos do índice SINTACS.....	41
TABELA 5 – Classes de vulnerabilidade do índice SINTACS.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
ANM	Agência Nacional da Mineração
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CGEO	Centro de Geotecnologias Fundiária e Ambiental do Estado do Piauí
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DRASTIC	Referente a índice de Vulnerabilidade a contaminação de aquíferos
GOD	Referente a índice de Vulnerabilidade a contaminação de aquíferos
IDW	Inverso do Quadrado da Distância
OMS	Organização Mundial da Saúde
PERH - PI	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí
POSH	<i>Pollutant Origin, Surcharge Hydraulically</i>
SEMAR - PI	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
SIAGAS	Sistema de Informação de Águas Subterrâneas
SIG	Referente a índice de Vulnerabilidade a contaminação de aquíferos
SINTACS	Referente a índice de Vulnerabilidade a contaminação de aquíferos
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
d_i	Distância Euclidiana
n	Número de Amostras
x_p	Atributo interpolado
x_i	Valor do atributo
sd	Desvio padrão
sd	Desvio padrão
Σ	Somatório

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL	16
2.1	HISTÓRICO DO USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	16
2.2	LEGISLAÇÃO REFERENTE AO USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO BRASIL E NO PIAUÍ	21
2.3	DEFINIÇÕES E A PERSPECTIVA SISTÊMICA NOS ESTUDOS DE VULNERABILIDADE E PERIGO DE CONTAMINAÇÃO EM AQUÍFEROS	28
2.4	MÉTODOS PARA A DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS	31
2.4.1	O método DRASTIC.....	32
2.4.1.1	Parâmetro D – <i>Depth to water</i> (Profundidade do topo do aquífero)	34
2.4.1.2	Parâmetro R – <i>Net Recharge</i> (Recarga do aquífero)	34
2.4.1.3	Parâmetro A – <i>Aquifer media</i> (Material do aquífero).....	35
2.4.1.4	Parâmetro S – <i>Soil media</i> (Material do solo)	35
2.4.1.5	Parâmetro T – <i>Topography</i> (Topografia)	35
2.4.1.6	Parâmetro I – <i>Impact of vadose zone</i> (Influência da zona vadosa)	35
2.4.1.7	Parâmetro C – <i>Hydraulic Conductivity of the aquifer</i> (Condutividade hidráulica do aquífero).....	36
2.4.1.8	Atribuição dos pesos no método DRASTIC.....	36
2.4.2	O método SINTACS	40
2.4.3	O método GOD	42
2.5	FATORES QUE DETERMINAM A ESCOLHA DO MÉTODO PARA AVALIAR A VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE UM AQUÍFERO.....	47
2.6	IDENTIFICAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE UMA CARGA CONTAMINANTE SOBRE UM AQUÍFERO	48
2.7	ANÁLISE GEOESTATÍSTICA PARA MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE E DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE UM AQUÍFERO	53
2.8	LEGISLAÇÃO REFERENTE À REGULAMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL E NO PIAUÍ	58

2.9	OS BTEX COMO POTENCIAIS AGENTES CONTAMINANTES DE UM AQUÍFERO.....	61
2.10	ÁREA DE ESTUDO	65
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	70
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS.....	76
	APÊNDICE A - ESTRUTURA DE BASE DE DADOS GEOESPACIAIS REFERENTES AOS POÇOS DE CAPTAÇÃO HÍDRICA E AOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS	83
	APÊNDICE B – ANÁLISE ESTATÍSTICA DA AUTO CORRELAÇÃO ESPACIAL ENTRE OS POÇOS DE CAPTAÇÃO HÍDRICA NA CIDADE DE TERESINA – PI, PARA FINS DE DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS.....	87
	APÊNDICE C – VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS NA CIDADE DE TERESINA - PIAUÍ.....	96
	APÊNDICE D – PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA.....	116
	ANEXOS – PERFIS GEOLÓGICOS DOS POÇOS	135

1 INTRODUÇÃO

Os mananciais de água subterrânea são importantes fontes alternativas para o consumo humano, dessedentação animal e são empregados em diversas atividades agroindustriais. Levam vantagem sobre os recursos hídricos superficiais, pois de maneira geral, não precisam de um tratamento prévio para consumo, pois possuem robustos processos de infiltração e depuração, que contribuem para uma boa potabilidade.

Água potável é um pré-requisito essencial para o abastecimento público de uma população. Portanto, as águas subterrâneas devem ser protegidas de qualquer possibilidade de contaminação. E os perigos são muitos e causados por diversos fatores e contaminantes.

Entre as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas pode-se citar a contaminação proveniente do esgoto doméstico, das atividades de mineração, do uso de pesticidas agrícolas e de vazamentos de combustíveis em tubulações e em tanques de armazenamento subterrâneos de combustível (COSTA; GOMES E NASCIMENTO, 2022).

Uma vez contaminado, a recuperação dos mananciais de água subterrânea é dispendiosa e muitas vezes é irreversível. Em face disto, estudos sobre a contaminação de águas subterrâneas, notadamente por combustíveis derivados de petróleo, vêm ganhando relevância no Brasil. Com destaque tem se os estudos de Lino e Krespsky (2016), Alves (2019), Maeda (2021), Costa e Nascimento (2022), Gomes (2022), Madroñero (2022), Oliveira e Loureiro (1998).

A ocorrência da contaminação de um aquífero depende da sua resiliência frente a um potencial agente poluidor. E esta resiliência tem correlação direta com as características hidrogeológicas, sobretudo dos processos de depuração inatos ao aquífero.

Uma configuração hidrogeológica distinta deve implicar em diferentes graus de vulnerabilidades, logo em diferentes possibilidades de perigo, frente a um agente contaminante, como por exemplo, os combustíveis derivados de petróleo.

Neste sentido, como pergunta norteadora do estudo, surge o questionamento: quais regiões da cidade de Teresina - PI com maior perigo de contaminação hídrica das águas subterrâneas, frente à contaminação proveniente de postos de combustíveis?

Assim, quanto aos objetivos da pesquisa, têm-se como objetivo geral, produzir um **Atlas** com mapas temáticos, dados tabulares e informações acerca do perigo de contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - PI, frente ao potencial de contaminação proveniente de postos de combustíveis.

Por objetivos específicos:

- Estruturar um banco de dados geográfico contendo informações geoespaciais e cadastrais referentes aos poços de captação hídrica e dos postos de combustíveis na cidade de Teresina.
- Elaborar análises espaciais de cunho geoestatístico, referentes à distribuição espacial dos poços de captação hídrica.
- Desenvolver representações cartográficas da vulnerabilidade natural à contaminação e do perigo de contaminação de postos de combustíveis na cidade de Teresina.

Como referências teórico-metodológica, esta pesquisa tem por base autores como: Cristofolletti (1979), Aguiar (2004), Bertrand (2004), Foster (2006), Rebouças (2006), Druck (2004), Santos (2010), Ferreira (2016), Yamamoto (2020), Villar e Hirata (2022), Barão (2022), Costa et al. (2022), Gomes (2022). Estes autores e outros contribuem para o entendimento da evolução histórica da perfuração de poços, análise da legislação para uso das águas subterrâneas, dos conceitos de vulnerabilidade e perigo, e das técnicas de Geoprocessamento.

A relevância do trabalho é dada, pelo fato de que os postos de combustíveis estão presentes em todas as regiões de Teresina e considerando a vida média de um tanque de combustível em torno de 25 anos e a expansão urbana de Teresina ocorrida nas décadas de 70 e 80, que impulsionou a implantação dos postos, é de se supor que existam muitos tanques prestes a encerrarem a sua vida útil. Portanto, é necessário analisar o perigo de contaminação.

Além da análise do potencial de perigo de contaminação de aquíferos provenientes de postos de combustíveis na cidade de Teresina. Esta pesquisa dá contribuições aos estudos hidrogeológicos do Estado do Piauí por meio da sistematização de informações e dados que podem subsidiar futuras ações, que promovam uma melhor gestão hídrica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL

2.1 HISTÓRICO DO USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Acredita-se que os primeiros registros de uso das águas subterrâneas ocorreram no Irã, onde a civilização Persa (2000 a.C até 480 a.C) desenvolveu uma infraestrutura subterrânea capaz de canalizar as águas de um aquífero e transportá-los para as cidades do império (VOUDOURIS et al. 2013).

O transporte e gestão das águas subterrâneas para o abastecimento público foram essenciais para a expansão e desenvolvimento do império, na medida que permitiam mitigar os efeitos decorrentes das altas temperaturas decorrentes do clima seco, característico da região.

O transporte da água subterrânea para consumo foi possibilitado por meio da construção dos *qanats* (Figura 01) que corresponde a uma infraestrutura de túneis subterrâneos capazes de canalizar e distribuir o recurso hídrico para o abastecimento populacional (VIEIRA, 2018).

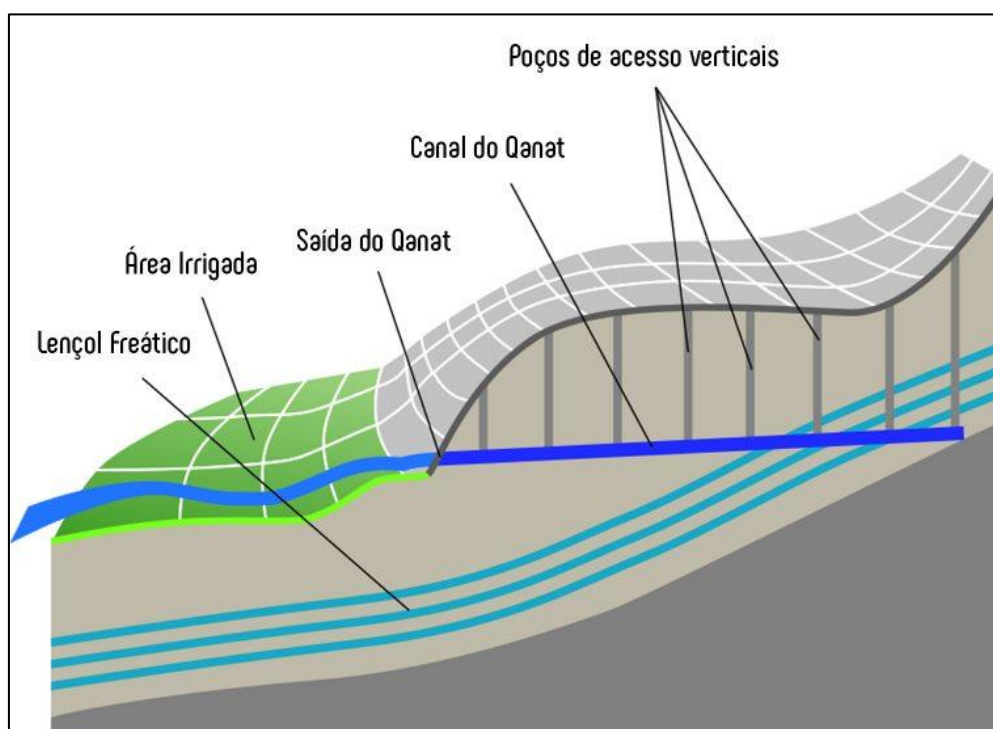
Figura 01 - Sistema de canais de Qanats.



Fonte: IAGUA (2022)

A construção da rede de *qanats* (Figura 2) tem início com a perfuração de um poço em uma colina até encontrar o manancial de água subterrânea, posteriormente é construído um túnel horizontal inclinado, entre o início do pé da colina até o poço inicial. Entre o poço inicial e a saída do *qanats*, eram perfurados poços auxiliares para a ventilação, manutenção e saída de trabalhadores (SAATSAZ; REZAIE, 2021).

Figura - 02 - Representação Esquemática de um Qanat



Fonte: IAGUA (2022)

Construídos inicialmente no Irã, estes sistemas de túneis estenderam-se por todas as regiões da península arábica até a Europa, muitos possuem extensões que variam entre algumas centenas de metros a mais de 100 km e com média de profundidades em torno de 30 a 100m. No ano de 2012 esses sistemas foram reconhecidos pela UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura, como patrimônio da humanidade (SAATSAZ; REZAIE, 2021).

Na América do Sul, notadamente no Brasil, a água subterrânea é utilizada desde o início da colonização, quando durante a expansão para o interior, construíram-se cacimbões ou poços rasos (Figura 03), para abastecimento durante o deslocamento e para a fixação dos primeiros agrupamentos populacionais no

interior do País. Sendo estes cacimbões, decisivos no abastecimento da população e rebanho no semiárido nordestino (VASCONCELOS, 2017).

Figura 03 - Cacimbões localizados na zona rural do município de Riacho Frio – PI



Fonte: VASCONCELOS et al, (2017)

A partir da fixação da Corte Portuguesa no Brasil, em 1808, foi possível a utilização de equipamentos de perfuração de poços, e entre os anos de 1845 e 1846 na cidade de Fortaleza - CE, foram perfurados por uma empresa americana os primeiros poços tubulares do Brasil, com profundidades em torno de 150m e logo a iniciativa é levada para outras regiões do país, como em São Paulo com os primeiros poços tubulares perfurados em 1850 (FONSECA CARDOSO, 2008).

Segundo Rebouças (1998) citado por Fonseca Cardoso (2008) no século XX a perfuração de poços no país, concentrou-se na região nordeste a partir da criação em 1906 da Inspetoria de Obras Contra as Secas, sendo que a grande maioria das perfurações eram executadas de forma empírica e improvisada.

Com a criação dos cursos de Geologia no país nos anos de 1950, que trouxeram grandes avanços no conhecimento da geologia do Brasil e o surgimento da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, a partir dos anos de 1960, as técnicas de perfuração de poços se tornaram bem eficientes e houve

um aumento significativo do quantitativo de poços de captação hídrica no Brasil (FONSECA CARDOSO, 2008).

Inserido no contexto histórico nordestino, no Piauí os primeiros registros de uso da água subterrânea referem-se à construção de cacimbões para abastecimento humano e animal durante os períodos de deslocamento e na fixação dos primeiros agrupamentos populacionais no interior do Estado.

No tocante ao primeiro registro de perfuração de poço tubular, este se dá em uma perfuração iniciada em outubro de 1933 e finalizada em dezembro de 1934. Sendo localizado em um terreno da antiga usina Termoelétrica de Teresina, tendo como órgão executor o 4º Distrito do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM a pedido do Governo do Estado (VASCONCELOS, 2017).

Segundo Vasconcelos (2017) as perfurações de poços no Piauí são ampliadas em períodos de estiagem quando ocorre deficiência hídrica para fins de abastecimento público. Assim os autores citam projetos e iniciativas que visam mitigar os efeitos da insuficiência de abastecimento, dentre estas iniciativas destacam-se:

- execução de 19 poços perfurados na região de Teresina no ano de 1985 e o;
- Projeto Seca no ano de 2000, com a perfuração de 135 poços construídos em vários municípios por meio de cooperação entre órgãos dos governos Estadual e Federal.

Além da perfuração de poços para combate à escassez hídrica, na década de 1980 houveram perfurações de poços (Figura 04) para o desenvolvimento de pesquisas, com o objetivo de conhecer os parâmetros hidrogeológicos da bacia sedimentar do Parnaíba e subsidiar projetos de desenvolvimento na região sul do Estado do Piauí.

Figura 04 - Poço Jorrante Violetto, município de Alvorada do Gurguéia - PI



Fonte: Vasconcelos (2017)

Atualmente, o Estado do Piauí conta com mais de 36 mil registros de poços de captação hídrica no banco de dados do SIAGAS - Sistema de Informação de Águas Subterrâneas, destacando-se por ser a unidade da Federação com maior número de registros. E o município de Teresina possui a maior quantidade de registros, sendo um quantitativo superior a 2300 registros (SIAGAS, 2022).

Os poços de captação hídrica garantem o abastecimento populacional em várias regiões do planeta, portanto é um recurso fundamental para a manutenção da segurança hídrica de uma região ou de um país. Para tanto, necessita-se de regramento para um uso sustentável.

2.2 LEGISLAÇÃO REFERENTE AO USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO BRASIL E NO PIAUÍ

O primeiro regramento para o uso das águas subterrâneas no Brasil foi estabelecido com a promulgação em 1934 do Código das Águas (Decreto 24.643 de 10/07/1934) que no capítulo IV, destinado às águas subterrâneas estabelece que:

“O dono de qualquer terreno poderá apropriar-se por meio de poços, galerias, etc., das águas que existam debaixo da superfície de seu prédio, contanto que não prejudique aproveitamentos existentes nem derive ou desvie de seu curso natural águas públicas dominicais, públicas de uso comum ou particulares”(Art 96, Brasil, 1934).

Até a vigência do Código das Águas de 1934, esses recursos hídricos tinham caráter privativo, portanto considerava-se como um bem privado vinculado a um imóvel. Somente com o advento da Constituição Federal de 1988, as águas subterrâneas passaram a ser um bem natural de domínio público (VILLAR; HIRATA, 2022).

Nesta perspectiva as águas subterrâneas no art 26 inciso I da CF 1988, são incluídas como bens dos Estados, sendo: “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras de União” (BRASIL, 1988).

Embora a Constituição Federal de 1988, tenha extinguido o conceito de bem natural privado para os recursos hídricos, alguns tipos de águas subterrâneas e alguns tipos de usos ainda são enquadrados por legislações, que dão um caráter privado e passível de exploração econômica. Um desses casos emblemáticos é a legislação que trata das águas minerais e da irrigação por meio de águas subterrâneas.

Antes do advento da Constituição Federal de 1988, para normatizar o uso das águas minerais brasileiras, em 08 de agosto de 1945, foi promulgado o Decreto Lei 7.841/45 denominado de Código de Águas Minerais que entre outras questões, estabelece a quantidade necessária dos elementos químicos presentes na água, para que possa ser considerada uma água mineral (PEREIRA et al. 2022).

Esta legislação define água mineral como: “águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam

composição química ou propriedades físicas ou físico-química distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa” (BRASIL, 1945, p. 18).

Outra tipologia apresentada no decreto de Lei 7.841/45 (Código de Águas Minerais) corresponde às águas potáveis de mesa que em seu art. 3 define como: “as águas de composição normal provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que preencham tão somente as condições de potabilidade para a região” (BRASIL, 1945, p. 56).

O Código de Águas Minerais atribuiu aos recursos hídricos subterrâneos, que enquadram-se nas características estabelecidas pelo decreto (Lei 7.841/45), um caráter de recurso econômico. E este entendimento, contribuiu para enquadrar as águas minerais subterrâneas na categoria de recursos minerais, sendo assim passíveis de uso econômico e o regramento regido por diretrizes estabelecidas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atualmente Agência Nacional de Mineração - ANM.

Neste sentido, segundo Queiroz e Pontes (2015) citado por Pereira et al. (2022) a ANM considera que as águas minerais e as águas potáveis de mesa são águas subterrâneas especiais, portanto, distintas das águas comuns.

Nesta perspectiva Pereira et al. (2022), argumentam que as definições e a legislação vigente para as águas subterrâneas de caráter mineral, possibilitam que estes recursos sejam entendidos como recursos minerais ao invés de recursos hídricos.

Como visto, a legislação anterior à Constituição Federal de 1988 dava proteção de maneira indireta aos recursos hídricos subterrâneos, sendo estes apresentando um caráter econômico e um bem privativo.

Após a Constituição Federal de 1988, o arcabouço jurídico para a gestão hídrica continuou evoluindo e construindo novas diretrizes mais robustas com vista a assegurar a disponibilidade de água de qualidade e de forma sustentável para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1997).

Dentre esses regramentos, têm-se o estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH por meio da Lei de Nº 9.433/97 que implantou novas formas e novos instrumentos de planejamento, tendo a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento, para a execução das ações e estratégias que visem garantir uma gestão ambiental eficiente.

No PNRH, a execução das ações e estratégias são possibilitadas por meio de cinco instrumentos importantes: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (VILLAR, HIRATA, 2022).

Apoiados na Constituição Federal de 1988 e no PNRH, a legislação federal brasileira estruturou um amplo regramento para a gestão das águas subterrâneas, servindo de padrão para elaboração de estudos, instrumentos e diretrizes a serem aplicados por instituições e os demais entes federativos que concorrem para a gestão dos recursos hídricos no Brasil (VILLAR, HIRATA, 2022).

Como importante arcabouço jurídico complementar à Constituição Federal de 1988 e ao PNRH para a gestão das águas subterrâneas, e que servem de parâmetros para a elaboração e implementação de instrumentos legais para a gestão das águas subterrâneas nos Estados, Villa e Hirata (2022) destacam as principais resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH , órgão colegiado implementado pelo PNRH, para o gerenciamento das águas subterrâneas no Brasil (Quadro 1).

Quadro 01 - Principais Resoluções para a gestão das águas subterrâneas no Brasil

Resolução CNRH	Diretrizes para a gestão das águas subterrâneas no Brasil
Nº 15/2001	Estabelece as diretrizes gerais da gestão de águas subterrâneas
Nº 22/2002	Diretrizes para a inserção das águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos
Nº 76/2007	Integração entre a extração dessas águas com as águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários.
Nº 91/2008	Enquadramento dos corpos de águas superficiais e subterrâneas
Nº 92/2008	Critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas
Nº 107/2010	Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas
Nº 126/2011	Diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e integração das bases de dados
Nº 153/2013	Critérios e diretrizes para a Recarga Artificial

Fonte: BRASIL (1997)

Conforme estabelecido pela Constituição Federal de 1988, os Estados e o Distrito Federal são os principais responsáveis pela gestão das águas subterrâneas, mesmo quando elas ultrapassam os limites estaduais ou as fronteiras nacionais. Essa gestão deve observar as normas federais, pois a União detém competência privativa para legislar sobre o direito de águas.

Apoiada na legislação federal, a gestão dos recursos hídricos subterrâneos no estado do Piauí é regulamentada pela Lei Nº 5.165 de agosto de 2000 que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos - PERH e institui o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências (PIAUÍ, 2000).

Para efeito desta lei, em seu Art. 51, são consideradas águas subterrâneas as que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização. Sendo a gestão das águas subterrâneas, no Estado do Piauí, tomada por base o gerenciamento das bacias hidrográficas, no qual a lei determina a bacia hidrográfica como unidade de gestão para o desenvolvimento das políticas de gestão ambiental dos recursos hídricos do Estado do Piauí (PIAUÍ, 2000).

Em seu Art 5, inciso X, o PERH-PI determina que para a gestão das águas subterrâneas deve-se levar em conta o planejamento, **o mapeamento da vulnerabilidade à poluição**, a delimitação de áreas destinadas à sua proteção, controle e monitoramento (PIAUÍ, 2000).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos, destina uma seção voltada para a gestão das águas subterrâneas, que tendo por base o estabelecido no Art 5, traz uma série de diretrizes que estão contempladas do Artigo 50 ao Artigo 63. Essas diretrizes são apresentadas no Quadro 2

Quadro 2 - Principais Diretrizes para a gestão das águas subterrâneas no Brasil

Artigo	Diretrizes estabelecidas
Art 50	Para efeito desta lei, são consideradas águas subterrâneas as que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização.
Art 51	Quando, no interesse da conservação, proteção ou manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de água, ou por motivos geológicos, geotécnicos ou ecológicos, se fizer necessário restringir a captação e o uso dessas águas, poderão ser delimitadas áreas destinadas à sua proteção e controle.

Art 52	As áreas de proteção e controle dos aquíferos classificam-se em: Área de Proteção Máxima, Área de Restrição e Controle e Área de Proteção de Poços e Outras Captações.
Art 53	Nas Áreas de Proteção Máxima, não serão permitidos: I - implantação de indústria de alto risco ambiental, pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou extrema periculosidade; II - atividades agrícolas que utilizem produtos tóxicos de grande mobilidade e que possam colocar em risco as águas subterrâneas, conforme relação divulgada pelo órgão gestor dos recursos hídricos do Estado; e III - parcelamento do solo urbano, sem sistema adequado de tratamento de efluentes ou de disposição de resíduos sólidos.
Art 54	Nos casos de escassez de água subterrânea ou de prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes nas Áreas de Proteção Máxima, o órgão gestor dos recursos hídricos do Estado poderá: I - proibir novas captações até que o aquífero se recupere ou seja superado o fato que determinou a carência de água; II - restringir e regular a captação de água subterrânea estabelecendo o volume máximo a ser extraído e o regime de operação; III - controlar as fontes de poluição existentes mediante procedimento específico de monitoramento; IV - restringir novas atividades potencialmente poluidoras.
Art 55	Nas Áreas de Restrição e Controle, quando houver escassez de água subterrânea ou prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes, poderão ser adotadas as medidas previstas no artigo anterior.
Art 56	Nas Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações será instituído um perímetro imediato de proteção sanitária abrangendo raio de 10 (dez) metros, a partir do ponto de captação, cercado e protegido, devendo seu interior estar resguardado da entrada ou infiltração de poluentes.
Art 57	Os poços abandonados ou em funcionamento que acarretem ou possam acarretar poluição ou representem riscos aos aquíferos e as perfurações realizadas para outros fins, que não a extração de água, deverão ser adequadamente tamponados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos.
Art 58	Os poços jorrantes deverão ser dotados de dispositivos que impeçam o desperdício da água ou eventuais desequilíbrios ambientais;

Art 59	As escavações, sondagens ou obras para pesquisa relativa a lavra mineral ou para outros fins, que atingirem águas subterrâneas, deverão ter tratamento idêntico a poço abandonado, de forma a preservar e conservar os aquíferos;
Art 60	A recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização do órgão gestor dos recursos hídricos do Estado e estará condicionado à realização de estudos que comprovem sua conveniência técnica, econômica e sanitária, e a preservação da qualidade das águas subterrâneas;
Art 61	Fica o Poder Executivo autorizado a celebrar convênios com outros Estados, relativamente aos aquíferos também a eles subjacentes, objetivando estabelecer normas e critérios que permitam o uso harmônico e sustentável das águas subterrâneas;
Art 62	Quando as águas subterrâneas, por razões de qualidade físico-química e propriedades oligominerais, prestarem-se à exploração para fins comerciais ou terapêuticos, puderem ser classificadas como água mineral, sua utilização será regida pela legislação federal pertinente, pela relativa à saúde pública e pelas disposições desta lei, no que couber.
Art 63	As captações de águas subterrâneas já existentes deverão ser regularizadas, com pedido de outorga, no prazo máximo de 360 (trezentos e sessenta) dias, contados da publicação desta lei.

Fonte: Semar (2022)

Como estabelecido pela Constituição Federal de 1988, as águas subterrâneas no estado do Piauí são de direito da sociedade, cabendo ao Estado regulamentar a outorga e a cobrança do uso das águas subterrâneas, que são inalienáveis e é obrigatório a exigência da outorga, seja para a extração de águas subterrâneas para consumo humano ou dessedentação animal ou insumo para fins comerciais” (BRASIL, 1988).

Um arcabouço jurídico robusto é condição essencial para dar seguridade à conservação e preservação dos mananciais subterrâneos. No entanto, leis e normas precisam caminhar junto ao entendimento da natureza, para que a aplicação destas seja mais eficaz.

Neste sentido, os estudos de vulnerabilidade e perigo de contaminação por possibilitarem o entendimento de vários aspectos ambientais de um aquífero, ganham uma significativa importância, pois tornam-se excelentes instrumentos para nortear as ações e estratégias estabelecidas em lei, para a preservação e conservação dos mananciais subterrâneos.

2.3 DEFINIÇÕES E A PERSPECTIVA SISTÊMICA NOS ESTUDOS DE VULNERABILIDADE E PERIGO DE CONTAMINAÇÃO EM AQUÍFEROS

Buscar entender como se dá a inter-relação entre vários elementos e como estes formam um ambiente, passa por proceder uma análise sistêmica e sendo esta análise com caráter interdisciplinar.

Compreender o ambiente de forma sistêmica é um método da Geografia, ciência que desde o século XIX, a partir da contribuição de importantes naturalistas como Alexander Von Humboldt, Richofen, Passarge e Berg, vem realizando mensurações e coleta de dados, sempre buscando compreender as conexões para formular leis e identificar a totalidade dos fenômenos observados na superfície da Terra (ARAGÃO; SILVA, 2022).

De início a Geografia e outras ciências correlatas davam mais ênfase a estudos descritivos do meio físico por meio da análise de componentes naturais como rocha, relevo, clima, água, solo e vegetação. Porém, com o avanço dos estudos e de um melhor entendimento dos fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, a perspectiva de análise integrada se mostrou necessária e mais eficaz para a compreensão de um determinado fenômeno e do ambiente como um todo.

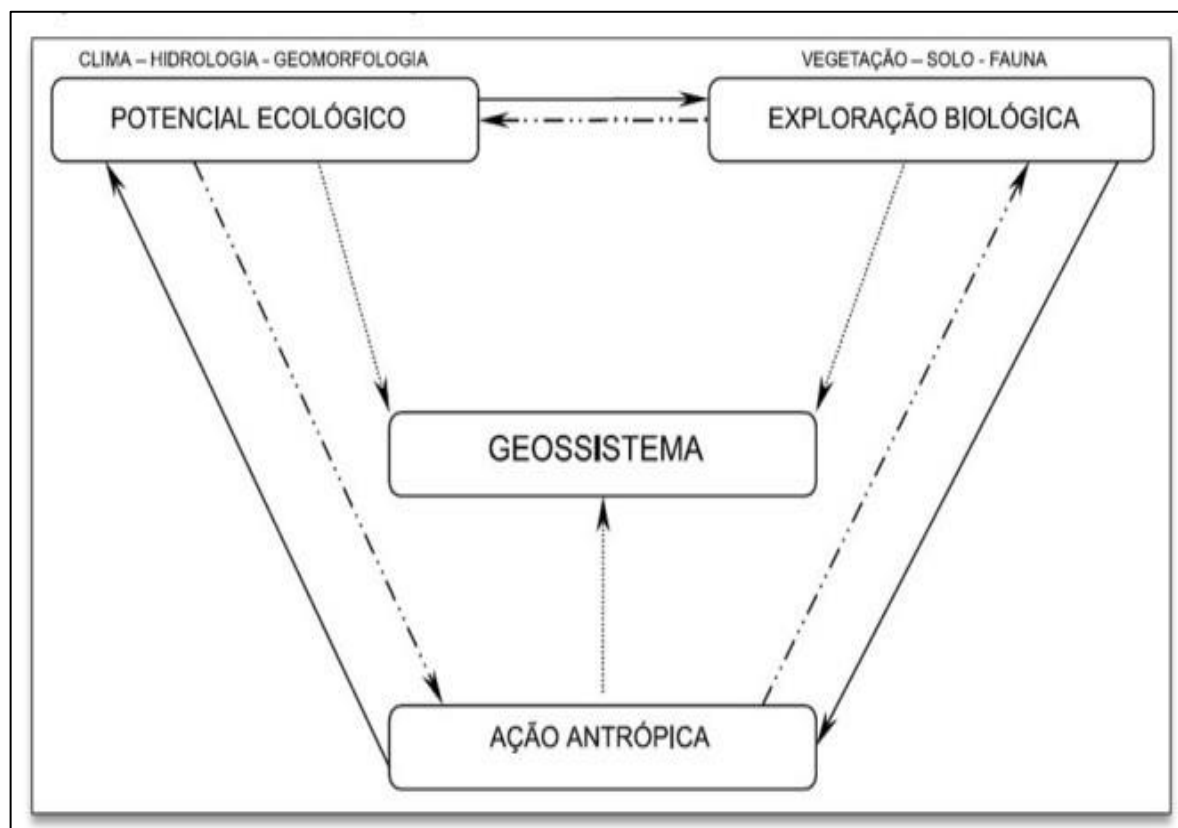
Neste contexto destacam-se autores como William Morris Davis que formulou em 1899 a teoria do Ciclo Geográfico, onde ao elaborar as bases teóricas para a compreensão da evolução do relevo, construiu um novo paradigma nos estudos geográficos, pois com a análise do processo de evolução do relevo, percebeu-se a integração dos mesmos, o que leva a necessidade de um estudo holístico dos aspectos analisados (ARAGÃO; SILVA, 2022).

A partir das contribuições da teoria do ciclo geográfico e a crescente busca por uma análise mais holística, surgiram importantes reflexões como a do americano Carl Sauer, que em 1925 em seus trabalhos, traz uma análise integrada não somente dos aspectos físicos, mas também dos aspectos sociais como: cultura, economia, política, população etc (ARAGÃO; SILVA, 2022).

A inclusão da perspectiva humana e posteriormente o incremento da análise das relações bióticas, contribuição vinda a partir do surgimento da Ecologia, permitiu colocar os elementos abióticos, bióticos e antrópicos dentro de um único quadro conceitual, onde se pode analisar a interação entre seus componentes de forma

sistêmica, o que na Geografia é denominado de Geossistema (Figura 5) (STODDART, 1974 citado por CAVALCANTI, 2004).

Figura 5 - Modelo conceitual de Geossistema



Fonte: BERTRAND (2004)

Em Bertrand (2004) um sistema ambiental, portanto um geossistema é entendido como um sistema aberto que tende para a propriedade de se auto regular e em se manter em equilíbrio até que um fator externo, podendo ser natural ou antrópico, modifiquem as condições naturais, construindo novas interações entre os elementos que compõem o sistema.

A análise sistêmica de elementos do ambiente e a percepção de alteração da dinâmica natural de um sistema ambiental por meio da ocorrência de um impacto ambiental é a base para o desenvolvimento dos estudos de vulnerabilidade, que fazem uso de uma abordagem sistêmica para analisar os elementos e processos que tornam estes sistemas vulneráveis (MELO et al. 2022).

O conceito de vulnerabilidade é empregado em diferentes abordagens epistemológicas, advindas das ciências sociais, das ciências naturais e da

engenharia. Portanto, a definição pode variar conforme o contexto inserido nos diversos ramos do conhecimento que as utiliza.

Em Cutter (2011) encontra-se uma abordagem generalista onde afirma que a vulnerabilidade pode ser entendida como o grau em que um sistema age adversamente à ocorrência de um evento perigoso e o grau dessa reação adversa pode ser mensurado pela resiliência do sistema.

Sendo resiliência, definida como a habilidade e capacidade de um sistema enfrentar, absorver e se recuperar de um evento adverso que tem um potencial de causar vulnerabilidades ao próprio sistema (CUTTER, 2011).

Considerando a ação humana como um importante componente de um sistema e geradora de transformações intrínsecas, cabe mencionar o conceito de vulnerabilidade social, que segundo Oliveira Gonçalves (2022), diz respeito à propensão de uma população a ser atingida por impactos ambientais.

Esta propensão é determinada pela análise das características da população que aumentam ou diminuem a sua capacidade de preparação frente a uma situação adversa de causas naturais ou decorrentes da própria ação humana.

As discussões sobre **vulnerabilidade** e **perigo** de contaminação foram incorporadas aos estudos em aquíferos a partir do entendimento de que o aquífero enquanto sistema ambiental, após sofrer uma alteração dos componentes naturais decorrentes de um impacto ambiental, poderia perder a capacidade de autodepuração, tornando-se um manancial contaminado, o que colocaria populações humanas em **risco** (GARCIA, 2011).

A partir da análise bibliográfica, percebeu-se que há uma certa confusão conceitual entre a aplicação das terminologias de **vulnerabilidade**, **risco** e **perigo**, onde na literatura observa-se não haver uma concordância geral.

Em autores clássicos como Foster et al. (2006) o termo “**perigo** de contaminação de um aquífero”, está associado a probabilidade de que a água subterrânea possa apresentar concentrações de contaminantes e patógenos, superiores aos valores estipulados pela Organização Mundial de Saúde - OMS, para que a qualidade do recurso hídrico seja potável (FOSTER et al. 2006).

Já **vulnerabilidade**, segundo Ribeiro (2004) citado por Garcia, et al. (2011), é entendida como uma série de atributos que dizem respeito às características pedológicas, aos parâmetros hidráulicos do aquífero e a recarga, que controlam a

habilidade de resistir a determinados contaminantes e bem como a sua capacidade de auto restauração.

Para autores como Lahr; Kooistra, (2010) o termo **risco** é entendido como algo 'composto' onde o grau e/ou intensidade é atribuída conjuntamente pela análise de suas características hidrogeológicas, como também pela presença e interação de um determinado contaminante sobre a superfície.

Portanto, o **risco** de poluição depende não só das características hidrogeológicas inatas ao aquífero, mas também da existência de cargas poluentes significativas que possam entrar no ambiente subterrâneo. Então, é possível existir um aquífero com um alto índice de vulnerabilidade à contaminação, mas sem risco de poluição, caso não haja uma carga poluente, ou de haver um risco elevado de contaminação em um aquífero com baixa vulnerabilidade.

Para fins práticos e metodológicos esta pesquisa adota os conceitos de Perigo e Vulnerabilidade adotados por Foster et al. (2006), que se distanciam de campos do conhecimento que utilizam a avaliação de Perigo para mensurar a escala de impacto do dano ambiental em outros sistemas que interagem com o sistema principal em análise.

Neste sentido, Foster et al. (2006) buscam avaliar a probabilidade de contaminação de um aquífero desconsiderando os potenciais impactos sobre a população humana ou aos ecossistemas aquáticos associados a um aquífero.

2.4 MÉTODOS PARA A DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS

Existem vários métodos para a determinação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos. Segundo Hirata e Fernandes (2008) citado por Melo et al. (2022) isto se deve por conta da variedade de sistemas ambientais de aquíferos, da avaliação que se queira fazer, do tipo de contaminante em análise e sobretudo da disponibilidade de informação.

Os estudos que objetivam determinar a avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos, e as metodologias aplicadas na construção dos índices buscam a redução de parâmetros que levam a uma maior subjetividade na interpretação de elementos e atributos.

Portanto, não existe um “**estado da arte**” apenas métodos que buscam avaliar e mensurar a vulnerabilidade por meio de generalizações das complexas relações sistêmicas dos processos atuantes em um aquífero. (FOSTER et al. 2006; Melo et al. 2022).

Esta necessidade de redução dos parâmetros para a determinação do índice de vulnerabilidade natural é corroborada por Gomes et al. (2021); Costa et al. (2022); Melo et al. (2022) que indicam que os índices devem possuir aplicação relativamente simples, dadas as limitações de dados normalmente existentes.

Segundo NRC, (1993) citado por Gonçalves (2012) os métodos para determinar a Vulnerabilidade Natural à contaminação podem ser divididos em 3 categorias descritas a seguir:

- Métodos de índices e sobreposição – Tem por base a interseção de mapas em uma base regional e a interpretação qualitativa de dados pela indexação de parâmetros e atribuição de pesos.
- Métodos baseados em processos – utilizam modelos matemáticos para representar fenômenos de fluxo e transporte de contaminantes no aquífero. Para a exequibilidade deste método é exigido um banco de dados com uma boa quantidade de dados hidrogeológicos e geoquímicos.
- Modelos estatísticos – dependem de um extenso banco de dados e foram criados para identificar específicos poluentes que serão monitorados em projetos de remediação de solos e águas subterrâneas.

Tendo como referência os métodos de índices e sobreposição, pois possibilitam a espacialização da vulnerabilidade por meio de mapas, dentre os mais citados têm-se DRASTIC, GOD e o SINTACS. De modo geral estes métodos fazem uso de parâmetros geológicos e pedológicos para a avaliação da vulnerabilidade em aquíferos (SILVA et al. 2012; MELO et al. 2022).

2.4.1 O método DRASTIC

Embora este método não seja o utilizado para o alcance dos objetivos desta pesquisa, a caracterização mais detalhada dos parâmetros adotados pelo DRASTIC, permite a compreensão de importantes processos hidrogeológicos que precisam ser

bem compreendidos para um melhor entendimento dos demais métodos e dos processos hidrogeológicos atuantes em um aquífero.

Proposto por Aller et al. (1987) tem o propósito de avaliar o potencial de poluição em qualquer contexto hidrogeológico dos Estados Unidos. A sigla DRASTIC se refere ao somatório ponderado de sete parâmetros hidrogeológicos, os quais são os seguintes:

- D - *Depth to water* (Profundidade do topo do aquífero),
- R - *Net Recharge* (Recarga do aquífero),
- A - *Aquifer media* (Material do aquífero),
- S - *Soil media* (Material do solo),
- T - *Topography* (Topografia),
- I – *Impact of vadose zone* (Influência da zona vadosa),
- C - *Hydraulic Conductivity of the aquifer* (Condutividade hidráulica do aquífero).

Para cada parâmetro é atribuído um peso (p), cujos valores variam em ordem de importância de 1 a 5. Além dos pesos, cada parâmetro foi dividido em intervalos que refletem o grau do potencial de poluição e cada uma dessas divisões recebe um índice (i) que varia de 1 a 10, excetuando-se o parâmetro R, que varia de 1 a 9.

O método DRASTIC considera os seguintes condicionantes para a sua utilização na determinação da vulnerabilidade natural à contaminação. (ALLER et al. 1987):

- O contaminante é introduzido na superfície do terreno;
- O contaminante é carregado até a água subterrânea pela água infiltrada no solo;
- O contaminante possui a mobilidade da água;
- A área avaliada pelo DRASTIC possui ao menos 0,4 km².

O método DRASTIC apresenta uma variação dos pesos para áreas sujeitas a uso de pesticidas, onde os pesos referentes ao parâmetro solo e topografia são maiores enquanto que os parâmetros de influência da zona vadosa e condutividade hidráulica do aquífero são menores (BARÃO, 2022).

Tratando apenas do método geral para definição da vulnerabilidade natural à contaminação, são descritos a seguir os parâmetros utilizados no método DRASTIC:

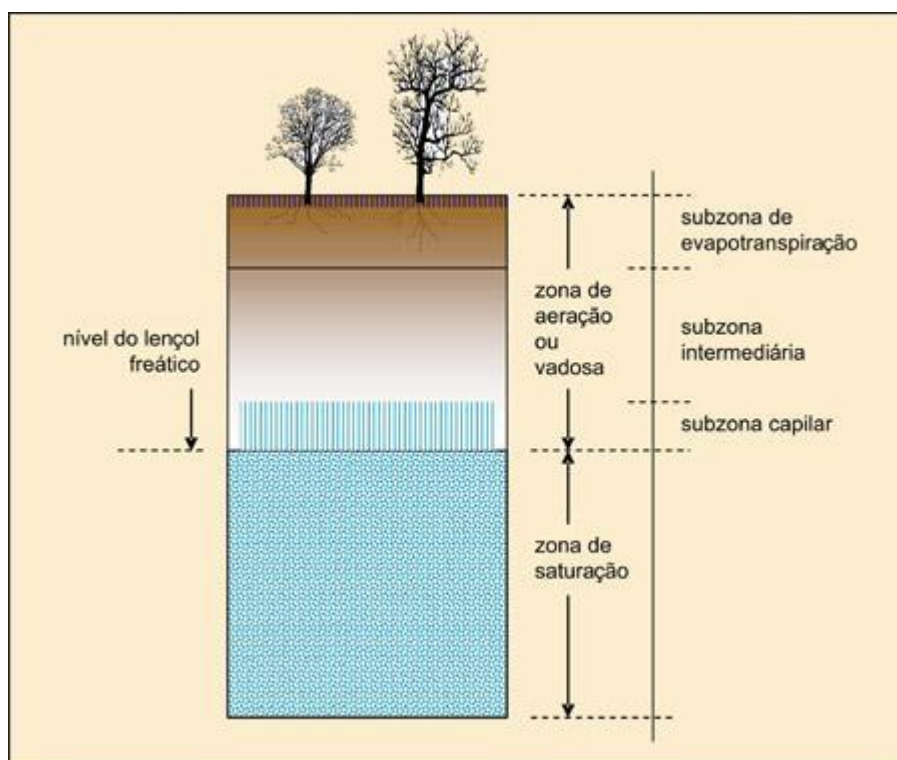
2.4.1.1 Parâmetro D – *Depht to water* (Profundidade do topo do aquífero)

Este parâmetro representa a distância em profundidade da superfície do terreno até o topo do aquífero. Portanto, retrata a espessura que o contaminante terá que atravessar até atingir a água subterrânea e bem como a taxa de degradação do contaminante durante o processo de infiltração e/ou percolação.

2.4.1.2 Parâmetro R – *Net Recharge* (Recarga do aquífero)

A principal fonte de água subterrânea é a precipitação que infiltra na superfície do terreno e percola através da zona não saturada (Zona de aeração) até atingir o nível freático (Nível hidrostático). Por zona não saturada entende-se como a região compreendida entre a superfície freática e a superfície do terreno (Figura 6), nesta região os poros são preenchidos parcialmente por gases (ar e vapor d'água) e por água (REBOUÇAS, 2002).

Figura 6 - Modelo representativo das zonas de um Aquífero



Fonte: ACQUASOLO, (2022)

O parâmetro recarga do aquífero representa, portanto, a disponibilidade de água atuante em processos de dispersão, infiltração e diluição de poluentes no aquífero, assim como o potencial de carreamento do poluente através da zona não saturada.

2.4.1.3 Parâmetro A – *Aquifer media* (Material do aquífero)

Segundo ALLER et al. (1987) o parâmetro *Aquifer media* refere-se ao material rochoso consolidado ou inconsolidado que forma o aquífero e que estabelece a capacidade de atenuar os efeitos de agentes contaminantes através de três fatores:

- o condicionamento do fluxo da água que passa pelos constituintes rochosos do aquífero;
- o grau de permeabilidade do meio;
- o intervalo de tempo no qual o contaminante ficará disponível a processos de atenuação como, por exemplo, infiltração e dispersão.

2.4.1.4 Parâmetro S – *Soil media* (Material do solo)

O parâmetro Material do solo refere-se à porção mais superficial e alterada da zona não saturada, caracterizada por uma significativa atividade biológica. Ele possui uma relação direta com a recarga em relação à capacidade de atenuação do meio, uma vez que o solo controla a quantidade de água que chegará até a zona saturada, entende-se por zona saturada a região do aquífero que se encontra com os poros e fraturas preenchidas por água (ALLER et al. 1987; REBOUÇAS, 2002).

Portanto, este parâmetro, controla a capacidade de um contaminante de se mover verticalmente em direção à zona saturada.

2.4.1.5 Parâmetro T – *Topography* (Topografia)

O parâmetro Topografia remete à variação da declividade e à inclinação da superfície do terreno, determinando a probabilidade de um contaminante escoar superficialmente ou permanecer em uma mesma superfície por tempo suficiente para infiltrar-se. Declividades no terreno que proporcionam uma maior facilidade para aumentar o processo de infiltração de contaminantes, têm um maior potencial para a ocorrência de poluição da água subterrânea (ALLER et al. 1987).

2.4.1.6 Parâmetro I – *Impact of vadose zone* (Influência da zona vadosa)

A zona vadosa pode ser definida como a região não-saturada acima do nível freático e abaixo do solo. O meio de zona vadosa determina as características atenuantes e é onde ocorrem processos como biodegradação, neutralização, filtração mecânica, reações químicas, volatilização e dispersão (ALLER et al. 1987).

2.4.1.7 Parâmetro C – *Hydraulic Conductivity of the aquifer* (Condutividade hidráulica do aquífero)

O parâmetro Condutividade hidráulica refere-se à capacidade dos materiais constituintes do aquífero de conduzirem água, ou seja, esse parâmetro controla a taxa na qual a água subterrânea flui em relação a um dado gradiente de potencial hidráulico (REBOUÇAS, 2002).

2.4.1.8 Atribuição dos pesos no método DRASTIC

Definidas e identificadas as características hidrogeológicas de cada parâmetro, o grau de vulnerabilidade natural à contaminação de aquífero pelo método DRASTIC é obtido através da Equação 1:

$$\text{DRASTIC} = D_p \times D_i + R_p \times R_i + A_p \times A_i + S_p \times S_i + T_p \times T_i + I_p \times I_i + C_p \times C_i \quad (1)$$

Onde **i** é o índice atribuído ao parâmetro e **p** é seu peso.

Na Tabela 1, pode-se verificar os valores dos pesos de cada parâmetro, na Tabela 2 os valores de cada intervalo e seus respectivos índices e na Tabela 3, a classificação de vulnerabilidade para cada intervalo de valores obtidos no cálculo do DRASTIC.

Tabela 1 - Pesos para cálculo do Índice de Vulnerabilidade

Parâmetro	Peso	Peso (Pesticidas)
Profundidade do topo do aquífero	5	5
Recarga do aquífero	4	4
Material do aquífero	3	3
Material do Solo	2	5
Topografia	1	3
Influência da zona vadosa	5	4
Condutividade hidráulica do aquífero	3	2

Fonte: Adaptado de ALLER et al (1987)

Tabela 2 - Parâmetros, intervalos e índices DRASTIC

	Intervalo	Índice (Índice típico)
P - Profundidade do topo do aquífero (m)	0 - 1,5	10
	1,5 - 4,6	9
	4,6 - 9,1	7
	9,1 - 15,2	5
	15,2 - 22,9	3
	22,9 - 30,5	2
	> 30,5	1
R - Recarga do aquífero (mm)	< 51	1
	51 - 102	3
	102 - 178	6
	178 - 254	8
	> 254	9
A - Material do Aquífero	Xisto argiloso, argilito	1
	Rochas ígneas/metamórficas	3
	Rochas ígneas/metamórficas alteradas	4
	Arenito, calcário e argilito estratificados	6
	Arenito maciço	9
	Calcário maciço	7

	Areia e balastro	8
	Basalto	2
	Calcário carsificado	10
S - Material do Solo	Fino ou ausente	10
	Balastro	10
	Areia	9
	Turfa	8
	Argila agregada e/ou expansível	7
	Marga arenosa	6
	Marga	5
	Marga siltosa	4
	Marga argilosa	3
	"Muck"	2
	Argila não agregada e não expansível	1
T - Topografia (% de declividade)	0-2	10
	6-2	9
	6-12	5
	12-18	3
	>18	1
	Camada confinante	1

I - Influência da zona vadosa	Argila/Silte	2
	Xisto argiloso, argilito	3
	Rochas ígneas/metamórficas	4
	Calcário	5
	Arenito	6
	Arenito, calcário e argilito estratificados	7
	Areia e balastro com porcentagem significativa de silte e argila.	8
	Areia e balastro	9
	Basalto	10
	Calcário carsificado	10
C - Condutividade hidráulica (m/dia)	0 - 4,1	1
	4,1 - 12,2	2
	12,2 - 28,5	4
	28,5 - 40,7	6
	40,7 - 81,5	8

Fonte: Adaptado de ALLER et al. (1987)

Tabela 3: Classes de vulnerabilidade do método DRASTIC

Vulnerabilidade	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Valor	<119	20 - 159	160 - 199	> 200

Fonte: Adaptado de ALLER et al. (1987)

2.4.2 O método SINTACS

É uma derivação do método DRASTIC, o mesmo surgiu com o objetivo de se adequar às diversificadas características hidrogeológicas existentes na Itália, com a finalidade de desenvolver um mapa com maiores detalhes (SANTOS et al. 2010).

Para a determinação do SINTACS, utiliza-se os seguintes parâmetros:

- S – profundidade da água;
- I – infiltração;
- N – seção subsaturada;
- T – tipo de cobertura de solo;
- A – características hidrogeológicas do aquífero;
- C – condutividade hidráulica;
- S – declividade topográfica.

Neste método para cada parâmetro é atribuído um peso, sendo o índice de vulnerabilidade obtido por meio do somatório dos sete parâmetros e cada um é multiplicado por um peso respectivo (SANTOS et al. 2010). A relação entre a classe de vulnerabilidade e o índice SINTACS é apresentada nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Pesos do índice SINTACS

Parâmetro	Normal	Rigorous	Infiltração	Carste	Fissurado	Nitratos
S	5	5	4	2	3	5
I	4	5	4	5	3	5
N	5	4	4	1	3	4
T	3	5	2	3	4	5
A	3	3	5	5	4	2
C	3	2	5	5	5	2
S	3	2	2	5	4	3

Fonte: SANTOS et al. 2010

Tabela 5 - Classes de vulnerabilidade do índice SINTACS

Índice SINTACS	Vulnerabilidade
$I > 210$	Muito alta
$186 < I < 210$	Alta
$140 < I < 186$	Moderadamente alta
$105 < I < 140$	Média
$80 < I < 105$	Baixa
$I < 80$	Muito baixa

Fonte: SANTOS et al. 2010

Por ser uma derivação do DRASTIC, o SINTACS apresenta as mesmas vantagens e desvantagens quanto à aplicação do método, tendo apenas um parâmetro diferente, que seria a recarga (R) que foi substituída pela parâmetro infiltração (I), apesar que ambos avaliam a contribuição de água no aquífero (SANTOS et al, 2010).

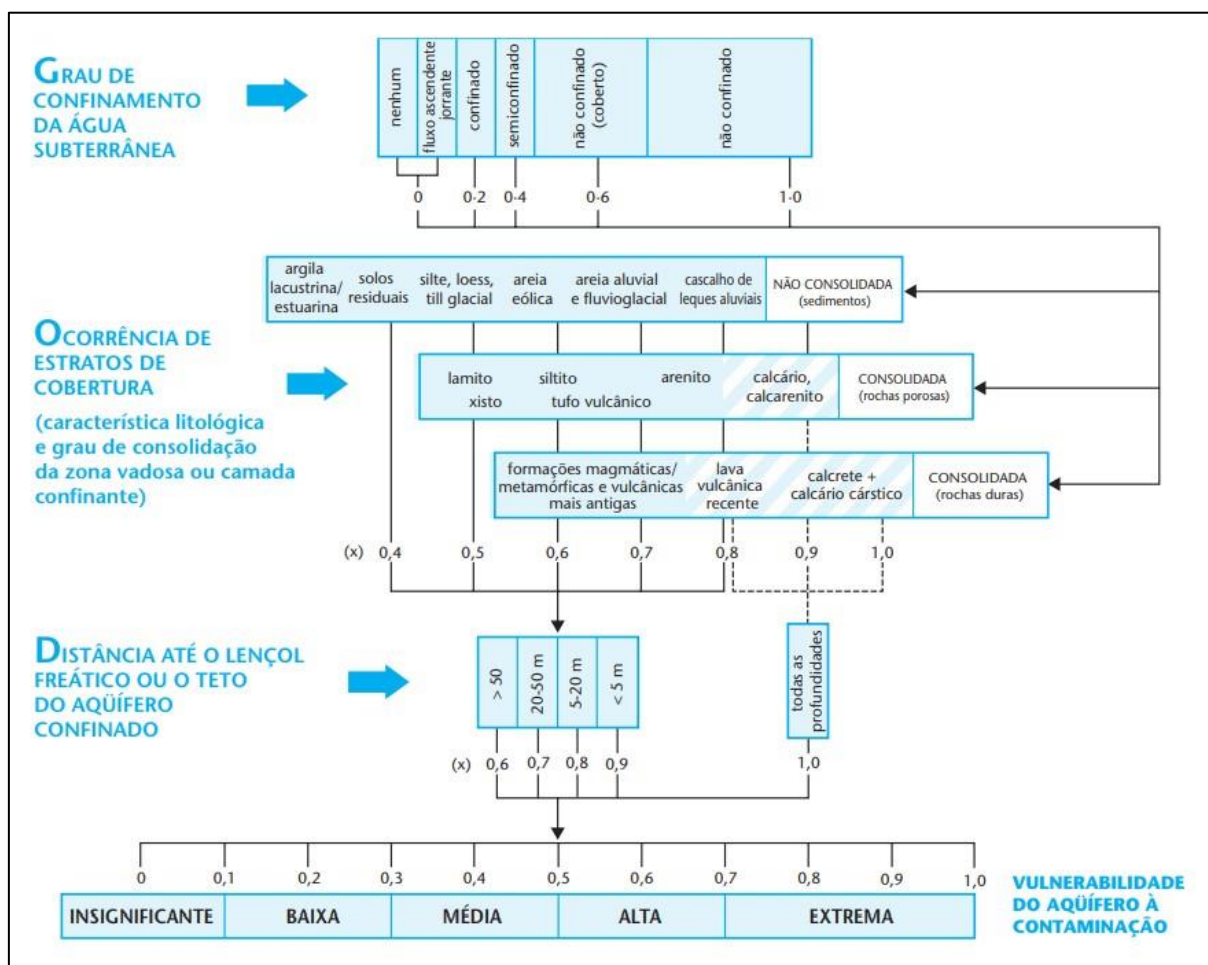
2.4.3 O método GOD

O método GOD foi desenvolvido por Foster e Hirata (1993) é uma das técnicas de determinação de vulnerabilidade mais utilizadas devido a sua simplicidade de conceitos e implementação, uma vez que utiliza dados básicos de estudos hidrogeológicos.

Para este método, na identificação do grau de vulnerabilidade natural à contaminação é levado em consideração dois fatores básicos, que segundo Foster et al. (2006) correspondem ao nível de inacessibilidade do agente contaminante na zona saturada do aquífero e a sua capacidade de atenuar este agente por parte dos estratos acima da zona saturada.

O método GOD (Figura 7) é construído com os seguintes parâmetros: G – (Representa o Grau de Confinamento da água subterrânea), O – (Ocorrência de Estratos Geológicos) e D – (Distância do Nível da Água Subterrânea). Este método aplica constantes entre 0 e 1 para cada variável e o produto entre essas três variáveis determina o índice de vulnerabilidade (COSTA et al. 2022).

Figura 7 - Sistema GOD



Fonte: FOSTER et al. (2006)

O grau de vulnerabilidade do aquífero à contaminação é resultante do produto dos três fatores, onde os valores resultantes representam o índice de vulnerabilidade da qual pertence o aquífero. Este índice de vulnerabilidade pode ser considerado no método GOD como: Insignificante (0 a 0,1), Baixa (0,1 a 0,3), Média (0,3 a 0,5), Alta (0,5 a 0,7) e Extrema (0,7 a 1,0) (COSTA et al. 2022).

Para cada classe de vulnerabilidade, são definidas as suas características tendo como referência o comportamento, a contínua permanência e a resiliência de um potencial agente contaminante, frente às características hidrogeológicas de um aquífero (FOSTER et al. 2006). Tais características estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Definição prática das classes de vulnerabilidade em um aquífero

CLASSE DE VULNERABILIDADE	DEFINIÇÃO CORRESPONDENTE	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE
Insignificante	presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo (Percolação e Infiltração)	0 a 0,1
Baixa	Vulnerável somente a contaminantes conservadores a longo prazo, quando contínua e amplamente lançados ou lixiviados	0,1 a 0,3
Moderada	vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados	0,3 a 0,5
Alta	vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação	0,5 a 0,7
Extrema	vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação	0,7 a 1,0

Fonte: Adaptado de FOSTER et al. (2006)

Embora, possua menos atributos a se verificar, se comparado a outras metodologias, o método GOD é bastante utilizado, sendo uma excelente alternativa frente ao desafio de se modelar a vulnerabilidade para aquíferos brasileiros já que há uma carência de dados e informações mais minuciosas.

Segundo Garcia, et al. (2011), o método GOD permite identificar a vulnerabilidade natural à contaminação a partir do estabelecimento das seguintes relações hidrológicas.

- O índice revela a espessura que o contaminante terá de atravessar até atingir a água subterrânea, logo, estabelece o tempo de contato com que o contaminante permanecerá sob a influência do meio e o tempo de atenuação natural até ser degradado.

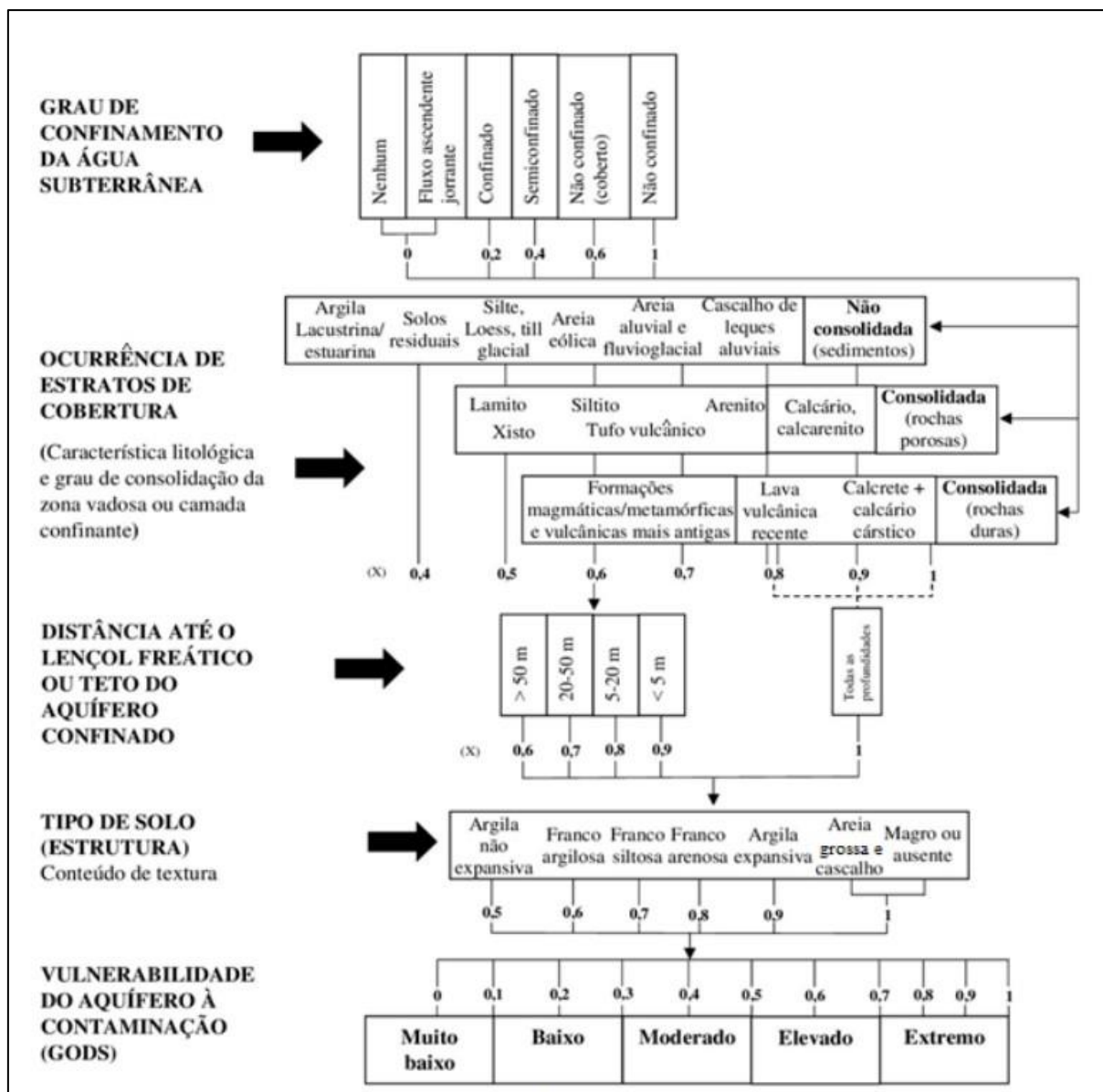
- A rota que o contaminante percorrerá é influenciada por fraturamento ou uma série de poros, formados por dissolução sendo interconectados e que fornecem caminhos que facilitam o fluxo.
- A granulometria do estrato rochoso tem uma relação inversa no processo de permeabilidade, pois quanto maior o tamanho do grão e maior o número de fraturas dentro do aquífero, maior a permeabilidade e menor a capacidade de atenuação do contaminante no aquífero. A relação inversa também se aplica a uma granulometria baixa e a capacidade de atenuação do contaminante.

Ao proceder uma análise da vulnerabilidade natural à contaminação de um aquífero, por qualquer método é preciso se atentar para algumas condições hidrogeológicas que representam problemas. Assim, Foster et al. (2006) elenca as principais como sendo:

- A presença de corpos d'água superficiais onde não é possível identificar a implicação que a qualidade da água superficial e o sedimento de fundo exerce sobre o potencial de atenuação do sedimento de fundo.
- Variação da profundidade entre o nível hídrico estático do aquífero até a superfície, decorrente da exploração excessiva do manancial, podendo implicar, inclusive, na alteração do grau de confinamento do aquífero.
- Presença de camadas de argilas excessivamente consolidadas e que podem estar fraturadas, gerando incertezas sobre o fluxo hidráulico no aquífero.

Na tentativa de tornar mais assertiva a determinação da vulnerabilidade, o método GOD possui uma modificação que corresponde a um acréscimo de uma quarta variável, como é demonstrado em Madroñero, (2022) onde em seu trabalho ao buscar determinar o grau de vulnerabilidade natural à contaminação em aquíferos na região metropolitana de Natal - RN, acrescentou o parâmetro do tipo de solo (S) (Figura 8) junto aos parâmetros originais do método GOD.

Figura 8 - Sistema GODS



Fonte: MADROÑERO, (2022)

Assim como o método original, o GOD (Modificado) aplica constantes entre 0 e 1 para cada variável e o produto entre essas três variáveis determina o índice de vulnerabilidade.

Segundo Foster et al. (2006), essa modificação no método GOD tem o intuito de acrescentar o fator de atenuação de contaminação do aquífero que é exercido pelo padrão de textura e pela presença de matéria orgânica do solo.

Porém, ressalta Foster et al. (2006), que aplicar essa modificação em ambientes urbanos, pode acrescentar erros na identificação do grau de vulnerabilidade, pois a frequente remoção do solo natural durante a evolução urbana

pode diminuir ou cessar o potencial de atenuação da atividade biológica e do padrão de textura natural do solo urbano ao longo do tempo.

Outra questão importante a se ressaltar, é que devido a constante mudança das características inatas do solo urbano, no tocante à atividade biológica e ao padrão textural, é que a aplicação deste método modificado do GOD, pode gerar além de erros, mapeamentos que se tornam obsoletos rapidamente, tendo em vista que são derivados de um parâmetro que constantemente sofre alterações significativas.

2.5 FATORES QUE DETERMINAM A ESCOLHA DO MÉTODO PARA AVALIAR A VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE UM AQUÍFERO

Para Auge (2004) citado por Santos (2010) a escolha do método para avaliar a vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos em uma região depende de vários fatores, dentre os quais se destacam:

- **Conhecimento e difusão da metodologia:** existem regiões, países ou continentes em que alguns métodos são mais difundidos que outros, a exemplo do DRASTIC (método mais utilizado na América do Norte), GOD (muito utilizado nos países latino americanos), SINTACS (utilizado pela maioria dos países europeus).
- **Informações disponíveis:** para uma avaliação eficaz da vulnerabilidade natural à contaminação é necessário a obtenção de informações preliminares que possam construir representações cartográficas adequadas. Para tanto, é necessário um Sistema de Informações Geográficas (SIG) capaz de atender aos parâmetros estabelecidos pelo método escolhido.
- **Escala de avaliação:** ainda em Auge (2004) citado por Santos (2010) é dito que o detalhe, logo a acurácia da avaliação da vulnerabilidade à contaminação, depende do objetivo proposto, sendo que em trabalhos semi regionais (normalmente são utilizadas escalas de 1:100.000 a 1:500.000) e regionais (1:500.000 ou menores), os métodos que requerem menos valores paramétricos, como o GOD são mais eficientes nestas escalas. Para os estudos de semidetalhes (utiliza-se 1:25.000 a 1:100.00) e de detalhe (maiores de 1:25.000), métodos como DRASTIC e SINTACS se mostram

mais eficientes, tendo em vista que possuem maiores quantidades de parâmetros.

- **Validade dos resultados:** para avaliar a representatividade dos mapas de vulnerabilidade, Auge (2004) citado por Santos (2010), sugere que sejam aplicadas diferentes metodologias para mapeamento da vulnerabilidade em regiões do aquífero acometidas por cargas contaminantes. A representação cartográfica que mais se aproxima da realidade do aquífero terá a maior acuracidade.

2.6 IDENTIFICAÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE UMA CARGA CONTAMINANTE SOBRE UM AQUÍFERO

A atual dinâmica econômica, sobretudo em países com elevado grau de industrialização, gera diversos tipos de uso e cobertura da terra que podem produzir dinâmicas que geram degradação dos recursos hídricos subterrâneos. Portanto, caracterizar essas atividades e seu potencial poluidor é condição essencial para o entendimento do grau de perigo de contaminação a que um aquífero pode estar sujeito.

De acordo com Foster et al.(2006) as causas para a degradação de um aquífero podem ser classificadas em relação à origem do problema, podendo ser resultantes da contaminação devido a uma proteção inadequada de aquíferos vulneráveis a infiltração e/ou percolação de contaminantes, provenientes de atividades urbano/industriais. Uma outra forma de degradação é pela contaminação de patógenos no próprio poço ou durante a captação da água do aquífero.

Cabe mencionar a degradação ocasionada pela intrusão salina, especialmente em regiões costeiras, onde o excesso de extração da água doce induz a água salina a fluir para o aquífero de água doce, o que modifica as suas características naturais degradando o ambiente (ARAÚJO; MORAIS, 2015)

Identificar e categorizar as diversas fontes de poluição é algo imprescindível para subsidiar qualquer ação ou estratégia de gestão ambiental em aquíferos. Porém, a realidade que se apresenta é a baixa quantidade de informações catalogadas e georreferenciadas, de potenciais atividades poluidoras sobre um espaço geográfico.

Neste sentido, um sistema de identificação e categorização de uma carga contaminante se faz necessário e este deve possibilitar trabalhar com parâmetros fáceis de serem estimados e modelados cartograficamente.

O sistema POSH (*pollutant origin, surcharge hydraulically*) desenvolvido por Foster, cumpre os requisitos, pois caracteriza e estima a potencialidade de contaminação a partir da interação de dois parâmetros, que baseiam-se na origem do poluente e na sobrecarga hidráulica capaz de transportar os contaminantes para o aquífero (FOSTER et al. 2006).

O sistema POSH é sistematizado em três níveis (Elevado, Moderado e Reduzido) de potencial de carga contaminante. Tendo a distribuição espacial das atividades potencialmente poluidoras categorizadas em dois tipos, que conforme Foster et al. (2006) podem ser:

- Fontes de contaminação difusas que não geram plumas de contaminação definidas, mas afetam uma área muito maior do aquífero.
- Fontes de contaminação pontuais que produzem plumas de contaminação bem definidas e concentradas o que facilita a sua identificação.

Foster et al. (2006) ressalta ainda, que quando as fontes de contaminação pontuais são pequenas e múltiplas, estas se comportam como fontes de contaminação difusas, no que diz respeito à sua identificação e controle.

Os Quadros 4 e 5 apresentam a classificação e ranqueamento segundo o método POSH das fontes de contaminação difusas e pontuais.

Quadro 4 - Classificação e mapeamento das fontes de contaminação difusas segundo o sistema POSH

POTENCIAL DE CARGA CONTAMINANTE DE SUBSOLO	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
	saneamento <i>in situ</i>	práticas agrícolas
Elevado	Cobertura da rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional superior a 100 pessoas / ha	Culturas comerciais intensivas, geralmente monoculturas em solos bem drenados, em climas úmidos ou com baixa eficiência de irrigação, pasto intensivo em campos intensamente fertilizados.
Moderado	Intermediário entre elevado e reduzido	
Reduzido	Cobertura da rede de esgoto superior a 75% e densidade populacional inferior a 550 pessoas / ha	Rotação das culturas, terra para pasto extensivos, sistema de cultivo ecológico, plantações com alta eficiência de irrigação em regiões áridas e semi-áridas

Fonte: Foster et al. (2006)

Quadro 5 - Classificação e mapeamento das fontes de contaminação pontuais segundo o sistema POSH

POTENCIAL DE GERAR CARGA CONTAMINANTE NO SUBSOLO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO				
	Deposição de resíduos sólidos	Áreas industriais *	Lagoas de águas residuais	Outras (urbanas)	mineração e exploração de petróleo
Elevado	Resíduo industrial tipo 3, resíduo de origem desconhecida	Indústria tipo 3 ou qualquer atividade que manuseie > 100 kg/d de produtos químicos perigosos	Todos os resíduos industriais tipo 3, qualquer efluente (exceto esgoto residencial) se a área > 5 ha		Operações em campos de petróleo, mineração de metais
Moderado	chuva > 500 mm/a com resíduos residenciais/agroindustriais/industriais tipo 1, ou todos os demais casos	Indústria tipo 2	Esgoto residencial se área > 5 há, demais casos não relacionados acima ou abaixo	Postos de gasolina, vias de transporte com tráfego regular de produtos químicos	Algumas atividades de mineração/extração de materiais inertes

				perigosos	
Reduzido	Chuva < 500 mm/a com resíduos residenciais/agroindustriais/industriais tipo 1	Indústria tipo 1	águas residuais residenciais, mistas urbanas, agroindustriais e de mineração de não metálicos	Cemitérios	
*solos contaminados de indústrias abandonadas devem ter a mesma classificação que a da própria indústria					
Indústrias Tipo 1:	madeiras, manufaturas de alimentos e bebidas, destilarias de álcool e açúcar, processamento de materiais não metálicos				
Indústrias Tipo 2:	fábricas de borracha, fábricas de papel e celulose, indústrias têxteis, fábricas de fertilizantes, usinas elétricas, fábricas de detergente e sabão.				
Indústrias Tipo 3:	oficinas de engenharia de gás/petróleo, fábricas de produtos químicos/farmacêuticos/plásticos, curtumes, industriais eletrônicos, processamento de metal.				

Fonte: Adaptado de Foster et al. (2006)

A avaliação do Perigo de contaminação de aquíferos no sistema POSH é executada considerando a interação de dois fatores, descritos por Foster et al. (2006) como sendo:

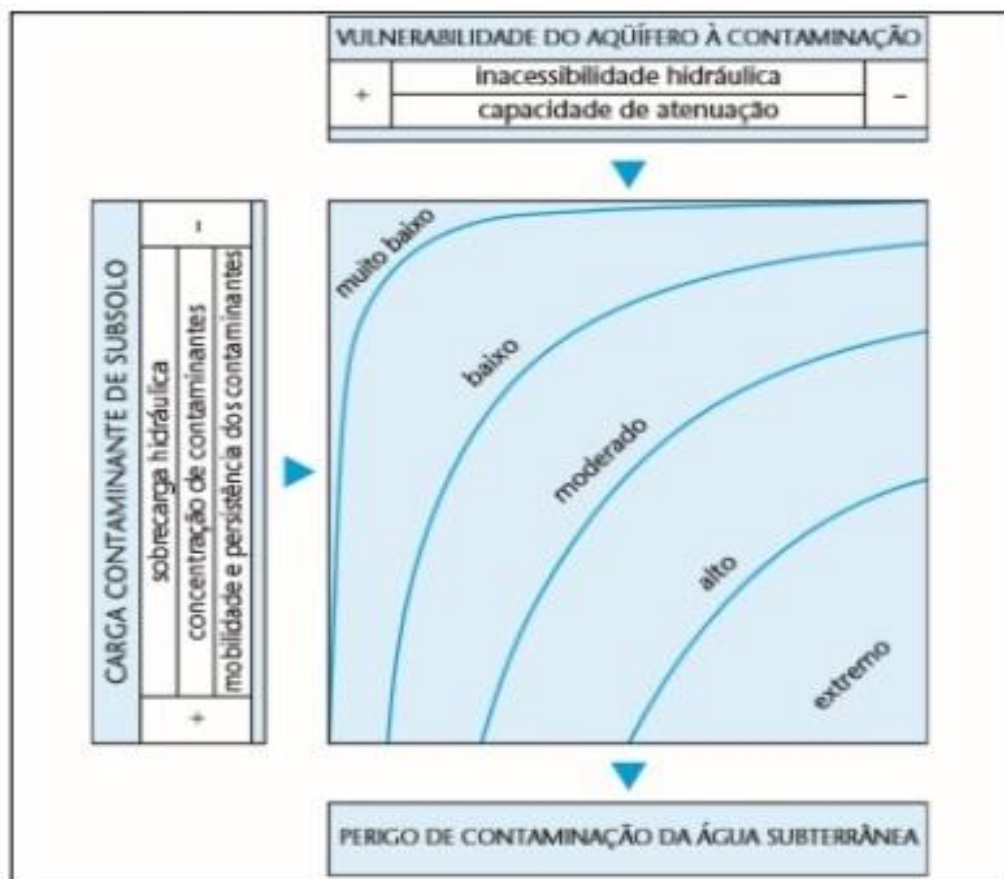
- a vulnerabilidade natural à contaminação de um aquífero, que é decorrente das suas características inatas.
- e a presença de carga contaminante decorrentes de atividades antrópicas que tenham potencial de degradação de um aquífero.

A identificação do perigo de contaminação pelo método POSH deve levar em consideração as características inatas do aquífero referentes à sua inacessibilidade e capacidade de atenuação do contaminante, caso venha a contaminar a superfície ou subsuperfície acima do aquífero (MADROÑERO, 2022).

Arelado ao diagnóstico do grau de vulnerabilidade à contaminação, neste método é considerado a análise da intensidade da sobrecarga hidráulica, da concentração e permanência do contaminante na superfície ou subsuperfície acima do aquífero (MADROÑERO, 2022).

O cruzamento entre esses dois fatores revela o grau do perigo de contaminação de um aquífero frente a um determinado agente contaminante. Sendo este grau de perigo categorizado em muito baixo, baixo, moderado, alto e extremo, conforme esquematizado na Figura 9.

Figura 9 - Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea



Fonte: Foster et al (2006)

O cruzamento desses parâmetros que permitem identificar o perigo de contaminação das águas subterrâneas é feito a partir de uma matriz (Figura 10). Onde nesta matriz é medido o nível de prioridade para ações de controle e mitigação de impactos ambientais decorrentes de uma potencial carga contaminante.

Figura 10 - Matriz de perigo de Contaminação de Aquíferos

		ZONAS DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO À CONTAMINAÇÃO*		
		baixa	média	alta
CARGA CONTAMINANTE POTENCIAL	reduzida	3	3	2
	moderada	2	2	1
	elevada	2	1	1
		NÍVEL DE PRIORIDADE 1 = alto 2 = médio 3 = baixo		

* Número de zonas/áreas reduzidas para simplificar a representação.

Fonte: Foster et al (2006)

2.7 ANÁLISE GEOESTATÍSTICA PARA MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE E DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE UM AQUIFERO

Assim como a matemática é a linguagem das ciências exatas, os mapas e cartas e demais representações da superfície terrestre são a linguagem da Cartografia. A elaboração de um mapeamento cartográfico reúne uma vasta quantidade de conhecimentos que foram adquiridos com o desenvolvimento da ciência e bem como da tecnologia que propiciou a elaboração de mapeamentos cada vez mais detalhados e precisos.

As representações da superfície terrestre possuem uma grande importância cultural, pois são produto do saber humano, possuindo certa complexidade, tendo em vista que é um desafio representar, delimitar ou simbolizar a realidade geográfica. E assim como é difícil a elaboração de mapeamentos e de modelos, a leitura e a interpretação destes, também exigem do leitor a sensibilidade para a sua interpretação e análise (MENEZES; COUTO, 2016).

Todas as delimitações geográficas, o que incluem sistemas ambientais, são representadas cartograficamente de maneira arbitrária e é impossível achar um

modelo que respeite totalmente os limites próprios para cada ordem de fenômenos observados. Contudo, é preciso criar uma delimitação dos fenômenos, fixando os seus limites para assim proceder às caracterizações do objeto de estudo (BERTRAND, 2004).

Como o mapeamento de sistemas ambientais exigem uma grande inter-relação de aspectos ou atributos, os SIG (Sistema de Informação Geográfica) adquirem um papel preponderante para a análise, pois possibilitam a manipulação desses através do armazenamento, atualização, registro, análise e o processamento de dados de várias fontes e em diversos formatos, construindo assim um banco de dados que possibilita a construção da informação do espaço estudado (LONGLEY, 2013).

Analisar representações cartográficas de sistemas ambientais é antes de tudo compreender o comportamento dos seus atributos e elementos constituintes do sistema, sobretudo o comportamento deste no espaço.

O ramo do conhecimento que trata de realizar inferências no espaço geográfico é a Análise Espacial que segundo Druck et al. (2004, p. 36) pode ser denominada como: “um conjunto de procedimentos encadeados cuja a finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno.”

Portanto, a ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo, incorporando o espaço à análise que se deseja fazer.

A análise espacial é um tipo de inferência quantitativa, baseada em um estudo aprofundado dos padrões de pontos, linhas, áreas e superfícies que geram produtos georreferenciados. Como é apontado em Ferreira (2016, p. 48) onde argumenta que: “O termo análise GEOespacial tem sido utilizado também como significado de mapemática o qual integra técnicas de análise numérica de mapas, cartografia temática e sistemas de informação geográfica.”

As técnicas quantitativas de análise espacial dos padrões mencionados por Ferreira (2014) comumente são denominadas de Geoestatística, tendo as suas bases advindas dos preceitos da análise espacial no que diz respeito a identificar a distribuição do fenômeno e entender a aleatoriedade dos dados, o que possibilita construir uma caracterização espacial de uma variável de interesse e determinar as incertezas associadas aos dados (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

A qualidade da representação cartográfica gerada pelas técnicas de análise espacial, notadamente as técnicas de geoestatística, depende do padrão e distribuição espacial do fenômeno e da sua dependência espacial. A dependência Espacial é definida como a tendência a que o valor de uma variável associada a uma determinada localização, assemelha-se mais ao valor de suas amostras vizinhas do que ao restante das localizações do conjunto (FERREIRA, 2014).

A verificação da ocorrência de dependência espacial é justamente o que define qual o modelo matemático que será empregado para representar corretamente o fenômeno, caso ele possua dependência espacial e não seja um fenômeno aleatório.

Neste sentido, antes de se gerar uma mapa que represente a distribuição de um fenômeno ou variável que atuam em um espaço geográfico é importante realizar uma análise exploratória de cunho estatístico, para ter subsídios na escolha da modelagem cartográfica a ser adotada.

A ideia de que “todas as coisas estão relacionadas com todas as outras, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes” é a base do que se define como Autocorrelação Espacial (ABREU, 2022).

Segundo Yamamoto (2020) as medidas de autocorrelação espacial procuram identificar o grau de dependência espacial entre os elementos do objeto em análise, por meio da análise simultânea entre o atributo do objeto e a similaridade da localização dos objetos sobre um espaço geográfico.

Para comparar a similaridade de atributos espaciais entre as feições vizinhas é importante estabelecer uma análise de vizinhança que permita revelar a estrutura e o comportamento espacial do fenômeno. Neste sentido, adotar um índice de autocorrelação espacial se faz necessário, pois para compreender a dependência espacial é preciso mensurar medidas como contiguidade e a distância entre os objetos (YAMAMOTO, 2020)

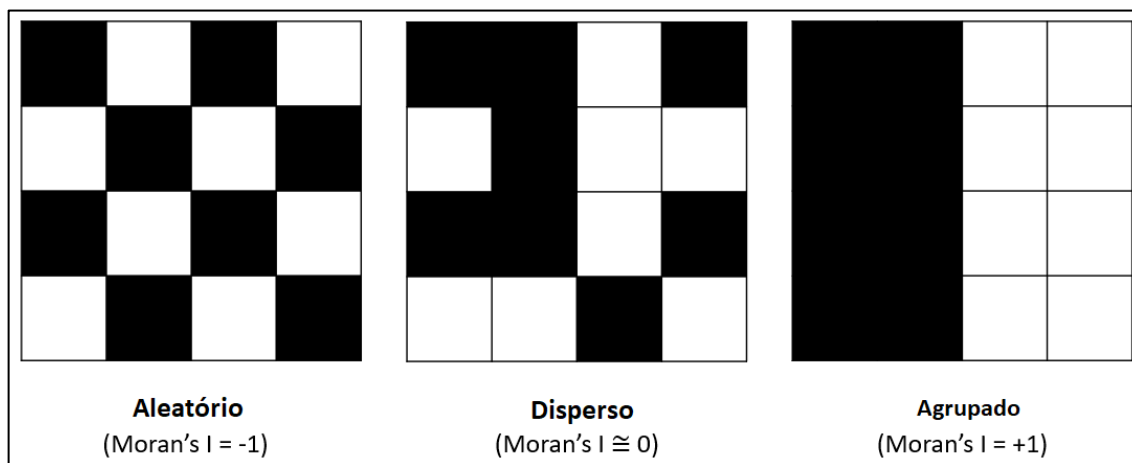
Dentre os índices mais empregados para mensurar a autocorrelação espacial, tem-se o índice de Moran. Segundo Yamamoto (2020), este índice permite medir o padrão de autocorrelação espacial de uma variável e poder definir o padrão de distribuição dos objetos. Neste índice o comportamento da distribuição espacial de um objeto ou fenômeno pode ser categorizado em três grupos que são:

- Agrupado, onde valores próximos tendem a ser semelhantes
- Aleatório, quando não há autocorrelação espacial;

- Disperso, quando os valores altos tendem a ficar próximos de baixos e vice-versa.

Abaixo está uma imagem apresentando essa interpretação da categorização da distribuição espacial segundo os postulados do índice de Moran (Figura 11).

Figura 11 - Interpretação da distribuição espacial segundo o índice de Moran



Fonte: Yamamoto (2020)

O índice de Moran é obtido por meio da seguinte expressão:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

Onde n é o número de pontos de dados, X é a variável aleatória contínua e w_{ij} são os elementos da matriz de vizinhança.

Os valores do índice de Moran variam entre -1 e 1, onde os valores iguais a 1 apresentam autocorrelação positiva, valores iguais ou próximos a -1 representam autocorrelação negativa e valores iguais a 0, quando os atributos não tem correlação espacial entre si (YAMAMOTO, 2020).

A investigação da autocorrelação espacial dá subsídios para a escolha de qual modelo de representação cartográfica a ser usado. Assim, para executar essa modelagem, os SIG se mostram essenciais, pois permitem o armazenamento tanto dos atributos geométricos como os descritivos relativos a vários tipos de dados geográficos.

Em casos em que a os dados não apresentem dependência espacial, portanto aleatórios, o modelo matemático mais adequado de representação

cartográfica da distribuição espacial de um fenômeno sobre um espaço geográfico, são os modelos determinísticos.

Nestes modelos, segundo Yamamoto (2022) cada ponto da superfície é estimado com base apenas na interpolação de valores das amostras mais próximas. Nesta perspectiva são considerados efeitos puramente locais, não sendo mensurados a variabilidade espacial e a dependência de todo o conjunto de dados.

A análise com efeito global é realizada por meio de modelos probabilísticos como a *Krigagem*, que estimam os valores para cada ponto da superfície, por meio de análises da variabilidade e da dependência espacial dos valores das amostras mais próximas. Para estes modelos probabilísticos, a existência de autocorrelação espacial, portanto dependência espacial entre as amostras é condição essencial para uma modelagem assertiva (YAMAMOTO, 2020).

A vulnerabilidade natural e perigo de contaminação de um aquífero frente a um contaminante é uma informação passível de ser espacializada. Neste contexto as técnicas de Geoprocessamento e outras ferramentas do campo das Geotecnologias tem uma grande importância, na medida que possibilitam criar representações que mesmo sendo reducionistas e generalistas na representação da realidade geográfica, dão um excelente subsídio para o entendimento do fenômeno no tocante à sua distribuição espacial.

Nos métodos para a determinação da vulnerabilidade natural e do perigo de contaminação de aquíferos, os atributos que compõem o sistema são representados por superfícies matriciais contínuas que representam diversos aspectos ambientais, sempre ligados às características hidrogeológicas dos aquíferos.

Para a construção dessas superfícies são utilizados processos de interpolação, notadamente pelas técnicas de geoestatísticas, por meio de dados vetoriais com geometria do tipo ponto, onde associa-se à posição geográfica os valores numéricos referentes às características hidrogeológicas da área do poço de captação.

São escassas as pesquisas que apresentam informações detalhadas sobre o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos no Piauí. Os estudos se concentram em avaliar a qualidade da água de postos de captação hídrica e formulação de estratégias para a gestão ambiental para fins de preservação dos aquíferos.

Dentre esses estudos destacam-se: Silva e Gomes (2021) que analisam a qualidade da água de poços do povoado Alegria em Teresina; Benjamin (2018) que realizou uma análise *swot* da gestão de águas subterrâneas no Piauí; Sousa et al. (2015) que realizaram um estudo da contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias na cidade de Teresina e Lustosa et al. (2021) que analisam a qualidade ambiental das águas subterrâneas para abastecimento no extremo sul piauiense.

Relativo ao mapeamento ressalta-se o trabalho de Sousa e Monteiro (2021) que utiliza o sistema POSH e técnicas de geoprocessamento para mapear o perigo de contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias na cidade de Teresina. Neste trabalho foi identificado um alto perigo de contaminação dos aquíferos nas proximidades do cemitério e recomendam o encerramento de novos sepultamentos.

Portanto, a representação da vulnerabilidade e do perigo da contaminação por meio das técnicas de análise espacial apoiadas em SIG, constituem-se em um importante produto para subsidiar o planejamento do uso e cobertura da terra, sobretudo para gerenciar a instalação e o funcionamento de empreendimentos potencialmente impactantes aos recursos hídricos subterrâneos.

2.8 LEGISLAÇÃO REFERENTE À REGULAMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL E NO PIAUÍ

As legislações que regulamentam os postos de combustíveis no Brasil visam garantir a segurança dos consumidores, a proteção do meio ambiente e a concorrência justa entre os estabelecimentos. É importante que os proprietários de postos de combustíveis estejam sempre atualizados sobre as normas e sigam as diretrizes estabelecidas, para evitar problemas com a fiscalização e garantir a qualidade dos serviços prestados.

Uma das principais legislações que regulamentam os postos de combustíveis no Brasil é a Resolução ANP nº 41/2013. Essa norma estabelece as diretrizes para o licenciamento ambiental dos postos de combustíveis e define as condições técnicas para o armazenamento, manuseio e comercialização de combustíveis líquidos e gasosos. A resolução também prevê a obrigatoriedade da instalação de equipamentos de segurança, como sistemas de detecção de vazamentos e extintores de incêndio (BRASIL, 2013).

Outra legislação importante é a Lei nº 9.478/1997, que estabelece as diretrizes para a política energética nacional e cria o Conselho Nacional de Política Energética. A lei também prevê a regulamentação da produção, transporte, armazenamento e comercialização de petróleo, gás natural e seus derivados, o que inclui os postos de combustíveis (BRASIL, 1997).

Além dessas normas, existem outras legislações que regulamentam aspectos específicos dos postos de combustíveis. A Lei nº 7.802/1989, por exemplo, estabelece as normas de segurança e saúde para o trabalho com produtos químicos, o que inclui os combustíveis líquidos. Já a Lei nº 8.176/1991 prevê a punição para o crime de venda de combustível adulterado ou sonegado (BRASIL, 1989; BRASIL, 1991).

Também é importante destacar a atuação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), órgão responsável pela fiscalização e regulação do setor de combustíveis no Brasil. A ANP estabelece normas e fiscaliza o cumprimento das legislações, além de monitorar a qualidade dos combustíveis comercializados nos postos.

Além das leis, têm-se as resoluções do CONAMA que é o Conselho Nacional do Meio Ambiente, órgão federal responsável por estabelecer normas e padrões para a proteção ambiental em todo o território brasileiro. No que se refere aos postos de combustíveis, este órgão editou diversas resoluções que regulamentam o armazenamento, o transporte e a comercialização de combustíveis líquidos e gasosos.

Uma das principais resoluções do CONAMA é a Resolução nº 273/2000, que estabelece as diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis. Essa norma estabelece critérios para a construção e operação desses estabelecimentos, além de definir as condições técnicas para o armazenamento, manuseio e comercialização de combustíveis líquidos e gasosos (BRASIL, 2000).

Ela é relevante para os postos de combustíveis, pois estabelece as normas de segurança para o transporte de produtos perigosos e define as obrigações dos transportadores estabelecendo as normas técnicas para o transporte de combustíveis líquidos e gasosos, visando garantir a segurança e a preservação do meio ambiente (BRASIL, 2000).

Vale destacar que a Resolução CONAMA nº 273/2000 considera os postos de combustíveis como empreendimentos potencialmente poluidores devendo estar a

uma distância superior a 100 metros dos poços de captação hídrica, com a finalidade de abastecimento urbano (BRASIL, 2000).

Outra resolução importante é a Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece as diretrizes para o controle da qualidade da água em todo o território nacional. Essa norma prevê a fiscalização da qualidade da água em áreas próximas aos postos de combustíveis, visando prevenir a contaminação do solo e da água subterrânea por substâncias químicas presentes nos combustíveis (BRASIL, 2005).

Por fim, é importante destacar é a Resolução CONAMA nº 420/2009, que estabelece as normas para a gestão de resíduos sólidos gerados em postos de combustíveis. Essa norma define as diretrizes para a gestão e destinação adequada de resíduos sólidos, visando evitar a contaminação do solo e da água por substâncias químicas presentes nos resíduos gerados (BRASIL, 2009).

Em nível estadual, o regramento que disciplina as atividades desenvolvidas pelos postos de combustíveis segue de maneira geral o normativo da legislação federal. Especificamente ao regramento estadual, as normativas buscam dar diretrizes mais voltadas a questões de segurança e fornecimento de informações aos condutores de veículos automotores. Neste sentido, destacam-se as seguintes normativas:

- A Lei Estadual de nº 5740/2008 que dispõe sobre a proibição da venda de bebidas alcoólicas nos postos de combustíveis instalados nas rodovias estaduais (PIAUÍ, 2008).
- A Lei Estadual de nº 6503/2014 que dispõe sobre a obrigatoriedade de afixação de cartazes, nos postos revendedores de combustíveis, com informação sobre o percentual da diferença entre os preços da gasolina e do etanol (PIAUÍ, 2014).
- A Lei Estadual de nº 6636/2015 que dispõe sobre a proibição de postos de gasolina continuarem o abastecimento de combustíveis em veículos após o acionamento da trava de segurança da bomba de abastecimento (PIAUÍ, 2015).

Quanto à questão do licenciamento ambiental dos postos de combustíveis, a normativa estadual de referência é a Resolução CONSEMA Nº 46/2022 do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONSEMA e a IN SEMAR Nº 07/2021 que ambas

tomam por base as normativas estabelecidas pela Resolução CONAMA 273/2000. Portanto, estabelecem as condições técnicas para o armazenamento, manuseio e comercialização de combustíveis líquidos e gasosos, visando prevenir a contaminação do solo e da água subterrânea por substâncias químicas presentes nos combustíveis (PIAUI, 2021; PIAUÍ, 2022).

Para Teresina as principais legislações municipais que abordam sobre os postos de combustíveis são:

- Lei Municipal nº 2.622/97, que estabelece as normas para a instalação e funcionamento de postos de combustíveis na cidade. Essa lei estabelece, por exemplo, que os postos de combustíveis devem estar localizados em áreas que atendam aos critérios de zoneamento estabelecidos pelo município, além de exigir a apresentação de projetos de segurança e proteção ambiental (TERESINA, 1997).
- Lei Municipal nº 4596/2014, que dispõe sobre a construção e funcionamento de postos revendedores de gás liquefeitos de petróleo – GLP, no âmbito do município e dá outras providências (TERESINA, 2014).
- Lei Municipal nº 5.693/2021, que tem por objetivo disciplinar a publicidade de preços dos postos de combustíveis do município de Teresina (TERESINA, 2021).

O cumprimento da legislação, somadas às ações de fiscalização e monitoramento são essenciais para garantir a segurança do local, dos funcionários e da comunidade, além de assegurar a qualidade e a eficiência do sistema de armazenamento e distribuição de combustíveis, evitando que ocorra a contaminação dos aquíferos.

2.9 OS BTEX COMO POTENCIAIS AGENTES CONTAMINANTES DE UM AQUÍFERO

As operações desenvolvidas nos postos de combustíveis são imprescindíveis para a sociedade, sobretudo para residentes em áreas urbanas

como a cidade de Teresina. Entretanto, durante o manuseio de materiais tóxicos, é possível ocorrer a liberação acidental de agentes contaminantes no meio ambiente.

Os maiores agentes contaminantes provenientes de postos de combustíveis são os hidrocarbonetos monoaromáticos, tais como *benzeno*, *tolueno*, *etilbenzeno* e *xilenos*, que são denominados de BTEX e apresentam elevada toxicidade aos seres humanos. E no caso da gasolina, por ter elementos mais solúveis e mais móveis, representam o maior perigo para a contaminação dos mananciais de um aquífero (LOPES; SOUZA, 2021).

Segundo a **Environmental Protection Agency**, órgão público de proteção ambiental dos Estados Unidos, aproximadamente 3,6 litros de combustível é derramado por semana neste país, devido à má manutenção ou uso indevido dos equipamentos, o que resulta em mais de 195 toneladas de solo contaminado por ano (EPA, 2000).

No Brasil, o potencial de perigo de contaminação dos BTEX acentua-se, pois a gasolina comercializada no país tem um incremento de 27% de etanol anidro, no caso de gasolina comum, e 25% na gasolina *premium*. Estes percentuais são estipulados pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que é o órgão da administração federal incumbido fixar o percentual de mistura dos combustíveis (REIS et al. 2022)

Este incremento torna-se um fator a mais no potencial de contaminação de aquíferos, pois segundo Corseuil et al. (2004) citado por Araújo e Castro (2018), o etanol anidro aumenta a solubilidade dos compostos BTEX, portanto aumentando a mobilidade do combustível nos processos de infiltração e percolação, caso venha a ser exposto na superfície ou subsuperfície.

De acordo com Lopes e Souza (2021) o lançamento acidental de grandes quantidades de combustível na superfície e subsuperfície do solo, em um posto de combustível, pode ocorrer devido às seguintes causas:

- corrosão dos tanques ou das tubulações de armazenamento do combustível;
- defeitos de fabricação dos tanques de armazenamento e das tubulações;
- Má instalação dos tanques, das tubulações ou dos equipamentos de abastecimento;

- transbordamentos ou derramamentos que acontecem durante as operações de descarga de combustível.

O transbordamento ou derramamento de combustíveis na superfície decorrentes das operações de descarga, mesmo que sendo de pequena duração e de pouca intensidade, são logo identificados, o que possibilita a execução de ações e estratégias que reduzam possíveis impactos ambientais.

Porém, o vazamento do combustível armazenado em tanques ou das tubulações instalados na subsuperfície, que muitas vezes não permitem inspeções visuais para identificar possíveis vazamentos, se vencendo as capacidades inatas de autodepuração dos aquíferos, podem por meses ou anos agir como vetores de contaminação das águas subterrâneas.

São escassas as pesquisas que apresentam informações detalhadas sobre áreas contaminadas por postos de combustíveis no Piauí. Os estudos se concentram em avaliar a qualidade dos produtos disponíveis para a revenda nos postos.

Dentre esses estudos destacam-se: Nascimento et al. (2021) que analisa o teor de etanol na gasolina comercializada em Picos – PI; Barbosa et al. (2016) que aborda a qualidade dos serviços prestados, percebida por clientes de postos de combustíveis em Teresina-PI; e Silva et al. (2009) que analisa a concentração dos BTEX na gasolina comercializada nos postos do estado do Piauí.

Sendo caracterizados como fontes de contaminação pontuais pelo sistema POSH, a contaminação proveniente de postos de combustíveis tendem a ser mais fáceis de identificação, portanto, o mapeamento de áreas vulneráveis dos aquíferos a contaminação promovida pelos BTEX é um instrumento essencial para ações de gestão ambiental.

Relativo ao mapeamento, ressalta-se o trabalho de Sousa et al. (2016) que utiliza técnicas de geoprocessamento para identificar os postos de combustíveis que se adequam ou não às regras da legislação vigente para o município de Parnaíba – PI. Os autores argumentam que as técnicas de geoprocessamento constituem-se em importantes ferramentas para monitoramento e fiscalização ambiental nesses empreendimentos.

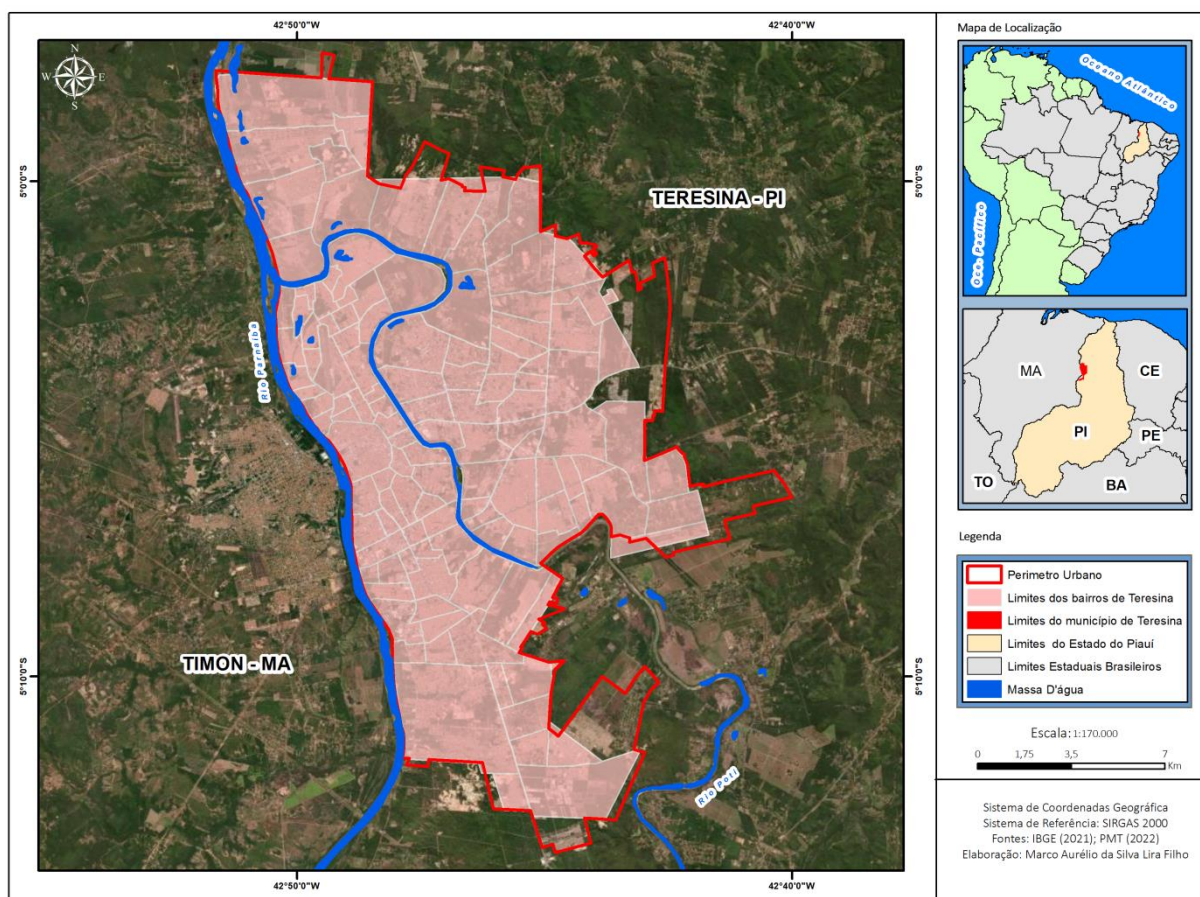
No intuito de tornar mais eficiente as ações de monitoramento e fiscalização nos postos de combustíveis, em Alves et al (2019) e Gomes (2022) são encontradas orientações que podem ser implementadas, e essas incluem:

- Verificar se o posto de combustível está cumprindo as regulamentações locais, estaduais e federais relacionadas ao armazenamento e distribuição de combustíveis.
- Realizar inspeções periódicas do sistema de armazenamento, incluindo os tanques de combustíveis, tubulações, válvulas, bombas e medidores, para verificar se estão em boas condições e funcionando corretamente.
- Monitorar a qualidade do combustível vendido, verificando se está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.
- Verificar se os funcionários estão treinados em segurança, procedimentos de emergência e manuseio de combustíveis para garantir a segurança deles e do meio ambiente.
- Manter registros precisos e atualizados de todas as inspeções, manutenções e reparos realizados no sistema de armazenamento de combustíveis.

2.10 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Teresina, objeto de estudo desta pesquisa, localiza-se na mesorregião centro-norte piauiense (Figura 12), possuindo uma população estimada em 871.126 habitantes. Sendo inserida no domínio de dois cursos principais de água perenes, onde em toda a sua extensão norte-sul é drenada pelo rio Parnaíba em um percurso de aproximadamente 26,311 km, formando o limite oeste com o município de Timon – MA. Na rede hidrográfica interna destaca-se o Rio Poti, que percorre uma extensão de aproximadamente 24,48 km na área urbana (IBGE, 2022).

Figura 12 – Localização Geográfica da Cidade de Teresina - Piauí



Fonte: Autor (2023)

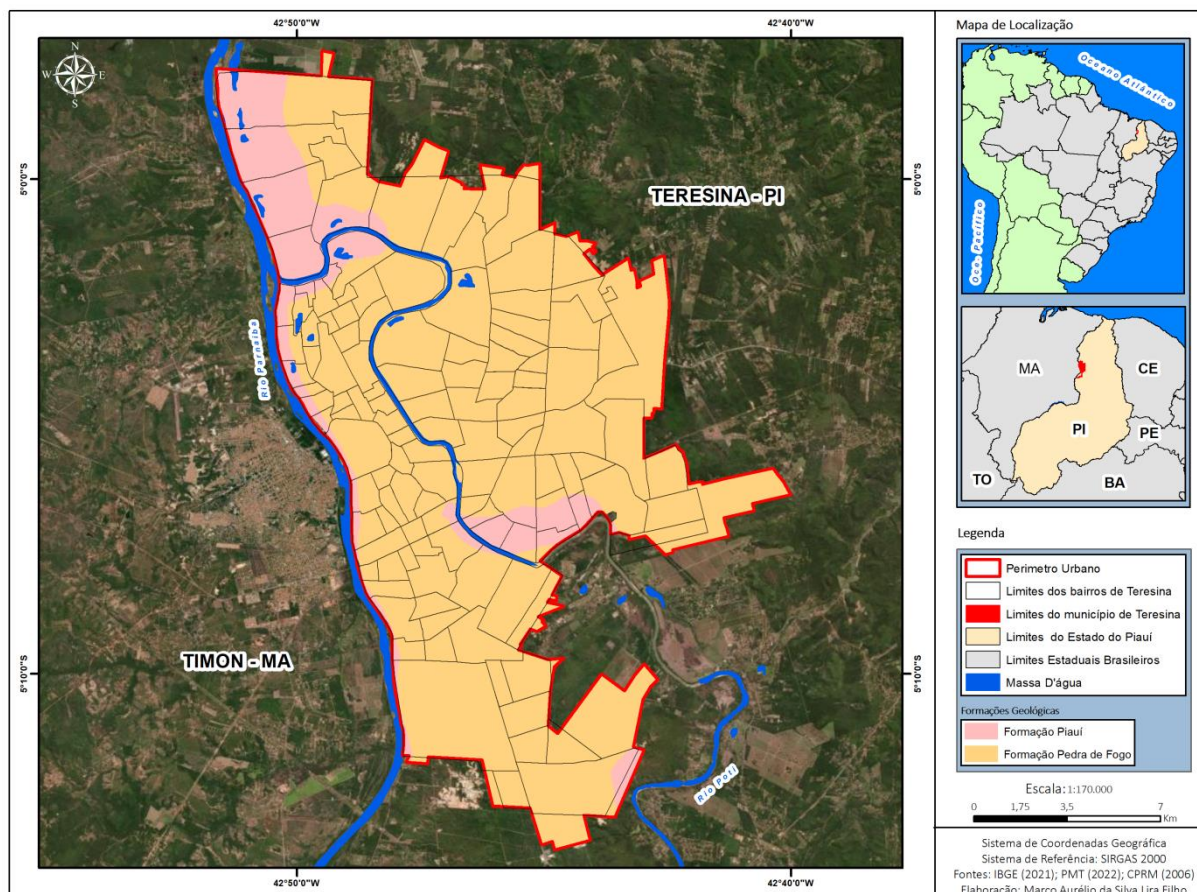
Relativo às condições climáticas, de maneira geral, a região de Teresina apresenta temperaturas médias com mínimas em torno de 20°C e máximas em torno de 34°C, o que corresponde a um clima quente tropical. Sendo a precipitação pluviométrica média anual (com registro de 800 a 1200 mm) definida pelo regime de

atuação da massa Equatorial Continental, com 5 a 6 meses de período seco, sendo que os meses de janeiro, fevereiro e março correspondem ao trimestre mais úmido (ANDRADE JUNIOR, 2004).

No tocante aos sistemas aquíferos da região de Teresina estes estão inseridos no contexto litoestrutural da bacia sedimentar do Parnaíba que compreende em uma bacia sedimentar intracratônica, com predominância de coberturas sedimentares da era Paleozóica (542 a 251 milhões de anos atrás), embora haja também em grandes áreas, depósitos da era Mesozóica (251 a 65 milhões de anos atrás), sendo estes pouco espessos (AGUIAR, 2004).

Associado a um clima quente e sub-úmido característico de regiões tropicais de transição, na cidade de Teresina há predomínio do intemperismo químico alternado com o intemperismo mecânico sobre as rochas. Assim, os solos da região de maneira geral, são provenientes da meteorização e intemperização, dos arenitos, folhetos e siltitos, e outras rochas que formam a litologia das formações geológicas Pedra de Fogo e Piauí (Figura 13) (ANDRADE, 2004).

Figura 13 – Mapa das Formações Geológicas da Cidade de Teresina - PI



Fonte: AUTOR (2023)

Embora seja constituído por formações geológicas sedimentares, o sistema de aquífero Poti/Piauí apresenta características e dinâmicas hidrogeológicas distintas que devem implicar em graus distintos de vulnerabilidade e perigo à contaminação.

Segundo Aguiar (2004), pelas suas características litológicas com predominância de camadas argilosas e intercalações de leitos de sílex, que são rochas impermeáveis, a formação Pedra de Fogo apresenta pouco potencial para a formação de vastos aquíferos. Ainda segundo o autor, a Formação Piauí por predominar arenitos cinza-claros e amarelados, com granulação fina a muito fina e localmente com aspecto lajeado, ou seja, aflorante na superfície do solo, tendo alternância de estratos mais ou menos permeáveis, favorecem a formação de aquíferos.

De acordo com o **Atlas Águas (2021): segurança hídrica do abastecimento urbano**, elaborado pela Agência Nacional de Águas – (ANA), o potencial hídrico subterrâneo é bastante explorado no Estado do Piauí, representam 78% do abastecimento público (ANA, 2021).

Dos 224 municípios piauienses, 174 das sedes municipais são abastecidas exclusivamente por recursos hídricos subterrâneos, 13 sedes municipais fazem uso misto para o abastecimento (categoria pertencente a Teresina) e 36 fazem uso apenas de recursos hídricos superficiais (ANA, 2021).

O Piauí conta com mais de 30 mil poços para captação de água subterrânea e o município de Teresina possui a maior quantidade de poços, com aproximadamente 2300 registros, sendo que o principal uso é destinado às atividades industriais e para consumo humano. E segundo as entidades governamentais que gerenciam o uso dos recursos hídricos subterrâneos no Estado do Piauí, há uma crescente demanda por novas fontes de captação (SIAGAS; SEMAR, 2022).

Segundo o relatório estadual de outorgas de águas subterrâneas referente ao comparativo entre os anos de 2016 e 2017, o sistema de aquífero Poti/Piauí no qual está inserido o município de Teresina é um dos mais demandados, sendo essa demanda majoritariamente destinada a fins agroindustriais e de consumo humano (SEMAR, 2022).

Atrelado ao aumento do consumo, outro fator a se considerar é a expansão urbana de Teresina e seu crescimento populacional que tem como carro chefe a

construção de conjuntos habitacionais. Segundo Façanha (1998) citado por Silva et al. (2017) nas décadas de 70 e 80 ocorreu expressivo crescimento de habitações, por meio da construção de grandes conjuntos habitacionais, provocando a expansão da cidade em todas as direções.

Esses conjuntos habitacionais surgiram como novos bairros, sendo necessário construir infraestruturas urbanas, como sistema viário, rede de abastecimento de água e luz e também postos de abastecimento para a frota de automotores que se deslocavam nesses novos espaços urbanos.

Esses conjuntos habitacionais surgiram como novos bairros, sendo necessário construir infraestruturas urbanas, como sistema viário, rede de abastecimento de água e luz e também postos de abastecimento para a frota de automotores que se deslocavam nesses novos espaços urbanos.

Entende-se que a expansão urbana, ocorrida entre as décadas de 70 e 80, promoveu a demanda de diversos serviços, entre eles a instalação de postos de combustíveis. Segundo Silva et al. (2012) e Melo et al. (2022) a vida média de um tanque de combustível é em torno de 25 anos, o que sugere que muitos dos tanques e dutos de armazenamento de combustíveis, devem estar fora ou chegando no prazo máximo de vida útil.

Em face disto, estudos sobre a contaminação de águas subterrâneas por combustíveis derivados de petróleo, vêm ganhando relevância no Brasil. Com destaque tem-se os estudos de Lino e Krespsky (2016), Araújo et al. (2018), Alves et al. (2019), Maeda e Batista (2021), Costa e Nascimento (2022), Castro et al. (2022), Gomes (2022), Madroñero (2022) que abordam o mapeamento de áreas vulneráveis e os impactos ambientais causados por postos de combustíveis.

Os postos de abastecimento de combustíveis para automotores em Teresina representam um grande potencial de foco de contaminação, por estarem em toda a parte e lidarem com grandes volumes de materiais potencialmente contaminantes.

No tocante a distribuição dos postos de combustíveis, segundo o anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e combustível, para o ano de 2021 o Brasil conta com 42.401 postos de revendedores de combustíveis automotivos. Desses, 37,5% estão localizados na região Sudeste; 26,5% no Nordeste; 18,7% na região Sul, 9% no Centro-Oeste e 8,3% na região Norte. (ANP, 2022)

O Piauí com 1.046, representando 2,4% dos postos, ocupa a 14ª posição em um ranking encabeçado pelos estados de São Paulo (20,2%); Minas Gerais (11%);

Rio Grande do Sul (7,4%); Bahia (7,2%); Paraná (6,6%); e Rio de Janeiro (4,7%) (ANP, 2022).

Teresina sendo a capital do Estado e onde se concentra o maior contingente populacional, logo a maior demanda por combustíveis, possui o maior quantitativo de postos, totalizando 196 e em sua maioria localizados na zona urbana.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa apresenta procedimentos metodológicos com caráter quantitativo e qualitativo, e está dividida em sete etapas descritas a seguir:

A **primeira etapa** corresponde à pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos e outras fontes adquiridas em websites e grupos de pesquisas, referentes a estudos sobre sistemas de aquíferos, com o intuito de subsidiar as análises das informações pertinentes sobre os parâmetros físicos e naturais.

A **segunda etapa** consiste na estruturação de um banco de dados geográfico com arquivos geoespaciais vetoriais, tendo geometria do tipo ponto, a partir de informações advindas do perfil hidrogeológico de poços de captação hídrica cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que é composto por uma base de dados de poços permanentemente atualizada, e de módulos capazes de realizar consulta, pesquisa, extração e geração relatórios.

De um universo de 1391 pontos, que representam a localização dos poços de captação hídrica na cidade de Teresina, após uma análise topológica em ambiente de SIG e a verificação e identificação do perfil geológico de cada poço (Anexo), obteve-se um total de 80 pontos referentes a poços, que contêm as informações necessárias para a determinação da Vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos.

A verificação topológica permitiu identificar e retirar do universo amostral de pontos, dados com coordenadas replicadas, portanto com a mesma localização espacial e poços com localização geográfica fora da área de estudo. A exclusão dos pontos replicados e dos pontos que não possuem as informações necessárias em seus relatórios geológicos de perfis de poços, reduziu consideravelmente o quantitativo de pontos do universo amostral.

A **terceira etapa** corresponde à estruturação e povoamento de informações cadastrais e hidrogeológicas na tabela de atributo do arquivo *shapefile* que representa os poços de captação hídrica.

Por meio da interpretação dos perfis hidrogeológicos dos poços em análise e seguindo os valores numéricos estipulados para o método GOD. Nesta pesquisa, foram aplicadas as seguintes regras para a determinação dos parâmetros de vulnerabilidade:

- No parâmetro G, correspondente ao tipo de confinamento do aquífero, foi aplicado o valor de 0,2 para poços que estão inseridos em aquíferos confinados; o valor de 0,4 para poços inseridos em aquíferos semi-confinados; já para os aquíferos livres cobertos, aplica-se o valor de 0,6 e para os aquíferos livres não cobertos (aquíferos aflorantes ou rasos), aplica-se o valor de 1.
- No parâmetro O, referente ao tipo de litologia da zona vadosa, nas rochas não consolidadas, foram estabelecidos os valores de 0,5 para solos com predominância argilosas; 0,6 para solos com predominância de siltitos; 0,7 para solos predominantemente arenosos e 0,8 para solos com predominância de cascalhos. Já para as rochas consolidadas foram estabelecidos os valores de 0,8 para rochas de arenitos e 0,6 para rochas cristalinas (formações ígneas densas).
- Para o parâmetro D, referente à distância da superfície do terreno ao nível estático, embora tenha-se a possibilidade de mudanças dos níveis d'água com o passar do tempo, tendo em vista que existem informações datadas na década de 60. Adotou-se os valores iguais à metodologia GOD original.

A **quarta etapa** corresponde à estruturação de um banco de dados geográfico e arquivos geoespaciais vetoriais com geometria do tipo ponto, a partir de informações sobre a localização geográfica de postos de distribuição de combustíveis na cidade de Teresina. Tais informações foram obtidas em uma tabela disponibilizada pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP para o ano de 2021 (Anexo).

Com base no endereço informado na tabela, com subsídio do *software* Google Earth Pro, foi possível localizar e espacializar os postos de combustíveis totalizando um quantitativo de 152 pontos.

Uma vez espacializados, com apoio de SIG, procedeu-se a estruturação e povoamento da tabela de atributos do arquivo *shapefile* referente aos postos de combustíveis, com as informações cadastrais contidas na tabela da ANP.

A **quinta etapa** representa a análise estatística das variáveis quantitativas referentes aos poços, para verificar parâmetros ligados à dependência espacial,

correlação espacial e assim identificar o melhor modelo matemático para representar a distribuição espacial do fenômeno em análise.

Todas as análises estatísticas foram obtidas com o *Geoda*, software de disponibilidade gratuita e com enfoque em análises estatísticas em dados com representação espacial. Sendo que nesta etapa foram obtidos os valores de autocorrelação espacial, aplicando-se o índice de Moran.

A **sexta etapa** consiste na construção de superfícies interpoladas, por meio de técnicas de Geoestatística e a interação destas superfícies interpoladas por meio da técnica de álgebra de mapas, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, o que permitiu elaborar o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos, aplicando o método GOD, para a cidade de Teresina - PI.

Para a obtenção das superfícies interpoladas foi utilizado o Inverso do Quadrado da Distância (IDW) que é um modelo de inferência geoestatística e um dos mais adotados para elaborar o mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos.

Este método pressupõe que os pontos amostrais mais próximos, devem ter um maior peso do que os valores mais distantes. Portanto, cada ponto possui uma influência sobre a coordenada a ser interpolada dentro de um recorte espacial, e estes valores diminuem na medida em que a distância aumenta (AMORIM, et al. 2019).

O valor estimado pelo IDW para cada coordenada em um determinado recorte espacial é determinado pela Equação 3:

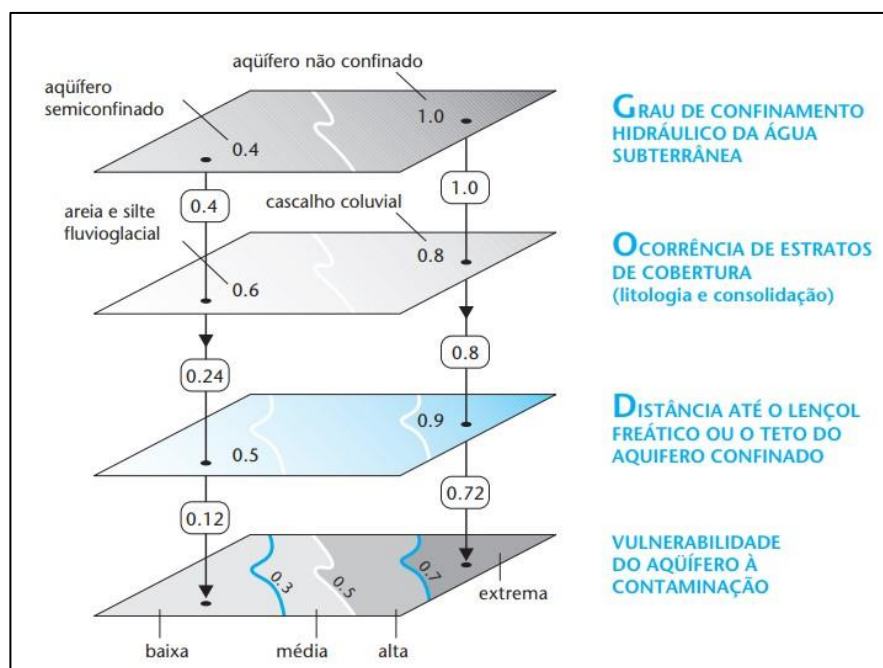
$$x_p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2} * x_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \quad (3)$$

em que: x_p = atributo interpolado; x_i = valor do atributo do i -ésimo ponto de amostragem; d_i = distância euclidiana entre o i -ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado, e n = número de amostras.

Para cada um dos 3 parâmetros que estruturam a metodologia GOD, foi construída uma superfície interpolada por meio do IDW, tendo a superfície geoestatística construída em ambiente SIG do ArcMAP 10.1 (com registro de Licença ao Centro de Geotecnologia Fundiária e Ambiental do Estado do Piauí).

O mapeamento final da vulnerabilidade é resultante da técnica de álgebra de mapas (Figura 14), por meio de SIG, onde o produto das superfícies geoestatísticas, constroem uma estrutura raster que cujo os valores de pixel, representam o índice de vulnerabilidade da qual pertence o aquífero.

Figura 14 - Modelo esquemático da técnica de álgebra de mapas aplicada ao método GOD



Fonte: Foster et al. (2006)

A **sétima etapa** consiste no cruzamento dos dados e informações referentes aos postos de combustíveis, com o mapeamento da vulnerabilidade, e assim sendo possível obter o mapa do perigo de contaminação, proveniente de postos de combustíveis na cidade de Teresina.

Para a obtenção do grau de perigo de contaminação para cada posto de combustível em análise, adotou-se como chave de interpretação, os pesos apresentados no Quadro 06.

Quadro 06 - Chave de interpretação para obtenção do perigo de contaminação por postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI

Classes de Vulnerabilidade	Perigo de Contaminação	Peso
Postos em áreas de vulnerabilidade Insignificante	Baixo	1
Postos em áreas de vulnerabilidade baixa	Moderado	2
Postos em áreas de vulnerabilidade média	Alto	3

Fonte: Autor (2023)

Esta chave de interpretação foi definida a partir da interpretação do esquema conceitual do perigo de contaminação da água subterrânea (Sistema POSH) com as classes de vulnerabilidade identificada para Teresina, após a aplicação do método GOD.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção do relatório acadêmico apresenta os resultados obtidos com o desenvolvimento da pesquisa. Estes forneceram subsídios para a confecção do principal produto do relatório, que é o **Atlas** intitulado de: “**O Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis em Teresina – Piauí**”.

Assim, os resultados da pesquisa bibliográfica, análise estatística e análise espacial por meio de Sistemas de Informação Geográfica, aparecem neste relatório em forma de apêndices conforme a descrição abaixo:

- Apêndice A, refere-se à estruturação de base de dados geoespaciais referentes aos poços de captação hídrica e aos postos de combustíveis. Neste banco de dados geográfico, além da representação espacial, são estruturadas informações referentes a dados hidrogeológicos e as informações cadastrais dos poços e postos de combustíveis utilizados nesta pesquisa.
- Apêndice B, refere-se à análise geoestatística da autocorrelação espacial dos índices de vulnerabilidade natural à contaminação para cada poço de captação hídrica, utilizados nesta pesquisa.
- Apêndice C, refere-se à elaboração de um artigo científico acerca da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - PI.
- Apêndice D, refere-se elaboração de um artigo científico acerca do perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI, provenientes de postos de revenda de combustíveis.

Como anexos a este relatório, têm-se 80 fichas técnicas, com as informações hidrogeológicas de cada poço utilizado na determinação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos e uma tabela com informações cadastrais referentes aos postos de combustíveis na cidade de Teresina, obtidos junto à ANP para o ano de 2021.

REFERÊNCIAS

ABREU, João Francisco. Tributo a waldo tobler: cientista, geógrafo, cartógrafo. **Geografia**, v. 43, n. 2, p. 335-337, 2018.

ACQUASOLO, **Soluções Técnicas em Água**. Disponível em: <<http://www.acquasolo.com.br/agua-subterranea/?op=2&s=Introdu%C3%A7%C3%A3o&id=4>> Acesso em 10. mai 2022.

AGUIAR, Robério Bôto de; GOMES, José Roberto de Carvalho. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Picos**. CPRM, 2004.

ALLER, L. et al. *DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution using hydrological settings. Prepared by the National water Well Association for the US EPA Office of Research and Development, Ada, 1987.*

AMORIM, Jackson Freitas et al. Avaliação do inverse distance weighting para estimar a precipitação na Mesorregião Agreste do Estado de Pernambuco, Brasil. **Sigmae**, v. 8, n. 2, p. 340-347, 2019.

ANA. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021. 332 p.

ANA, **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/>> Acesso em 10. mai 2022.

ANDRADE JÚNIOR, Aderson Soares et al. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. 2004.

ANP, **Anuário Estatístico Brasileiro do Gás Natural**. ANP, Rio de Janeiro. 2022 351p.

ARAGÃO, Larissa Pinho; DA SILVA, Edson Vicente. Geoecologia Das Paisagens: Uma Abordagem Da Evolução Teórico-Conceitual e Metodológica. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 15, n. 2, p. 91-100, 2022.

ARAÚJO, Alynay Rayara Antunes; Castro, Vera Lúcia Lopes. Diagnóstico Ambiental em postos Revendedores De Combustíveis No Município De Natal/RN. **Águas Subterrâneas**, 2018.

ALVES, Adjane Brito et al. **Verificação da eficiência e da eficácia do conjunto de métodos preventivos à contaminação em postos de combustíveis na cidade de São Paulo: uma contribuição à gestão de cidades**. 2019.

BARBOSA, Flávia Lorene Sampaio et al. As dimensões da escala Servqual na qualidade percebida por clientes de postos de combustível: um estudo em Teresina-PI. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCC-e)-ISSN 2177-4153**, v. 14, n. 3, p. 117-131, 2016.

BARÃO, João Carlos Figueiredo et al. **Avaliação da vulnerabilidade e risco de contaminação de aquíferos porosos por nitratos, utilizando ferramentas SIG e métodos estatísticos**. 2022. Tese de Doutorado.

BENJAMIN, Pedro. Análise SWOT da Gestão das Águas Subterrâneas no Piauí. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 15, n. 2018, 2018.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.

BRASIL. Lei Federal Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em:16 nov.2022.

_____. Decreto Nº 24643/34, de 10 de julho de 1934. **Código das Águas**. Disponível em:< Código de Águas - Decreto 24643/34 | Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, Presidência da Republica (jusbrasil.com.br)>. Acesso em:16 nov.2022.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm> . Acesso em 25. nov. 2022

_____. Decreto Lei Nº 7841/34, de 08 de agosto de 1945. **Código de Águas Minerais**. Disponível em:< DEL7841 (planalto.gov.br)>. Acesso em:16 nov.2022.

_____, CONAMA CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 273/2000**. Disponível em <
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=97050>> Acesso em: 11 nov. 2022

_____, CONAMA CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357/2005**. Disponível em <
https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf> Acesso em: 11 nov. 2022

_____, CONAMA CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 420/2009**. Disponível em <
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=111046>> Acesso em: 11 nov. 2022

_____, AGÊNCIA NACIONAL DE PÉTROLEO E GÁS. **Resolução ANP nº 41/2013**. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=261502>> Acesso em: 11 nov. 2022

_____, **Lei Nº 9.478/1997**, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional e dá outras providências. Disponível em:<
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm>. Acesso em:16 nov.2022

_____, **Lei Nº 7.802/1989**, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o

armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens. Disponível em:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>. Acesso em:17 fev.2023

_____, **Lei Nº 8.176**, de 8 de Fevereiro DE 1991. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis. Disponível em:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8176.htm>. Acesso em:17 fev.2023

CASTRO, Sanny; NASCIMENTO, Fernanda Souza do; FENZL, Nobert. Mapping Groundwater Contamination From Gas Stations Using Ground Penetrating Radar (GPR) In Amazonia, Brazil. **REVISTA GEONORTE**, v. 13, n. 42, 2022.

CAVALCANTI, Agostinho Paulo Brito. Análise integrada das unidades paisagísticas na planície deltaica do rio Parnaíba – Piauí /Maranhão. **Mercator**, Fortaleza, n. 3, p. 105-118, 2004.

COSTA, Maíra Sampaio; GOMES, Maria da Conceição Rabelo; DE MORAIS NASCIMENTO, Sérgio Augusto. **Vulnerabilidade de aquíferos à poluição: uma revisão metodológica**. Revista de Geociências do Nordeste, v. 8, n. 1, p. 60-76, 2022.

CUTTER, Susan L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 93, p. 59-69, 2011.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia: introdução**. Editora Hucitec, Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

DRUCK, Suzana et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: 2004. 209 p.

EPA, **Environmental Protection Agency** . Disponível em <<https://www.epa.gov/ust/operating-and-maintaining-underground-storage-tank-systems-practical-help-and-checklists>> Acesso em:16 nov.2022

FERREIRA, Marcos Cesar. **Iniciação à análise geoespacial**. SciELO-Editora UNESP, 2016.

FONSECA CARDOSO, Fabrício Bueno et al. POÇOS TUBULARES CONSTRUÍDOS NO BRASIL. **Águas Subterrâneas**, 2008.

FOSTER, Stephen; HIRATA, Ricardo. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes**. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

FOSTER, Stephen et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. The World Bank, 2006.

FONSECA CARDOSO, Fabrício Bueno et al. Poços Tubulares Construídos No Brasil. **Águas Subterrâneas**, 2008.

GARCIA, Antonio Jorge Vasconcellos et al. **Vulnerabilidade Natural à Contaminação de Aquíferos da Subbacia do rio Siriri**, Sergipe. São Paulo: *Águas Subterrâneas*. v.25, n.1, p.91-102, 2011.

GOMES, Manuela Gasparetto et al. A vulnerabilidade natural de aquíferos fraturados: avaliando os modelos DRASTIC e GOD, Originais e Adaptados. **Geosciences = Geociências**, v. 40, n. 03, p. 735-749, 2021.

GOMES, Rebeca Araujo et al. Análise das diretrizes e legislação para avaliação de impacto ambiental de postos de combustível em ambiente urbano. 2022.

GONÇALVES, Lucas Rubbo. **Vulnerabilidade natural e avaliação de risco de contaminação dos sistemas de aquíferos nas áreas degradadas pela extração de carvão na bacia hidrográfica do Rio Mãe Luzia**. 2012.

IAGUA, **Instituto da Água**. <<https://www.iagua.es/blogs/luis-martin-martinez/qanats-venas-desierto>> Acesso em 20.Jul.2022

IBGE. **Cidades do Piauí**. 2022. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 2. mar. 2022

LAHR, Joost; KOOISTRA, Lammert. *Environmental risk mapping of pollutants: state of the art and communication aspects*. **Science of the total environment**, v. 408, n. 18, p. 3899-3907, 2010.

LINO, Eric Delgado dos Santos Mafrá; KREPSKY, Natascha. Licenciamento ambiental para postos revendedores de combustíveis no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 208-216, 2016.

LONGLEY, Paul. A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Tradução de André Schneirder et al. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LOPES, Elaine; DE SOUZA, Viviane Fernandes. Análise Ambiental Das Remoções de Tanques Em Postos De Combustíveis: Estudo De Caso Dos Municípios De Abrangência Do IAT/ERLON Londrina-PR. **Revista De Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2021.

LUSTOSA, R. V. ; ROCHA, I. L. ; Sousa, Mauro Cesar de Brito ; BRANDAO, M. L. S. M. ; SOUSA, I. R. M. ; IWATA, B. F. . Qualidade Ambiental Das Águas Subterrâneas Para Abastecimento No Extremo Sul: Cerrado Piauiense. In: Bruna de Freitas Iwata;Israel Lobato Rocha. (Org.). **Cerrado: capital natural e serviços ambientais**. 1ed.Jundiaí: Paco, 2021, v. 1, p. 1-.

MADROÑERO, Felix David Rivera. **Potencial risco à poluição antropogênica no sistema aquífero Dunas/Barreiras da região metropolitana de Natal**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MAEDA, Audrey Hanae. **Mapeamento de áreas vulneráveis a impactos ambientais causados por postos de combustíveis na cidade de Londrina-PR**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARQUES, JORGE HAROLDO DE SOUZA. **Estudo da vulnerabilidade dos aquíferos do município de Salvador-BA-Brasil com vistas à prevenção de poluição e avaliação do potencial hídrico não potável**. 2012.

MELO, Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto; GOMES, Maria da Conceição Rabelo; LEAL, Luiz Rogério Bastos. Cartografia da Vulnerabilidade à contaminação de aquíferos: revisão conceitual. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 26, p. e11-e11, 2022.

MENEZES, Paulo Márcio Leal de; COUTO Fernandes de, Manoel. **Roteiro de cartografia**. Oficina de textos, 2016.

NASCIMENTO, Francisca Dayane Ferreira et al. Determinação do teor de etanol na gasolina comercializada em postos de combustíveis do município de Picos-PI. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 5669-5678, 2021.

OLIVEIRA GONÇALVES, Elton et al. Vulnerabilidade social, ambiental, socioambiental e meio ambiente: Conceitos e concepções. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 2022.

OLIVEIRA, Leonardo Inácio; OLIVEIRA LOUREIRO, Celso. Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação preliminar. **Águas Subterrâneas**, 1998.

PEREIRA, Daiane Fernandes; DA FONSECA, Letícia Rodrigues; JUNQUEIRA, Bárbara Martinez. A ÁGUA MINERAL COMO RECURSO HÍDRICO. **Revista Augustus**, v. 29, n. 56, p. 155-173, 2022.

PIAUÍ. **Lei Estadual Nº 5.740**, de 8 de Fevereiro de 2008. Dispõe sobre a proibição da venda de bebidas alcoólicas nos postos de combustíveis instalados nas rodovias estaduais. Disponível em: <<http://legislacao.pi.gov.br/legislacao/default/detalhe/13447>>. Acesso em: 21 Out .2022

_____, **Lei Estadual Nº 6.503**, de 18 de Março de 2014. Dispõe sobre a obrigatoriedade de afixação de cartazes, nos postos revendedores de combustíveis, com informação sobre o percentual da diferença entre os preços da gasolina e do etanol. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=268185>>. Acesso em: 21 Out .2022

_____, **Lei Estadual Nº 6.636**, de 21 de Janeiro de 2015. Dispõe sobre a proibição de postos de gasolina continuarem o abastecimento de combustíveis em veículos após o acionamento da trava de segurança da bomba de abastecimento. Disponível em M<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280609> >. Acesso em: 21 Out .2022

_____, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Instrução Normativa Nº 07/2021**. SEMAR-PI, 2021.

_____, **Lei municipal Nº 2.622**, de 30 de Dezembro de 1997 que aborda as normas para a instalação e funcionamento de postos de combustíveis na cidade. Disponível em: <https://portal.trf1.jus.br/data/files/8F/B5/0E/20/4182B310CC5EE1B3842809C2/leis_basicas%20Teresina.pdf>. Acesso em: 22 Out .2022

_____, **Lei municipal Nº 4.596**, de 22 de agosto de 2014 que dispõe a construção e funcionamento de postos revendedores de gás liquefeitos de petróleo – GLP, no âmbito do município e dá outras providências. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=274034>>. Acesso em: 22 Out .2022

_____, **Lei municipal Nº 5.693**, de 22 de agosto de 2014 que dispõe a construção e funcionamento de postos revendedores de gás liquefeitos de petróleo – GLP, no âmbito do município e dá outras providências. em < disciplinar a publicidade de preços dos postos de combustíveis do município de Teresina >. Acesso em: 22 Out .2022

YAMAMOTO, Jorge Kazuo; LANDIM, Paulo. M. Barbosa. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Texto, 2013. 215 p.

YAMAMOTO, Jorge Kazuo. **Estatística, análise e interpolação de dados geoespaciais**. 2020.

REBOUÇAS, Aldo da C. et al. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. In: **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2002. p. 703-703.

REIS, Marcelo Cardoso dos; GONÇALVES, Wellington; DE FREITAS, Rodrigo Randow. Panorama evolutivo da produtividade de biocombustíveis no Brasil nos últimos 10 anos. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 8, n. 3, p. 34-46, 2022.

SAATSAZ, Masoud; REZAIE, Aboulfazl. *Water Resources Management, Technology, and Culture in Ancient Iran*. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, p. 1-40, 2021.

SANTOS, Rodrigo A.; MANOEL, J. M.; NASCIMENTO, Sérgio A. Avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos cársticos: subsídios para uma gestão dos recursos hídricos subterrâneos (Texto Didático). **Cadernos de Geociências**, v. 7, n. 1, 2010.

SEMAR, Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório de outorgas de uso de água subterrânea no Piauí entre os anos de 2016 e 2017**. Disponível em: <http://www.semar.pi.gov.br/download/201801/SM23_c0cf4d0346.pdf> Acesso em 2.Jul. 2022.

SIAGAS, **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>> Acesso em 13.Jun.2022.

SILVA, Erick Oliveira; SILVA, GR da; VIEIRA, Nadja Rodrigues Carneiro. Expansão urbana na cidade de Teresina e suas transformações socioespaciais. **Encontro**

Nacional da Rede Observatório das Metrópoles, Natal. Anais eletrônicos. Natal: UFRN, p. 29-31, 2017.

SILVA, José Luiz Silverio, et al. Índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas do município de rosário do sul no rio grande do sul. Rio Grande do Sul: **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v(7), nº 7, p. 1400-1408, (Mar-Ago, 2012).

SILVA, Flamys Lena do N. et al. Determinação de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos em gasolina comercializada nos postos do estado do Piauí. **Química Nova**, v. 32, p. 56-60, 2009.

SILVA, Francielly Lopes da Silva; GOMES, Érico Rodrigues. QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS DO POVOADO ALEGRIA, TERESINA-PI. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 2, n. 2, 2021.

SOUSA MORAIS, Reurysson Chagas; DE ARAÚJO, Inessa Racine Gomes. Análise espacial da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em águas subterrâneas da região norte do Piauí. **Revista Equador**, v. 4, n. 4, p. 67-80, 2015.

SOUSA, E. P. et al. Uso do geoprocessamento aplicado a análise ambiental de um empreendimento de um posto de combustível no município de Paranaguá-PI. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2016. p. 1-4.

SOUSA, Mauro César de Brito. MONTEIRO, C. A. B.. **Avaliação do perigo de contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina, Piauí**. In: Congresso Internacional Sustentabilidade Urbana, 2018, Vila Velha/ES. Congresso Internacional SUSTENTABILIDADE URBANA. Vila Velha: Editores, 2021. v. 1. p. 477-486.

SOUSA, Mauro César de Brito et al. Estudo da contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina/PI, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 6, n. 1, p. 41-57, 2015.

VASCONCELOS, Mickaelon B. et al. **Histórico das perfurações de poços tubulares no estado do Piauí**. 2017.

VIEIRA, José Manuel Pereira. **Água e saúde pública**. Edições Sílabo, 2018.

VILLAR, Pilar Carolina; HIRATA, Ricardo. Governança das Águas Subterrâneas e a Construção de Indicadores Jurídicos para os Estados Brasileiros. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.

VOUDOURIS, Konstantinos S. et al. Hydrogeological characteristics of Hellenic aqueducts-like Qanats. **Water**, v. 5, n. 3, p. 1326-1345, 2013.

APÊNDICE A

Estruturação de base de dados geoespaciais referentes aos poços de captação hídrica e aos postos de combustíveis.

Marco Aurélio da Silva Lira Filho¹
catce.202111pape0020@aluno.ifpi.edu.br ; ORCID: 0000-0001-5774-6469
Mauro César de Brito Sousa²
mauro.sousa@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-0650-6577

Este material representa o descritivo da estruturação da base geoespacial utilizada para subsidiar as discussões do relatório técnico acadêmico **“Análise da Vulnerabilidade Natural e do Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis, na cidade de Teresina – PIAUÍ/BRASIL”** e para a elaboração do Atlas **“O Perigo de Contaminação de Aquíferos, por postos de combustíveis em Teresina - Piauí”**. Ambas as publicações do Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF - IFPI.

A partir da coleta e organização tabular dos dados e informações referentes aos poços de captação hídrica e dos postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI. Por meio de SIG, foi possível construir uma base de dados geoespaciais contendo arquivos vetoriais em formato *shapefile* com geometria do tipo ponto, do tipo polígono, além de dados geoespaciais em estrutura matricial em formato *geotif*. Sendo toda a base referenciada ao sistema geodésico SIRGAS 2000.

Nesta base de dados, os poços de captação hídrica possuem a representação espacial com geometria do tipo ponto e a tabela de atributos é estruturada em 17 campos preenchidos por informações numéricas e alfanuméricas, conforme apresentado no Quadro 01.

Quadro 01 - Campos e Informações da tabela de atributo do arquivo vetorial representando os postos de captação hídrica.

ATRIBUTOS	NOME DO CAMPO
Código de Identificação do Poço	ID_POCO
Localização do Poço	LOC_POCO
Nível Estático	NE
Nível Dinâmico	ND
Vazão Estática	VE
Profundidade	PROF
Tipo de Aquífero	TAQ
Captação	CAP
Condição	COND
Penetração	PEN
Tipo de Formação	TFOR
Data de Perfuração	DATA_PE
Parâmetro (G)	G
Parâmetro (O)	O
Parâmetro (D)	D
Grau de Vulnerabilidade	GOD
Classe de Vulnerabilidade	CL_VUL

Fonte: Autor (2023)

Referente aos postos de combustíveis, estes também são representados espacialmente por arquivos vetoriais de geometria do tipo ponto, sendo a sua tabela de atributos estruturada em 10 campos preenchidos por informações numéricas e alfanuméricas, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Campos e Informações da tabela de atributo do arquivo vetorial representando os postos de combustíveis.

ATRIBUTOS	NOME DO CAMPO
Código de Identificação do Posto	ID_POSTO
Número da Autorização	NUM_AUTO
Data da Autorização	DATA_AUTO
Localização do Poço	LOC_POSTO
Bairro	BAIRRO
CEP	CEP
Razão Social	R_SOC
Bandeira	BAND
CNPJ	CNPJ
Perigo de Contaminação	PE_CONT

Fonte: Autor (2023)

Além de dados vetoriais do tipo ponto, a base de dados contém arquivos geoespaciais com geometria do tipo polígono representando a delimitação dos limites administrativos dos bairros e do perímetro urbano da cidade de Teresina - PI, as formações geológicas e a distribuição espacial das classes de vulnerabilidade para todo perímetro urbano. Os quadros 03 e 04 apresentam os campos da tabela de atributos dos arquivos vetoriais do tipo polígonos apresentados anteriormente.

Quadro 03 - Campos e Informações da tabela de atributo do arquivo vetorial representando os limites dos bairros de Teresina - PI.

ATRIBUTO	NOME DO CAMPO
Código de Identificação do Bairro	ID_BAIRRO
Nome do Bairro	NOM_BAIRRO
Nome da Zona	NOM_ZONA

Fonte: Autor (2023)

Quadro 04 - Campos e Informações da tabela de atributo do arquivo vetorial representando as formações geológicas de Teresina - PI.

Atributos	Nome do Campo
Código de Identificação do Form.Geológica	ID_GEO
Nome da Geologia	NOM_GEO

Fonte: Autor (2023)

Em relação aos dados geoespaciais em estrutura matricial, estes representam os níveis de adensamento tanto para os poços, quanto para os postos de combustíveis, além da distribuição espacial dos parâmetros hidrogeológicos que determinam a vulnerabilidade natural à contaminação e o perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis.

Por ser formada por dados em estruturas vetoriais e matriciais. Toda a base de dados geoespacial gerada com o desenvolvimento da pesquisa, foi implementada em um *geodatabase* (**mdb*) que é uma estrutura de banco de dados de formato proprietário que possibilita armazenar em uma única estrutura, diferentes geometrias, o sistema de referência espacial, as tabelas de atributo e as regras topológicas e outros tipos de dados e informações geoespaciais.

Além de armazenar um conjunto grande de dados geoespaciais, o geodatabase é possível ser manuseado e implementado em outros sistemas de gerenciadores de banco de dados - SGDB e em softwares de SIG de distribuição gratuita como o QGIS, ampliando as possibilidades de uso dos dados da pesquisa por terceiros.

O banco de dados geográfico pode ser obtido por meio de link de download no Atlas Digital **“O Perigo de Contaminação de Aquíferos, por postos de combustíveis em Teresina – Piauí”**.

¹ Discente no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

² Professor Orientador no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

APÊNDICE B

Análise estatística da Autocorrelação Espacial entre os poços de captação hídrica na cidade de Teresina - PI, para fins de determinação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos.

Marco Aurélio da Silva Lira Filho¹
catce.202111pape0020@aluno.ifpi.edu.br ; ORCID: 0000-0001-5774-6469

Mauro César de Brito Sousa²
mauro.sousa@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-0650-6577

1. INTRODUÇÃO

Esta análise estatística é parte integrante do relatório técnico **Análise da Vulnerabilidade Natural e do Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis, na cidade de Teresina – PIAUÍ/BRASIL**, desenvolvido no âmbito do Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado do Piauí - IFPI.

A análise estatística teve como objetivo realizar um estudo da autocorrelação espacial entre os poços de captação hídrica, para dar subsídio na identificação do método geoestatístico mais assertivo para a determinação e representação do grau de vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos para a cidade de Teresina.

Nesta análise estatística, fez-se uso de variáveis quantitativas hidrogeológicas, referentes aos poços, para verificar parâmetros ligados à dependência espacial, correlação espacial, sendo que as análises estatísticas foram realizadas com o *software* Geoda, de disponibilidade gratuita e com enfoque em análises estatísticas em dados com representação espacial.

Já na representação do adensamento dos poços, foi utilizado técnicas de análise espacial implementadas em ambiente do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10.1 (Licenciado ao Centro de Geotecnologias Fundiária e Ambiental do Estado do Piauí - CGEO).

2. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POÇOS NA CIDADE DE TERESINA.

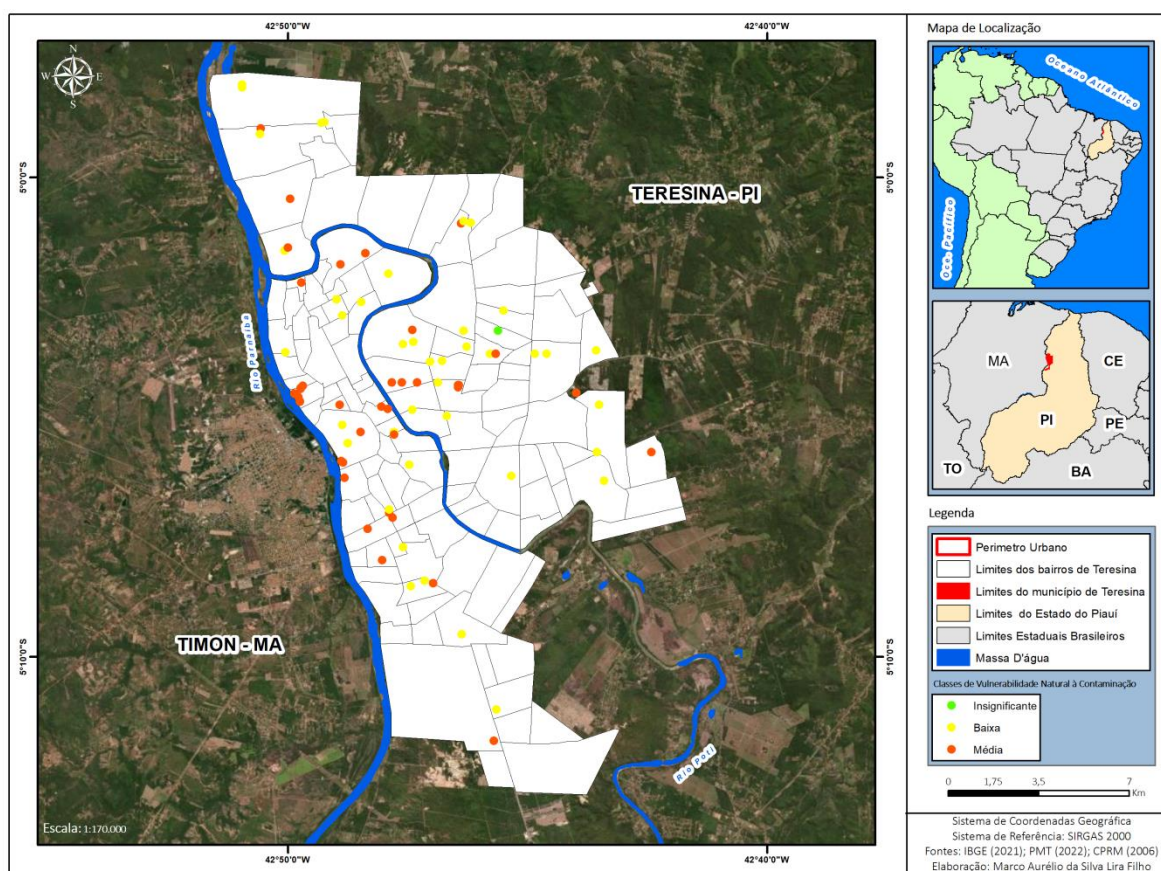
A partir da verificação e catalogação dos perfis geológicos de poços, cadastrados no SIAGAS, que em seu relatório continham as informações necessárias para a aplicação do método GOD, obteve-se 80 cadastros de poços de captação hídrica (Figura 01), que compõe o universo amostral no qual foram realizadas as análises estatísticas.

Com a indexação dos pesos, conforme interpretação do perfil geológico e aplicando o método GOD, obteve-se os seguintes quantitativos:

- 01 poço com grau de vulnerabilidade insignificante;
- 41 poços com grau de vulnerabilidade baixa;
- 38 poços com grau de vulnerabilidade média.

Não foram identificados poços com valores de vulnerabilidade para as classes Alta e Extrema.

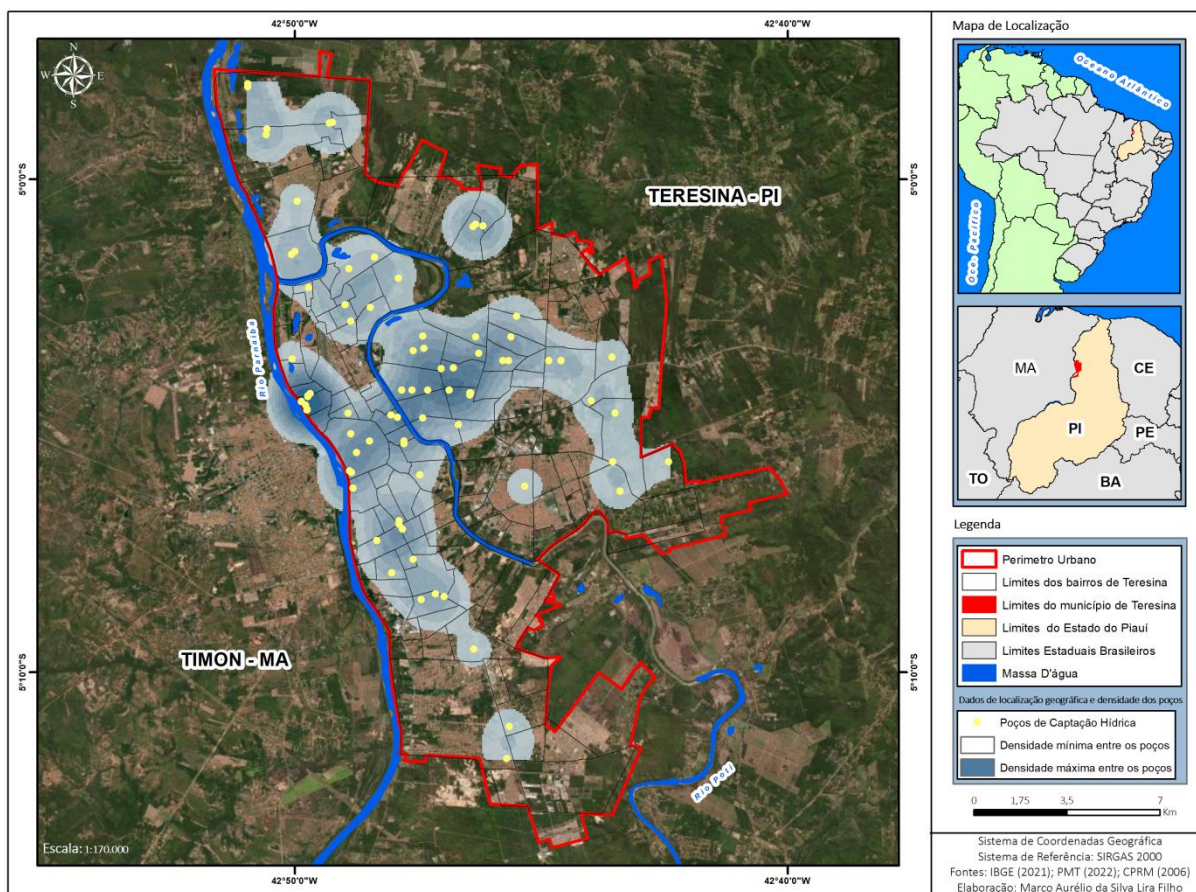
Figura 01 - Mapa da distribuição espacial dos poços por classes de vulnerabilidade



Fonte: Autor (2023)

No tocante à distribuição espacial dos poços analisados, estes estão presentes em todas as regiões da cidade de Teresina, porém, conforme mapa de densidade (Figura 02), um maior adensamento é observado na região central e na região leste, e a medida que se distancia para a periferia da cidade, o adensamento é menor.

Figura 02 - Mapa de adensamento dos poços sobre a cidade de Teresina - PI



Fonte: Autor (2023)

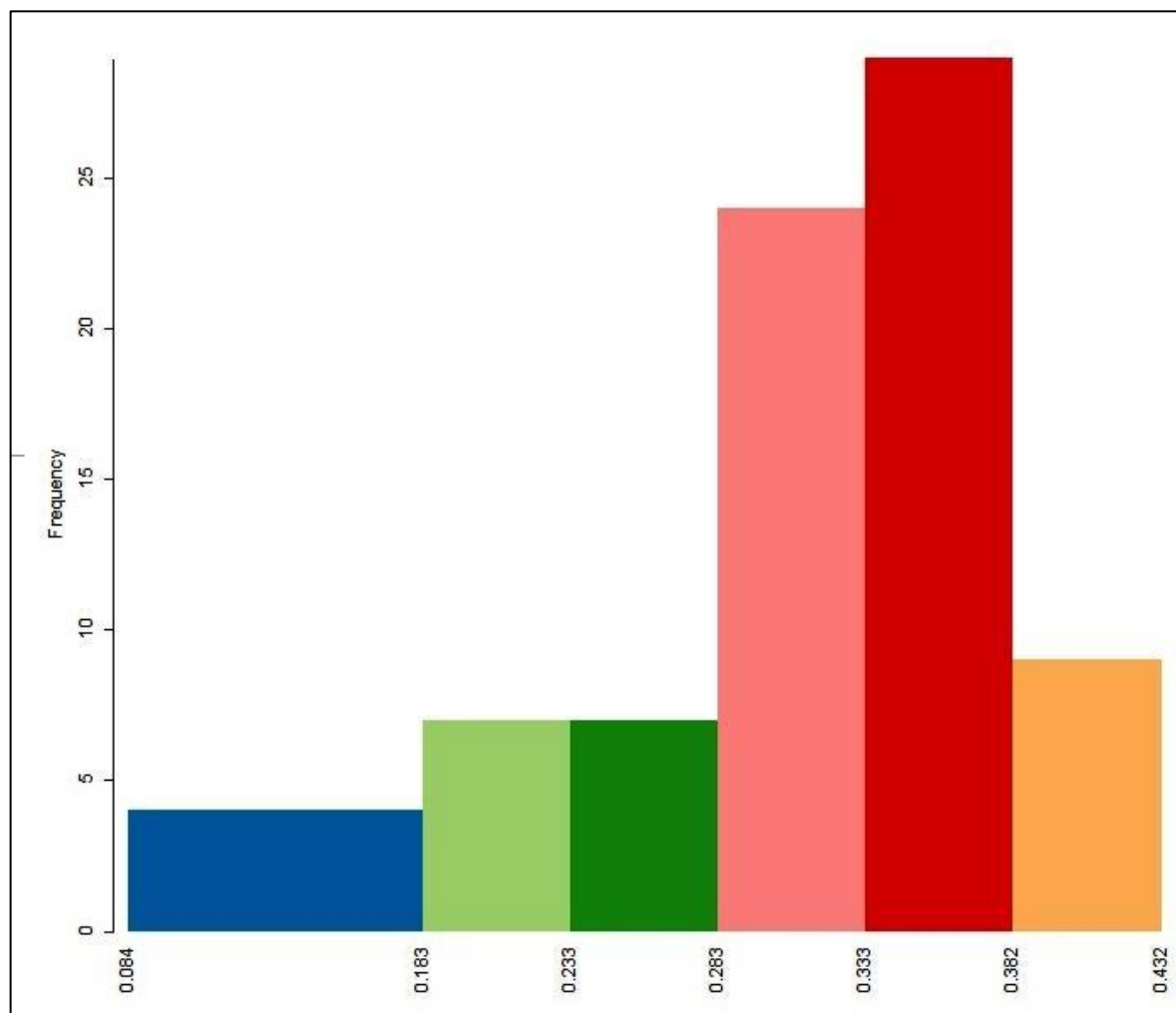
3. ANÁLISE ESTATÍSTICA COM O GEODA

Antes de se realizar a interpolação dos dados de vulnerabilidade foi preciso analisar parâmetros estatísticos, para se ter uma análise prévia do comportamento da frequência e distribuição dos valores da variável em análise, e assim poder inferir o melhor modelo de representação espacial.

A distribuição dos valores de vulnerabilidade ao longo de um histograma (Figura 03), utilizando o *software* Geoda, revelou uma assimetria negativa, com uma

distribuição indo do valor mínimo de 0,084 (vulnerabilidade desprezível) ao valor máximo de 0,432 (vulnerabilidade média).

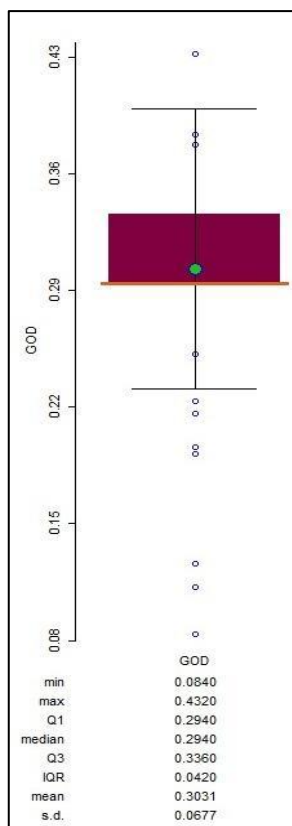
Figura 03 - Distribuição da frequência dos valores de vulnerabilidade



Fonte: Autor (2022)

Conforme apresentado no gráfico *BoxPlot* (Figura 04) a mediana tem o valor de 0,2940 e o espaço amostral de 50% das observações estão agrupados próximos a áreas com tendência a apresentarem classes de vulnerabilidade média, tendo um baixo desvio padrão de 0,067, corroborando com a assimetria negativa demonstrada no histograma. Neste, a maior frequência dos dados obtidos estão em áreas que correspondem às classes com tendência de vulnerabilidade média.

Figura 04 - Gráfico BoxPlot da distribuição da vulnerabilidade

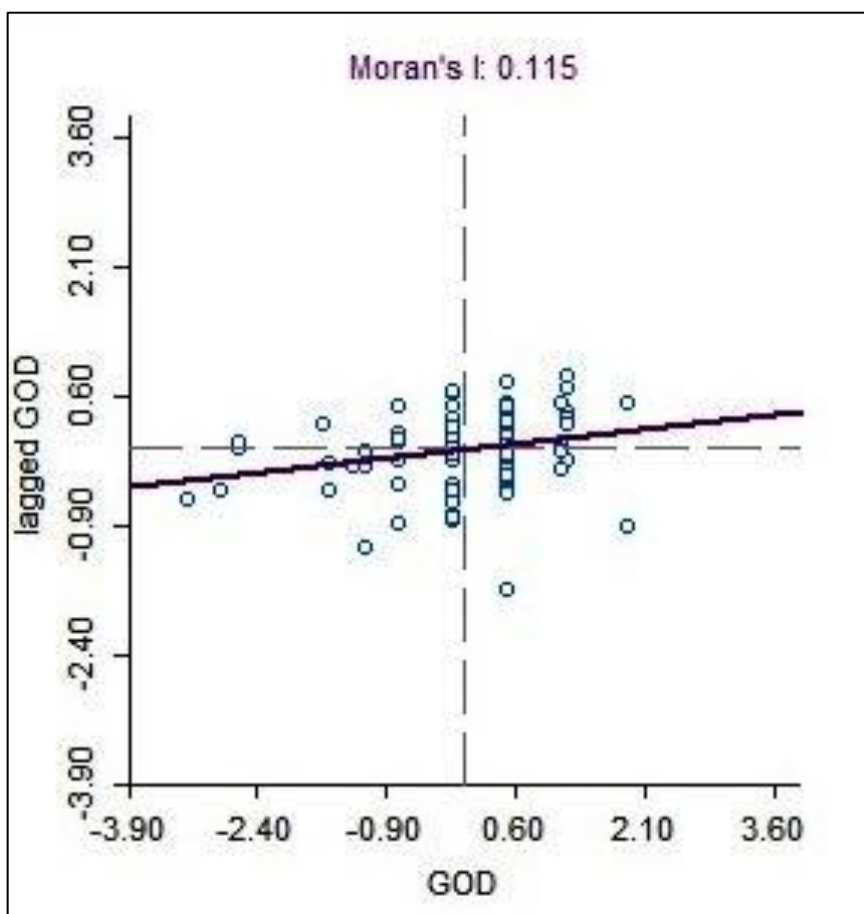


Fonte: Autor (2023)

Vale ressaltar a presença considerável de observações de *outliers*, que destoam dos valores presentes no intervalo interquartil. Isto sugere a presença de poços onde a vulnerabilidade não possui uma dependência espacial, logo uma baixa autocorrelação com os demais poços.

4. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CORRELAÇÃO ESPACIAL

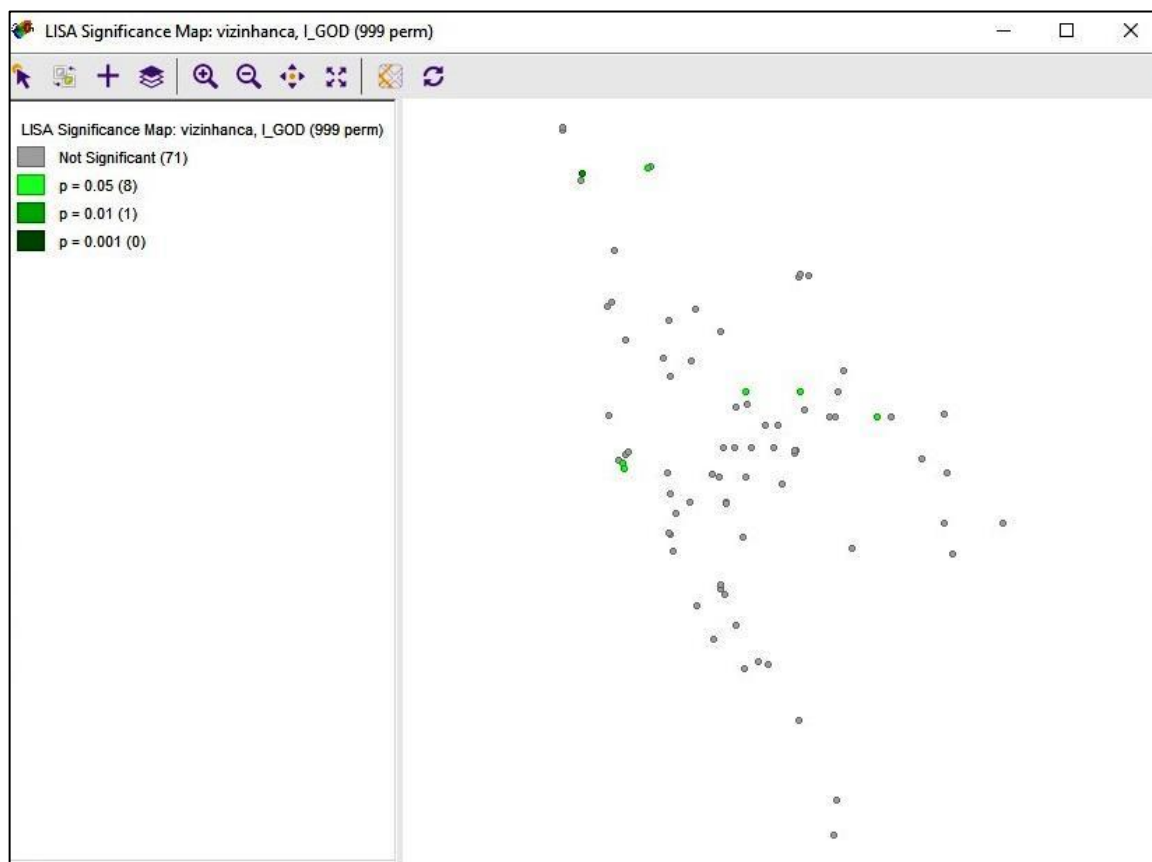
A aplicação do índice Global de Moran (Figura 05) para a determinação da autocorrelação espacial por meio do software Geoda, resultou em uma estimativa global de associação espacial com um valor de 0,115. Este valor tendendo a zero, conforme YAMAMOTO (2020) representa uma tendência de os valores de vulnerabilidade apresentarem uma característica aleatória, portanto, sem demonstrar dependência espacial entre os demais poços analisados.

Figura 05 - Diagrama de espalhamento do índice de Moran

Fonte: Autor (2023)

Essa aleatoriedade dos valores é corroborada na elaboração da análise da estimativa local de associação espacial (Figura 06), onde em 71 poços, o software GEODA não conseguiu estimar a correlação espacial, indicando portanto, que mais de 90% dos poços em análise, não possuem dependência espacial e os valores estimados de vulnerabilidade à contaminação, possuem caráter aleatório.

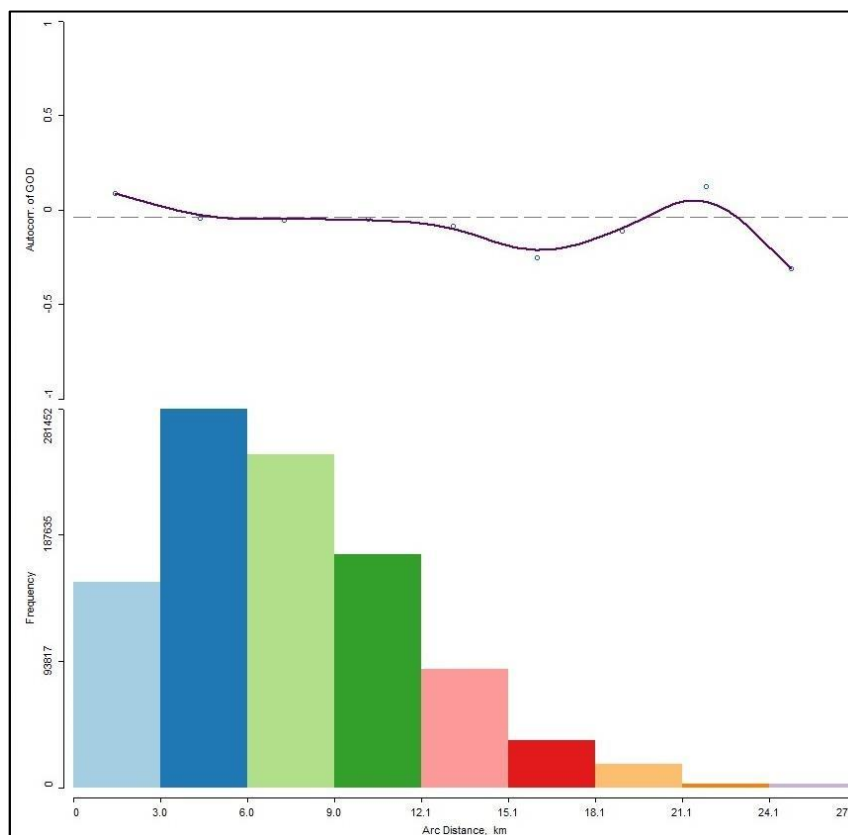
Figura 06 - Print da tela do software GEODA com a representação da estimativa local de associação espacial



Fonte: Autor (2023)

Para os poços em análise, os valores que possuem maior frequência de observação, apresentam uma tendência de aleatoriedade da vulnerabilidade frente à variação da distância (Figura 07). A aleatoriedade dos valores de vulnerabilidade só é quebrada nos poços que apresentam baixa frequência de observação, sendo estes os poços com valores de vulnerabilidade discrepantes em relação ao conjunto dos dados.

Figura 07 - Gráfico de correlograma em função da autocorrelação espacial e dos valores de vulnerabilidades.



Fonte: Autor (2023)

Em casos em que os dados não apresentem dependência espacial, portanto aleatórios, o modelo matemático mais adequado de representação cartográfica da distribuição espacial de um fenômeno sobre um espaço geográfico, são os modelos determinísticos.

Nestes modelos, segundo Yamamoto (2020) cada ponto da superfície é estimado com base apenas na interpolação de valores das amostras mais próximas. Nesta perspectiva são considerados efeitos puramente locais, não sendo mensurados a variabilidade espacial e a dependência de todo o conjunto de dados.

Este método pressupõe que os pontos amostrais mais próximos, devem ter um maior peso do que os valores mais distantes. Portanto, cada ponto possui uma influência sobre a coordenada a ser interpolada dentro de um recorte espacial, e estes valores diminuem na medida em que a distância aumenta (AMORIM, et al. 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos valores de vulnerabilidade dos poços em análise apresentarem comportamento aleatório, o modelo determinísticos adotado para o mapeamento da vulnerabilidade, foi o Inverso do Quadrado da Distância (IDW). Este modelo de inferência geoestatística é um dos mais adotados e é implementado em muitos SIGs.

Assim, por meio do IDW, construiu-se para cada parâmetro que estrutura a metodologia GOD, uma superfície interpolada, onde foi possível determinar e mapear o grau de vulnerabilidade natural à contaminação e por consequência, o grau de perigo de contaminação provenientes de postos de combustíveis na cidade de Teresina.

Referências

AMORIM, Jackson Freitas et al. Avaliação do inverse distance weighting para estimar a precipitação na Mesorregião Agreste do Estado de Pernambuco, Brasil. **Sigmae**, v. 8, n. 2, p. 340-347, 2019.

YAMAMOTO, Jorge Kazuo. **Estatística, análise e interpolação de dados geoespaciais**. 2020.

¹ Discente no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

² Professor Orientador no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

APÊNDICE C

VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS NA CIDADE DE TERESINA – PIAUÍ

Marco Aurélio da Silva Lira Filho¹

catce.202111pape0020@aluno.ifpi.edu.br ; ORCID: 0000-0001-5774-6469

Mauro César de Brito Sousa²

mauro.sousa@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-0650-6577

RESUMO:

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - PI, a partir da aplicação do método GOD. Para o alcance do objetivo, foi elaborado um banco de dados geográfico contendo informações de caráter hidrogeológico referentes a um quantitativo de 80 poços, que em seus perfis litológicos, continham informações relativas ao grau de confinamento dos aquíferos, da ocorrência de estratos geológicos e bem como das suas características litológicas e da distância do nível da água subterrânea até a superfície. Como principais resultados têm-se: a elaboração do mapa da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos, construído por meio de técnicas de análise espacial, com subsídio de Sistema de Informação Geográfica - SIG. Este mapeamento evidenciou que a maior parte do território da cidade de Teresina está inserida na classe de baixa vulnerabilidade, mas é na região central que se encontram as áreas mais propensas à ocorrências de contaminação do aquífero, pois enquadram-se na classe de média vulnerabilidade. Assim, esta pesquisa traz subsídios para um melhor ordenamento territorial e uma gestão ambiental mais assertiva, que evite potenciais riscos de contaminação do aquífero.

Palavras-chave: Aquíferos, Vulnerabilidade, GOD.

ABSTRACT:

This research aims to develop a mapping of natural vulnerability to aquifer contamination in the city of Teresina - PI, through the application of the GOD method. In order to achieve the objective, a geographic database was developed containing hydrogeological information for a quantity of 80 wells, which included information on the degree of confinement of the aquifers, the occurrence of geological strata, as well as their lithological characteristics and the distance of the groundwater level to the surface. The main results include the creation of a map of natural vulnerability to aquifer contamination, constructed through spatial analysis techniques with the support of a Geographic Information System - GIS. This mapping showed that most of the territory of the city of Teresina is classified as low vulnerability, but the central region is where the areas most prone to aquifer contamination are located, as they fall into the category of medium vulnerability. Therefore, this research provides support for better territorial planning and more effective environmental management, which avoids potential risks of aquifer contamination.

Keywords: Aquifers, Vulnerability, GOD

1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a manutenção da vida, para a realização das atividades cotidianas, para gerar energia, produzir alimentos e produtos de consumo, entre outras inúmeras atividades. Em suma, é um dos pilares da civilização humana.

Segundo Pereira et al. (2022), a água cobre cerca de 70% da superfície terrestre, sendo que aproximadamente 97% correspondem aos mares e oceanos, portanto água salgada, e aproximadamente 3% é água doce, que é constituída majoritariamente por rios, lagos, lagoas, geleiras e água subterrânea. E de toda a água doce líquida do planeta, cerca de 96% é subterrânea e somente 4% é superficial.

O uso exclusivo dos mananciais de águas subterrâneas garantem o abastecimento de grandes contingentes populacionais humanos que habitam em países como Arábia Saudita, Dinamarca e Malta. Em países como Áustria, Alemanha, Bélgica, França, Hungria, Itália, Holanda, Marrocos, Rússia e Suíça, cerca de 70% da demanda por água é proveniente de águas subterrâneas (GOMES, 2021; PEREIRA, 2022).

Para a realidade brasileira, o uso dos mananciais superficiais para abastecimento ainda é preponderante, e os recursos hídricos subterrâneos são utilizados exclusiva ou majoritariamente, por aproximadamente 15% das sedes dos municípios brasileiros (ANA, 2021).

Segundo ANA (2021), dentre os estados brasileiros que mais fazem uso dos recursos hídricos subterrâneos, para o abastecimento populacional nas sedes urbanas, destacam-se: o Mato Grosso do Sul (80%), Piauí (78%) Maranhão (74%), Pará (74%) e Amazonas (71%). Já no rol dos estados que menos fazem uso dos recursos hídricos subterrâneos para atendimento à população urbana, têm-se: Espírito Santo, Rio de Janeiro, Pernambuco e Paraíba.

O potencial hídrico subterrâneo é bastante explorado no Estado do Piauí, onde 174 das sedes municipais são abastecidas exclusivamente por recursos hídricos subterrâneos, 13 fazem uso misto para o abastecimento (categoria pertencente a Teresina) e 36 sedes, fazem uso apenas de recursos hídricos superficiais (ANA, 2021).

Com a necessidade cada vez maior de água para atender à crescente demanda da sociedade, os aquíferos são e serão cada vez mais explorados. A percepção do aumento do consumo de água subterrânea, leva à necessidade de entender e identificar a vulnerabilidade que os aquíferos têm de sofrer a ocorrência de impactos ambientais.

Os aquíferos em função de suas características hidrogeológicas, podem apresentar diferentes graus de vulnerabilidade para a ocorrência de contaminação. No tocante a vulnerabilidade natural de um aquífero, esta pode ser definida, segundo Ribeiro (2004) citado por Garcia, et al. (2011), como uma série de atributos que dizem respeito às características pedológicas, aos parâmetros hidráulicos do aquífero e a recarga, que controlam a habilidade do mesmo de resistir a determinados contaminantes e bem como a sua capacidade de auto restauração.

Em um contexto de exploração excessiva dos recursos hídricos subterrâneos, ocupação irregular da terra, práticas inadequadas de destinação de resíduos e rejeitos, juntamente com a ineficiência da gestão pública. Estudar a Vulnerabilidade Natural à Contaminação de Aquíferos é de grande relevância, pois dá subsídios a uma gestão ambiental e territorial mais eficiente.

Assim, este artigo tem como objetivo desenvolver um mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos, na cidade de Teresina - PI, a partir da aplicação do método GOD e com subsídio de técnicas de análise espacial apoiadas em Sistemas de Informação Geográfica - SIG.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Determinação da Vulnerabilidade Natural à Contaminação

Água subterrânea é definida como todo recurso hídrico que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo poros ou vazios de rochas sedimentares e também existindo entre fraturas e falhas de rochas compactas. Esse sistema hídrico subterrâneo é também denominado de aquífero, sendo definido como uma Formação Geológica que contém água e permite que quantidades significativas dessa água se movimentem no seu interior em condições naturais. Tais formações geológicas desempenham um papel primordial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos (ABAS, 2022).

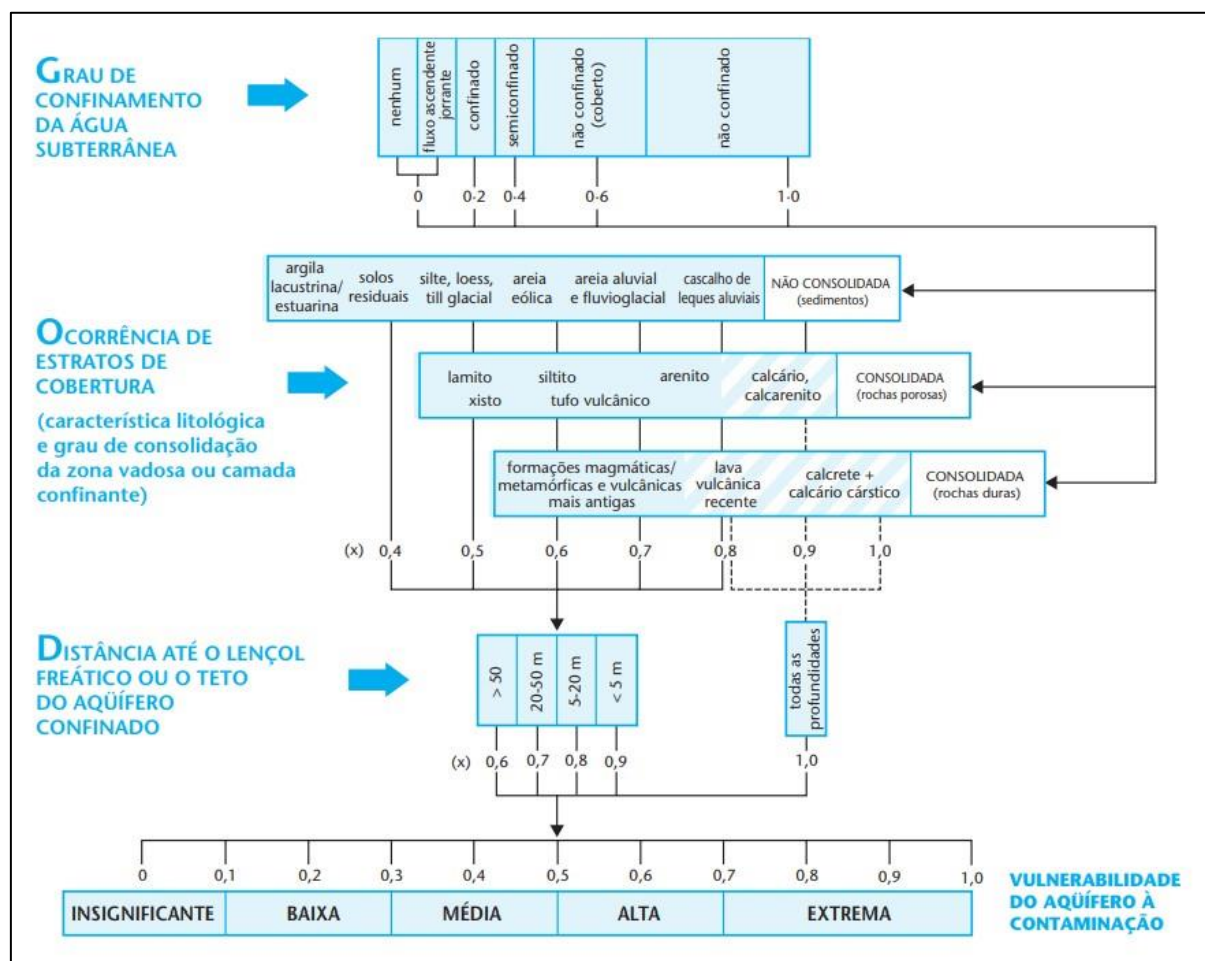
Os aquíferos, em função de suas características hidrogeológicas, podem apresentar diferentes graus de vulnerabilidade à contaminação, e uma vez contaminado é muito dispendiosa a correção dos efeitos e danos causados por um eventual agente contaminante.

Neste sentido, é preciso considerar os recursos hídricos subterrâneos, como um elemento de extrema importância em estudos de planejamento de ordenação territorial, pois a identificação das áreas de vulnerabilidade à contaminação é útil para o estabelecimento de ações prioritárias na gestão territorial e ambiental.

Diversos métodos são utilizados na determinação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos. Entre esses, os mais implementados são: DRASTIC, GOD, SINTACS. O método GOD corresponde a uma das técnicas de determinação de vulnerabilidade mais utilizadas na América Latina, devido a sua simplicidade de conceitos e implementação, uma vez que utiliza dados básicos de estudos hidrogeológicos (SILVA et al. 2012; MELO et al. 2022).

Desenvolvido por Foster e Hirata (1993) o método GOD (Figura 1) leva em consideração os seguintes fatores: G – (Representa o Grau de Confinamento da água subterrânea), O – (Ocorrência de Estratos Geológicos) e D – (Distância do Nível da Água Subterrânea). Este método aplica constantes entre 0 e 1 para cada variável e o produto entre essas três variáveis determina o índice de vulnerabilidade (FOSTER, et al. 2006)

Figura 1 - Sistema GOD



Fonte: Foster et al (2006)

Este índice de vulnerabilidade pode ser considerado no método GOD como: Insignificante (0 a 0,1), Baixa (0,1 a 0,3), Média (0,3 a 0,5), Alta (0,5 a 0,7) e Extrema (0,7 a 1,0) (FOSTER, et al. 2006).

Para cada classe de vulnerabilidade, as suas características têm como referência o comportamento, a permanência e a resiliência de um potencial agente contaminante, frente às características hidrogeológicas de um aquífero (FOSTER et al. 2006). Tais características estão descritas no quadro 01.

Quadro 01 - Definição prática das classes de vulnerabilidade em um aquífero

CLASSE DE VULNERABILIDADE	DEFINIÇÃO CORRESPONDENTE	ÍNDICE DE VULNERABILIDADE
Insignificante	Presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo (Percolação e Infiltração)	0 a 0,1
Baixa	Vulnerável somente a contaminantes conservadores a longo prazo, quando contínua e amplamente lançados ou lixiviados	0,1 a 0,3
Média	Vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados	0,3 a 0,5
Alta	Vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação	0,5 a 0,7
Extrema	Vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação	0,7 a 1,0

Fonte: Adaptado de FOSTER et al., (2006)

Segundo GARCIA, et al. (2011), o método GOD permite identificar a vulnerabilidade natural à contaminação a partir do estabelecimento das seguintes relações hidrológicas.

- O índice revela a espessura que o contaminante terá de atravessar até atingir a água subterrânea, logo, estabelece o tempo de contato com que o contaminante permanecerá sob a influência do meio e o tempo de atenuação natural até ser degradado.
- A rota que o contaminante percorrerá é influenciada por fraturamento ou uma série de poros, formados por dissolução sendo interconectados e que fornecem caminhos que facilitam o fluxo.
- A granulometria do estrato rochoso tem uma relação inversa no processo de permeabilidade, pois quanto maior o tamanho do grão e maior o número de fraturas dentro do aquífero, maior a permeabilidade e menor a capacidade de atenuação do contaminante no aquífero. A

relação inversa também se aplica a uma granulometria baixa e a capacidade de atenuação do contaminante.

A vulnerabilidade natural obtida pela aplicação do método GOD, é uma informação passível de ser espacializada. Neste contexto as técnicas de Geoprocessamento tem uma grande importância, na medida que possibilitam criar representações cartográficas que embora reducionistas e generalistas na representação da realidade geográfica, dão um importante subsídio para o entendimento do fenômeno no tocante à sua distribuição espacial.

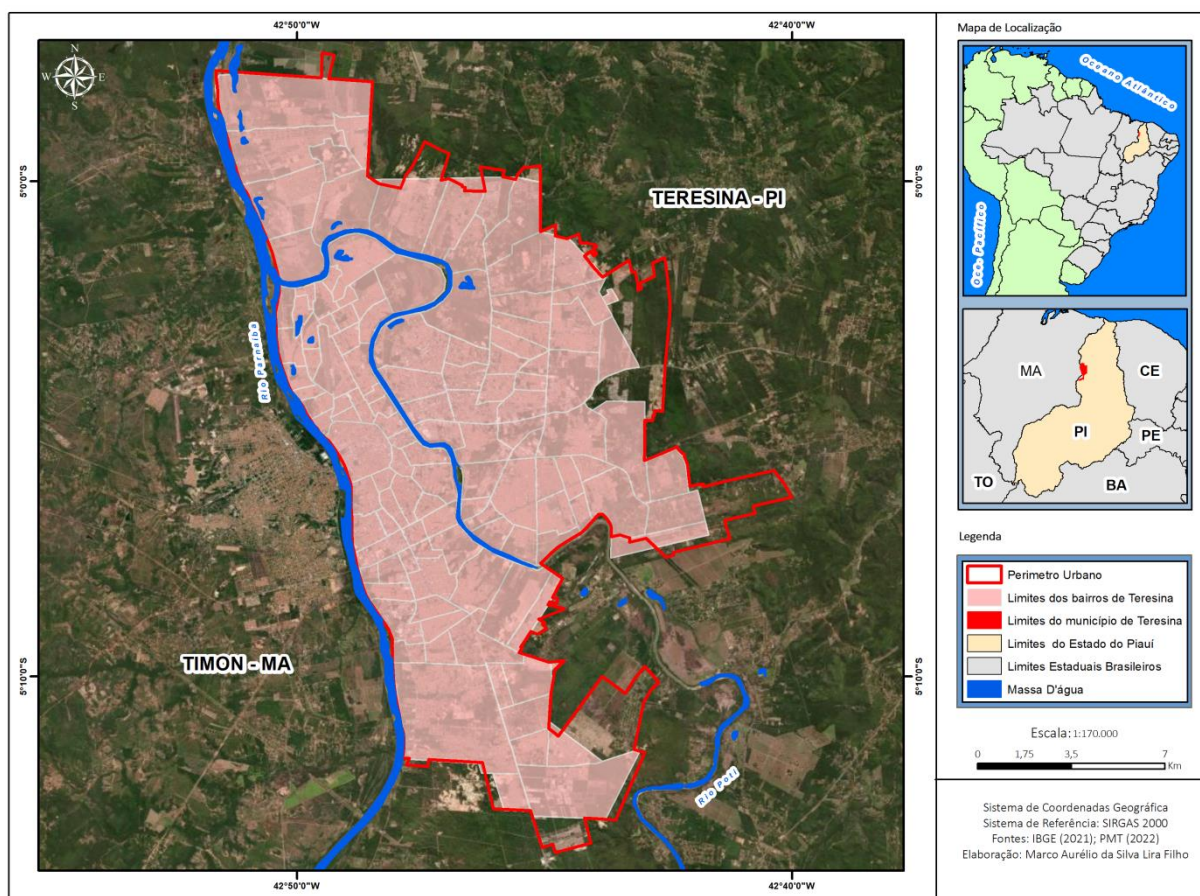
A identificação e mapeamento do grau de vulnerabilidade à contaminação pelo método GOD é resultante da técnica de álgebra de mapas, em ambiente de SIG, onde o produto das superfícies geoestatísticas, para cada parâmetro, construirá uma estrutura *raster* que cujos valores de *pixel* representam o índice de vulnerabilidade da qual pertence o aquífero.

Na construção dessas superfícies são utilizados processos de interpolação, por meio de técnicas geoestatísticas, utilizando-se de dados vetoriais com geometria do tipo ponto, onde associa-se à posição geográfica dos poços, valores numéricos referentes à características hidrogeológicas.

2.2 Caracterização do Objeto de Estudo

A cidade de Teresina localiza-se na mesorregião centro-norte piauiense (Figura 02), possuindo uma população estimada em 871.126 habitantes. Sendo inserida no domínio de dois cursos principais de água perenes, onde em toda a sua extensão norte-sul é drenada pelo rio Parnaíba em um percurso de aproximadamente 26,311 km, formando o limite oeste com o município de Timon – MA. Na rede hidrográfica interna destaca-se o Rio Poti, que percorre uma extensão de aproximadamente 24,48 km na área urbana (IBGE, 2022).

Figura 02 – Localização Geográfica da Cidade de Teresina - Piauí



Fonte: Autor (2022)

Relativo às condições climáticas, a região de Teresina apresenta temperaturas médias com mínimas em torno de 20°C e máximas em torno de 34°C, o que corresponde a um clima quente tropical. Sendo a precipitação pluviométrica média anual (com registro de 800 a 1200 mm) definida pelo regime de atuação da massa Equatorial Continental, com 5 a 6 meses de período seco, sendo que os meses de janeiro, fevereiro e março correspondem ao trimestre mais úmido (ANDRADE JÚNIOR, 2004).

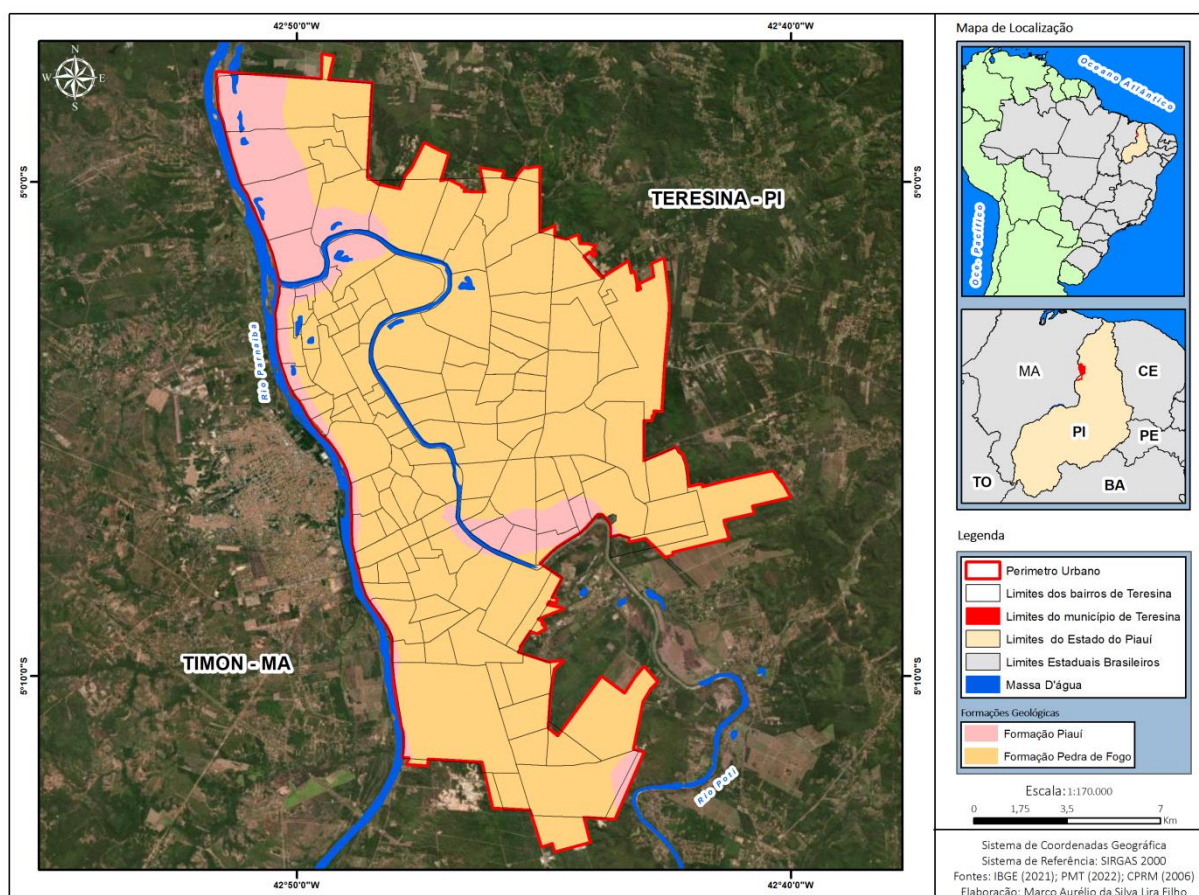
No tocante aos sistemas aquíferos da região de Teresina, estes estão inseridos no contexto litoestrutural da bacia sedimentar do Parnaíba que compreende em uma bacia sedimentar intracratônica, com uma predominância de coberturas sedimentares da era paleozóica, embora haja também em grandes áreas, depósitos da era mesozóica, sendo estes pouco espessos (AGUIAR, 2004).

O sítio urbano da cidade de Teresina está assentado em uma região que apresenta dois domínios geológicos distintos que correspondem às formações

sedimentares, correspondentes às coberturas fanerozóicas (Formação Pedra de Fogo e Formação Piauí) (AGUIAR, 2004).

Associado a um clima quente e sub-úmido característico de regiões tropicais de transição, em Teresina há predomínio do intemperismo químico alternado com o intemperismo mecânico sobre as rochas. Assim, os solos da região de maneira geral, são provenientes da meteorização e intemperização, dos arenitos, folhetos e siltitos, e outras rochas que formam a litologia das formações geológicas Pedra de Fogo e Piauí (Figura 03) (ANDRADE JUNIOR, 2004).

Figura 03 – Mapa das Formações Geológicas da Cidade de Teresina - PI



Fonte: Autor (2023)

Embora seja formado basicamente por litologias com predominância de rochas sedimentares, o sistema de aquífero Poti/Piauí, constituído pelas formações geológicas Pedra de Fogo e Piauí, apresenta características e dinâmicas hidrogeológicas distintas.

Segundo Aguiar (2004), pelas suas características litológicas com predominância de camadas argilosas e intercalações de leitos de sílex, que são rochas impermeáveis, a formação Pedra de Fogo apresenta pouco potencial para a formação de vastos aquíferos.

Já a Formação Piauí por predominar arenitos cinza-claros e amarelados, com granulação fina a muito fina e localmente com aspecto lajeado, ou seja, aflorante na superfície do solo, tendo alternância de estratos mais ou menos permeáveis, tendem a favorecer a formação de aquíferos (AGUIAR, 2004).

Mesmo com regiões não propensas à formação de aquíferos, o sistema Poti-Piauí é o que tem a maior demanda por novas fontes de captação. E o município de Teresina com mais de 2.300 registros de poços, junto ao SIGAS é o que mais solicita novos pedidos de outorga, destinados para fins agroindustriais e para consumo humano (SIAGAS, 2022; SEMAR, 2022).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo de caso apresenta procedimentos metodológicos com caráter quantitativo e qualitativo, e está estruturada em quatro etapas descritas a seguir:

A **primeira etapa** corresponde à pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos e outras fontes adquiridas em websites e grupos de pesquisas, referentes a estudos sobre sistemas de aquíferos e vulnerabilidade natural à contaminação, com o intuito de subsidiar as análises das informações pertinentes sobre os parâmetros físicos e naturais.

A **segunda etapa** consiste na estruturação de um banco de dados geográfico com arquivos geoespaciais vetoriais, tendo geometria do tipo ponto, a partir de informações advindas do perfil hidrogeológico de poços de captação hídrica cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS.

Este sistema é desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) que é composto por uma base continuamente atualizada, de dados de poços e módulos capazes de realizar consulta, pesquisa, extração e geração de relatórios.

A **terceira etapa** corresponde à estruturação e povoamento de informações cadastrais e hidrogeológicas na tabela de atributo do arquivo *shapefile* que representa os poços de captação hídrica.

Por meio da interpretação dos perfis hidrogeológicos dos poços em análise e seguindo os valores numéricos estipulados para o método GOD. Neste artigo, foram aplicadas as seguintes regras para a determinação dos parâmetros de vulnerabilidade:

- No parâmetro G, correspondente ao tipo de confinamento do aquífero, foi aplicado o valor de 0,2 para poços que estão inseridos em aquíferos confinados; o valor de 0,4 para poços inseridos em aquíferos semi-confinados; já para os aquíferos livres cobertos, aplica-se o valor de 0,6 e para os aquíferos livres não cobertos (aquíferos aflorantes ou rasos), aplica-se o valor de 1.
- No parâmetro O, referente ao tipo de litologia da zona vadosa, nas rochas não consolidadas, foram estabelecidos os valores de 0,5 para solos com predominância argilosas; 0,6 para solos com predominância de siltitos; 0,7 para solos predominantemente arenosos e 0,8 para solos com predominância de cascalhos. Já para as rochas consolidadas foram estabelecidos os valores de 0,8 para rochas de arenitos e 0,6 para rochas cristalinas (formações ígneas densas).
- Para o parâmetro D, referente à distância da superfície do terreno ao nível estático, embora se tenha a possibilidade de mudanças dos níveis d'água com o passar do tempo, tendo em vista que existem informações datadas na década de 60. Adotou-se os valores iguais à metodologia GOD original.

A **quarta etapa** consiste na construção de superfícies interpoladas, por meio de técnicas de Geoestatística e a interação destas superfícies por meio da técnica de álgebra de mapas, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, o que permitiu elaborar o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de

aquíferos, conforme o método GOD, para a cidade de Teresina - PI, tendo como base de referência espacial os limites dos bairros.

Para a obtenção das superfícies interpoladas foi utilizado o Inverso do Quadrado da Distância (IDW) que é um modelo de inferência geoestatística e um dos mais adotados para elaborar o mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos.

Submeteu-se as três superfícies geoestatísticas construídas em formato raster, à ferramenta *Raster Calculator*, presente na extensão *Spatial Analyst* do ArcGis, versão 10.1 (Licenciado ao Centro de Geotecnologias Fundiária e Ambiental do Piauí - CGEO). A álgebra de mapas realizada se deu a partir da Equação 1:

$$\text{GOD} = G_i * O_i * D_i \quad (1)$$

A execução dos métodos e técnicas permitiu a elaboração do mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - PI, o que foi de fundamental importância para um eficiente planejamento e desenvolvimento das discussões realizadas neste artigo.

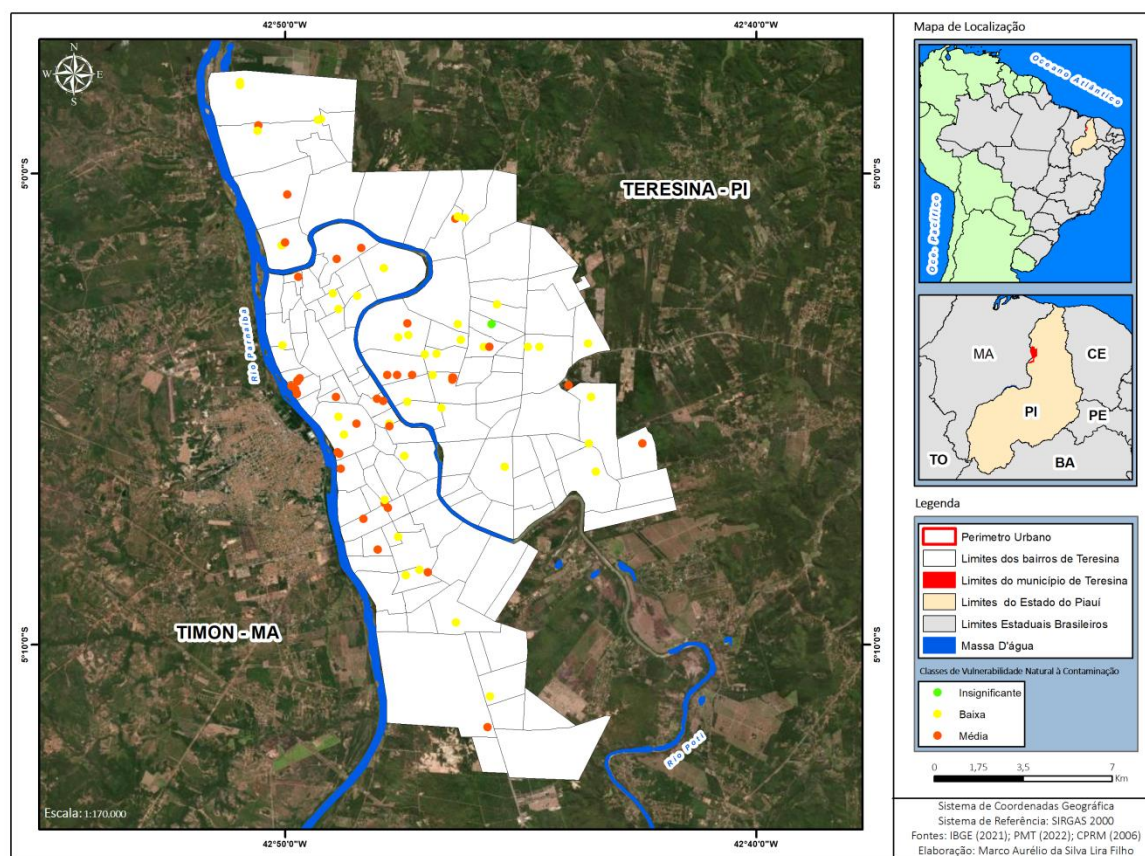
1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da verificação e catalogação dos perfis geológicos de poços, cadastrados no SIAGAS, que em seu relatório continham as informações necessárias para a aplicação do método GOD, obteve-se 80 cadastros de poços de captação hídrica, que permitiu a elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos para a cidade de Teresina.

Neste universo amostral de 80 poços, a indexação dos pesos, conforme interpretação do perfil geológico e aplicando o método GOD, revelou os seguintes quantitativos:

- 01 poço com grau de vulnerabilidade insignificante;
- 41 poços com grau de vulnerabilidade baixa;
- 38 poços com grau de vulnerabilidade média.

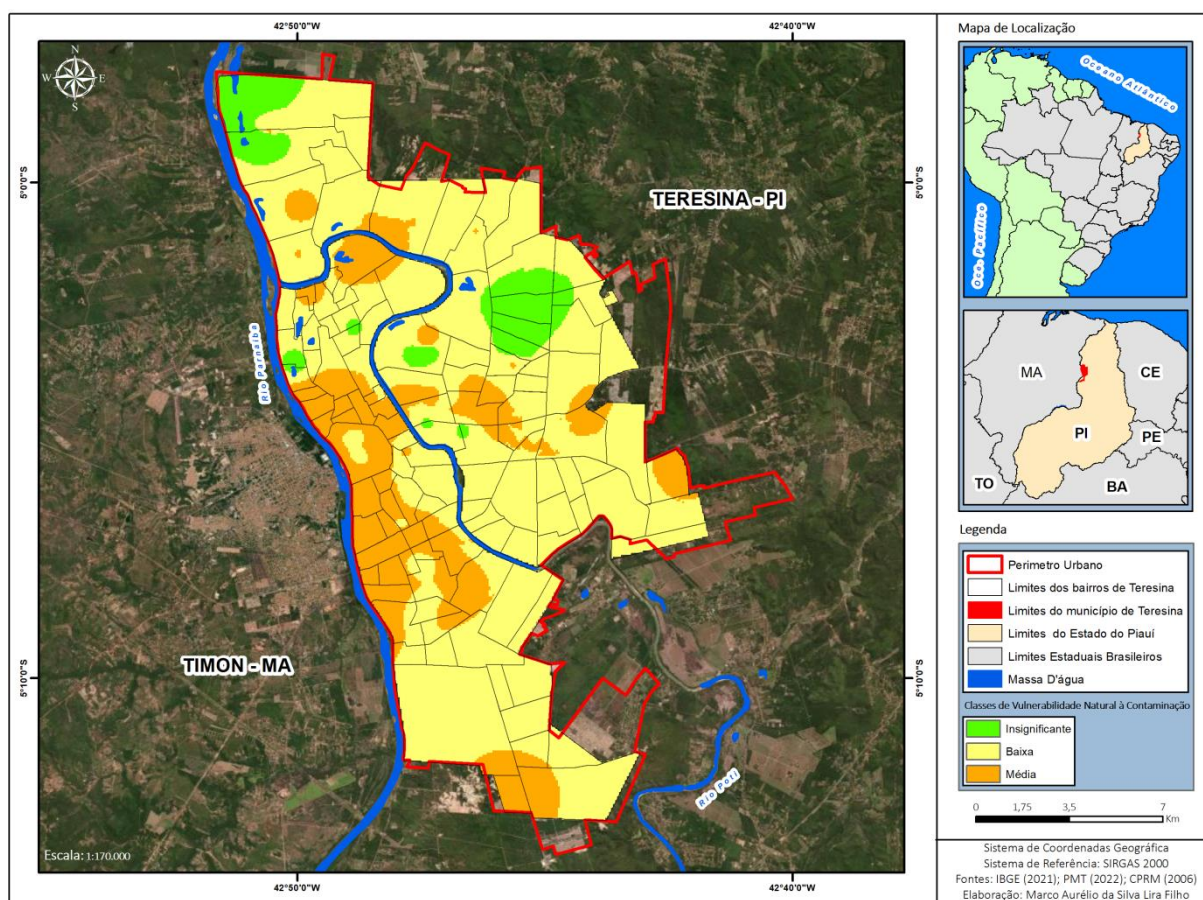
Figura 04 - Mapa da distribuição espacial dos poços por classes de vulnerabilidade



Fonte: Autor (2022)

Não foram identificados poços com valores de vulnerabilidade para as classes Alta e Extrema. E a partir da elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos (Figura 05), percebe-se o predomínio da classe de baixa vulnerabilidade, que corresponde à maior parte do território da cidade de Teresina.

Figura 05 - Mapa da Vulnerabilidade Natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - PI



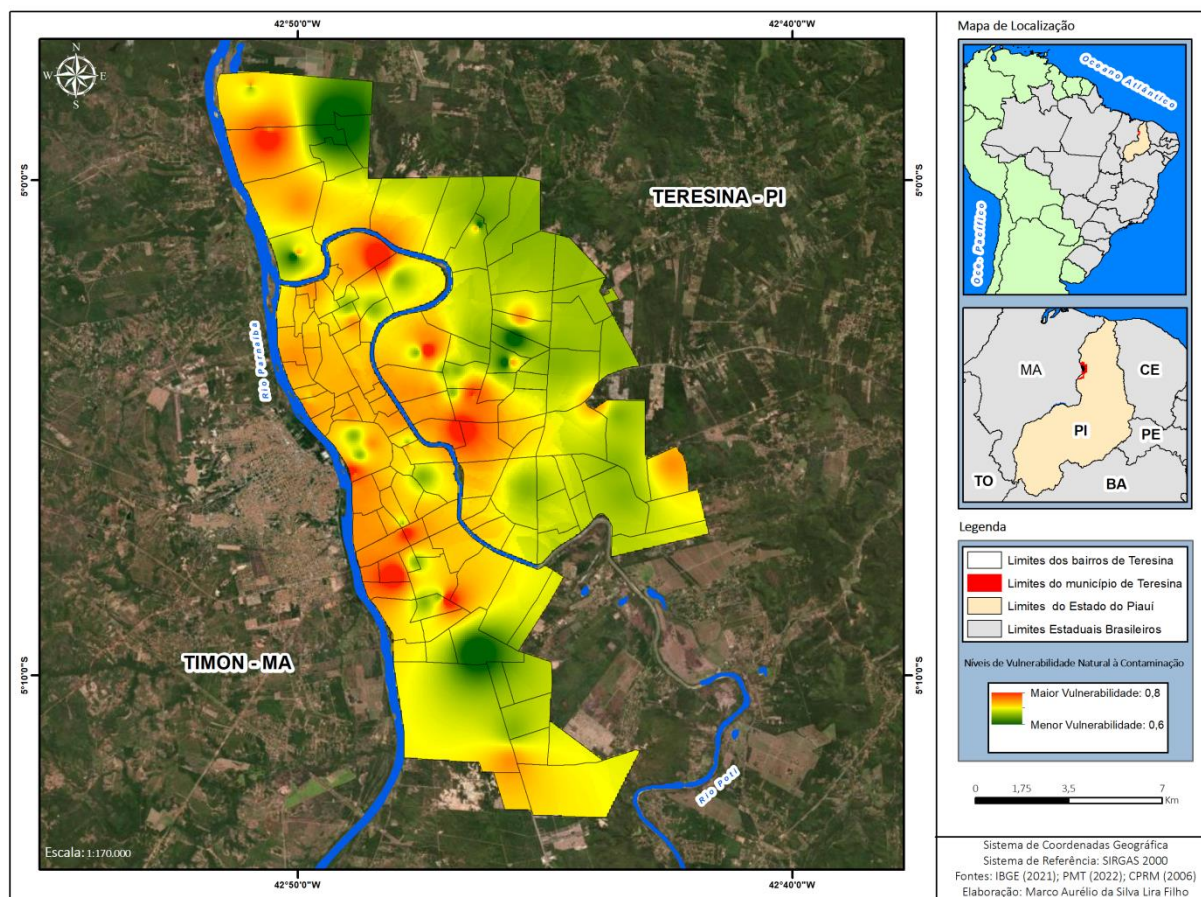
Fonte: Autor (2023)

Conforme interpretação do mapa de vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos é possível verificar que na região central da cidade e em bairros da região sul, adjacentes ao centro há um predomínio de valores mais altos de vulnerabilidade que aderem à classe de média vulnerabilidade.

A hipótese para este predomínio é o fato destas áreas apresentarem um nível freático mais próximo à superfície, o que eleva o grau de vulnerabilidade, portanto como demonstrado no mapa (Figura 06) referente ao parâmetro D

(Distância do nível freático até a superfície), os valores maiores desse parâmetro, contribuem para a elevação do grau de vulnerabilidade.

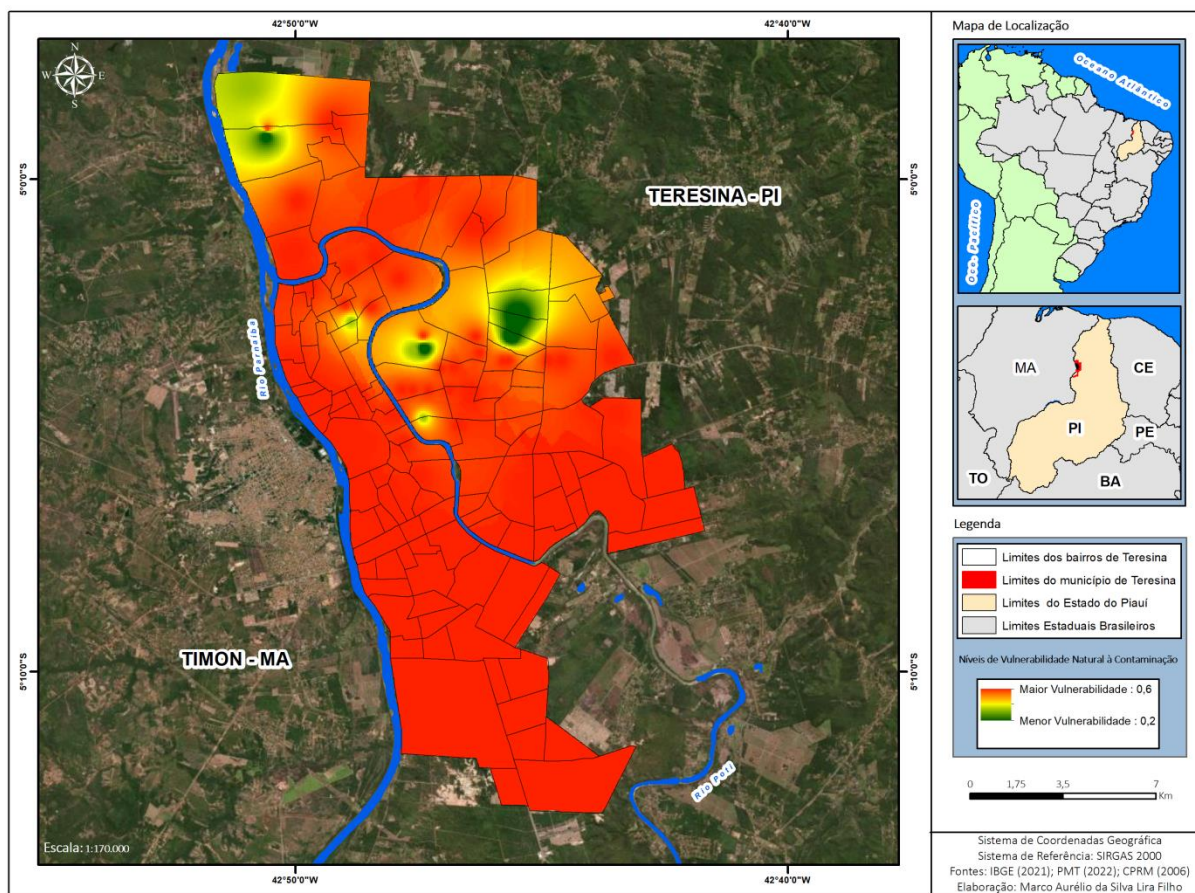
Figura 06 - Mapa da distribuição espacial por bairro do Parâmetro de vulnerabilidade (D)



Fonte: Autor (2023)

Outra área de destaque é o extremo norte da cidade, que apresentou áreas com vulnerabilidade insignificante (Figura 07). Sendo que a hipótese é que a baixos valores são decorrentes da ocorrência de áreas onde o aquífero possui características relativas a aquíferos semi-confinados e/ou confinados (Parâmetro G), o que diminui o grau de vulnerabilidade natural à contaminação.

Figura 07 - Mapa da distribuição espacial por bairro do Parâmetro de vulnerabilidade (G)



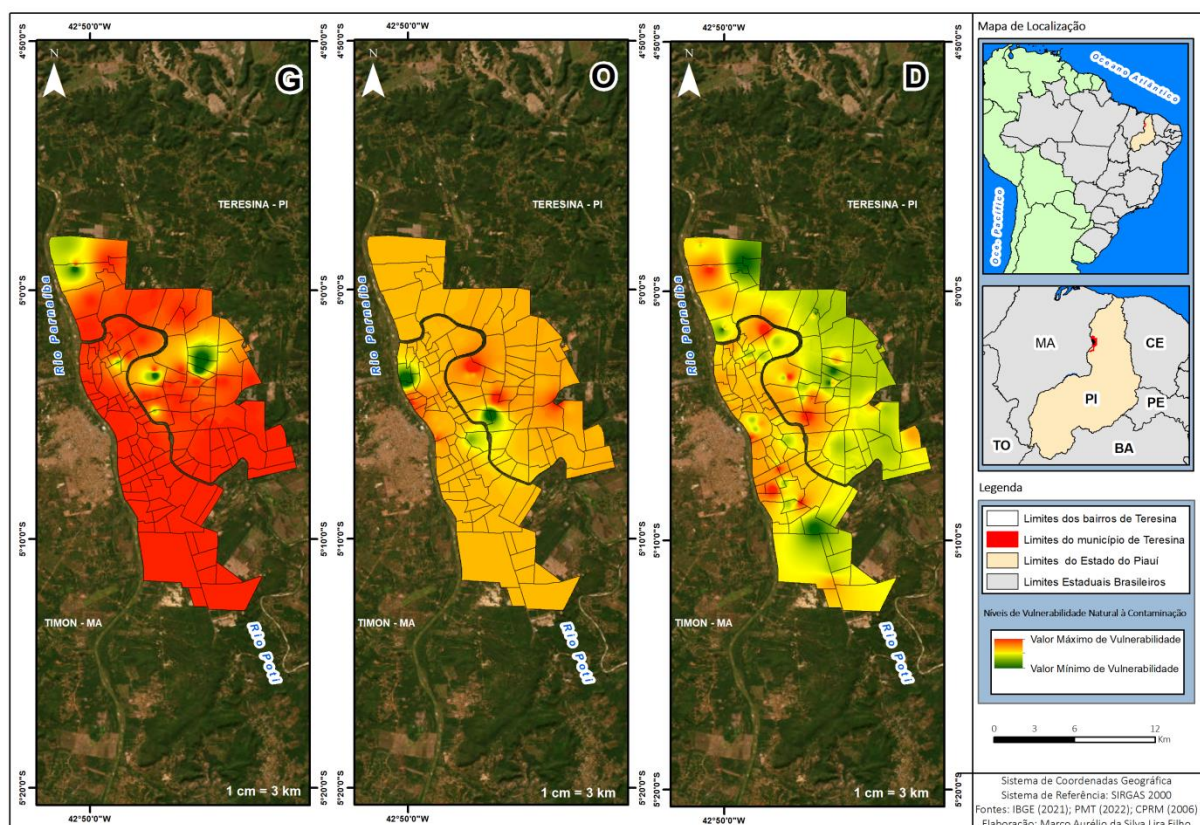
Fonte: Autor (2023)

Na região leste, nos bairros Morros, Porto do Centro, Satélite e Samapi é representada uma área com vulnerabilidade de classe insignificante. E é também nesta região que se encontra o único poço com informações hidrogeológicas que ao aplicar o método GOD, obteve-se um grau de vulnerabilidade insignificante.

Para esta região a hipótese é que esses valores estão associados a áreas onde o nível freático está mais distante da superfície (Parâmetro D), o que diminui o grau de vulnerabilidade. Outro componente que contribui para um grau de vulnerabilidade insignificante é a presença de regiões do aquífero com comportamento hidrológico de aquíferos semi-confinados e/ou confinados (Parâmetro G).

Os parâmetros G (Grau de Confinamento da água subterrânea) e o Parâmetro O (Ocorrência de Estratos Geológicos) de maneira geral apresentaram uma distribuição espacial homogênea (Figura 08), pois para a escala adotada (Limite dos bairros) estes componentes sofrem poucas alterações. Sendo que nestes parâmetros as regiões com valores de vulnerabilidade discrepantes da média, configuram-se em agrupamentos isolados (*clusters*).

Figura 08 - Mapa da distribuição espacial por bairros dos Parâmetros GOD



Fonte: Autor (2023)

É preciso considerar que devido ao interpolador IWD ser um interpolador determinístico de carácter local, esses *cluster* apresentam uma espacialização mais concêntrica, que é ressaltada, quando se tem um baixo quantitativo de amostras e baixa distribuição espacial, no espaço geográfico em análise.

Vale ressaltar que o mapeamento da vulnerabilidade, como bem é argumentado em Foster et al. (2006), destina-se a fornecer uma estrutura geral, que embora seja reducionista, possa basear as políticas de proteção das águas subterrâneas.

Ainda em Foster et al. (2006) é argumentado que em uma representação, mesmo que simplificada, porém que corrobora com a realidade e elaborada com os

melhores dados disponíveis, não elimina a necessidade de examinar com mais detalhe as atividades potencialmente poluidoras.

Neste sentido, os mapas de vulnerabilidade visam fornecer uma indicação geral do perigo de contaminação da água subterrânea, por meio do cruzamento de informações sobre a distribuição de cargas potencialmente contaminantes que, sendo combinadas com as informações de vulnerabilidade, revelam o perigo de contaminação em um determinado recorte espacial (FOSTER, et al. 2006).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos gerados pela metodologia GOD, são importantes instrumentos a serem utilizados pelos órgãos responsáveis pela gestão do meio ambiente, na medida em que auxiliam na tomada de decisão dos tipos de empreendimento ou atividades a serem implementadas no território.

Torna-se oportuno mencionar a importância das aplicações de geoprocessamento, pois possibilitam criar modelos reducionistas e generalistas da realidade geográfica, mas com uma grande eficiência na caracterização de um determinado aspecto do mundo real que seja de interesse ao pesquisador e que além da generalização da realidade, possibilite também prever transformações e sua evolução no tempo.

Para as áreas classificadas com média vulnerabilidade, recomenda-se a proposição e execução de ações e estratégias sobre o uso e cobertura da terra, que evitem a possibilidade de infiltração ou percolação contínua de potenciais agentes contaminantes.

E por fim, espera-se que as informações desta pesquisa sirvam de subsídios, como parte de critérios metodológicos, para o desenvolvimento de mais estudos em hidrogeologia no Estado do Piauí. Sobretudo voltados para o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos.

REFERÊNCIAS

- ABAS, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Águas subterrâneas - o que são?** Disponível em <Águas Subterrâneas – O que são? – ABAS> Acesso em 22 de Junho. 2022
- ANA. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano urbano**. Brasília: ANA, 2021. 332 p.
- ANDRADE JUNIOR. Anderson Soares. et al. **Atlas climatológico do estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2004. 123p.
- AGUIAR, Robério Bôto de; GOMES, José Roberto de Carvalho. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Picos**. CPRM, 2004.
- FOSTER, Stephen et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agencias ambientais**. The World Bank, 2006.
- GARCIA, Antonio Jorge Vasconcellos et al. **Vulnerabilidade Natural à Contaminação de Aquíferos da Subbacia do rio Siriri**, Sergipe. São Paulo: *Águas Subterrâneas*. v.25, n.1, p.91-102, 2011.
- GOMES, Manuela Gasparetto et al. A vulnerabilidade natural de aquíferos fraturados: avaliando os modelos DRASTIC e GOD, Originais e Adaptados. **Geosciences = Geociências**, v. 40, n. 03, p. 735-749, 2021.
- IBGE. **Cidades do Piauí**. 2022. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 2. mar. 2022
- MELO, Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto; GOMES, Maria da Conceição Rabelo; LEAL, Luiz Rogério Bastos. Cartografia da Vulnerabilidade à contaminação de aquíferos: revisão conceitual. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 26, p. e11-e11, 2022.
- PEREIRA, Daiane Fernandes; DA FONSECA, Letícia Rodrigues; JUNQUEIRA, Bárbara Martinez. A ÁGUA MINERAL COMO RECURSO HÍDRICO. **Revista Augustus**, v. 29, n. 56, p. 155-173, 2022.
- SEMAR, Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório de outorgas de uso de água subterrânea no Piauí entre os anos de 2016 e 2017**. Disponível em: <http://www.semar.pi.gov.br/download/201801/SM23_c0cf4d0346.pdf> Acesso em 2. mar. 2022.
- SIAGAS, **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <CPRM - Serviço Geológico do Brasil> Acesso em 13.Jun.2022.
- SILVA, José Luiz Silverio, et al. Índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas do município de rosário do sul no rio grande do sul. Rio Grande do Sul: **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v(7), nº 7, p. 1400-1408, (Mar-Ago, 2012).

¹ Discente no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

² Professor Orientador no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

APÊNDICE D

PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DOS AQUIFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA - PI

Marco Aurélio da Silva Lira Filho¹

catce.202111pape0020@aluno.ifpi.edu.br ; ORCID: 0000-0001-5774-6469

Mauro César de Brito Sousa²

mauro.sousa@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-0650-6577

RESUMO:

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver uma análise do perigo de contaminação de aquíferos por contaminantes provenientes de postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI, a partir da aplicação do método POSH. Para o alcance do objetivo, foi elaborado um banco de dados geográfico contendo informações cadastrais referentes a um quantitativo de 152 postos de revenda de combustíveis derivados de petróleo. Como principal resultado tem-se: o mapeamento e categorização do potencial de perigo de contaminação dos aquíferos para os postos de combustíveis em análise, construído por meio de técnicas de análise espacial com subsídio de Sistema de Informação Geográfica - SIG. Este mapeamento evidenciou que é na região central da cidade que se encontram os postos com o maior perigo de contaminação, pois além dos tanques de armazenamento serem os mais próximos do fim da vida útil, é na região central de Teresina que os aquíferos apresentam as maiores vulnerabilidades naturais à contaminação. Assim, esta pesquisa traz subsídios para um melhor ordenamento territorial e uma gestão ambiental mais assertiva, que evite potenciais riscos de contaminação do aquífero por contaminantes provenientes de postos de combustíveis.

Palavras-chave: Combustíveis, Postos, POSH.

ABSTRACT :

This research aims to develop an analysis of the danger of aquifer contamination by contaminants from gas stations in the city of Teresina - PI, through the application of the POSH method. In order to achieve the objective, a geographic database was developed containing registration information for a quantity of 152 retail stations of petroleum-derived fuels. The main result is the mapping and categorization of the potential danger of aquifer contamination for the gas stations under analysis, constructed through spatial analysis techniques with the support of a Geographic Information System - GIS. This mapping showed that it is in the central region of the city where the gas stations with the greatest danger of contamination are located, as in addition to the storage tanks being closest to the end of their useful life, it is in the central region of Teresina where the aquifers present the greatest natural vulnerabilities to contamination. Therefore, this research provides support for better territorial planning and more effective environmental management, which avoids potential risks of aquifer contamination by contaminants from gas stations.

Keywords: Fuels, Gas stations, POSH

1. INTRODUÇÃO

O armazenamento de combustíveis é um aspecto importante para a sociedade moderna, pois dá suporte para a realização das mais variadas atividades cotidianas, sobretudo deslocamento. O tanque é uma parte fundamental do sistema de armazenamento, pois é responsável por manter o combustível seguro e disponível para uso quando necessário.

No entanto, como todos os componentes mecânicos, os tanques de combustíveis têm uma vida útil limitada e precisam de manutenção regular para garantir sua segurança, eficiência e sobretudo não contaminarem o solo e os aquíferos.

A contaminação de aquíferos é hoje um grande problema enfrentado pela sociedade, tendo em vista que uma vez contaminado, o abastecimento público pode ficar comprometido. Existem inúmeras fontes com elevado potencial poluidor e que podem degradar e inviabilizar o uso desses mananciais hídricos. Uma dessas fontes são os postos de revenda de combustíveis.

A contaminação do aquífero, por postos de combustíveis, se dá principalmente por vazamentos de material tóxico armazenados em tanques e dutos subterrâneos e também pelas operações de troca de óleo, que se executadas de maneira inadequada podem causar danos ao meio ambiente.

Segundo Lopes (2021) e Souza (2021) as operações realizadas nos postos de distribuição de combustíveis são consideradas potencialmente poluidoras, pois manuseiam produtos derivados de petróleo especialmente os hidrocarbonetos monoaromáticos como o *benzeno*, *tolueno*, *etilbenzeno* e *xilenos*, que são denominados de BTEX, e estão presentes, em quantidades expressivas na gasolina e no óleo diesel.

No Brasil existem mais de 40 mil postos de revenda de combustíveis e em Teresina estima-se a presença de 196 postos, os quais estão presentes em todas as regiões da cidade. Estes postos de armazenagem e revenda possuem tanques com mais de 20 anos de uso e alguns atingindo a sua vida útil (ANP, 2022).

Considerando que os derivados de petróleo provenientes dos postos de combustíveis, possuem um potencial moderado de contaminação de aquíferos. Este artigo busca categorizar os postos de combustíveis da cidade de Teresina de acordo com seu potencial de perigo de poluição de aquíferos.

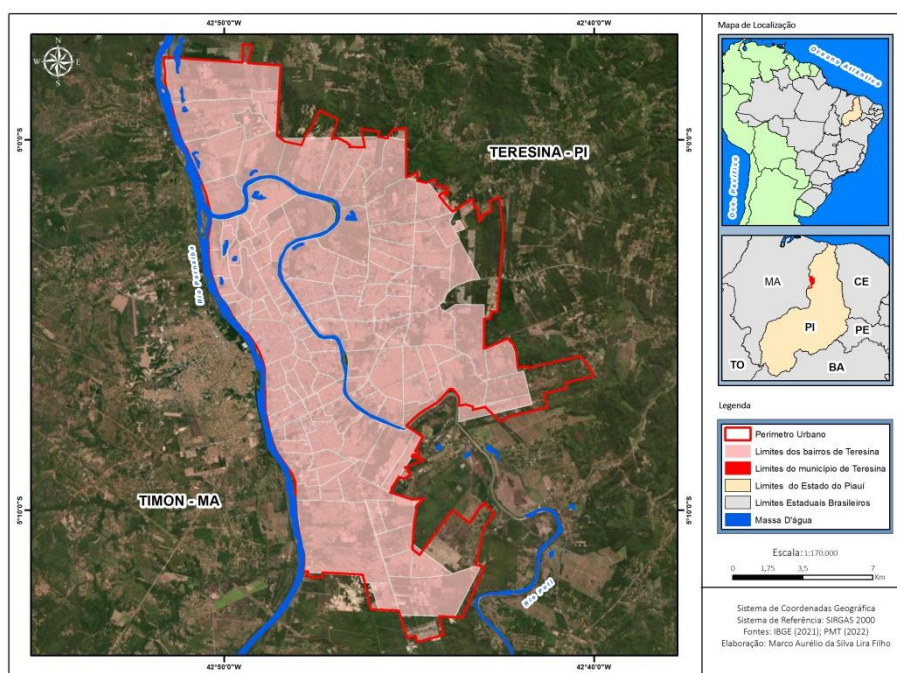
Como principal produto, tem-se o desenvolvimento de um mapeamento do perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI, a partir da aplicação do método POSH e com subsídio de técnicas de análise espacial implementadas em Sistemas de Informação Geográfica - SIG.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização do Objeto de Estudo

A cidade de Teresina localiza-se na mesorregião centro-norte piauiense (Figura 01), possuindo uma população estimada em 871.126 habitantes. Sendo inserida no domínio de dois cursos principais de água perenes, onde em toda a sua extensão norte-sul é drenada pelo rio Parnaíba em um percurso de aproximadamente 26,311 km, formando o limite oeste com o município de Timon – MA. Na rede hidrográfica interna destaca-se o Rio Poti, que percorre uma extensão de aproximadamente 24,48 km na área urbana (IBGE, 2022).

Figura 01 – Localização Geográfica da Cidade de Teresina - Piauí



Fonte: Autor (2023)

A expansão da mancha urbana de Teresina e bem como o seu crescimento populacional, tem como carro chefe a construção de conjuntos habitacionais. Segundo Façanha (1998) citado por Silva et al. (2017) nas décadas de 70 e 80 ocorreu um crescimento expressivo de habitações, por meio da construção de

grandes conjuntos habitacionais, promovendo a expansão da cidade em todas as direções.

Esses conjuntos habitacionais surgem como novos aglomerados urbanos que demandam a construção de novas infraestruturas urbanas, como sistema viário, rede de abastecimento de água e luz e também postos de abastecimento para a frota de automotores que se deslocam nesses novos espaços urbanos.

Em Silva et al. (2012) e Melo et al. (2022) é dito que a vida média de um tanque de combustível é de aproximadamente 25 anos. Tendo em mente a ocorrência de uma rápida expansão de postos de combustíveis ocorridos nas décadas de 70 e 80, acompanhado pelo acelerado crescimento urbano na cidade de Teresina, é de se supor, que muitos dos tanques e dutos de armazenamento e de transporte de combustíveis, podem estar fora ou chegando no prazo máximo de vida útil.

Em face disto, estudos sobre a contaminação de aquíferos por combustíveis derivados de petróleo, vêm ganhando relevância no Brasil. E os postos de abastecimento de combustíveis para automotores, representam um grande potencial de foco de contaminação, por estarem em toda a parte e lidarem com grandes volumes de materiais potencialmente contaminantes.

2.2. Os BTEX como potenciais agentes contaminantes de um aquífero

Os maiores agentes contaminantes provenientes de postos de combustíveis são os hidrocarbonetos monoaromáticos, tais como *benzeno*, *tolueno*, *etilbenzeno* e *xilenos*, que são denominados de BTEX e apresentam elevada toxicidade aos seres humanos. E no caso da gasolina, por ter elementos mais solúveis e mais móveis, configuram-se no maior perigo de contaminação de um aquífero, se comparado a outros combustíveis presentes nos tanques e dutos dos postos (LOPES; SOUZA, 2021).

Segundo Lopes e Souza (2021) o lançamento accidental de grandes quantidades de combustível na superfície e subsuperfície do solo, em um posto, pode ocorrer devido às seguintes causas:

- corrosão dos tanques ou das tubulações de armazenamento do combustível;

- defeitos de fabricação dos tanques de armazenamento e das tubulações;
- Má instalação dos tanques, das tubulações ou dos equipamentos de abastecimento;
- transbordamentos ou derramamentos que acontecem durante as operações de descarga de combustível.

O transbordamento ou derramamento de combustíveis na superfície decorrentes das operações de descarga, sendo de pequena duração e de pouca intensidade, são logo identificados, o que possibilita a execução de ações e estratégias que reduzam possíveis impactos ambientais.

Porém, o vazamento do combustível armazenado em tanques ou das tubulações instalados na subsuperfície, que muitas vezes não permitem inspeções visuais para identificar possíveis vazamentos, se vencendo as capacidades inatas de autodepuração dos aquíferos, podem por meses ou anos agir como vetores de contaminação das águas subterrâneas.

2.3 O sistema POSH

Identificar e categorizar as diversas fontes de poluição e o seu comportamento é algo imprescindível para subsidiar qualquer ação ou estratégia de gestão ambiental em aquíferos. Porém, a realidade que se apresenta é a baixa quantidade de informações catalogadas e georreferenciadas, de potenciais atividades poluidoras sobre um espaço geográfico.

Neste sentido, um sistema de identificação e categorização de uma carga contaminante se faz necessário e este deve possibilitar trabalhar com parâmetros fáceis de serem estimados e modelados cartograficamente.

O sistema POSH (*pollutant origin, surcharge hydraulically*) desenvolvido por Foster, cumpre os requisitos, pois caracteriza e estima o potencial de contaminação a partir da interação de dois parâmetros, que baseiam-se na origem do poluente e na sobrecarga hidráulica capaz de transportar os contaminantes para o aquífero (FOSTER et al, 2006).

O sistema POSH é sistematizado em três níveis (Elevado, Moderado e Reduzido) de potencial de carga contaminante. Tendo a distribuição espacial das atividades potencialmente poluidoras categorizadas em dois tipos, que conforme Foster et al, (2006) podem ser:

- Fontes de contaminação difusas que não geram plumas de contaminação definidas, mas afetam uma área muito maior do aquífero.
- Fontes de contaminação pontuais que produzem plumas de contaminação bem definidas e concentradas o que facilita a sua identificação.

Foster et al. (2006) ressalta ainda, que quando as fontes de contaminação pontuais são pequenas e múltiplas, estas se comportam como fontes de contaminação difusas, no que diz respeito à sua identificação e controle.

O quadro 1 e 2 apresentam a classificação e ranqueamento segundo o método POSH das fontes de contaminação difusas e pontuais.

Quadro 1 - Classificação e mapeamento das fontes de contaminação difusas segundo o sistema POSH

POTENCIAL DE CARGA CONTAMINANTE DE SUBSOLO	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
	saneamento <i>in situ</i>	práticas agrícolas
Elevado	Cobertura da rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional superior a 100 pessoas / ha	Culturas comerciais intensivas, geralmente monoculturas em solos bem drenados, em climas úmidos ou com baixa eficiência de irrigação, pasto intensivo em campos intensamente fertilizados.
Moderado	Intermediário entre elevado e reduzido	
Reduzido	Cobertura da rede de esgoto superior a 75% e densidade populacional inferior a 550 pessoas / ha	Rotação das culturas, terra para pasto extensivos, sistema de cultivo ecológico, plantações com alta eficiência de irrigação em regiões áridas e semi-áridas

Fonte: Foster et al (2006)

Quadro 2 - Classificação e mapeamento das fontes de contaminação pontuais segundo o sistema POSH

POTENCIAL DE GERAR CARGA CONTAMINANTE NO SUBSOLO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO				
	Deposição de resíduos sólidos	Áreas industriais *	Lagoas de águas residuais	Outras (urbanas)	mineração e exploração de petróleo
Elevado	Resíduo industrial tipo 3, resíduo de origem desconhecida	Indústria tipo 3 ou qualquer atividade que manuseie > 100 kg/d de produtos químicos perigosos	Todos os resíduos industriais tipo 3, qualquer efluente (exceto esgoto residencial) se a área > 5 ha		Operações em campos de petróleo, mineração de metais
Moderado	chuva > 500 mm/a com resíduos residenciais/agroindustriais/industriais tipo 1, ou todos os demais casos	Indústria tipo 2	Esgoto residencial se área > 5 há, demais casos não relacionados acima ou abaixo	Postos de gasolina, vias de transporte com tráfego regular de produtos químicos perigosos	Algumas atividades de mineração/extração de materiais inertes
Reduzido	Chuva < 500 mm/a com resíduos residenciais/agroindustriais/industriais tipo 1	Indústria tipo 1	águas residuais residenciais, mistas urbanas, agroindustriais e de mineração de não metálicos	Cemitérios	
*solos contaminados de indústrias abandonadas devem ter a mesma classificação que a da própria indústria					
Indústrias Tipo 1:	madeiras, manufaturas de alimentos e bebidas, destilarias de álcool e açúcar, processamento de materiais não metálicos				
Indústrias Tipo 2:	fábricas de borracha, fábricas de papel e celulose, indústrias têxteis, fábricas de fertilizantes, usinas elétricas, fábricas de detergente e sabão.				
Indústrias Tipo 3:	oficinas de engenharia de gás/petróleo, fábricas de produtos químicos/farmacêuticos/plásticos, curtumes, industriais eletrônicos, processamento de metal.				

Fonte: Adaptado de Foster et al (2006)

A avaliação do Perigo de contaminação de aquíferos no sistema POSH é executada considerando a interação de dois fatores, descritos por Foster et al. (2006) como sendo:

- a vulnerabilidade natural à contaminação de um aquífero, que é decorrente das suas características inatas.
- e a presença de carga contaminante decorrentes de atividades antrópicas que tenham potencial de degradação de um aquífero.

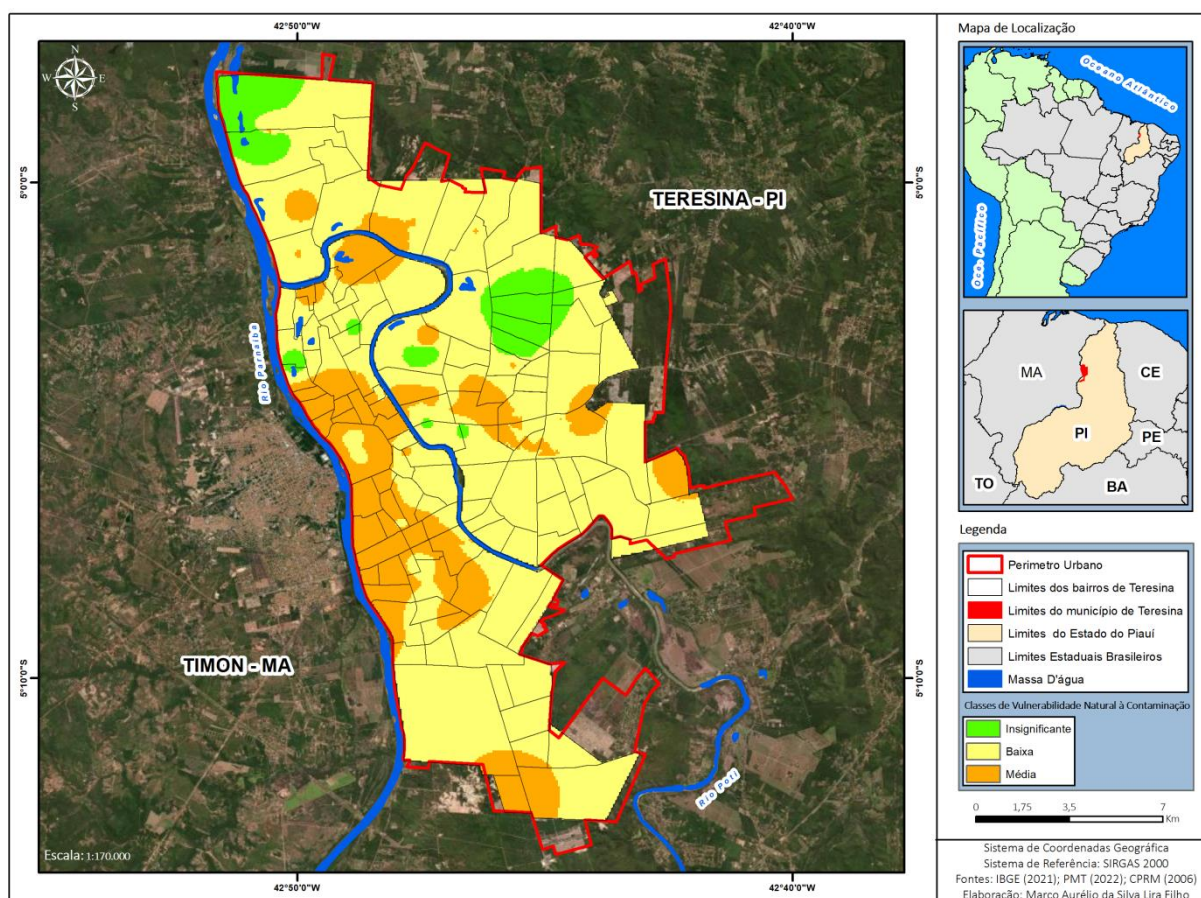
A identificação do perigo de contaminação pelo método POSH deve levar em consideração as características inatas do aquífero referentes à sua inacessibilidade e capacidade de atenuação do contaminante, caso venha a contaminar a superfície ou subsuperfície acima do aquífero (MADROÑERO, 2022).

Relativo ao fator da Vulnerabilidade natural de um aquífero, segundo Ribeira (2004) citado por Garcia, et al. (2011), diz respeito a uma série de atributos que correspondem às características pedológicas, aos parâmetros hidráulicos do aquífero e a recarga, que controlam a habilidade do mesmo de resistir a determinados contaminantes e bem como a sua capacidade de autodepuração.

Diversos métodos são utilizados na determinação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos. Entre esses, os mais implementados são: DRASTIC, GOD, SINTACS. O método GOD corresponde a uma das técnicas de determinação de vulnerabilidade mais utilizadas na América Latina, devido a sua simplicidade de conceitos e implementação, uma vez que utiliza dados básicos de estudos hidrogeológicos (SILVA et al. 2012; MELO et al. 2022).

Para esta pesquisa considerou como subsídio, o mapeamento elaborado por Lira filho (2023), onde ao aplicar o método GOD para determinar a vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina, obteve-se áreas com grau de vulnerabilidade entre insignificante a média vulnerabilidade, conforme demonstrado na figura 02.

Figura 02 - Mapa da Vulnerabilidade Natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina - PI

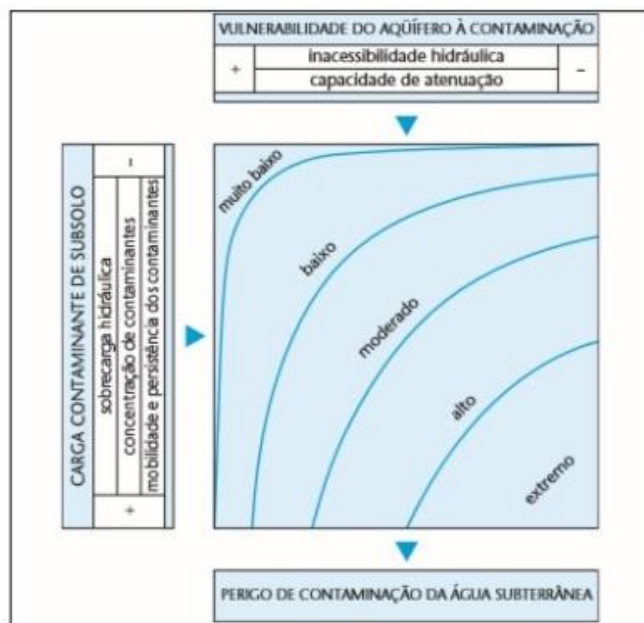


Fonte: Lira Filho (2023)

O segundo fator, diz respeito à presença de um agente contaminante, e para a determinação do perigo é levado em consideração a análise da intensidade da sobrecarga hidráulica, da concentração e permanência do contaminante na superfície ou subsuperfície acima do aquífero (MADROÑERO, 2022).

O cruzamento entre esses dois fatores revela o grau do perigo de contaminação de um aquífero frente a um determinado agente contaminante. Sendo este grau de perigo categorizado em muito baixo, baixo, moderado, alto e extremo, conforme esquematizado na figura 03.

Figura 03 - Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea



Fonte: Foster et al. (2006)

O cruzamento desses parâmetros que permitem identificar o perigo de contaminação das águas subterrâneas é feito a partir de uma matriz (Figura 04). Onde nesta matriz é medido o nível de prioridade para ações de controle e mitigação de impactos ambientais decorrentes de uma potencial carga contaminante.

Figura 04 - Matriz de perigo de Contaminação de Aquíferos

		ZONAS DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO À CONTAMINAÇÃO*		
		baixa	média	alta
CARGA CONTAMINANTE POTENCIAL	reduzida	3	3	2
	moderada	2	2	1
	elevada	2	1	1

NÍVEL DE PRIORIDADE		
1 = alto	2 = médio	3 = baixo

* Número de zonas/áreas reduzidas para simplificar a representação.

Fonte: Foster et al.(2006)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo de caso apresenta procedimentos metodológicos com caráter quantitativo e qualitativo, e está estruturada em quatro etapas descritas a seguir:

A **primeira etapa** corresponde à pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos e outras fontes adquiridas em websites e grupos de pesquisas, referentes a estudos sobre vulnerabilidade natural e perigo de contaminação de aquíferos.

A **segunda etapa** corresponde à estruturação de um banco de dados geográfico e arquivos geoespaciais vetoriais com geometria do tipo ponto, a partir de informações sobre a localização geográfica de postos de distribuição de combustíveis na cidade de Teresina. Tais informações foram obtidas em uma tabela disponibilizada pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP para o ano de 2021.

Com base no endereço informado na tabela, com subsídio do *software* Google Earth Pro, foi possível localizar e espacializar os postos de combustíveis totalizando um quantitativo de 152 pontos.

Uma vez espacializados, com apoio de SIG, procedeu-se a estruturação e povoamento da tabela de atributos do arquivo shapefile, referente aos postos de combustíveis, com as informações cadastrais contidas na tabela da ANP.

A **terceira etapa** diz respeito à atribuição do potencial de perigo para cada posto de combustível a partir da aplicação do sistema POSH, tendo como subsídio o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação elaborado por Lira Filho (2023).

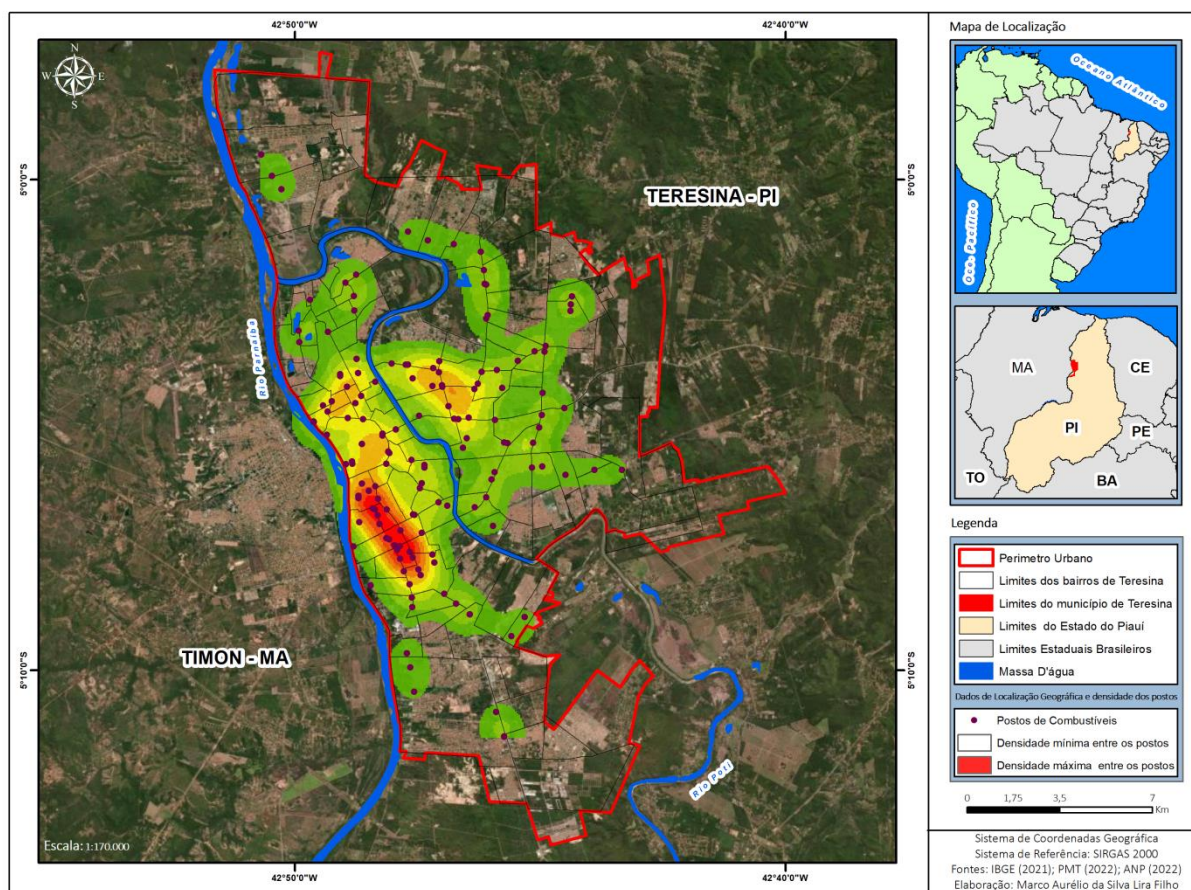
A **quarta etapa** corresponde à elaboração do mapeamento acerca do perigo de contaminação por compostos de hidrocarbonetos provenientes de postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI, por meio de Sistema de Informação Geográfica - SIG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da geocodificação por meio do *Google Earth Pro* dos endereços disponíveis na tabela da Agência Nacional de Petróleo – ANP, obteve-se um quantitativo de 152 postos de revenda de combustíveis derivados de petróleo na cidade de Teresina.

No tocante à distribuição espacial dos postos de combustíveis, estes estão presentes em todas as regiões de Teresina e conforme o mapa de densidade (Figura 05) é observado padrões espaciais retilíneos que representam um maior adensamento ao longo das principais vias da cidade tendo um predomínio na região central e áreas da zona leste e sul, mais adjacentes ao centro.

Figura 05 - Mapa de adensamento dos postos sobre a cidade de Teresina - PI



Fonte: Autor (2023)

Conforme a categorização do sistema POSH, os postos de combustíveis enquadram-se em fontes de contaminação pontuais com potencial gerador de carga contaminante no subsolo em nível moderado. Portanto, a presença de postos de combustíveis em áreas de baixa a média vulnerabilidade, os tornaram inseridos na categoria de perigo médio, já para os postos sobre áreas do aquífero com alta a extrema vulnerabilidade natural à contaminação, terão níveis mais altos de perigo de contaminação (FOSTER et al. 2006).

Considerando o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina, elaborado por Lira Filho (2023) e o Sistema POSH de classificação de fontes pontuais de carga contaminante, esta pesquisa considerou a seguinte chave de interpretação e mapeamento (Quadro 03) para a identificação do perigo de contaminação do aquífero por postos de combustíveis na cidade de Teresina.

Quadro 03 - Chave de interpretação e mapeamento do Perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - Piauí

Chave de Interpretação e Mapeamento	
Classes de Vulnerabilidade	Níveis de Perigo
Insignificante	Baixo
Baixo	Moderado
Médio	Alto

Fonte: Autor (2023)

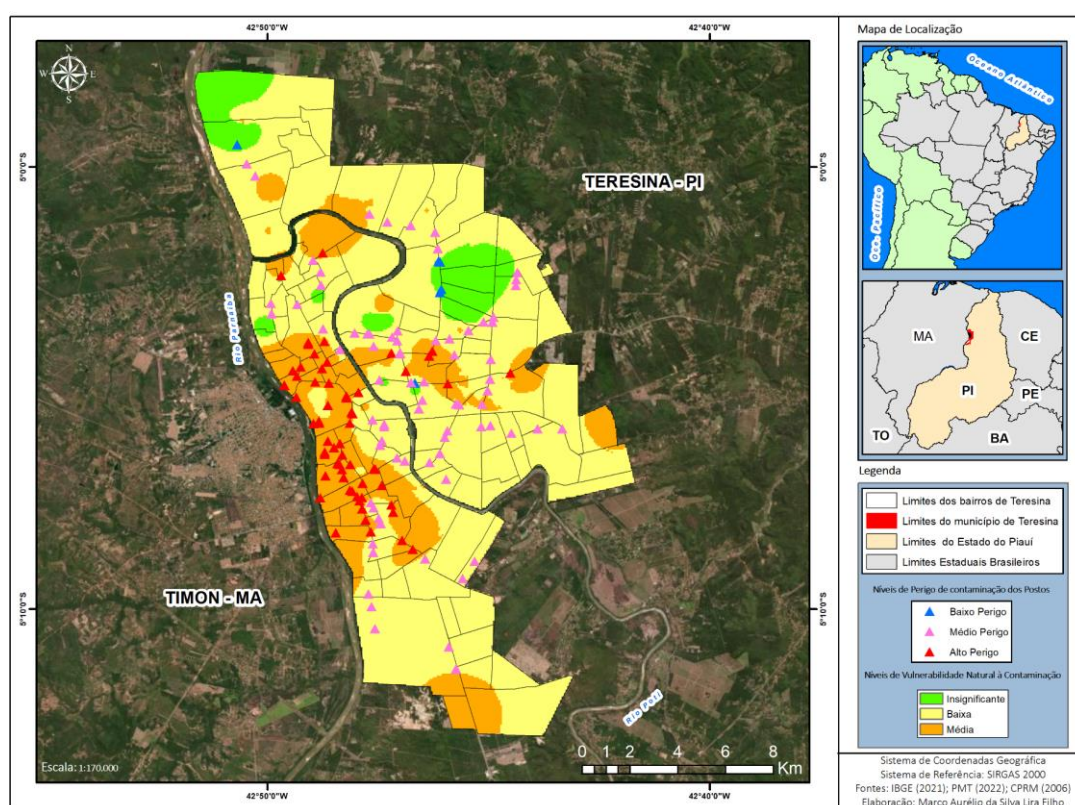
A partir do cruzamento da localização espacial dos postos em análise com o mapa de vulnerabilidade natural à contaminação (Figura 06), obteve-se os seguintes quantitativos relativos ao nível de perigo (Quadro 04) para cada posto de combustíveis:

Quadro 04 - Quantitativo de Postos de Combustíveis em relação ao perigo de contaminação de aquíferos

Níveis de Perigo	Quantitativo
Baixo	06 (3,95%)
Moderado	78 (51,32%)
Alto	65 (42,76%)

Fonte: Autor (2023)

Figura 06 - Mapa de Vulnerabilidade Natural à contaminação de aquíferos com a localização dos postos de combustíveis de acordo com o perigo de contaminação.



Fonte: Autor (2023)

Ao averiguar os mapas e tabelas anteriores, é possível inferir que de maneira geral, a um maior quantitativo de postos com médio perigo de contaminação e estes se distribuem espacialmente em todas as regiões da cidade. Este nível de perigo é definido por estes postos estarem inseridos em regiões de aquíferos com baixa vulnerabilidade natural à contaminação. Segundo Fortes et al. (2006) estas regiões são mais vulneráveis a contaminantes que permanecem por

um longo período de tempo e desde que sejam amplamente lançados e lixiviados para o aquífero de forma constante.

Os postos com menor potencial poluidor estão inseridos nas regiões em que a vulnerabilidade natural à contaminação é insignificante. Para estas regiões, os postos apresentam perigo baixo, por estarem inseridos sobre mananciais que tem características hidrogeológicas associadas a aquíferos confinados ou semiconfinados, o que inviabiliza ou diminuem o fluxo hídrico vertical (Percolação e Infiltração) logo, diminuem o perigo de contaminação.

A associação de uma classe de vulnerabilidade natural média, para o aquífero, e a presença de uma grande concentração de postos de combustíveis, na região central e bairros da região sul adjacentes, torna estas áreas como de alta prioridade para a proteção dos mananciais subterrâneos.

Nesta área prioritária, recomenda-se fiscalizações mais regulares para averiguar a integridade dos tanques de armazenamento, possibilitando detectar fugas de material contaminante para a superfície e subsuperfície. A identificação de eventuais fugas de combustíveis em postos nessa região é de grande importância, pois conforme Foster et al. (2006), as áreas de um aquífero com vulnerabilidade natural média são mais vulneráveis a contaminantes que são continuamente lançados ou lixiviados para o aquífero.

Uma variável a se considerar, e que dá subsídio a ações de monitoramento e fiscalização, é identificar a vida útil do tanque de armazenamento. Esta vida útil depende de diversos fatores sendo os principais: a qualidade do material do tanque, as condições de armazenamento, a frequência de uso e a qualidade do combustível armazenado. Em geral, um tanque de combustível feito de aço pode durar de 15 a 25 anos se mantido corretamente (LOPES ; SOUZA, 2021).

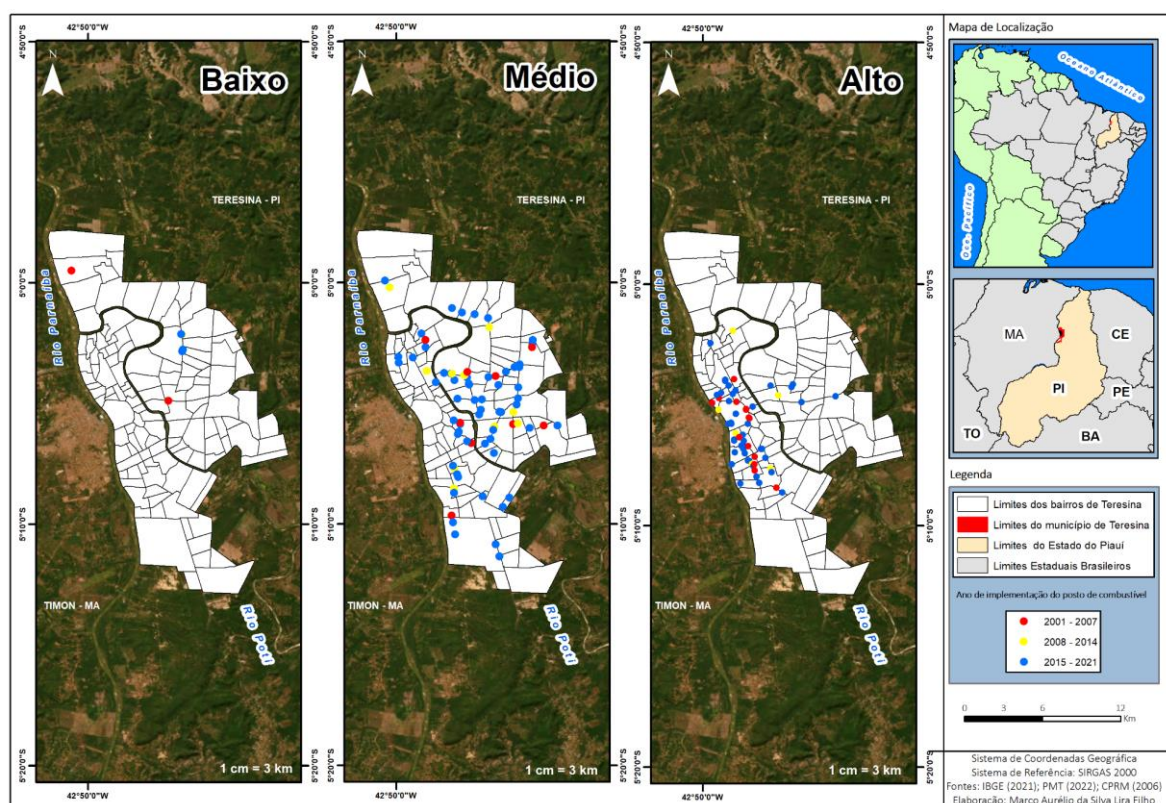
Uma vez armazenado inadequadamente ou já fora de uso, estes tanques podem se tornar em um grande agente poluidor do solo e da água subterrânea, prejudicando o meio ambiente e afetando a saúde humana. Por isso, é crucial realizar inspeções regulares e manutenções preventivas para garantir a integridade do tanque e prevenir vazamentos.

É também na região central e em bairros da região sul mais adjacente ao centro, que esta a maior concentração de postos com a vida útil mais próxima do fim, o que estando sobre áreas com uma maior vulnerabilidade natural à

contaminação, reforça a necessidade de uma maior atenção para o perigo de contaminação.

Considerando a data de implantação do posto de combustível, segundo a tabela da ANP com referência para o ano de 2021, a figura 07 apresenta o Mapa de Localização dos postos de combustíveis segmentados pelo nível de perigo de contaminação.

Figura 07 - Mapa de localização dos postos de combustíveis de acordo com o ano de implantação e segmentado por níveis de perigo de contaminação.



Fonte: Autor (2023)

Na região central foram identificados 15 postos com alto perigo de contaminação, com vida útil entre 16 a 22 anos, sendo localizados em áreas onde o aquífero é mais vulnerável.

No intuito de tornar mais eficiente as ações de monitoramento e fiscalização nos postos de combustíveis, em Alves et al. (2019), Peruzzo (2020) e Gomes (2022) são encontradas orientações que podem ser implementadas em Teresina, e essas incluem:

- Verificar se o posto de combustível está cumprindo as regulamentações locais, estaduais e federais relacionadas ao armazenamento e distribuição de combustíveis.
- Realizar inspeções periódicas do sistema de armazenamento, incluindo os tanques de combustíveis, tubulações, válvulas, bombas e medidores, para verificar se estão em boas condições e funcionando corretamente.
- Monitorar a qualidade do combustível vendido, verificando se está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.
- Verificar se os funcionários estão treinados em segurança, procedimentos de emergência e manuseio de combustíveis para garantir a segurança deles e do meio ambiente.
- Manter registros precisos e atualizados de todas as inspeções, manutenções e reparos realizados no sistema de armazenamento de combustíveis.

Uma fiscalização e monitoramento adequado são importantes para garantir a segurança do local, dos funcionários e da comunidade, além de assegurar a qualidade e a eficiência do sistema de armazenamento e distribuição de combustíveis, evitando que ocorra a contaminação dos aquíferos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação de aquíferos por postos de combustíveis é uma preocupação ambiental importante, já que pode afetar a qualidade da água subterrânea que é utilizada para consumo humano, industrial e agrícola.

Sendo o tanque de combustível um potencial agente poluidor dos aquíferos, haja vista que é um componente mecânico passível de falhas, as entidades públicas e o setor privado devem adotar medidas e estratégias que evitem ou reduzam os efeitos nocivos de eventuais impactos ambientais em um aquífero.

Neste sentido, a base de dados construída nesta pesquisa e sendo de natureza geográfica, representa um importante subsídio, mesmo que de caráter inicial, para direcionar as melhores práticas e estratégias para fins de monitoramento e fiscalização a serem desenvolvidas na cidade de Teresina.

Este artigo, e a base de dados geográfica, é parte integrante do relatório técnico acadêmico **“Análise da Vulnerabilidade Natural e do Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI”**. Tendo a base de dados disponível no Atlas Digital **“O Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis em Teresina - Piauí”**, ambas publicações são do Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF - IFPI.

REFERÊNCIAS

ALVES, Adjane Brito et al. **Verificação da eficiência e da eficácia do conjunto de métodos preventivos à contaminação em postos de combustíveis na cidade de São Paulo: uma contribuição à gestão de cidades**. 2019.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em: < Preços de Revenda e de Distribuição de Combustíveis — Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (www.gov.br)> Acesso em: 24. Agosto. 2022

FOSTER, Stephen et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agencias ambientais**. The World Bank, 2006.

GARCIA, Antonio Jorge Vasconcellos et al. **Vulnerabilidade Natural à Contaminação de Aquíferos da Subbacia do rio Siriri, Sergipe**. São Paulo: *Águas Subterrâneas*. v.25, n.1, p.91-102, 2011.

GOMES, Rebeca Araujo et al. **Análise das diretrizes e legislação para avaliação de impacto ambiental de postos de combustível em ambiente urbano**. 2022.

IBGE. **Cidades do Piauí**. 2022. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 2. mar. 2022

LOPES, Elaine; DE SOUZA, Viviane Fernandes. Análise Ambiental das Remoções De Tanques Em Postos De Combustíveis: Estudo De Caso Dos Municípios De Abrangência Do IAT/ERLON Londrina-PR. **Revista De Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2021.

MADROÑERO, Felix David Rivera. **Potencial risco à poluição antropogênica no sistema aquífero Dunas/Barreiras da região metropolitana de Natal**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MELO, Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto; GOMES, Maria da Conceição Rabelo; LEAL, Luiz Rogério Bastos. Cartografia da Vulnerabilidade à contaminação de aquíferos: revisão conceitual. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 26, p. e11-e11, 2022.

PERUZZO, Taiana Granzotto. NR20-segurança e saúde no trabalho com combustíveis e inflamáveis: estudo de caso aplicado em posto de combustível. **Engenharia Segurança do Trabalho-Florianópolis**, 2020.

SILVA, Erick Oliveira; SILVA, GR da; VIEIRA, Nadja Rodrigues Carneiro. Expansão urbana na cidade de Teresina e suas transformações socioespaciais. **Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrôpoles, Natal. Anais eletrônicos. Natal: UFRN**, p. 29-31, 2017.

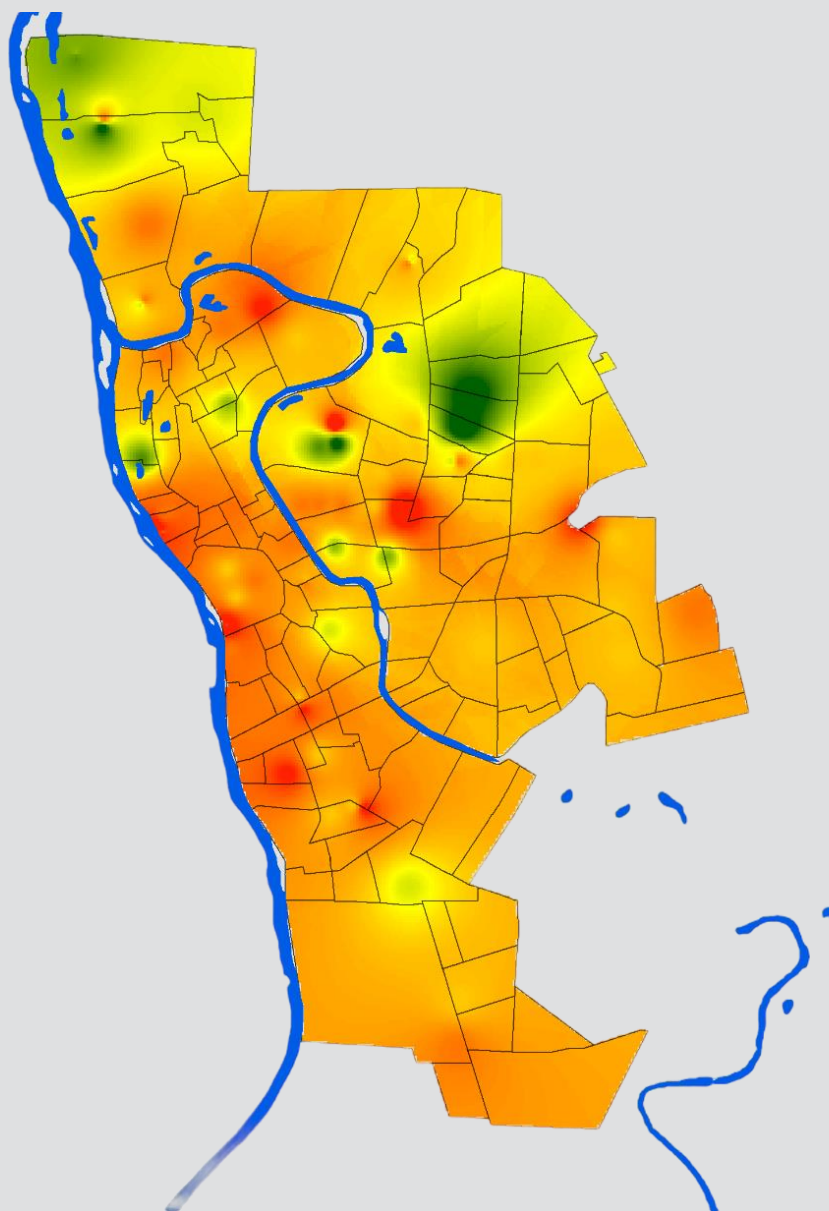
SILVA, José Luiz Silverio, et al. Índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas do município de rosário do sul no rio grande do sul. Rio Grande do Sul: **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v(7), nº 7, p. 1400-1408, (Mar-Ago, 2012).

¹ Discente no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

² Professor Orientador no Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial - MAPEPROF – IFPI

ATLAS

O PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS EM TERESINA - PIAUÍ



CRÉDITOS

Reitor

Paulo Borges Cunha

Pró-reitora de Administração – PROAD

Larissa Santiago de Amorim Castro

Pró-reitor de Desenvolvimento Institucional – PRODIN

Paulo Henrique Gomes de Lima

Pró-reitor de Ensino – PROEN

Odimógenes Soares Lopes

Pró-reitora de Extensão

Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes

Pró-reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação – PROPI

José Luís de Oliveira e Silva

Diretor Geral do Campus Teresina Central

Paulo de Tarso Vilarinho Castelo Branco

Coordenador do Programa de Pós-graduação em Análise e Planejamento Espacial

Prof. Dr. Mauro César de Brito Sousa

Autores

Marco Aurélio da Silva Lira Filho

Mauro César de Brito Sousa

Página reservada para ficha catalográfica que deve ser confeccionada após apresentação e alterações sugeridas pela banca examinadora.

Para solicitar a ficha catalográfica de seu trabalho, acesse o site: <http://libra.ifpi.edu.br/area-do-estudante/biblioteca/ficha-catalografica> , e veja como e a quem solicita

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA CIDADE DE TERESINA (PI).....	2
3	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS.....	4
4	DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS.....	7
5	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POÇOS POR CLASSES DE VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO.....	10
6	INTERPOLAÇÃO DOS PARÂMETROS GOD.....	13
7	A VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS NA CIDADE DE TERESINA (PI).....	14
8	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA (PI).....	17
9	IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS EM TERESINA (PI).....	18
10	MAPA DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA (PI).....	21
11	VIDA ÚTIL DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS.....	23
12	CONTRIBUIÇÕES PARA A FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS EM TERESINA (PI).....	25
13	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27

FIGURAS E QUADROS

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Modelo representativo das zonas de um Aquífero.....	4
Figura 02	Sistema GOD.....	8
Figura 03	Distribuição da frequência dos valores de vulnerabilidade.....	10
Figura 04	Modelo esquemático da técnica de álgebra de mapas aplicada ao método GOD.....	13
Figura 05	Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea.....	19
Figura 06	Matriz de perigo de Contaminação de Aquíferos.....	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Chave de interpretação e mapeamento do Perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina – Piauí.....	20
Quadro 02	Quantitativo de Postos de Combustíveis em relação ao perigo de contaminação de aquíferos.....	20

LISTA DE MAPAS

Mapa 01	Localização Geográfica.....	4
Mapa 02	Formações Geológicas.....	8
Mapa 03	Poços categorizados por classes de vulnerabilidade.....	11
Mapa 04	Níveis de adensamento entre poços de captação hídrica.....	13
Mapa 05	Classes de Vulnerabilidade Natural à Contaminação.....	15
Mapa 06	Parâmetros GOD de Vulnerabilidade.....	16
Mapa 07	Adensamento dos postos de combustíveis	17
Mapa 08	Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis.....	22
Mapa 09	Postos segmentados pelo ano de implementação.....	24

APRESENTAÇÃO

O presente atlas foi elaborado com a finalidade de oferecer subsídios ao entendimento do perigo de contaminação de aquíferos por contaminantes provenientes de postos de combustíveis, tendo como plano de fundo a cidade de Teresina-Piauí e estruturado em uma linguagem acessível aos mais diversos públicos.

O Atlas compõe-se de mapas, textos, gráficos e tabelas que expressão informações sistematizadas sobre aspectos geológicos, vulnerabilidade natural e o perigo de contaminação de aquíferos. Com isso, espera-se estimular pesquisadores e agentes da administração pública a construírem um conhecimento cada vez maior sobre os estudos hidrogeológicos no Estado do Piauí.

Ao entregar este trabalho à comunidade, tem-se a consciência de sua importância como uma obra acadêmica, haja vista que é uma publicação desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF, programa de Pós-Graduação vinculado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI.

Por fim, espera-se que a leitura deste atlas proporcione o entendimento e reflexões, sobre a importância de se ter uma melhor gestão das formas de uso e cobertura do espaço geográfico da cidade de Teresina, que assegurem a preservação dos mananciais de água subterrânea em Teresina.

OS AUTORES

1.INTRODUÇÃO

O armazenamento de combustíveis é crucial para a sociedade moderna, já que é fundamental para uma ampla gama de atividades cotidianas, especialmente para o deslocamento, sendo o tanque de combustível uma parte vital do sistema de abastecimento que mantém o combustível seguro e disponível para uso quando necessário.

No entanto, assim como qualquer componente mecânico, os tanques de combustíveis têm vida útil limitada e precisam de manutenção regular para garantir segurança, eficiência e prevenir a contaminação do solo e dos aquíferos.

Infelizmente, a contaminação de aquíferos é um grande problema enfrentado pela sociedade atualmente, e uma vez contaminado, o abastecimento público de água pode ser comprometido. Existem muitas fontes com alto potencial poluidor que podem degradar e tornar inviáveis o uso desses mananciais hídricos e dentre essas fontes poluidoras, têm-se os postos de revenda de combustíveis derivados de petróleo.

Os postos de combustíveis são uma das principais fontes de contaminação de aquíferos, principalmente devido a vazamentos de material tóxico armazenado em tanques e dutos subterrâneos, além de operações inadequadas de troca de equipamentos e de óleo. Assim, operações realizadas nesses postos são consideradas potencialmente poluidoras, pois manuseiam produtos derivados de petróleo, especialmente os hidrocarbonetos monoaromáticos (conhecidos como BTEX), que são presentes na gasolina e no óleo diesel (LOPES; SOUZA, 2021).

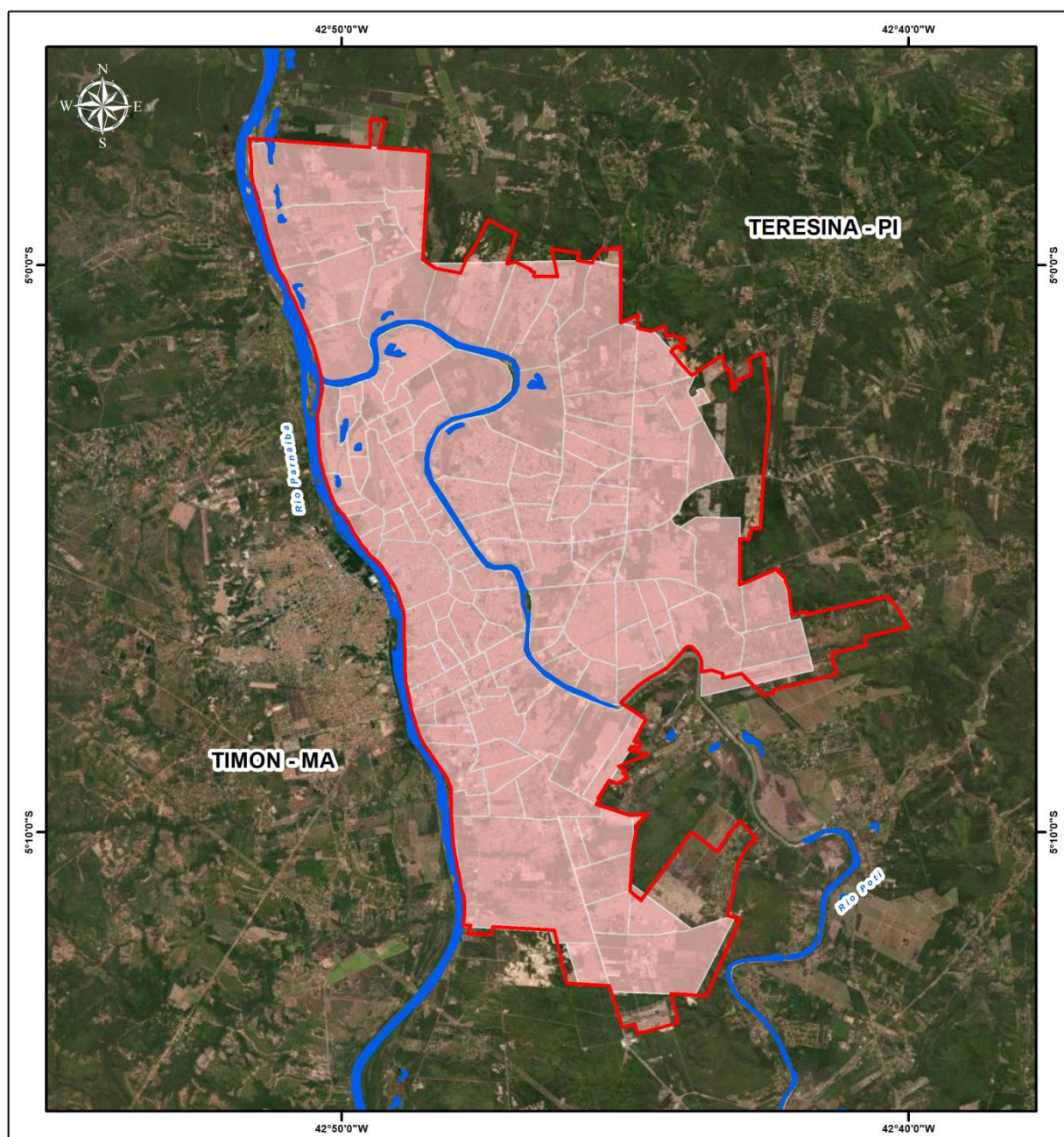
No Brasil, há mais de 40 mil postos de revenda de combustíveis e em Teresina estima-se que existam mais de 150 postos distribuídos por toda a cidade. Muitos desses postos possuem tanques com mais de 20 anos de uso, alguns até mesmo ultrapassando sua vida útil (ANP, 2022).

Dado o potencial de contaminação de aquíferos pelos derivados de petróleo provenientes de postos de combustíveis, este Atlas visa apresentar através de mapas o potencial de perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina (PI).

2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA CIDADE DE TERESINA (PI)

A cidade de Teresina localiza-se na mesorregião centro-norte piauiense (Mapa 01), possuindo uma população estimada em 871.126 habitantes. Sendo inserida no domínio de dois cursos principais de água perenes, onde em toda a sua extensão norte-sul é drenada pelo rio Parnaíba em um percurso de aproximadamente 26,311 km, formando o limite oeste com o município de Timon – MA. Na rede hidrográfica interna destaca-se o Rio Poti, que percorre uma extensão de aproximadamente 24,48 km na área urbana (IBGE, 2022).

Relativo às condições climáticas, a região de Teresina apresenta temperaturas médias com mínimas em torno de 20°C e máximas em torno de 34°C, o que corresponde a um clima quente tropical. Sendo a precipitação pluviométrica média anual (com registro de 800 a 1200 mm) definida pelo regime de atuação da massa Equatorial Continental, com 5 a 6 meses de período seco, sendo que os meses de janeiro, fevereiro e março correspondem ao trimestre mais úmido (ANDRADE JÚNIOR, 2004).



Mapa 01 - Localização Geográfica

Legenda



- Perímetro Urbano
- Limites dos bairros de Teresina
- Limites do município de Teresina
- Limites do Estado do Piauí
- Limites Estaduais Brasileiros
- Massa D'água

Escala: 1:170.000

0 1,75 3,5 7 Km

Sistema de Coordenadas Geográfica

Sistema de Referência: SIRGAS 2000

Fontes: IBGE (2021); PMT (2022)

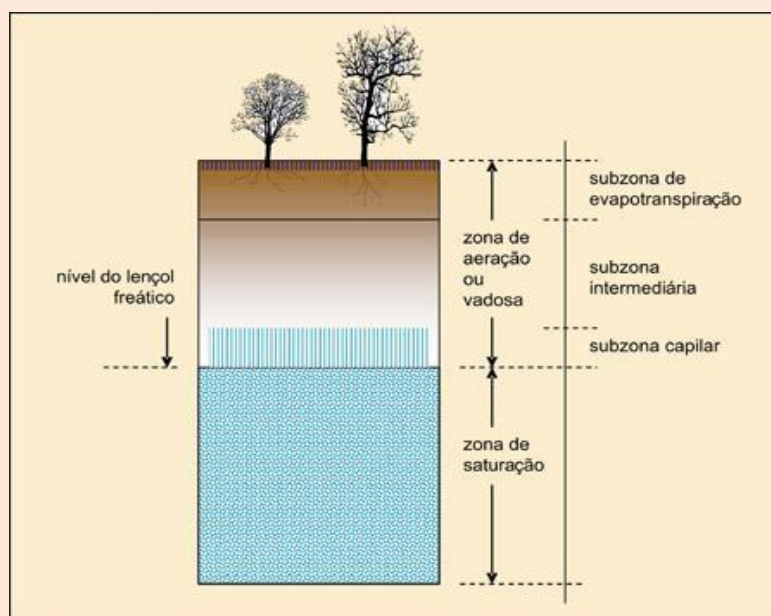
Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho

3. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Água subterrânea é definida como todo recurso hídrico que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo poros ou vazios de rochas sedimentares e também existindo entre fraturas e falhas de rochas compactas. Esse sistema hídrico subterrâneo é também denominado de aquífero, sendo definido como uma Formação Geológica que contém água e permite que quantidades significativas dessa água se movimentem no seu interior em condições naturais (ABAS, 2022).

O aquífero em condições ideais, segundo Acquasolo (2022), pode ser subdividido em camadas, conforme demonstrado na Figura 01.

Figura 01 - Modelo representativo das zonas de um Aquífero



Fonte: ACQUASOLO, (2022)

Onde:

- **Zona de saturação** é a mais inferior, iniciando-se pela superfície do lençol freático (Nível estático), e onde a água preenche todos os poros e interstícios da formação;
- **Zona de aeração ou zona vadosa**, situada entre a superfície do lençol freático até a superfície do terreno, e sendo subdividida nas seguintes subzonas;
 - Subzona de evapotranspiração, situada entre a superfície do terreno e o extremo inferior das raízes de vegetação, com espessura variando normalmente entre 20cm e 4m.

- Subzona capilar, transição entre a zona saturada e a de aeração, situada no topo da zona saturada, com altura variável em função das forças capilares do subsolo;
- Subzona intermediária, situada entre as duas subzonas anteriores.

No tocante aos sistemas aquíferos da região de Teresina, estes estão inseridos no contexto litoestrutural da bacia sedimentar do Parnaíba que compreende em uma bacia sedimentar intracratônica com uma predominância de coberturas sedimentares da era paleozoica (542 a 251 milhões de anos atrás), embora haja também em grandes áreas, depósitos da era mesozoica (251 a 65 milhões de anos atrás), sendo estes pouco espessos (AGUIAR, 2009).

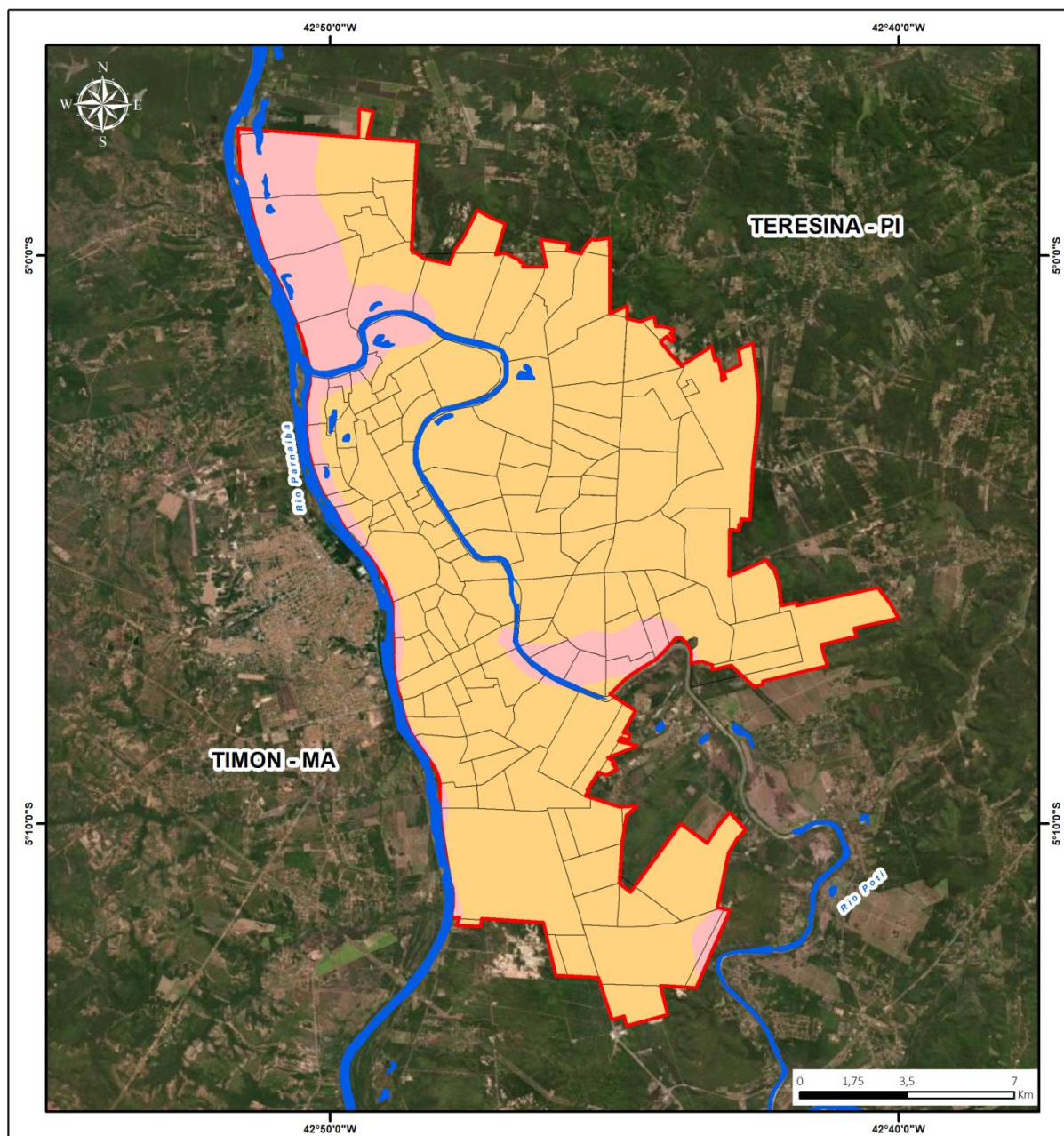
O sítio urbano da cidade está assentado em uma região que apresenta dois domínios geológicos distintos (Mapa 02) que correspondem às formações sedimentares Pedra de Fogo e Formação Piauí. Onde associado a um clima quente e sub-úmido característico de regiões tropicais de transição, em Teresina há predomínio do intemperismo químico alternado com o intemperismo mecânico sobre as rochas. Assim, os solos da região de maneira geral, são provenientes da meteorização e intemperização, dos arenitos, folhetos e siltitos, e outras rochas que formam a litologia das formações geológicas Pedra de Fogo e Piauí (ANDRADE JUNIOR, 2004).

Embora seja formado basicamente por litologias com predominância de rochas sedimentares, o sistema de aquífero Poti/Piauí ao qual Teresina se insere, é constituído pelas formações geológicas Pedra de Fogo e Piauí e apresentam características e dinâmicas hidrogeológicas distintas.

Segundo Aguiar (2004), pelas suas características litológicas com predominância de camadas argilosas e intercalações de leitos de sílex que são rochas impermeáveis, a formação Pedra de Fogo apresenta pouco potencial para a formação de vastos aquíferos.

Já a Formação Piauí por predominar arenitos cinza-claros e amarelados, com granulação fina a muito fina e localmente com aspecto lajeado, ou seja, aflorante na superfície do solo, tendo alternância de estratos mais ou menos permeáveis, tendem a favorecer a formação de aquíferos (AGUIAR, 2004).

Mesmo com regiões não propensas à formação de aquíferos, o sistema Poti-Piauí é o que tem a maior demanda por novas fontes de captação. E o município de Teresina com mais de 2.300 registros de poços, junto ao Sistema de Informação de Águas Subterrâneas - SIAGAS é o que mais solicita novos pedidos de outorga, destinados para fins agroindustriais e para consumo humano (SEMAR, 2022).



Mapa 02 - Formações Geológicas

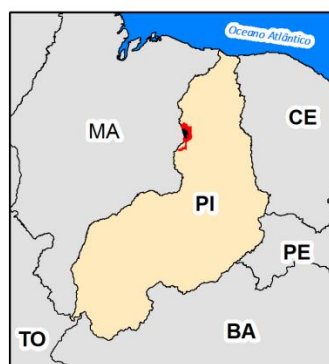
Legenda

- Perímetro Urbano
- Limites dos bairros de Teresina
- Massa D'água

Formações Geológicas

- Formação Piauí
- Formação Pedra de Fogo

Sistema de Coordenadas Geográfica
 Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Fontes: IBGE (2021); PMT (2022)
 Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho



4. DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DOS AQUIFEROS

Vulnerabilidade natural de um aquífero, segundo Ribeiro (2004) citado por Garcia, et al (2011) é entendida como uma série de atributos que dizem respeito às características pedológicas, aos parâmetros hidráulicos do aquífero e a recarga, que controlam a habilidade do mesmo de resistir a determinados contaminantes e bem como a sua capacidade de auto restauração.

Existem vários métodos para a determinação da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos a exemplo têm-se o DRASTIC, SINTACS e GOD. Em geral esses métodos tem por base a sobreposição de mapas elaborados por interpretação qualitativa de dados, indexação de parâmetros e atribuição de pesos, referentes às características hidrogeológicas da região em análise.

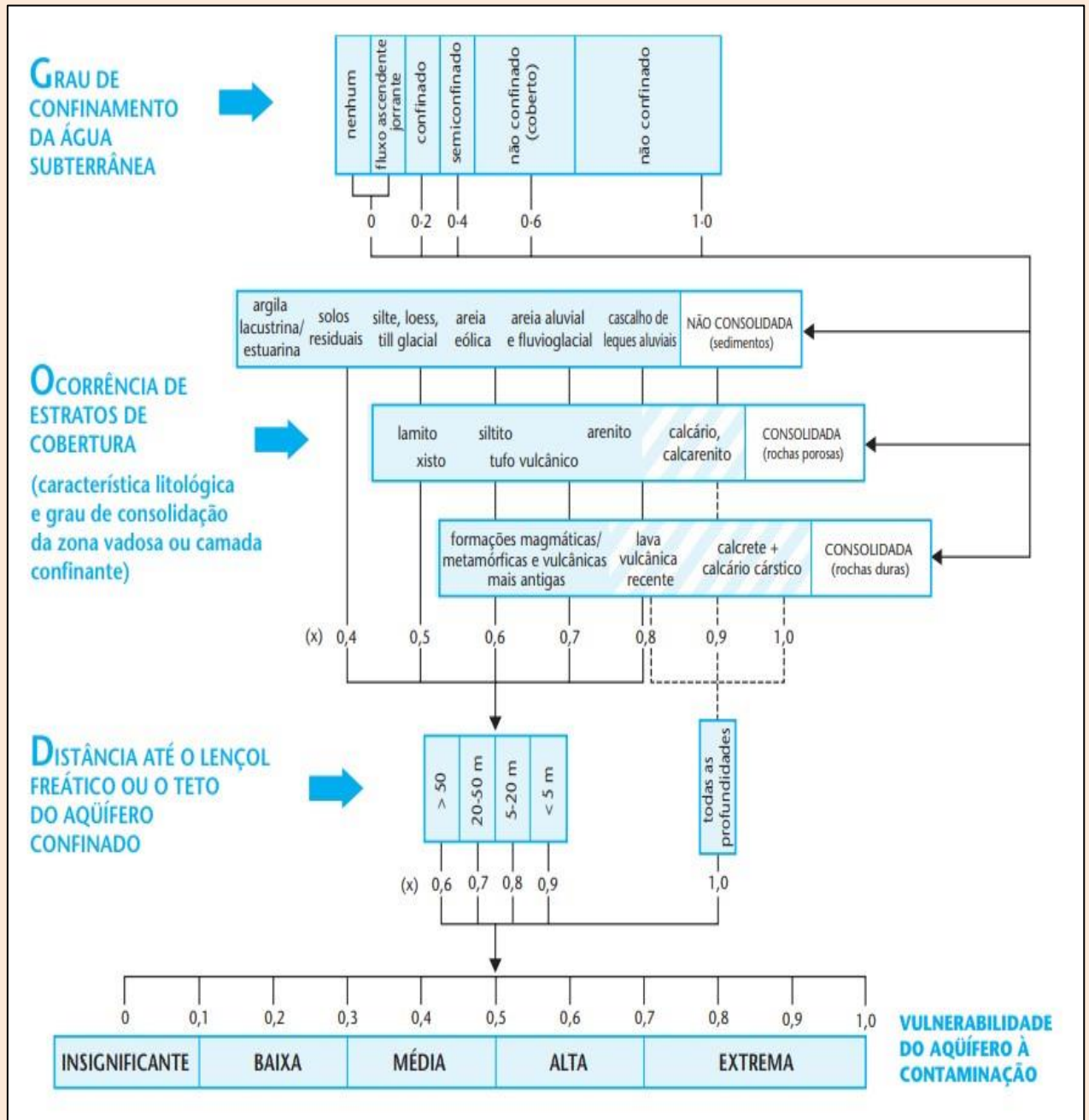
Para a determinação da vulnerabilidade natural à contaminação na cidade de Teresina, adotou-se o Método GOD desenvolvido por Foster e Hirata (1993) que é uma das técnicas de determinação de vulnerabilidade mais utilizadas devido à sua simplicidade de conceitos e implementação, uma vez que utiliza dados básicos de estudos hidrogeológicos.

Para este método, na identificação do grau de vulnerabilidade natural à contaminação é levado em consideração dois fatores básicos, que segundo Foster et al (2006) correspondem ao nível de inacessibilidade do agente contaminante na zona saturada do aquífero e a sua capacidade de atenuar este agente por parte dos estratos acima da zona saturada.

O método GOD (Figura 2) é construído com os seguintes parâmetros: **G – (Representa o Grau de Confinamento da água subterrânea)**, **O – (Ocorrência de Estratos Geológicos)** e **D – (Distância do Nível da Água Subterrânea)**. Este método aplica constantes entre 0 e 1 para cada variável e o produto entre essas três variáveis determina o índice de vulnerabilidade.

No método GOD o índice de vulnerabilidade natural à contaminação pode ser: **Insignificante** (0 a 0,1), **Baixa** (0,1 a 0,3), **Média** (0,3 a 0,5), **Alta** (0,5 a 0,7) e **Extrema** (0,7 a 1,0) (COSTA et al; 2022).

Figura 02 – Sistema GOD



Fonte : Foster et al (2006)

Por meio da interpretação dos perfis hidrogeológicos dos poços em análise e seguindo os valores numéricos estipulados para o método GOD. Para a elaboração da base do mapeamento, foram aplicadas as seguintes regras para a determinação dos parâmetros de vulnerabilidade:

- **No parâmetro G**, correspondente ao tipo de confinamento do aquífero, foi aplicado o valor de 0,2 para poços que estão inseridos em aquíferos confinados; o valor de 0,4 para poços inseridos em aquíferos semi-confinados; já para os aquíferos livres cobertos, aplica-se o valor de 0,6 e para os aquíferos livres não cobertos (aquíferos aflorantes ou rasos), aplica-se o valor de 1.
- **No parâmetro O**, referente ao tipo de litologia da zona vadosa, nas rochas não consolidadas, foram estabelecidos os valores de 0,5 para solos com predominância argilosas; 0,6 para solos com predominância de siltitos; 0,7 para solos predominantemente arenosos e 0,8 para solos com predominância de cascalhos. Já para as rochas consolidadas foram estabelecidos os valores de 0,8 para rochas de arenitos e 0,6 para rochas cristalinas (formações ígneas densas).
- **Para o parâmetro D**, referente à distância da superfície do terreno ao nível estático, embora se tenha a possibilidade de mudanças dos níveis d'água com o passar do tempo, tendo em vista que existem informações datadas na década de 60. Adotou-se os valores iguais à metodologia GOD original.

5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POÇOS POR CLASSES DE VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO

A partir da verificação e catalogação dos perfis geológicos de poços, cadastrados no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas - SIAGAS, que em seus relatórios continham as informações necessárias para a aplicação do método GOD, obteve-se 80 cadastros de poços de captação hídrica, que permitiu a determinação do mapa de vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos para a cidade de Teresina.

Neste universo amostral de 80 poços, a indexação dos pesos, conforme interpretação do perfil geológico e aplicando o método GOD, revelou os seguintes quantitativos:

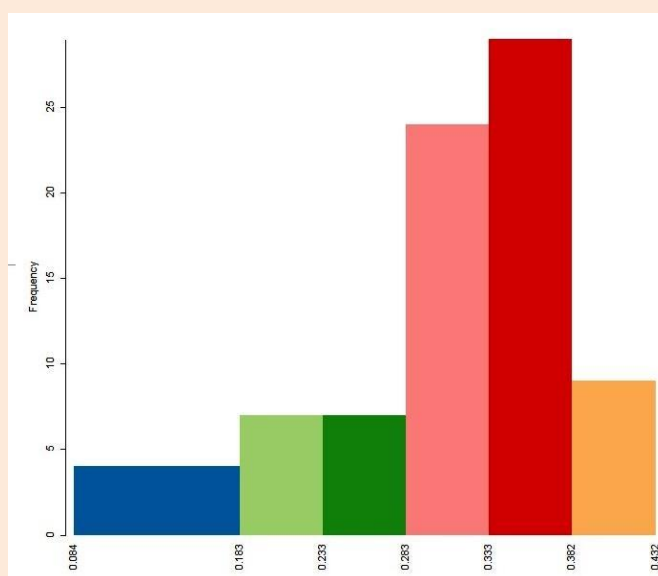
- 01 poço com grau de vulnerabilidade insignificante;
- 41 poços com grau de vulnerabilidade baixa;
- 38 poços com grau de vulnerabilidade média.

No tocante à distribuição espacial dos poços analisados (Mapa 03), estes estão presentes em todas as regiões da cidade de Teresina, porém, conforme mapa de densidade (Mapa 04), um maior adensamento é observado na região central e na região leste, e a medida que se distancia para a periferia da cidade, o adensamento é menor.

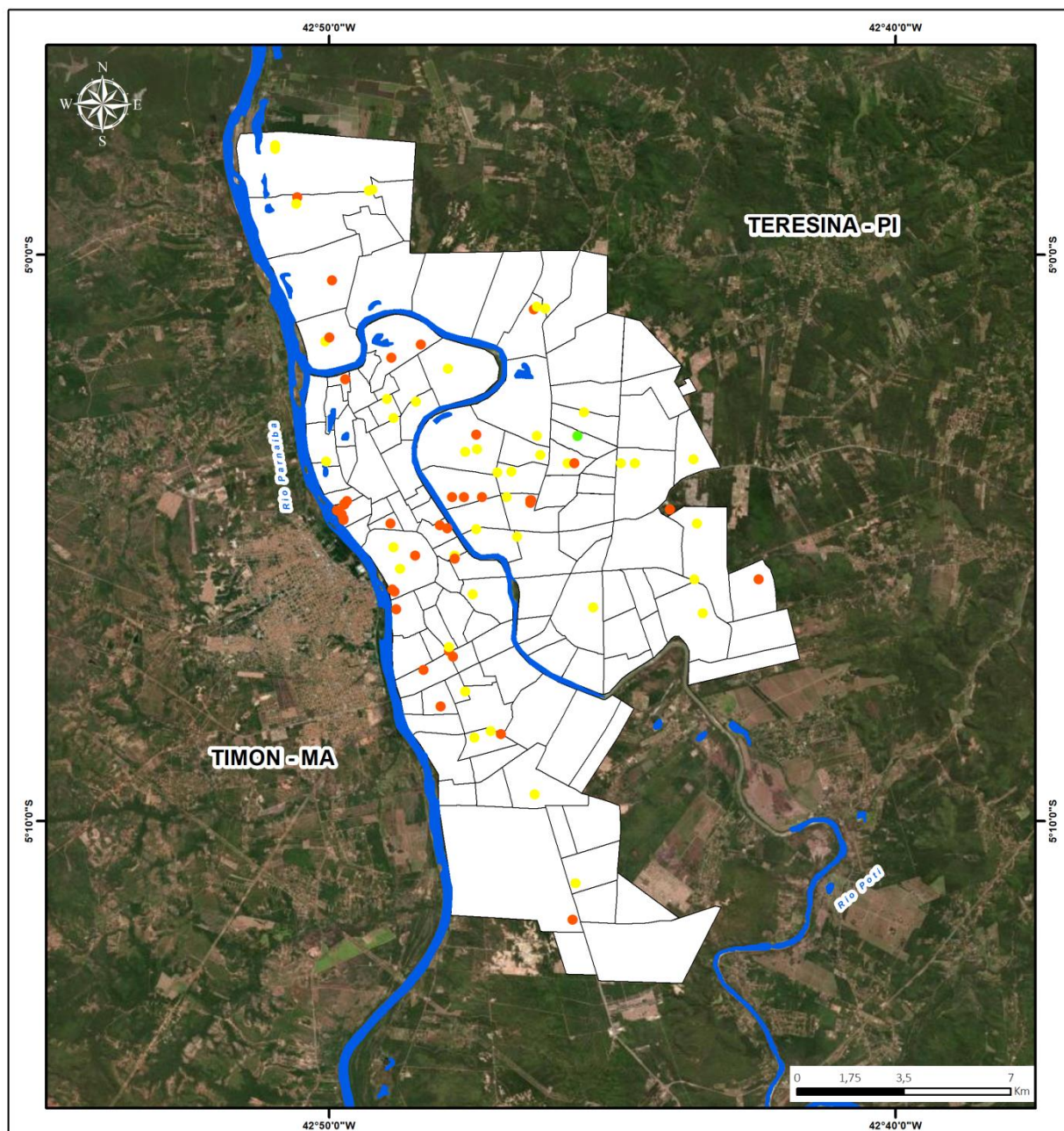
A distribuição dos valores de vulnerabilidade ao longo de um histograma (Figura 03), utilizando o *software* Geoda, revelou uma assimetria negativa, com uma distribuição indo do valor mínimo de 0,084 (vulnerabilidade desprezível) ao valor máximo de 0,432 (vulnerabilidade média)

Neste, a maior frequência dos dados obtidos estão em áreas que correspondem às classes com tendência de vulnerabilidade média.

Figura 03 - Distribuição da frequência dos valores de vulnerabilidade

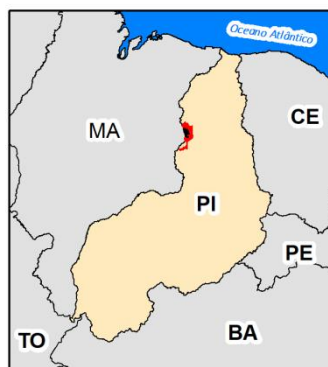


Fonte: Autores (2023)



Mapa 03 - Poços categorizados por classes de vulnerabilidade

Legenda



Massa D'água

Limites dos bairros de Teresina

Classes de Vulnerabilidade

- Insignificante
- Baixa
- Média

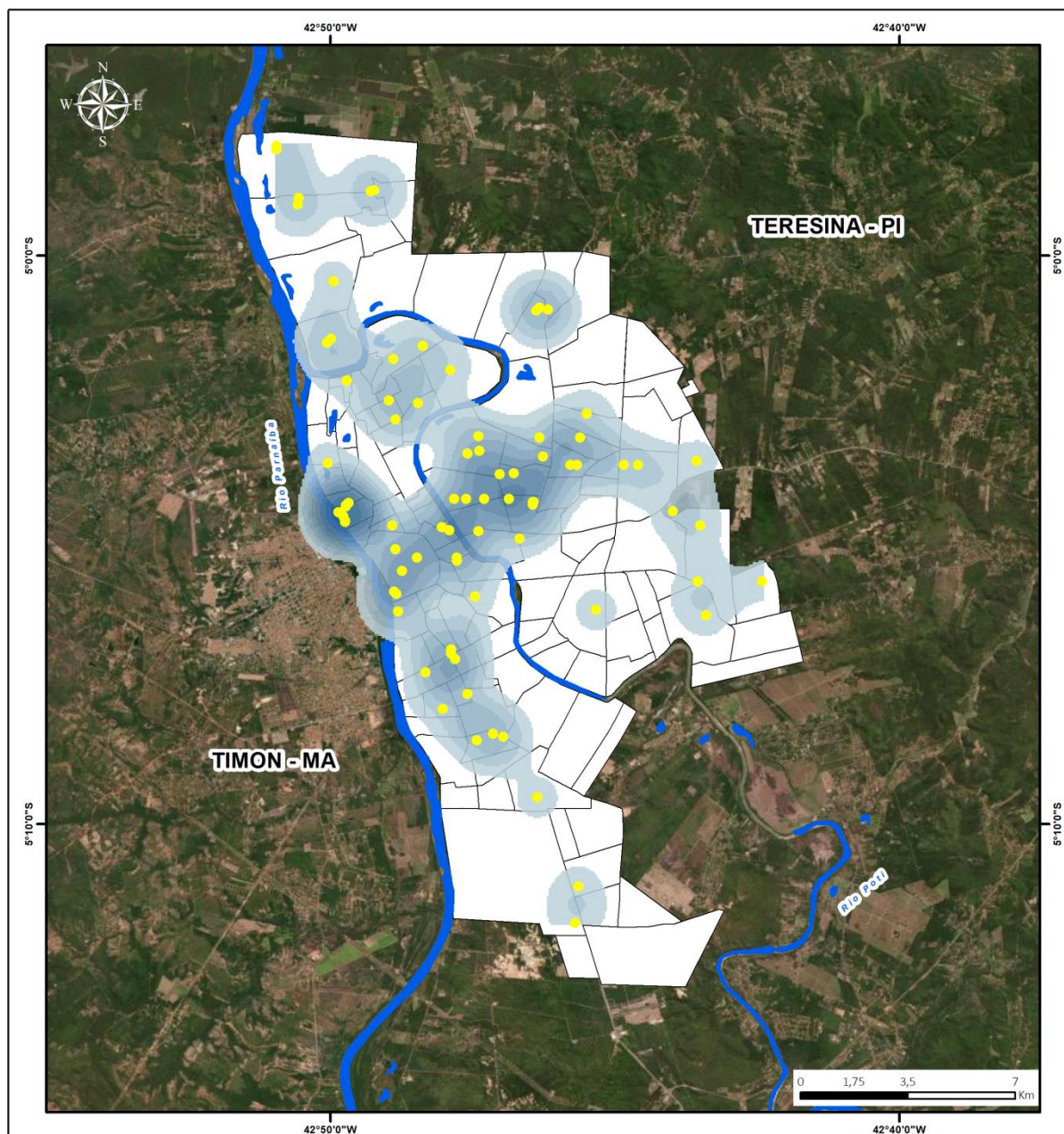
Sistema de Coordenadas Geográfica

Sistema de Referência: SIRGAS 2000

Fontes: IBGE (2021); PMT (2022);

SIAGAS (2022); ANA (2021)

Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho



Mapa 04 - Níveis de adensamento entre os poços de captação hídrica

Legenda



- Massa D'água
- Limites dos bairros de Teresina

Níveis de adensamento de Poços

- Densidade mínima entre os poços
- Densidade máxima entre os poços

Sistema de Coordenadas Geográfica
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Fontes: IBGE (2021); PMT (2022);
SIAGAS (2022); ANA (2021)

Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho

6. INTERPOLAÇÃO DOS PARÂMETROS GOD

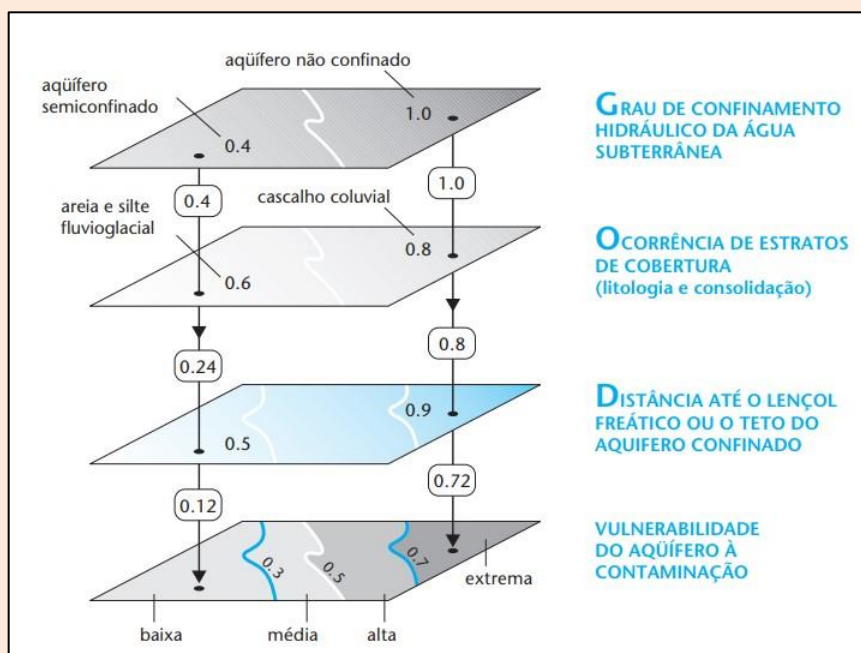
No mapeamento da Vulnerabilidade de aquíferos por meio da metodologia GOD, para cada parâmetro é elaborado um mapeamento por meio de interpolação geoestatística, utilizando-se de dados vetoriais com geometria do tipo ponto, onde associa-se à posição geográfica dos poços, valores numéricos referentes às características hidrogeológicas. Este mapeamento é desenvolvido em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG.

Para o mapeamento desses parâmetros, adotou-se como interpolador o Inverso do Quadrado da Distância (IDW) que é um modelo de inferência geoestatística e um dos mais adotados para elaborar o mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos.

Este método pressupõe que os pontos amostrais mais próximos, devem ter um maior peso do que os valores mais distantes. Portanto, cada ponto possui uma influência sobre a coordenada a ser interpolada dentro de um recorte espacial, e estes valores diminuem na medida em que a distância aumenta (AMORIM, et al 2019)

O mapeamento final da vulnerabilidade é resultante da técnica de álgebra de mapas (Figura 04), por meio de SIG, onde o produto das superfícies geoestatísticas constroem uma estrutura *raster* que cujos valores de pixel, representam o índice de vulnerabilidade da qual pertence o aquífero.

Figura 04 - Modelo esquemático da técnica de álgebra de mapas aplicada ao método GOD.



Fonte: Foster et al (2006)

7. A VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DE AQUIFEROS NA CIDADE DE TERESINA (PI)

Analisando o mapa de vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos (Mapa 05), percebe-se o predomínio da classe de baixa vulnerabilidade, que corresponde à maior parte do território da cidade de Teresina. Sendo que a região central da cidade e em bairros da região sul, adjacentes ao centro há um predomínio de valores mais altos de vulnerabilidade que aderem à classe de média vulnerabilidade.

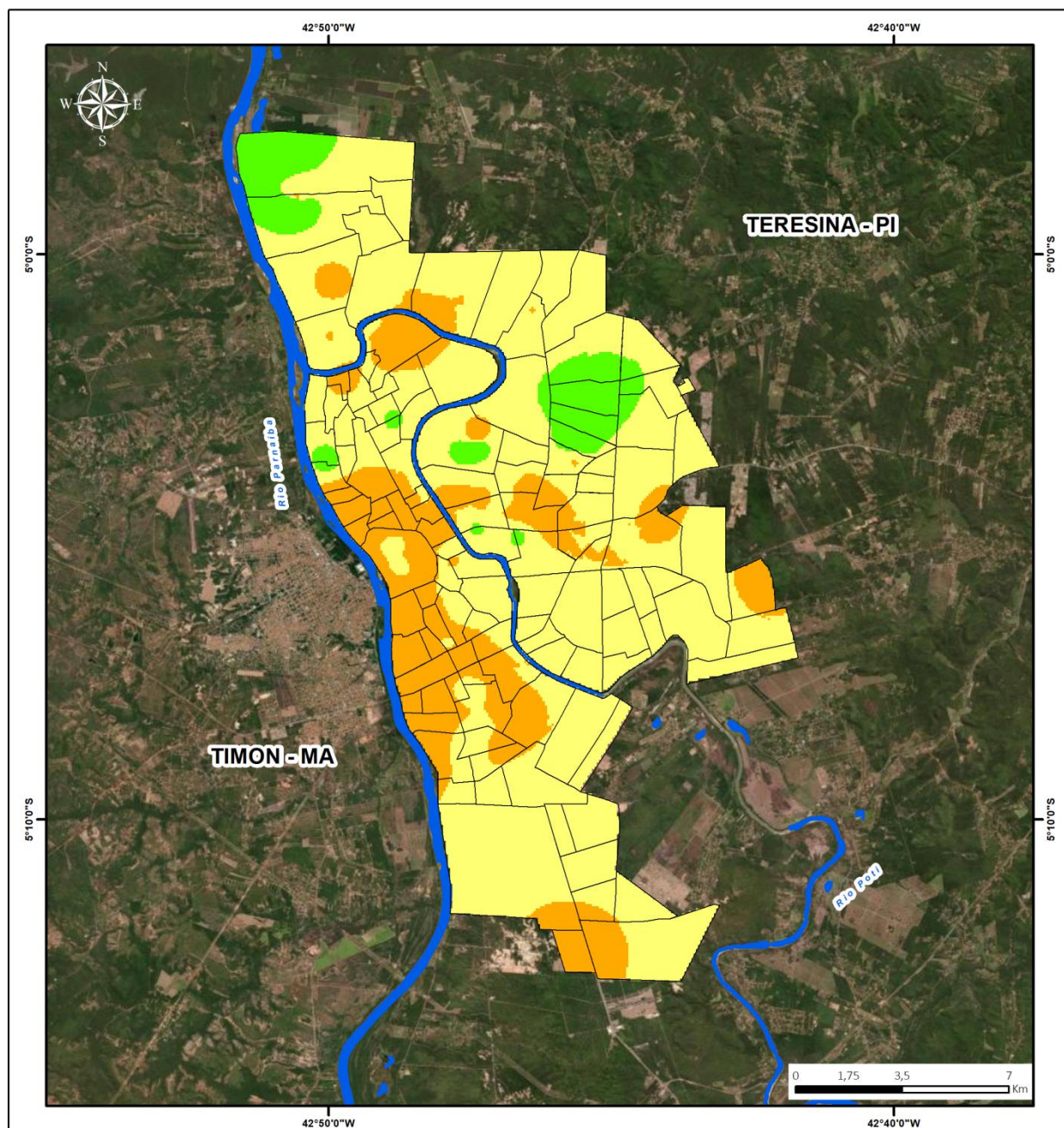
A hipótese para este predomínio é o fato destas áreas apresentarem um nível freático mais próximo à superfície, o que eleva o grau de vulnerabilidade, portanto como demonstrado no mapa (Mapa 06) referente ao parâmetro D (Distância do nível freático até a superfície), os valores maiores desse parâmetro, contribuem para a elevação do grau de vulnerabilidade.

Outra área de destaque é o extremo norte da cidade, que apresentou áreas com vulnerabilidade insignificante (Mapa 05). Sendo que a hipótese é que a baixos valores são decorrentes da ocorrência de áreas onde o aquífero possui características relativas a aquíferos semi-confinados e/ou confinados, o que diminui o grau de vulnerabilidade natural à contaminação.

Na região leste, nos bairros Morros, Porto do Centro, Satélite e Samapi é representada outra área com vulnerabilidade de classe insignificante. E é também nesta região que se encontra o único poço com informações hidrogeológicas que ao aplicar o método GOD, obteve-se um grau de vulnerabilidade insignificante. Para esta região a hipótese é que esses valores estão associados a áreas onde o nível freático está mais distante da superfície (Parâmetro D), o que diminui o grau de vulnerabilidade. Outro componente que contribui para um grau de vulnerabilidade insignificante é a presença de regiões do aquífero com comportamento hidrológico de aquíferos semi-confinados e/ou confinados (Parâmetro G).

O parâmetro G (Grau de Confinamento da água subterrânea) e o Parâmetro O (Ocorrência de Estratos Geológicos) de maneira geral apresentaram uma distribuição espacial homogênea (Mapa 06), pois para a escala adotada (Limite dos bairros) estes componentes sofrem poucas alterações. Sendo que nestes parâmetros as regiões com valores de vulnerabilidade discrepantes da média, configuram-se em agrupamentos isolados (clusters).

É preciso considerar que devido ao interpolador IWD ser um interpolador determinístico de carácter local, esses *clusters* apresentam uma espacialização mais concêntrica, que é ressaltada, quando se tem um baixo quantitativo de amostras e baixa distribuição espacial, no espaço geográfico em análise. Vale ressaltar que o mapeamento da vulnerabilidade, como bem é argumentado em Foster et al (2006), destina-se a fornecer uma estrutura geral, que embora seja reducionista, possa basear as políticas de proteção das águas subterrâneas.



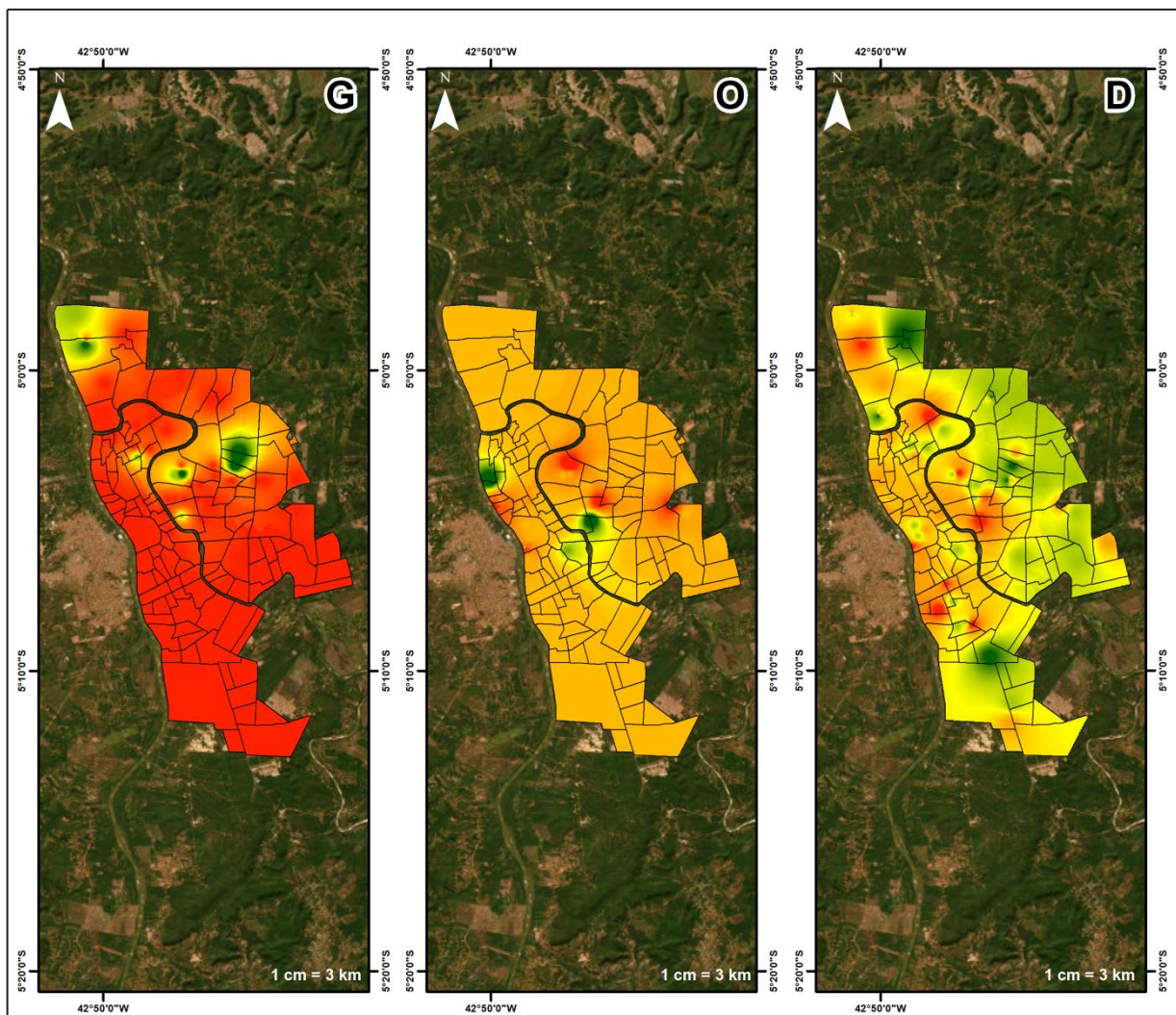
Mapa 05 - Classes de Vulnerabilidade Natural à Contaminação

Legenda



- Massa D'água
 - Limites dos bairros de Teresina
- Classes de Vulnerabilidade**
- Insignificante
 - Baixa
 - Média

Sistema de Coordenadas Geográfica
 Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Fontes: IBGE (2021); PMT (2022); ANA (2021)
 Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho



Mapa 06 - Parâmetros GOD de Vulnerabilidade

Legenda



Limites dos bairros de Teresina

Níveis de Vulnerabilidade GOD

Valor Máximo de Vulnerabilidade

Valor Mínimo de Vulnerabilidade

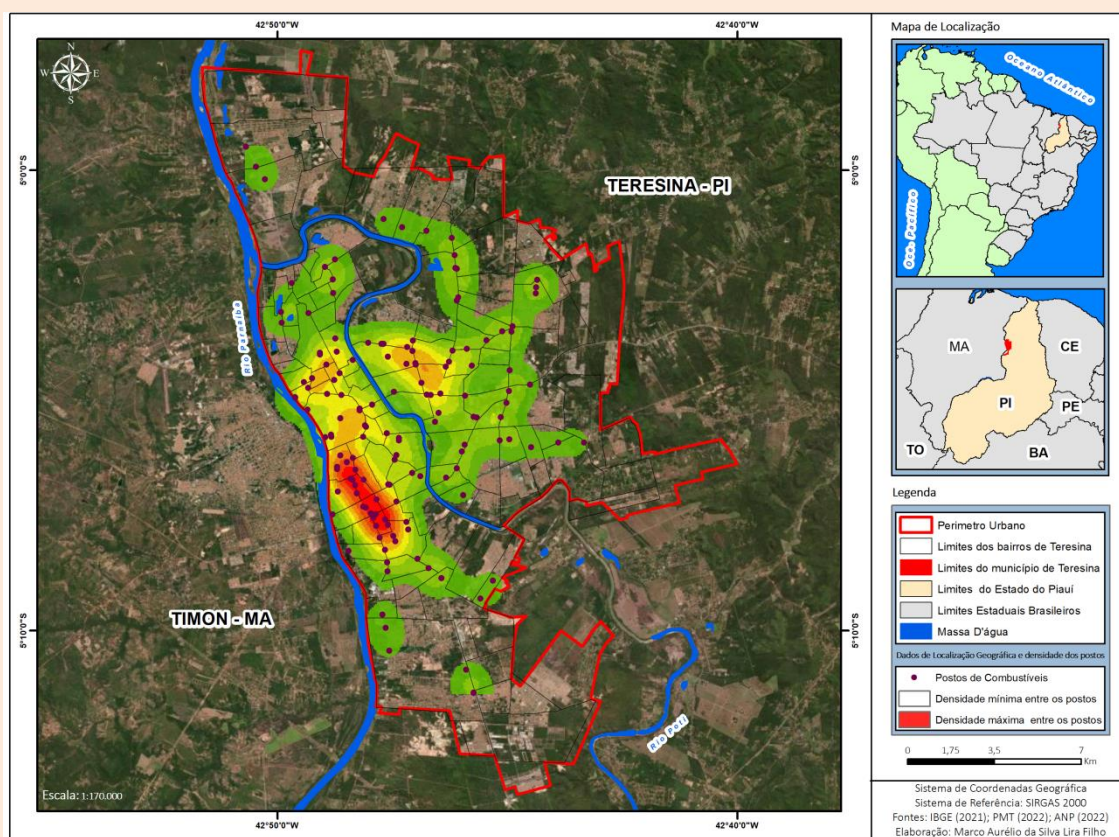
Sistema de Coordenadas Geográfica
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Fontes: IBGE (2021); PMT (2022)
Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho

8. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA (PI)

A partir da geocodificação por meio do Google Earth Pro, dos endereços disponíveis na tabela da Agência Nacional de Petróleo – ANP, obteve-se um quantitativo de 152 postos de revenda de combustíveis derivados de petróleo na cidade de Teresina.

No tocante à distribuição espacial dos postos de combustíveis, estes estão presentes em todas as regiões de Teresina e conforme o mapa de densidade (Mapa 07) são observados padrões espaciais retilíneos que representam um maior adensamento ao longo das principais vias da cidade, sobretudo na região central e áreas da zona leste e sul mais adjacentes ao centro.

Mapa 07 - Mapa de adensamento dos postos de combustíveis em Teresina - PI



Fonte: Autores (2023)

9. IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS EM TERESINA (PI)

Identificar e categorizar as diversas fontes de poluição e o seu comportamento é algo imprescindível para subsidiar qualquer ação ou estratégia de gestão ambiental em aquíferos. Porém, a realidade que se apresenta é a baixa quantidade de informações catalogadas e georreferenciadas, de potenciais atividades poluidoras sobre um espaço geográfico.

Neste sentido, um sistema de identificação e categorização de uma carga contaminante se faz necessário e este deve possibilitar trabalhar com parâmetros fáceis de serem estimados e modelados cartograficamente.

O sistema POSH (*pollutant origin, surcharge hydraulically*) desenvolvido por Foster, cumpre os requisitos, pois caracteriza e estima o potencial de contaminação a partir da interação de dois parâmetros, que baseiam-se na origem do poluente e na sobrecarga hidráulica capaz de transportar os contaminantes para o aquífero (FOSTER et al, 2006).

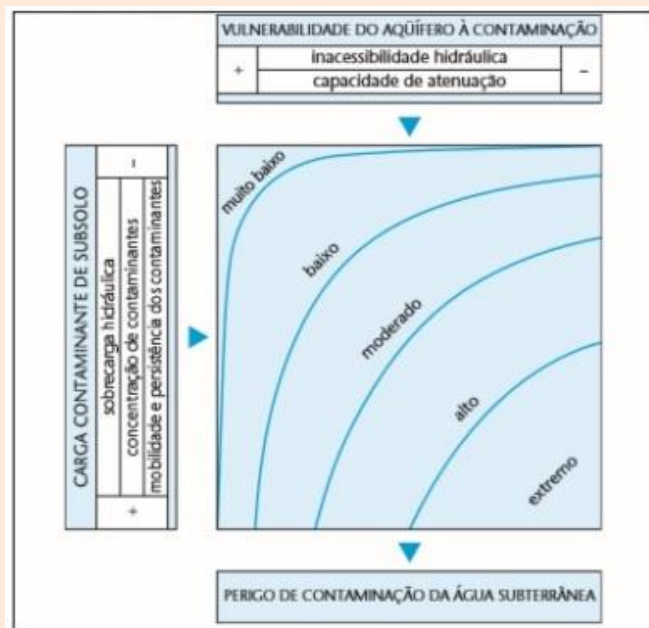
A avaliação do Perigo de contaminação de aquíferos no sistema POSH é executada considerando a interação de dois fatores, descritos por Foster et al (2006) como sendo:

- a vulnerabilidade natural à contaminação de um aquífero, que é decorrente das suas características inatas.
- e a presença de carga contaminante decorrentes de atividades antrópicas que tenham potencial de degradação de um aquífero.

A identificação do perigo de contaminação pelo método POSH deve levar em consideração as características inatas do aquífero referentes à sua inacessibilidade e capacidade de atenuação do contaminante, caso venha a contaminar a superfície ou subsuperfície acima do aquífero (MADROÑERO, 2022).

O cruzamento entre esses dois fatores revela o grau do perigo de contaminação de um aquífero frente a um determinado agente contaminante. Sendo este grau de perigo categorizado em muito baixo, baixo, moderado, alto e extremo, conforme esquematizado na Figura 05.

Figura 05 - Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea



Fonte: Foster et al (2006)

O cruzamento desses parâmetros que permitem identificar o perigo de contaminação das águas subterrâneas é feito a partir de uma matriz (Figura 06). Onde nesta matriz é medido o nível de prioridade para ações de controle e mitigação de impactos ambientais decorrentes de uma potencial carga contaminante.

Figura 06 - Matriz de perigo de Contaminação de Aquíferos

		ZONAS DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO À CONTAMINAÇÃO*		
		baixa	média	alta
CARGA CONTAMINANTE POTENCIAL	reduzida	3	3	2
	moderada	2	2	1
	elevada	2	1	1

NÍVEL DE PRIORIDADE		
1 = alto	2 = médio	3 = baixo

* Número de zonas/áreas reduzidas para simplificar a representação.

Fonte: Adaptado de Foster et al (2006)

Conforme a categorização do sistema POSH, os postos de combustíveis enquadram-se em fontes de contaminação pontuais com potencial gerador de carga contaminante no subsolo em nível moderado. Portanto, a presença de postos de combustíveis em áreas de baixa a média vulnerabilidade, os tornaram inseridos na categoria de perigo médio, já para os postos sobre áreas do aquífero com alta a extrema vulnerabilidade natural à contaminação, terão níveis mais altos de perigo de contaminação (FOSTER et al, 2006).

Considerando o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos na cidade de Teresina (MAPA 5) e o Sistema POSH de classificação de fontes pontuais de carga contaminante, para este atlas considerou a seguinte chave de interpretação e mapeamento (Quadro 01) para a identificação do perigo de contaminação do aquífero por postos de combustíveis na cidade de Teresina.

Quadro 01 - Chave de interpretação e mapeamento do Perigo de contaminação de aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - Piauí

Chave de Interpretação e Mapeamento	
Classes de Vulnerabilidade	Níveis de Perigo
Insignificante	Baixo
Baixo	Moderado
Médio	Alto

Fonte: Autores (2023)

A partir do cruzamento da localização espacial dos postos em análise com o mapa de vulnerabilidade natural à contaminação, obteve-se os seguintes quantitativos relativos ao nível de perigo (Quadro 02) para cada posto de combustíveis:

Quadro 02 - Quantitativo de Postos de Combustíveis em relação ao perigo de contaminação de aquíferos

Níveis de Perigo	Quantitativo
Baixo	06 (3,9%)
Moderado	78 (51,32%)
Alto	65 (42,76%)

Fonte: Autores (2023)

10. MAPA DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE TERESINA (PI)

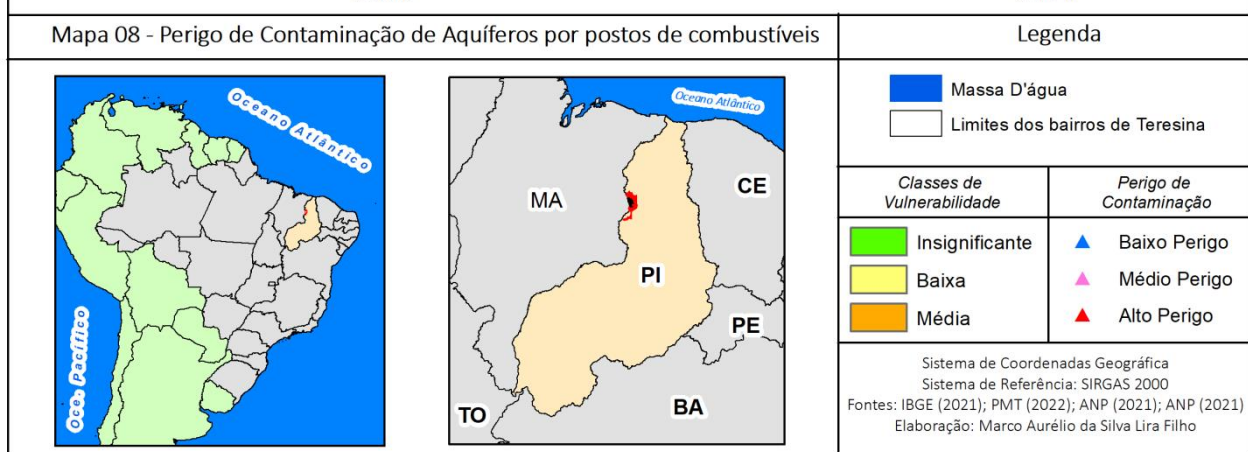
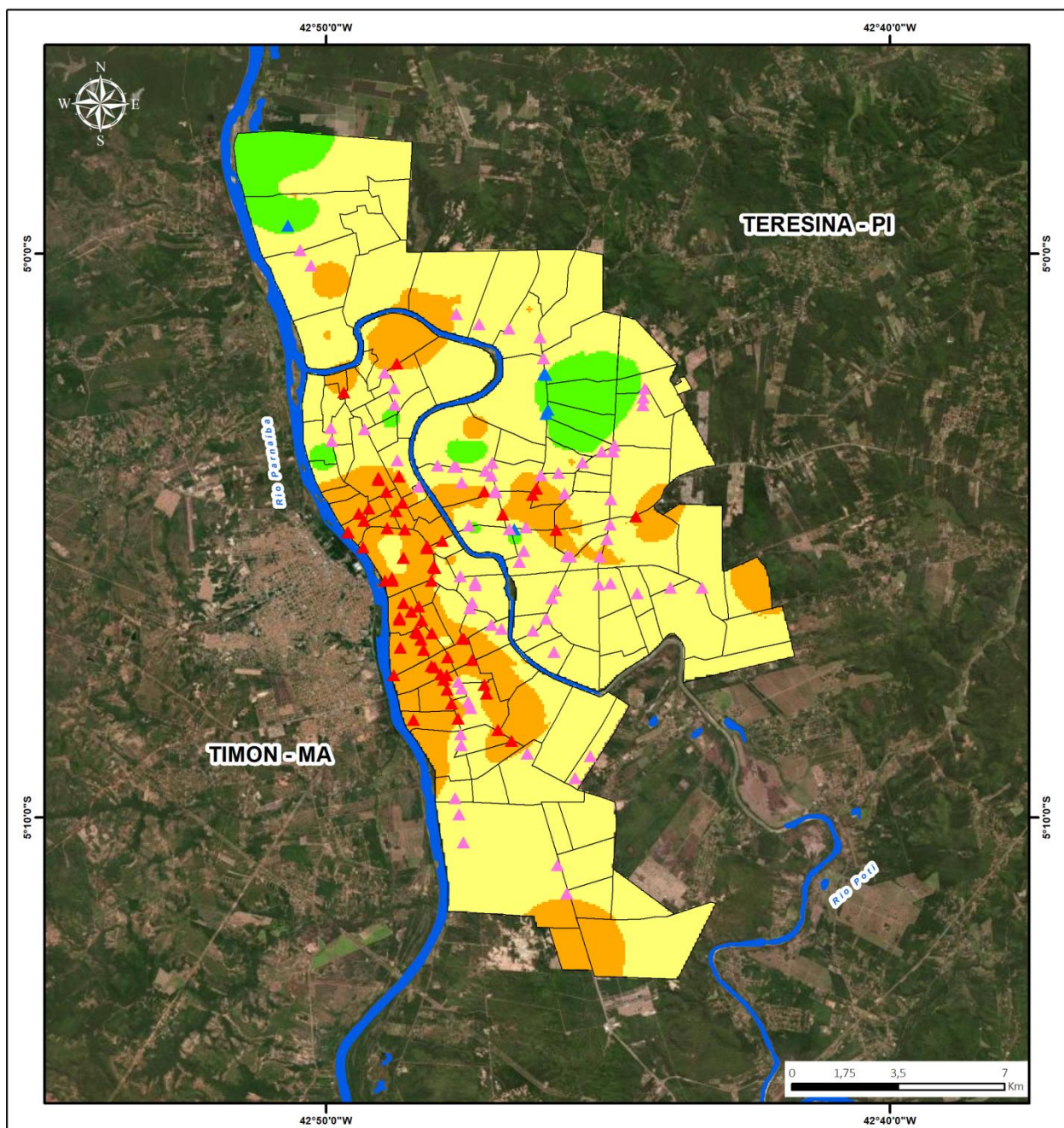
Analisando o Mapa do Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina (Mapa 08) elaborado a partir do cruzamento da localização espacial dos postos em análise com o mapa de vulnerabilidade natural à contaminação é possível inferir que de maneira geral, a um maior quantitativo de postos com médio perigo de contaminação e estes se distribuem espacialmente em todas as regiões da cidade.

Este nível de perigo é definido por estes postos estarem inseridos em regiões de aquíferos com baixa vulnerabilidade natural à contaminação. Segundo Fortes et al (2006) estas regiões são mais vulneráveis a contaminantes que permanecem por um longo período de tempo e desde que sejam amplamente lançados e lixiviados para o aquífero de forma constante.

Os postos com menor potencial poluidor estão inseridos nas regiões em que a vulnerabilidade natural à contaminação é insignificante. Para estas regiões, os postos apresentam perigo baixo, por estarem inseridos sobre mananciais que tem características hidrogeológicas associadas a aquíferos confinados ou semiconfinados, o que inviabiliza ou diminuem o fluxo hídrico vertical (Percolação e Infiltração) logo, diminuem o perigo de contaminação.

A associação de uma classe de vulnerabilidade natural média, para o aquífero, e a presença de uma grande concentração de postos de combustíveis, na região central e bairros da região sul adjacentes, tornam estas áreas como de alta prioridade para a proteção dos mananciais subterrâneos.

Nesta área prioritária, recomenda-se fiscalizações mais regulares para averiguar a integridade dos tanques de armazenamento, possibilitando detectar fugas de material contaminante para a superfície e subsuperfície. A identificação de eventuais fugas de combustíveis em postos nessa região é de grande importância, pois conforme Foster et al (2006), as áreas de um aquífero com vulnerabilidade natural média são mais vulneráveis a contaminantes que são continuamente lançados ou lixiviados para o aquífero.



11. VIDA ÚTIL DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

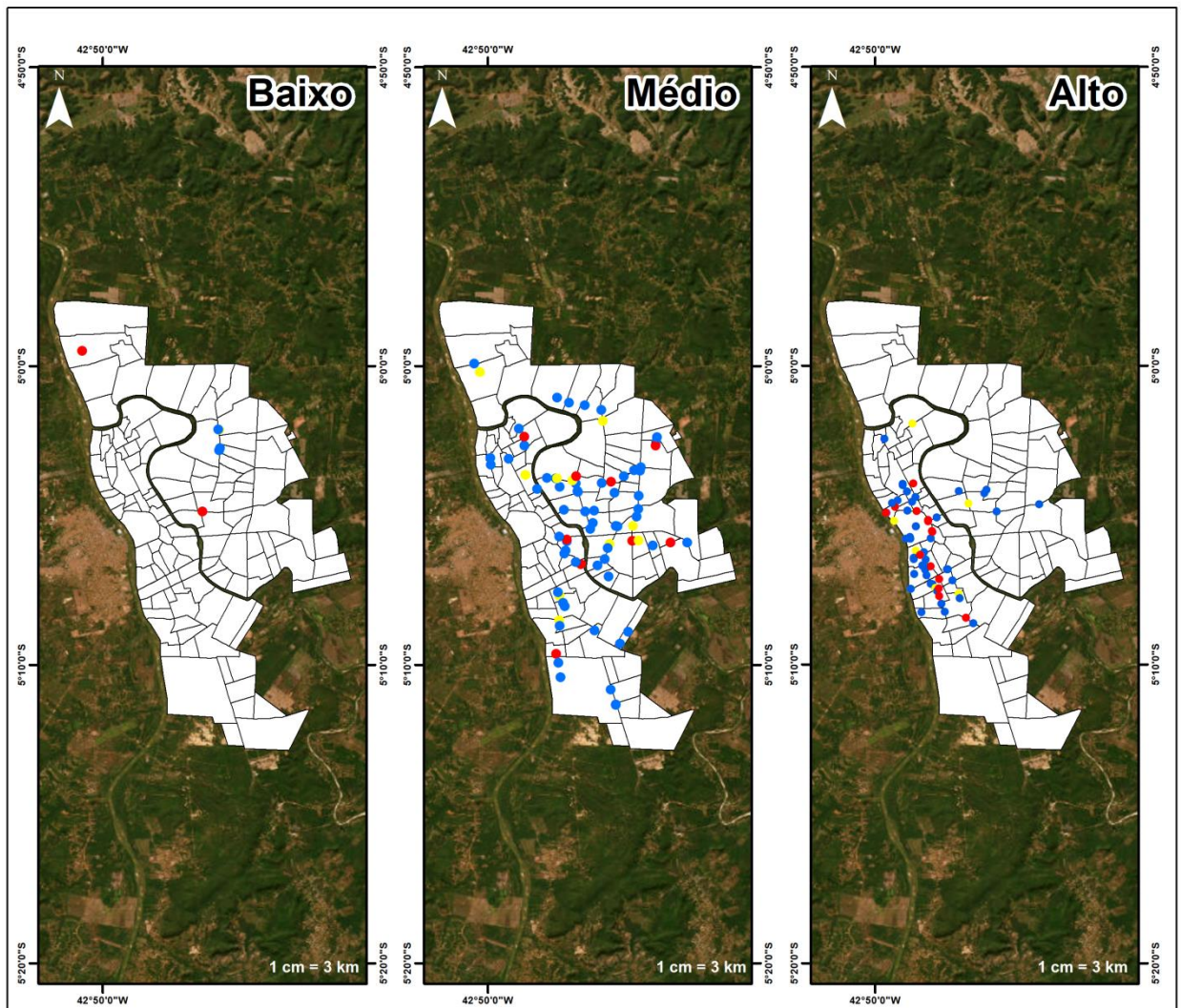
Uma variável a se considerar, e que dá subsídio a ações de monitoramento e fiscalização é identificar a vida útil do tanque de armazenamento. Esta vida útil depende de diversos fatores sendo os principais: a qualidade do material do tanque, as condições de armazenamento, a frequência de uso e a qualidade do combustível armazenado. Em geral, um tanque de combustível feito de aço pode durar de 15 a 25 anos se mantido corretamente (LOPES ; SOUZA, 2021).

Uma vez armazenado inadequadamente ou já fora de uso, estes tanques podem se tornar em um grande agente poluidor do solo e da água subterrânea, prejudicando o meio ambiente e afetando a saúde humana. Por isso, é crucial realizar inspeções regulares e manutenções preventivas para garantir a integridade do tanque e prevenir vazamentos.

É também na região central e em bairros da região sul mais adjacente ao centro, que esta a maior concentração de postos com a vida útil mais próxima do fim, e que estando sobre áreas com uma maior vulnerabilidade natural à contaminação, reforça a necessidade de uma maior atenção para o perigo de contaminação.

Considerando a data de implantação do posto de combustível, segundo a tabela da ANP com referência para o ano de 2021, o Mapa 09 apresenta a localização dos postos de combustíveis segmentados pelo nível de perigo de contaminação.

Na região central foram identificados 15 postos com alto perigo de contaminação, com vida útil entre 16 a 22 anos, sendo localizados em áreas onde o aquífero é mais vulnerável.



Mapa 09 - Postos segmentados pelo ano de implantação e Perigo

Legenda



Limites dos bairros de Teresina

Ano de implementação do posto de combustível

- 2001 - 2007
- 2008 - 2014
- 2015 - 2021

Sistema de Coordenadas Geográfica
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Fontes: IBGE (2021); PMT (2022); ANP (2021)
Elaboração: Marco Aurélio da Silva Lira Filho

12. CONTRIBUIÇÕES PARA A FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS EM TERESINA (PI)

No intuito de tornar mais eficiente as ações de monitoramento e fiscalização nos postos de combustíveis, em Alves et al (2019), Peruzzo (2020) e Gomes (2022) são encontradas orientações que podem ser implementadas em Teresina, e essas incluem:

- Verificar se o posto de combustível está cumprindo as regulamentações locais, estaduais e federais relacionadas ao armazenamento e distribuição de combustíveis.
- Realizar inspeções periódicas do sistema de armazenamento, incluindo os tanques de combustíveis, tubulações, válvulas, bombas e medidores, para verificar se estão em boas condições e funcionando corretamente.
- Monitorar a qualidade do combustível vendido, verificando se está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.
- Verificar se os funcionários estão treinados em segurança, procedimentos de emergência e manuseio de combustíveis para garantir a segurança deles e do meio ambiente.
- Manter registros precisos e atualizados de todas as inspeções, manutenções e reparos realizados no sistema de armazenamento de combustíveis.

Uma fiscalização e monitoramento adequado são importantes para garantir a segurança do local, dos funcionários e da comunidade, além de assegurar a qualidade e a eficiência do sistema de armazenamento e distribuição de combustíveis, evitando que ocorra a contaminação dos aquíferos.

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação de aquíferos por postos de combustíveis é uma preocupação ambiental importante, já que pode afetar a qualidade da água subterrânea que é utilizada para consumo humano, industrial e agrícola.

Sendo o tanque de combustível um potencial agente poluidor dos aquíferos, haja vista que é um componente mecânico passível de falhas, as entidades públicas e o setor privado devem adotar medidas e estratégias que evitem ou reduzam os efeitos nocivos de eventuais impactos ambientais em um aquífero.

Neste sentido, a base de dados construída nesta pesquisa e sendo de natureza geográfica, representa um importante subsídio, mesmo que de caráter inicial, para direcionar as melhores práticas e estratégias para fins de monitoramento e fiscalização a serem desenvolvidas na cidade de Teresina.

Este atlas, e a base de dados geográfico, disponível neste [LINK](#) é parte integrante do relatório técnico acadêmico **“Análise da Vulnerabilidade Natural e do Perigo de Contaminação de Aquíferos por postos de combustíveis na cidade de Teresina - PI”**, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Análise e Planejamento Espacial no âmbito do MAPEPROF – IFPI.

REFERÊNCIAS

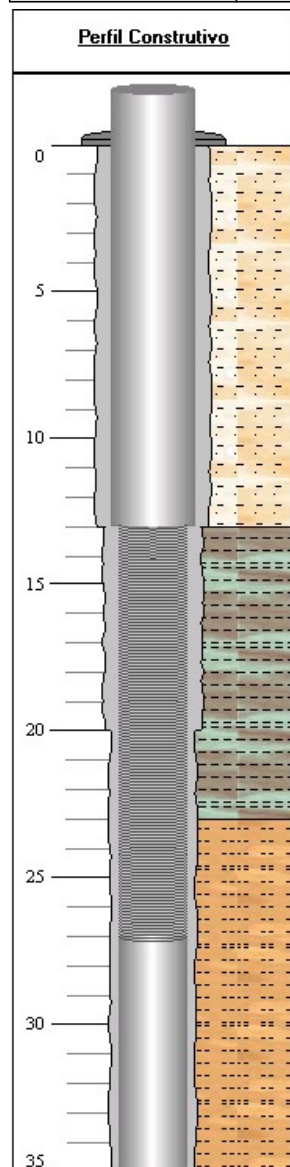
- ABAS, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Águas subterrâneas, o que são?** Disponível em: <<https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>> Acesso em: 24. Agosto. 2022
- ACQUASOLO, **Soluções técnicas em águas, perfilagem ótica, reabilitação de poços e sistemas, outorga da água, monitoramento e tratamento da água**< <https://acquasolo.com.br/>> Acesso em 10. mai 2022.
- AGUIAR, Robério Bôto de; GOMES, José Roberto de Carvalho. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí:** diagnóstico do município de Picos. CPRM, 2004.
- ALVES, Adjane Brito et al. **Verificação da eficiência e da eficácia do conjunto de métodos preventivos à contaminação em postos de combustíveis na cidade de São Paulo:** uma contribuição à gestão de cidades. 2019.
- AMORIM, Jackson Freitas et al. Avaliação do inverse distance weighting para estimar a precipitação na Mesorregião Agreste do Estado de Pernambuco, Brasil. **Sigmae**, v. 8, n. 2, p. 340-347, 2019.
- ANDRADE JÚNIOR, Aderson Soares et al. **Atlas climatológico do Estado do Piauí.** 2004.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Preços de Revenda e de Distribuição de Combustíveis — Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.** Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/distribuicao-e-revenda/revendedor/consulta-posto-web> > Acesso em: 24. Agosto. 2022
- COSTA, Maíra Sampaio; GOMES, Maria da Conceição Rabelo; DE MORAIS NASCIMENTO, Sérgio Augusto. Vulnerabilidade de aquíferos à poluição: uma revisão metodológica. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 8, n. 1, p. 60-76, 2022.
- FOSTER, Stephen et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais.** The World Bank, 2006.
- GARCIA, Antonio Jorge Vasconcellos et al. Vulnerabilidade Natural à Contaminação de Aquíferos da Subbacia do rio Siriri, Sergipe. São Paulo: **Águas Subterrâneas**. v.25, n.1, p.91-102, 2011.
- GOMES, Rebeca Araujo et al. **Análise das diretrizes e legislação para avaliação de impacto ambiental de postos de combustível em ambiente urbano.** 2022.
- IBGE. **Cidades do Piauí. 2022.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>: Acesso em 2. mar. 2022
- LOPES, Elaine; DE SOUZA, Viviane Fernandes. Análise Ambiental Das Remoções de Tanques Em Postos De Combustíveis: Estudo De Caso Dos Municípios De Abrangência Do IAT/ERLON Londrina-PR. **Revista De Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2021.
- MADROÑERO, Felix David Rivera. **Potencial risco à poluição antropogênica no sistema aquífero Dunas/Barreiras da região metropolitana de Natal.** 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- PERUZZO, Taiana Granzotto. **NR20-segurança e saúde no trabalho com combustíveis e inflamáveis: estudo de caso aplicado em posto de combustível.** Engenharia Segurança do Trabalho-Florianópolis, 2020.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

ANEXOS

Poço: 2200032658	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA VII
------------------	---------	----------------------	--------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0008-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA VII
UTM (Norte/Sul) :	9436023
UTM (Leste/Oeste) :	742270
Latitude (GMMSS) :	050555
Longitude (GMMSS) :	424853
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
20/10/1973	0.00	38.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	13.00	16	406.4000
13.00	20.00	14	355.6000
20.00	35.00	12	304.8000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	13.00	Aço galvanizado com rosca e luva	12	304.8000
27.00	35.00	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
13.00	27.00	Espiralado perfil redondo galvan.	10	254.0000	

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		7	177.8000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	38.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

13.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

13.00

35.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

13

Litologia:

Arenito argiloso

Descrição Litológica:

ARENITO ARGILOSO ARGILA CINZA COM AREIA E SEIXOS NA BASE

13

23

Argilito

ARENITO CINZA A BRANCO FINO A MEDIO COM INTERCALACOES DE ARENITOS

23

35

Siltito

SILTITO CINZA E ROXO ARGILOSO E FOLHELHO CINZA OU ROXO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

20/10/1973

Surgência:

N

Nível Estático (m):

4.80

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

13.44

Vazão Específica (m3/h/m):

20.72

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

179

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

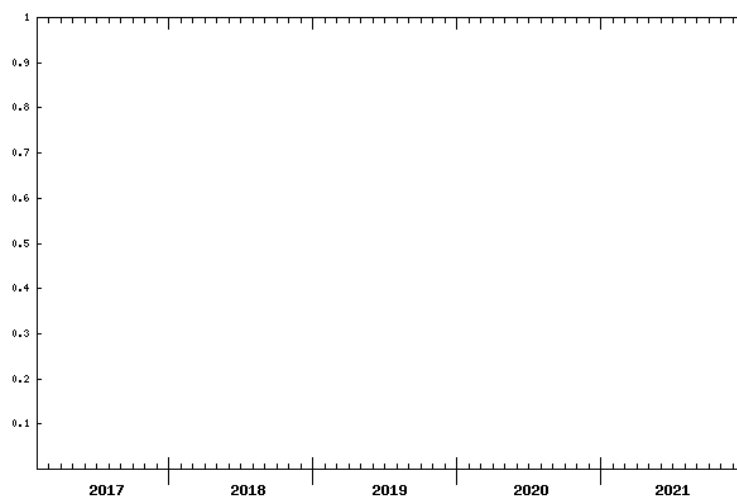
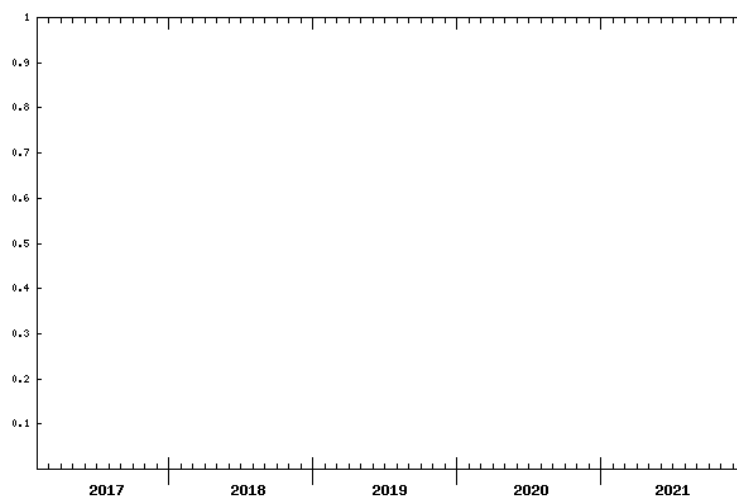
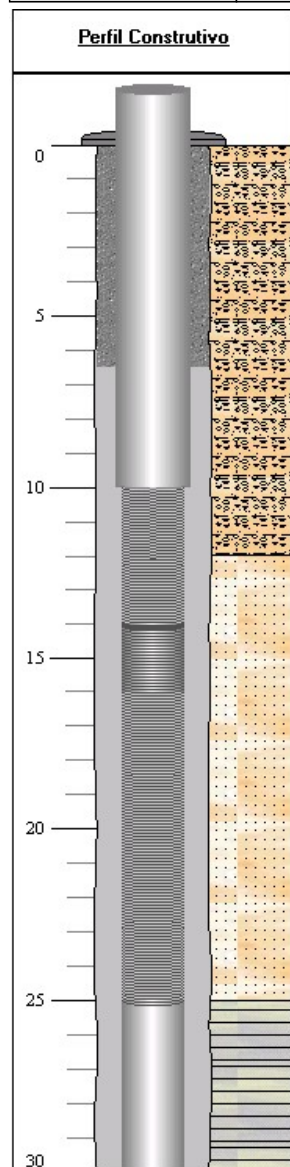


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032659	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO PIRAJA
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0009-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO PIRAJA
UTM (Norte/Sul) :	9438603
UTM (Leste/Oeste) :	751338
Latitude (GMMSS) :	050430
Longitude (GMMSS) :	424359
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
03/11/1973	0.00	30.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	18	457.2000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	10.00	Aço galvanizado com rosca e luva	12	304.8000
14.00	16.00	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000
25.00	30.00	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
10.00	14.00	Nold galvanizado	10	254.0000	0.50
14.00	25.00	Nold galvanizado	10	254.0000	0.50

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	6.50	Cimentação
6.50	30.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	12	304.8000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	30.00

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

12.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

12.00

30.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

12

Litologia:

Areia conglomerática argilosa

Descrição Litológica:

AREIAS ARGILAS E CASCALHOSCOM SEIXOS DE SILEXITO

12

25

Arenito fino

ARENITO CREME E/OU BRANCO FINO A MEDIO C/LEITOS GROSSEIROS E MAT. CAULINICA

25

30

Folhelho

FOLHELHO ROXO CONTENDO LEITOS DE ARENITO ROSEO E SILEXITO PSOLITICO

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Poroso

Topo (m):

Base (m):

Captação:

SIMULTÂNEA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:

Surgência:

N

Nível Estático (m):

6.10

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

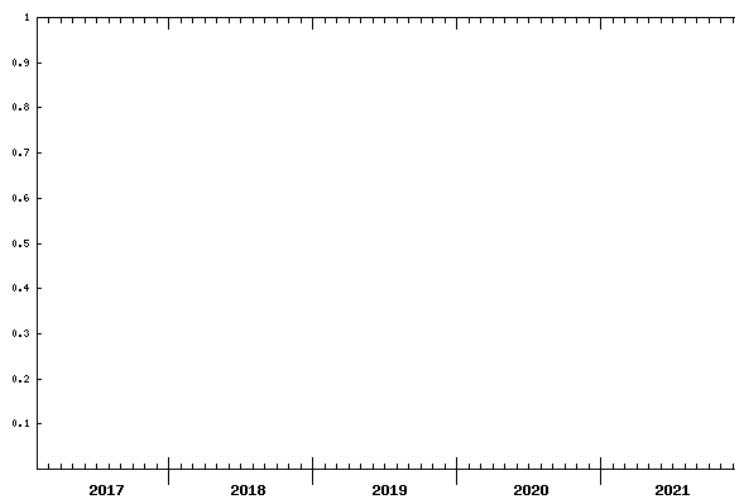
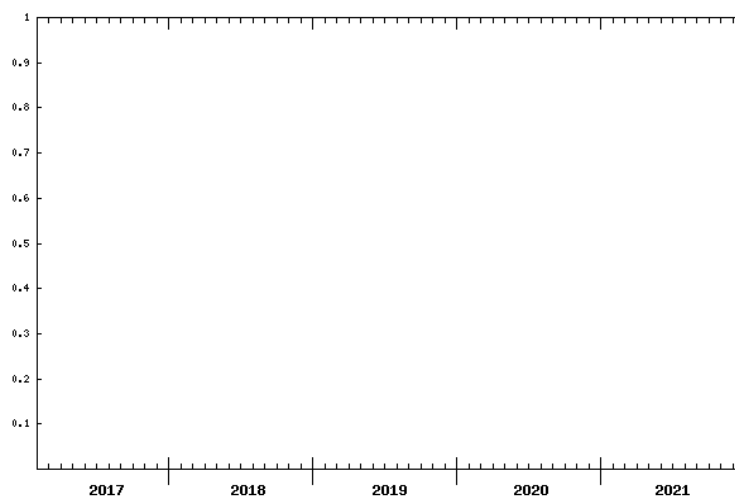
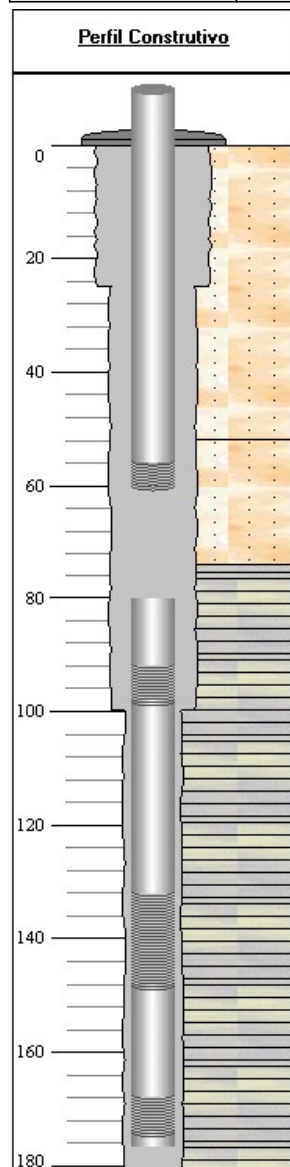


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032660	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO PARQUE PIAUI
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0010-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO PARQUE PIAUI
UTM (Norte/Sul) :	9432696
UTM (Leste/Oeste) :	744631
Latitude (GMMSS) :	050743
Longitude (GMMSS) :	424736
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
22/12/1973	0.00	181.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	25.00	16	406.4000
25.00	100.00	12	304.8000
100.00	181.00	8	203.2000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	56.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
80.00	92.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
98.00	132.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
148.00	168.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
174.00	177.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
56.00	60.00	Nold galvanizado	6	152.4000	0.50
92.00	98.00	Nold galvanizado	6	152.4000	0.50
132.00	148.00	Nold galvanizado	6	152.4000	0.50
168.00	174.00	Nold galvanizado	6	152.4000	0.50

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
10.00	181.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:

	181.00
--	--------

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

52.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

52.00

181.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

52

Litologia:

Arenito mÃ©dio

Descrição Litológica:

AREN. DE CORES AMAR.E VERMFINO A MED.ARG.C/LEITOS DESILEX.E CAM.BASAL FOLH.MAR

52

74

Arenito mÃ©dio

ARENITO AMARELO MEDIO A FINO POR VEZES GROSSEIRO CAULINICO

74

181

Folhelho

FOLHELHO DE CORES CINZA E VERM.INTERC.C/ARENITOS DE CORES VARIADAS ARGILOSAS

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

SIMULTÂNEA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

19/12/1973

Surgência:

N

Nível Estático (m):

42.30

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

74.60

Vazão Específica (m3/h/m):

0.85

Coeficiente de Armazenamento:

27.6

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

27.6

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

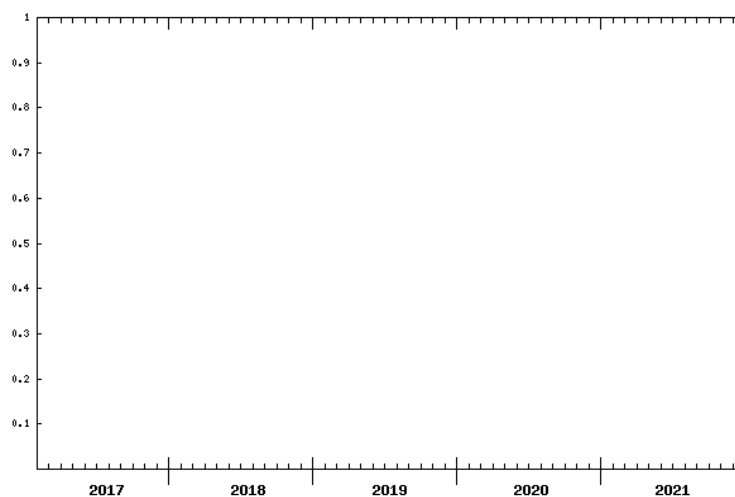
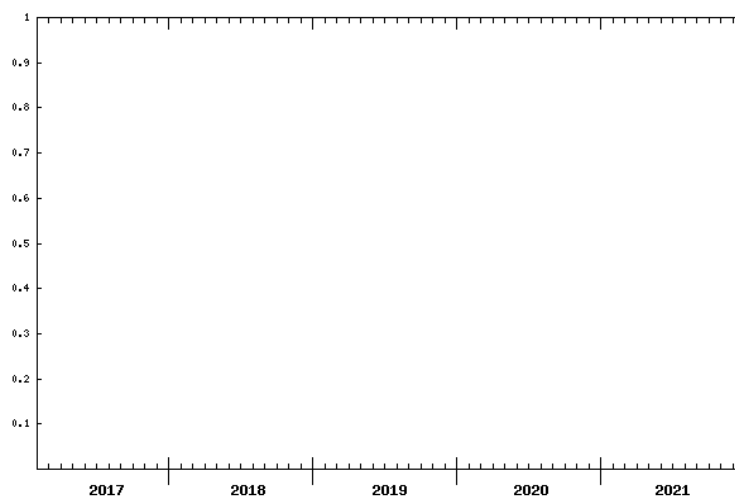
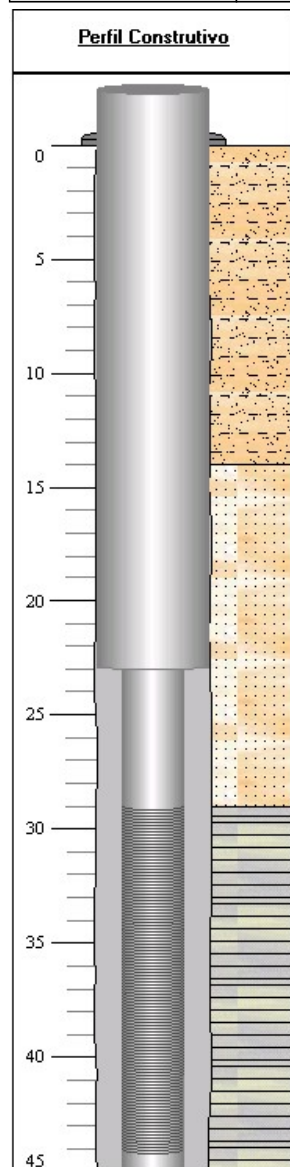


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032661	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO PIRAJA VI
------------------	---------	----------------------	-------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0011-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	59.70

Localização:	
Localidade :	BAIRRO PIRAJA VI
UTM (Norte/Sul) :	9438900
UTM (Leste/Oeste) :	746770
Latitude (GMMSS) :	050420
Longitude (GMMSS) :	424627
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	05/03/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
14/03/1974	0.00	45.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	45.00	18	457.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	23.00	Aço galvanizado com rosca e luva	18	457.0000
23.00	45.00	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
29.00	44.00	Nold galvanizado	10	254.0000	0.50

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
18.00	45.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	10	254.0000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	45.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

14.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

14.00

45.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

14

Litologia:

Areia argilosa

Descrição Litológica:

AREIAS AVERM.MUITO FINA C/ARGILA CINZA E CAMADA BASAL DE CASC.C/SEIX.SILEX.QUA

14

29

Arenito fino

AREN.CREME E BRANCO FINO AMED.AS VEZES GROSS.MAT.CAULIN.C/INTERC.DE CASCALHO

29

45

Folhelho

FOLHELHO ROXO CONT.LEITOS DE SILEX C/INTERC.DE AREN.ROSEO MEDIO A FINO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

14/03/1974

Surgência:

N

Nível Estático (m):

4.80

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

5.50

Vazão Específica (m3/h/m):

342.86

Coeficiente de Armazenamento:

240

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

240

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

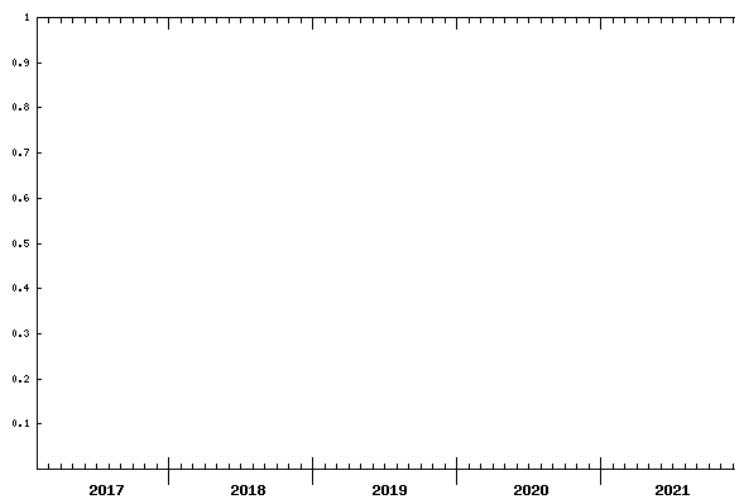
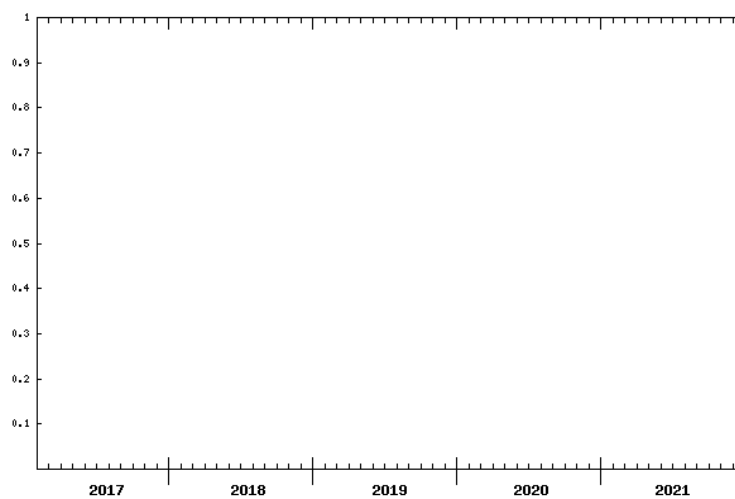
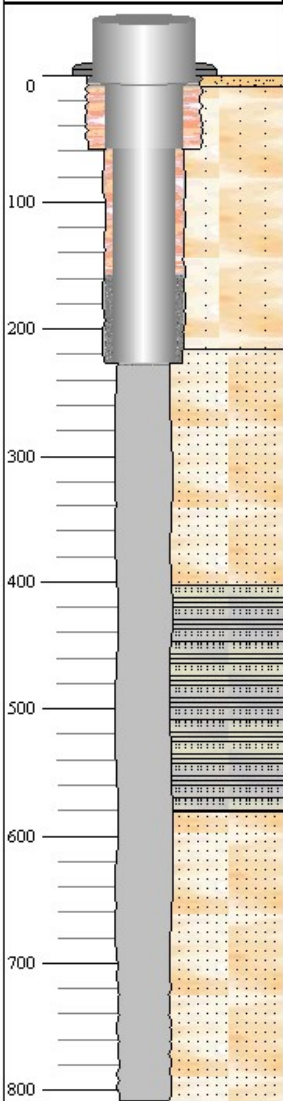


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032662	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE MUNICIPAL- POSTO SEIS JOQUEI	
------------------	---------	----------------------	--	--

Perfil Construtivo



Gerais					
Dados Gerais:					
Nome :	4TE-0012-PI				
Data da Instalação :					
Proprietário :					
Natureza do Ponto :	Poço tubular				
Uso da água :					
Cota do Terreno :					
Localização:					
Localidade :	SEDE MUNICIPAL- POSTO SEIS JOQUEI				
UTM (Norte/Sul) :	9440592				
UTM (Leste/Oeste) :	745059				
Latitude (GMMSS) :	050326				
Longitude (GMMSS) :	424723				
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba				
Situação:					
Data :	01/04/1997				
Situação :	Fechado				
Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
20/01/1974	0.00	809.00	CPRM	Rotativo	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	58.55	17 1/2	444.5000		
58.55	227.00	12 1/4	311.1500		
227.00	701.00	8 5/8	219.0700		
701.00	809.00	7 7/8	200.0300		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	6.50	Aço galvanizado com rosca e luva	16	406.4000	
6.50	58.55	Aço galvanizado com rosca e luva	12	304.8000	
58.55	227.00	Aço galvanizado com rosca e luva	9 5/8	244.4700	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
0.00	6.50	Cimentação			
6.50	9.10	Cimentação			
9.10	157.00	Material da formação			
157.00	227.00	Cimentação			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
20/01/1974	0.50	16	406.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	809.00				

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	9.10	Formacao pedra de fogo
9.10	216.00	Formacao piaui
216.00	402.00	Formacao poti
402.00	580.00	Formacao longa
580.00	809.00	Formacao cabecas

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	9.1	Solo arenoso	Areia amarela e rósea, fina. Entre 6 e 10 metros ocorre silexito esbranquiçado, poroso.
9.1	216	Arenito mÃ©dio	Arenito amarelo, avermelhado, esbranquiçado, arroxeadado e siltoso com intercalações de folhelho arroxeadado e siltoso.
216	402	Arenito fino	Arenito róseo, cinza, creme, branco, fino, com intercalções de folhelho cinza, siltoso e siltito róseo dos 270 aos 280 metros.
402	580	Folhelho, intercalado com arenito	Folhelho preto, micáceo, muito físsil e arenito coínza claro, muito fina, micáceo, friável.
580	809	Arenito fino	Arenito fino e muito fino, calcífero, com intercalações de siltito calcífero de cor esbranquiçada, por vezes piritoso.

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Poroso	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	SIMULTÂNEA
	Condição:	CONFINADO
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
20/01/1974	S	0.90	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
			50
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		50	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	20/01/1974
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

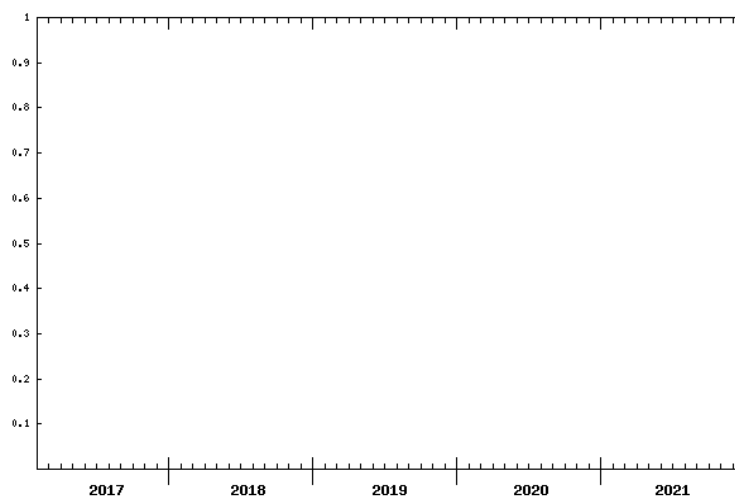
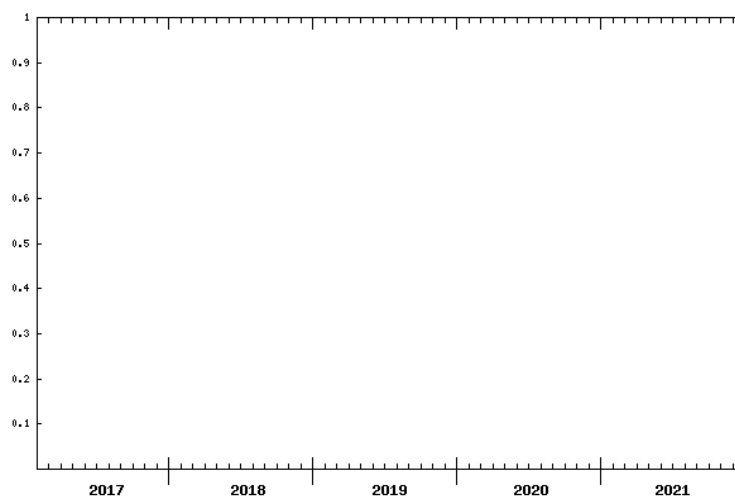
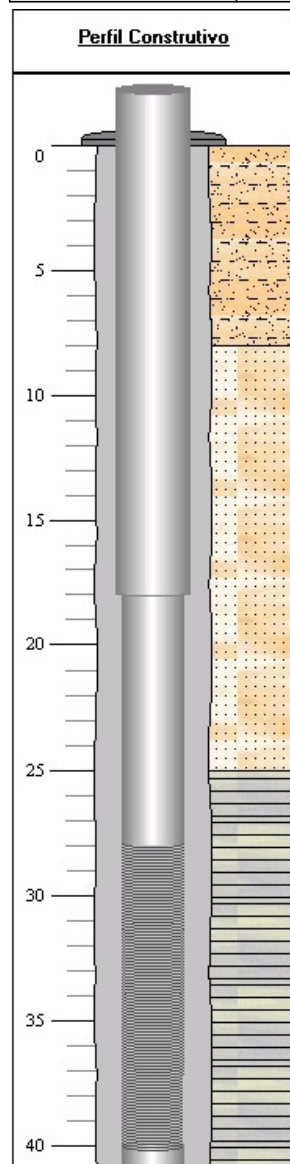


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032663	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO PIRAJA
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0013-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	59.60

Localização:	
Localidade :	BAIRRO PIRAJA
UTM (Norte/Sul) :	9438610
UTM (Leste/Oeste) :	740461
Latitude (GMMSS) :	050431
Longitude (GMMSS) :	424952
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	05/03/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
06/01/1974	0.00	41.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	41.00	18	457.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	18.00	Aço galvanizado com rosca e luva	12	304.8000
18.00	28.00	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000
40.00	41.00	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
28.00	40.00	Nold galvanizado	10	254.0000	0.50

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	41.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	12	304.8000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	41.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

8.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

8.00

41.00

Formacao poti

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

8

Litologia:

Areia argilosa

Descrição Litológica:

AREIAS AVERM.FINAS SILO-ARG.C/CAM.DE ARG.CINZA E BASE DE CASC.C/SEIX.SILEX.QUA

8

25

Arenito fino

AREN.CREME FINO A MEDIO C/LEITOS GROSSEIROS E MATRIZCAULINICA

25

41

Folhelho

FOLHELHOS E ARENITOS INTERCALADOS

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

SIMULTÂNEA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

04/01/1974

Surgência:

N

Nível Estático (m):

5.41

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

6.04

Vazão Específica (m3/h/m):

317.46

Coeficiente de Armazenamento:

200

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

200

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

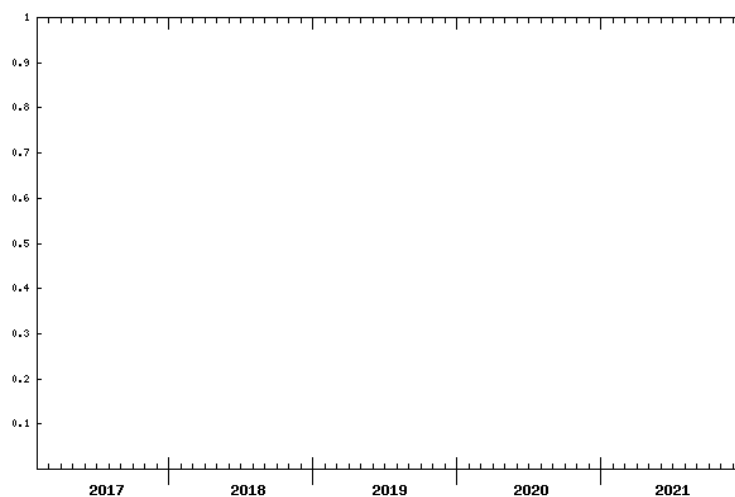
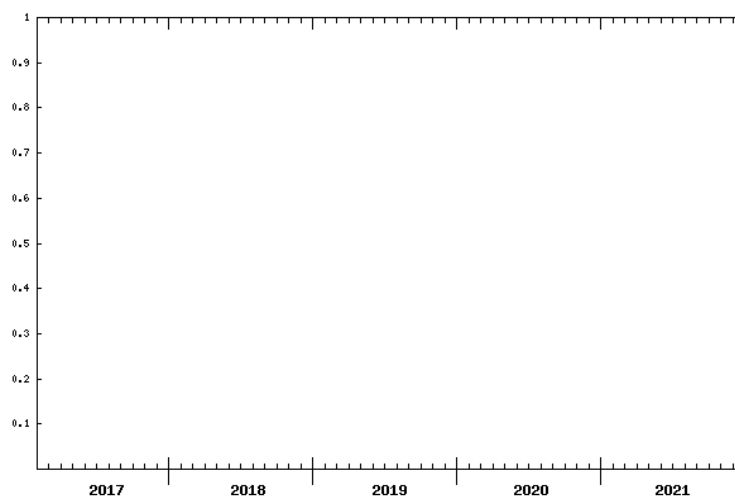
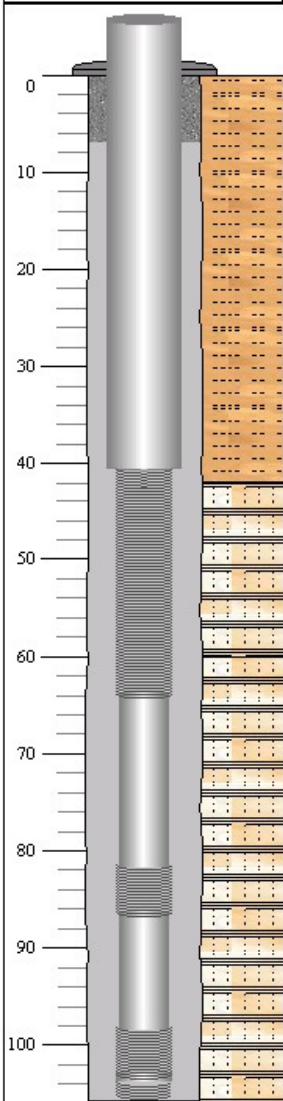


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032664	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PARQUE PIAUI	
------------------	---------	----------------------	----------------------------------	--

Perfil Construtivo



Gerais					
Dados Gerais:					
Nome :	4TE-0014-PI				
Data da Instalação :					
Proprietário :					
Natureza do Ponto :	Poço tubular				
Uso da água :	Abastecimento urbano				
Cota do Terreno :					
Localização:					
Localidade :	SEDE - PARQUE PIAUI				
UTM (Norte/Sul) :	9435860				
UTM (Leste/Oeste) :	744888				
Latitude (GMMSS) :	050600				
Longitude (GMMSS) :	424728				
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba				
Situação:					
Data :					
Situação :					
Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
20/07/1975	0.00	105.80	CPRM	Rotativo	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	105.80	12 1/4	311.1500		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	40.71	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000	
63.71	81.71	Aço galvanizado com rosca e luva	5 1/2	139.7000	
86.31	98.41	Aço galvanizado com rosca e luva	5 1/2	139.7000	
103.01	104.01	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
40.71	63.71	Nao especificado	6	152.4000	
81.71	86.31	Nao especificado	6	152.4000	
98.41	103.01	Nao especificado	6	152.4000	
104.01	105.01	Nao especificado	6	152.4000	
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
0.00	7.00	Cimentação			
7.00	105.80	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
		8	203.2000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:		Profundidade:			
		105.80			

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

42.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

42.00

105.80

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

42

Litologia:

Siltito

Descrição Litológica:

SILTITO ARGILOSO VARIAS CORES INTERCALACAO DE ARENITO QUARTZOSO FOLHELHO CINZA

42

60

Arenito intercalado com folhelho

ARENITO MARROM GRAO FINO AMEDIO C/INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

60

105.8

Arenito intercalado com folhelho

SEQUENCIA DE ARENITOS SILTITOS E FOLHELHOS INTERCALADOS

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

SIMULTÂNEA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

19/07/1975

Surgência:

N

Nível Estático (m):

21.00

Duração do Teste (h):

7:00

Nível Dinâmico:

33.00

Vazão Específica (m3/h/m):

1.5

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

18

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

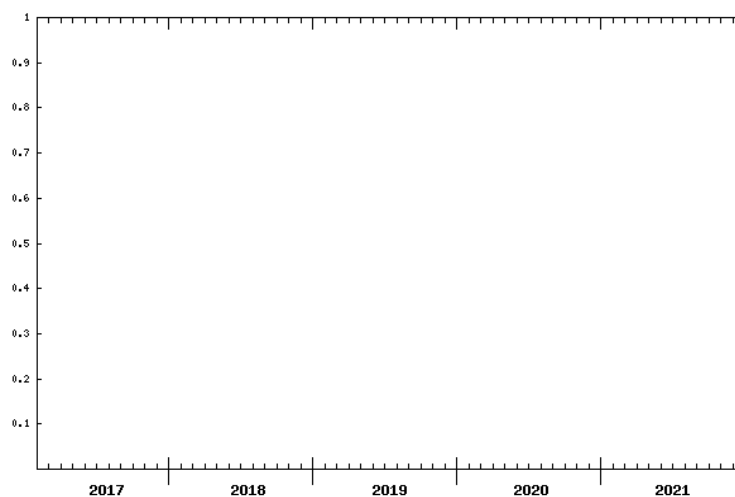
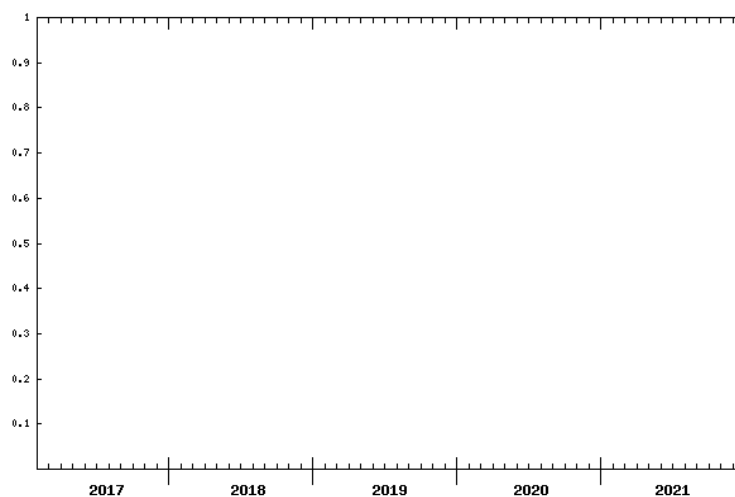
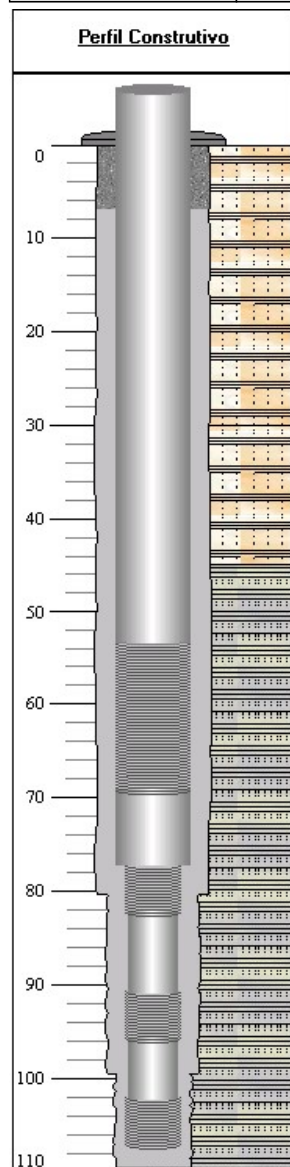


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032665	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PARQUE PIAUI
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0015-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PARQUE PIAUI
UTM (Norte/Sul) :	9431403
UTM (Leste/Oeste) :	745458
Latitude (GMMSS) :	050825
Longitude (GMMSS) :	424709
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	04/03/1997
Situação :	Precário

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
25/08/1975	0.00	109.75	CPRM	Rotativo

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	80.50	12 1/4	311.1000
80.50	99.70	9 7/8	250.8000
99.70	109.75	8 7/16	215.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	53.49	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000
69.00	77.33	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000
82.07	90.98	Aço galvanizado com rosca e luva	5 1/2	139.7000
95.71	102.32	Aço galvanizado com rosca e luva	5 1/2	139.7000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
53.49	69.00	Nao especificado	8	203.2000	0.50
77.33	82.07	Nao especificado	6	152.4000	0.50
90.98	95.71	Nao especificado	6	152.4000	0.50
102.32	107.10	Nao especificado	6	152.4000	0.50

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	7.00	Cimentação
7.00	109.75	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.70	8	203.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:

	109.75
--	--------

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

30.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

30.00

110.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

30

Litologia:

Arenito intercalado com folhelho

Descrição Litológica:

ARENITO MARROM A CREME DEGRANULACAO VARIADA C/SILEXE INTERCALACOES DE SILTITO

30

45

Arenito intercalado com folhelho

ARENITO CREME ESBRANQ.GRAOFINO BEM CLASSIF.CAULINICOC/INTERCALACOES DE SILTITO

45

110

Folhelho, intercalado com arenito

SEQ.DE SILTITOS E FOLHELHOS COM INTERCALACAO DE ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

SIMULTÂNEA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

19/08/1975

Surgência:

N

Nível Estático (m):

30.00

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

43.00

Vazão Específica (m3/h/m):

1.23

Coeficiente de Armazenamento:

16

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

16

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

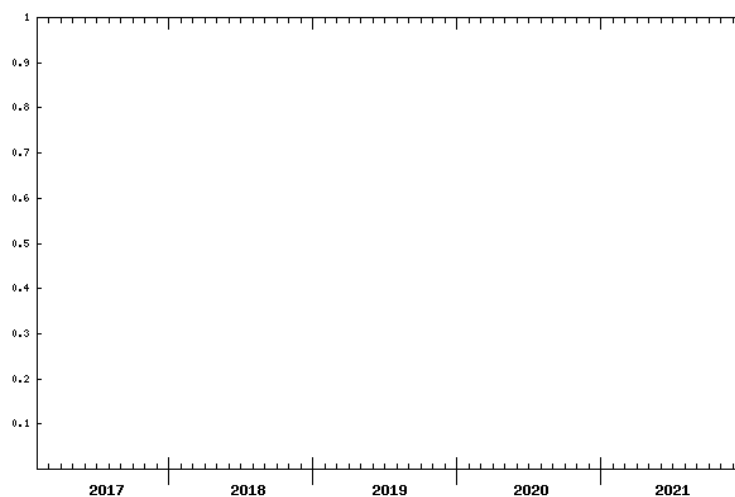
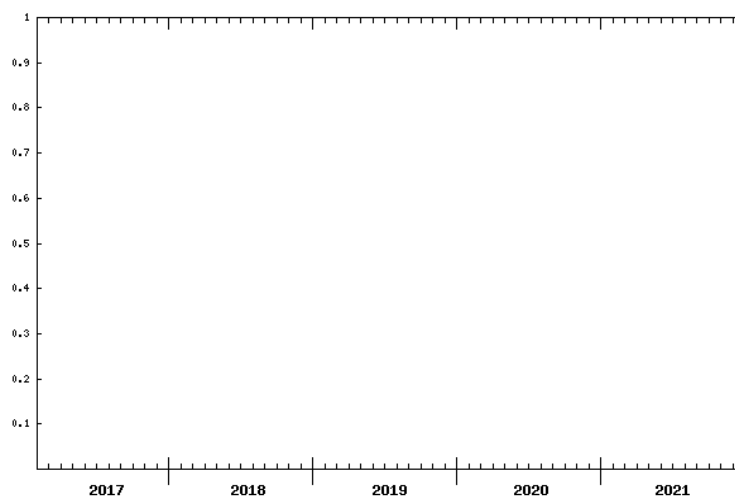
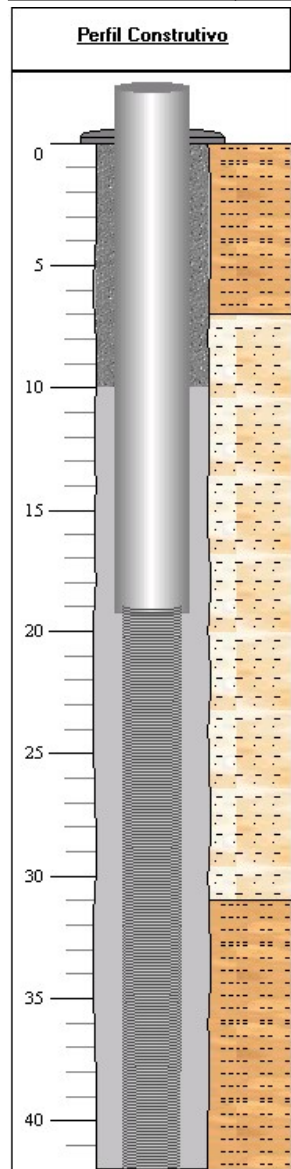


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032666	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - AVENIDA MARANHÃO C/ SANTA LUZIA
------------------	---------	----------------------	---

Perfil Construtivo		Gerais				
		Dados Gerais:				
		Nome :		4TE-0016-PI		
		Data da Instalação :				
		Proprietário :				
		Natureza do Ponto :		Poço tubular		
		Uso da água :		Abastecimento urbano		
		Cota do Terreno :				
		Localização:				
		Localidade :		SEDE - AVENIDA MARANHÃO C/ SANTA LUZIA		
		UTM (Norte/Sul) :		9435377		
UTM (Leste/Oeste) :		742391				
Latitude (GMMSS) :		050616				
Longitude (GMMSS) :		424849				
Bacia Hidrográfica:		Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:		Rio Parnaíba				
Situação:						
		Data :		04/03/1997		
		Situação :		Abandonado		
Construtivos		Perfuração:				
		Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
		27/09/1975	0.00	42.00	CPRM	Percussão
		Diâmetro:				
		De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros	
		0.00	42.00	15	381.0000	
		Revestimento:				
		De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		0.00	19.30	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000
		Filtro:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura	
19.00	42.00	Não especificado	8	203.2000		
Espaço Anular:						
		De (m):	Até (m):	Material		
		0.00	10.00	Cimentação		
Boca do Tubo:						
		Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
			0.57	10	254.0000	
Entrada d'água:						
		Profundidade:				
Profundidade Útil:						
		Data:	Profundidade:			
			42.00			

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	7.00	Aluvioes
7.00	21.00	Formacao pedra de fogo
21.00	42.00	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	7	Siltito	SILTITO ARGILOSO MARROM C/FRACAO ARENOSA E SEIXOS ANLOSOS DE SILEX
7	31	Arenito argiloso	AREN.DE CORES VARIAD.GRAN.FINA A MED.CONT.SILEX E NIV.CAUL.C/INTERC.ARG.ROSEO
31	42	Siltito	SEQUENCIA DE SILTITOS E FOLHELHOS

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Poroso	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
26/09/1975	N	5.50	9:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
19.00	7.41		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		100	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

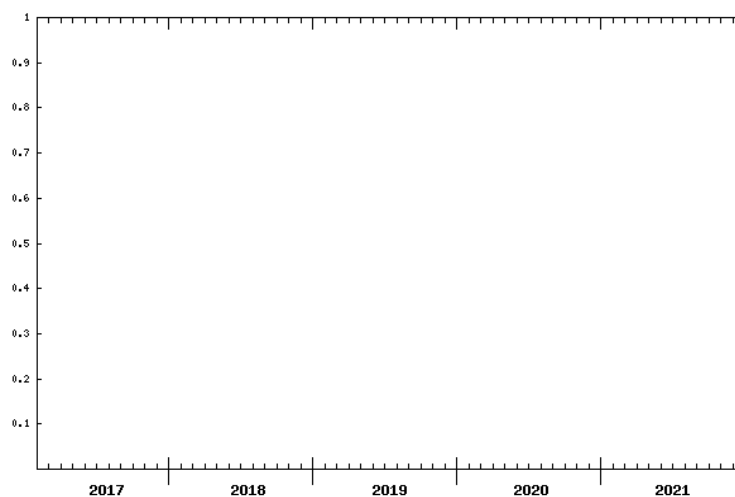
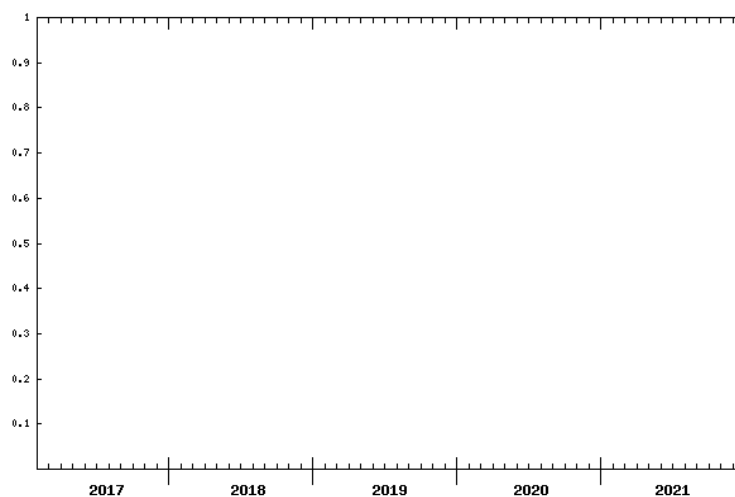
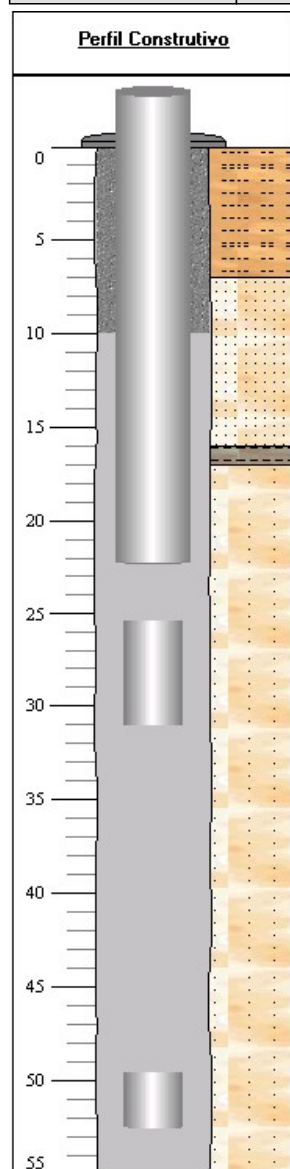


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032667	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : ESTAÇÃO AGESPISA
------------------	---------	----------------------	-------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0017-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	ESTAÇÃO AGESPISA
UTM (Norte/Sul) :	9443577
UTM (Leste/Oeste) :	742238
Latitude (GMMSS) :	050149
Longitude (GMMSS) :	424854
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	03/03/1997
Situação :	Abandonado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
17/09/1975	0.00	55.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	55.00	15	381.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	22.33	Aço galvanizado com rosca e luva	10	254.0000
25.43	30.98	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000
49.58	52.63	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
22.33	25.43	Espiralado perfil redondo galvan.			
30.98	49.58	Espiralado perfil redondo galvan.			

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	10.00	Cimentação
10.00	55.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.37	10	254.0000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	55.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	13.00	Aluvioes
13.00	33.00	Formacao pedra de fogo
33.00	55.00	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	7	Siltito	SILTITO ARGILOSO MARROM AMARELADO COM FRACAO ARENOSA
7	16	Arenito fino	ARENITO AMARELO A CREME FINO POUCO COMPACTO COM CAULIM E OXIDO DE FERRO
16	17	Argilito	ARGILITO ROSEO CAULINICO
17	55	Arenito mÃ©dio	AREN.CREMES/MARRONS DE GRAN.FINA CONT.SILEX CAULIM EOXIDO FERRO C/INTERC.SILTI

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Poroso	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	SIMULTÂNEA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
20/10/1975	N	5.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
22.00	5.88		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		100	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

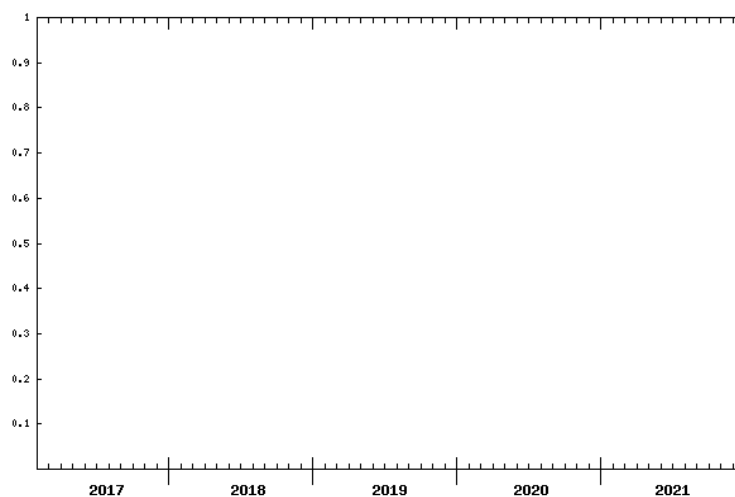
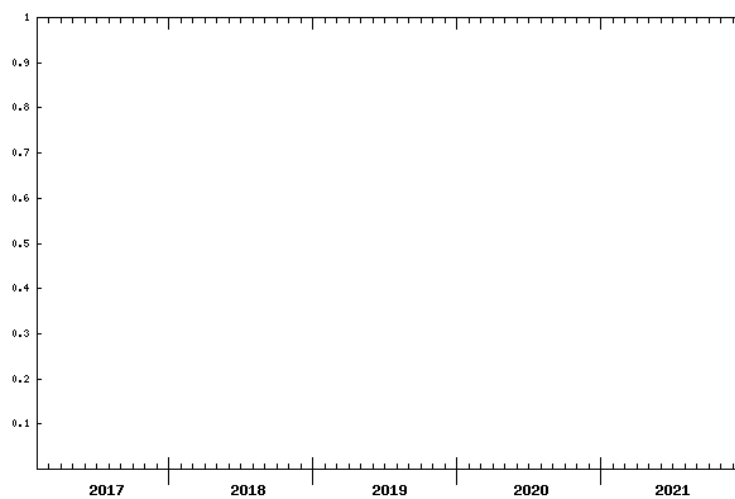
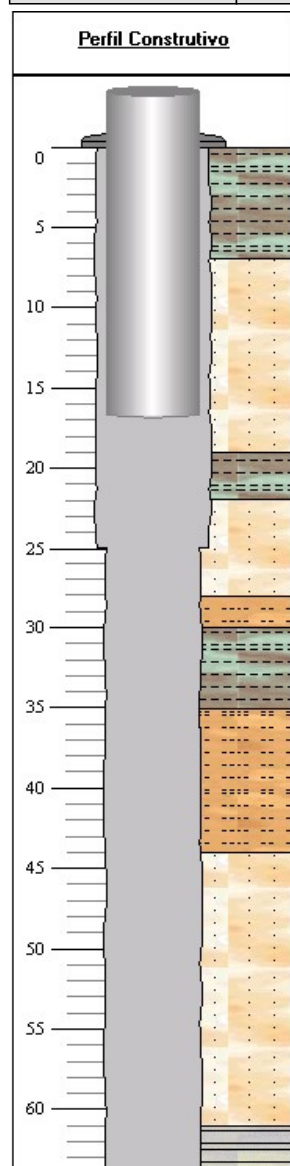


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032668	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PARQUE PIAUI
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0018-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PARQUE PIAUI
UTM (Norte/Sul) :	9431300
UTM (Leste/Oeste) :	745780
Latitude (GMMSS) :	050828
Longitude (GMMSS) :	424658
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	15/01/1997
Situação :	Abandonado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
21/10/1975	0.00	64.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	25.00	18	457.2000
25.00	64.00	15	381.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	16.85	Aço com costura	15	381.0000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.44	18	457.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	64.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

57.50

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

57.50

64.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	7	Argilito	ARGILITO
7	19	Arenito mÃ©dio	ARENITO
19	22	Argilito	ARGILITO
22	28	Arenito mÃ©dio	ARENITO
28	30	Siltito	SILTITO
30	35	Argilito	ARGILITO
35	44	Siltito	SILTITO
44	61	Arenito mÃ©dio	ARENITO
61	64	Folhelho	FOLHELHO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	SIMULTÂNEA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	0.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		5	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

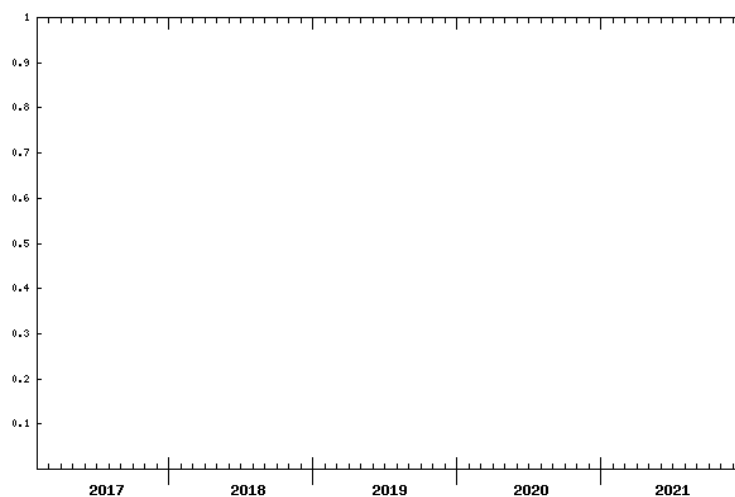
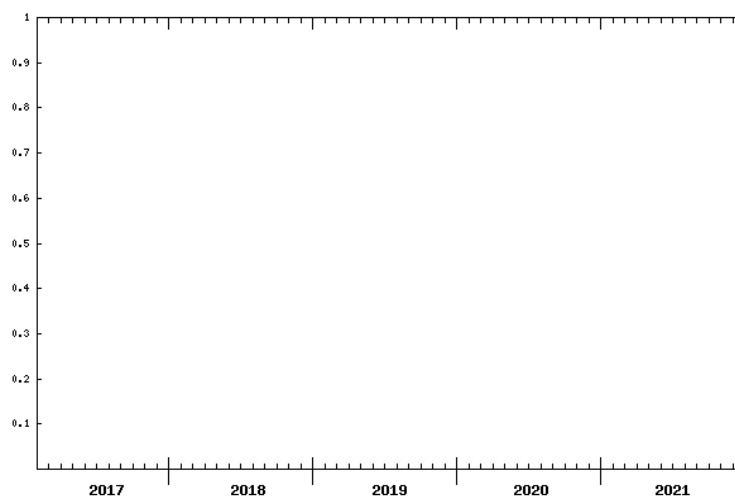
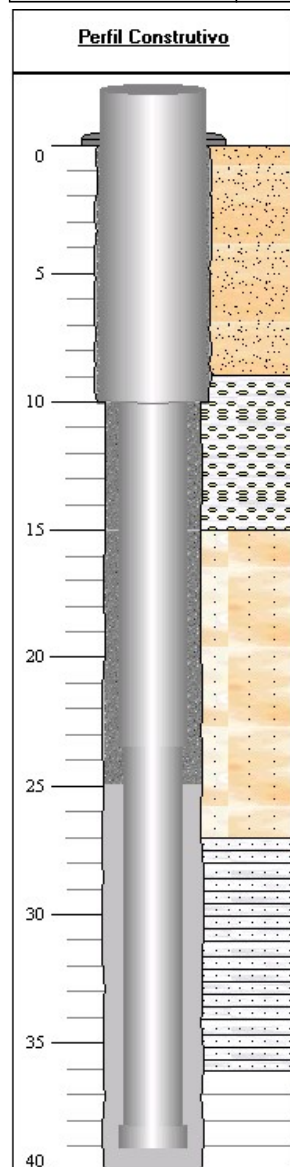


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032670	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0041-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA
UTM (Norte/Sul) :	9438800
UTM (Leste/Oeste) :	740700
Latitude (GMMSS) :	050424
Longitude (GMMSS) :	424944
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	20/03/1997
Situação :	Precário

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
25/11/1988	0.00	40.00	CPRM	Rotativo

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	10.00	30	762.0000
10.00	40.00	26	660.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	10.00	Aço galvanizado com rosca e luva	28	711.2000
10.00	23.50	Aço galvanizado com rosca e luva	18	457.2000
23.50	38.26	Aço galvanizado com rosca e luva	16	406.4000
38.26	39.16	Aço galvanizado com rosca e luva	18	457.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	10.00	Cimentação
10.00	15.00	Cimentação
15.00	25.00	Cimentação
22.76	38.26	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.63	18	457.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	40.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	15.00	Aluvioes
15.00	27.00	
27.00	40.00	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	9	Areia média	AREIAS
9	15	Cascalho	CASCALHO
15	27	Arenito médio	ARENITO
27	36	Quartzito de fragmentação fina	SILEXITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Poroso	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
09/01/1989	N	5.18	11:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
14.94	8.11		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		79.2	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

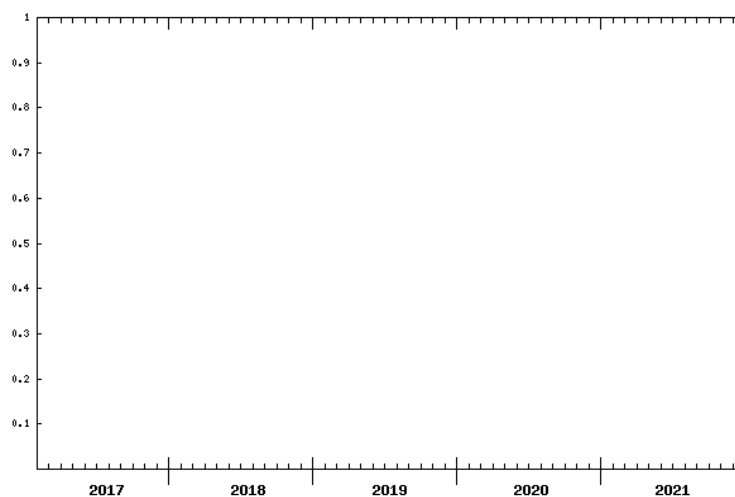
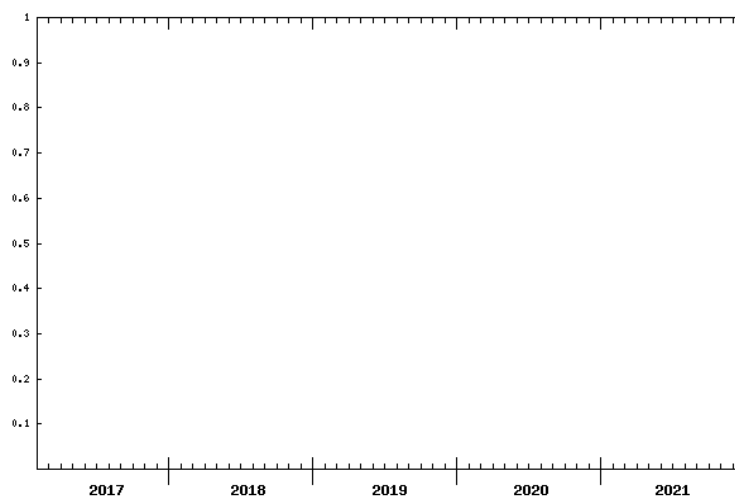
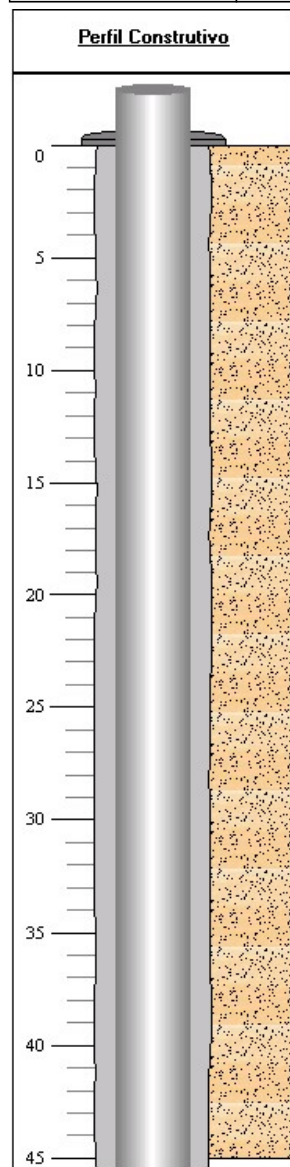


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032672	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA II
------------------	---------	----------------------	-------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0002-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA II
UTM (Norte/Sul) :	9438780
UTM (Leste/Oeste) :	740694
Latitude (GMMSS) :	050425
Longitude (GMMSS) :	424944
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	45.60	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	45.60	12	304.8000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	45.60	Aço com costura	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.10		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	45.60

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

45.60

Tipo de Formação:

Aluvios

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

45

Litologia:

Areia fina

Descrição Litológica:

AREIA

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Poroso

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):**Teste de Bombeamento****Teste de Bombeamento:**

Data:

20/10/1972

Surgência:

N

Nível Estático (m):

6.76

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

9.75

Vazão Específica (m³/h/m):

53.51

Coeficiente de Armazenamento:

160

Vazão Livre (m³/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m²/s):Vazão Após Estabilização (m³/h):

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

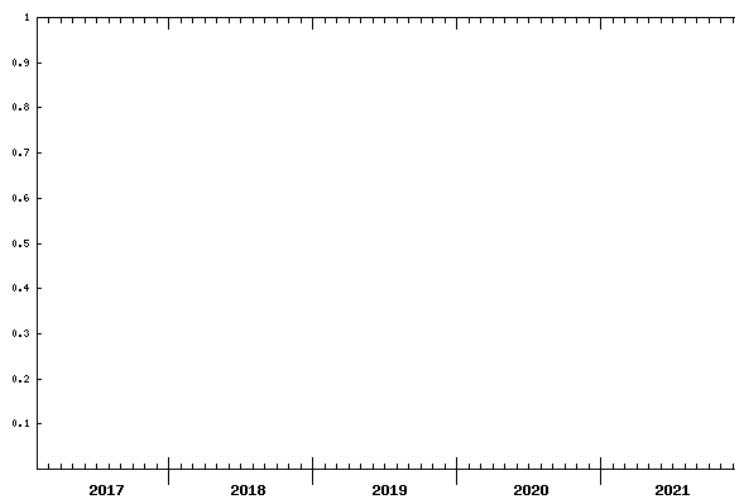
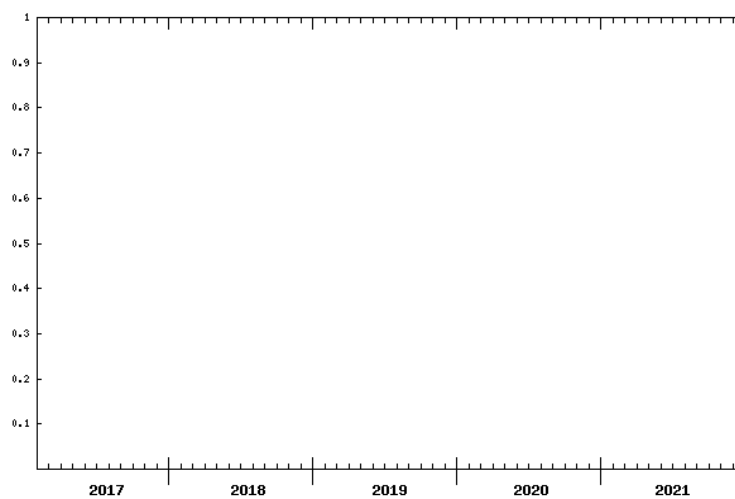
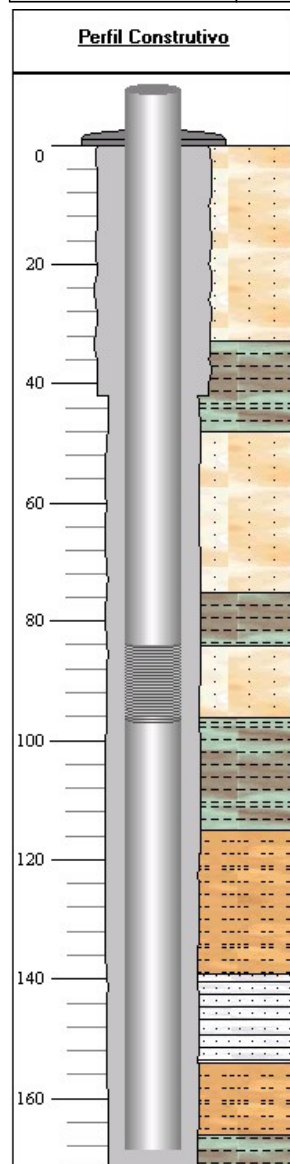


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032673	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PARQUE PIAUI
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0003-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PARQUE PIAUI
UTM (Norte/Sul) :	9431189
UTM (Leste/Oeste) :	744934
Latitude (GMMSS) :	050832
Longitude (GMMSS) :	424726
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	21/03/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	172.25	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	42.00	12	304.8000
42.00	172.25	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	84.00	Aço com costura	6	152.4000
96.00	169.00	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
84.00	96.00	Aço com costura	6	152.4000	

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
15.00	172.25	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.10		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	172.25

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	48.00	Formacao pedra de fogo
48.00	75.00	
75.00	172.25	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	33	Arenito mÃ©dio	ARENITO
33	48	Argilito	ARGILITO
48	75	Arenito mÃ©dio	ARENITO
75	84	Argilito	ARGILITO
84	96	Arenito mÃ©dio	ARENITO
96	115	Argilito	ARGILITO
115	139	Siltito	SILTITO
139	154	Quartzito de fragmentaÃ§Ã£o fina	SILEXITO
154	166	Siltito	SILTITO
166	172.25	Argilito	ARGILITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: NÃ£o definido	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	
	Condição:	SEMI-LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
23/11/1972	N	37.10	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
46.84	1.23		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		12	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

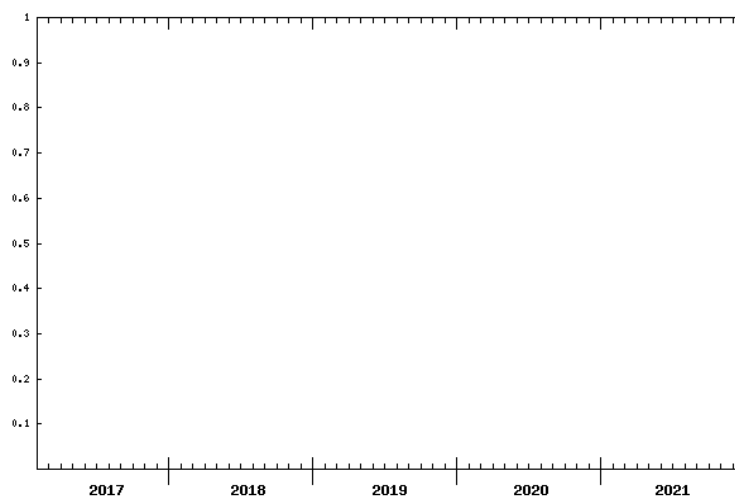
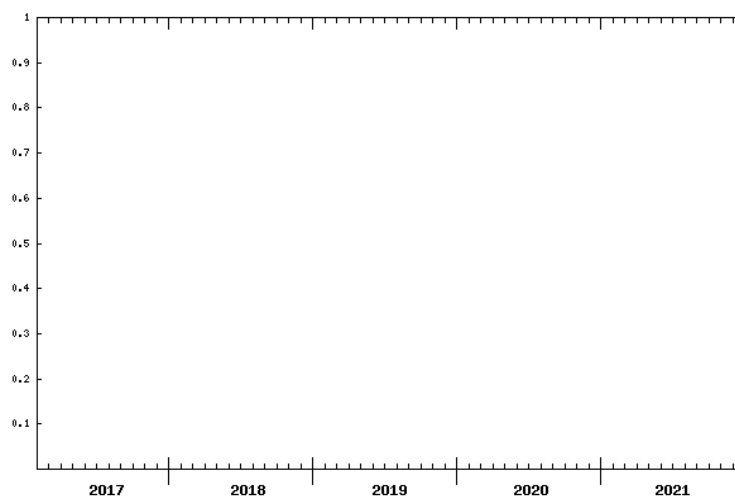
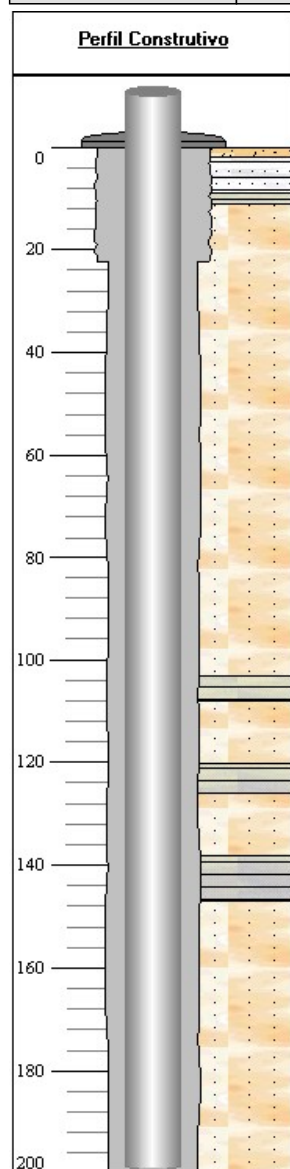


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032674	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO JOCKEY
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0004-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO JOCKEY
UTM (Norte/Sul) :	9439821
UTM (Leste/Oeste) :	745703
Latitude (GMMSS) :	050351
Longitude (GMMSS) :	424702
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	200.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	22.50	12	304.8000
22.50	200.00	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	199.10	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
20.00	199.10	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.90		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	200.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

43.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

43.00

200.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	2	Solo	SOLO DECOMPOSTO
2	9	Quartzito de fragmentação fina	SILEXITO
9	11	Folhelho	FOLHELHO
11	103	Arenito médio	ARENITO
103	108	Folhelho	FOLHELHO
108	120	Arenito médio	ARENITO
120	126	Folhelho	FOLHELHO
126	138	Arenito médio	ARENITO
138	147	Folhelho	FOLHELHO
147	155	Arenito médio	ARENITO
147	155	Arenito médio	ARENITO
147	200	Arenito médio	ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
18/08/1972	N	21.40	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
43.90	1.33		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		30	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

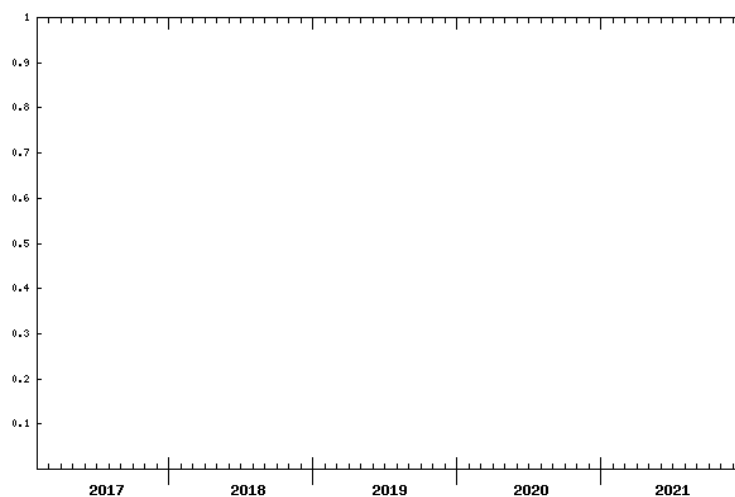
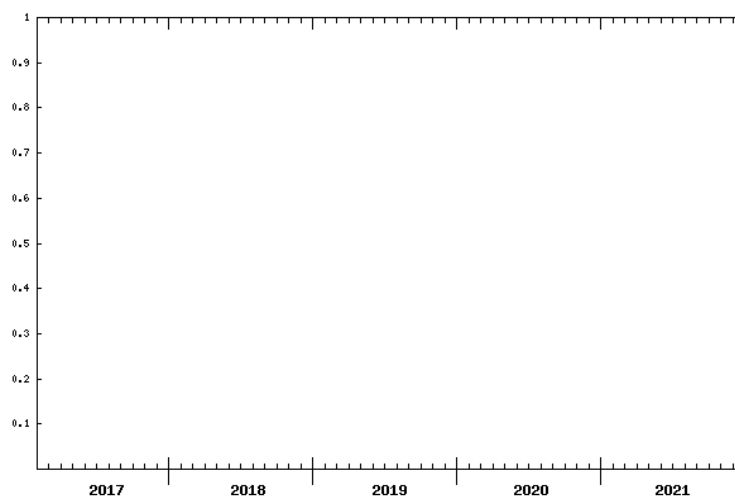
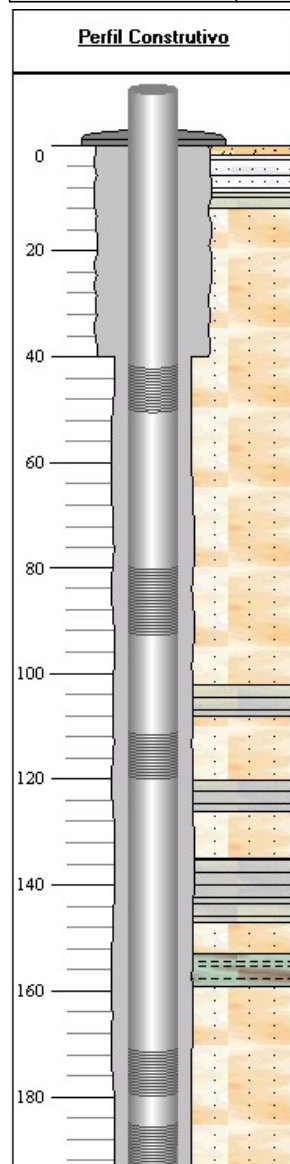


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032675	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO JOCKEY CLUBE
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0005-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO JOCKEY CLUBE
UTM (Norte/Sul) :	9439850
UTM (Leste/Oeste) :	746165
Latitude (GMMSS) :	050350
Longitude (GMMSS) :	424647
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	194.10	CPRM	

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	40.00	14	355.6000
40.00	194.10	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	194.00	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
41.60	49.60	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
79.60	91.60	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
111.00	119.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
171.00	179.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
185.00	193.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
20.00	194.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.90		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	194.10

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

45.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	2	Solo	SOLO IMTEMPERISADO
2	9	Quartzito de fragmentação fina	SILIXITO
9	12	Folhelho	FOLHELHO
12	102	Arenito médio	ARENITO
102	108	Folhelho	FOLHELHO
108	120	Arenito médio	ARENITO
120	126	Folhelho	FOLHELHO
126	135	Arenito médio	ARENITO
135	147	Folhelho	FOLHELHO
147	153	Arenito médio	ARENITO
153	159	Argilito	ARGILITO
159	194	Arenito médio	ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
03/08/1972	N	22.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
22.92	32.61		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		30	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

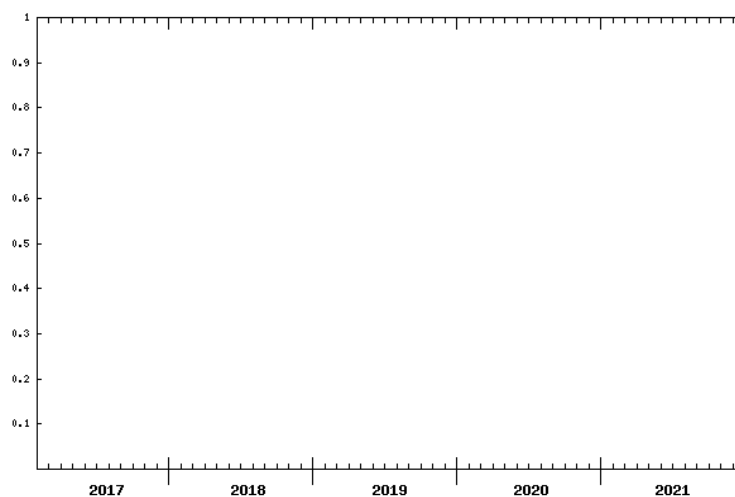
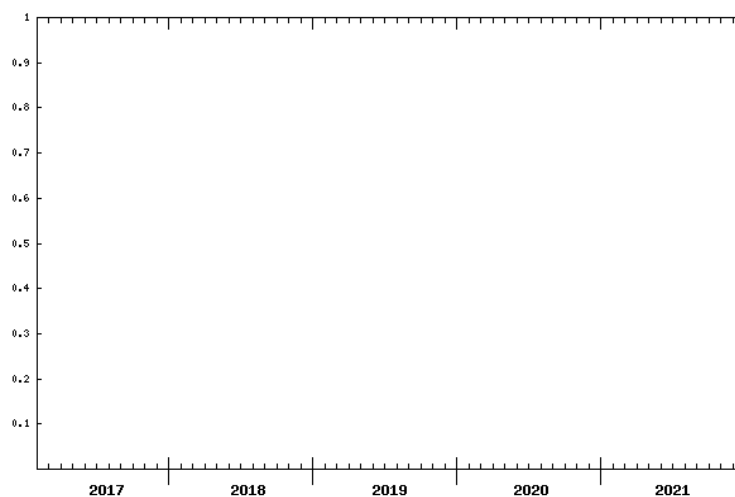
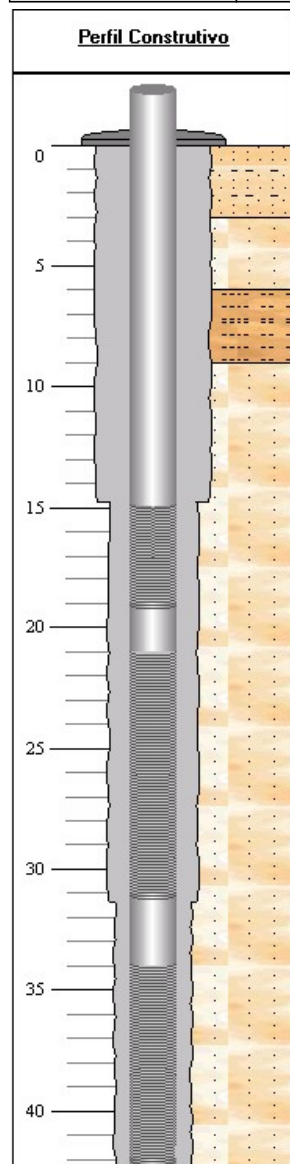


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032676	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - POTY VELHO
------------------	---------	----------------------	--------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0006-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - POTY VELHO
UTM (Norte/Sul) :	9442880
UTM (Leste/Oeste) :	740752
Latitude (GMMSS) :	050212
Longitude (GMMSS) :	424943
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	21/03/1997
Situação :	Fechado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
11/08/1972	0.00	42.50	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	14.80	15	381.0000
14.80	31.40	12	304.8000
31.40	42.50	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	15.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
19.00	21.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
31.00	34.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
42.00	42.50	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
15.00	19.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
21.00	31.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
34.00	42.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.60		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	42.50

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

42.50

Tipo de Formação:

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Solo areno-argiloso	SOLO ARENO-ARGILOSO
3	6	Arenito mÃ©dio	ARENITO
6	9	Siltito	SILTITO
9	42.5	Arenito mÃ©dio	ARENITO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
09/10/1972	N	6.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
12.00	8		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		48	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

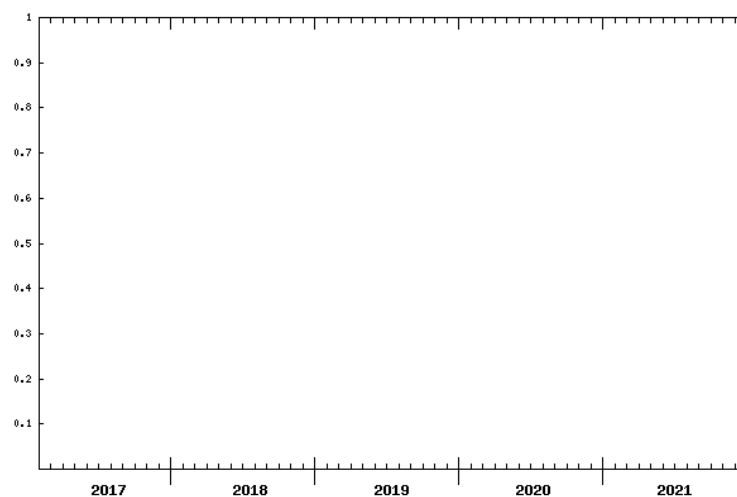
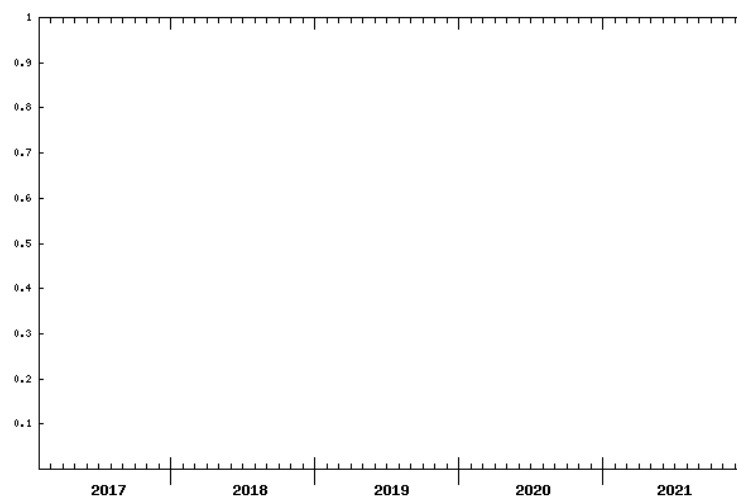
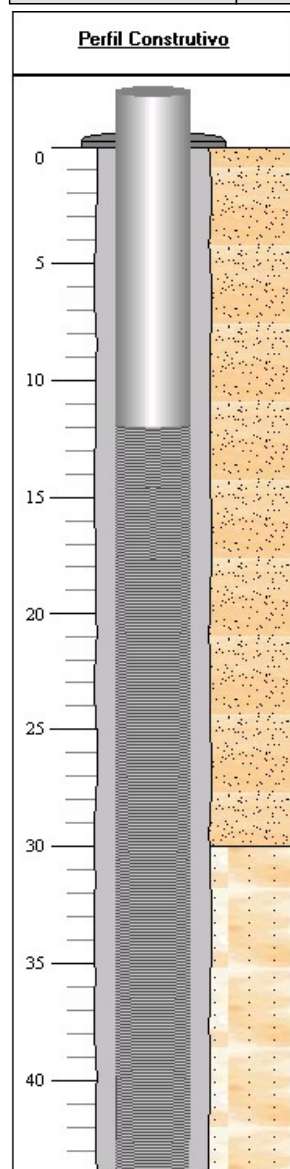


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032677	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA III
------------------	---------	----------------------	--------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0007-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA III
UTM (Norte/Sul) :	9438916
UTM (Leste/Oeste) :	740784
Latitude (GMMSS) :	050421
Longitude (GMMSS) :	424941
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	44.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	44.00	12	304.8000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	12.00	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
12.00	44.00	Espiralado perfil redondo galvan.	8	203.2000	1.00

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	44.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

30.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

30.00

44.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

30

Litologia:

Areia média

Descrição Litológica:

AREIAS

30

44

Arenito médio

ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Poroso

Topo (m):

Base (m):

Captação:

Condição:

Penetração:

ÚNICA

LIVRE

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

N

Nível Estático (m):

6.50

Duração do Teste (h):

6:00

Nível Dinâmico:

34.50

Vazão Específica (m3/h/m):

0.21

Coeficiente de Armazenamento:

6

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

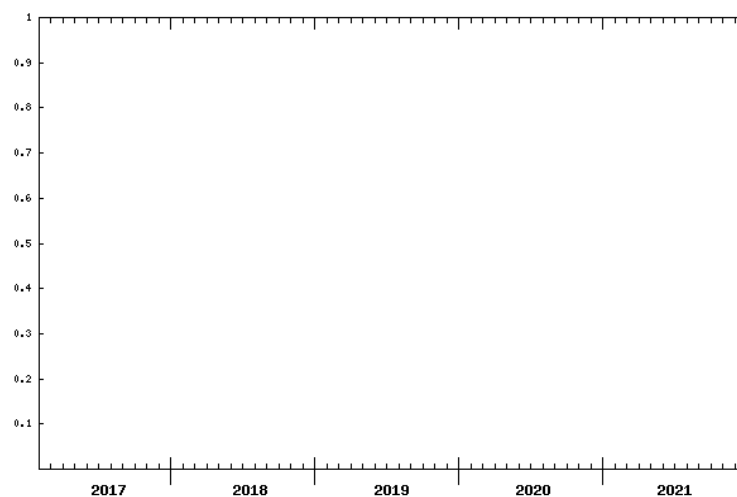
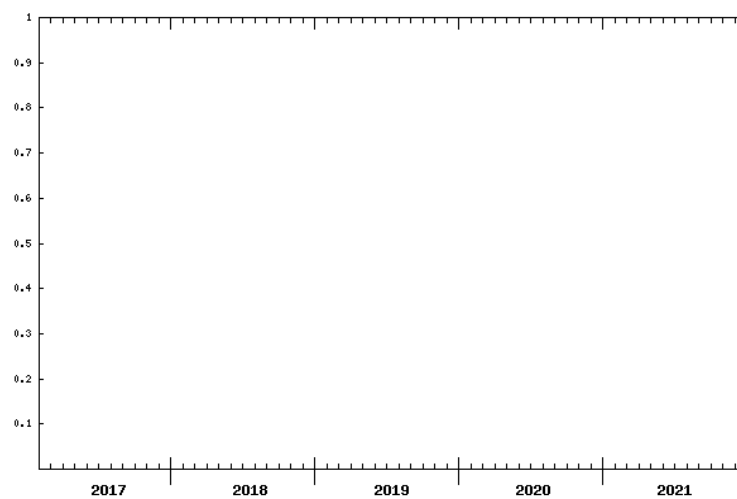
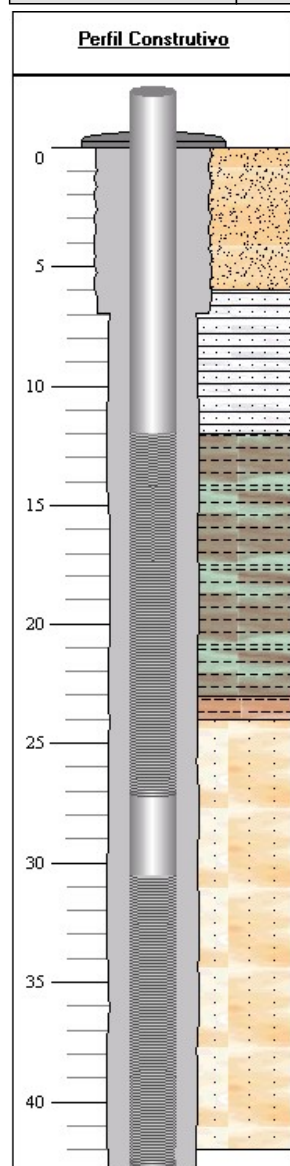


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032678	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA LUZIA
------------------	---------	----------------------	--------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	1TE-0008-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA LUZIA
UTM (Norte/Sul) :	9432200
UTM (Leste/Oeste) :	743800
Latitude (GMMSS) :	050759
Longitude (GMMSS) :	424802
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	24/03/1997
Situação :	Precário

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	43.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	7.00	15	381.0000
7.00	43.00	12	304.8000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	12.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
27.00	30.50	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
42.50	43.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
12.00	27.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00
30.50	42.50	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	1.00

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.67	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	43.00

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

24.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

24.00

43.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
---------	----------	------------	-----------------------

0	6	Areia fina	AREIA
---	---	------------	-------

6	12	Quartzito de fragmentação fina	SILEXITO
---	----	--------------------------------	----------

12	23	Argilito	ARGILITO
----	----	----------	----------

23	24	Argila	ARGILA
----	----	--------	--------

24	42	Arenito médio	ARENITOS
----	----	---------------	----------

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Poroso	Topo (m):	
------------------	-----------	--

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):**Teste de Bombeamento****Teste de Bombeamento:**

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
-------	------------	---------------------	-----------------------

17/12/1972	N	1.90	24:00
------------	---	------	-------

Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
-----------------	---	--------------------------------	----------------------------------

15.51	1.17		
-------	------	--	--

Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
-----------------------	---------------------------------------	---	----------------

		15.9	
--	--	------	--

Método:	Unidade:		
---------	----------	--	--

	Air-lift		
--	----------	--	--

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

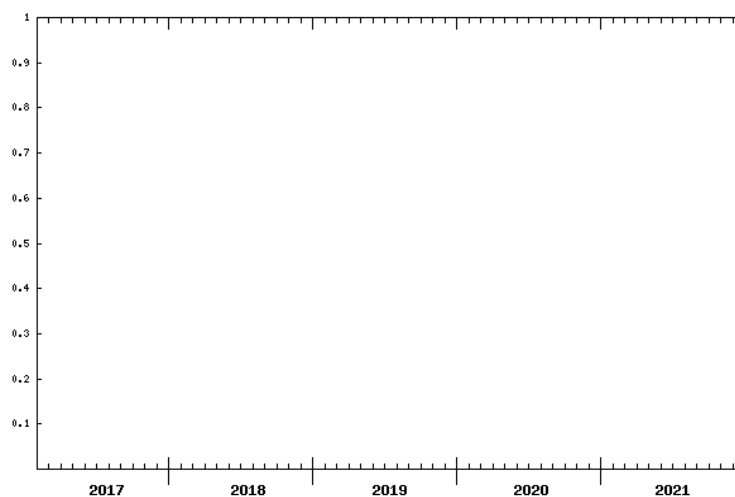
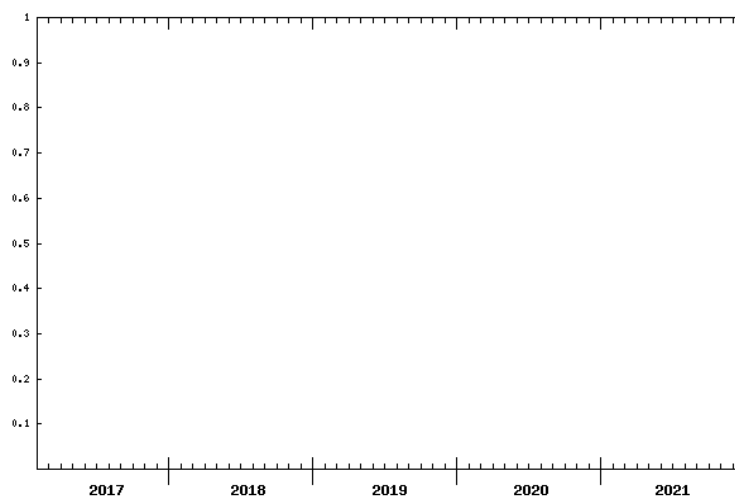
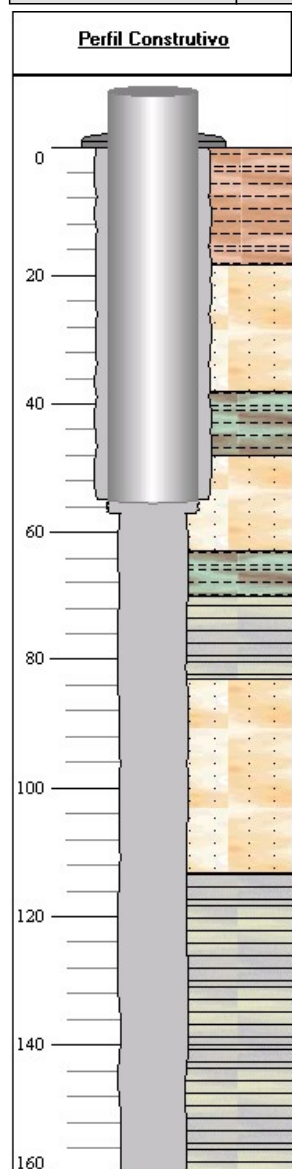


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032679	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE MUNICIPAL - BAIRRO AGUA MINERAL
------------------	---------	----------------------	---



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0042-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	80.60

Localização:	
Localidade :	SEDE MUNICIPAL - BAIRRO AGUA MINERAL
UTM (Norte/Sul) :	9441615
UTM (Leste/Oeste) :	742320
Latitude (GMMSS) :	050253
Longitude (GMMSS) :	424852
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	160.00	COMDEPI	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	55.00	10	254.0000
55.00	57.00	8	203.2000
57.00	160.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	55.50	Aço com costura	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	160.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

70.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

70.00

160.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	18.5	Argila	ARGILA
18.5	38	Arenito mÃ©dio	ARENITO
38	48	Argilito	ARGILITO
48	63	Arenito mÃ©dio	ARENITO
63	70	Argilito	ARGILITO
70	83	Folhelho	FOLHELHO
83	113	Arenito mÃ©dio	ARENITO
113	140	Folhelho	FOLHELHO
140	160	Folhelho	FOLHELHO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	
	Condição:	SEMI-LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	18.50	12:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
42.00	0.91		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		21.4	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

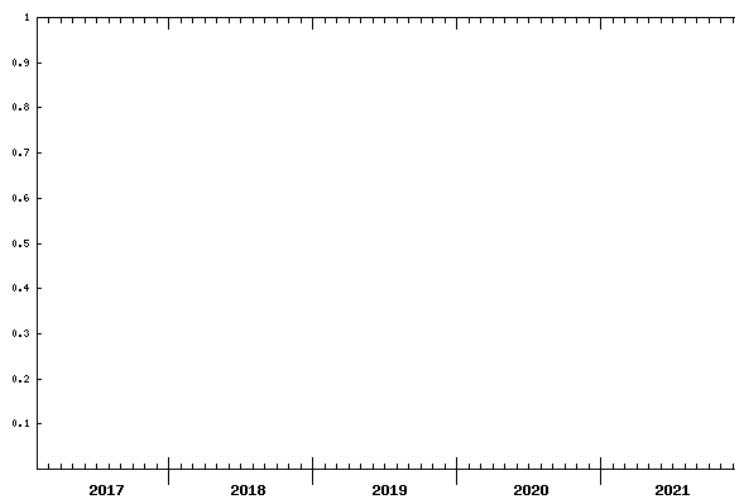
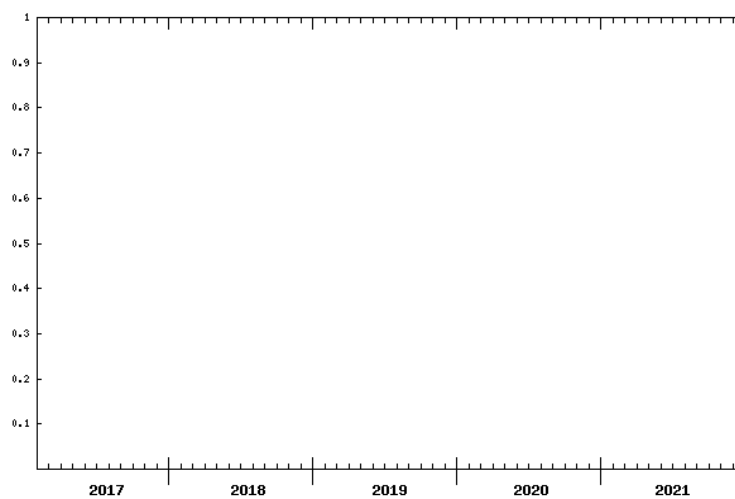
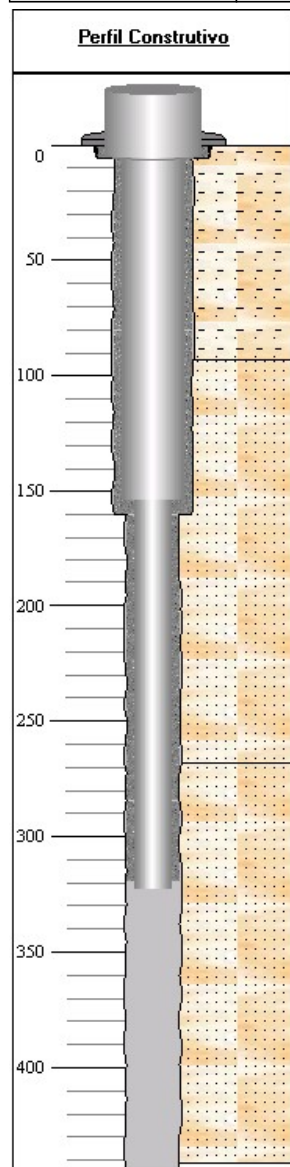


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032680	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - CIDADE SATELITE
------------------	---------	----------------------	-------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0020-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - CIDADE SATELITE
UTM (Norte/Sul) :	9441000
UTM (Leste/Oeste) :	748308
Latitude (GMMSS) :	050312
Longitude (GMMSS) :	424537
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
10/04/1983	0.00	445.00	CPRM	

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	6.00	17 1/2	444.5000
6.00	160.00	12 1/4	311.1500
160.00	285.00	8 5/8	219.0700
285.00	445.00	8 1/2	215.9000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	6.00	Aço com costura	15	381.0000
6.00	153.80	Aço com costura	9 5/8	244.4700
153.80	322.80	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	80.00	Cimentação
80.00	320.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	445.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	93.00	Formacao pedra de fogo
93.00	268.00	Formacao piaui
268.00	441.00	Formacao poti
441.00	445.00	Formacao longa

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	93	Arenito argiloso	Arenito argiloso laranja
93	268	Arenito fino	Arenito fino amarela
268	441	Arenito fino	Arenito fino amarelo alaranjado

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	CONFINADO
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
23/06/1983	N	74.10	12:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
114.90	0.22		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		9	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	250.00
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	INODORO
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	CRISTALINO
Ph:	8.30

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

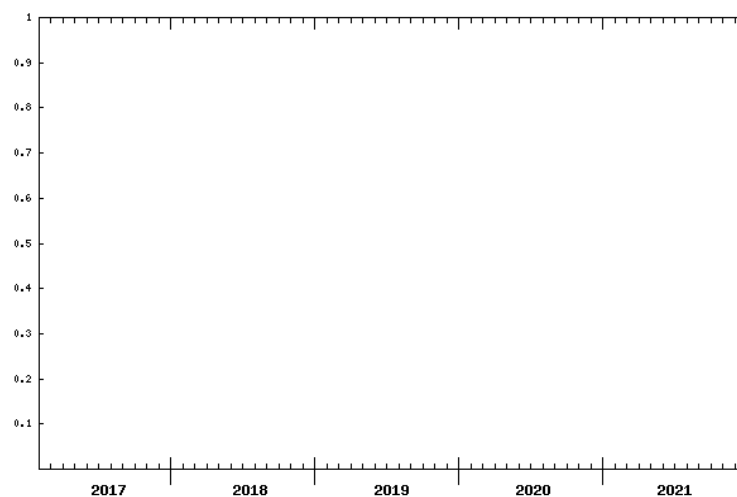
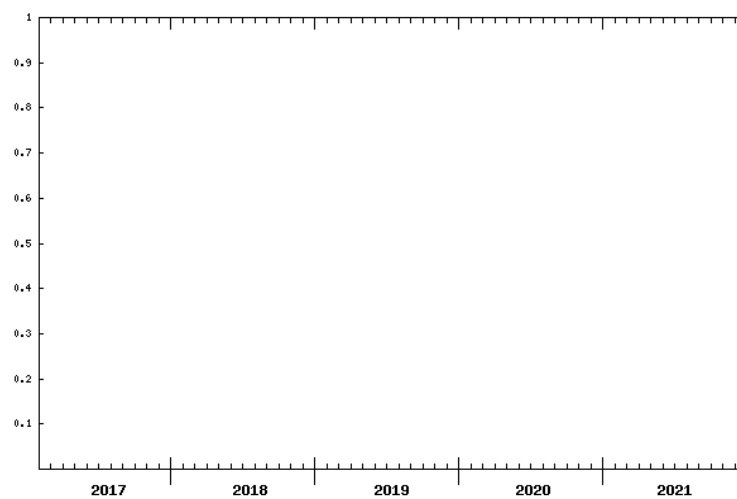
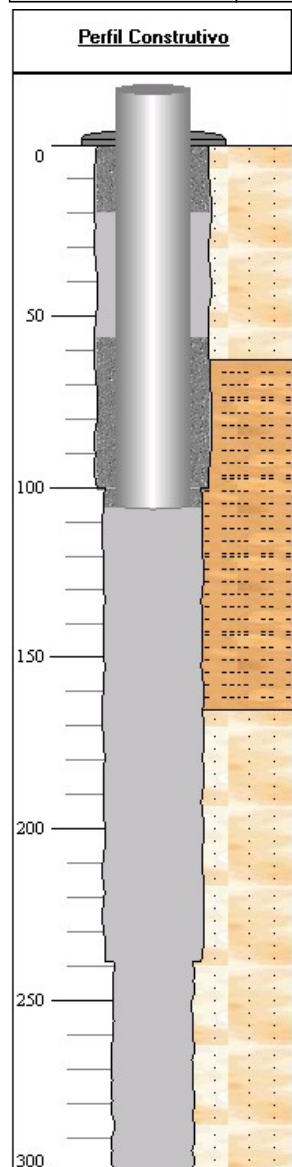


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032681	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - CIDADE SATELITE
------------------	---------	----------------------	-------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0019-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - CIDADE SATELITE
UTM (Norte/Sul) :	9441015
UTM (Leste/Oeste) :	747001
Latitude (GMMSS) :	050312
Longitude (GMMSS) :	424620
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
19/01/1982	0.00	300.00	CPRM	Rotativo

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	100.00	12 1/4	311.1500
100.00	239.00	10 5/8	269.8800
239.00	300.00	8 5/8	219.0700

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	106.00	Aço com costura	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	20.00	Cimentação
56.00	100.00	Cimentação
100.00	106.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		8	203.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	300.00

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

63.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

63.00

300.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

63

Litologia:

Arenito mÃ©dio

Descrição Litológica:

ARENITO CREME FINO A MEDIOCAULINICO COM NIVEIS DE SILEXITO

63

165

Siltito

SILTITO ARGILOSO AVERMELHADO C/INTERCALACOES DE ARENITOS ESBRANQUICADOS

165

300

Arenito mÃ©dio

ARENITOS FINOS A MEDIOS DECORES CINZA A CREME MICACEOS

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:

18/01/1982

Surgência:

N

Nível Estático (m):

41.15

Duração do Teste (h):

12:00

Nível Dinâmico:

57.85

Vazão Específica (m3/h/m):

1.32

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

22

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

15.00

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

INODORA

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

1,5

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

CRISTALINO C/MATERIAL EM SUSPENSAO

Ph:

8.20

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

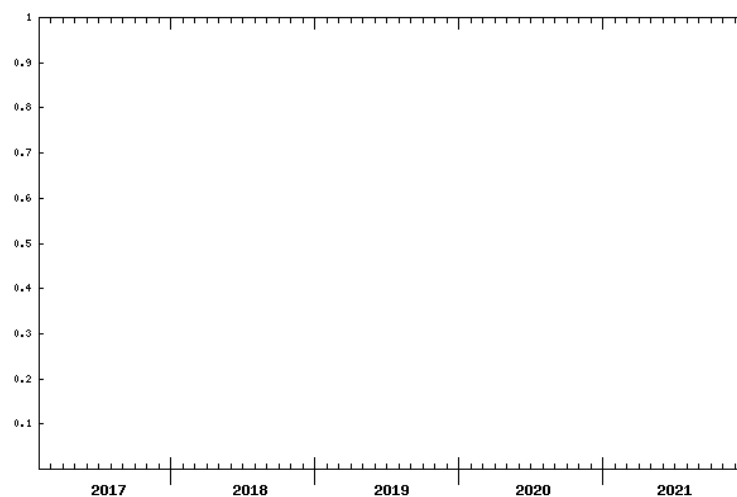
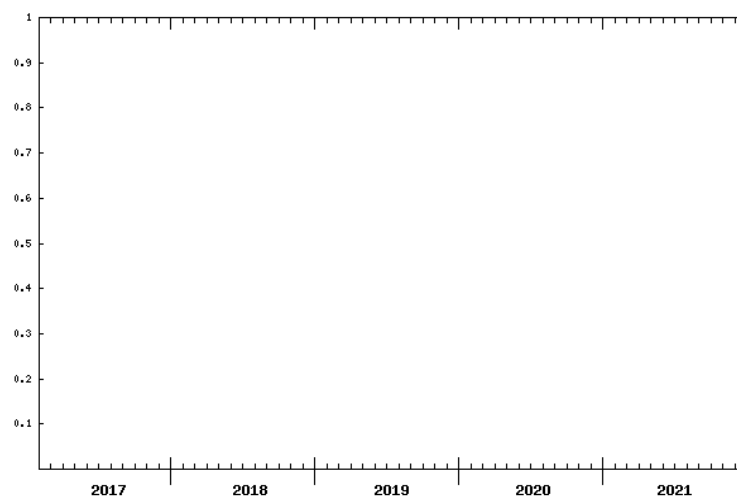
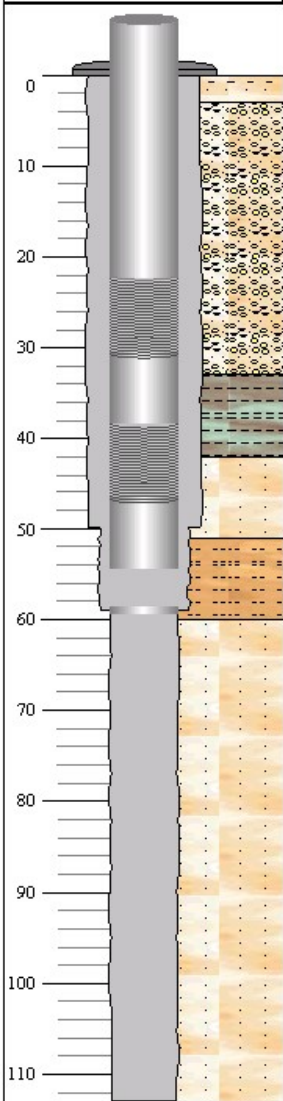


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032962	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI
------------------	---------	----------------------	------------------------------------

Perfil Construtivo



Gerais					
Dados Gerais:					
Nome :	3256-PI				
Data da Instalação :					
Proprietário :					
Natureza do Ponto :	Poço tubular				
Uso da água :	Abastecimento urbano				
Cota do Terreno :					
Localização:					
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI				
UTM (Norte/Sul) :	9448816				
UTM (Leste/Oeste) :	739201				
Latitude (GMMSS) :	045859				
Longitude (GMMSS) :	425034				
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba				
Situação:					
Data :	28/04/1997				
Situação :	Equipado				
Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
	0.00	113.00	HIDROTERRA	Percussão	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	50.00	10	254.0000		
50.00	59.00	8	203.2000		
59.00	113.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	22.50	Plástico geomecânico	6	152.4000	
30.50	38.50	Plástico geomecânico	6	152.4000	
46.50	54.50	Plástico geomecânico	6	152.4000	
58.50	59.50	Plástico geomecânico	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
22.50	30.50	Plástico geomecânico	6	152.4000	1.00
38.50	46.50	Plástico geomecânico	6	152.4000	1.00
54.50	58.50	Plástico geomecânico			1.00
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
10.00	58.50	Areia quartzosa de 2,75 a 3,75 mm			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
	0.54	6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	113.00				

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Arenito argiloso	ARENITO ARGILOSO
3	33	Arenito com seixos quartzosos	ARENITO C/ SILEX
33	42	Argilito	ARGILITO
42	51	Arenito médio	ARENITO
51	60	Siltito	SILTITO
60	113	Arenito médio	ARENITO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	SIMULTÂNEA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	8.80	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
31.20	1.25		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		28	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

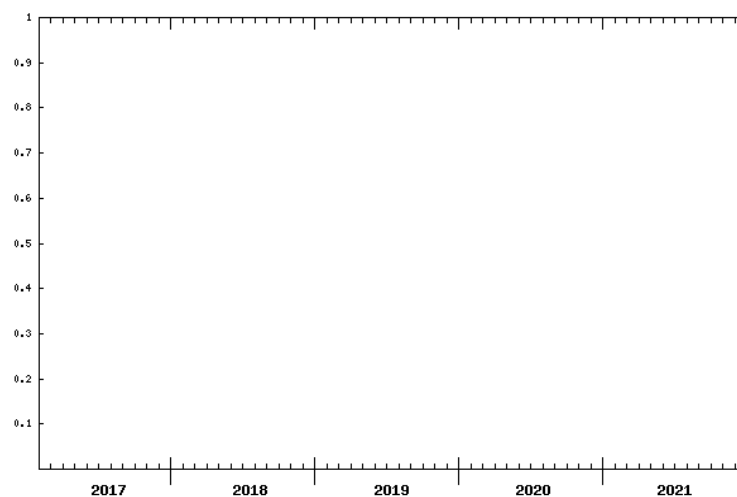
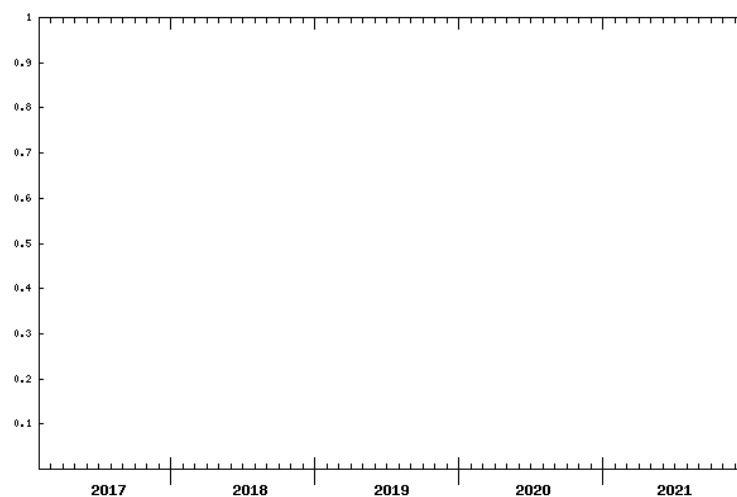
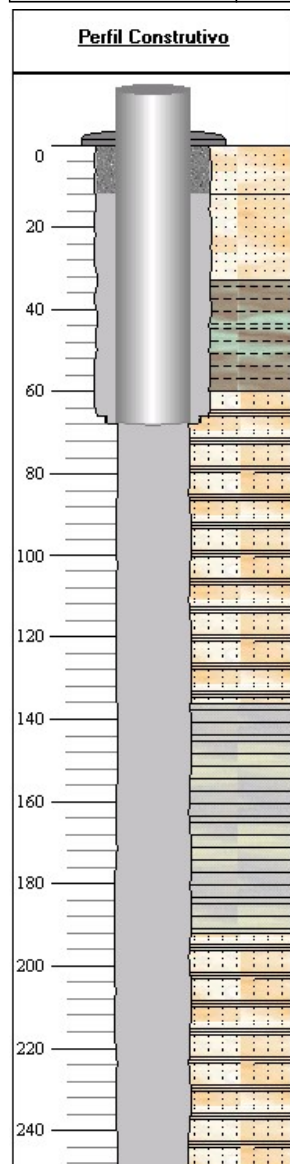


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032963	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI
------------------	---------	----------------------	------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	PRO-THE-03-93
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI
UTM (Norte/Sul) :	9448601
UTM (Leste/Oeste) :	739169
Latitude (GMMSS) :	045906
Longitude (GMMSS) :	425035
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	28/04/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
10/06/1993	0.00	250.00	PROAGUA PERFRUACOES LTDA	Acussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	66.00	12	304.8000
66.00	68.00	10	254.0000
68.00	250.00	8	203.2000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	68.00	Plástico geomecânico	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	12.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		8	203.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	250.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	12.00	Formacao pedra de fogo
12.00	248.00	Formacao piaui
248.00	250.00	Formacao poti

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	12	Arenito fino	ARENITO FINO C/INTERCALACOES DE ARGILITO E SILEX.
12	33	Arenito fino	ARENITO AMARELO ESBRANQUICADO C/GRANULACAO FINA.
33	60	Argilito	ARGILITO - ARENITO - SILEXSILTITO.
60	136	Arenito intercalado com folhelho	ARENITO ROSEO-ESBRANQUICADO C/PEQUENAS INTERCALACOES DE ARGILITOS E FOLHELHOS.
136	192	Folhelho	FOLHELHOS, ARGILITOS E SILTITOS COM INTERCALACOES DE ARENITOS.
192	250	Arenito intercalado com folhelho	ARENITOS FINOS C/PEQUENAS INTERCALACOES DE SILTITO E ALGUNS PONTOS DE CAULIM.

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: NÃO definido	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	SIMULTÂNEA
	Condição:	CONFINADO
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m ³ /h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
10/06/1993	N	1.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
16.00	2.4		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
		36	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	05/07/2011
Condutividade Elétrica (µS/cm):	576.00
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	Inodora
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	288.00
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

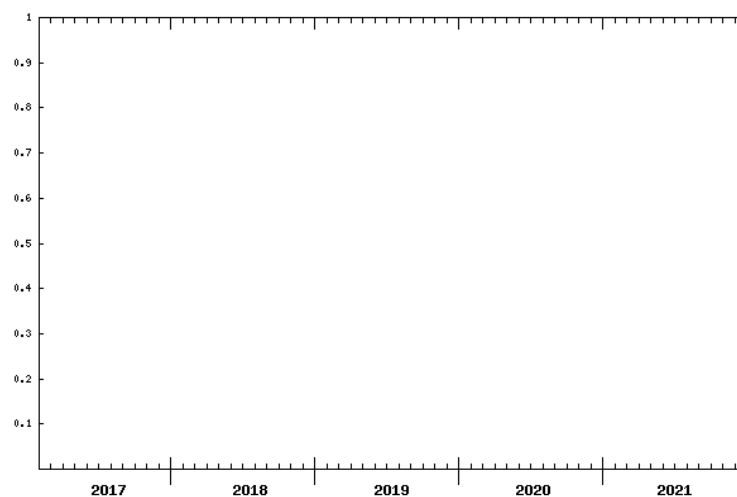
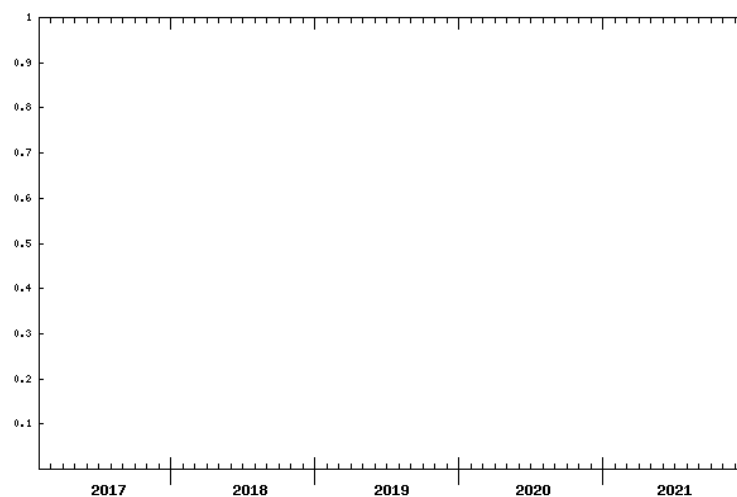
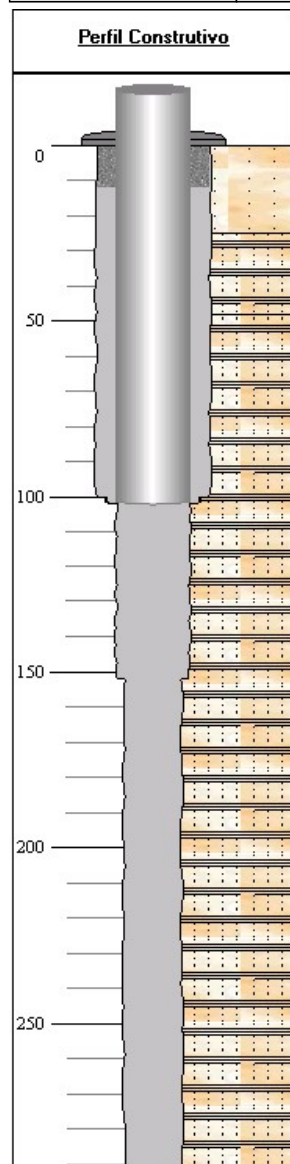


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032964	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI
------------------	---------	----------------------	------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	PRO-THE-04-93
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI
UTM (Norte/Sul) :	9449023
UTM (Leste/Oeste) :	741543
Latitude (GMMSS) :	045852
Longitude (GMMSS) :	424918
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	28/04/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
11/07/1993	0.00	292.00	PROAGUA PERFRUACOES LTDA	Acussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	100.00	12	304.8000
100.00	102.00	10	254.0000
102.00	152.00	8	203.2000
152.00	292.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	102.00	Plástico geomecânico	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	12.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.60	8	203.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	292.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	72.00	Formacao pedra de fogo
72.00	292.00	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	25	Arenito mÃ©dio	ARENITO C/GRANULOMETRIA VARIANDO DE FINO A GROSSO E COR DE AMARELA A BRANCA.
25	48	Arenito intercalado com folhelho	CAMADAS ALTERNADAS DE ARGILITOS E ARENITOS AMARELADOS.
48	292	Arenito intercalado com folhelho	ARENITOS C/INTERCALACOES DE ARGILITOS E SILTITOS.

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	TOTAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
11/07/1993	N	58.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
84.00	0.46		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		12	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

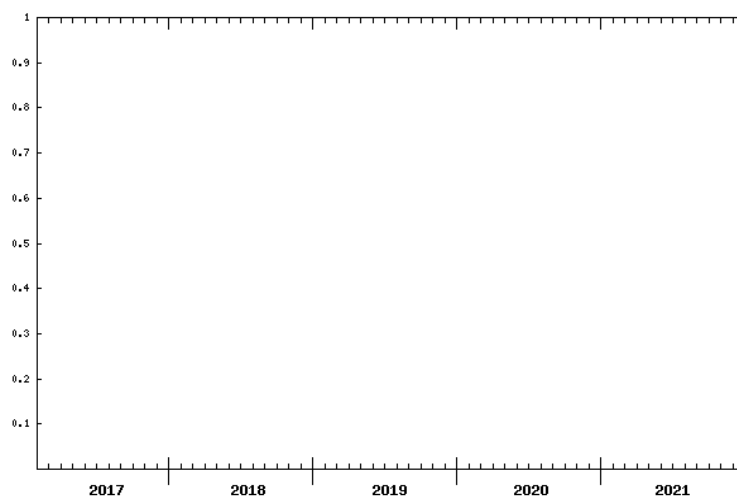
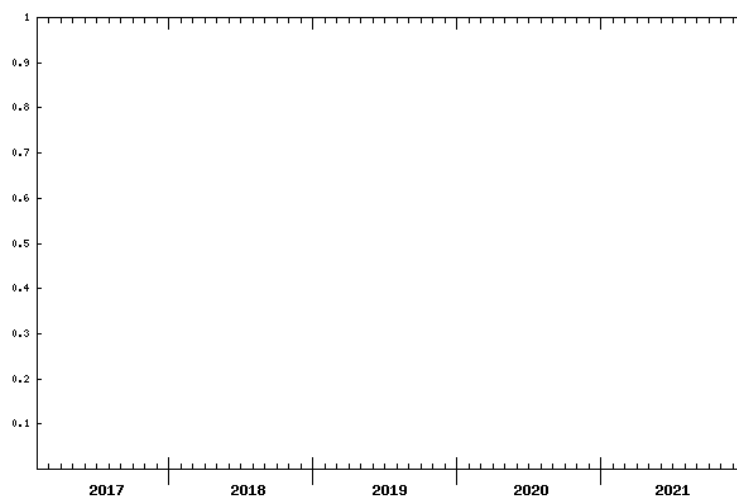
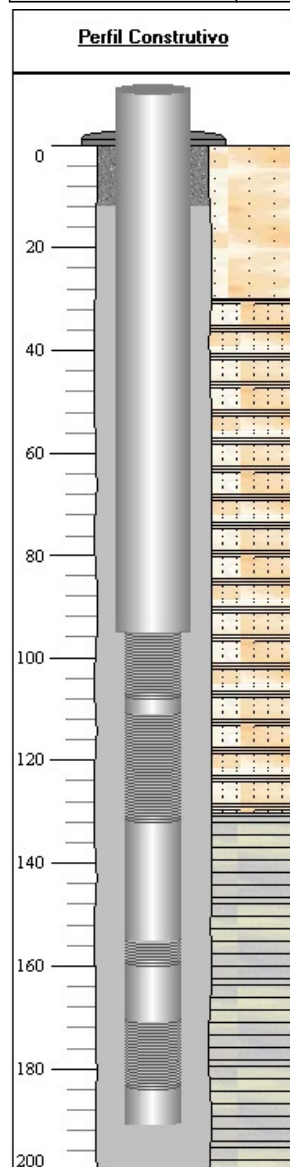


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032965	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI
------------------	---------	----------------------	------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	PRO-THE-02-93
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI
UTM (Norte/Sul) :	9449053
UTM (Leste/Oeste) :	741667
Latitude (GMMSS) :	045851
Longitude (GMMSS) :	424914
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	25/04/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
19/05/1993	0.00	200.00	PROAGUA PERFRUACOES LTDA	Ativo

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	200.00	12 1/4	311.1500

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	95.00	Plástico geomecânico	8	203.2000
107.00	111.00	Plástico geomecânico	6	152.4000
131.00	155.00	Plástico geomecânico	6	152.4000
159.00	171.00	Plástico geomecânico	6	152.4000
183.00	191.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
95.00	107.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	1.00
111.00	131.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	1.00
155.00	159.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	1.00
171.00	183.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	1.00

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	12.00	Cimentação
12.00	200.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.54	8	203.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	200.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	30	Arenito mÃ©dio	ARENITO AMARELADO ESBRAQUICADO, C/GRANULOMETRIA DE FINO A GROSSEIRO.
30	130	Arenito intercalado com folhelho	ARENITO C/INTERCALACOES DESILTITOS, ARGILITOS E SILEX
130	200	Folhelho	FOLHELHOS E SILTITOS ARGILOSOS, C/PEQUENAS INTERCALACOES DE ARENITOS ROSADOS

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
19/05/1993	N	64.00	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
81.00	0.6		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		10.15	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

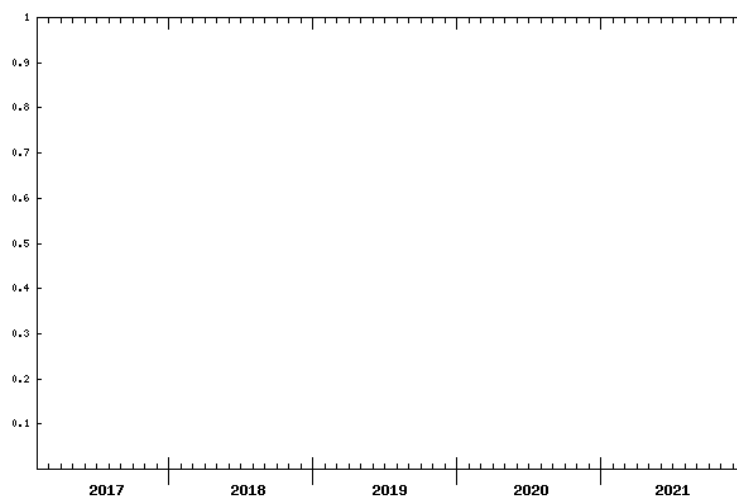
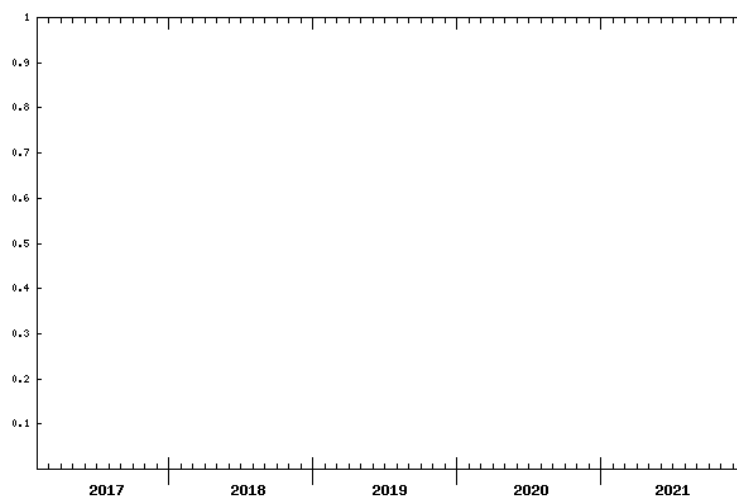
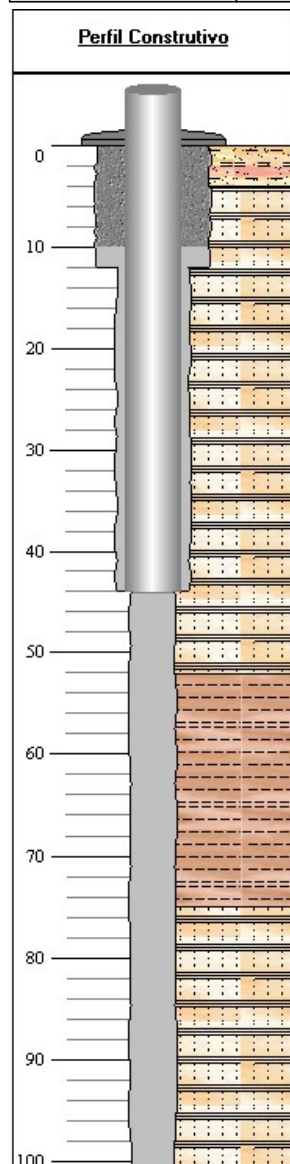


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032966	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : CHURRASCARIA RESIDENCIA I
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	3260-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento doméstico
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	CHURRASCARIA RESIDENCIA I
UTM (Norte/Sul) :	9437730
UTM (Leste/Oeste) :	746343
Latitude (GMMSS) :	050459
Longitude (GMMSS) :	424641
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	05/05/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
05/05/1997	0.00	101.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	12.00	12	304.8000
12.00	44.00	8	203.2000
44.00	101.00	5	127.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	44.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	10.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.65	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	101.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

75.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

75.00

101.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

4

Litologia:

Solo argiloso

Descrição Litológica:

SOLO ARGILOSO LATERITICO.

4

52

Arenito intercalado com folhelho

ARENITOS FINOS ESBRANQUICADOS A CREME C/INTERCALACOES DE ARGILAS C/SILEX.

52

75

Argila

ARGILA PLASTICA AVERMALHADA COMPACTA.

75

101

Arenito intercalado com folhelho

ARENITOS ESBRANQUICADOS A CREME FINOS C/INTERCAL.DE ARGILAS PLASTICAS VERMELHA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

SIMULTÂNEA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

05/05/1997

Surgência:

N

Nível Estático (m):

4.00

Duração do Teste (h):

2:00

Nível Dinâmico:

26.72

Vazão Específica (m3/h/m):

0.58

Coeficiente de Armazenamento:

13.09

Vazão Livre (m3/h):

13.09

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

13.09

Tipo do Teste:

Rebaixamento

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

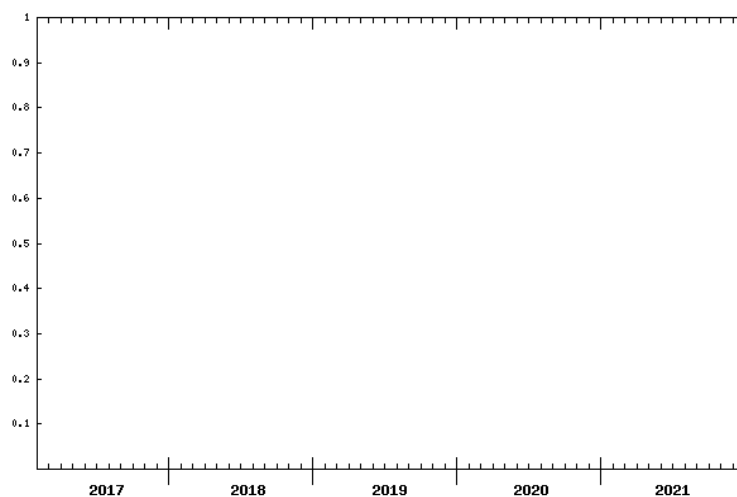
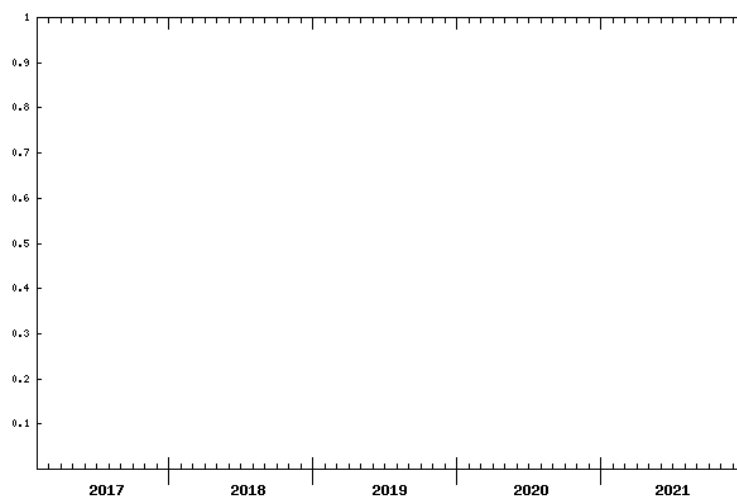
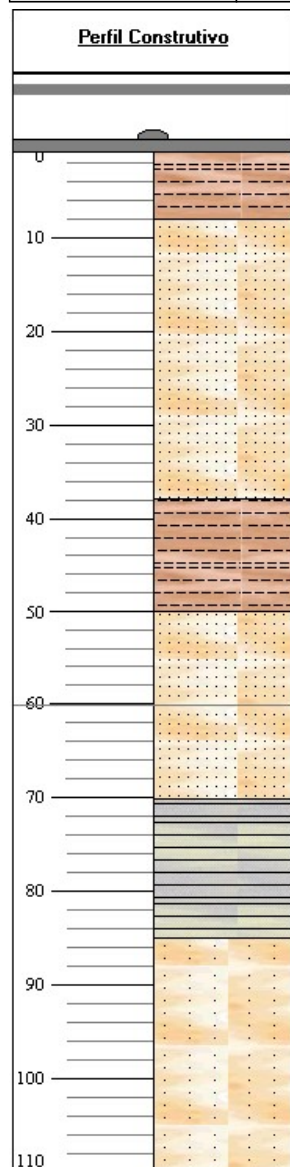


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032967	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - AVENIDA ZEQUINHA FREIRE
------------------	---------	----------------------	---



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	3261-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento doméstico
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - AVENIDA ZEQUINHA FREIRE
UTM (Norte/Sul) :	9440115
UTM (Leste/Oeste) :	749741
Latitude (GMMSS) :	050341
Longitude (GMMSS) :	424451
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
05/05/1997	0.00	110.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	60.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	10.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.90	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	110.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

50.00

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

50.00

110.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

8

Litologia:

Argila

Descrição Litológica:

ARGILA PLASTICA VERMELHA EARENITO GROSSEIRO C/SEIXOSDE QUARTZO E SILEX.

8

38

Arenito fino

ARENITOS FINOS CREME AVERMELHADOS C/INTERCALACAO DESILEX.

38

50

Argila

ARGILA PLASTICA VERMELHA CINTERCALACAO DE ARENITO FINO ROSEO.

50

70

Arenito fino

ARENITO FINO CREME CLARO BEM SELECIONADO,CONTENDO OXIDO DE FERRO.

70

85

Folhelho

FOLHELHO CINZA-ESCURO COMPACTO.

85

110

Arenito mÃ©dio

ARENITO MEDIO A FINO DE COR CREME,BEM SELECIONADO POUCO ARGILOSO.

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

05/05/1997

Surgência:

N

Nível Estático (m):

35.00

Duração do Teste (h):

4:00

Nível Dinâmico:

42.00

Vazão Específica (m3/h/m):

1.2

Coeficiente de Armazenamento:

8.4

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

8.4

Tipo do Teste:

Rebaixamento

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

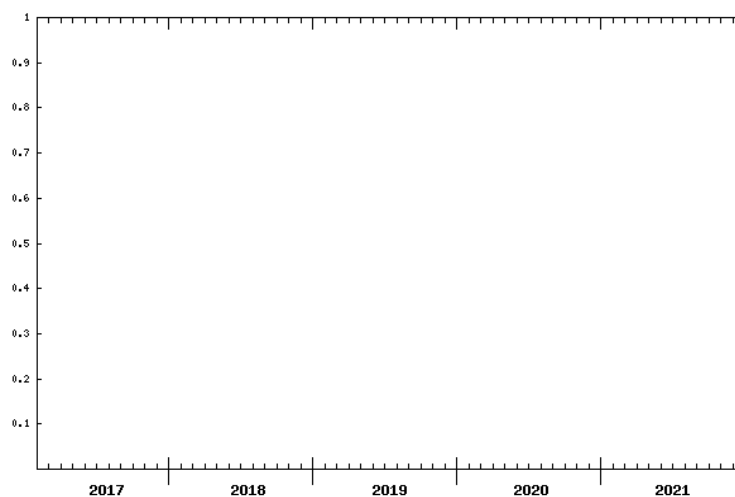
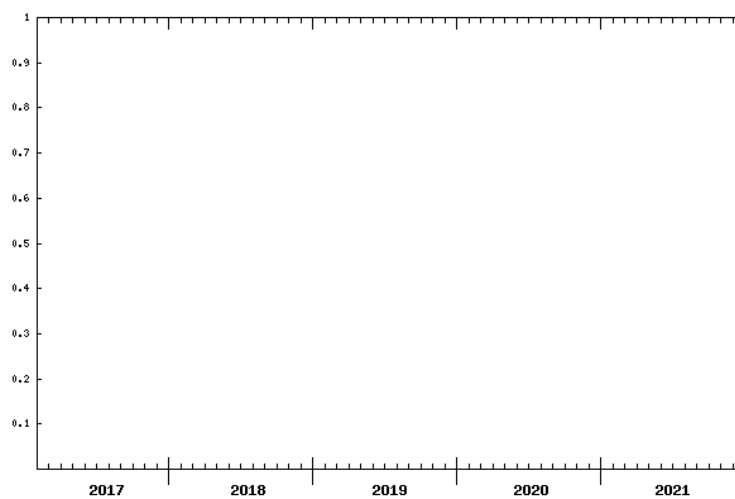
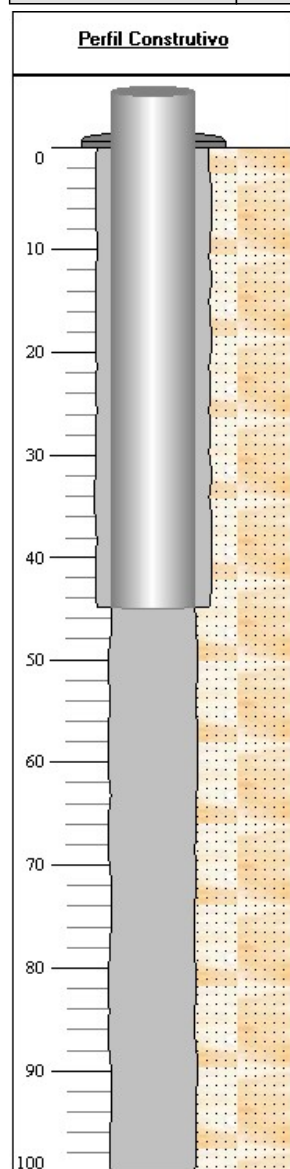


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033268	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO SOCOPO
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO SOCOPO
UTM (Norte/Sul) :	9445163
UTM (Leste/Oeste) :	747293
Latitude (GMMSS) :	050057
Longitude (GMMSS) :	424611
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
06/02/1989	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	45.00	8	203.2000
45.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	45.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

100

Arenito fino

ARENITO FINO BEGE COM INTERCALACOES DE FOLHELHO ARROXEADO

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

06/02/1989

N

22.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

39.00

0.31

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

5.3

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

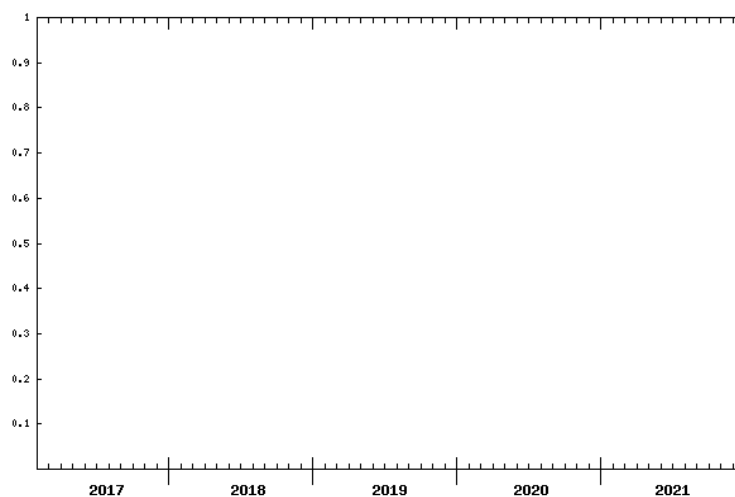
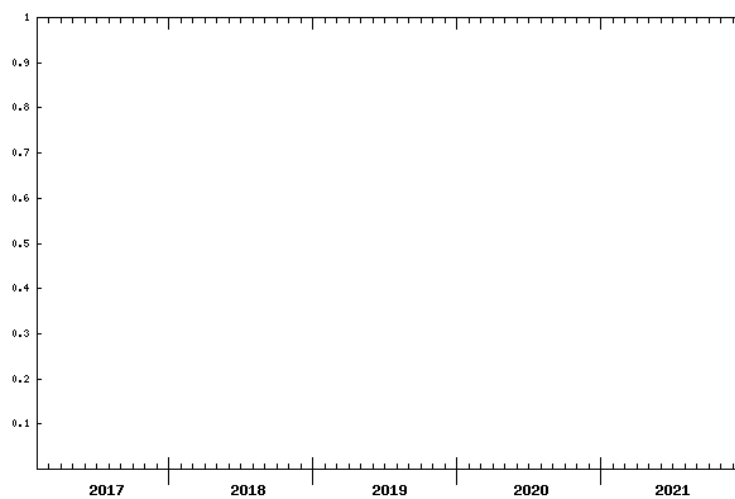
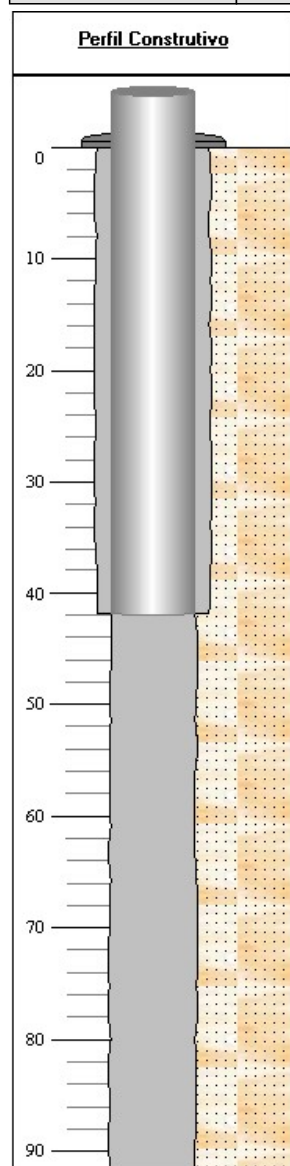


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033271	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - FABRICA GUADALAJARA-TABULETA
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - FABRICA GUADALAJARA-TABULETA
UTM (Norte/Sul) :	9434000
UTM (Leste/Oeste) :	744100
Latitude (GMMSS) :	050700
Longitude (GMMSS) :	424753
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
14/08/1989	0.00	92.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	42.00	8	203.2000
42.00	92.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	42.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	92.00

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

92

Arenito fino

ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE SILTITO ARGILOSO

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

14/08/1989

N

10.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

25.00

0.67

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

10

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

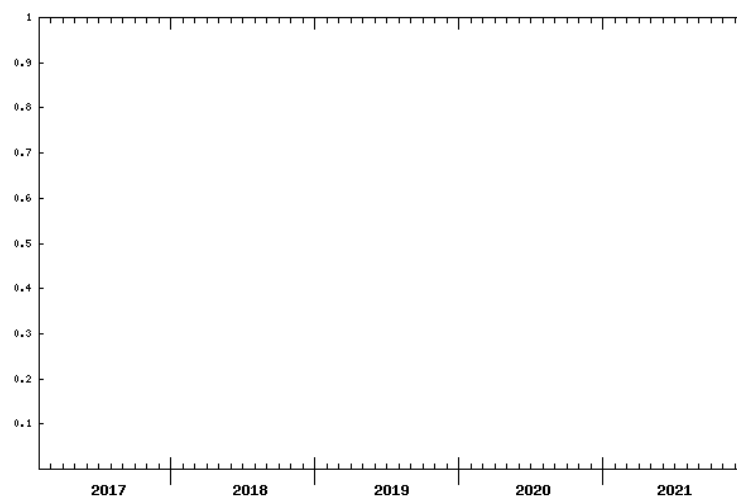
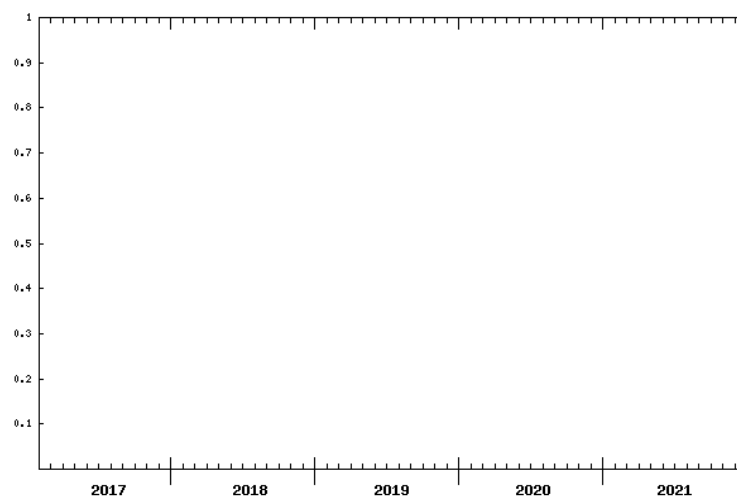
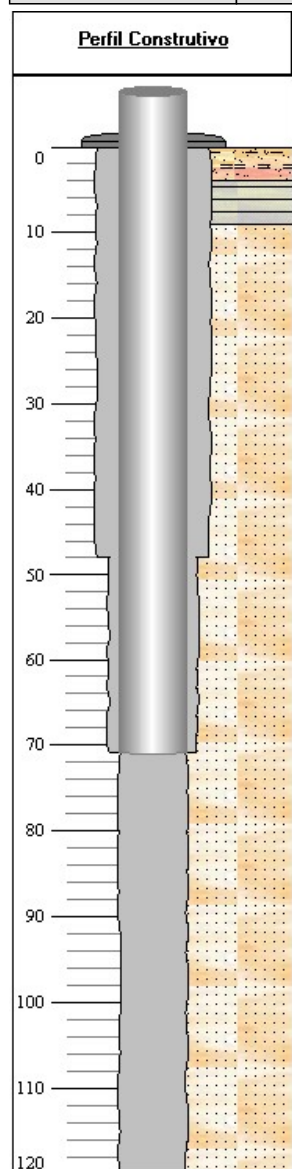


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033272	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO REDENCAO
------------------	---------	----------------------	------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO REDENCAO
UTM (Norte/Sul) :	9434120
UTM (Leste/Oeste) :	744100
Latitude (GMMSS) :	050656
Longitude (GMMSS) :	424753
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
16/10/1995	0.00	120.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	48.00	10	254.0000
48.00	71.00	8	203.2000
71.00	120.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	71.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	120.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 4 Solo argiloso SOLO ARGILOSO CREME

4 9 Folhelho FOLHELHO CREME

9 120 Arenito fino ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO AVERMELHADO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

16/10/1995

N

35.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

55.00

0.5

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

10

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

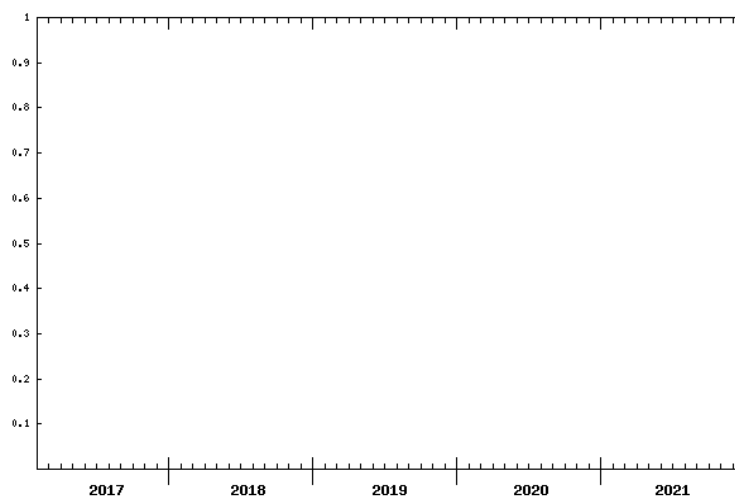
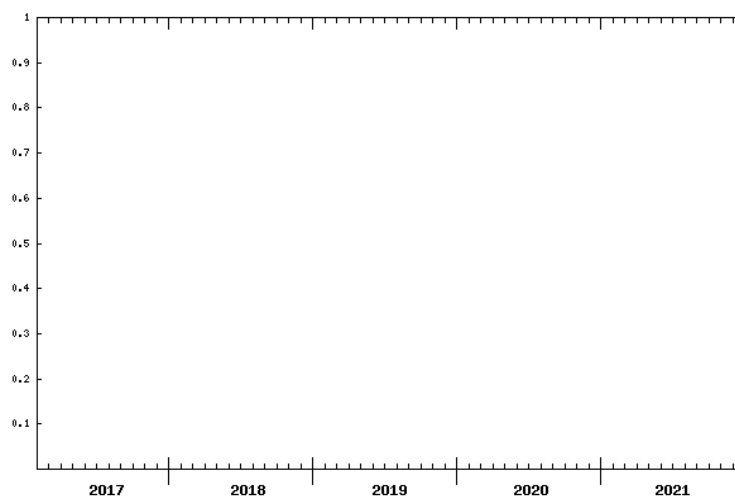
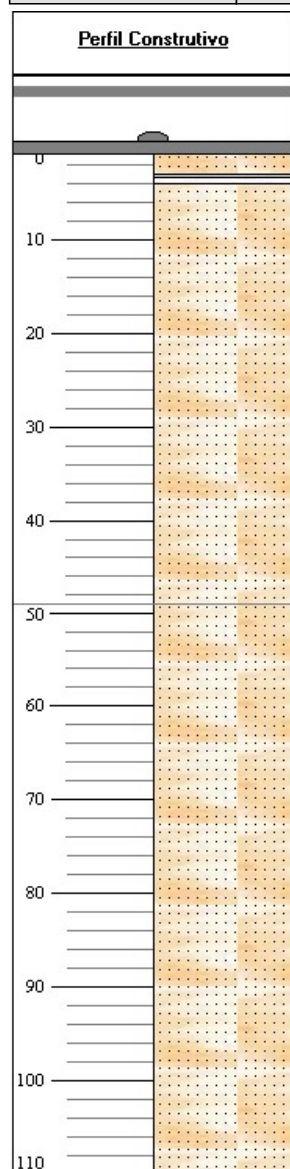


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033277	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI I
------------------	---------	----------------------	--------------------------------------


Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI I
UTM (Norte/Sul) :	9444100
UTM (Leste/Oeste) :	740100
Latitude (GMMSS) :	050132
Longitude (GMMSS) :	425004
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
18/02/1990	0.00	110.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	49.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	110.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 3 Arenito fino ARENITO FINO BEGE

3 4 Quartzito de fragmentação fina SILEX DOLÍTICO

4 110 Arenito fino ARENITO FINO BEGE COM INTERCALACOES DE FOLHELHO ARROXEADO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data: Surgência: Nível Estático (m): Duração do Teste (h):

18/02/1990 N 6.00

Nível Dinâmico: Vazão Específica (m3/h/m): Coeficiente de Armazenamento: Vazão Livre (m3/h):

21.00 1.33

Permeabilidade (m/s): Transmissividade (m2/s): Vazão Após Estabilização (m3/h): Tipo do Teste:

20

Método: Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

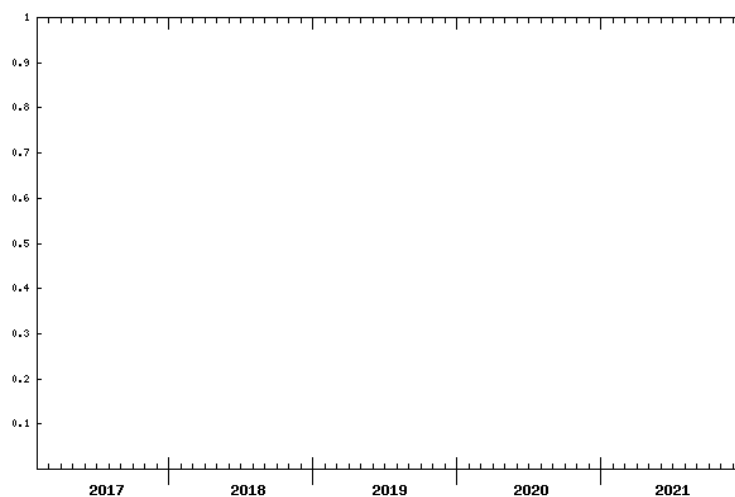
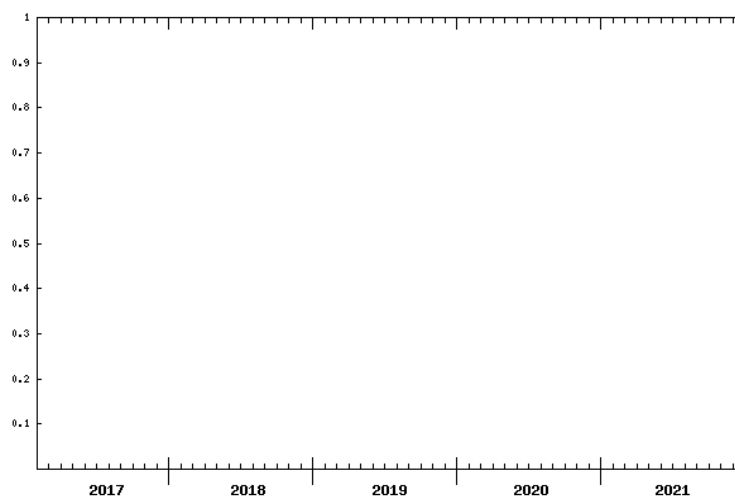
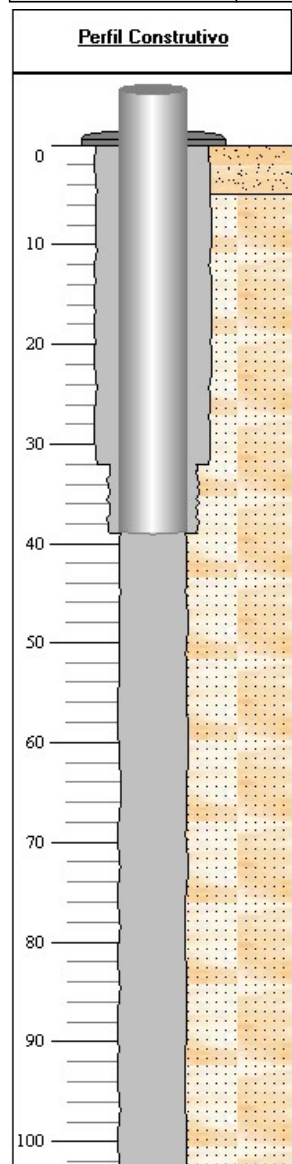


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033279	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI III
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI III
UTM (Norte/Sul) :	9446100
UTM (Leste/Oeste) :	740310
Latitude (GMMSS) :	050027
Longitude (GMMSS) :	424957
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
29/05/1997	0.00	103.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	32.00	10	254.0000
32.00	39.00	8	203.2000
39.00	103.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	39.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	103.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 5 Areia média MATERIAL ARENOSO INCONSOLIDADO

5 103 Arenito fino ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO ROXO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

29/05/1997

N

10.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

52.00

0.3

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

12.6

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

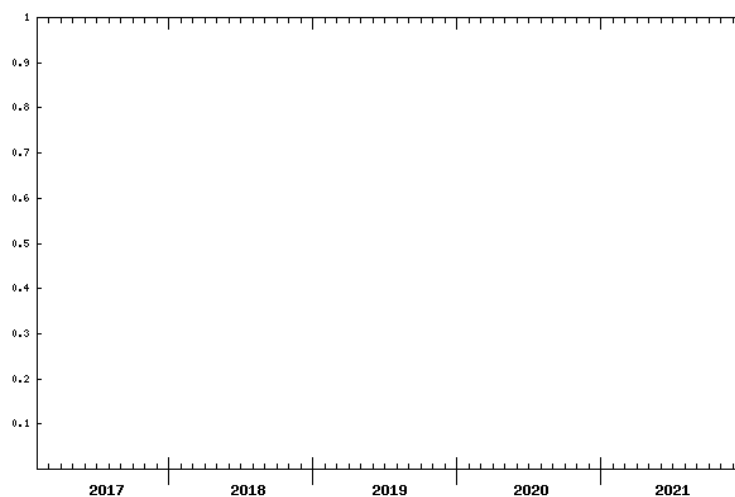
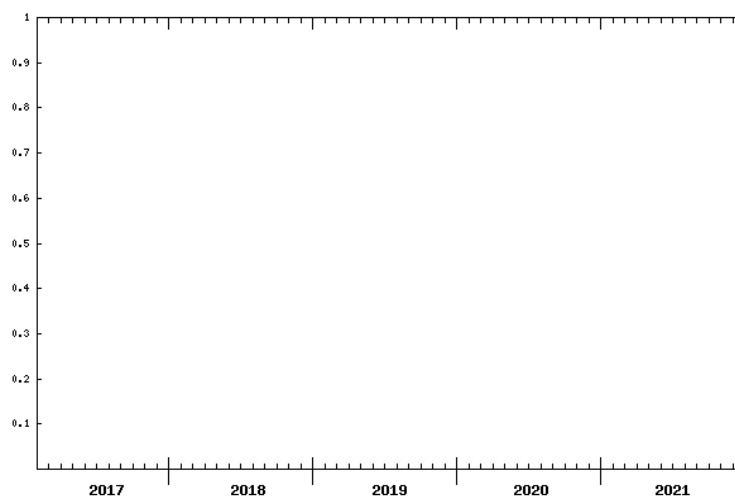
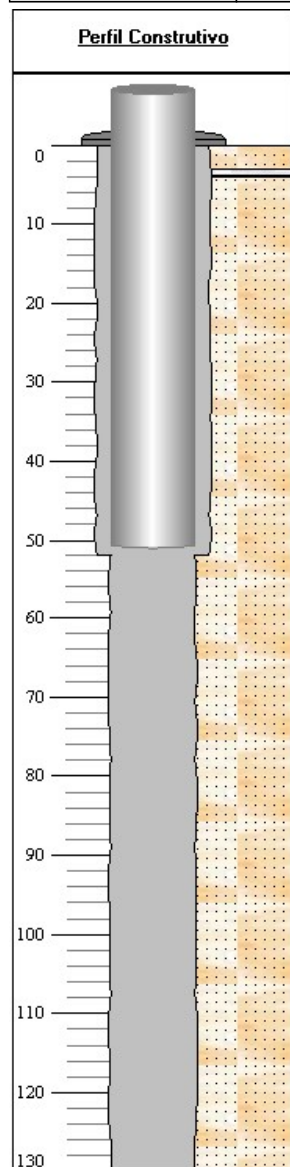


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033281	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTA MARIA DA CODIPI
------------------	---------	----------------------	------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTA MARIA DA CODIPI
UTM (Norte/Sul) :	9444220
UTM (Leste/Oeste) :	740220
Latitude (GMMSS) :	050128
Longitude (GMMSS) :	425000
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	07/03/1990
Situação :	Bombeando

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
07/03/1990	0.00	130.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	52.00	8	203.2000
52.00	130.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	51.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	130.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 3 Arenito fino ARENITO FINO BEGE

3 4 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO DOLÍTICO

4 130 Arenito fino ARENITO FINO BRANCO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO ROXO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data: Surgência: Nível Estático (m): Duração do Teste (h):

07/03/1990 N 6.00

Nível Dinâmico: Vazão Específica (m3/h/m): Coeficiente de Armazenamento: Vazão Livre (m3/h):

26.00 1

Permeabilidade (m/s): Transmissividade (m2/s): Vazão Após Estabilização (m3/h): Tipo do Teste:

20

Método: Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

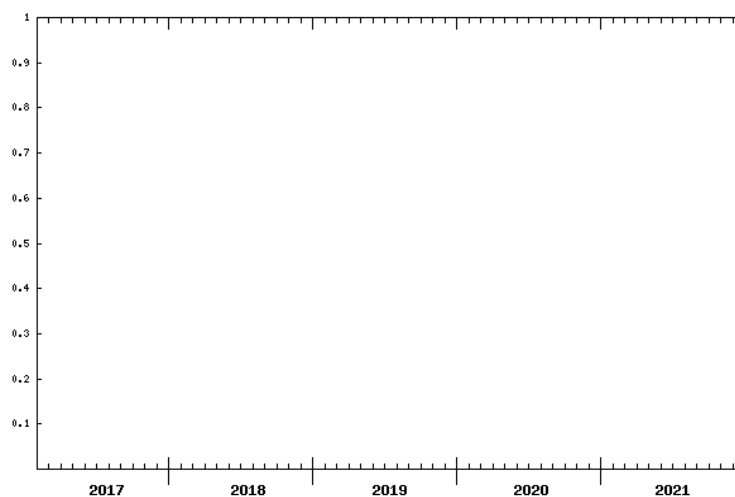
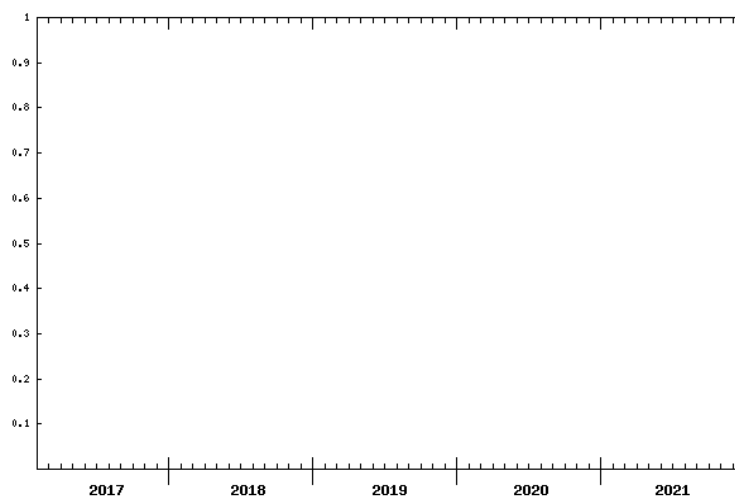
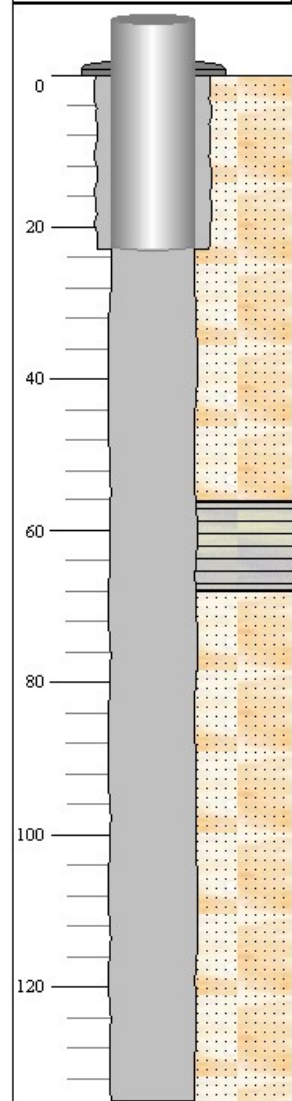


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033282	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : AREIAS
------------------	---------	----------------------	---------------------

Perfil Construtivo		Gerais				
		Dados Gerais:				
		Nome :				
		Data da Instalação :				
		Proprietário :				
		Natureza do Ponto :		Poço tubular		
		Uso da água :				
		Cota do Terreno :				
		Localização:				
		Localidade :		AREIAS		
		UTM (Norte/Sul) :		9433820		
UTM (Leste/Oeste) :		744210				
Latitude (GMMSS) :		050706				
Longitude (GMMSS) :		424749				
Bacia Hidrográfica:		Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:		Rio Parnaíba				
Situação: Data : 25/07/1989 Situação : Bombeando		Construtivos				
		Perfuração:				
		Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
		25/07/1989	0.00	135.00	CONAGRO	Percussão
Diâmetro: De (m): Até (m): Polegadas Milímetros 0.00 23.00 8 203.2000 23.00 135.00 6 152.4000		Revestimento:				
		De (m): Até (m): Material		Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
		0.00 23.00 Aço galvanizado com rosca e luva		6	152.4000	
Filtro: De (m): Até (m): Material Diâmetro (pol) Diâmetro (mm) Ranhura						
Espaço Anular: De (m): Até (m): Material						
Boca do Tubo: Data: Altura(m): Diâmetro (pol) Diâmetro (mm) 1.00 6 152.4000						
Entrada d'água: Profundidade:						
Profundidade Útil: Data: Profundidade: 135.00						

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

56

Arenito fino

ARENITO FINO BRANCO COM INTERCALACOES DE DILTITO AMARELADO

56

68

Folhelho

FOLHELHO MARROM

68

135

Arenito fino

ARENITO FINO ESBRANQUICADO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

25/07/1989

N

0.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

10.00

1.05

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

10.5

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

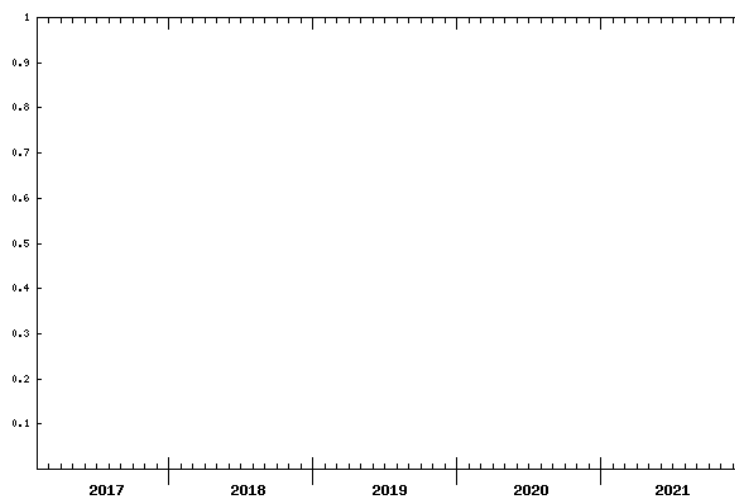
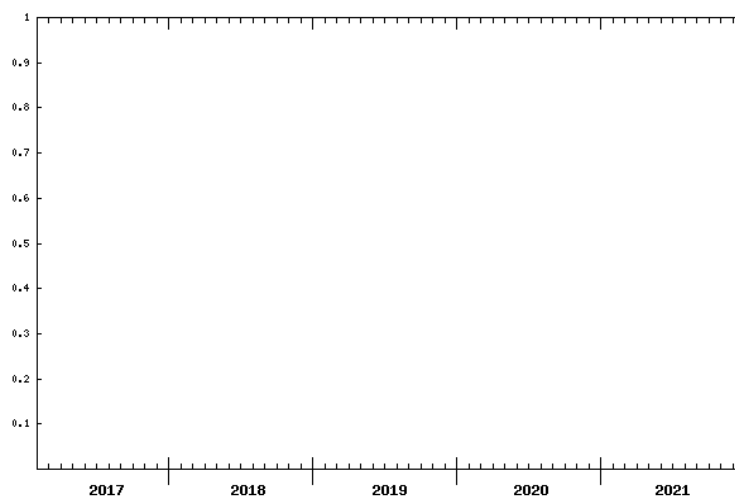
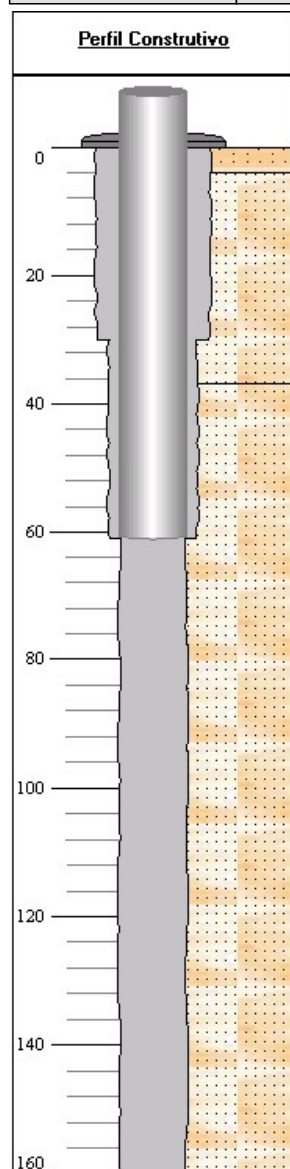


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033290	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : PORTAL DO PARNAIBA
------------------	---------	----------------------	---------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	PORTAL DO PARNAIBA
UTM (Norte/Sul) :	9433407
UTM (Leste/Oeste) :	743277
Latitude (GMMSS) :	050720
Longitude (GMMSS) :	424820
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaiba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
08/10/1996	0.00	160.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	10	254.0000
30.00	61.00	8	203.2000
61.00	160.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	61.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	160.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

160.00

Tipo de Formação:

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	4	Solo areno-argiloso	SOLO ARENO-ARGILOSO CREME
4	37	Arenito fino	ARENITO FINO CREME
37	160	Arenito fino	ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO ROXO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
08/10/1996	N	19.00	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
52.00	0.42		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		14	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

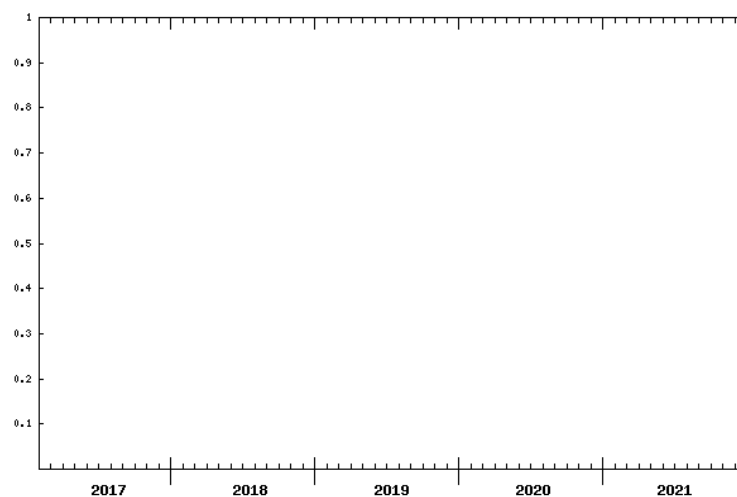
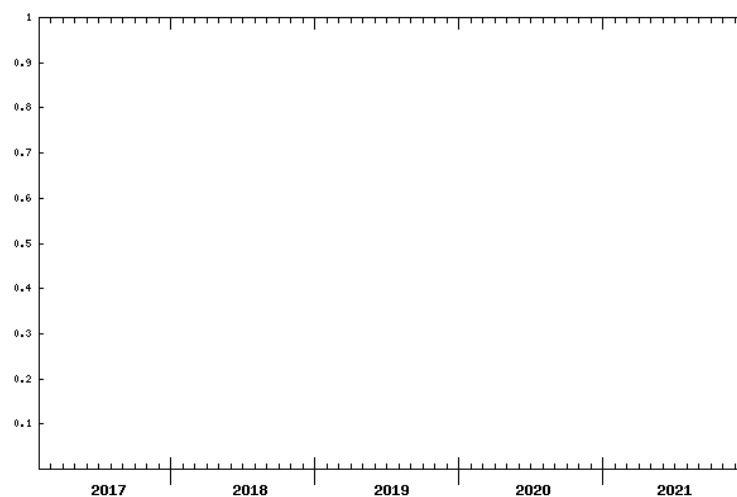
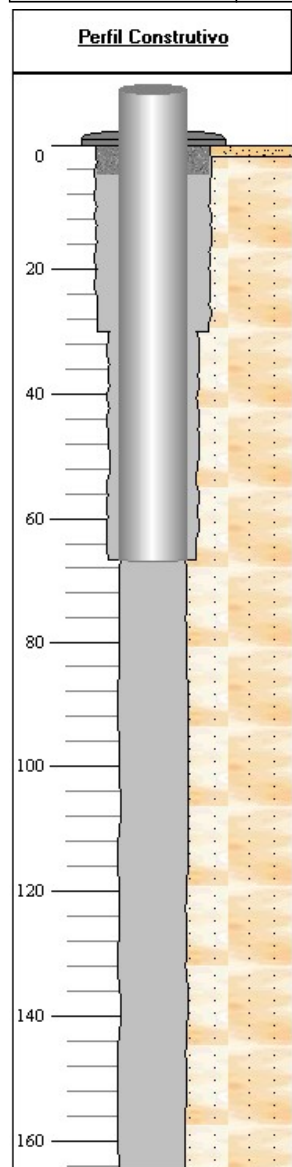


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033293	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - VILA DO AVIAO
------------------	---------	----------------------	-----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - VILA DO AVIAO
UTM (Norte/Sul) :	9445120
UTM (Leste/Oeste) :	746910
Latitude (GMMSS) :	050058
Longitude (GMMSS) :	424623
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
28/03/1998	0.00	165.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	10	254.0000
30.00	67.00	8	203.2000
67.00	165.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	67.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	5.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	165.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 2 Solo arenoso SOLO ARENOSO ESBRANQUICADO

2 165 Arenito mÃ©dio ARENITO MEDIO BRANCO MATRIZ SILTOSA MAL SELECIONADA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

28/03/1998

N

18.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

36.00

0.56

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

10

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

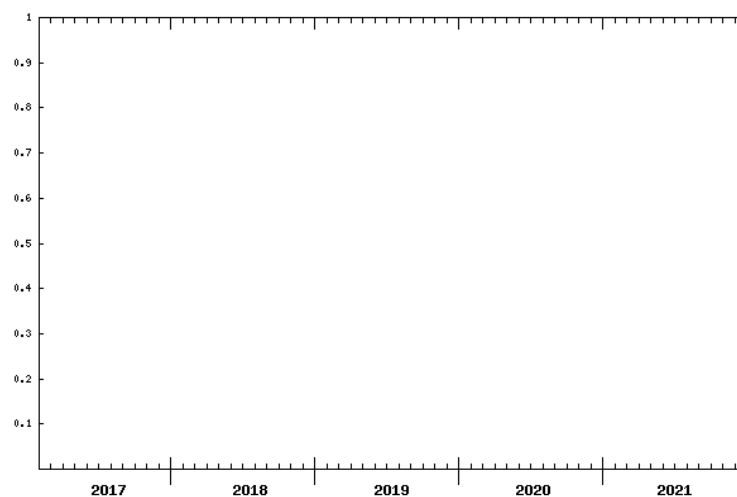
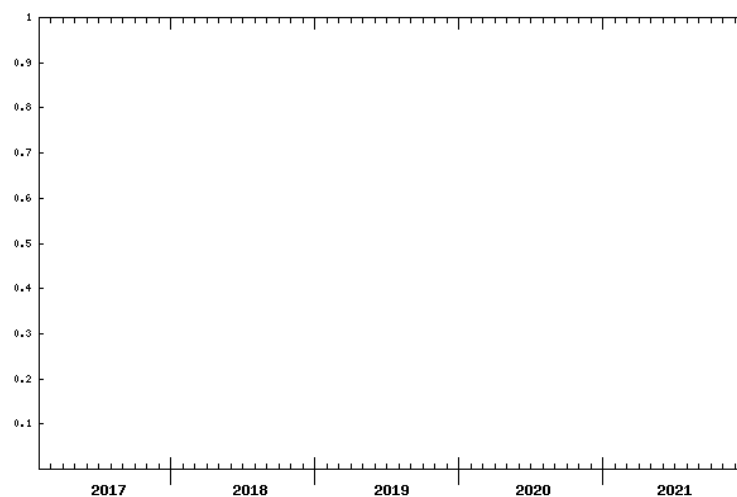
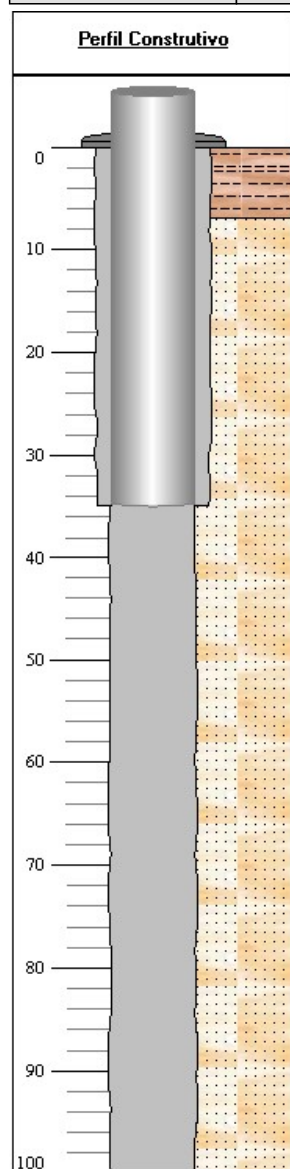


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033294	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PICARREIRA
------------------	---------	----------------------	--------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PICARREIRA
UTM (Norte/Sul) :	9440400
UTM (Leste/Oeste) :	747100
Latitude (GMMSS) :	050332
Longitude (GMMSS) :	424616
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
26/07/1989	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	35.00	8	203.2000
35.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	35.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

7

Argila

MATERIAL ARGILOSO AVERMELHADO INCONSOLIDADO

7

100

Arenito fino

ARENITO FINO ESBRANQUICADO COM INTERCALAÇÕES DE ARGILA

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):**Teste de Bombeamento**

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

26/07/1989

N

22.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m³/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m³/h):

26.00

1.5

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m²/s):Vazão Após Estabilização (m³/h):

Tipo do Teste:

6

Método:

Unidade:

Ph:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (°C):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

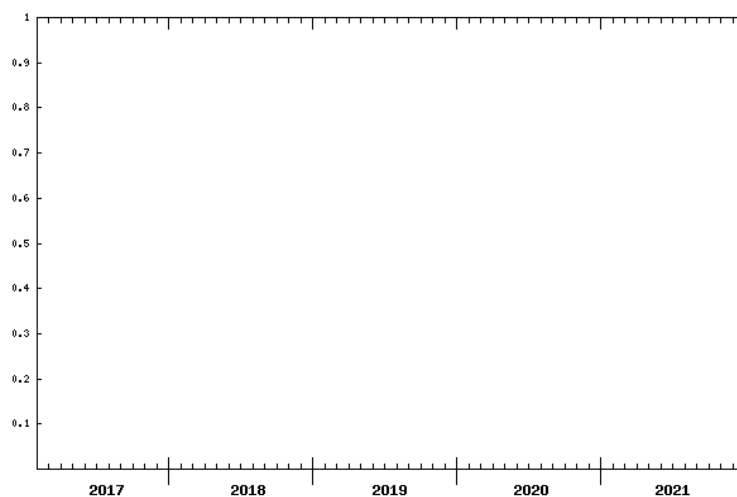
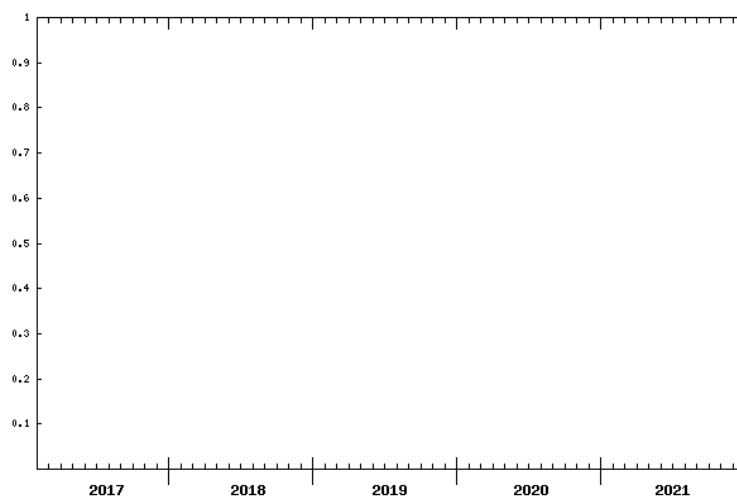


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033295	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO BUENOS AIRES	
------------------	---------	----------------------	----------------------------------	--

Perfil Construtivo

Gerais					
Dados Gerais:					
Nome :					
Data da Instalação :					
Proprietário :					
Natureza do Ponto :		Poço tubular			
Uso da água :					
Cota do Terreno :					
Localização:					
Localidade :		BAIRRO BUENOS AIRES			
UTM (Norte/Sul) :		9442120			
UTM (Leste/Oeste) :		743050			
Latitude (GMMSS) :		050236			
Longitude (GMMSS) :		424828			
Bacia Hidrográfica:		Atlântico Sul-N/NE			
Subbacia Hidrográfica:		Rio Parnaíba			
Situação:					
Data :		25/05/1998			
Situação :		Bombeando			
Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
25/05/1998	0.00	103.00	CONAGRO	Percussao	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	25.00	10	254.0000		
25.00	54.00	8	203.2000		
54.00	103.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	54.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
	1.00	6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:		Profundidade:			
		103.00			

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 6 Areia argilosa MATERIAL ARENO-ARGILOSO INCONSOLIDADO

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

25/05/1998

N

23.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

30.00

1.43

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

10

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

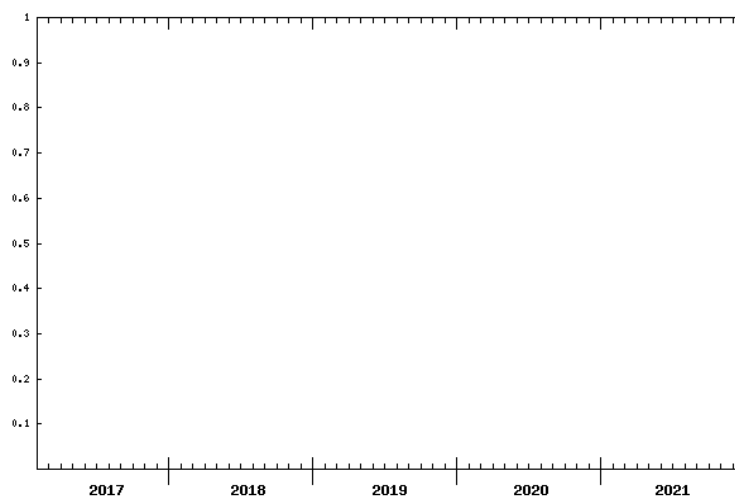
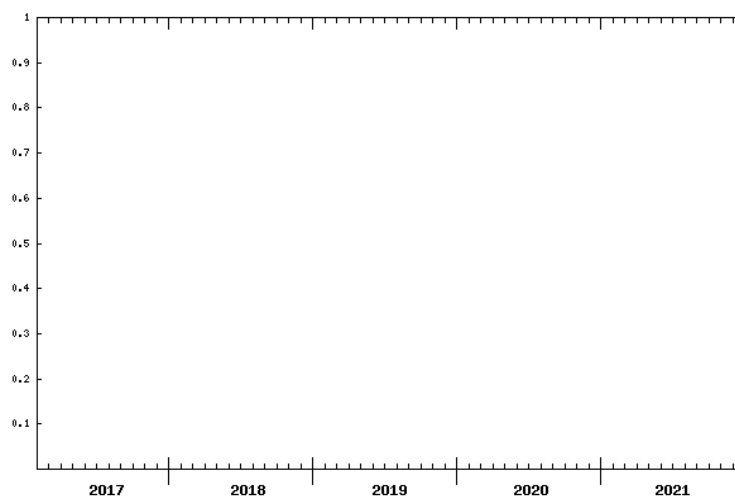
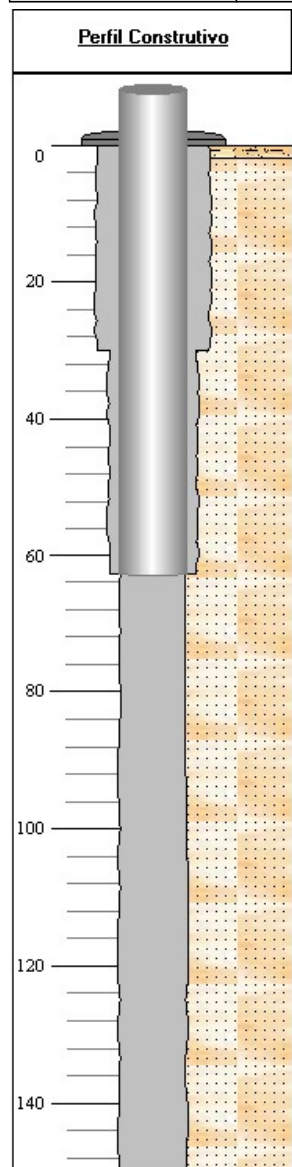


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033296	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - RUA ALEXANDRE GOMES S/N-
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - RUA ALEXANDRE GOMES S/N-
UTM (Norte/Sul) :	9443200
UTM (Leste/Oeste) :	744100
Latitude (GMMSS) :	050201
Longitude (GMMSS) :	424754
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
04/01/1998	0.00	150.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	10	254.0000
30.00	63.00	8	203.2000
63.00	150.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	63.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	150.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

2

Solo argiloso

SOLO ARGILOSO CREME

2

150

Arenito fino

ARENITO FINO COM INTERCALACOES DE SILTITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

04/01/1998

N

32.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

60.00

0.26

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

7.3

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

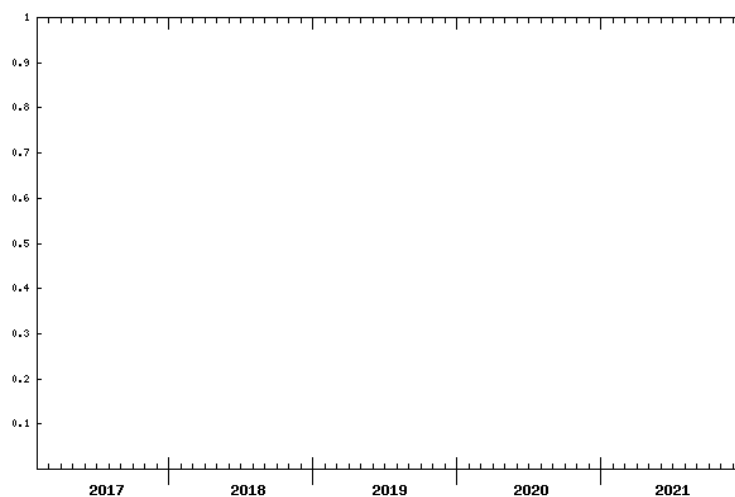
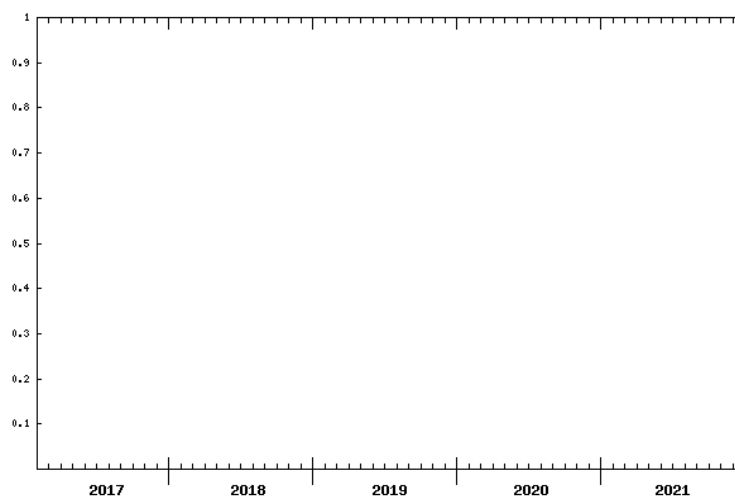
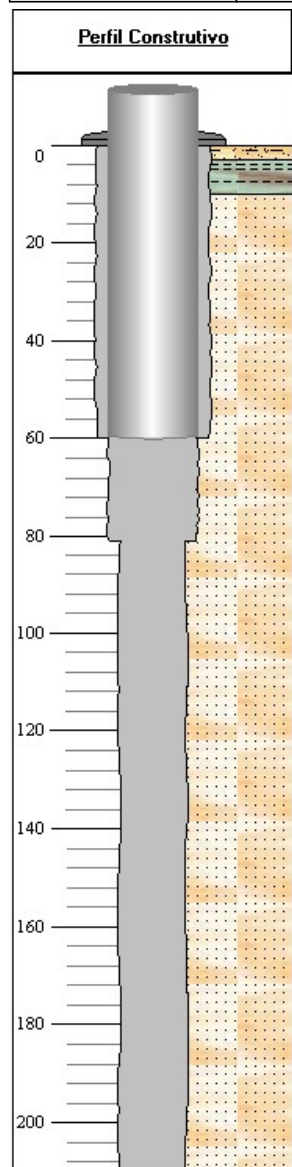


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033298	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - POLO INDUSTRIAL SUL
------------------	---------	----------------------	---



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - POLO INDUSTRIAL SUL
UTM (Norte/Sul) :	9426420
UTM (Leste/Oeste) :	748200
Latitude (GMMSS) :	051106
Longitude (GMMSS) :	424539
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
20/10/1998	0.00	210.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	60.00	10	254.0000
60.00	81.00	8	203.2000
81.00	210.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	60.00	Plastico geomecanico	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	210.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 3 Solo argiloso SOLO ARGILOSO ALARANJADO

3 10 Argilito ARGILITO AVERMELHADO

10 210 Arenito fino ARENITO FINO ESBRANQUICADO COM INTERCALAÇÕES DE FOLHELHO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

20/10/1998

N

47.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m³/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m³/h):

72.00

1

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m²/s):

Vazão Após Estabilização (m³/h):

Tipo do Teste:

25

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

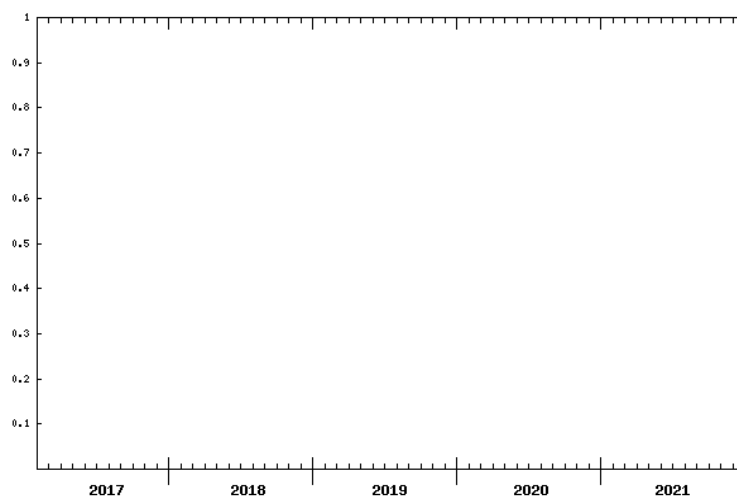
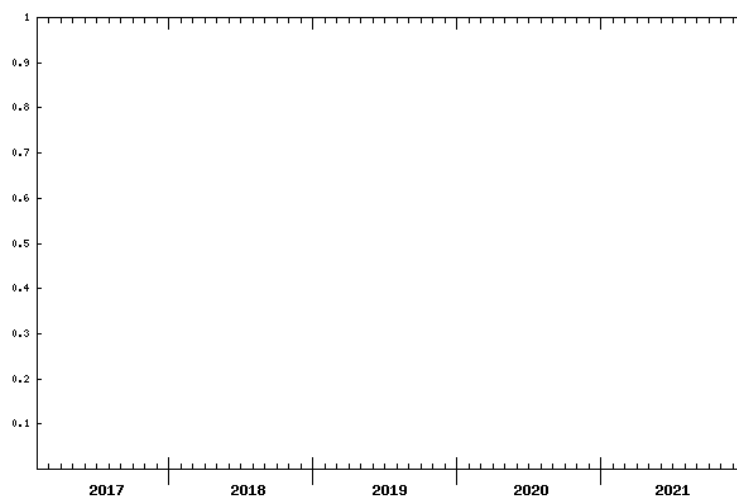
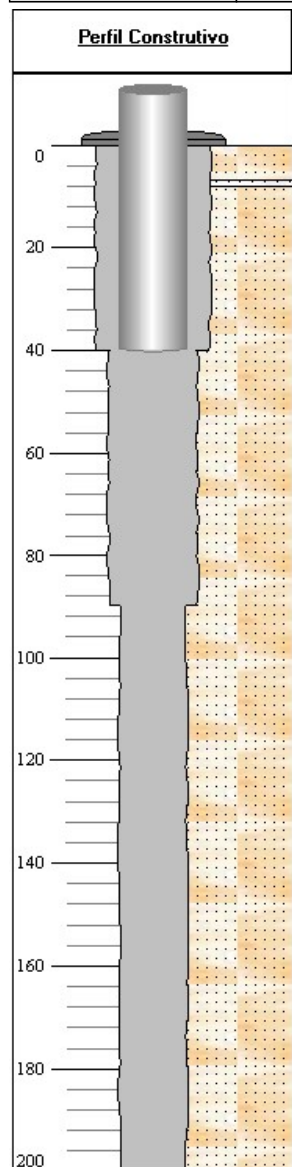


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033313	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PORTO ALEGRE
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PORTO ALEGRE
UTM (Norte/Sul) :	9425220
UTM (Leste/Oeste) :	748100
Latitude (GMMSS) :	051145
Longitude (GMMSS) :	424542
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
20/07/1998	0.00	200.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	40.00	10	254.0000
40.00	90.00	8	203.2000
90.00	200.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	40.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	200.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 7 Arenito fino ARENITO FINO CREME ARGILO-SOS

7 8 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO DOLÍTICO

8 200 Arenito fino ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO MARROM

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data: Surgência: Nível Estático (m): Duração do Teste (h):

20/07/1998 N 16.00

Nível Dinâmico: Vazão Específica (m3/h/m): Coeficiente de Armazenamento: Vazão Livre (m3/h):

24.00 3.13

Permeabilidade (m/s): Transmissividade (m2/s): Vazão Após Estabilização (m3/h): Tipo do Teste:

25

Método: Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

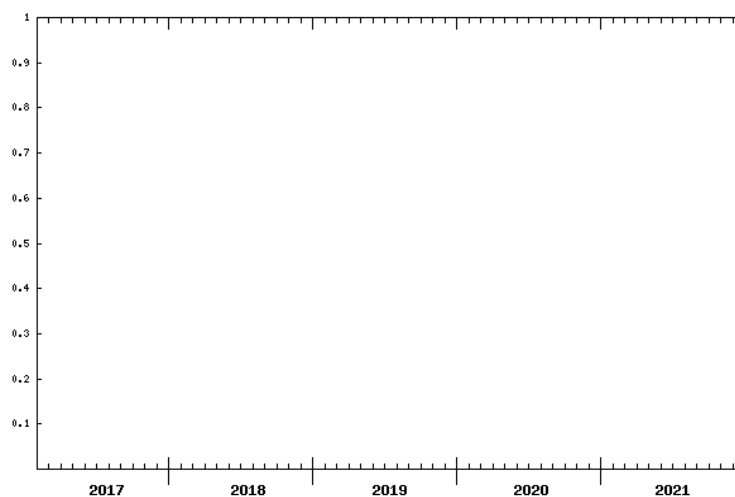
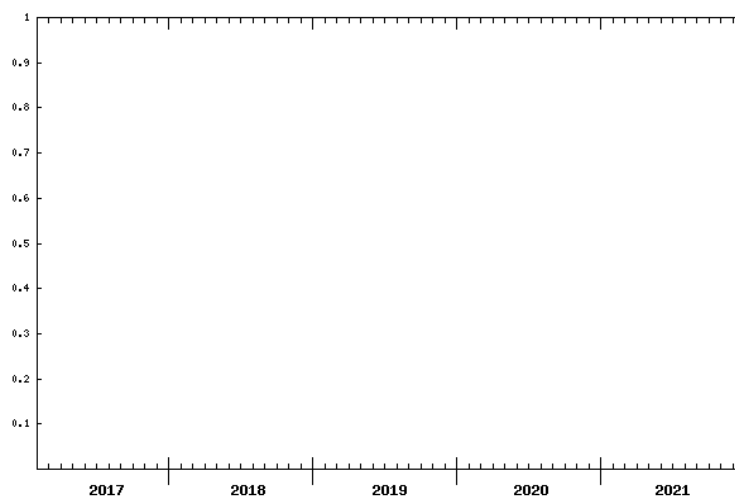
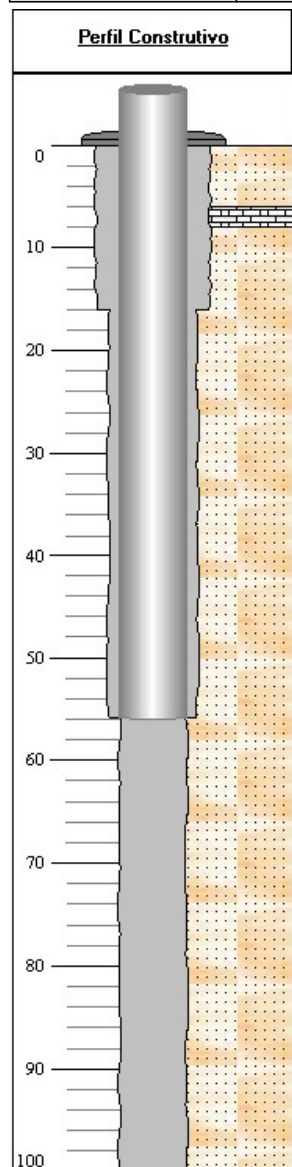


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033332 UF : PI Município : Teresina Localidade : SEDE - RUA ADALBERTO CORREIA LIMA 2221



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - RUA ADALBERTO CORREIA LIMA 2221
UTM (Norte/Sul) :	9441050
UTM (Leste/Oeste) :	745000
Latitude (GMMSS) :	050311
Longitude (GMMSS) :	424724
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
03/07/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	16.00	10	254.0000
16.00	56.00	8	203.2000
56.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	56.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 6 Arenito fino ARENITO FINO CREME

6 8 Calcário CALCÁRIO

8 100 Arenito fino ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE ARGILITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

03/07/1999

N

19.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

43.00 0.25

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

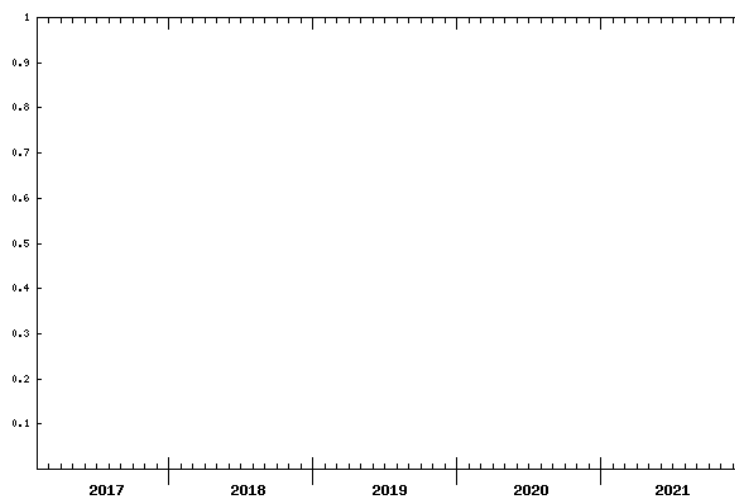
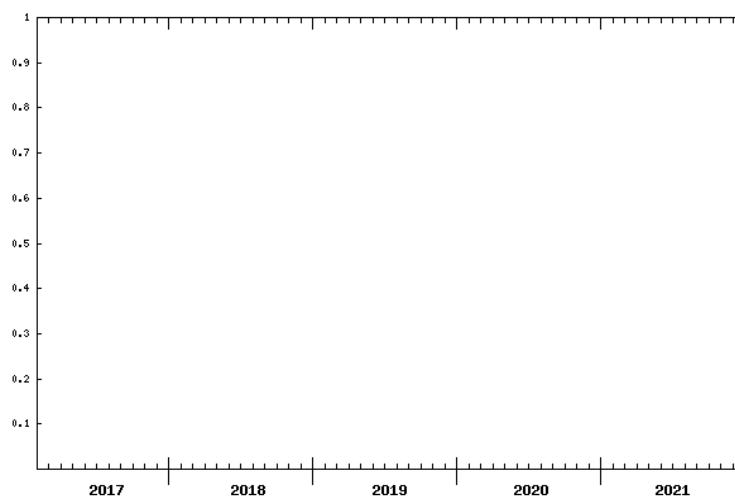
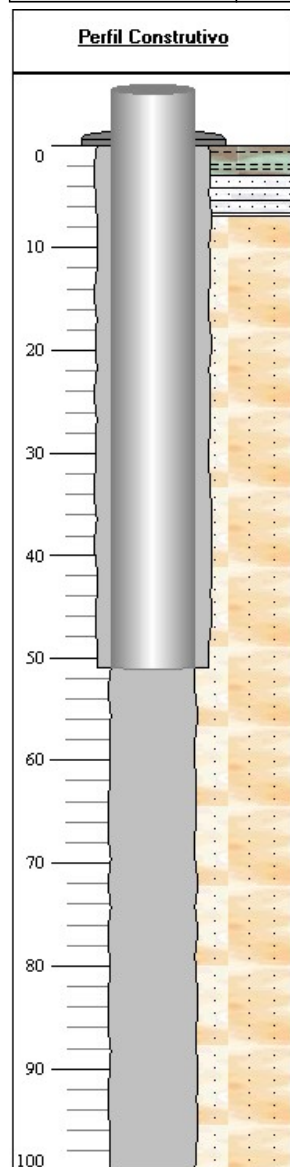


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033333	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - INEC-INST.EDUC.DA CRIANCA
------------------	---------	----------------------	---



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - INEC-INST.EDUC.DA CRIANCA
UTM (Norte/Sul) :	9437100
UTM (Leste/Oeste) :	744300
Latitude (GMMSS) :	050519
Longitude (GMMSS) :	424747
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
13/12/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	51.00	8	203.2000
51.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	51.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 3 Argilito ARGILITO AVERMELHADO

3 7 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

7 100 Arenito médio ARENITO MEDIO ESBRANQUICADO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

13/12/1999

N

21.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

38.00

0.36

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6.1

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

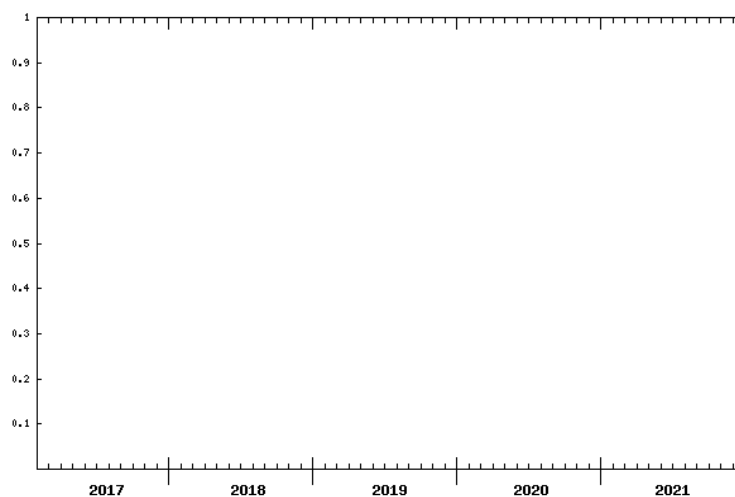
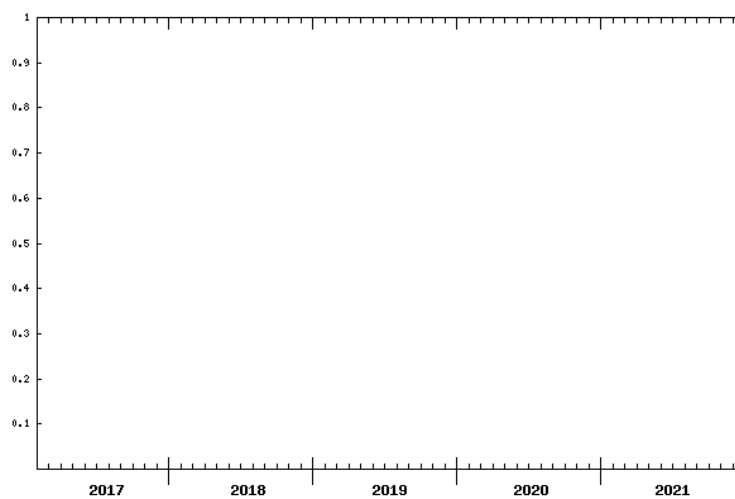
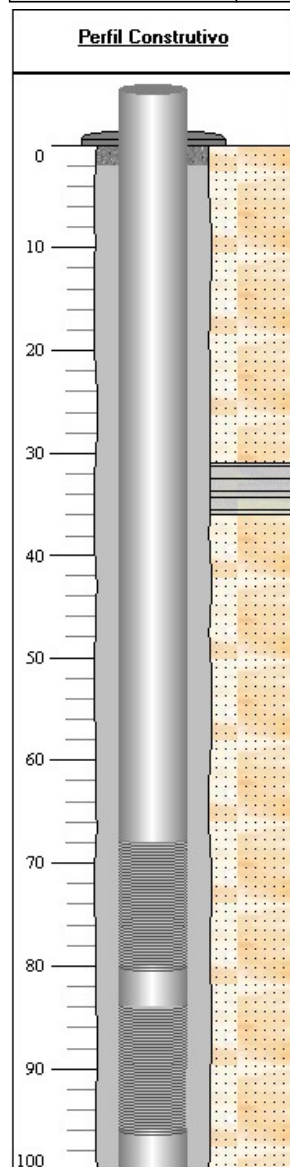


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033335	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - CONDOMINIO BERVELY HILLS
------------------	---------	----------------------	--


Gerais
Dados Gerais:

Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:

Localidade :	SEDE - CONDOMINIO BERVELY HILLS
UTM (Norte/Sul) :	9438100
UTM (Leste/Oeste) :	743800
Latitude (GMMSS) :	050447
Longitude (GMMSS) :	424803
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:

Data :	
Situação :	

Construtivos
Perfuração:

Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
07/04/2000	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:

De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	100.00	10	254.0000

Revestimento:

De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	68.00	Plástico geomecânico	6	152.4000
68.00	84.00	Plástico geomecânico	6	152.4000
84.00	100.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:

De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
68.00	80.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
84.00	96.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	

Espaço Anular:

De (m):	Até (m):	Material
0.00	2.00	Cimentação

Boca do Tubo:

Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:

Profundidade:	
---------------	--

Profundidade Útil:

Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 31 Arenito fino ARENITO FINO ALARANJADO

31 36 Folhelho FOLHELHO CAULINICO ESBRANQUICADO

36 100 Arenito fino ARENITO FINO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

07/01/2000

N

12.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

45.00

0.22

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

7.2

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

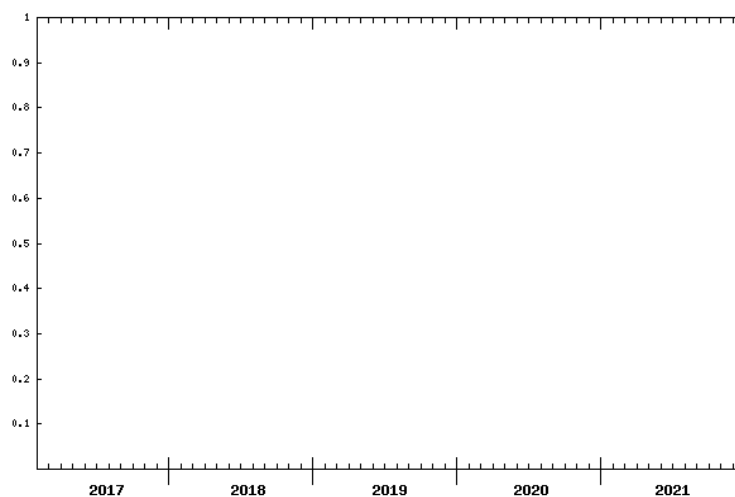
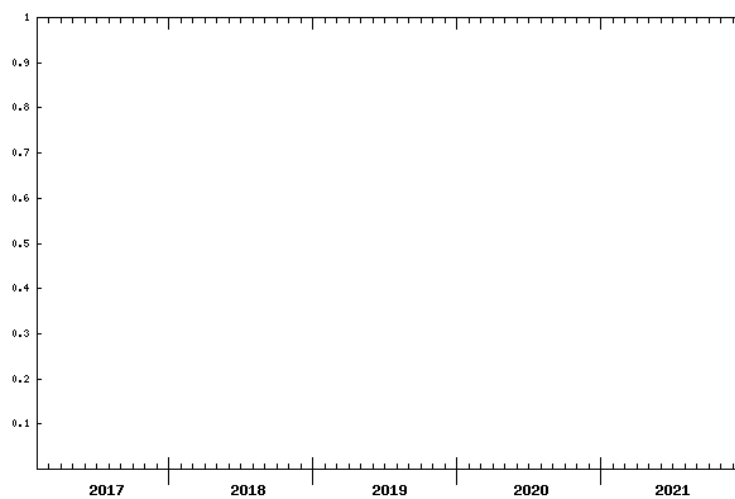
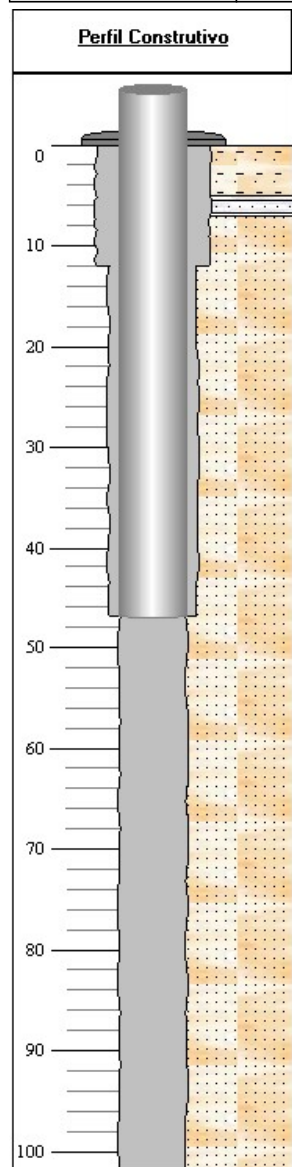


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033336	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - CONDOMINIO EDIFICIO MOZART
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - CONDOMINIO EDIFICIO MOZART
UTM (Norte/Sul) :	9439000
UTM (Leste/Oeste) :	744200
Latitude (GMMSS) :	050417
Longitude (GMMSS) :	424750
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
08/06/1999	0.00	102.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	12.00	10	254.0000
12.00	47.00	8	203.2000
47.00	102.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	47.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	102.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 5 Arenito argiloso ARENITO ARGILOSO ESBRANQUICADO

5 7 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

7 102 Arenito fino ARENITO FINO A MEDIO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

08/06/1999

N

14.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

30.00

0.5

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

8

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

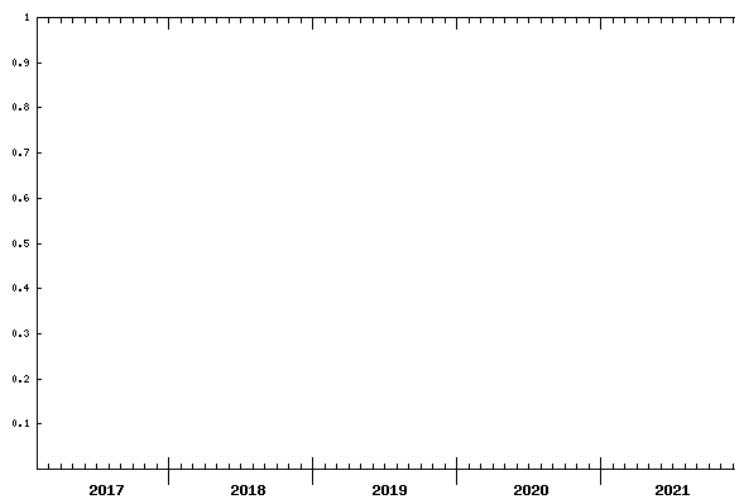
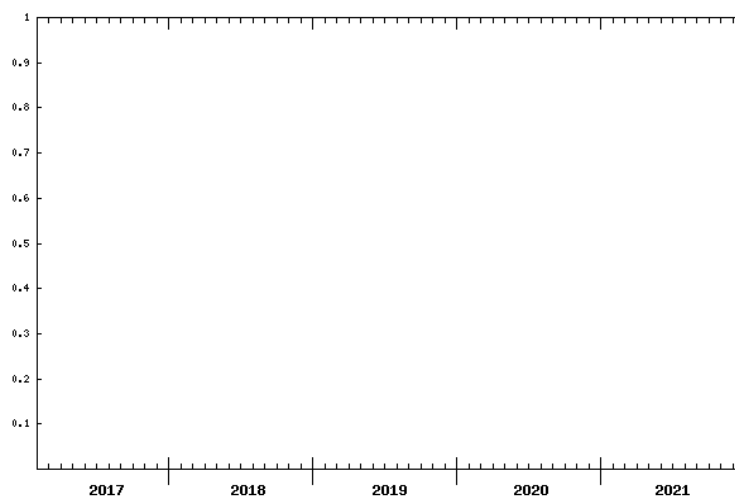
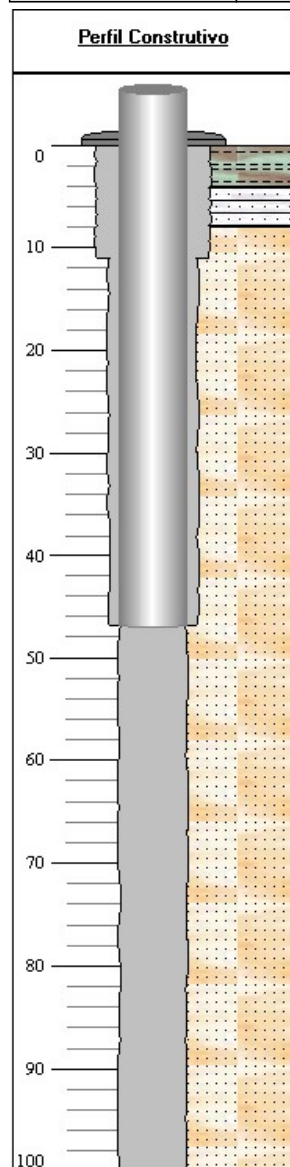


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033339	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO JOCKEY CLUB
------------------	---------	----------------------	---------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO JOCKEY CLUB
UTM (Norte/Sul) :	9439000
UTM (Leste/Oeste) :	744600
Latitude (GMMSS) :	050417
Longitude (GMMSS) :	424737
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
06/12/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	11.00	10	254.0000
11.00	47.00	8	203.2000
47.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	47.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 4 Argilito ARGILITO ARENOSO CINZA

4 8 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

8 100 Arenito fino ARENITO FINO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

06/12/1999

N

9.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

27.00 0.37

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6.7

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

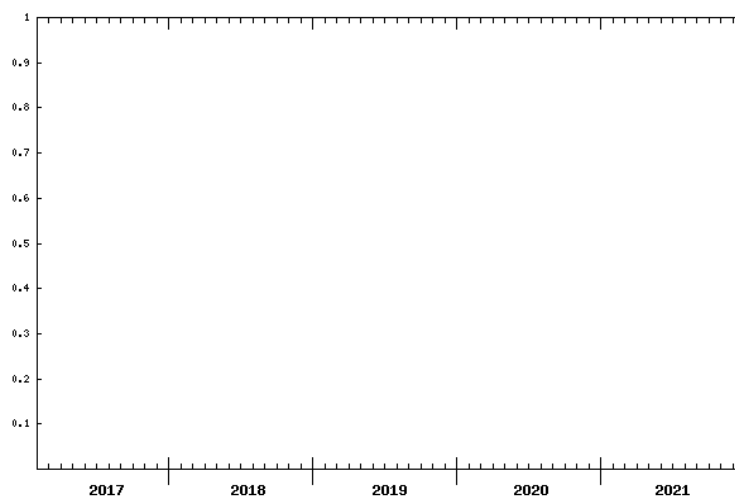
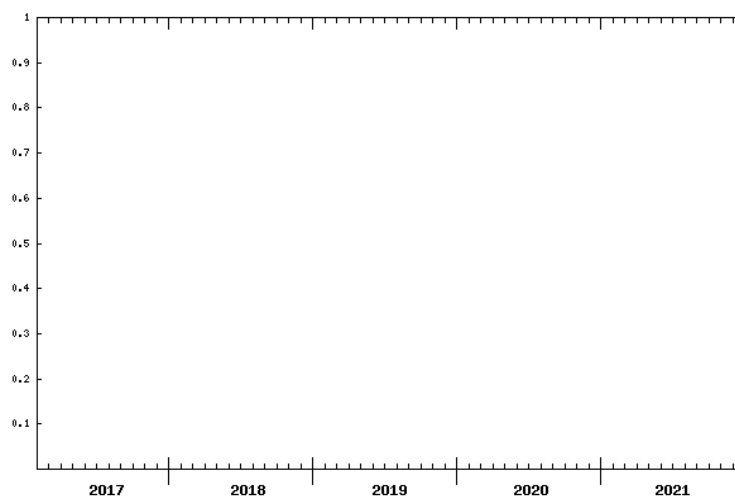
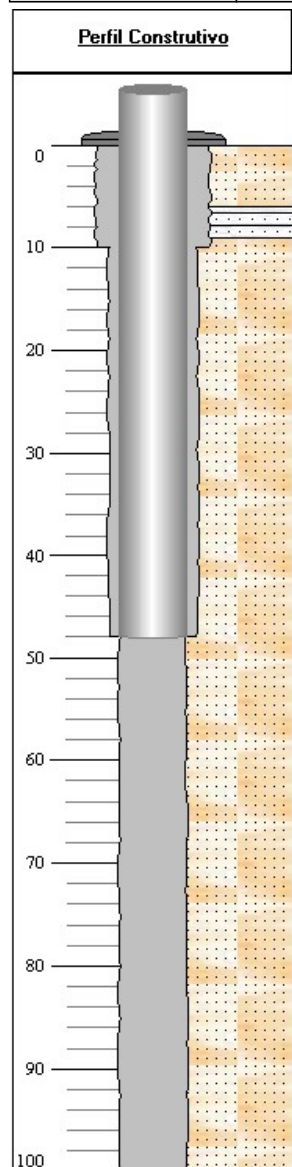


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033340	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - RUA GAL.LAGES, 901-JOCKEY CLUB
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - RUA GAL.LAGES, 901-JOCKEY CLUB
UTM (Norte/Sul) :	9439000
UTM (Leste/Oeste) :	745200
Latitude (GMMSS) :	050417
Longitude (GMMSS) :	424718
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
18/12/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	10.00	10	254.0000
10.00	48.00	8	203.2000
48.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	48.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	6	Arenito fino	ARENITO FINO ALARANJADO
6	9	Quartzito de fragmentação fina	SILEXITO
9	100	Arenito fino	ARENITO FINO ESBRANQUICADO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO CAULINICO BRANCO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
18/12/1999	N	12.00	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
32.00	0.47		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		9.48	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

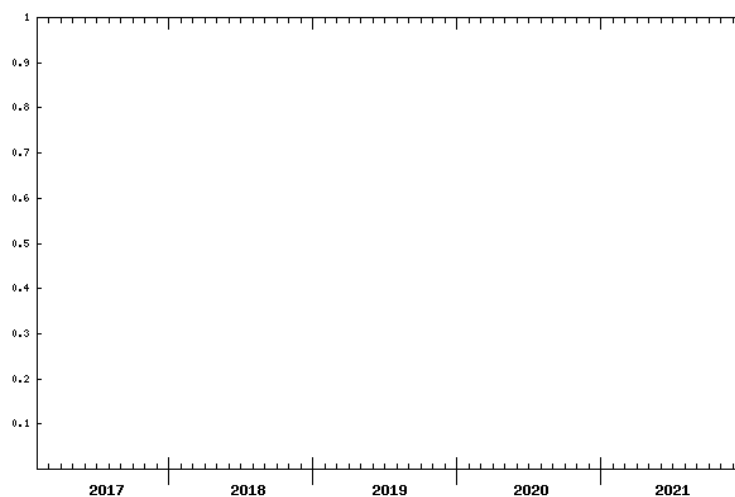
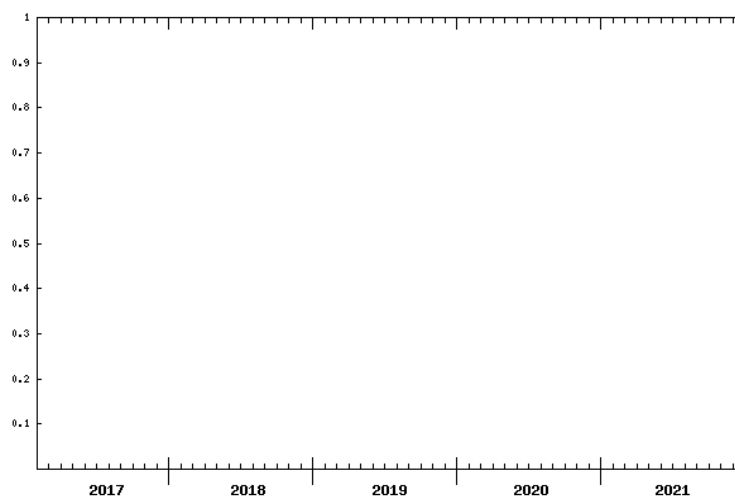
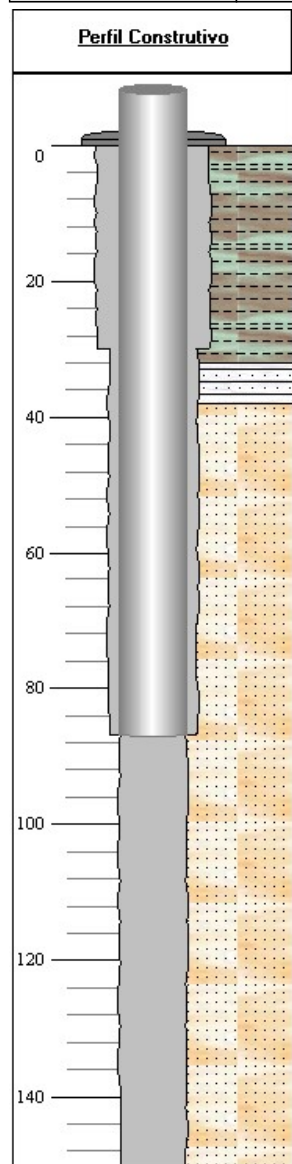


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033341	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BAIRRO SOCOPO
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BAIRRO SOCOPO
UTM (Norte/Sul) :	9445210
UTM (Leste/Oeste) :	747010
Latitude (GMMSS) :	050055
Longitude (GMMSS) :	424620
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
10/04/1999	0.00	151.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	10	254.0000
30.00	87.00	8	203.2000
87.00	151.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	87.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	151.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 32 Argilito ARGILITO AVERMELHADO

32 38 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

38 151 Arenito fino ARENITO FINO ESBRANQUICADO COM INTERCALAÇÕES DE FOLHELHO AVERMELHADO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data: Surgência: Nível Estático (m): Duração do Teste (h):

10/04/1999 N 64.00

Nível Dinâmico: Vazão Específica (m³/h/m): Coeficiente de Armazenamento: Vazão Livre (m³/h):

86.00 0.2

Permeabilidade (m/s): Transmissividade (m²/s): Vazão Após Estabilização (m³/h): Tipo do Teste:

4.5

Método: Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

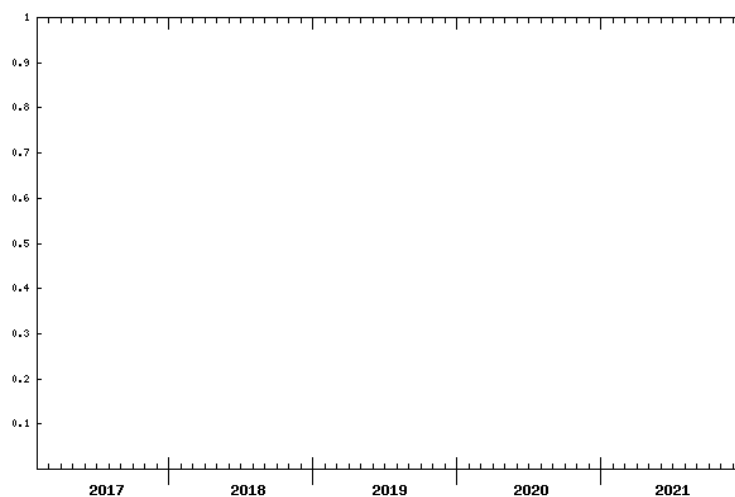
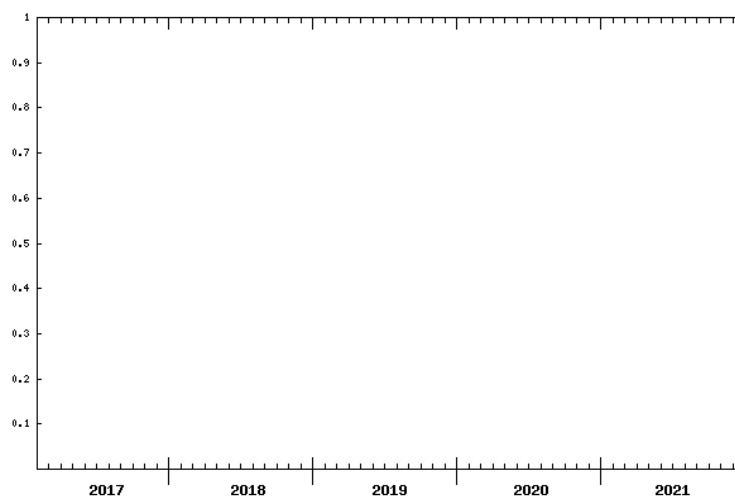
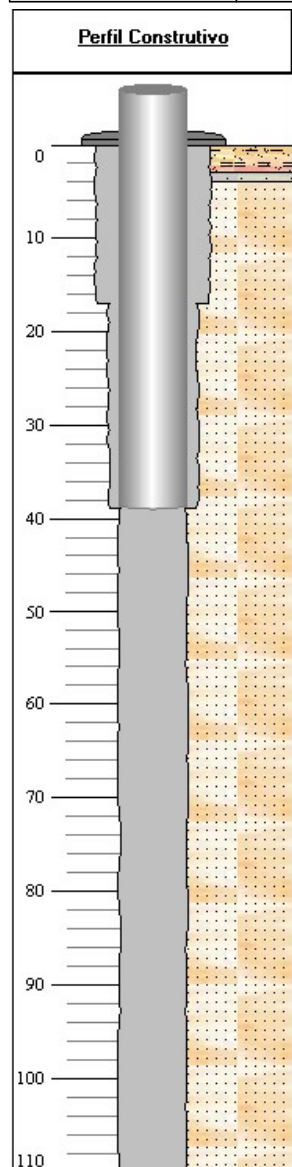


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033342	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : ESCOLA MUNICIPAL SAO GERALDO
------------------	---------	----------------------	---



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	ESCOLA MUNICIPAL SAO GERALDO
UTM (Norte/Sul) :	9438000
UTM (Leste/Oeste) :	744050
Latitude (GMMSS) :	050450
Longitude (GMMSS) :	424755
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
08/04/1999	0.00	110.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	17.00	10	254.0000
17.00	39.00	8	203.2000
39.00	110.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	39.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	110.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Solo argiloso	SOLO ARGILOSO
3	4	Folhelho arenoso	FOLHELHO ARENOSO CINZA
4	110	Arenito fino	ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
08/04/1999	N	8.00	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
40.00	0.31		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		10	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

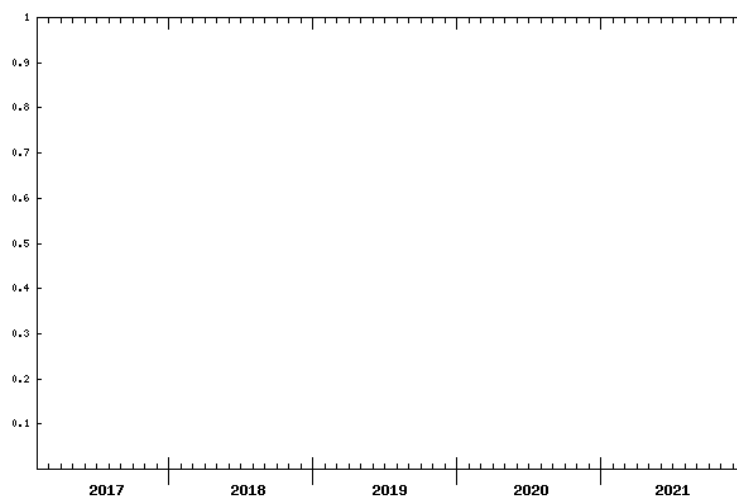
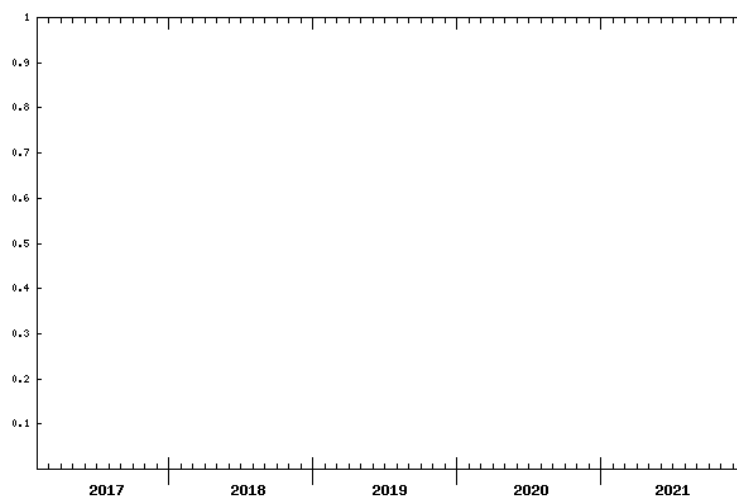
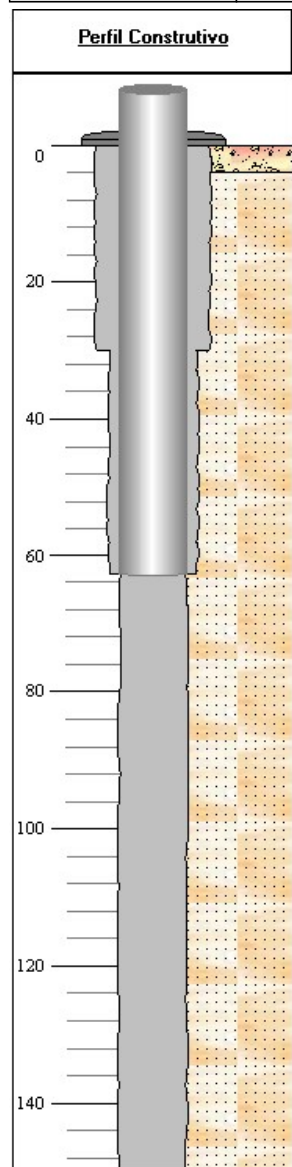


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033344	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : LOTEAMENTO ANGELICA
------------------	---------	----------------------	----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	LOTEAMENTO ANGELICA
UTM (Norte/Sul) :	9440200
UTM (Leste/Oeste) :	752100
Latitude (GMMSS) :	050337
Longitude (GMMSS) :	424334
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
11/03/1999	0.00	150.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	10	254.0000
30.00	63.00	8	203.2000
63.00	150.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	63.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	150.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

4

Rochas Intemperizadas e Decompostas

MATERIAL INCONSOLIDADO COMPEQUENOS BLOCOS DE SILEXITO

4

150

Arenito fino

ARENITO FINO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

11/03/1999

N

41.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

63.00

0.31

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6.86

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

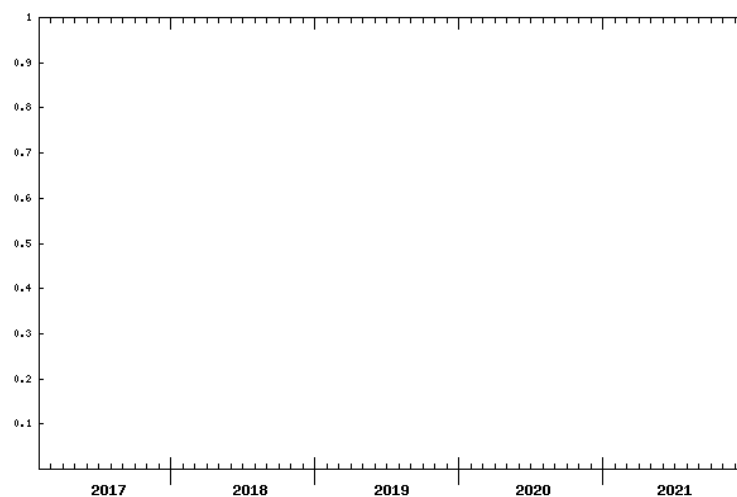
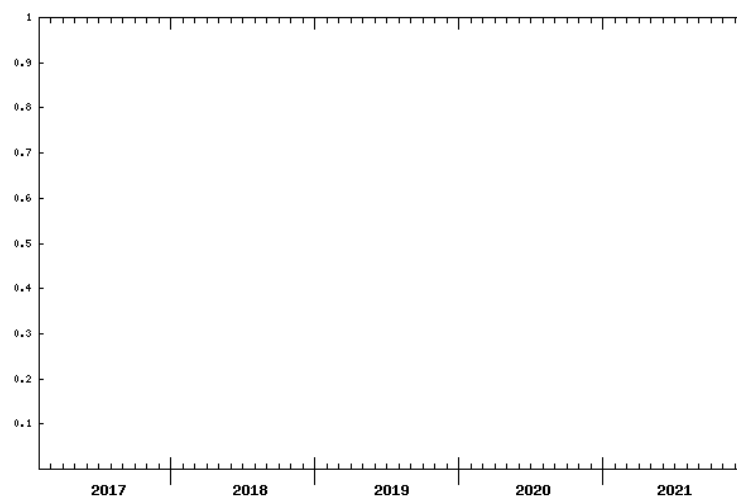
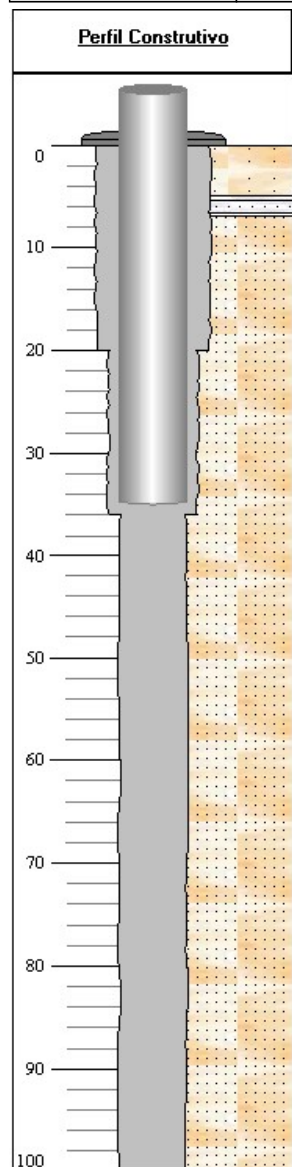


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033346	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : MOCAMBINHO
------------------	---------	----------------------	-------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	19/05/1999
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	MOCAMBINHO
UTM (Norte/Sul) :	9444000
UTM (Leste/Oeste) :	743200
Latitude (GMMSS) :	050135
Longitude (GMMSS) :	424823
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
19/05/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	20.00	10	254.0000
20.00	36.00	8	203.2000
36.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	35.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 5 Arenito médio ARENITO ESBRAQUICADO

5 7 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

7 100 Arenito fino ARENITO FINO BRECO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

19/05/1999 N 4.00

Nível Dinâmico: Vazão Específica (m3/h/m): Coeficiente de Armazenamento: Vazão Livre (m3/h):

21.00 0.88

Permeabilidade (m/s): Transmissividade (m2/s): Vazão Após Estabilização (m3/h): Tipo do Teste:

15

Método: Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

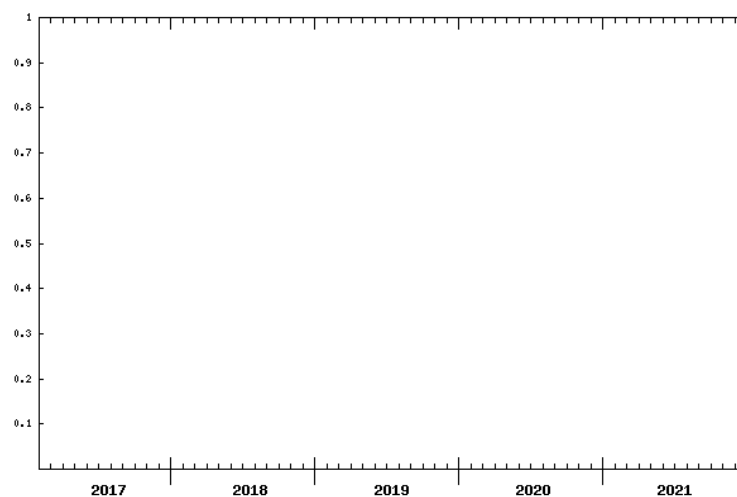
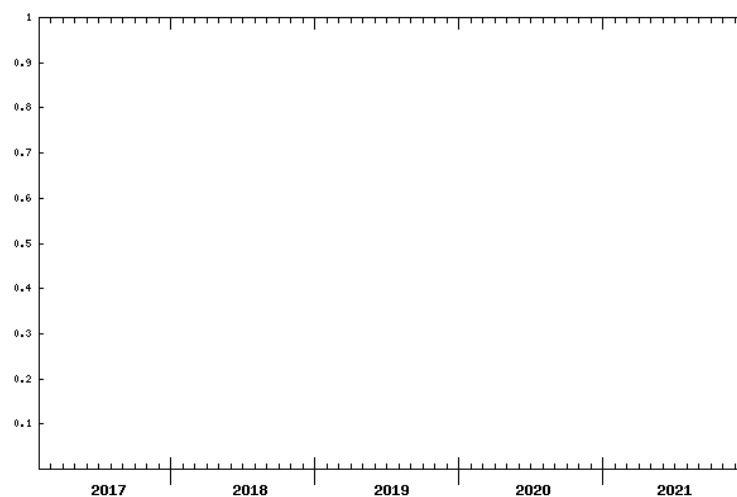
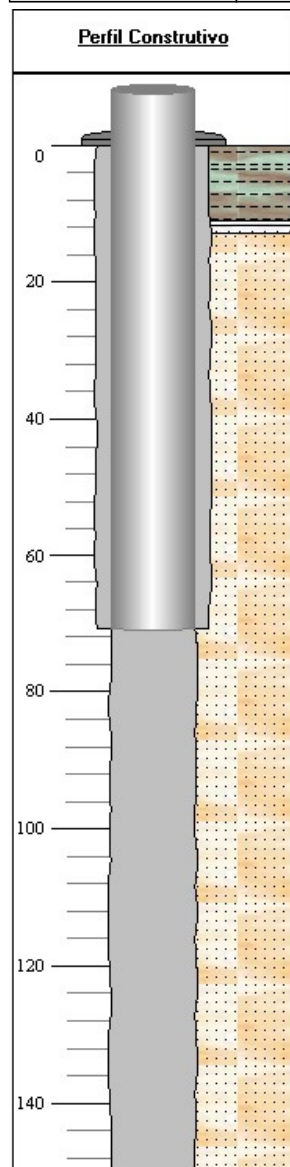


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033354	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : VILA IRMA DULCE
------------------	---------	----------------------	------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	VILA IRMA DULCE
UTM (Norte/Sul) :	9442200
UTM (Leste/Oeste) :	742100
Latitude (GMMSS) :	050233
Longitude (GMMSS) :	424859
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
05/11/1999	0.00	150.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	71.00	8	203.2000
71.00	150.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	71.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	150.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 11 Argilito ARGILITO AVERMELHADO

11 13 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

13 150 Arenito fino ARENITO FINO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

05/11/1999

N

33.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

55.00 0.3

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6.5

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

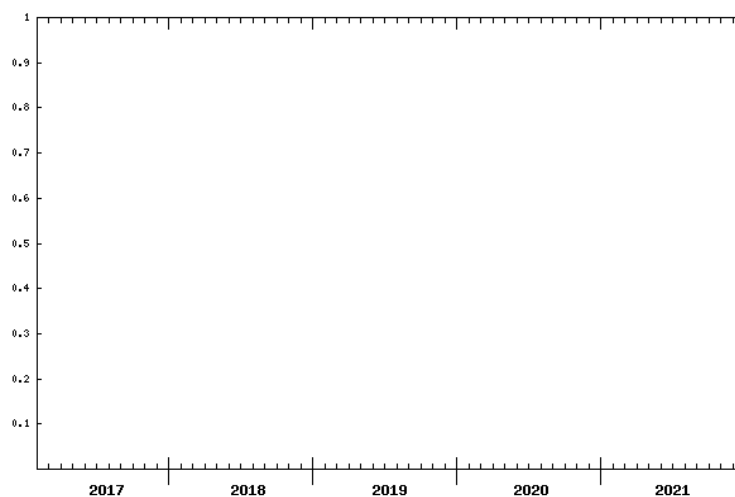
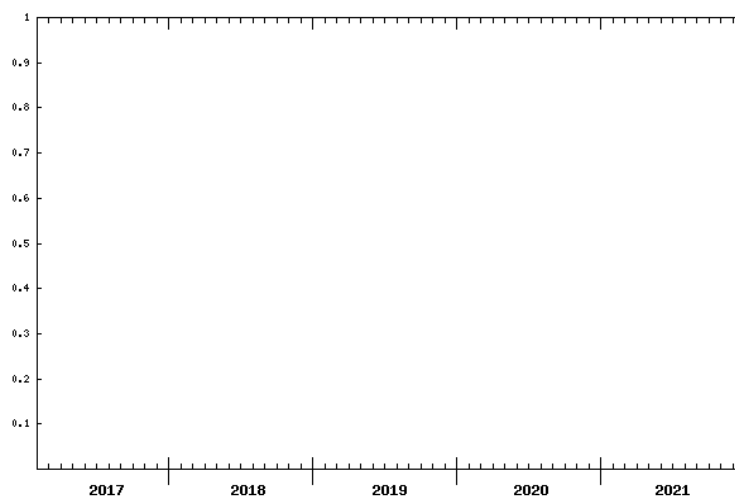
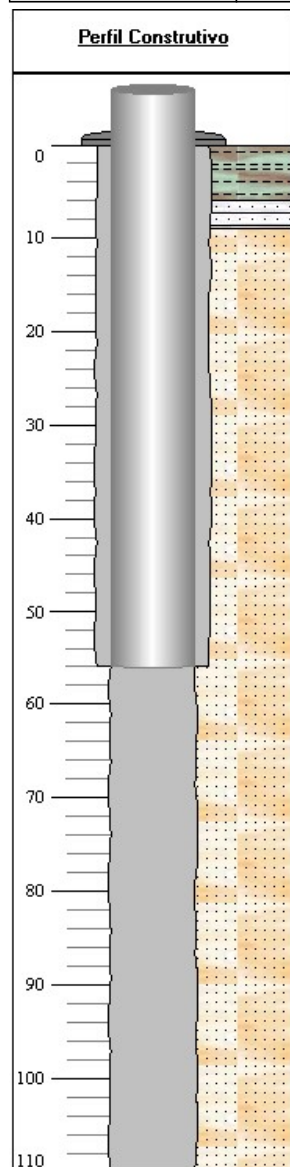


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033357	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - CONDOMINIO LAURA VIANA
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - CONDOMINIO LAURA VIANA
UTM (Norte/Sul) :	9436698
UTM (Leste/Oeste) :	742519
Latitude (GMMSS) :	050533
Longitude (GMMSS) :	424845
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
09/10/1999	0.00	110.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	56.00	8	203.2000
56.00	110.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	56.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	110.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

6

Argilito

ARGILITO MARROM

6

9

Quartzito de fragmentação fina

SILEXITO

9

110

Arenito fino

ARENITO FINO A MEDIO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

09/10/1999

N

30.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

55.00

0.19

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

4.8

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

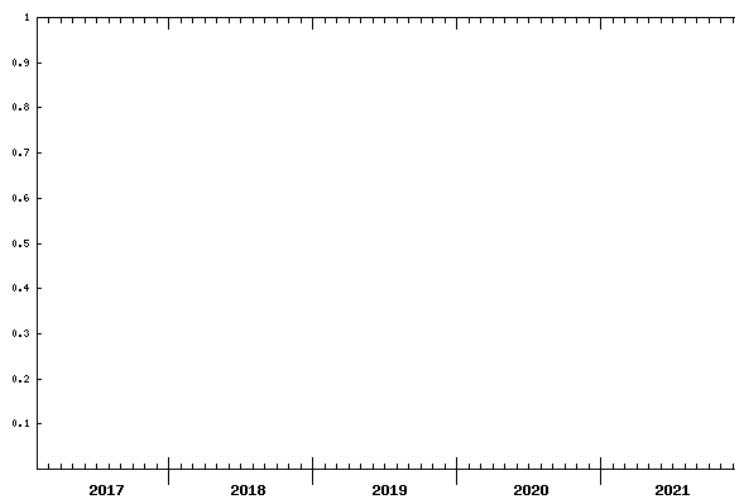
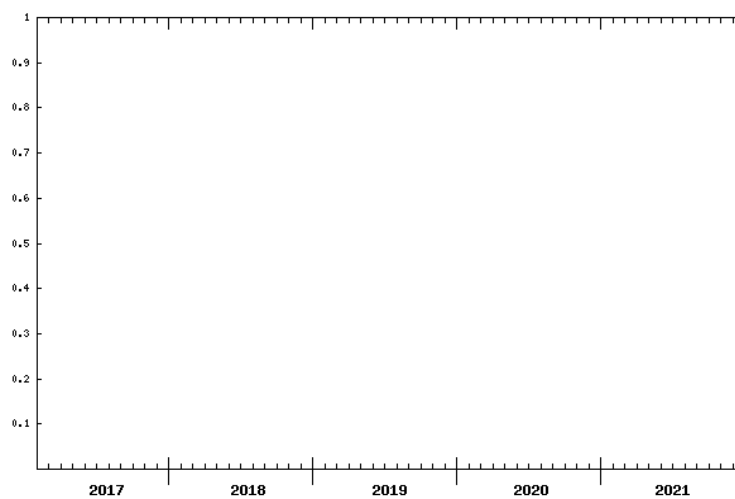
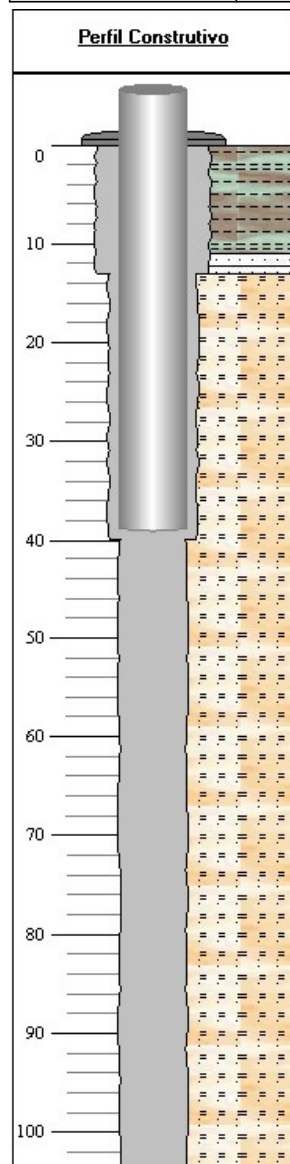


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033360	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : HORTA DO CONJ.SAO JOAQUIM
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	HORTA DO CONJ.SAO JOAQUIM
UTM (Norte/Sul) :	9440200
UTM (Leste/Oeste) :	740100
Latitude (GMMSS) :	050339
Longitude (GMMSS) :	425003
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaiba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
07/08/1999	0.00	104.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	13.00	10	254.0000
13.00	40.00	8	203.2000
40.00	104.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	39.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	104.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 11 Argilito ARGILITO ARENOSO ALARANJADO

11 13 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

13 104 Arenito silteoso ARENITO SILTOSO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

07/08/1999

N

6.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

12.00

1.67

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

10

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

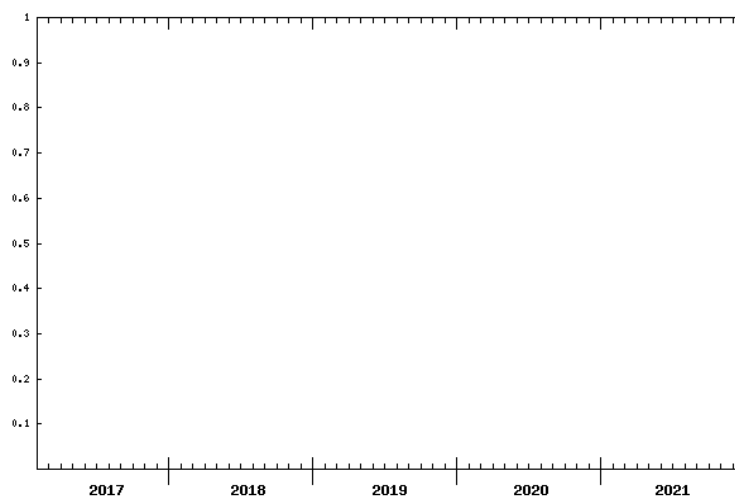
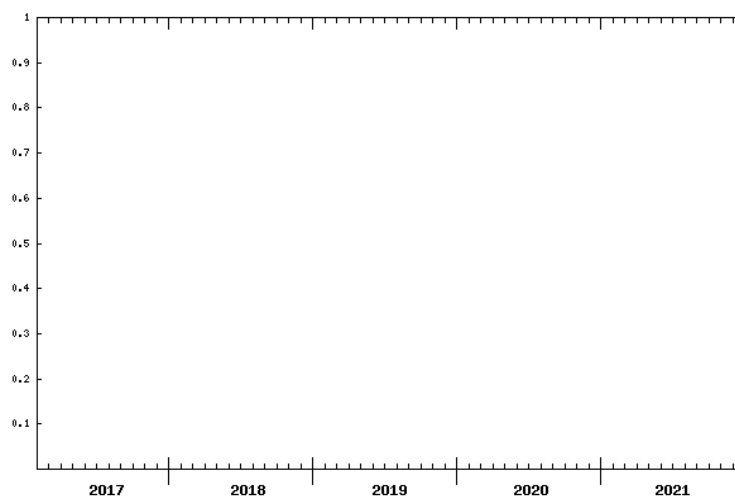


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033363	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : TODOS OS SANTOS-SEDE	
------------------	---------	----------------------	-----------------------------------	--

Perfil Construtivo

Gerais					
Dados Gerais:					
Nome :					
Data da Instalação :					
Proprietário :					
Natureza do Ponto :	Poço tubular				
Uso da água :					
Cota do Terreno :					
Localização:					
Localidade :	TODOS OS SANTOS-SEDE				
UTM (Norte/Sul) :	9435200				
UTM (Leste/Oeste) :	752400				
Latitude (GMMSS) :	050620				
Longitude (GMMSS) :	424324				
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba				
Situação:					
Data :					
Situação :					
Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
21/07/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussao	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	12.00	10	254.0000		
12.00	40.00	8	203.2000		
40.00	100.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	39.00	Plastico geomecanico	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
	1.00	6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	100.00				

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

7

Argilito

ARGILITO CAULINICO ESBRAQUICADO

7

100

Arenito fino

ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):**Teste de Bombeamento****Teste de Bombeamento:**

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

21/07/1999

N

20.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m³/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m³/h):

42.00

0.25

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m²/s):Vazão Após Estabilização (m³/h):

Tipo do Teste:

5.4

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

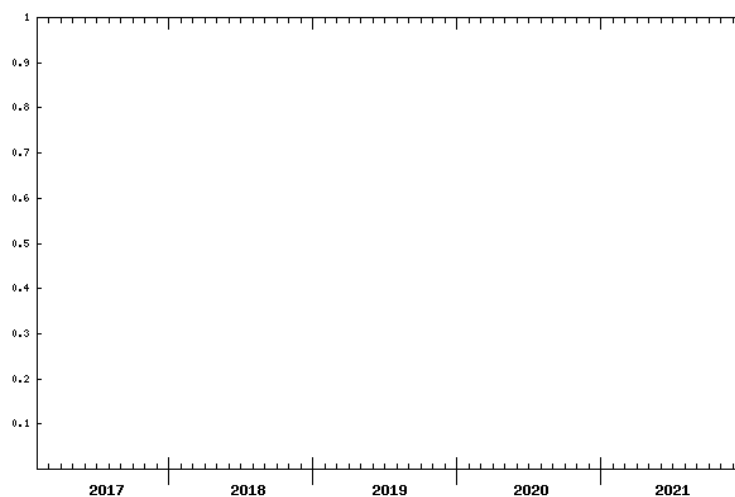
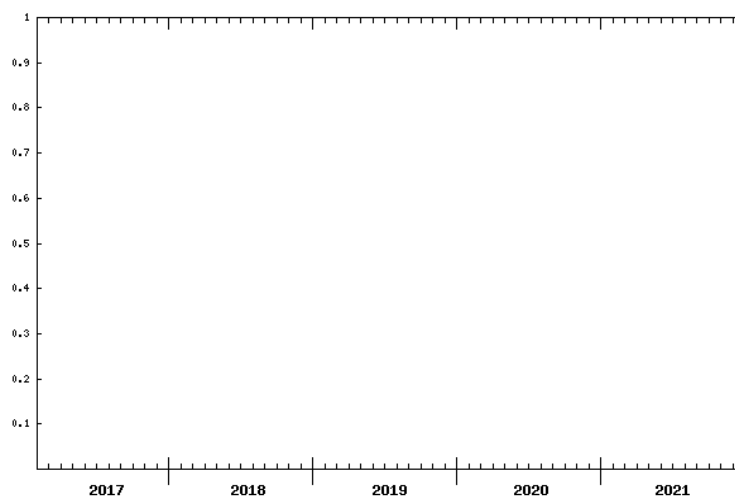
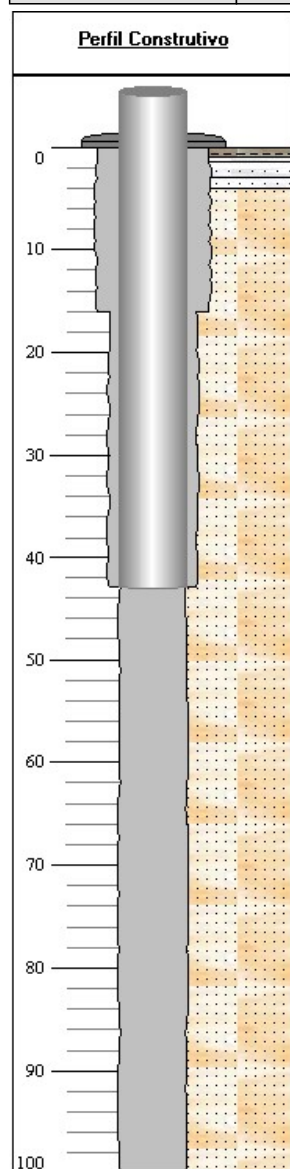


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033365	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - EDIFICIO PAULO VI
------------------	---------	----------------------	---------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - EDIFICIO PAULO VI
UTM (Norte/Sul) :	9437400
UTM (Leste/Oeste) :	742300
Latitude (GMMSS) :	050510
Longitude (GMMSS) :	424852
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
04/10/1999	0.00	110.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	16.00	10	254.0000
16.00	43.00	8	203.2000
43.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	43.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	110.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 1 Argilito ARGILITO ARENOSO AVERMELHADO

1 4 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

4 100 Arenito fino ARENITO FINO ALARANJADO COM INTERCALCOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

04/10/1999

N

20.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

25.00

1.2

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

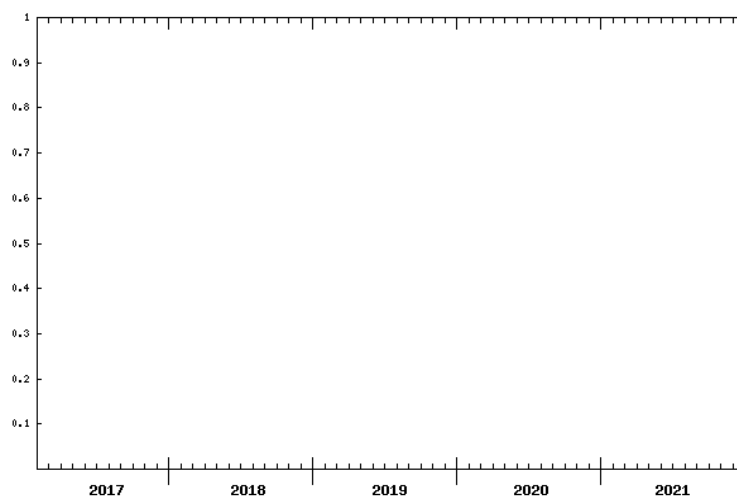
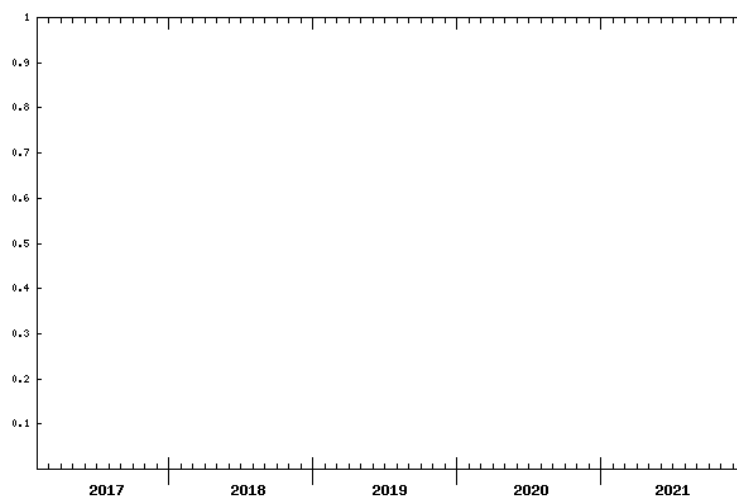
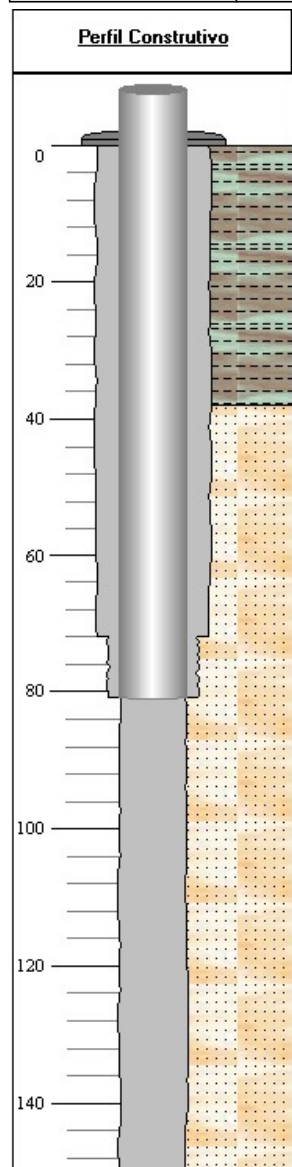


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033366	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : VILA DA GLORIA
------------------	---------	----------------------	-----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	VILA DA GLORIA
UTM (Norte/Sul) :	9440100
UTM (Leste/Oeste) :	748000
Latitude (GMMSS) :	050341
Longitude (GMMSS) :	424547
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
28/10/1999	0.00	150.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	72.00	10	254.0000
72.00	81.00	8	203.2000
81.00	150.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	81.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	150.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

38

Argilito

ARGILITO CINZA

38

150

Arenito fino

ARENITO FINO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

28/10/1999

N

52.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

75.00

0.28

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6.5

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

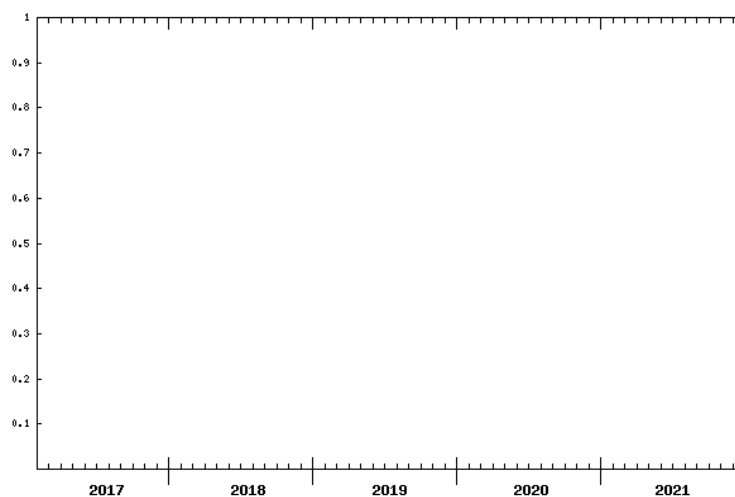
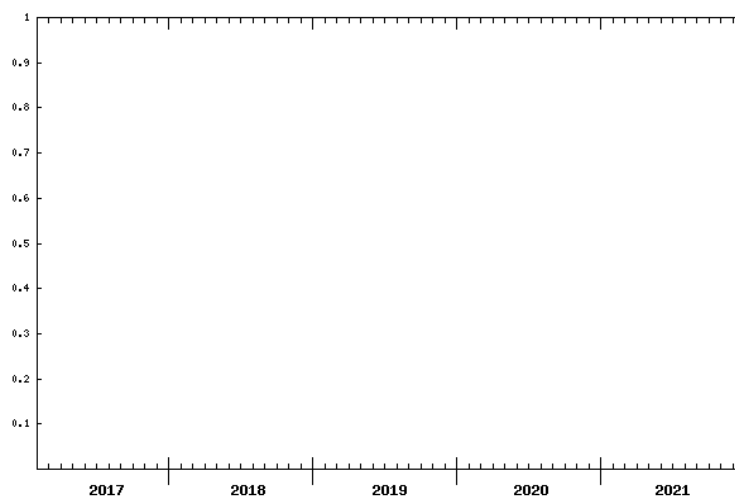
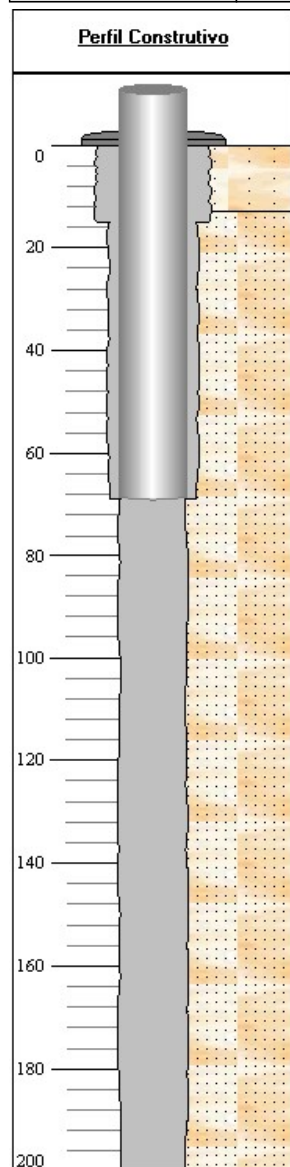


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033369	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - RESIDENCIAL DIGNIDADE
------------------	---------	----------------------	---



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - RESIDENCIAL DIGNIDADE
UTM (Norte/Sul) :	9439000
UTM (Leste/Oeste) :	746000
Latitude (GMMSS) :	050417
Longitude (GMMSS) :	424652
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
16/11/1999	0.00	200.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	15.00	10	254.0000
15.00	69.00	8	203.2000
69.00	200.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	69.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	200.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

13

Arenito médio

ARENITO MEDIO FRIAVEL COM INTERCALACOES DE ARGILITO ALARANJADO

13

200

Arenito fino

ARENITO FINO A MEDIO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO CINZA

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):**Teste de Bombeamento**

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

15/11/1999

N

28.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m³/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m³/h):

47.00

0.53

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m²/s):Vazão Após Estabilização (m³/h):

Tipo do Teste:

10

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

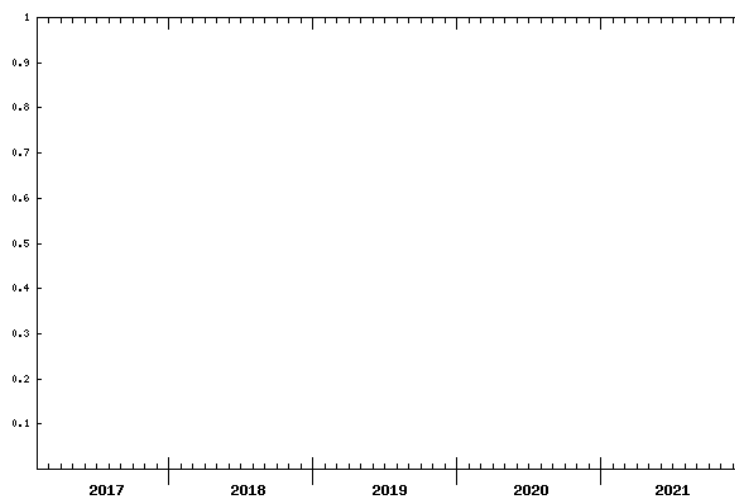
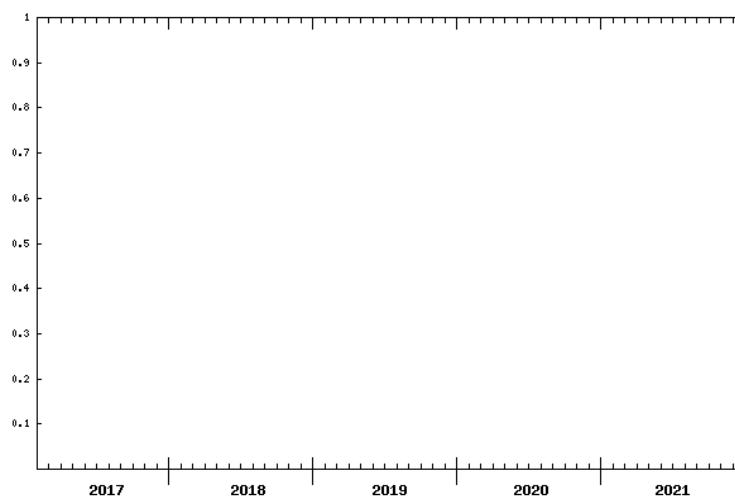
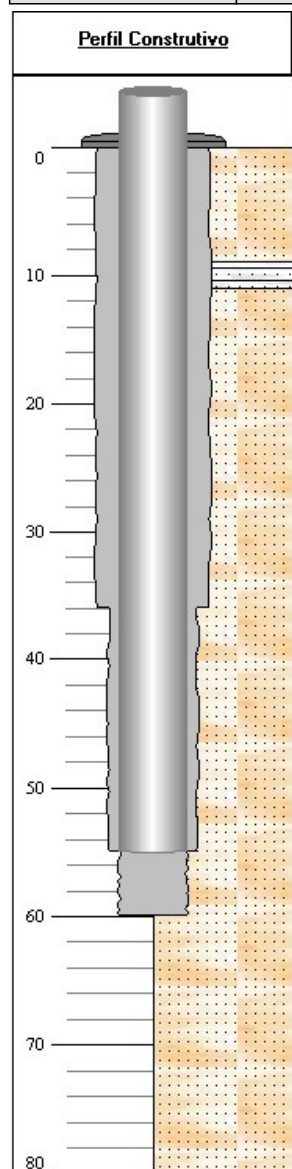


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033383	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - RUA DES.FREITAS 1385
------------------	---------	----------------------	--



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - RUA DES.FREITAS 1385
UTM (Norte/Sul) :	9438150
UTM (Leste/Oeste) :	742200
Latitude (GMMSS) :	050445
Longitude (GMMSS) :	424855
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
05/06/1998	0.00	80.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	36.00	10	254.0000
36.00	55.00	8	203.2000
55.00	60.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	55.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	80.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 9 Arenito fino ARENITO FINO ARGILOSO INCONSOLIDADO

9 11 Quartzito de fragmentação fina SILEXITO

11 80 Arenito fino ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO SILTOSO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

05/06/1998

N

17.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

41.00 0.25

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

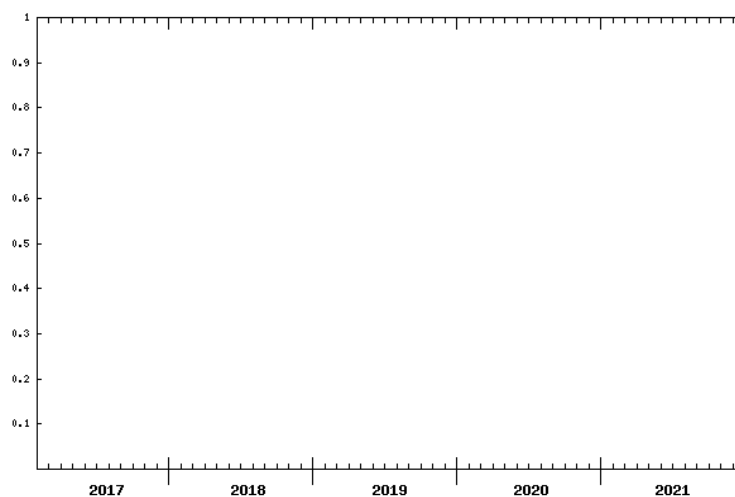
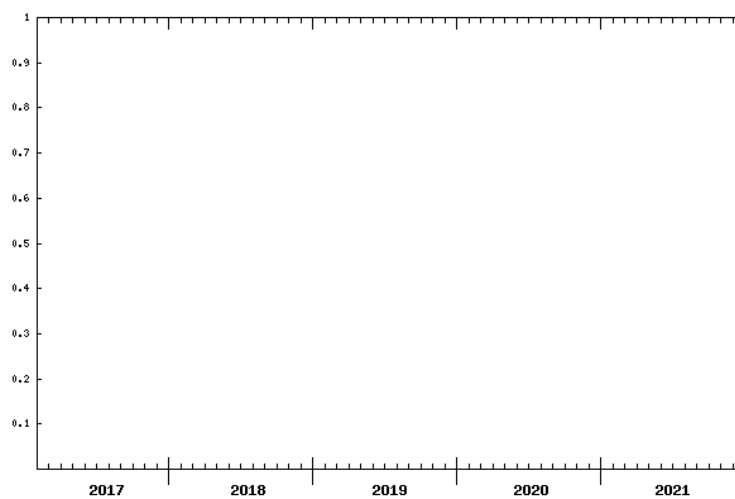
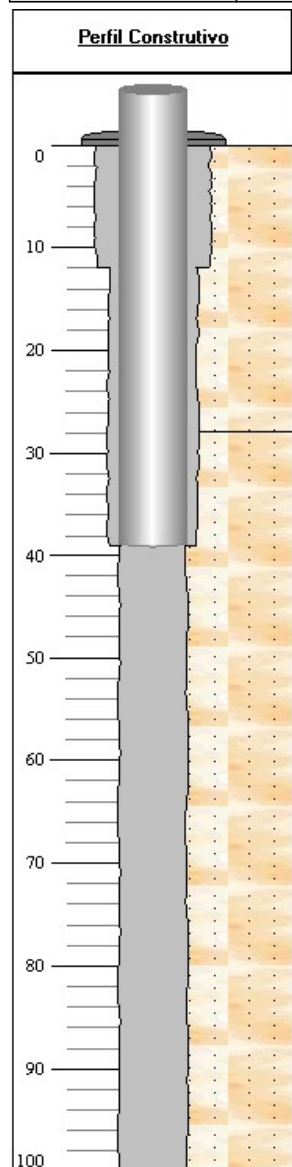


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033399	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : LOTEAMENTO VERDE CAPITAL
------------------	---------	----------------------	---------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	LOTEAMENTO VERDE CAPITAL
UTM (Norte/Sul) :	9440100
UTM (Leste/Oeste) :	748200
Latitude (GMMSS) :	050341
Longitude (GMMSS) :	424540
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
15/02/1998	0.00	100.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	12.00	10	254.0000
12.00	39.00	8	203.2000
39.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	39.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 28 Arenito mÃ©dio ARENITO MEDIO AMARELADO QUARTZOSO

28 100 Arenito mÃ©dio ARENITO MEDIO BRANCO QUARTZOSO COM INTERCALACOES DE SILTITO MARRON

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

15/02/1998

N

8.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

32.00

0.4

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

9.5

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

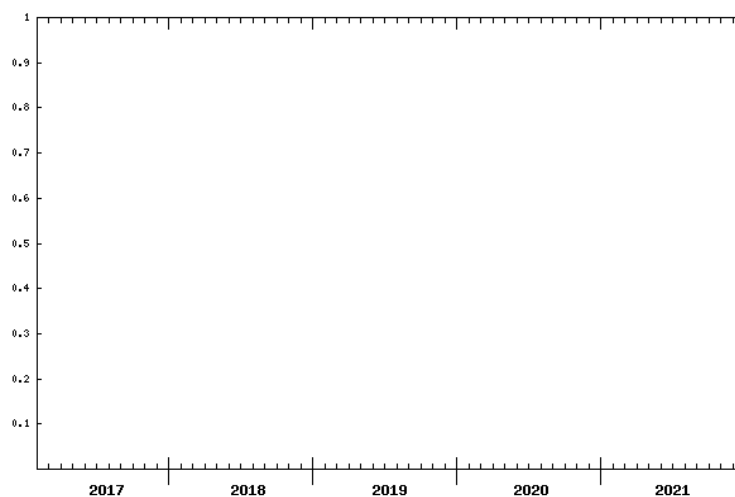
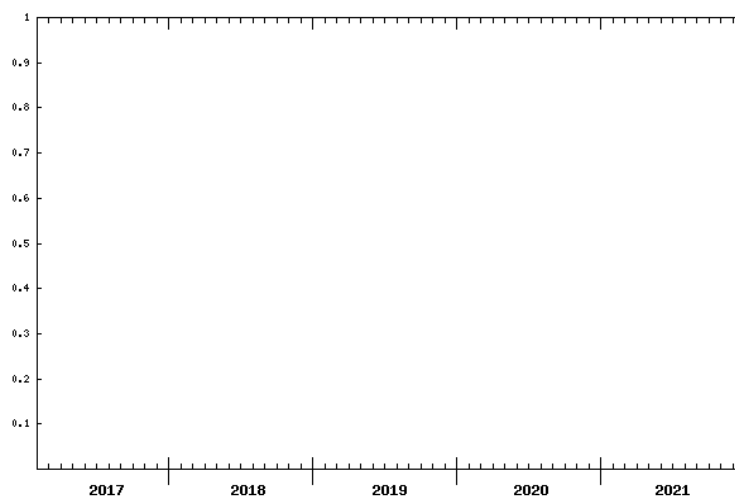
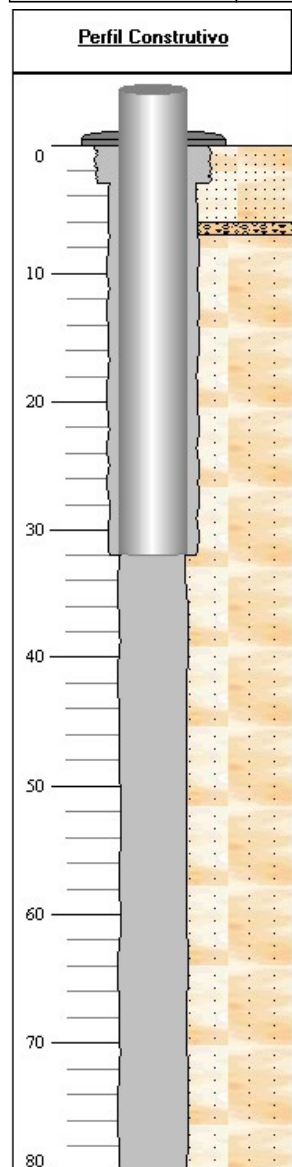


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033400 UF : PI Município : Teresina Localidade : SEDE - AVENIDA MAR.CASTELO BRANCO 1271



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - AVENIDA MAR.CASTELO BRANCO 1271
UTM (Norte/Sul) :	9437000
UTM (Leste/Oeste) :	744300
Latitude (GMMSS) :	050522
Longitude (GMMSS) :	424747
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
19/10/1998	0.00	80.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	3.00	10	254.0000
3.00	32.00	8	203.2000
32.00	80.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	32.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	80.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	6	Arenito fino	ARENITO FINO A MEDIO ARGILOSO ACINZENTADO
6	7	Areia conglomerática argilosa	NIVEL DE AREIA COM SEIXOS
7	80	Arenito médio	ARENITO MEDIO BRANCO COM INTERCALACAO DE FOLHELHO SILTOSO ALARANJADO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
19/10/1998	N	16.00	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
25.00	1.33		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		12	
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

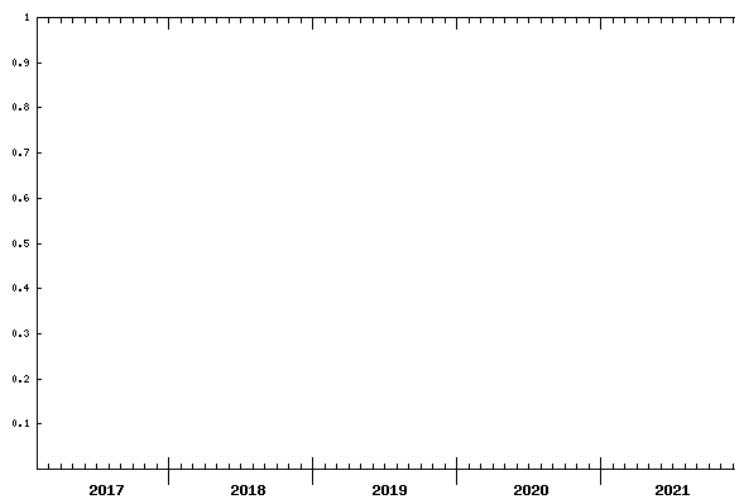
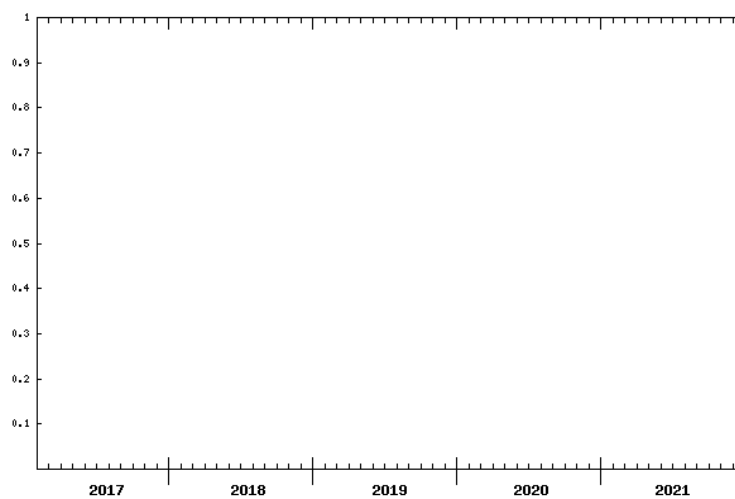
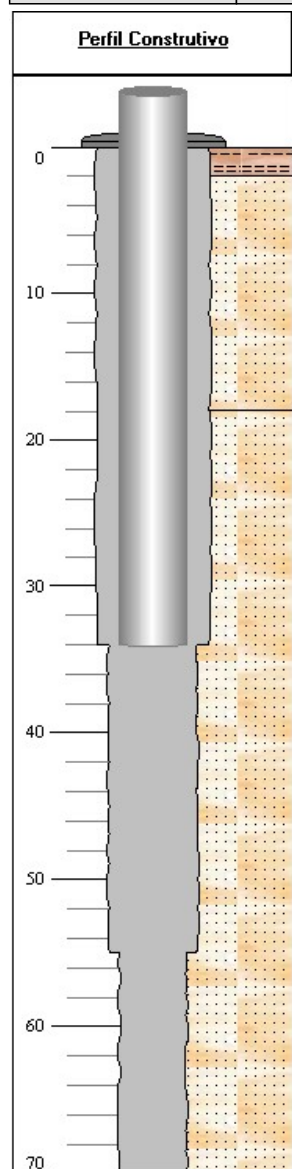


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033408	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - RUA DAVID CALDAS
------------------	---------	----------------------	--------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - RUA DAVID CALDAS
UTM (Norte/Sul) :	9437100
UTM (Leste/Oeste) :	743000
Latitude (GMMSS) :	050519
Longitude (GMMSS) :	424829
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
16/03/1984	0.00	70.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	34.00	10	254.0000
34.00	55.00	8	203.2000
55.00	70.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	34.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	70.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

2

Argila

ARGILA

2

18

Arenito fino

ARENITO FINO FRIAVEL

18

70

Arenito fino

ARENITO FINO COM INTERCALACOES DE FOLHELHO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

16/05/1984

N

18.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

19.00

6.8

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

6.8

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

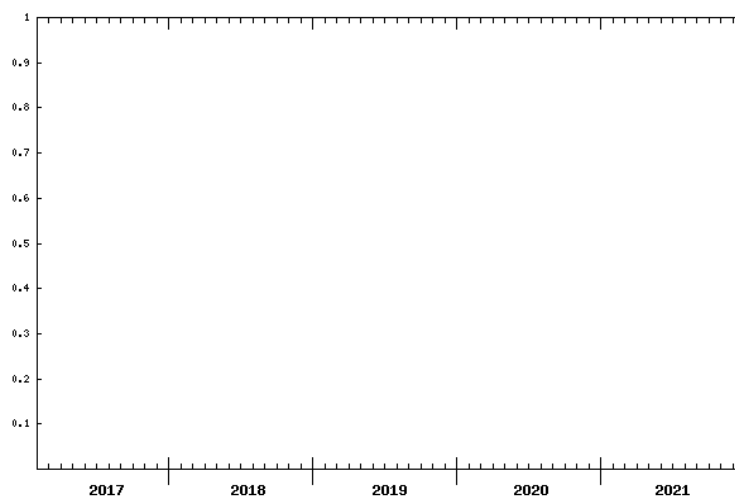
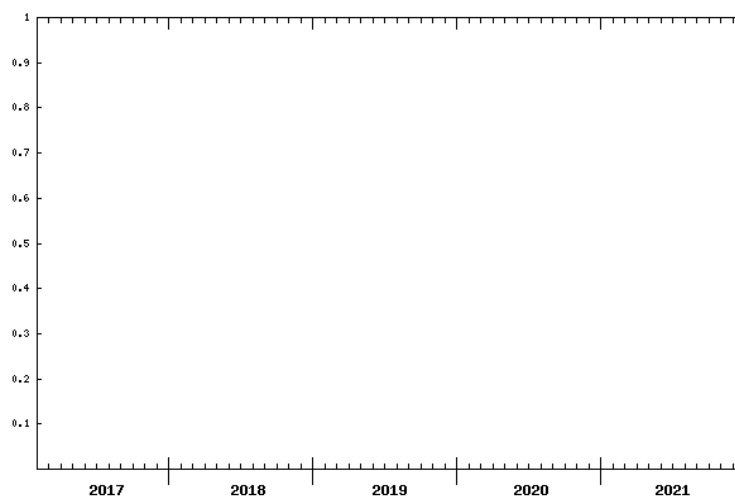
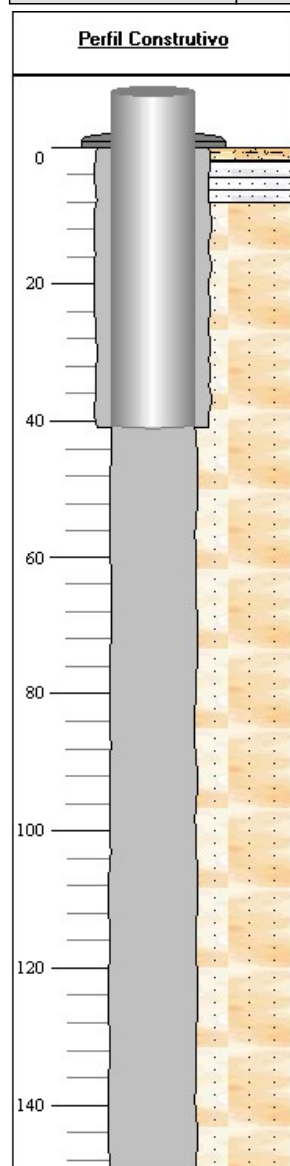


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033416	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : LOTEAMENTO MUNDO NOVO
------------------	---------	----------------------	------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	LOTEAMENTO MUNDO NOVO
UTM (Norte/Sul) :	9440100
UTM (Leste/Oeste) :	750200
Latitude (GMMSS) :	050341
Longitude (GMMSS) :	424436
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
27/07/1988	0.00	150.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	41.00	8	203.2000
41.00	150.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	41.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	150.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

2

Solo argiloso

SOLO ARGILOSO

2

8

Quartzito de fragmentação fina

SILEXITO

8

150

Arenito médio

ARENITO MEDIO CINZA COM INTERCALACOES DE FOLHELHO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m³/h):**Teste de Bombeamento**

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

27/07/1988

N

30.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m³/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m³/h):

32.00

2

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m²/s):Vazão Após Estabilização (m³/h):

Tipo do Teste:

4

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

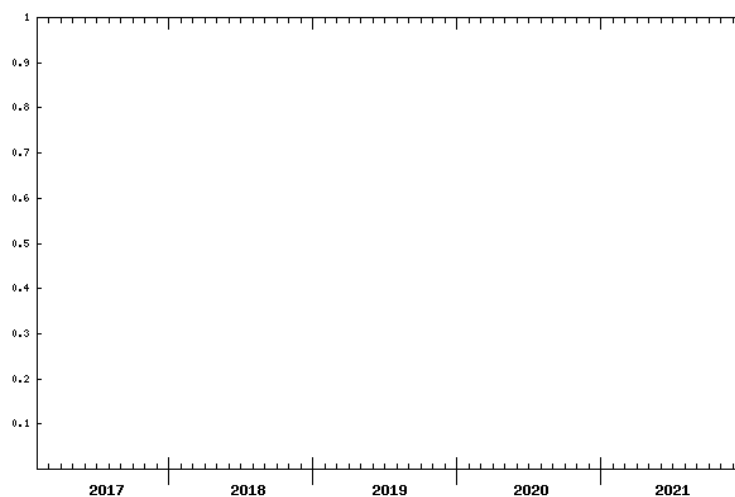
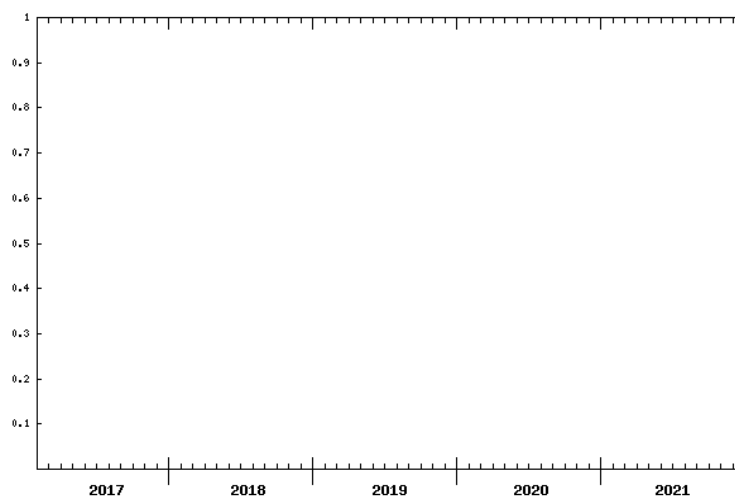
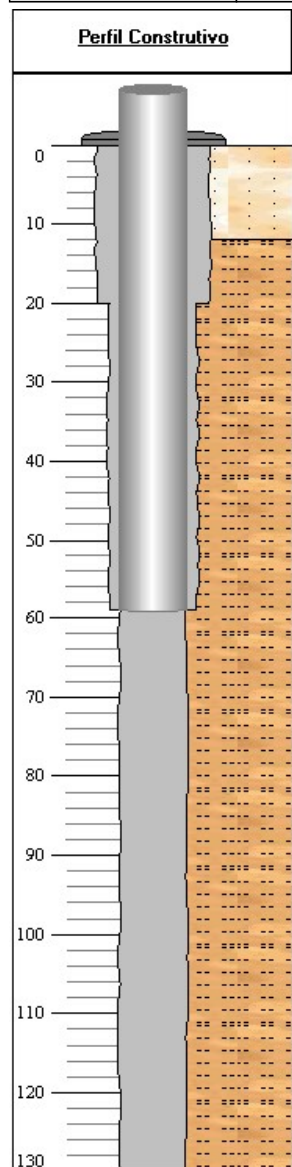


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033425	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : POVOADO BAIXO
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	POVOADO BAIXO
UTM (Norte/Sul) :	9438120
UTM (Leste/Oeste) :	752200
Latitude (GMMSS) :	050445
Longitude (GMMSS) :	424330
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
24/04/1998	0.00	130.00	CONAGRO	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	20.00	10	254.0000
20.00	59.00	8	203.2000
59.00	130.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	59.00	Plástico geomecânico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	130.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0

12

Arenito mÃ©dio

ARENITO MEDIO BRANCO

12

130

Siltito

SILTITO CREME COM INTERCALACOES DE FOLHELHO CINZA

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

24/04/1998

N

46.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

53.00

0.51

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

3.6

Método:

Unidade:

Ph:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

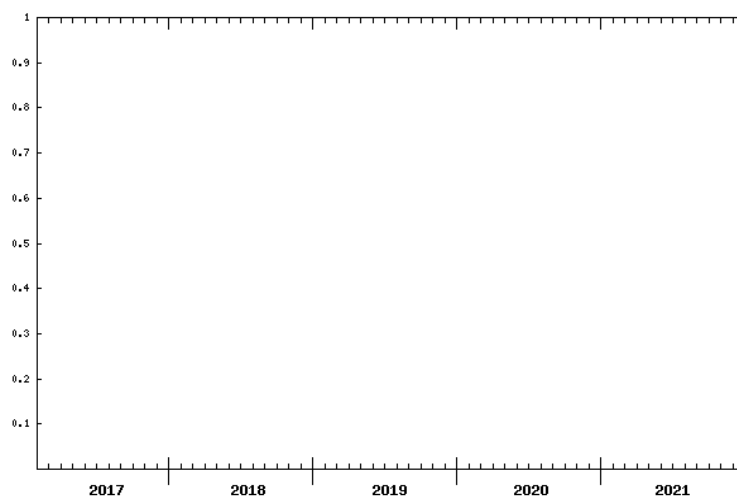
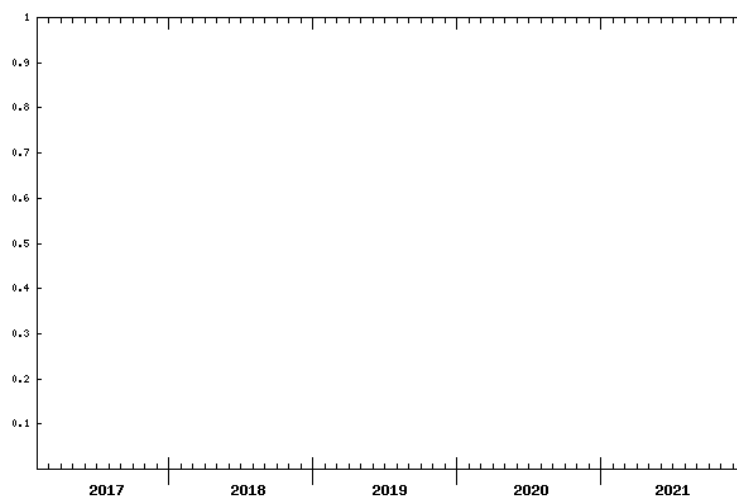
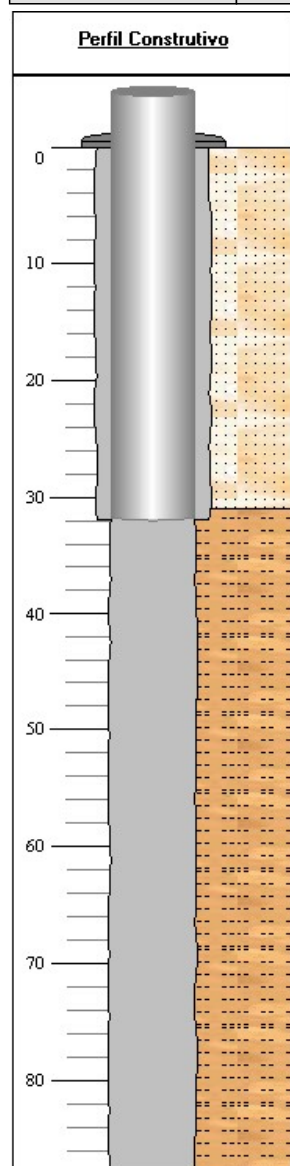


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033522	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : POVOADO SANTA CRUZ
------------------	---------	----------------------	---------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	POVOADO SANTA CRUZ
UTM (Norte/Sul) :	9436300
UTM (Leste/Oeste) :	752100
Latitude (GMMSS) :	050544
Longitude (GMMSS) :	424333
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
03/05/1999	0.00	88.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	32.00	8	203.2000
32.00	88.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	32.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	88.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 31 Arenito fino ARENITO FINO BRANCO FRIAVEL

31 88 Siltito SILTITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

03/05/1999

N

32.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

38.00

1.17

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

7

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

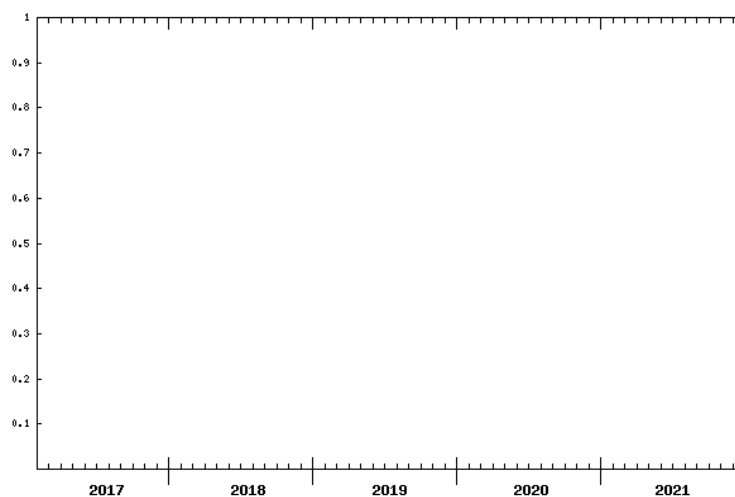
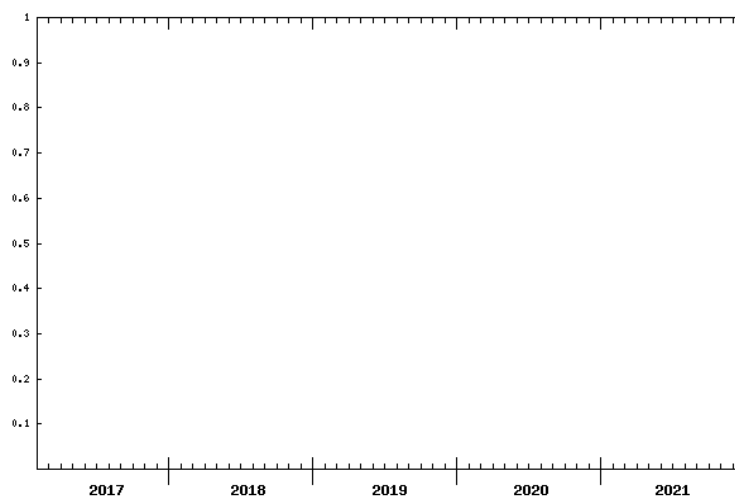
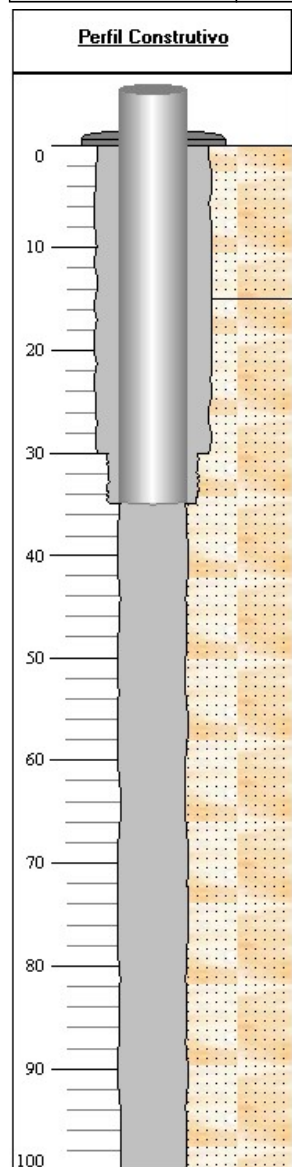


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200033524	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : POVOADO MORRO ALEGRE
------------------	---------	----------------------	-----------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	POVOADO MORRO ALEGRE
UTM (Norte/Sul) :	9436300
UTM (Leste/Oeste) :	754200
Latitude (GMMSS) :	050544
Longitude (GMMSS) :	424225
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
09/03/1999	0.00	100.00	CONAGRO	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	30.00	10	254.0000
30.00	35.00	8	203.2000
35.00	100.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	35.00	Plastico geomecanico	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):

Até (m):

Litologia:

Descrição Litológica:

0 15 Arenito fino ARENITO FINO ESBRANQUICADO

15 100 Arenito fino ARENITO FINO CREME COM INTERCALACOES DE SILTITO CINZA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

Nível Estático (m):

Duração do Teste (h):

09/03/1999

N

20.00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

51.00

0.15

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

4.8

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

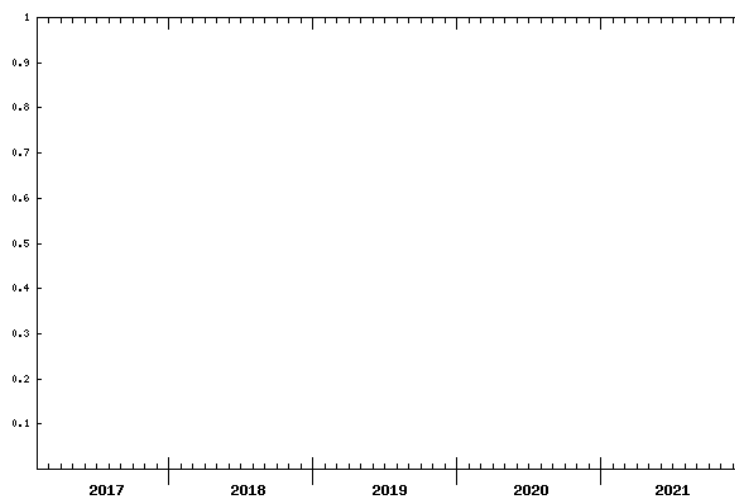
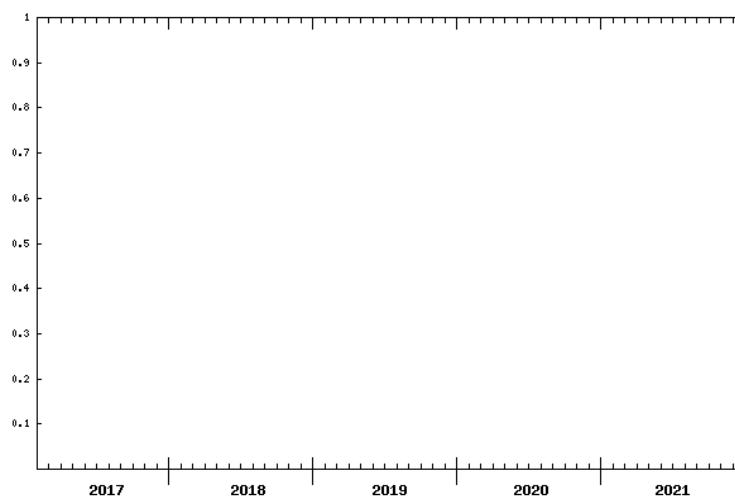
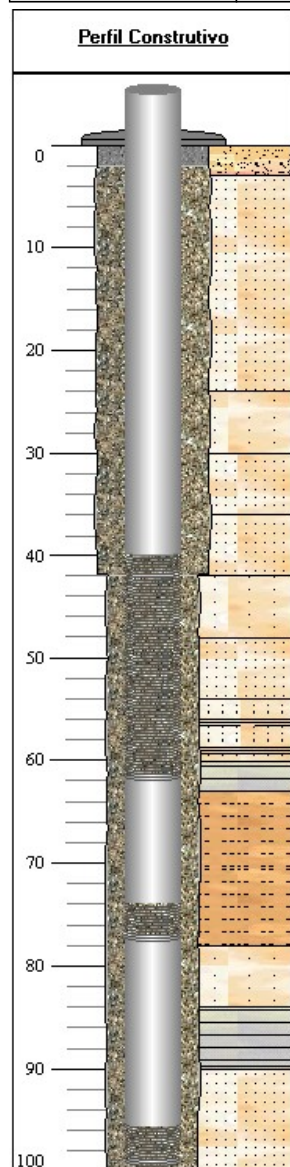


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200034989	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE MUNICIPAL - ITARARÉ
------------------	---------	----------------------	---------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE MUNICIPAL - ITARARÉ
UTM (Norte/Sul) :	9435416
UTM (Leste/Oeste) :	748831
Latitude (GMMSS) :	050614
Longitude (GMMSS) :	424520
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	23/07/1977
Situação :	Bombeando

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
23/07/1977	0.00	100.00	CIDAPI	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	42.00	12	304.8000
42.00	100.00	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	39.90	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
61.48	73.84	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
77.13	95.71	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
99.00	99.50	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
39.90	61.48	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	
73.84	77.13	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	
73.84	77.13	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	
95.71	99.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	2.00	Cimentação
2.00	100.00	Cascalho

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
23/07/1977	0.50		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	100.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

100.00

Tipo de Formação:

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Solo arenoso	Solo arenoso amarelo avermelhado
3	24	Arenito fino	Arenito fino amarelo alaranjado
24	30	Arenito médio	Arenito médio vermelho amarronzado
30	36	Arenito fino	Presença de sílex
36	42	Arenito fino	Arenito fino amarelo alaranjado
42	48	Arenito médio	Arenito médio amarelo alaranjado
48	54	Arenito fino	Arenito fino amarelo alaranjado
54	60	Arenito intercalado com folhelho	Arenito intercalado com folhelho amarela
60	63	Folhelho	Folhelho variegada
63	78	Siltito	Siltito vermelho
78	84	Arenito médio	Arenito médio cinza
84	90	Folhelho	Folhelho vermelho esverdeado
90	100	Arenito fino	Arenito fino amarelo alaranjado

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	0.00
	Base (m):	100.00
	Captação:	
	Condição:	
	Penetração:	Parcial

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
23/07/1977	N	31.30	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
42.05	0.998		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		10.73	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Air-lift		

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

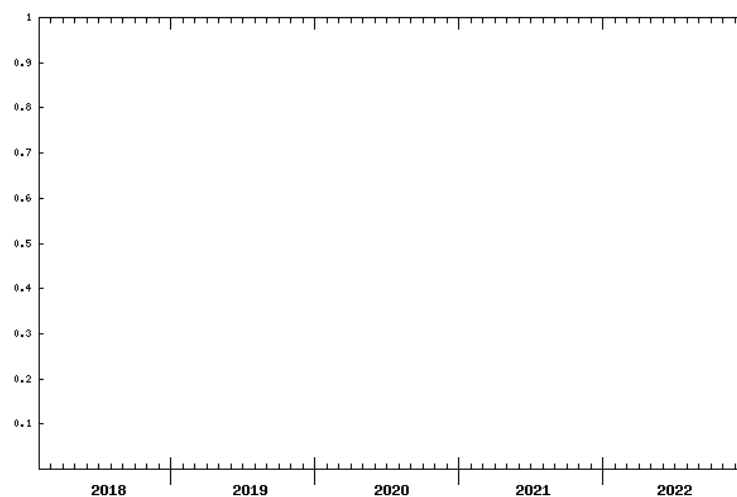
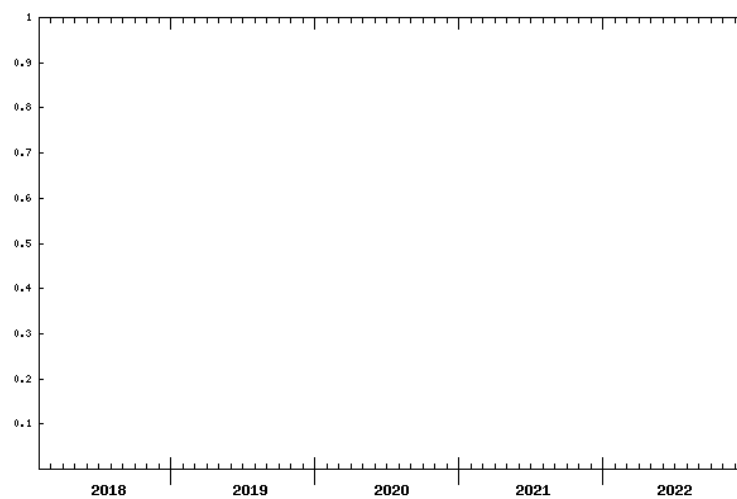
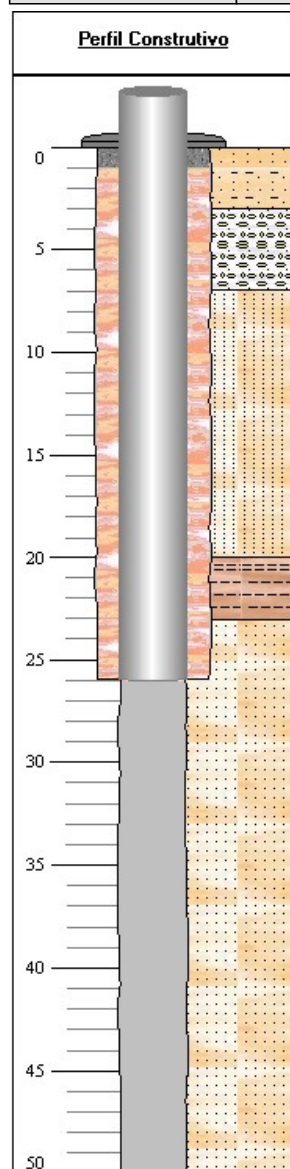


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200035086	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE MUNICIPAL
------------------	---------	----------------------	-----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	
Uso da água :	
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE MUNICIPAL
UTM (Norte/Sul) :	9437980
UTM (Leste/Oeste) :	745019
Latitude (GMMSS) :	050451
Longitude (GMMSS) :	424724
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	13/03/1967
Situação :	Bombeando

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
13/03/1967	0.00	50.00	DNPM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	26.00	10	254.0000
26.00	50.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	26.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	1.00	Cimentação
1.00	26.00	Material da formação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
13/03/1967	0.50		

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	50.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

50.00

Tipo de Formação:

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Solo areno-argiloso	Solo areno-argiloso cinza
3	7	Seixos rolados	Seixos rolados
7	20	Arenito muito fino	Arenito muito fino, caulínico, branco amarelado, bem classificado. Membro Saraiva da Formação Piauí.
20	23	Argila	Argila amarelo amarronzado
23	50	Arenito fino	Arenito fino branca

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	0.00
	Base (m):	50.00
	Captação:	Única
	Condição:	Semi-Confinado
	Penetração:	Parcial

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
13/03/1967	N	5.50	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
6.50	6		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		6	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Cacamba		

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

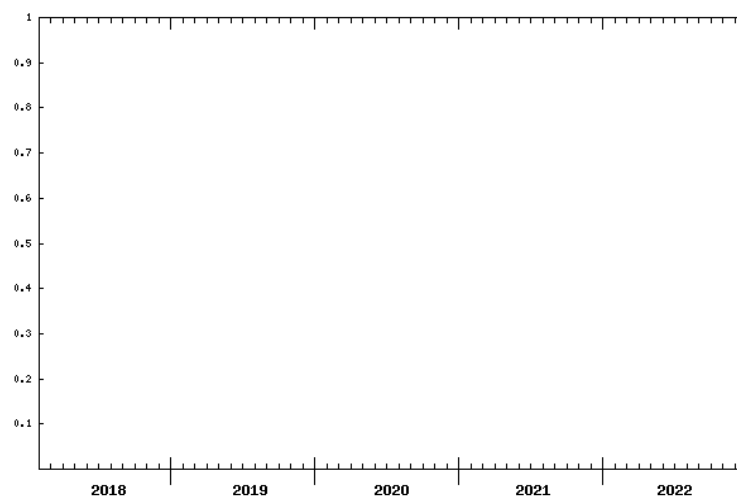
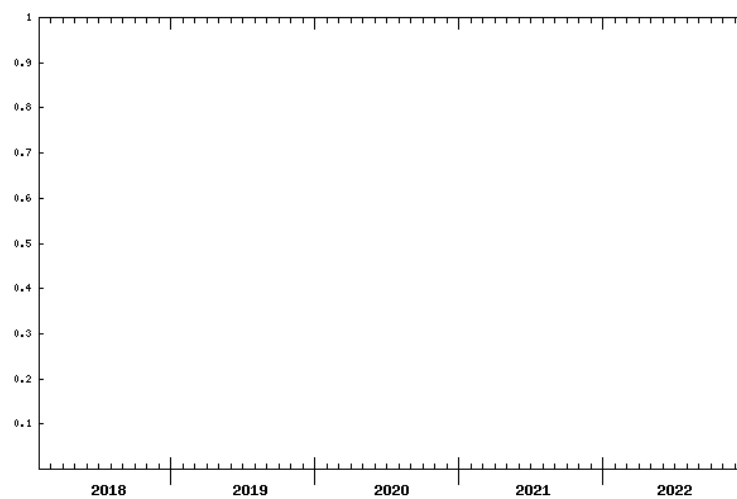
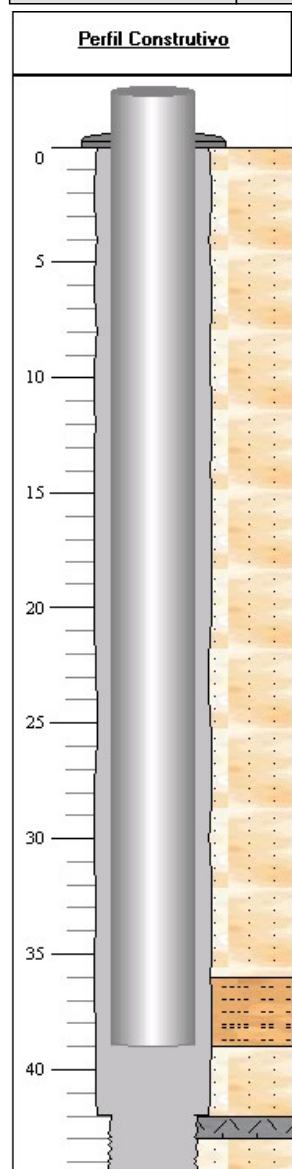


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032636	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : BOA HORA
------------------	---------	----------------------	-----------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0025-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	BOA HORA
UTM (Norte/Sul) :	9450385
UTM (Leste/Oeste) :	738496
Latitude (GMMSS) :	045808
Longitude (GMMSS) :	425057
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	20/03/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	44.50	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	42.00	8	203.2000
42.00	44.50	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	39.00	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.40	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	44.50

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

44.50

Tipo de Formação:

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	36	Arenito mÃ©dio	ARENITO
36	39	Siltito	SILTITO
39	42	Arenito mÃ©dio	ARENITO
42	43	Basalto	BASALTO
43	44.5	Arenito mÃ©dio	ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	SEMI-LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	28.48	12:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
28.82	11.76		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		4	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	500.00
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	INODORA
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	CRISTALINO
Ph:	7.50

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

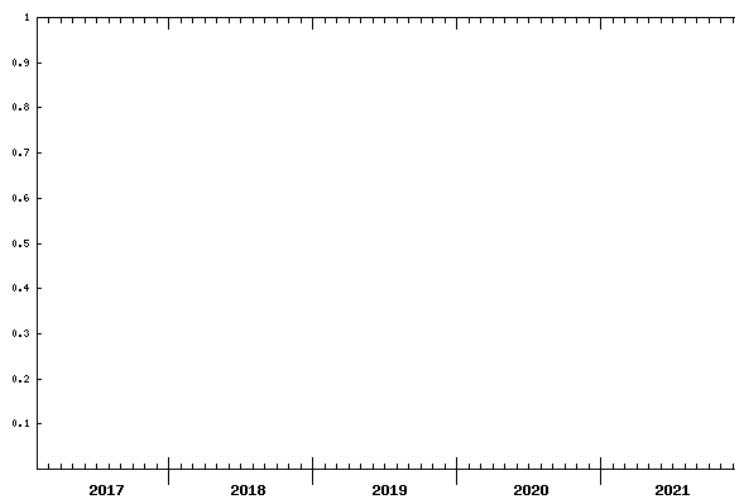
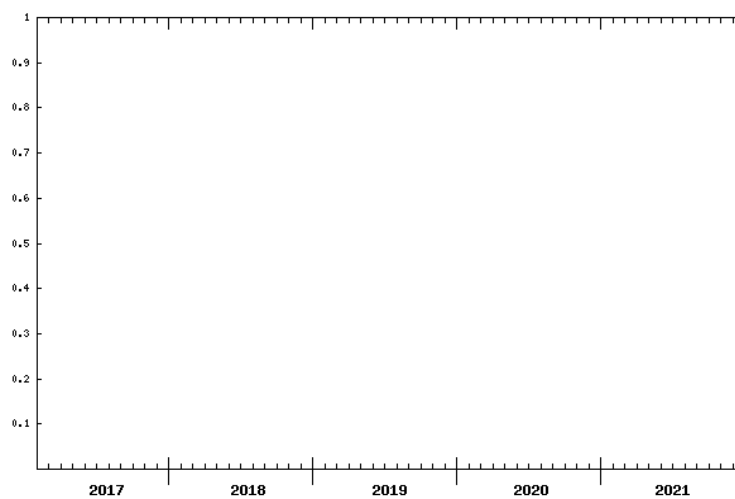
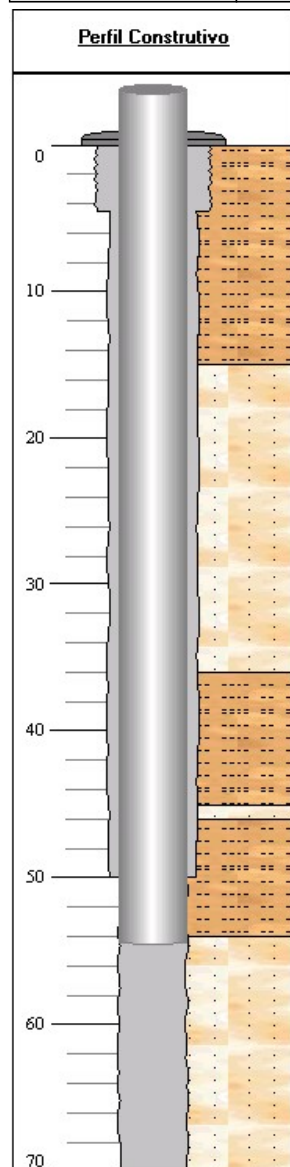


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032637	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : CHAPADINHA
------------------	---------	----------------------	-------------------------


Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0026-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	CHAPADINHA
UTM (Norte/Sul) :	9450508
UTM (Leste/Oeste) :	738497
Latitude (GMMSS) :	045804
Longitude (GMMSS) :	425057
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	23/03/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	70.00	CPRM	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	4.50	10	254.0000
4.50	50.00	8	203.2000
50.00	70.00	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	54.50	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.40	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	70.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

70.00

Tipo de Formação:

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	15	Siltito	SILTITO
15	36	Arenito mÃ©dio	ARENITO
36	45	Siltito	SILTITO
45	46	Arenito mÃ©dio	ARENITO
46	54	Siltito	SILTITO
54	70	Arenito mÃ©dio	ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	SEMI-LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	18.00	12:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
23.80	3.1		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		18	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	310.00
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	INODORA
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	CRISTALINO
Ph:	8.30

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

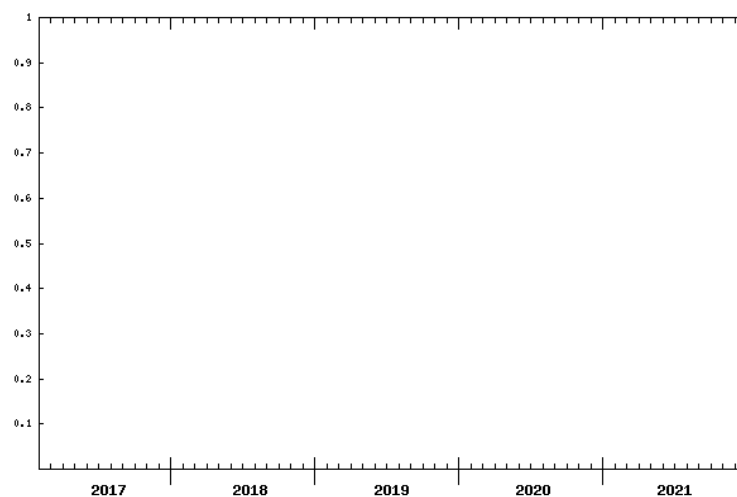
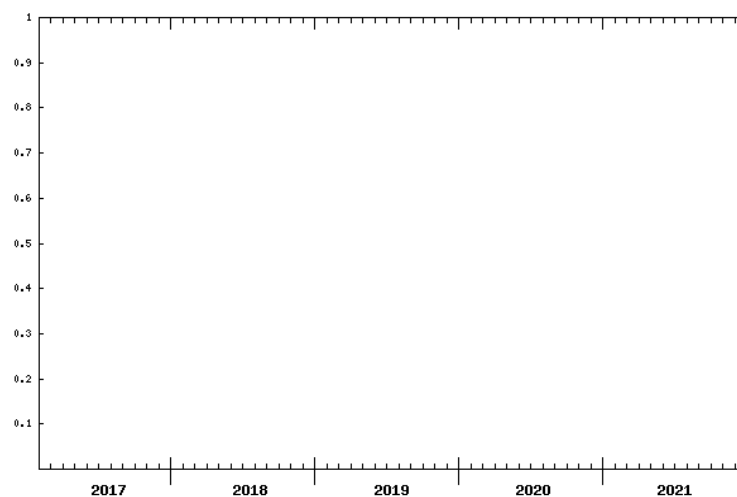
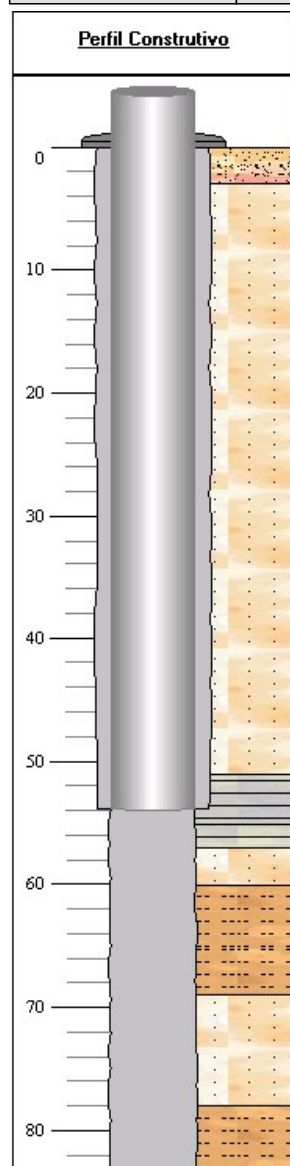


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032639	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : COLEGIO AGRICOLA
------------------	---------	----------------------	-------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0028-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	COLEGIO AGRICOLA
UTM (Norte/Sul) :	9440501
UTM (Leste/Oeste) :	744658
Latitude (GMMSS) :	050329
Longitude (GMMSS) :	424736
Bacia Hidrográfica:	Atlantico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	83.50	CPRM	Percussao

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	54.00	8	203.2000
54.00	83.50	6	152.4000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	54.00	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	83.50

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	12.00	
12.00	83.50	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Solo arenoso	SOLO ARENOSO
3	51	Arenito mÃ©dio	ARENITO
51	57	Folhelho	FOLHELHO
57	60	Arenito mÃ©dio	ARENITO
60	69	Siltito	SILTITO
69	78	Arenito mÃ©dio	ARENITO
78	83.5	Siltito	SILTITO

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Poroso	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	SEMI-LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	27.55	12:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
43.61	0.16		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		2.5	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	170.00
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	INODORA
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	CRISTALINO
Ph:	7.30

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

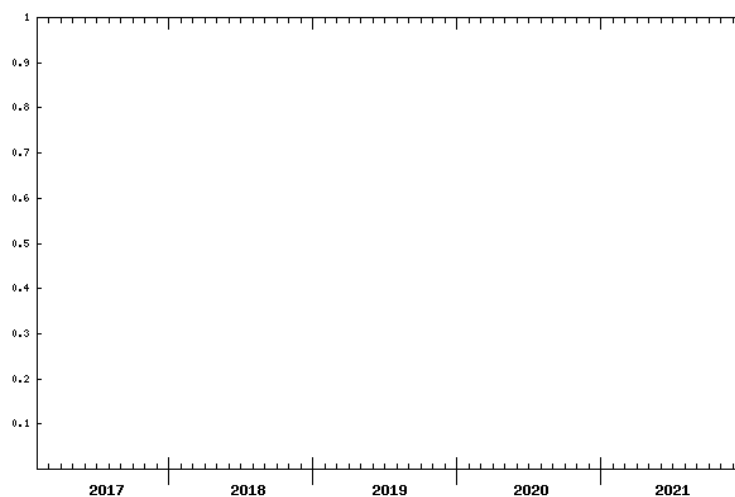
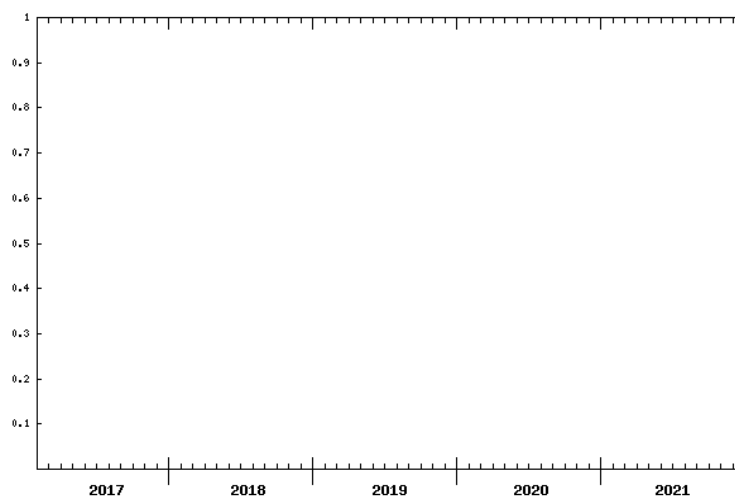
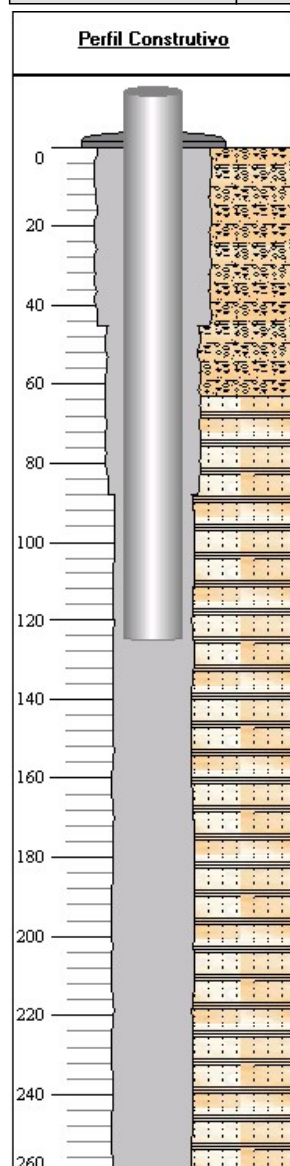


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032643	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SANTO ANTONIO
------------------	---------	----------------------	----------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0032-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SANTO ANTONIO
UTM (Norte/Sul) :	9429339
UTM (Leste/Oeste) :	746899
Latitude (GMMSS) :	050932
Longitude (GMMSS) :	424622
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	20/02/1997
Situação :	Equipado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
26/04/1984	0.00	260.00	CPRM	Rotativo

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	45.48	15	381.0000
45.48	88.00	12 1/4	311.1500
88.00	260.00	10 5/8	269.8800

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	125.00	Aço galvanizado com rosca e luva	8	203.2000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.78	8	203.2000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	260.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	63.00	Aluvioes
63.00	260.00	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	63	Areia conglomerática argilosa	COBERTURA ALUVIONAR
63	260	Arenito intercalado com folhelho	ARENITOS FINOS DE CORES VARIADAS COM INTERCALACOES DE SILTITOS E FOLHELHOS

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	64.05	24:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
79.63	1.93		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		30	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	INODORA
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	CRISTALINO
Ph:	7.30

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

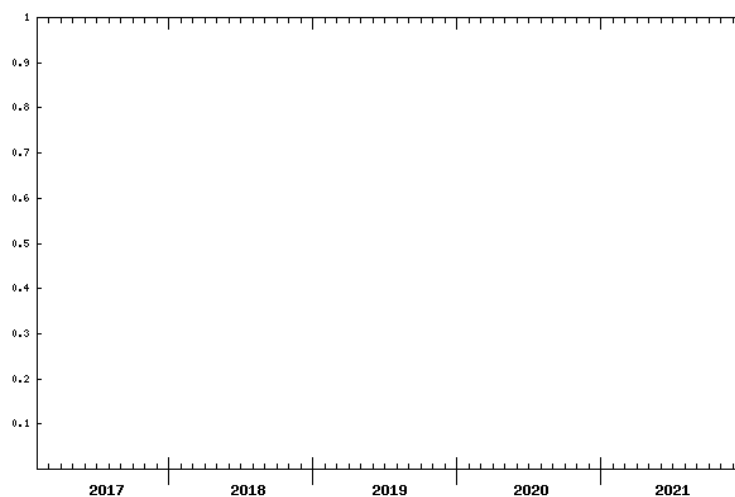
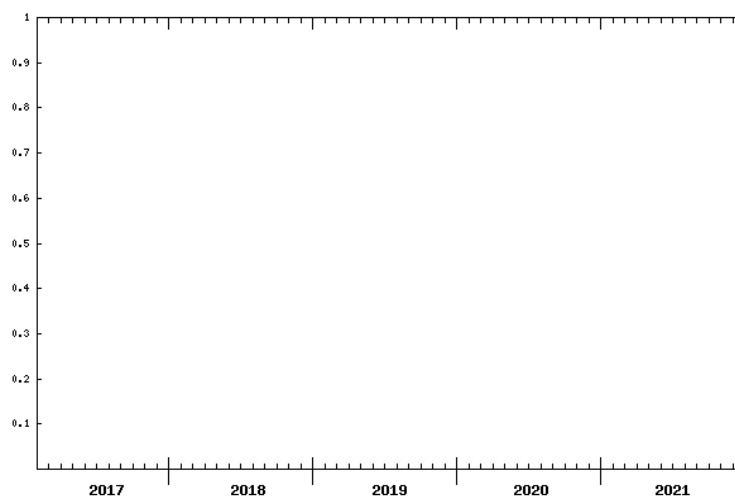
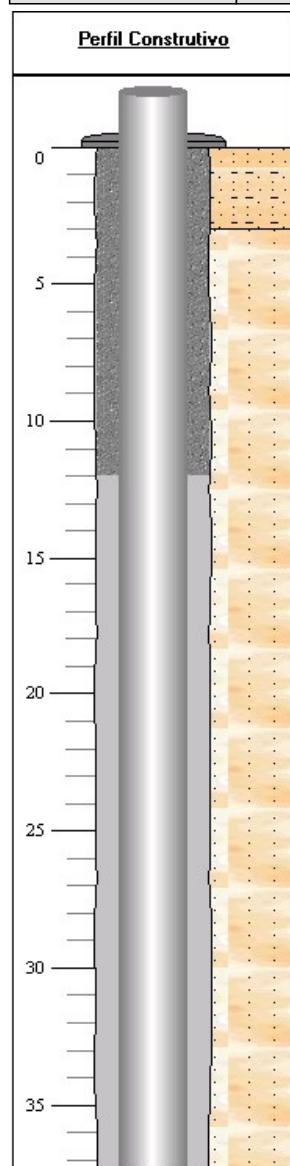


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032649	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - CIDADE SATELITE
------------------	---------	----------------------	-------------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0038-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - CIDADE SATELITE
UTM (Norte/Sul) :	9441778
UTM (Leste/Oeste) :	748545
Latitude (GMMSS) :	050247
Longitude (GMMSS) :	424530
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	25/03/1997
Situação :	Abandonado

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
	0.00	37.50	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	37.50	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	37.50	Aço com costura	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	12.00	Cimentação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	0.45	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	37.50

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

37.50

Tipo de Formação:

Formacao pedra de fogo

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

3

Litologia:

Solo areno-argiloso

Descrição Litológica:

SOLO ARENO-ARGILOSO

3

37.5

Arenito mÃ©dio

ARENITO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Poroso

Topo (m):

Base (m):

Captação:

Condição:

Penetração:

ÚNICA

CONFINADO

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

Surgência:

N

Nível Estático (m):

5.25

Duração do Teste (h):

24:00

Nível Dinâmico:

23.50

Vazão Específica (m3/h/m):

0.71

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

13

Vazão Após Estabilização (m3/h):

13

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

INODORA

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

CRISTALINO

Ph:

7.00

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

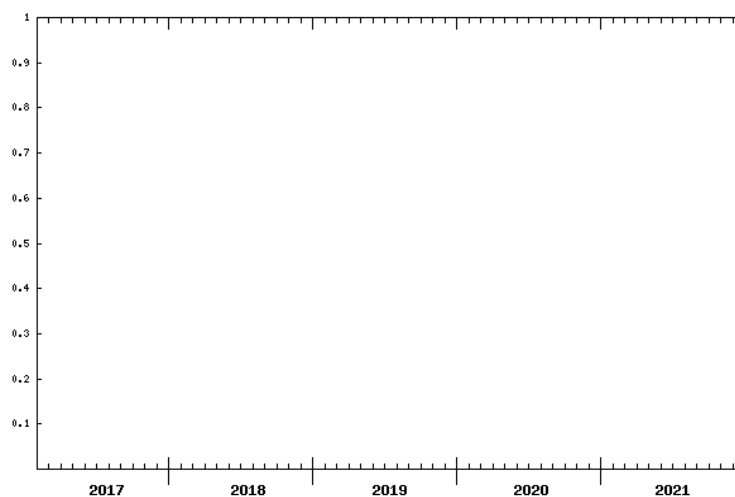
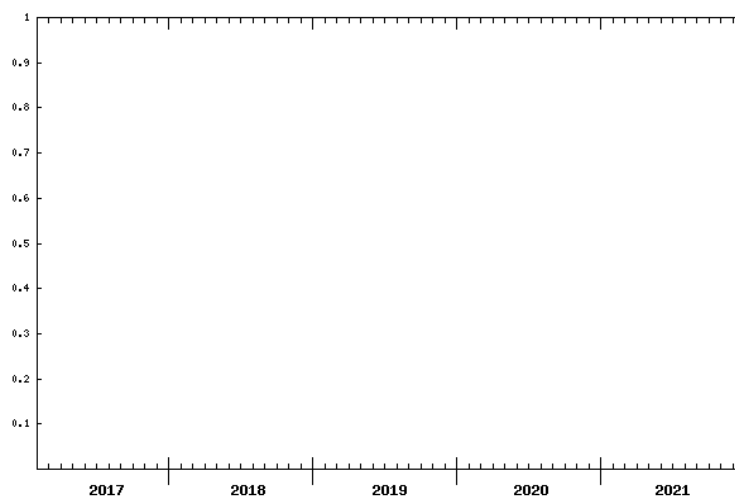
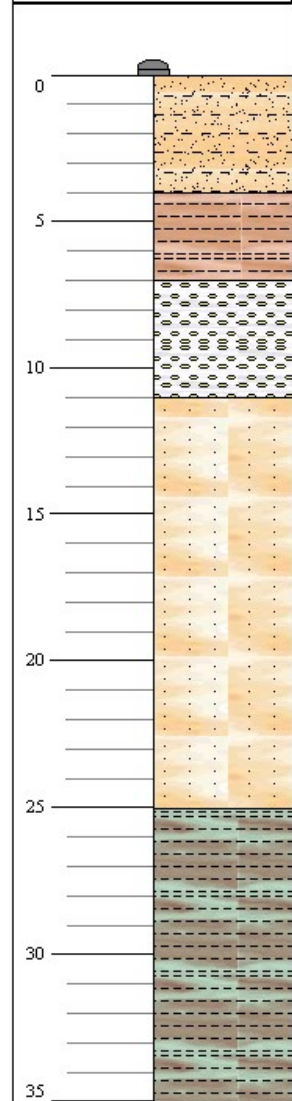


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032651	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA IV
------------------	---------	----------------------	-------------------------------

Perfil Construtivo		Gerais				
		Dados Gerais:				
		Nome :		4TE-0001-PI		
		Data da Instalação :				
		Proprietário :				
		Natureza do Ponto :		Poço tubular		
		Uso da água :				
		Cota do Terreno :		59.60		
		Localização:				
		Localidade :		SEDE - PIRAJA IV		
		UTM (Norte/Sul) :		9438908		
UTM (Leste/Oeste) :		746790				
Latitude (GMMSS) :		050420				
Longitude (GMMSS) :		424626				
Bacia Hidrográfica:		Atlântico Sul-N/NE				
Subbacia Hidrográfica:		Rio Parnaíba				
Situação:						
Data :						
Situação :						
Construtivos						
Perfuração:						
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método		
30/07/1973	0.00	35.00	CPRM	Percussão		
Diâmetro:						
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros			
Revestimento:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
Filtro:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura	
Espaço Anular:						
De (m):	Até (m):	Material				
Boca do Tubo:						
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)			
Entrada d'água:						
Profundidade:						
Profundidade Útil:						
Data:	Profundidade:					
	35.00					

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

Profundidade Final (m):

Tipo de Formação:

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	4	Areia argilosa	AREIAS AVERMELHADAS FINAS A MUITO FINAS MATRIZ ARGILO-SILTOSA
4	7	Argila	ARGILA CINZA COM RAROS SEIXOS ANGULOSOS DE SILEXITOSE LIGEIRAMENTE ARENOSA
7	11	Cascalho	CASCALHO DE SEIXOS ANGULOSOS A SUBARRED.DE SILEXITOC/MATRIZ ARGILO-ARENOSA
11	25	Arenito médio	ARENITO CREME E/OU BRANCO MED.A FINO CONT.SEIXOS OCAS.ARRED.QUARTZ.BOA ESFERIC
25	35	Argilito	ARGILITO E FOLHELHO

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	SIMULTÂNEA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	6.20	12:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

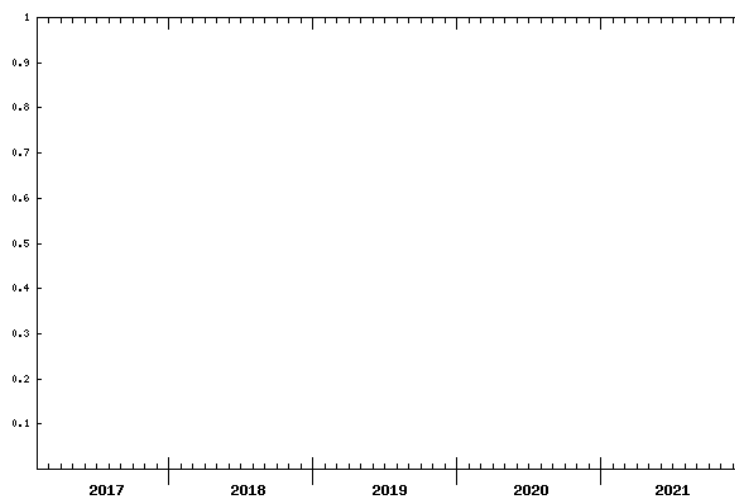
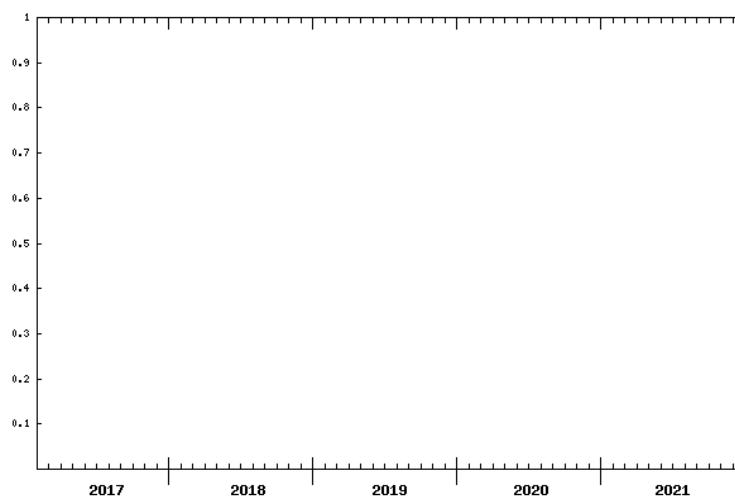
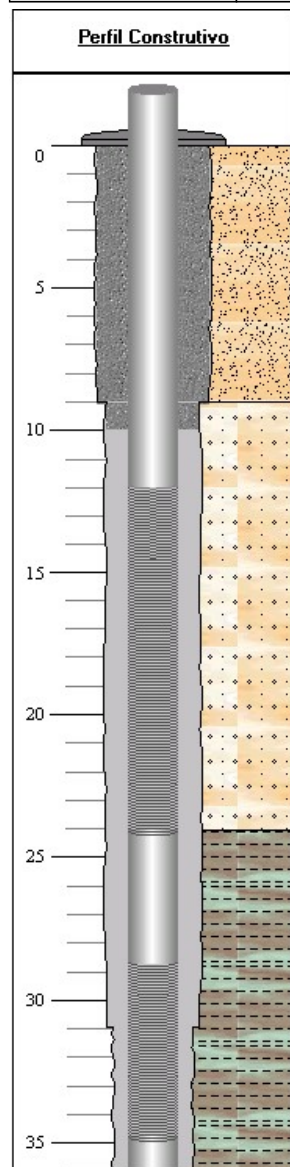


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032652	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA IX
------------------	---------	----------------------	-------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0002-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA IX
UTM (Norte/Sul) :	9438333
UTM (Leste/Oeste) :	740675
Latitude (GMMSS) :	050440
Longitude (GMMSS) :	424945
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
29/08/1973	0.00	36.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	9.00	14	355.6000
9.00	31.00	12	304.8000
31.00	36.00	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	12.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
24.00	28.75	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
34.75	36.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
12.00	24.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	
28.75	34.75	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	9.00	Cimentação
9.00	10.00	Cimentação
10.00	36.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	36.00

Geológicos**Feição Geomorfológica:**

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

9.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

9.00

38.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

9

Litologia:

Areia fina

Descrição Litológica:

AREIA FINA AVERM.C/INTERCALACAO DE ARGILA COM SEIXOSNA BASE

9

24

Arenito grosso

AREN.BRANCO OU CREME DE FINO A GROSSEIRO MATRIZ CAULINICA

24

36

Argilito

ARGIL.E FOLHELHOS COM LEITOS DE ARENITOS E MODULOS DE SILEXITO MARROM

Hidrogeológicos**Aquífero no Ponto:**

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento**Teste de Bombeamento:**

Data:

29/08/1973

Surgência:

N

Nível Estático (m):

6.10

Duração do Teste (h):

6:00

Nível Dinâmico:

18.00

Vazão Específica (m3/h/m):

0.38

Coeficiente de Armazenamento:

4.5

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas**Análises Químicas:**

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

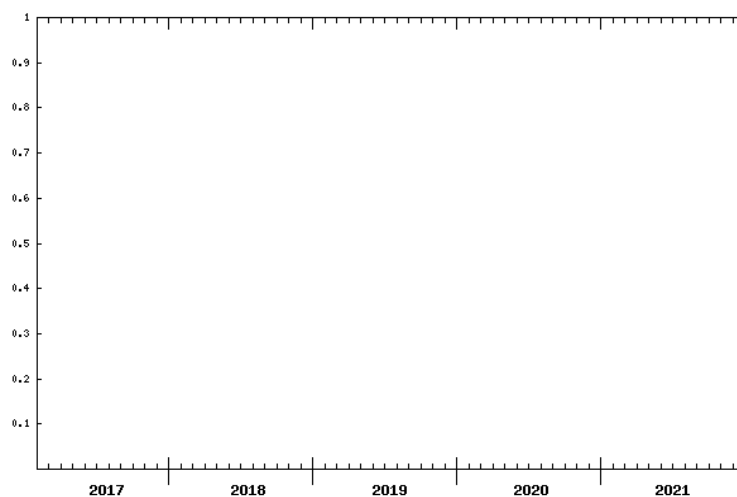
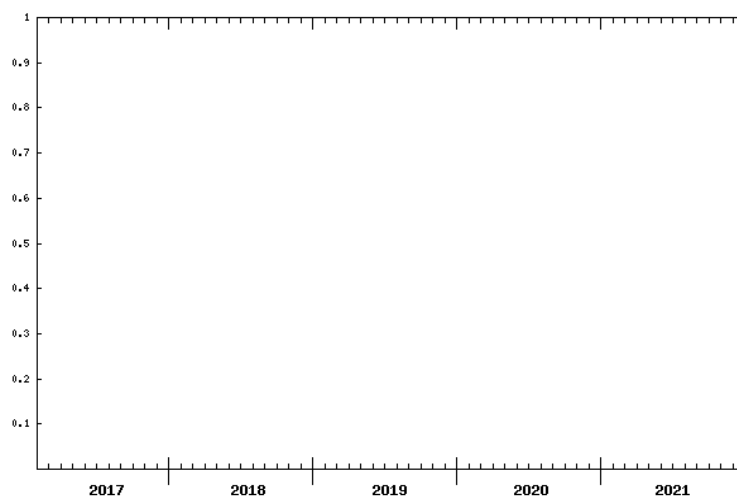
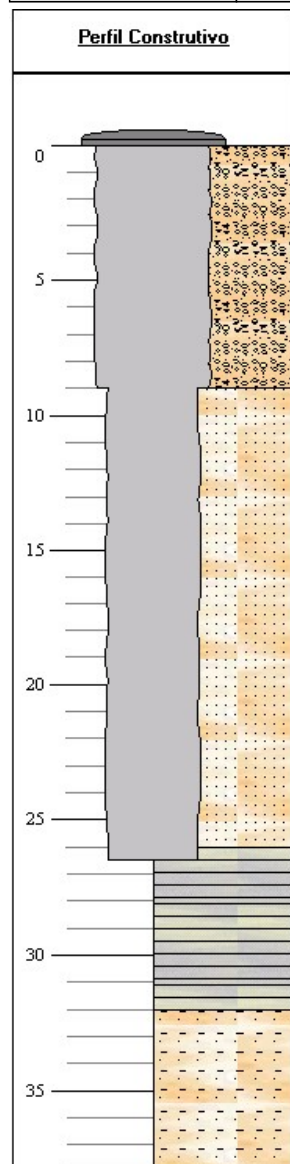


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032653	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA V
------------------	---------	----------------------	------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0003-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA V
UTM (Norte/Sul) :	9438812
UTM (Leste/Oeste) :	746761
Latitude (GMMSS) :	050423
Longitude (GMMSS) :	424627
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
18/08/1973	0.00	38.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	9.00	12	304.8000
9.00	26.50	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		12	304.8000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	38.00

Geológicos
Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

9.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

9.00

38.00

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

9

Litologia:

Areia conglomerática

Descrição Litológica:

AREIA E CASCALHO C/INTERCALACOES DE ARGILA

9

26

Arenito fino

ARENITO FINO A GROSSO

26

32

Folhelho

FOLHELHO ROXO A VERMELHO COM NODULOS DE SILEXITO

32

38

Arenito argiloso

ARENITO ROSEO FINO A MEDIOMATRIZ ARGILOSA

Hidrogeológicos
Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento
Teste de Bombeamento:

Data:

18/08/1973

Surgência:

N

Nível Estático (m):

6.20

Duração do Teste (h):

6:00

Nível Dinâmico:

Vazão Específica (m3/h/m):

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Análises Químicas
Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica (µS/cm):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura (C°):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

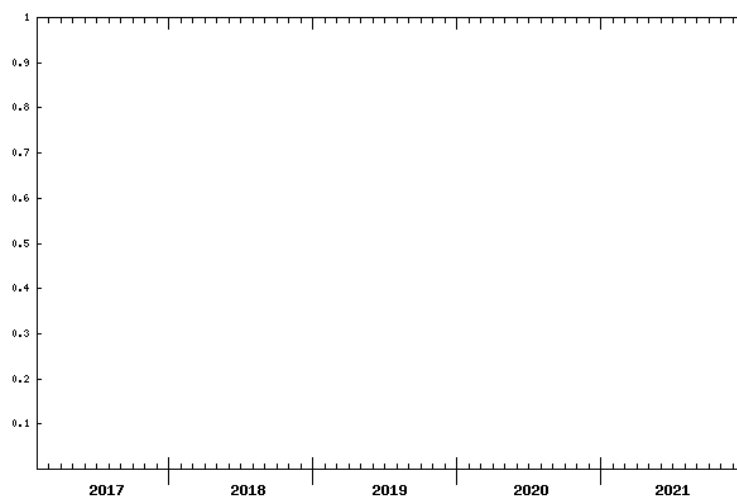
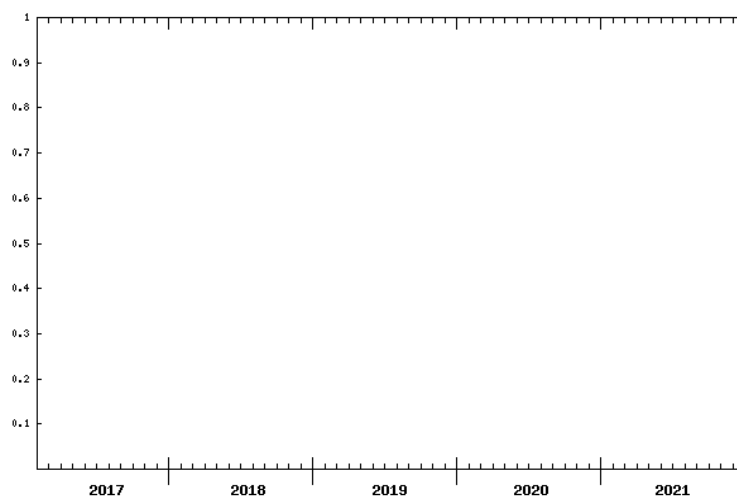
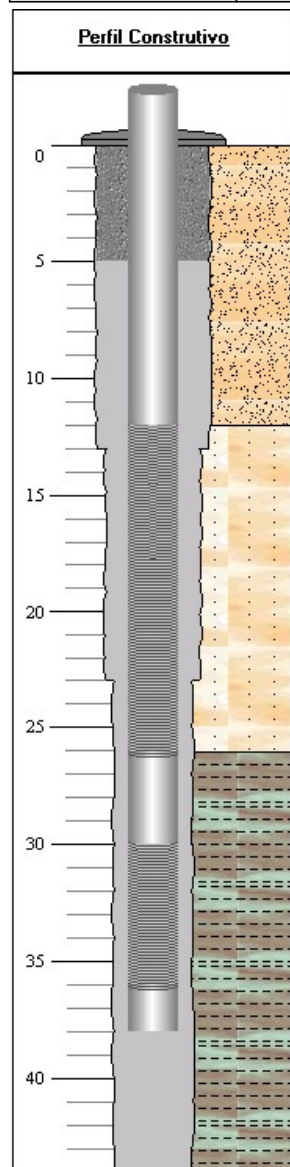


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032654	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA XI
------------------	---------	----------------------	-------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0004-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA XI
UTM (Norte/Sul) :	9438302
UTM (Leste/Oeste) :	740675
Latitude (GMMSS) :	050441
Longitude (GMMSS) :	424945
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
06/09/1973	0.00	44.00	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	13.00	14	355.6000
13.00	23.00	12	304.8000
23.00	44.00	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	12.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
26.00	30.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
36.00	38.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
12.00	26.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	
30.00	36.00	Espiralado perfil redondo galvan.	6	152.4000	

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	5.00	Cimentação
5.00	44.00	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	44.00

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0.00	12.00	Aluvioes
12.00	44.00	Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	12	Areia fina	AREIA FINA AVERM.COM LENTES DE ARGILA COM SEIXOS DE SILEXITO NA BASE
12	26	Arenito médio	ARENITO AMARELO E BRANCO FINO A MEDIO MUITO CAULINICO
26	44	Argilito	ARGILITO AMARELO FOLHELHOSROXO COM INTERCALACOES DE ARENITOS FINO E MEDIO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural	Topo (m):	
	Base (m):	
	Captação:	ÚNICA
	Condição:	LIVRE
	Penetração:	PARCIAL

Nível da Água:

Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m3/h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
06/09/1973	N	6.30	8:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m3/h/m):	Coeficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m3/h):
14.80	4.24		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m2/s):	Vazão Após Estabilização (m3/h):	Tipo do Teste:
		36	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
Ph:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

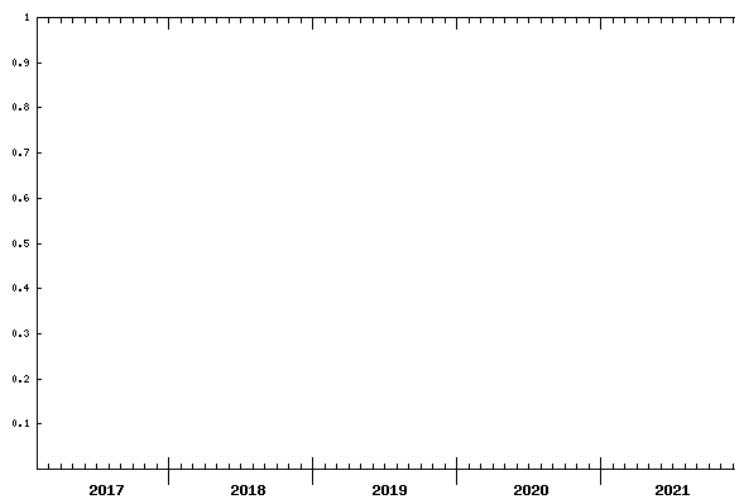
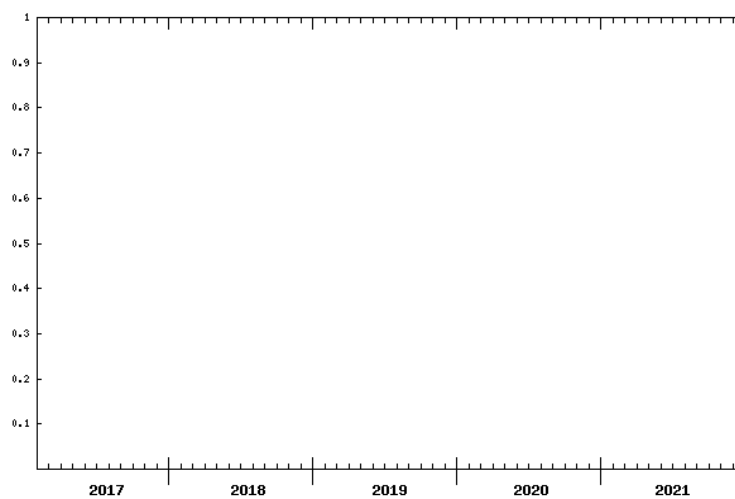
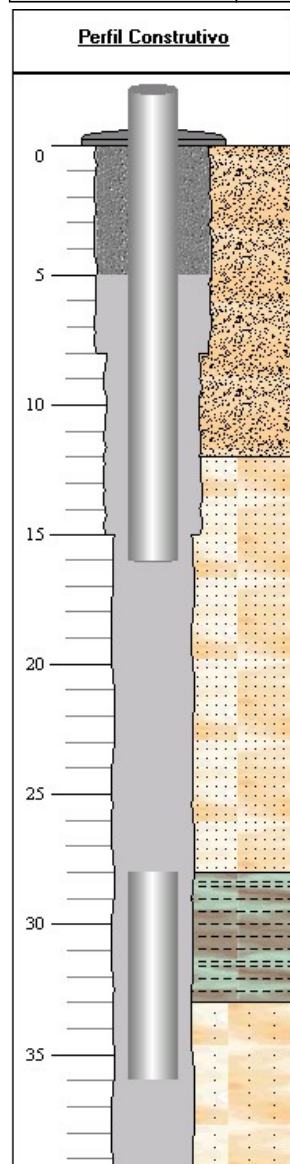


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032655	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA X
------------------	---------	----------------------	------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0005-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA X
UTM (Norte/Sul) :	9438486
UTM (Leste/Oeste) :	740615
Latitude (GMMSS) :	050435
Longitude (GMMSS) :	424947
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
16/09/1973	0.00	39.50	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	8.00	14	355.6000
8.00	15.00	12	304.8000
15.00	39.50	10	254.0000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	16.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
28.00	36.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
16.00	28.00	Espiralado perfil redondo galvan.			

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	5.00	Cimentação
5.00	39.50	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	39.50

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

12.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

12.00

39.50

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

12

Litologia:

Areia muito fina

Descrição Litológica:

AREIA AVERM.FINA COM CASCALHO DE SEIXO NA BASE

12

28

Arenito fino

ARENITO BRANCO FINO CAULINICO

28

33

Argilito

ARGILITO AMARELO E ROXO FOLHELHO ROXO ARENOSO E LAMINADO

33

39.5

Arenito mÃ©dio

ARENITO AMARELO PARDO FINOA MEDIO E CAULINICO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

16/09/1973

Surgência:

N

Nível Estático (m):

5.82

Duração do Teste (h):

8:00

Nível Dinâmico:

16.06

Vazão Específica (m3/h/m):

1.23

Coeficiente de Armazenamento:

12.6

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

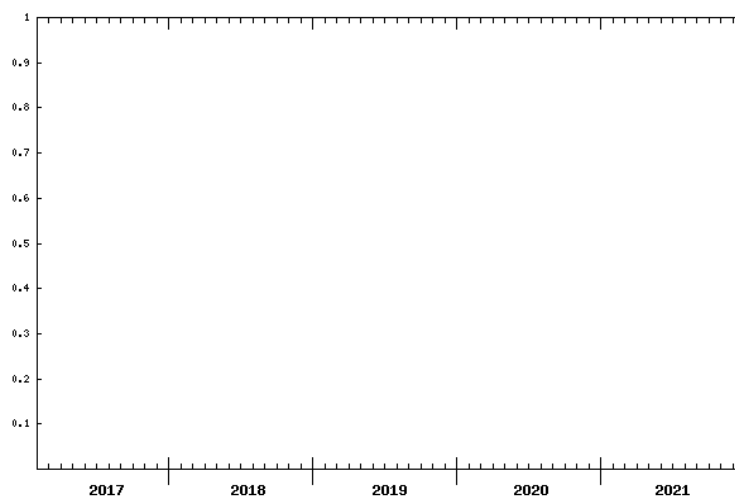
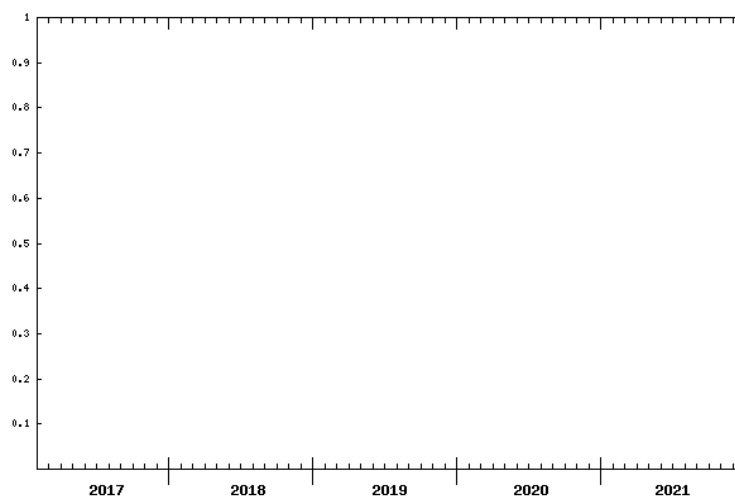
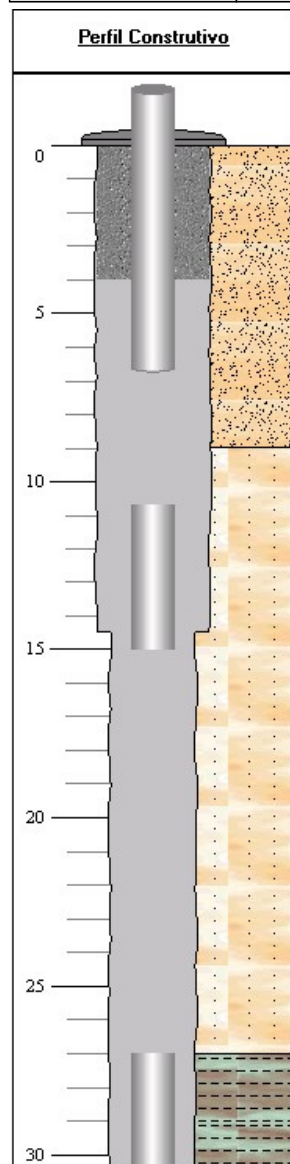


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2200032656	UF : PI	Município : Teresina	Localidade : SEDE - PIRAJA VIII
------------------	---------	----------------------	---------------------------------



Gerais

Dados Gerais:	
Nome :	4TE-0006-PI
Data da Instalação :	
Proprietário :	
Natureza do Ponto :	Poço tubular
Uso da água :	Abastecimento urbano
Cota do Terreno :	

Localização:	
Localidade :	SEDE - PIRAJA VIII
UTM (Norte/Sul) :	9435961
UTM (Leste/Oeste) :	742331
Latitude (GMMSS) :	050557
Longitude (GMMSS) :	424851
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Parnaíba

Situação:	
Data :	
Situação :	

Construtivos

Perfuração:				
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método
25/09/1973	0.00	30.50	CPRM	Percussão

Diâmetro:			
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros
0.00	14.50	16	406.4000
14.50	30.50	12	304.8000

Revestimento:				
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
0.00	6.70	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
10.70	15.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000
27.00	30.50	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000

Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
6.70	10.70	Espiralado perfil redondo galvan.			
15.00	27.00	Espiralado perfil redondo galvan.			

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	4.00	Cimentação
4.00	30.50	Areia quartzosa de 1,00 a 3,00 mm

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
	1.00	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	30.50

Geológicos

Feição Geomorfológica:

Descrição:

Formação Geológica:

Profundidade Inicial (m):

0.00

Profundidade Final (m):

9.00

Tipo de Formação:

Aluvioes

9.00

30.50

Formacao piaui

Dados Litológicos:

De (m):

0

Até (m):

9

Litologia:

Areia fina

Descrição Litológica:

AREIA VERMELHA FINA ARGILACINZA COM CASCALHO DE SILEXITO NA BASE

9

27

Arenito médio

ARENITO CREME OU BRANCO FINO A MEDIO AS VEZES GROSSEIRO CAULINICO

27

30.5

Argilito

ARGILITO ROXO E CINZA ARENOSO FOLHELHO VERMELHO COM LEITOS DE SILEXITO

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Aquífero: Fissural

Topo (m):

Base (m):

Captação:

ÚNICA

Condição:

LIVRE

Penetração:

PARCIAL

Nível da Água:

Data:

Nível da Água (m):

Nível Medido Bombeando (S/N)?

Vazão (m3/h):

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:

Data:

25/09/1973

Surgência:

N

Nível Estático (m):

6.30

Duração do Teste (h):

2:00

Nível Dinâmico:

27.10

Vazão Específica (m3/h/m):

0.16

Coeficiente de Armazenamento:

Vazão Livre (m3/h):

Permeabilidade (m/s):

Transmissividade (m2/s):

Vazão Após Estabilização (m3/h):

3.4

Tipo do Teste:

Método:

Unidade:

Air-lift

Análises Químicas

Análises Químicas:

Data da Coleta:

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$):

Qualidade da Água (PT/CO):

Sabor da Água:

Qualidade da Água (Odor):

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$):

Turbidez (NTU):

Sólidos Suspensos (mg/l):

Sólidos Sedimentáveis (mg/l):

Aspecto Natural:

Ph:

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

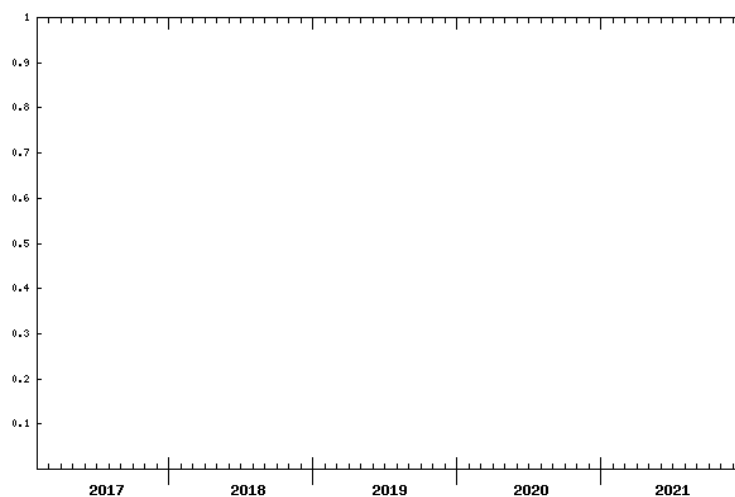
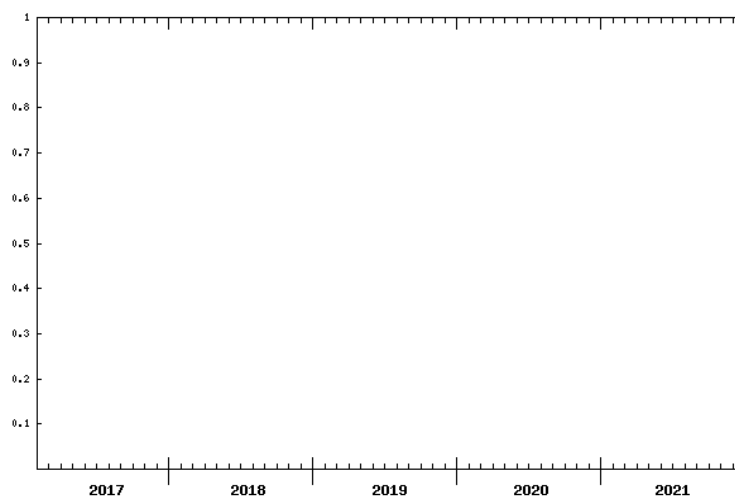


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



[illegible]