

REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO - ANÁLISE DO METODO EXECUTIVO EMPREGADO NA CONSTRUÇÃO DA ETE SANTINHO EM RIBEIRÃO DAS NEVES

DOWNLOADING TABLE LENGTH – ANALYSIS OF THE EXECUTIVE METHOD EMPLOYED IN THE CONSTRUCTION OF ETE SANTINHO IN RIBEIRÃO DAS NEVES

Douglas da Silva Rosa <douglaseng1604@gmail.com>

Pedro Carmo da Silva <pedro5754@hotmail.com>

Werith de Oliveira Barros <ethimbarros@hotmail.com>

Marcos Marques Moreira Rocha

<marcosmarquesmrocha@yahoo.com.br>

RESUMO

O crescimento das obras de engenharia tem despertado o interesse para o desenvolvimento de métodos que possibilitem a construção em qualquer tipo de terreno, independente das suas características, podendo ser secos, úmidos ou localizados em regiões com predomínio de águas subterrâneas ou reservatórios de água. Contudo, este tipo de obra requer um conhecimento específico da área a ser construída, além do nível do lençol freático, uma vez que a umidade pode comprometer o desempenho e segurança da estrutura. A presença de água contida nos reservatórios subterrâneos pode prejudicar o desempenho das estruturas e modificar a harmonia do solo, alterando o equilíbrio das terras circunvizinhas do local da obra, o que pode gerar instabilidade estrutural. Com o propósito de prevenir essas possíveis alterações, este estudo se justifica no âmbito de apresentar um estudo de caso com a análise de um método para rebaixar o lençol freático, contribuindo para disseminação deste procedimento tão usual e de grande relevância para a execução eficiente de obras civis. Logo, pretende-se que tal promova a ampliação das discussões em torno do rebaixamento de lençol freático, destacando seus principais métodos e sua ampla importância para o setor da construção civil.

Palavras-chave: Lençol freático, Rebaixamento de lençol freático, Métodos de rebaixamentos.

ABSTRACT

The growth of engineering works has aroused the interest for the development of methods that allow the construction in any type of terrain, independent of its characteristics, being able to be dry, humid or located in regions with predominance of groundwater or water reservoirs. However, this type of work requires a specific knowledge of the area to be built, in addition to the groundwater level, since humidity can compromise the performance and safety of the structure. The presence of water contained in the underground reservoirs may impair the performance of structures and change the harmony of the soil, altering the balance of the surrounding lands of the work site, which can generate structural instability. In order to prevent these possible alterations this study is justified in the scope of presenting a case study with the analysis of a method to lower the watertable, contributing to dissemination of this procedure so usual and of great relevance for the efficient execution of civil works It is hoped that this study will promote the expansion of the discussions about the lowering of the water table, highlighting its main methods and its wide importance for the civil construction sector.

Keywords: Water table, Groundwater retraction, Retraction methods.

Correspondência/Contato

FEAMIG

Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837

CEP 30510-120

Fone (31) 3372-3703

parametrica@feamig.br

http://www.feamig.br/revista

Editores responsáveis

Wilson José Vieira da Costa

wilsoncosta@feamig.br

Raquel Ferreira de Souza

raquel.ferreira@feamig.br

1. INTRODUÇÃO

Algumas obras civis necessitam de escavações abaixo do lençol freático, entretanto quando essas são aprofundadas até o nível do lençol, as águas subterrâneas emergem e, nesse caso, é preciso executar técnicas em que a água seja retirada de forma induzida e o local possa se manter seco e seguro, para suportar a construção.

O método de rebaixamento de lençol freático é usualmente empregado para melhorar as condições do solo, procedimento necessário em obras em que o laudo de sondagem detectou a presença de água próximo à superfície de construção do empreendimento, tal condição pode comprometer ou até mesmo impedir a dinâmica construtiva das escavações, estabilização dos solos ou obras subterrâneas. Em diversos casos, sua execução pode ser definida como temporária ou permanente, sendo sua aplicabilidade fundamental para a viabilidade, o planejamento e logística da obra.

De acordo com Gaioto (1997), o rebaixamento retira a água do subsolo de forma induzida e não gravitacional, sendo que essa condição permite a execução da fundação, pois promove a melhoria da estabilidade dos taludes, evita o escorregamento e reduz a área impactada pela obra, garante ainda que o solo, oriundo do fundo da escavação, conserve sua densidade e suas propriedades de compactação, visto que a presença da água influencia os valores desses parâmetros.

O emprego dessa intervenção possui a finalidade de facilitar construções sobre o lençol freático, uma vez que, conforme Grandis (1998), ela tem a capacidade de cessar a percolação de água que surge no fundo das escavações e dos taludes, reduzir as cargas laterais nas estruturas de escoramento, eliminar ou minimizar o uso de ar comprimido na escavação de túneis, melhora as condições de reaterros e escavações.

Segundo Gaioto (1997), a extensão, os custos e a escolha do método de rebaixamento a ser empregado dependem essencialmente da permeabilidade do solo, da profundidade que será feita a escavação, da posição natural do lençol freático, das condições das obras localizadas próximas ao rebaixamento e das suas fundações, da área e da profundidade da escavação, assim como o período em que o rebaixamento deverá ser mantido e a sua condição.

É possível realizar o rebaixamento do lençol freático adotando diferentes métodos executivos, a constar: rebaixamento com bombeamento direto, com utilização de bombas e o rebaixamento com o uso de ponteiras filtrantes a vácuo.

Sob esta ótica, o objeto central de estudo desta pesquisa se caracteriza pela abordagem da execução do rebaixamento de lençol freático para a construção da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Santinho, no Município de Ribeirão das Neves, levando em consideração o acompanhamento de todo processo executivo, bem como as particularidades que envolvem a obra em questão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Rebaixamentos do Lençol Freático

Em toda obra de engenharia é primordial que se realize um estudo preliminar para se conhecer as características do solo, sobre as quais está o do nível do lençol freático, que pode interferir diretamente na execução da obra. Para Hachich *et al.*, (1998) um dos principais aspectos a ser avaliado na sondagem é a profundidade do lençol freático, quando se observa a presença de água, seja pela presença do lençol freático ou armazenamento de água de chuva, o estudo é interrompido e sua profundidade deve ser anotada.

De acordo com a Norma Brasileira – NBR 6484 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2001, p. 14), no decorrer do processo de perfuração, quando o solo demonstrar um aumento da umidade, deve-se atentar para a aproximação de água, ou até mesmo se o solo estiver molhado em alguma área do trecho inferior do trado helicoidal, o que configura a presença de um nível d'água.

Para Martins *et al.* (2012), conhecer a profundidade do nível d'água em relação ao terreno onde será executada a obra é uma informação de grande relevância e que garante certa segurança a obra, já que as diversas patologias de engenharia têm suas causas provenientes da presença de águas subterrâneas.

A necessidade de se rebaixar o lençol freático implica em algumas precauções fundamentais que ainda segundo Martins *et al.* (2012), correspondem à permeabilidade do solo, profundidade da escavação e do lençol freático, duração do rebaixamento e, sobretudo, na qualidade das obras vizinhas e das suas fundações. Todavia, quando o lençol freático está próximo da superfície, certamente poderá ocorrer infiltração de água nas construções, possíveis alagamentos, além de rebaixamentos do solo.

2.2 As Águas Subterrâneas e os Aquíferos

As águas subterrâneas são conceituadas por Manoel Filho (2000), como águas que se encontram armazenadas em seu estado natural, nas rochas ou em depósitos sedimentares por meio do acúmulo decorrente de milhares de anos, numa condição de equilíbrio mantido pelo mecanismo de recarga e descarga. Sendo assim, é possível afirmar que a água transpõe esses espaços vazios que existem entre os elementos constituintes do solo, tais como grãos e rochas até atingirem esses depósitos.

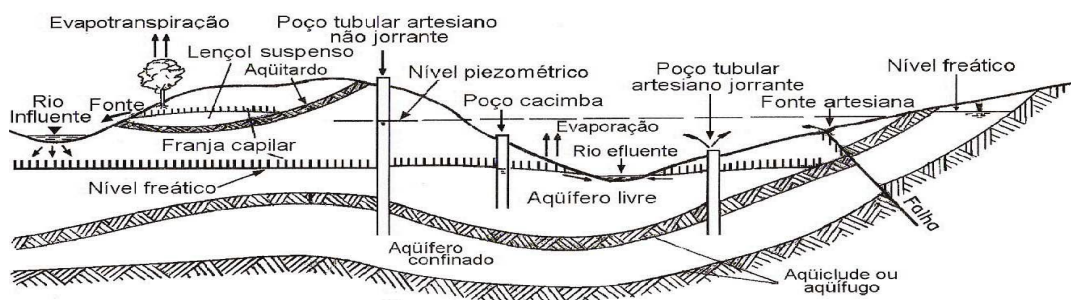
Esse fenômeno também é definido por Barbosa (2007), como ciclo hidrológico que compreende o movimento permanente da água entre a terra e a atmosfera, mediante processos de evaporação da superfície da água e do solo, além da transpiração das plantas e da precipitação. A água é infiltrada no subsolo e se mantém presente nos espaços intergranulares dos solos ou nas fraturas das rochas.

Quando o volume de água disposto numa rocha for grande ao ponto de permitir sua extração econômica, ela é então conceituada de reserva de aquífero. Conforme Cleary (2007), caracteriza-se por aquífero a formação geológica que possui disponibilidade porosa para viabilizar a armazenagem e também a transmissão de elevadas quantidades de água.

Para Iritani e Ezaki (2012), a água encontrada no subsolo do terreno circula entre as áreas porosas que compõem os solos, bem como nas rochas sedimentares. Em algumas rochas, essa água circula por meio das fraturas, que são porções ocasionadas pelo rompimento das rochas devido às movimentações terrestres.

Os aquíferos podem ser denominados em confinados ou freáticos. Azevedo Almeida Filho (1998) destaca que os aquíferos estão dispostos sob pressão superior à atmosférica, que geralmente ocorre, devido ao confinamento da água oriunda da presença de uma camada impermeável sobreposta a uma camada permeável. Contrário a isto, o aquífero freático, também conceituado de livre, é aquele em que não existe confinamento, e a superfície da água está sob pressão atmosférica. A Figura 1 descreve alguns modos de ocorrência da água subterrânea na natureza.

Figura 1: Tipos de Aquíferos



Fonte: Azevedo; Almeida filho (1998).

Os métodos de controle de percolação objetivam disciplinar o fluxo de água, seja por intermédio do rebaixamento do lençol freático, seja controlando as águas que emergem no interior das escavações por meio de filtros ou drenos. No entanto, o rebaixamento do lençol freático é a forma mais eficiente de se controlar a percolação de água, assegurando a execução a seco da construção.

2.3 Principais Métodos de Rebaixamento

Os principais métodos de rebaixamento de lençol freático atualmente são: bombeamento direto superficial, sistema a vácuo, ponteiros drenantes (*well - points*), poços profundos e drenagem por eletrosmose.

O bombeamento direto superficial é um método empregado junto ao pé do talude que, segundo Alonso (1999), consiste na condução da água através da gravidade até os poços, onde ela será bombeada até o local apropriado para sua correta descarga, podendo ser em cursos de água, coletores de esgoto, dentre outros.

O Sistema a vácuo é o método utilizado quando o solo possui baixa permeabilidade e segundo Gaioto (1997), ele pode ser realizado tanto pela técnica de ponteiros, quanto por poços profundos.

Neste método, conforme Alonso (1999), a bomba retira o ar, de modo a reduzir a pressão atmosférica no interior da tubulação ou da câmara, as ponteiros filtrantes são responsáveis por facilitar a sucção da água do solo.

A aplicação de vácuo nos métodos de rebaixamento gera uma diferença de pressão no interior do poço, o que possibilita que a água que se encontra envolta no subsolo sofra pressão atmosférica, e com isto percole para o interior do poço e assim, possa ser retirada por meio do bombeamento.

Já o método das ponteiros drenantes (*“well points”*), de acordo com Gaioto (1997), constitui-se de ponteiros com pequenos tubos, usualmente com diâmetro de 2 polegadas, com comprimento de aproximadamente 1 metro, que são perfurados e envolvidos por uma malha com pequena abertura ou por geotêxtil. A ponteira se conecta em um tubo coletor, composto de um tubo metálico com diâmetro de 4 polegadas, que possui acoplado em sua estrutura um dispositivo de bombeamento que é auxiliado por vácuo.

O bombeamento por poços profundos é usual, quando é necessário executar um rebaixamento de grande profundidade, com vazões de recalque, de acordo com Gaioto (1997), acima de 50m³/h e alturas de recalque em torno de 100m.

Neste método, conforme orienta Alonso (1999), a execução dos poços deve considerar um diâmetro equivalente a 40 e 60 cm, sobre os quais se introduz um tubo de aço de diâmetro de 20 a 30 cm, com a base fechada e perfurada até determinada altura, no qual se designa de trecho drenante do poço. A bomba centrífuga é inserida na parte inferior do tubo e anexada junto ao motor elétrico, então, é colocado um sistema de relés. Esse sistema provoca um acionamento no momento em que a bomba alcança seu nível máximo, do mesmo modo, que desliga quando alcança o nível mínimo, esse processo assegura o funcionamento permanente e submerso da bomba.

A drenagem por eletrosmose destaca-se por ser um método de grande utilização em solos muito finos. Para Gaioto (1997), em detrimento dos coeficientes de permeabilidade muito baixo, os demais métodos citados se tornam inviáveis. Todavia, para elevar a eficiência deste método é empregado a eletrosmose, esse processo, geralmente é adotado com a combinação dos poços ou ponteiras com um fluxo de eletricidade no solo.

Grandis (1998) reitera que esse processo ocorre por intermédio de dois eletrodos que são cravados no solo saturado, dotados de corrente contínua entre eles, neste caso a água composta nos vazios consegue migrar do eletrodo positivo, ânodo, para o eletrodo negativo, cátodo. Nessa dinâmica, o cátodo atrai as partículas positivas da água e o bombeamento tem a função de removê-las.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracterizara como estudo de caso que, para Gil (2002), corresponde a um estudo aprofundado de um ou mais objetivos, de forma que possa possibilitar um grau de detalhamento mais minucioso. Podendo ainda ter a finalidade de explicar situações do cotidiano, desenvolver teorias, produzir uma explicação referente a fenômenos ou variáveis de grau complexo em que não é possível realizar experimentos.

3.1 Universo da Pesquisa

O estudo de caso será realizado por intermédio da Empresa Prefisan Engenharia, que atua nas áreas de Saneamento, terraplenagem, pavimentação, infraestrutura urbana e edificações.

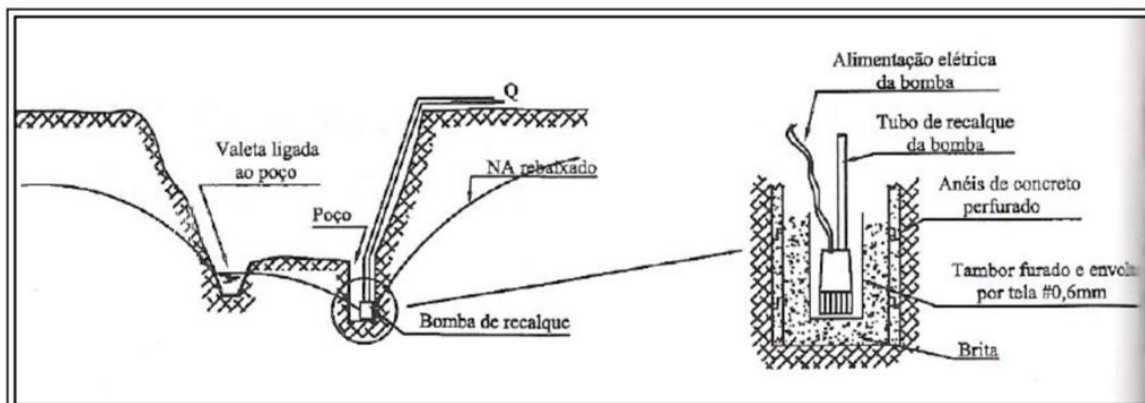
A empresa é responsável pela ordem de serviço para a ampliação do sistema de esgotamento sanitário localizado na Rua Moacir Menezes, nº 4275, na Fazenda Baú no Bairro Santinho, no Município de Ribeirão das Neves em Minas Gerais, através da construção da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Central.

O objeto de estudo será o acompanhamento da execução do método de rebaixamento do lençol freático para a construção da ETE Santinho, com foco no desenvolvimento do seu processo executivo.

O processo executivo tem como metodologia de operação os seguintes passos:

1º Posicionar as bombas de rebaixamento, conectar os tubos coletores na bomba, observando os locais estratégicos para não atrapalhar a movimentação no local de execução da obra. Para cada bico no coletor, utiliza-se uma ponteira de PVC que varia de profundidade, ficando sempre abaixo do nível de água (NA) e da cota de escavação.

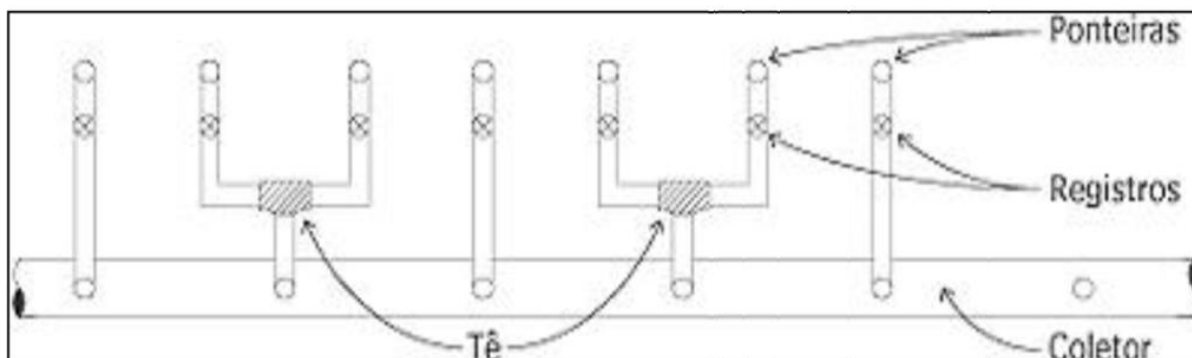
Figura 2: Sistema de rebaixamento por bombeamento direto



Fonte: Alonso (1999)

2º A instalação da ponteira é feita por jato de pressão. Uma bomba é acoplada em uma caixa d'água, conectada a ela, utiliza-se um tubo de aço para fazer a perfuração, esses furos são feitos através da pressão produzida pelo jato de água, após o furo pronto instala-se as ponteiras em todo o perímetro de rebaixamento do nível de água.

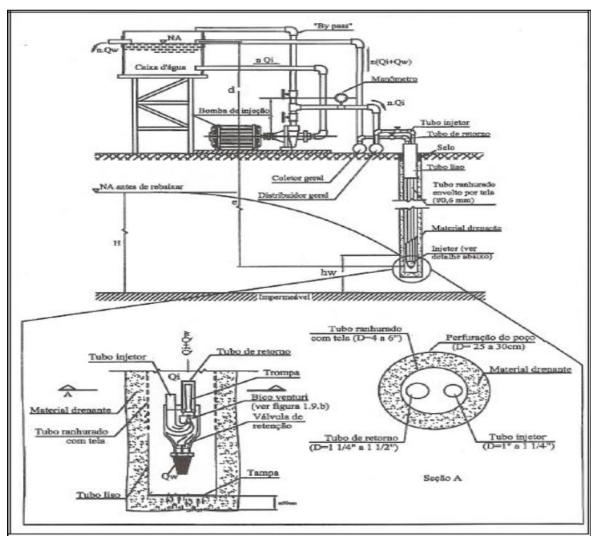
Figura 3: Ponteiras Filtrantes



Fonte: Alonso (1999)

3º Depois de acoplar através das mangueiras flexíveis os tubos na rede coletora, a água é drenada por pressão das bombas de sucção, e logo em seguida são ligadas em energia elétrica. É importante observar o funcionamento do conjunto e fazer os reparos necessários como estancar vazamentos, posicionar os mangotes da água que está sendo retirada do lençol freático.

Figura 4: Sistemas Injetores



Fonte: Alonso (1999)

Os equipamentos utilizados nesse tipo de operação são motores, bombas e ponteiras em geral. Semanalmente é feito um DDS, onde são discutidos vários temas, entre os quais segurança, qualidade e execução.

4. RESULTADOS E ANALISES

Diante da necessidade de fazer o rebaixamento do lençol na ETE Santinho, realizou-se uma pesquisa de mercado, para encontrar uma empresa especializada nesse tipo de trabalho, tendo todos os equipamentos necessários para execução do trabalho de rebaixamento do lençol freático, uma vez que o êxito da conclusão da obra somente será possível se o rebaixamento for efetuado com precisão. A empresa que será responsável pelo processo, deverá ter a expertise em todas as fases do processo, desde a análise a realização, Todo processo deve ser supervisionada e apresentada em boletins, assim como execução dentro dos mais rigorosos padrões de segurança.

O processo a que foi o submetido esse lençol freático, foi o rebaixamento por ponteiras drenantes, conhecido como “well points”, neste caso, o trabalho é realizado a seco, deixando o solo mais coeso, promovendo a ascensão da água do lençol freático, sem conduzir as partículas finas, evitando o recalque das estruturas na imediações da obra, sendo também um processo mais econômico financeiramente.

Identificado o acúmulo de água na obra, admite-se a necessidade do rebaixamento do lençol freático, iniciando a escavação para instalação das ponteiras drenantes.

Imagem 1: Acúmulo de água



Fonte: Dados de pesquisa (2019)

Imagem 2: Escavação



Fonte: Dados de pesquisa (2019)

Durante o processo de escavação mecânica, as ponteiros drenantes são instaladas, e inicia-se o processo de rebaixamento do lençol.

Imagem 3: Escavação com as ponteiros



Fonte: Dados de pesquisa (2019)

Com as ponteiros instaladas e o processo de drenagem sendo executado inicia-se o a concretagem.

Imagem 4: Concretagem



Fonte: Dados de pesquisa (2019).

Com o concreto concluído, prepara-se pra a locação das ferragens e instalação das formas da fundação.

Imagem 5: Sistema de drenagem



Fonte: Dados de pesquisa (2019)

Pode-se observar, através das imagens, todo o processo realizado na ETE – Santinho, onde se nota que o processo de rebaixamento do lençol freático inicia-se com a escavação e perdura-se até o momento da concretagem, deixando o local preparado para receber a estrutura.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rebaixamento do lençol freático se faz necessário em algumas ocasiões em que se inicia uma obra civil. A fim de manter o local seco e seguro para suportar a estrutura, vimos que este processo promove melhoria na estabilidade do solo, do talude, além de conservação na densidade do solo oriundo do fundo de escavações, garantindo estabilidade para base da obra, e como já citada, a água influencia nas condições de segurança e estabilidade da obra.

Este processo pode ser realizado através de diversos métodos, conforme item 2.3, que expõe os principais, sendo feito o acompanhamento da definição e prática de um método utilizado na construção da ETE Santinho.

Com acompanhamento realizado junto à empresa citada no trabalho, analisado o solo e condições diversas da estrutura a ser feita e ao redor da obra a ser realizada, constatou-se que o método que melhor atendia as necessidades, foi o rebaixamento de lençol freático por ponteiros drenantes.

Após a escolha do método, foi acompanhado o trabalho de prática das etapas realizadas, de posicionamento, instalação e drenagem da água. Este método mostrou-se eficaz na ocasião desta obra, que visa qualidade, segurança e economia.

A mão de obra deve ter conhecimento da técnica e do procedimento para supervisão diária das condições das ponteiros instaladas, a fim de que, a drenagem e o rebaixamento sejam executados de forma precisa e de qualidade, mas que, caso haja quaisquer imprevistos a empresa se responsabilize pelas consequências e eficiências geradas no processo.

REFERÊNCIAS

ALONSO, U. R., 1999, “**Rebaixamento Temporário de Aquíferos**”, São Paulo, Tecnogeo e Geofix.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6484**: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT -Método de ensaio. Rio de Janeiro, Fev. 2001.17p.

AZEVEDO, A. A., ALMEIDA FILHO, J. L., 1998, “**Águas Subterrâneas**”. In: Oliveira, A.M. S., BRITO, S. N. A. (eds.), Geologia de Engenharia, 1ª edição, capítulo 8, São Paulo, BR, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

BARBOSA, Laíse Keley Lemos.**Zoneamento de aquíferos através da delimitação de perímetros de proteção de poços de abastecimento público de água: o caso da Cidade de João Pessoa** –PB. Programa de pós-graduação em engenharia urbana. Universidade

Federal da Paraíba Centro de Tecnologia, 2007. Disponível em: <http://bdtd.biblioteca.ufpb.br>. Acesso em 02 de Maio de 2019.

CLEARY, Roberto. W. **Águas Subterrâneas**. São Paulo, p. 1-31, 2007. Disponível em: http://www.clean.com.br/Menu_Artigos.pdf. Acesso em: 20 de abril de 2019.

HACHICH, W. et al. 1998. **Fundações: teoria e prática**. 2ª ed., São Paulo, Pini, 751 p.

GAIOTO, N. **Rebaixamento do Lençol Freático**. São Carlos, 1997. (Apostila).

GRANDIS, I. **Rebaixamento e Drenagem em Fundações – Teoria e Prática**. 2. Ed. São Paulo: Pini, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2012. 104p

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MANOEL-FILHO, J.M. **Água subterrânea: história e importância**. In: FEITOSA, A.C.; (Coor.). Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 2000. 412 p.

MARTINS, Márcio F.; CARDOSO, Lulli P.; SUZUKI, Luís E. A. S.; MILANI, Idel C. B.; COLLARES, Gilberto L.; DAI PRÁ, Mauricio. **Variação da Profundidade do Lençol Freático em uma Área de Construção Civil em Pelotas-Rs**. UFPE, p. 1, 2012.