



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

ARMAZENAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO LENÇOL FREÁTICO COMO SOLUÇÃO PARA ESCASSEZ HÍDRICA NA REGIÃO DO NORDESTE BRASILEIRO

Ribeiro. Z. M. T. ^a

^a UNP, Natal, Rio Grande do Norte

*zildamariely@hotmail.com

Resumo: *Tendo em vista o percentual de água potável disponível e o crescimento da população, se a humanidade não mudar seus hábitos, ela poderá acabar nas próximas décadas. Apesar do ciclo natural da água, que faz com que este bem não se esgote, a interferência humana pode torná-la escassa. Pensando nisto, torna-se viável promover a recarga do aquífero e utilizar as águas subterrâneas como fonte de abastecimento. O estudo apresentado a seguir, refere-se a um projeto que consiste em facilitar a infiltração e armazenamento no período de chuva das águas pluviais no lençol freático, de forma que sejam devolvidas ao consumo na agropecuária em tempos de crise hídrica, por meio de poços. Foi pensado com ênfase para instalações onde haja escassez de água, ou seja, locais onde a seca é predominante na maior parte do ano. O armazenamento e utilização das águas subterrâneas nessas regiões traz muitos benefícios, solucionando a problemática da escassez hídrica, além de ocorrer de maneira prática e pouco onerosa, pois os poços podem retirar água de qualquer profundidade. Para isso, deve ser feito o estudo do perfil do solo, através dos ensaios normatizados disponíveis, para tomar conhecimento das suas características de permeabilidade, bem como a existência e altura do lençol freático. É indispensável que na região seja utilizado o auxílio de um mantenedor para o armazenamento temporário da água precipitada na superfície, evitando que a mesma escoe rápida e aleatoriamente.*

Palavras-chave: *águas pluviais. lençol freático. escassez hídrica.*

1 INTRODUÇÃO

O uso da água no mundo aumentou em seis vezes ao longo dos últimos 100 anos (WADA *et al.*, 2016), caso não haja o gerenciamento dos recursos hídricos, o mundo enfrentará um déficit de 40% no abastecimento de água em 2030 (UNESCO, 2015).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o Brasil concentra cerca de 12% de água doce do planeta, mas essa abundância não é distribuída e, nem tão pouco, gerenciada de forma correta para ser suficiente no abastecimento de todas as regiões brasileiras.

A Organização das Nações Unidas (ONU, 2016) destaca a agricultura como o setor de maior demanda, sendo responsável por cerca de 70% do total do consumo de água doce. No nordeste do Brasil, as atividades deste setor são responsáveis por movimentar a economia setorial, ou até mesmo, sustentar famílias. Já que a região não dispõe de chuvas regulares para manter a atividade, se faz necessário dispor de uma infraestrutura produtiva que garanta água



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

de forma suficiente durante todo o ano. Muitos dos municípios do interior nordestino não possuem tal estrutura.

Dados históricos observados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) mostram que as chuvas na região nordeste do Brasil, geralmente se concentram em um único período do ano, e essa má distribuição do recurso, característica do local, causa problemas aos produtores agropecuaristas. Para aproveitar melhor o recurso hídrico da região, torna-se viável promover a recarga do aquífero nos períodos de chuvas e a posterior captação através de poços.

A proposta consiste na indução, ao armazenamento temporário do maior volume de água precipitada possível em uma região de solo propício a infiltração, de características porosa e permeável. O objetivo desse artigo é aproveitar melhor o recurso hídrico que a região do Apodi/RN disponibiliza, solucionando o problema da crise hídrica, através do estudo da viabilidade de um projeto de recarga e captação de água do aquífero. Podendo este, ser reproduzido em qualquer outra região de características semelhantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As águas precipitadas tendem a escoar pela superfície e aglomera-se no ponto mais baixo do terreno. (PINTO *et al*, 1976). E por isso, se faz necessário um estudo aprofundado das características do solo do local, dando prioridade às condições de permeabilidade, propriedade relacionada com o índice de vazios, logo, com a sua porosidade. Quanto mais poroso for um solo, maior será o índice de vazios, por consequência, mais permeável. A predominância de alguns tipos de minerais na constituição dos solos também tem grande influência na permeabilidade. Por exemplo, argilas moles que são constituídas, predominantemente, de argilo-minerais possuem um índice de permeabilidade muito baixo. Já os solos arenosos, constituídos, principalmente, de minerais silicosos (quartzo), possuem um valor mais elevado de permeabilidade, se tornando mais viável para a execução do projeto. Outro aspecto importante é que quanto maior a temperatura, menor a viscosidade da água, isto significa que a água mais facilmente escoará pelos poros do solo. A determinação da velocidade de infiltração também é fundamental para a definição de técnicas de conservação, para o planejamento dos projetos de irrigação e drenagem, além de proporcionar maior conhecimento da real capacidade de armazenamento de água no solo.

Aproximadamente 65% da água que cai sobre a superfície terrestre é armazenada ou evapora a partir do solo e das plantas (OKI; KANAE, 2006). Da água que permanece no solo, mais de 95% é armazenada na zona de aeração (baixa profundidade) e na zona saturada (lençol freático) do solo (BOCKHEIM; GENNADIYEV, 2010). E por isso, precisa-se tomar conhecimento, inclusive, sobre o lençol freático. Esse tipo de reservatório submerso é formado quando a água da chuva se infiltra no solo e percola nos espaços entre as rochas, escorrendo muito devagar em direção às camadas inferiores. O lençol é definido como a superfície de contato entre a zona de saturação, onde a água em subsuperfície é acumulada, e a zona de aeração, onde o excedente de água, ainda em superfície, se movimenta devido à gravidade. Por ter contato direto entre a água superficial e a água subterrânea, seu cuidado é fundamental para a qualidade dos recursos hídricos. A zona não saturada, também denominada zona de aeração, ou zona de infiltração, possui água e ar que preenchem poros e fissuras das rochas. Por baixo encontra-se a zona saturada, que constitui o aquífero, e onde todos os poros e fissuras das rochas estão preenchidos com água. A zona não saturada situa-se entre a superfície do solo e o topo da zona saturada.



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

Quanto mais profundos, os aquíferos ficam mais protegidos de diversos agentes poluentes, quando comparados às águas de rios e lagos. Embora, os lençóis freáticos sofram habitualmente com a ação antrópica. Os problemas de contaminação e de superexploração desses recursos são graves, podendo-se chegar a situações irreversíveis e até a exaustão destes recursos hídricos (SILVA, 2003). A instalação de poços irregulares para a captação de sua água e o uso de agrotóxicos em plantações interferem na qualidade da água.

2.1 Localização e caracterização da área

Apodi é um município do estado do Rio Grande do Norte. De acordo com a estimativa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2010, sua população é de 34.763,00 habitantes. Com área territorial de 1.607,48 km², sendo destes, 73.124,66 hectares direcionadas às atividades agropecuaristas. Pela estimativa, também realizada pelo IBGE, o PIB foi de aproximadamente R\$ 423 milhões de reais em 2015, sendo R\$ 26 milhões de reais provenientes das atividades baseadas na agricultura e na pecuária.

O clima de Apodi é semiárido, cujas principais características são de forte insolação e temperaturas elevadas. As chuvas são irregulares e concentradas. Já o relevo encontra-se dentro das características referentes à depressão sertaneja e pela chapada do Apodi, próximas aos rios Piranhas/Açu e Apodi/Mossoró.

Predomina na região três tipos de solo, o Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - fertilidade média a alta, textura média, bem ou moderadamente drenado, relevo suave e ondulado - o Cambissolo Eutrófico - fertilidade alta, textura argilosa, bem a moderadamente drenado, relevo plano - e a Rendzina - fertilidade alta, textura argilosa, moderada a imperfeitamente drenado, relevo plano. A área do município abrange terrenos da Bacia Potiguar e Embasamento Cristalino de solos arenosos não consolidados. Nos vales dos leitos dos Rios Apodi e Umari encontram-se uma área plana, constituída de areias e cascalhos, com intercalações pelíticas. A porção ao Norte do município é caracterizada por solos menos espessos e mais argilosos. A porção ao Sul do município caracteriza-se pela predominância de arenitos finos, argilosos, intercalados silticos e folhelhos ricos em matéria orgânica, depositados em ambiente lacustre e planícies.

A hidrografia da cidade é marcada por rios, em sua maioria temporários, pois permanecem secos durante o período sem chuvas, sendo o Apodi/Mossoró o principal que encontra-se cheio no período de chuva, que nesta região é, geralmente de janeiro a julho, mas logo após esse período tem uma grande baixa de volume, pois além da região ser muito quente, facilitando a evaporação da água, o solo tem uma grande permeabilidade. Assim, não tem capacidade de abastecer a comunidade durante todo o ano.

Contempla na sua região o Aquífero Açu, na faixa da borda da Bacia Potiguar; o Arenito Açu, que possui suave mergulho para Norte, com uma média de 500 m em sub-superfície; os calcários da formação Jandaíra, com vazão média de 10 m³/h, enquanto que na área de sub-superfície sua vazão pode atingir até 200 m³/h; o Aquífero Jandaíra que é composto predominantemente por calcários, apresentando água salobra e uma composição química favorável à pequena irrigação. É também, um aquífero livre ou confinado com vazões que variam até 30m³/h, com média de 3 m³/h e poços com profundidade média em torno de 8 metros. Por fim, o Aquífero Aluvião, que se apresenta disperso, a uma profundidade média em torno de 7 metros.



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

De acordo com os registros da EMPARN, a média histórica da precipitação anual na cidade é de 736,9 milímetros. Em anos de seca, esse valor não alcança os 450 milímetros. Após sofrer cinco anos com pouca chuva, período de 2012 a 2016, alcançando um valor abaixo de 300 milímetros em 2015, Apodi teve 2017 e 2018 com precipitações dentro do esperado. Nesta região, setembro, outubro e novembro chega a ser o trimestre com menores valores climatológicos de chuva acumulada, enquanto março, abril e maio caracterizam-se por serem os meses mais quentes, dentro do período com maior volume de precipitação acumulada.

3 METODOLOGIA

Será preciso realizar a caracterização do local escolhido, através das propriedades do solo, relevo, hidrografia e clima. Para o armazenamento, será necessário o auxílio de um manancial, construído em um ponto baixo, fazendo com que chegue até ele, a maior quantidade de água concebível. Evitando-a de escorrer na superfície de forma desordenada, o que facilita a evaporação, além de não promover uma boa absorção no solo. Uma parte da água das chuvas evaporara, o restante escoara sobre a superfície, ou através do solo para o ponto mais baixo, enquanto que a outra parte, penetrando profundamente no solo, já ira suprindo o lençol d'água subterrâneo. A medida que vai penetrando no solo, a água vai sendo filtrada, perde turbidez e fica cada vez mais limpa.

Para isto, o primeiro passo irá ser a escolha de quatro áreas distintas e distantes, possibilitando conhecer as particularidades do solo. Serão executados três furos de sondagens de simples reconhecimento com SPT de acordo com a ABNT NBR 6484:2001, em cada área. Os furos de uma mesma região devem estar espaçados entre si, a uma distância de pelo menos 100m. Com os dados e amostras retiradas, será possível tomar conhecimento da estrutura do perfil e seguir com os ensaios.

É normal encontrar solos arenosos com porções de silte e argila. Por isso, é preciso analisar se todo o terreno aparentemente arenoso, tem de fato esse comportamento por toda sua extensão de uso. Outra avaliação importante será a verificação do nível do lençol freático, dados estes obtidos através da sondagem. Dependendo do tipo do terreno, os lençóis freáticos poderão estar mais próximos das superfícies, influenciando diretamente na qualidade da água do subsolo.

Com o objetivo de classificar as amostras será necessário o ensaio de granulometria, de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003. Ainda com o mesmo material, irá ser observado a relação entre o volume de vazios e o volume das partículas sólidas, fornecendo o índice de vazios, e a porosidade, relacionando o volume de vazios e o volume total da amostra de solo, podendo concluir assim a permeabilidade oferecida pelo solo.

Será necessário a utilização de um mantenedor para a água que precipita, podendo ser aproveitados, caso já disponha na região, barragens, açudes ou rios. Caso contrário, deverá ser construído um novo meio para concentrar a água da chuva. A água, que antes precipitava e escorria pelo solo desordenadamente, deverá ser captada para armazenamento temporário na superfície, facilitando assim a sua infiltração no solo. Parte desta água confinada, infiltrará no solo, ainda que uma parte evaporara devido à elevada temperatura da região.

O sistema funciona de tal maneira que a água infiltrada no solo e utilize o lençol freático como reservatório, formando uma reserva na forma de aquífero artesiano. No local, deverá ser perfurado um poço para o sistema de sucção, sendo ele de caráter semi-artesiano, utilizando uma bomba submersa, que apresenta grande eficiência e é instalada dentro da lâmina de água



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

do poço. A água retirada pelo poço deverá ser armazenada em um reservatório e então distribuída para irrigação e consumo de animais.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Na Bacia do Apodi são encontrados os relevos planos (declividade de 0 a 3%), suave ondulado (declividade de 3 a 8%), ondulado (declividade de 8 a 15%), forte ondulado (declividade de 15 a 45%) e montanhoso (declividade maior que 45%). Em geral, na região de estudo predomina o relevo plano. O clima da região ocasiona elevados índices de evaporação e grande déficit hídrico. Em diversos pontos o solo encontrado na região possui drenagem de média a alta, possibilitando a execução do projeto por sua porosidade. Na área que abrange a Bacia Potiguar e Embasamento Cristalino encontram-se solos bastante arenosos não consolidados, de excelente permeabilidade. A região mostra-se bastante promissora quanto à potencialidade de captação de água subterrânea. Os depósitos subterrâneos do local caracterizam-se pela alta permeabilidade, boas condições de realimentação. No geral, o recurso hídrico é de boa qualidade, pouco explorado, e se tratado pode ser utilizado, além da agricultura, para consumo humano.

O uso do solo na região se dá, principalmente, através das atividades agrícolas, que sofre com o regime escasso de chuva. A agricultura irrigada, assim como a criação de rebanhos, e todas as outras atividades ligadas ao setor agropecuarista, se faz indispensável para a atividade econômica da região Nordeste do país. Esta prática se desenvolve principalmente nos vales úmidos dos grandes rios que são perenizados após a construção de barragens e nas áreas de estruturas sedimentares onde é possível a perfuração de poços para a retirada de água destinada à irrigação. A cidade de Apodi, utiliza, principalmente, o rio Apodi-Mossoró como fonte de abastecimento, uma vez que o rio não supre a necessidade da população, o projeto torna-se de grande importância. O aproveitamento do recurso hídrico disponível através do armazenamento subterrâneo e a perfuração de poços favorece a produção agrícola e agropecuária, impactando de forma positiva o setor econômico da região.

Espera-se ao fim do processo de pesquisa que se encontra em andamento, e a conclusão do programa experimental já estabelecido a comprovação dos dados obtidos na literatura, comprovando a região escolhida como promissora para aplicar o projeto descrito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infiltração de água no solo é considerada um processo chave do ciclo hidrológico, por controlar a relação entre a água na superfície e em subsuperfície. A água que ocupa a maior parte ou a totalidade dos vazios do solo, quando submetida a diferença de potenciais, se desloca no seu interior. O estudo da percolação da água nos solos é muito importante para o caso do armazenamento no lençol freático, que se faz, principalmente em épocas de chuvas, e deve servir de reserva para uso posterior. Nesse caso, o melhor aproveitamento da água da chuva pode amenizar a escassez hídrica no período de estiagem, predominante na região Nordeste do Brasil.



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **NBR 6484:2001. Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **NBR NM 248:2003. Agregados - Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, ANA. **Quantidade de água.** Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 15 Set 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, ABAS. **Águas Subterrâneas o que são?** Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 22 Maio. 2018.

BOCKHEIM, J.g.; GENNADIYEV, A.n.. Soil-factorial models and earth-system science: A review. **Geoderma**, [s.l.], v. 159, n. 3-4, p.243-251, nov. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.09.005>.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações.** 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. **Lençol Freático: O melhor Reservatório Urbano Para as Águas de Chuva.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=1733>>. Acesso em: 12 Fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/apodi/pesquisa/1/21682>>. Acesso em: 24 Jul. 2018.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE, IDEMA. **Perfil do Seu Município: Apodi.** Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000016659.PDF>>. Acesso em: 24 Jul. 2018.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, IGARN. **Bacia Apodi Mossoró.** Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC00000000028892.PDF>>. Acesso em: 12 Fev. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018 (WWDR 2018).** Itália, 2018. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261594por.pdf>>. Acesso em: 28 Set 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, UNESCO. **World Water Development Report: Water for a sustainable**



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

world (WWDR 2015). Paris, 2015. Disponível em
<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>. Acesso em: 05 Jun 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016 (WWAP 2016)**. Itália, 2016. Disponível em:
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244041por.pdf>>. Acesso em: 05 Jun 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. **A ONU e a água**. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 24 Set 2018.

OKI, T.. Global Hydrological Cycles and World Water Resources. **Science**, [s.l.], v. 313, n. 5790, p.1068-1072, 25 ago. 2006. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1128845>.

PINTO, Carlos de Souza. **Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

PINTO, N. L. de S. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

SILVA, Rosa Beatriz Gouvêa da. Águas Subterrâneas: **Um Valioso Recurso que Requer Proteção**. São Paulo, DAEE, 2003.

WADA, Y. et al. Modeling global water use for the 21st century: the Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches. **Geoscientific Model Development**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.175-222, 21 jan. 2016. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016>.



cbESF
Natal - RN

V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018

STORAGE OF PLUVIAL WATERS IN THE FREÁTICAL LENÇO AS A SOLUTION FOR WATER SHORTAGE IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION

Abstract: *Given the percentage of available drinking water and population growth, if humanity does not change its habits, it may end in the coming decades. Despite the natural cycle of water, which causes this good not to run out, human interference can make it scarce. With this in mind, it becomes feasible to promote the recharge of the aquifer and to use the groundwater as a source of supply. The study presented below refers to a project that consists of facilitating the infiltration and storage during the rainy season of rainwater in the groundwater, so that they are returned to consumption in agriculture in times of water crisis, through wells. It was thought with emphasis for facilities where there is water shortage, that is, places where drought is prevalent for most of the year. The storage and use of groundwater in these regions brings many benefits, solving the problem of water scarcity, in addition to occur in a practical and inexpensive way, since the wells can draw water of any depth. For this, the study of the soil profile, through the standardized tests available, should be made to know its permeability characteristics, as well as the existence and height of the water table. It is essential that in the region the aid of a maintainer is used for the temporary storage of water precipitated on the surface, preventing it from flowing quickly and randomly.*

Keywords: *Rainwater. Water table. Water shortage.*