

SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS NO USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB

SUSTAINABLE SOLUTIONS IN THE USE OF UNDERGROUND WATER IN JOÃO PESSOA – PB

VANESSA ROSALES BEZERRA, M.Sc. | UEPB

CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, Dr. | UEPB

VALDERI DUARTE LEITE, Dr. | UEPB

LUIS REYES ROSALES MONTERO, Dr. | UFCG

KEILA MACHADO DE MEDEIROS, Dra. | UFRB

RESUMO

O aumento crescente da população mundial e as necessidades trazidas com novas tecnologias da indústria e da irrigação tornam cada vez maior a demanda pelos recursos hídricos. Por ser um recurso escasso, a água passa a ser tratada como um bem econômico, sendo assim, passível de valoração. Entretanto, conforme a demanda pelo recurso aumenta, também aumenta seu preço. Soluções alternativas para abastecimento humano podem ser encontradas nas águas subterrâneas. A dificuldade das águas subterrâneas se encontra na captação desta, que necessita da instalação de bombas de água. Esse trabalho aborda as melhores formas de captação de água subterrânea e a viabilidade econômica de captação alternativa de água subterrânea para abastecimento humano.

PALAVRAS-CHAVE: água subterrânea, bombeamento de poços, custo-benefício.

ABSTRACT

The growing population of the world and the demands of new industry and irrigation technologies are increasing the demand for water resources. Being a scarce resource, water is now treated as an economic good, and is therefore subject to valuation. However, as demand for the resource increases, so does its price. Alternative solutions for human supply can be found in groundwater. The difficulty of groundwater lies in its capture, which requires the installation of water pumps. This work addresses the best ways to capture groundwater and the economic viability of alternative groundwater abstraction for human supply.

KEYWORDS: groundwater, well pumping, cost-effective



1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica, a degradação da qualidade da água e os princípios de utilização dos recursos hídricos vêm sofrendo mudanças, tornando imperativo, alocação correta desses recursos finitos. Para remediar os males causados pela escassez de primeira e segunda ordem, tornam-se necessárias a adoção de medidas técnicas, institucionais e estruturadas economicamente. Para auxiliar a gestão de recursos hídricos no Brasil, foi implantada a Lei nº 9433, de 1997, que apresenta o arcabouço legal da gestão moderna do uso da água.

Em conformidade com as diretrizes globais para o desenvolvimento sustentável, objetivando atingir as Metas de Desenvolvimento do Milênio, é necessária mudança, quanto aos padrões de produção e consumo da sociedade.

Em termos de recursos hídricos, as regiões de grande concentração populacional exercem um agravamento no aumento de consumo e na qualidade dos mananciais. Assim, o crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população, dependem da conscientização da importância, desse insumo estratégico e do seu uso de forma racional por parte de todos os setores.

Para tal, são necessários investimentos em desenvolvimento tecnológico e na busca de soluções alternativas para a alocação eficiente dos recursos hídricos, como é o caso do reúso da água, bem como, ações eficientes para a gestão da demanda. É de suma importância que essas práticas sejam adotadas, a fim de resguardar a saúde pública e observando os cuidados para com o patrimônio e a natureza.

O estabelecimento de qualquer plano ou programa de desenvolvimento sustentável, a nível municipal, estadual ou nacional, enfrentam dois desafios: a conceituação objetiva de seu significado e abrangência e a identificação de parâmetros capazes de permitir o monitoramento das ações e, sobretudo, a avaliação dos resultados.

Vieira (2002) estabelece a definição que o desenvolvimento sustentável é o processo de melhoramento e ampliação do patrimônio econômico, ambiental e social, realizado de forma contínua e harmônica, com distribuição equânime no tempo e no espaço. O autor trata, ainda, de destacar algumas características inerentes ao desenvolvimento sustentável:

- processo contínuo;
- objetivos econômico, social e ambiental;
- harmonia entre esses objetivos;
- respeito às gerações futuras.

Assim, a adoção de planos de desenvolvimento sustentável deverá utilizar esses princípios e a relação que eles possuem entre si, definindo parâmetros de padrões de qualidade, preservação de valores culturais e a reserva

de oportunidades para as gerações que virão. Entretanto, a definição de indicadores que, sempre que possível, são quantificáveis, é uma tarefa extremamente árdua. Instituições nacionais e internacionais vêm realizando a busca de parâmetros e paradigmas aceitáveis, acima de tudo com uma fácil aplicabilidade.

A água é um fator limitante para o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial, de forma que a disponibilidade per capita de água doce vem sendo reduzida rapidamente, face ao aumento gradativo da demanda para seus múltiplos usos e à contínua poluição dos mananciais ainda disponíveis.

A escassez de água não pode mais ser considerada como atributo exclusivo de regiões áridas e semiáridas. Muitas áreas com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para atender a demandas excessivamente elevadas, também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, nas palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição (ANA, 2005).

Alguns autores recomendam que águas subterrâneas e superficiais sejam tratadas com abordagens diferentes, de forma que essa diferença também reflita, no valor a ser cobrado pelo seu uso. De fato, diferenças como custo de extração e exames de qualidade tornam-se mais dispendiosos de um tipo de água para outra, além do que, fatores como topografia acidentada, cobertura vegetal e o tipo de rocha, na qual encontra-se o corpo de água, são importantes para o processo de extração, bem como, para o processo de cobrança. Em alguns locais, o preço da água subterrânea é mais barato que o preço da água superficial, intensificando a demanda, por esse tipo de água (MAHOPATRA; MITCHELL, 2008).

A ONU (2007) estima que, até 2027, 60% da população mundial sofrerá com a escassez dos recursos hídricos. O problema maior na questão da escassez dos recursos ambientais, de forma geral, não está no aumento direto da população, mas sim no aumento desordenado do consumo de tais recursos. A comunidade global tem conhecimentos para lidar com a escassez de água.

Os aquíferos porosos ou sedimentares, são formados por rochas sedimentares ou sedimentos arenosos. Possuem poros desenvolvidos entre grãos de areia, silte e argila, ocorrendo neles à circulação da água. No entanto, os de tipo fissural, que tem sua formação a partir das rochas ígneas (metamórficas ou cristalinas), têm suas águas circulando entre suas fraturas, devido ao movimento tectônico.

Já os cársticos são originados das rochas calcáreas ou carbonáticas, possuem fraturas e descontinuidades, de acordo com o tamanho dessas aberturas, podem surgir rios subterrâneos (SMA, 2003).

Cada aquífero possui sua reserva permanente de água, seja ela ativa ou reguladora, sendo elas sempre abastecidas a partir da infiltração das águas da chuva ou de outras fontes subterrâneas. A região de abastecimento do aquífero, recebe o nome de zona de recarga, podendo ser direta ou indireta.

Temos dois tipos de recarga aquífera, segundo Bertol (2007):

- Recarga direta: Como o próprio nome já diz, é aquela onde as águas de precipitação se infiltram diretamente no aquífero, através de suas áreas de afloramento e fissuras de rochas sobrejacentes. Sua ocorrência é certa nos aquíferos livres, incidindo em toda superfície acima da zona saturada. Já nos aquíferos confinados, sua recarga se dar geralmente em pontos onde a formação aquífera aflora a superfície.
- Recarga indireta: É resultante da drenagem superficial, oriunda dos leitos de curso de água na superfície (lagos atividades de irrigação e urbanização) e do fluxo subterrâneo indireto.

Os maiores índices de recarga, estão nas regiões planas, bem arborizadas, e nos aquíferos livres. Já em áreas de terreno irregular, sem cobertura vegetal, com possíveis utilizações, manejo e ocupação, que favorecem as enxurradas, a recarga ocorre de maneira mais lenta e limitada. (REBOUÇAS et al., 2002).

As áreas de recarga direta destacam-se como áreas de alto índice de poluição dos aquíferos. Atividades de irrigação ou ferti-irrigação, vazamentos nas redes de esgoto e de água pluvial, são alguns dos fatores que contribuem para o aumento da susceptibilidade à poluição.

A vulnerabilidade pode ser entendida, como um conjunto de características do aquífero, que determina a possibilidade de ser afetado pela carga poluidora. O conceito de vulnerabilidade parte de três premissas básicas: 1- toda água subterrânea é vulnerável, em maior ou menor grau, à contaminação; 2- a incerteza é admitida em qualquer avaliação de vulnerabilidade; 3- os sistemas de indexação podem esconder algumas características e sutilezas (NRC, 1993 apud FOSTER et al., 2002).

O mapeamento da vulnerabilidade, serve como ferramenta para a gestão dos recursos hídricos, e para a gestão do uso do solo, pois fornece estrutura para o planejamento e controle das atividades antrópicas na superfície do terreno, evitando que algum contaminante despejado no solo possa vir a atingir o aquífero.

Existem diversas metodologias para a determinação da vulnerabilidade, porém para um resultado satisfatório recomenda-se utilizar mais de uma metodologia, para poder compará-las e atingir ao resultado consciencioso. Expõem-se, a seguir, resumidamente, as características dos principais métodos usados na determinação do grau de vulnerabilidade de um aquífero.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área selecionada para realização do estudo é o município de João Pessoa, localizado no extremo Leste do Estado da Paraíba (longitude Oeste 34°47'30" e latitude Sul 7°09'28), abrangendo uma área total de aproximadamente 211km² e população de 800.323 habitantes (IBGE, 2017).

Em termos hidrológicos, o município de João Pessoa localiza-se na Região do Baixo Curso do rio Paraíba, correspondente, à parte da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba, a qual possui área com cerca de 1.129,35 km², abrangendo 10 municípios, entre os quais, a capital João Pessoa (Medeiros et al., 2011), conforme indicado na Figura 1.

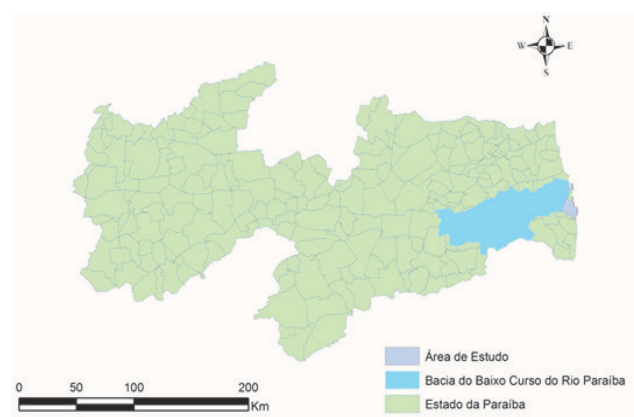


Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Paraíba, com destaque para a Região do Baixo Curso e o município de João Pessoa (área de estudo).

Fonte: ASUB, (2012)

Na Região do Baixo Curso do rio Paraíba, a pluviometria média é aproximadamente 1.500 mm/ano, com desvio padrão de 400 mm/ano, a temperatura média anual é de 25°C, podendo chegar a 31°C, há intensa cobertura

vegetal com presença de Mata Atlântica (COSTA et al., 2002). A potencialidade hídrica subterrânea da Região está estimada em 145,03 x 106 m³/ano. Desse valor, 82,7% já estão ativados através de 862 poços perfurados na região (AES A, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cidade de João Pessoa possui, atualmente, 127 usuários de água subterrânea, com outorga de captação concedida pela AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Destes 127 usuários, 54 possuem outorga para uso de abastecimento humano predial, 35 para uso comercial, 36 para uso industrial e 2 para irrigação, cujos respectivos volumes outorgados são mostrados na Tabela 1 (não consideradas as outorgas concedidas à CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, para exploração de água subterrânea para fins de abastecimento público). No entanto, ressalta-se que os cadastros de Usuários e de Outorgas da AESA encontram-se bastante desatualizados, ou seja, é muito maior o número de poços perfurados (principalmente em condomínios residenciais) comparado ao número de outorgas (ASUB, 2011).

Tipo de Uso	Usuários Outorgados	Volume Outorgado (m ³ /ano)
Abastecimento Humano Predial	54	21.700.921,40
Abastecimento Comercial	35	529.475,20
Industrial	36	7.062.252,10
Irrigação	2	10.028.800,00
Total	127	39.321.448,70

Tabela 1 - Outorgas de água subterrânea, concedidas pela AESA, para a cidade de João Pessoa (PB)
Fonte: AESA (2012).

3.1 A vulnerabilidade da contaminação das águas subterrâneas na cidade de João Pessoa.

As atividades de captação e exploração das águas subterrâneas dependem de mecanismos legais e institucionais que regulem, controlem e fiscalizem o seu uso. A falta destes instrumentos, coloca em risco a qualidade dos aquíferos que, uma vez poluídos ou contaminados, sua recuperação é de longa duração, tecnicamente difícil e muitas vezes inviável (COELHO; DUARTE, 2003). Salienta-se que a melhor maneira para garantir a boa qualidade da água subterrânea é através da sua proteção e prevenção.

A proteção das águas subterrâneas quanto aos componentes poluentes passa pelo uso e à ocupação do solo e, conseqüentemente, pelo planejamento dos recursos

hídricos. De acordo com Santos et al., (2006) os índices de vulnerabilidade de aquíferos constituem ferramenta útil e garantem a qualidade das águas subterrâneas, dadas as limitações técnicas e principalmente econômicas para remediar um aquífero já poluído.

De acordo com Foster e Hirata (1998), o termo vulnerabilidade expressa as características intrínsecas naturais que determinam a sensibilidade de um aquífero ser adversamente afetado por uma carga poluente antrópica imposta. A vulnerabilidade da água subterrânea normalmente descreve a suscetibilidade, de um aquífero (freático, semi-confinado ou confinado) ou de um poço, ser afetado por contaminantes que podem reduzir a qualidade das suas águas (LIGGETT; TALWAR, 2009).

Segundo a AESA (2012), aproximadamente 25% de toda a água outorgada para fins de abastecimento urbano, na cidade de João Pessoa, provém de poços de água subterrânea. Essa porcentagem é incidente, em sua maioria, sobre condomínios prediais, onde geralmente cada um explora um ou mais poços. Os condomínios são ligados à rede pública de abastecimento (CAGEPA), mas pagam apenas a tarifa mínima, visto que as suas necessidades são atendidas pela água dos poços; além da não haver racionalidade do uso, levando à super exploração em alguns casos, existem problemas relativos à qualidade da água subterrânea, a qual as vezes não atende aos parâmetros de potabilidade (MEDEIROS, 2012). O uso e ocupação do solo, a extrapolação de vazão, além da perfuração de poços clandestinos, são fatores que têm diminuído, consideravelmente, a qualidade das águas subterrâneas na área de estudo, uma vez que não há fiscalização efetiva desses pontos de captação, como também, não tem limite de quantidade de vazão que possa ser (legalmente) aplicado, a tendência será a qualidade da água subterrânea diminua na área estudada.

3.2 Custo da Captação de Água Subterrânea em João Pessoa - PB

Souza (2010) definiu o custo de um poço para abastecimento humano na cidade de João Pessoa, conforme a Tabela 2.

POÇO DE BAIXA PROFUNDIDADE	
Custos	
Locação do Geólogo	R\$ 90,00 por metro linear
Perfuração (até 50 m)	
Teste de Bombeamento	
Análise Físico-química	
Profundidade do poço (m)	50
Total	4.500,00

Valor da Bomba	1.076,00
Custo Total (R\$/poço)	5.576,00

Tabela 2 - Cálculo do custo de um poço para abastecimento humano
 Fonte: Souza, (2010)

O custo total do poço foi o investimento inicial, considerando-se uma taxa de juros de 10% a.a. e uma vida útil de 15 anos para o poço, o preço da água no poço foi definido a partir do benefício anual, conforme calculado pela Equação 1:

$$BA = Inv.Inicial * \left\{ \left[(1+i)^n * i \right] / \left[(1+i)^n - 1 \right] \right\} \quad (1)$$

Onde: BA é o Benefício Anual (R\$/ano); Inv. Inicial é o valor do custo total do poço; i é a taxa de juros ao ano; n é o tempo de vida útil do poço.

Considerando que o uso humano de água subterrânea, presente nas cidades de João Pessoa e Cabedelo, em sua maior parte, ocorre em condomínios prediais, posto isso, considerou-se uma média de 26 (vinte e seis) apartamentos por prédio, e um poço por prédio, possuindo, cada apartamento, uma demanda mensal de 40 m³ (valor fixado com base em entrevistas informais com moradores da área). Assim, a demanda anual por poço totalizou 12.480 m³/ano/poço.

A seguir, são apresentados os valores obtidos para o Benefício Anual (R\$ 733,09/ano/poço) e para o preço do metro cúbico de água, por poço, para abastecimento humano (R\$ 1,52/m³/poço).

PREÇO DA ÁGUA DE POÇO - BAIXO CURSO DO RIO PARAÍBA			
Benefício anual = (Investimento inicial) * [(1+i) ⁿ * i] / [(1+i) ⁿ - 1] Obs.: En = elevado a n			
i=10% a.a. n=15 ano: Inv.Inicial=R\$5.576,00 (perfuração do poço + bomba)			
(i + 1)E15	4,1772482	(i+1)E15 - 1	3,17725
(i + 1)E15 * i	0,4177248	(i+1)E15 * i / [(i+1)E15 - 1]	0,13147
Benefício anual	0,131474 * Investimento inicial		
R\$	733,09902		
Demanda:	480 m ³ /ano		
		Considerando uma residência individual com consumo estimado em 40 m ³ /mês	
		480 m ³ /ano	
		Considerando uma média de 26 apartamentos por prédio a demanda por poço	
		m ³ /ano 12480	
Preço do m ³ (R\$/m ³):	1,52729		
Obs.: Para o caso do poço em prédio residencial, o valor do benefício deve ser dividido pela demanda do prédio, o que dá um valor bem menor para o m ³ (em torno de 3 centavos de real)			

Figura 2 - Preço da água de poço - baixo curso do Rio Paraíba
 Fonte: Souza, (2010)

A Tabela 3, mostra os preços cobrados pela CAGEPA para o consumo de água:

Volume Consumido	Valor Cobrado (R\$)	Valor Médio (R\$/m ³)
Até 10m ³	20,93	2,093
De 11 a 20 m ³	27,90	2,790
De 21 a 30 m ³	35,70	3,570
Acima de 30 m ³	33,88	3,388

Tabela 3 - Preços unitários para uso de água superficial para abastecimento humano
 Fonte: Autores

Em comparação ao valor obtido para a perfuração do poço (R\$1,52/m³), percebe-se que o uso da água subterrânea mostra-se muito viável, quando comparado ao uso de água da concessionária (CAGEPA).

4. CONCLUSÕES

O uso de água subterrânea para abastecimento humano torna-se viável, quando comparado ao uso de água superficial, especialmente pelo fator econômico. A variedade de bombas hidráulicas existentes no mercado, permite a obtenção de poços com preços variados, salienta-se que, de acordo com a necessidade de demanda do usuário, o preço do poço pode vir a diminuir. Ressalta-se que a NDU 003, recomenda o uso de inversor ou partida suave, para bombas acima de 5CV.

Recomenda-se o uso racional da água subterrânea, uma vez que, a água contaminada, a recuperação de potabilidade pode demorar décadas. O problema do uso irracional desse recurso, reside não apenas no bom senso de seus usuários, mas também de falhas administrativas do órgão, que sanciona a outorga de direito de uso dos recursos hídricos subterrâneos (no caso de João Pessoa, esse órgão é a AESA – Agência Executiva de Gestão de

Águas do Estado da Paraíba). Uma das maiores falhas encontradas no sistema de outorga, é que a grande maioria dos poços outorgados, não possuem hidrômetro ou nenhum tipo de fiscalização por parte da AESA.

REFERÊNCIAS

ACSAD. "Technical Cooperation project, Management, Protection and Sustainable use of Groundwater and soil Resources in the Arab Region" Vol. 4 - Guideline for Groundwater Vulnerability Mapping and Risk Assessment for the Susceptibility of Groundwater Resources to Contamination. Damascus. 2003

SAUTCHUK, Carla et al. Conservação e reuso da água em edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica, p. 53-57, 2005.

CASTRO, J. B. F.; SOUZA, J. C. S. Água subterrânea e automação no saneamento. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, 2002.

CNRH, Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 48, de 21 de março de 2005. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Execução de Testes de Bombeamento em Poços Tubulares. Rio de Janeiro, 2008.

COELHO, Virginia MT; DUARTE, Uriel. perímetros de proteção para fontes naturais. Águas Subterrâneas, v. 17, n. 1, 2003.

ELETROSUL. Casa Eficiente. Acesso em: mês de abril/2019. < <http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=8>>.

FREIRE, C. C. ; AMORIM, E. L. C. de ; PIMENTEL, I. M. C. ; LINS, R. C. ; HERNANDEZ, A. O. ; BREDA, P. C. . Valoração Da Água Subterrânea Para Efeito Da Cobrança. Anais. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba, disponível em CD-ROM. ABRH, 2003.

FOSTER, S.;HIRATA, R.; GOMES, D.;D'ELIA, M.; PARIS, M.(2002). "Proteção da Qualidade da Água Subterrânea" Servmar – Serviços Técnicos Ambientais Ltda, São Paulo, 105p.

RIBEIRO, J. N. et al. Projeto e execução de casa ecoeficiente em Campina Grande–PB. In: congresso de pesquisa e inovação da rede norte/nordeste de educação tecnológica. 2006.

LIGGETT, E. J. e talwar, s. (2009).Groundwater Vulnerability Assessments and Integrated Water Resource Management". Streamline Watershed Management Bulletin (18-29), Vol. 13, nº 1.

MATTA, M.A.S; Bandeira, I.C.N; Cavalcante, I.N; Prado,

J.B; Craveiro, G.S; Rodrigues, R.C.S.Vulnerabilidade e risco de contaminação do sistema aquífero superior da região de Barcaena/PA. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007PROJETO ASUB (2009). Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a Gestão das águas Subterrâneas. Relatório Técnico

REBOUÇAS, A. C. (1999) Águas subterrâneas. In REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. (org.).Águas doces do Brasil. Editora Escrituras, São Paulo: 117-150.

SANTOS, m. m. dos; chang, m. r. c.; kiang, c. h.e celligio a. (2006). Avaliação da vulnerabilidade natural à poluição utilizando o índice drastic em área selecionada na cidade de Londrina (PR). Revista Águas subterrâneas (29-46), nº 20.

SILVEIRA, B.Q. Reuso da água pluvial em edificações residenciais. TCC (Engenharia Civil). UFMG. 2008

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar, 2003.

VIEIRA, V.P.P.B. Sustentabilidade do Semi-Árido Brasileiro: Desafios e perspectivas. RBRH, v.7, n.4, p.105-112, out/dez. 2010.

VIEIRA, Z.M.C.L. Metodologia de análise de conflitos na implantação de medidas de gestão de demanda de água. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). UFCG. CampinaGrande, 2008.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7920-4107>

VANESSA ROSALES BEZERRA, M.Sc. | Universidade Estadual da Paraíba | PPGCTA – Doutorado Engenharia Ambiental| Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 - Campus Universitário, Bodocongó - Campina Grande - PB | E-mail: rosalesuepb@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1301-6066>

CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, Dr. | Universidade Estadual Da Paraíba | PPGCTA – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 – Campus Universitário, Bodocongó – Campina Grande - PB | E-mail: caplima@uepb.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000.0001.5861.7407>

VALDERI DUARTE LEITE, Dr. | Universidade Estadual da Paraíba | PPGCTA – Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 – Campus Universitário, Bodocongó - Campina Grande - PB | E-mail: mangabeiraleite@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1462-5963>

LUIS REYES ROSALES MONTERO, Dr. | Universidade Federal de Campina Grande | DEE – Departamento de Engenharia Elétrica | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário - Campina Grande – PB - CEP 58429-900 | E-mail: professor-luisreyes@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9250-1432>

KEILA MACHADO DE MEDEIROS, Dra. | Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB | Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade-CETENS | Avenida Centenário, 697, Bairro SIM ,CEP:44085-132, Feira de Santana-BA | E-mail: keilamedeiros@ufrb.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

BEZERRA, Vanessa Rosales; LIMA, Carlos Antônio Pereira de; LEITE, Valderi Duarte; MONTERO, Luis Reyes Rosales; MEDEIROS, Keila Machado de. Soluções Sustentáveis no Uso de Águas Subterrâneas na Cidade de João Pessoa - PB. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 19-26, jun. 2020.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n3.19-26>.

DATA DE ENVIO: 21/08/2019

DATA DE ACEITE: 20/03/2020

