

II-358 - ANÁLISE DA VIABILIDADE DO REÚSO DE ÁGUA PARA RECARGA DE AQUÍFEROS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Wanderley da Silva Paganini ⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista. Mestre e Doutor em Saúde Pública PELA Faculdade de Saúde Pública da USP. Livre Docente em Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Professor Associado do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP e Superintendente de Gestão Ambiental da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Marina Westrupp Alacon Rayis

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade pela Faculdade de Saúde Pública da USP.

Miriam Moreira Bocchiglieri

Engenheira Civil. Mestre e Doutora em Ciências/Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Engenheira da Superintendência de Gestão Ambiental da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Dr. Arnaldo, 715 - Cerqueira César, São Paulo - SP, 01246-904 - e-mail: paganini@usp.br

RESUMO

Eventos de escassez hídrica como o recente episódio vivenciado na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP têm levado a população a adotar medidas para a redução do consumo e uso racional de água, apontando para a necessidade de buscar alternativas como o reúso de água, como fonte alternativa de água para diversos fins. Nesse sentido, esse trabalho apresenta uma avaliação da viabilidade do reúso da água produzida nas Estações de Tratamento de Esgotos da RMSP para fins de recarga de aquíferos, a partir da adoção de requisitos mínimos de qualidade para essa aplicação, com base na experiência internacional. A partir do estudo realizado, observou-se o potencial da tecnologia de recarga de aquíferos com água de reúso, para contribuir com a resolução de problemas de estoque de água para épocas de seca, bem como para a reposição de volumes de aquíferos superexplorados. Pode-se concluir que o efluente tratado nas ETEs estudadas da RMSP, que realizam tratamento em nível secundário, não cumpre os requisitos mínimos de qualidade do efluente com finalidade de recarga de aquíferos, ressaltando que uma condição fundamental para a aplicação dessa prática não foi atendida, que é a remoção de nitrogênio. Somente o Aquapolo, que trata o efluente da ETE ABC, possui tecnologia suficiente para alcançar padrões exigidos para a recarga de aquíferos.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de Água, Recarga de Aquíferos, Segurança Hídrica.

INTRODUÇÃO

As civilizações antigas, desde os tempos remotos, construíram suas formas de organização em torno das bacias hidrográficas e costas marítimas. A água era um elemento vital para todas as culturas e foi objeto de veneração e temor (PITERMAN e GRECO, 2005). Tomasoni *et. al.* (2009) afirmam que a água é componente essencial para a vida humana e para a dinâmica dos sistemas ambientais, determinando as características dos ecossistemas, do potencial humano e econômico a ser manejado sob as mais diversas condições ambientais de sua oferta, gerando, portanto, tensões e conflitos de interesses em todo o mundo.

A classificação adotada pela Organização das Nações Unidas define quatro níveis para a disponibilidade hídrica: Abundante (acima de 20.000 m³/hab/ano); Correta (2.500 a 20.000 m³/hab/ano); Pobre (1.500 a 2.500 m³/hab/ano); Crítica (inferior a 1.500 m³/hab/ano). O Brasil é considerado “Abundante” em relação à classificação de disponibilidade hídrica, com 35.000 m³ de oferta de água por habitante por ano. Para o estado de São Paulo, o índice cai para 2.209 m³/hab/ano, sendo classificado como “Pobre”. Este índice diminui ainda mais quando se considera a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, que concentra em torno de 20 milhões de habitantes: são 200 m³/hab/ano, sendo classificada como “Crítica”.

Dos fatores que conduziram diversas regiões do mundo à situação crítica de abastecimento de água, incluem-se a limitação da oferta nas cercanias das populações, descuido com os mananciais, assoreamento dos rios devido ao desmatamento, práticas agrícolas inadequadas e crescimento desordenado das populações.

Além destes, há também as questões climáticas. Na Região Metropolitana de São Paulo, cujo território coincide 99% com a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, durante os anos de 2014 e 2015 ocorreu um período de estiagem que originou a denominada “crise hídrica”. Este extenso período, marcado pelos baixíssimos níveis de água nos reservatórios que abastecem a RMSP, fragilizou o sistema de abastecimento de água da região como um todo e agravou a baixa disponibilidade hídrica previamente relatada. Outra consequência foi o aumento da exploração das águas subterrâneas para abastecimento público.

Para enfrentar a escassez hídrica, diversos países recorrem a tecnologias de dessalinização, reúso de água, exploração de aquíferos, derretimento de geleiras, dentre outros, com objetivo de abastecer a população e suas atividades. O reúso de água, por exemplo, é amplamente utilizado em todo o mundo, mas no Brasil é pouco empregado e se mostra avançando lentamente, seja pela falta de incentivo, por questões culturais, pela falsa sensação de abundância de água, ou mesmo pela regulamentação recente.

A intenção do reúso da água é aumentar o suprimento deste recurso e gerenciar nutrientes no efluente tratado. Seus benefícios incluem a melhoria da produção agrícola, redução do consumo de energia associado à produção, tratamento e distribuição de água, e outros benefícios ambientais significativos, como a redução da carga de nutrientes nas águas receptoras devido à reutilização das águas residuais tratadas (USEPA, 2012).

Diante do cenário apresentado e dentre as tecnologias de reúso de água, a recarga artificial de aquíferos com efluente tratado se mostra interessante e pode ter seu espaço no Brasil. Segundo a USEPA (1999), a recarga de aquíferos com efluentes tratados apresenta diversas vantagens, pois possui capacidade de armazenamento para variações sazonais de oferta e demanda. Levando em conta a sazonalidade, esta técnica pode se encaixar na necessidade existente na RMSP para enfrentamento de eventos climáticos extremos, armazenando água quando há muita oferta e abastecendo a população quando a oferta convencional for baixa.

Hespanhol (2004) complementa afirmando que, quando esta técnica for adequadamente regulamentada e praticada no Brasil, trará benefícios e representará uma nova dimensão para a disposição de efluentes domésticos, pois além de contribuir para o aumento da disponibilidade de água, ainda se mostra eficiente na proteção de aquíferos costeiros contra salinização, controle de subsidência de solos e sustentação de níveis de aquíferos freáticos submetidos a condições inadequadas de demanda.

OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade do reúso da água produzida nas Estações de Tratamento de Esgotos da RMSP para fins de recarga de aquíferos, a partir da adoção de requisitos de qualidade para essa aplicação. Pretende-se com este trabalho:

- Realizar estudo de casos internacionais em locais onde é utilizada a tecnologia de recarga de aquífero com efluentes tratados, visando avaliar a replicabilidade da tecnologia;
- Adotar requisitos de qualidade do efluente tratado necessários para a recarga do aquífero.

METODOLOGIA

Para elaboração deste estudo, recorreu-se à pesquisa exploratória, com levantamento bibliográfico e estudos de caso. Para o alcance dos resultados desejados, foram utilizados dados secundários obtidos nas pesquisas realizadas.

Ainda que o objetivo do trabalho seja verificar o potencial de adoção desta tecnologia, são necessários estudos mais aprofundados para análise de uma possível execução. Cabe ressaltar que a recarga de aquíferos sempre deve ocorrer em solo geologicamente conhecido.

Neste momento também é importante lembrar que serão analisados casos de diversos países, o que naturalmente traz as distintas realidades de cada um deles. Portanto, nem sempre a realização de comparativos pode ser viável, o que é uma limitação deste estudo.

Etapa 1: Pesquisa e adoção de requisitos mínimos de qualidade do efluente tratado para recarga em aquíferos

Nesta etapa, recorreu-se primeiramente à seleção dos casos a serem estudados. Foi realizado o levantamento da literatura internacional em livros, artigos científicos, periódicos, revistas técnicas e bancos de dados técnicos, com objetivo de selecionar plantas de tratamento de esgotos nas quais se realiza a recarga de aquíferos. Foram eleitas as plantas: Shafdan (Israel), Sabadell (Espanha), Adelaide (Austrália) e Atlantis (África do Sul).

Para estas plantas, estudou-se os processos de tratamento vigentes e levantou-se as características qualitativas dos efluentes tratados nas plantas selecionadas para estudo, considerando as seguintes variáveis: vazão de recarga (m^3/ano), sólidos suspensos (mg/L), carbono orgânico dissolvido (mg/L), DBO (mg/L), fósforo total (mg/L), nitrato (mg/L), *Escherichia coli* (UFC/100 mL), coliformes totais (UFC/100 mL), manganês (mg/L) e condutividade ($\mu S/cm$). O fator de escolha foi a disponibilidade na literatura consultada.

Especificamente com relação ao nitrato, deve-se alertar que este foi o parâmetro encontrado em literatura, porém é imprescindível a análise completa do ciclo do nitrogênio para garantir que não haja potencial para formação de nitrato ao longo do tempo. Varnier e Hirata (2002) afirmam que o nitrato é potencialmente causador de metahemoglobinemia e câncer, quando em concentrações elevadas.

Continuando esta etapa do estudo, realizou-se a análise de legislações. No Brasil, as diretrizes para a recarga artificial de aquíferos são estabelecidas pela Resolução CNRH n. 153, de 17 de dezembro de 2013. Porém, esta norma não define padrões de qualidade da água para a recarga. Por isso, com o objetivo de adotar limites de qualidade numéricos para o efluente a se recarregar em um aquífero, foram levantados os requisitos de qualidade da água exigidos por legislações e regulamentações internacionais publicadas pela *United States Environmental Protection Agency* – USEPA (Estados Unidos) e pela Espanha.

Os dados levantados das legislações consideraram as seguintes variáveis: sólidos suspensos (mg/L), carbono orgânico dissolvido (mg/L), DBO (mg/L), nitrato (mg/L), *Escherichia coli* (UFC/100 mL), pois estão disponíveis nestas legislações.

Com base nessas informações, serão adotados os requisitos mínimos necessários para a recarga de aquíferos com efluente tratado que, de acordo com os critérios adotados no presente estudo, serão equivalentes aos valores menos restritivos encontrados para cada parâmetro avaliado.

Etapa 2: Análise da replicabilidade da tecnologia de recarga de aquíferos com água de reúso

Após a adoção dos requisitos para recarga, foi realizada uma avaliação comparativa destes requisitos em quatro cenários distintos.

O primeiro deles é com base na legislação que seguem as Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs da RMSP. O efluente tratado nestas ETEs deve obedecer aos padrões estabelecidos no Decreto Estadual n. 8.468/76. Foram utilizados os requisitos preconizados nesta legislação como base de comparação com os padrões de recarga definidos neste trabalho.

Na sequência, foi feito o mesmo processo utilizando as características do efluente secundário de uma das ETEs da RMSP. Esses dados foram obtidos a partir de uma apresentação de Gomes (2016) disponível em meio eletrônico.

O terceiro cenário trata das características da água de reúso produzida para fins urbanos em algumas das ETEs da RMSP. Para tanto, foi caracterizado o tratamento realizado pela concessionária local em suas ETEs para produzir a água de reúso. Para realizar o comparativo, foram utilizadas informações disponibilizadas em meio

eletrônico por esta concessionária sobre os requisitos de qualidade da água de reúso disponibilizada nas ETEs da RMSP.

O último cenário comparativo será feito utilizando dados da água de reúso produzida em uma Estação Produtora de Água de Reúso, localizada na RMSP, denominada Aquapolo, a qual representa a melhor tecnologia de produção de água de reúso disponível na área de estudo.

Analisando cada um dos parâmetros individualmente, quando os valores observados para o efluente tratado e para a água de reúso produzida nas ETEs da RMSP atenderem aos requisitos mínimos para recarga de aquíferos, o parâmetro será classificado como “ATENDE”, ou seja, está em conformidade com o limite adotado. Caso contrário, será dada a classificação “NÃO ATENDE”.

O efluente tratado e a água de reúso produzida serão considerados adequados para a utilização em recarga de aquíferos quando obtiverem a classificação “ATENDE” para todos os parâmetros avaliados e quando obedecerem aos requisitos mínimos do nível de tratamento adequado para realização da recarga.

RESULTADOS OBTIDOS

A partir dos estudos das plantas de Shafdan (Israel), Atlantis (África do Sul), Sabadell (Espanha) e Adelaide (Austrália), foram levantados dados obtidos sobre o processo de tratamento em operação em cada uma das plantas. Observa-se que, em todos os estudos de caso realizados, o processo comum obrigatório para a recarga é a remoção de nitrogênio, independentemente da técnica utilizada para tal.

Para determinar os requisitos mínimos de qualidade do efluente para recarga de aquíferos foram utilizadas legislações nacionais e internacionais sobre o assunto. As diretrizes para a recarga artificial de aquíferos são dadas pela Resolução CNRH n. 153/2013. Esta norma define métodos permitidos para recarga e proíbe a recarga em áreas com histórico de contaminação de solo e define os objetivos da recarga artificial de aquíferos, todavia não define padrões de qualidade da água para a recarga, mencionando que esta atividade, se realizada, não poderá causar alteração da qualidade das águas subterrâneas restringindo seus usos preponderantes.

O manual técnico da USEPA (2012), intitulado *Guidelines for Water Reuse*, estabelece no Capítulo 4 uma coletânea das regulamentações estaduais sobre o reúso de água. O Estado da Flórida apresenta a maior gama de parâmetros, e por isso foi escolhido para a análise. Cabe ressaltar que, neste caso, estão sendo utilizados dados para recarga de aquíferos com finalidade de uso não potável.

A legislação espanhola, com o Decreto Real 1620/2007, estabelece requisitos mínimos para recarga em duas diferentes condições: para infiltração localizada através do solo ou para injeção direta no aquífero. Como nos casos estudados o método de recarga utilizado é a infiltração do efluente no solo, optou-se por utilizar os requisitos da primeira condição exposta. Para os valores de carbono orgânico total e DBO, a pesquisa foi complementada com requisitos para efluentes tratados estabelecidos pelo Decreto Real 509/1996.

A Tabela 1 apresenta o comparativo entre os quatro cenários definidos, a classificação com relação ao atendimento dos requisitos mínimos para recarga adotados neste trabalho e uma avaliação geral contemplando a análise do atendimento também do requisito mínimo de tratamento de efluentes para recarga de aquíferos.



Tabela 1: Comparativo entre os quatro cenários estudados e os requisitos adotados para recarga de aquíferos.

Parâmetro	Requisito mínimo para recarga	Cenário 1: Decreto 8.468/76		Cenário 2: Efluente secundário ETE		Cenário 3: Água de reúso em nível secundário		Cenário 4: Água de Reúso Aquapolo	
		Resultados	Classificação	Resultados	Classificação	Resultados	Classificação	Resultados	Classificação
Sólidos suspensos (mg/L)	≤ 35,0	ND ⁽¹⁾	Não é possível analisar	40,0	NAO ATENDE	≤ 35,0	ATENDE	< 5,0	ATENDE
Carbono orgânico dissolvido (mg/L)	≤ 125,0	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar
DBO (mg/L)	≤ 25,0	< 60,0	NAO ATENDE	30,0	NAO ATENDE	≤ 25,0	ATENDE	10,0	ATENDE
Nitrato (mg/L)	≤ 25,0	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar
E. Coli (UFC/100 mL)	≤ 1,0 x 10 ³	ND	Não é possível analisar	ND	Não é possível analisar	≤ 200	ATENDE	ND	Não é possível analisar
Tratamento	No mínimo terciário com remoção de nutrientes	Não especifica níveis de tratamento	Não é possível analisar	Secundário	NAO ATENDE	Secundário	NAO ATENDE	Terciário com remoção de nutrientes e osmose reversa	ATENDE
Avaliação geral		Não atende ao requisito adotado para DBO. Quanto ao tratamento, não estabelece nenhum nível e não define limites para presença de nutrientes.		Não atende aos requisitos adotados para Sólidos Suspensos e DBO. Quanto ao tratamento, não atende ao requisito mínimo do tratamento em nível terciário.		Atende aos requisitos adotados para Sólidos Suspensos, DBO e E. Coli. Quanto ao tratamento, não atende ao requisito mínimo do tratamento em nível terciário.		Atende aos requisitos adotados para Sólidos Suspensos e DBO. Quanto ao tratamento, atende ao requisito mínimo do tratamento em nível terciário.	

¹ Não disponível.

Fonte: Rayis (2018).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir do estudo realizado, com relação à tecnologia de recarga de aquíferos com água de reúso, percebeu-se o potencial desta técnica para contribuir com a resolução de problemas tanto de estoque de água para épocas de seca, como para reposição de volumes de aquíferos superexplorados.

Como requisitos mínimos de qualidade do efluente tratado para recarga de aquíferos, foram adotados, a partir das legislações nos Estados Unidos e da Espanha pertinentes ao assunto, os seguintes limites de 35,0 mg/L para Sólidos Suspensos, 125,0 mg/L para Carbono Orgânico Dissolvido, 25,0 mg/L de DBO₅, 20, 25,0 mg/L de Nitrato e 1,0 x 10³ UFC/100mL de E. Coli.

Com relação aos requisitos de tratamento, foi determinado com base nos estudos de caso das plantas de Shafdan (Israel), Atlantis (África do Sul), Sabadell (Espanha) e Adelaide (Austrália), que a etapa de remoção de nitrogênio deve ser exigida para recarga de aquíferos e, portanto, este é o requisito mínimo para possibilitar a recarga. Deve-se dar a devida atenção às concentrações de nitrogênio e suas formas durante todo o seu ciclo, dado o potencial de formação de nitrato, elemento potencialmente causador de doenças como o câncer quando em concentrações elevadas.

Além de minimamente remover o nitrogênio do efluente realizando a etapa de tratamento terciário e respeitar os padrões qualitativos determinados, para realizar a recarga de um aquífero, recomenda-se avaliar outras características de qualidade da água deste e a hidrogeologia local, para minimizar os riscos de contaminação do aquífero a ser recarregado, conforme preconiza a legislação brasileira.

Ressalta-se, portanto, que este trabalho não estabeleceu limites fixos, mas sim propõe diretrizes para realização do reúso de água para recarga de aquíferos de maneira segura. Este estudo pode servir como base para avaliações mais aprofundadas sobre o assunto, envolvendo estudos em campo, com coletas de dados primários sobre as características do solo, da água do aquífero e da água de reúso a se recarregar no aquífero. Desta forma, pode ser possível obter resultados práticos e, por fim, definir parâmetros mais concretos para a água de reúso para recarga de aquíferos, considerando as mais diversas variáveis que esse assunto compreende.

Deve-se ter como ressalva também a pouca disponibilidade de dados, tanto das ETEs dos casos internacionais, como das ETEs da RMSP, o que impossibilitou a comparação de uma maior quantidade de parâmetros e a adoção de um maior número de valores limite para recarga de aquíferos, o que daria maior robustez à análise realizada ao longo do estudo.

Pode-se concluir que o efluente tratado nas ETEs estudadas da RMSP, não cumpre os requisitos mínimos de qualidade do efluente com finalidade de recarga de aquíferos e realizam tratamento em nível secundário. Por esses motivos, não se deve realizar recarga de aquíferos com o efluente destas ETEs. A legislação vigente e aplicável a estas ETEs também não exige tratamento do efluente em nível terciário, nem mesmo limita a concentração de nutrientes presentes no efluente final.

A água de reúso tratada em nível secundário nas ETEs da RMSP para usos urbanos, atendeu aos requisitos para os parâmetros DBO, Sólidos Suspensos e Coliformes Termotolerantes adotados neste trabalho para recarga de aquíferos. Na ausência dos dados de Carbono Orgânico Dissolvido e Nitrato, não é possível recomendar, neste caso, o reúso para recarga de aquíferos. Além disso, conforme mencionado, esta água de reúso não é submetida a tratamento terciário, requisito adotado como mandatório para que se realize a recarga de aquíferos.

Na RMSP, a planta do Aquapolo possui tratamento terciário, suficiente para a realização da recarga de aquíferos, principalmente por cumprir a etapa mandatória de remoção de nitrogênio através dos processos de nitrificação e desnitrificação. A água de reúso produzida nesta planta atende aos requisitos para os parâmetros DBO e Sólidos Suspensos adotados neste trabalho para recarga de aquíferos. Apesar de ser provável o atendimento a todos os requisitos adotados como premissa para recarga, novamente, não é possível recomendar a recarga de aquíferos com esta água de reúso sem o detalhamento dos dados de Carbono Orgânico Dissolvido, Nitrato e *E. Coli*.

Situações de escassez hídrica são cada vez mais frequentes frente às mudanças climáticas e o aumento da população. Conforme visto, na RMSP a tecnologia para produção de água de reúso está disponível e em operação no Aquapolo, que trata o efluente da ETE ABC com tecnologia suficiente para alcançar padrões exigidos para a recarga de aquíferos.

É importante o planejamento e a adoção de técnicas de reaproveitamento de um recurso natural frente à baixa disponibilidade deste. A recarga de aquíferos com efluentes tratados se mostra uma oportunidade diante do cenário de escassez hídrica e, mesmo à primeira vista mais onerosa, representa uma tecnologia viável para obtenção de água para diversos usos em situações em que o valor da água transcende às questões de custo e viabilidade técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUAPOLO, 2017. Disponível em: < <http://www.aquapolo.com.br/comunicacao/noticia/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.
2. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo. Consórcio Cobrape – Concremat. São Paulo: Sabesp, 2010. 9v.
3. ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY (Austrália). Government of West Australia. Strategic Advice on Managed Aquifer Recharge using Treated Wastewater on the Swan Coastal Plain. Perth, 2005. 132 p. Disponível em: <<http://edit.epa.wa.gov.au/EPADocLib/B1199-archived-280115.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.
4. GLOBO, 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/rio20/noticia/2012/06/cidade-de-tel-aviv-em-israel-tem-100-da-agua-reaproveitada.html>>. Acesso em: 20 fev. 2017.
5. HESPANHOL, I. Normas anormais. Revista DAE, São Paulo, v. 1, n. 194, p.1-18, 01 jan. 2005. Quadrimestral. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2014.001>>. Acesso em: 04 mai. 2016.
6. KAZNER, C.; WINTGENS, T.; DILLON, P. (Ed.). Water reclamation technologies for safe managed aquifer recharge. Londres: IWA Publishing, 2012. 455 p.
7. MANCUSO, P.C.S. & SANTOS, H.F. ed. Reuso de água. São Paulo: Manole, 2003. 579p.



8. MENDONÇA, Pedro de A. Ornelas. Reuso de água em edifícios públicos o caso da escola politécnica. 2004. 171f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia.
9. METCALF, L; EDDY, H. P. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. Tradução: Ivanildo Hespagnol; José Carlos Mierzwa. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 1980 p.
10. RAYIS, Marina Westrupp Alacon. Avaliação da viabilidade do reúso de água para recarga de aquíferos na região metropolitana de São Paulo. 2018. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/D.6.2018.tde-21062018-084426. Acesso em: 2018-10-31.
11. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Aquifer recharge and aquifer storage and recovery wells: the class V underground injection control study. Washington: USEPA, 1999. v. 23.
12. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines for water reuse. Washington: USEPA, 2012.