

USO SOCIAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ÁREAS PERIURBANAS: O ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDÚ, REGIÃO OESTE METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Decio Tubbs Filho¹

Adriana Schueler²

Suely Yochinaga Pereira³

312

Resumo. O abastecimento usando águas subterrâneas é a realidade para a população em muitas áreas periurbanas brasileiras e de vários países. A região estudada apresenta baixo índice de abastecimento de água e as comunidades periurbanas sofrem por longos períodos de intermitência do fornecimento desse recurso. A origem desse problema está na ausência de integração das políticas públicas, federais, estaduais e municipais, pertinentes ao uso das águas subterrâneas no âmbito municipal. Para solucionar a falta da água tratada essas comunidades se utilizam de Soluções Alternativas Individuais (SAI), perfuram poços domésticos autoconstruídos, sem orientação técnica e governança do poder público, facilitando assim, a exposição de doenças de veiculação hídrica e a contaminação do lençol freático. Apesar desse quadro negativo as populações periurbanas desenvolvem estratégias autônomas garantindo assim a água necessária à sua sobrevivência. Este artigo discute a importância das águas subterrâneas para a vida e a resiliência dessas comunidades periurbanas, notadamente, na bacia hidrográfica do rio Guandu, região oeste metropolitana do Rio de Janeiro, indicando possíveis soluções para o problema e propondo maior participação dos Municípios.

Palavras-chave: água subterrânea em áreas periurbanas; solução alternativa autoconstruída; segurança hídrica

¹Departamento de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, E-mail tubbs@ufrj.br
ORCID 0000-0001-8843-744X.

²Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, E-mail
aschueler@ufrj.br, ORCID 0000-0003-4280-7729

³Departamento de Geologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, E-mail
suelyyoshinaga@gmail.com, ORCID 0000-0003-3019-4697.

**SOCIAL USE OF GROUNDWATER IN PERIURBAN AREAS: THE CASE
STUDY OF THE GUANDÚ RIVER BASIN, WESTERN METROPOLITAN
REGION OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL**

Abstract. The supply using groundwater is the reality for the population in many peri-urban areas in Brazil and in several countries. The region studied has a low level of water supply and peri-urban communities suffer from long periods of intermittent supply of this resource. The origin of this problem lies in the lack of integration of public, federal, state and municipal policies, pertinent to the use of groundwater at the municipal level. To solve the lack of treated water, these communities drill self-built domestic wells, without technical guidance and governance from public authorities, thus facilitating the exposure of water-borne diseases and contamination of the water table. Despite this negative situation, peri-urban populations develop autonomous strategies, thus guaranteeing the water necessary for their survival. This article discusses the importance of groundwater for the life and resilience of these peri-urban communities, notably in the Guandu river basin, western metropolitan region of Rio de Janeiro, indicating possible solutions to the problem and proposing greater participation by Municipalities.

Keywords: groundwater in peri-urban areas; self-built domestic wells for self-supply; water security.

**USO SOCIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ÁREAS PERIURBANAS: EL
ESTUDIO DE CASO DE LA CUENCA DEL RÍO GUANDÚ, REGIÓN
METROPOLITANA OCCIDENTAL DE RÍO DE JANEIRO, BRASIL**

Resumen. El abastecimiento mediante aguas subterráneas es una realidad para la población de muchas zonas periurbanas de Brasil y de varios países. La región estudiada presenta un bajo nivel de abastecimiento de agua y las comunidades periurbanas sufren largos períodos de suministro intermitente de este recurso. El origen de este problema radica en la falta de integración de las políticas públicas, federales, estatales y municipales, pertinentes al uso del agua subterránea a nivel municipal. Para solucionar la falta de agua tratada, estas comunidades perforan pozos domésticos autoconstruidos, sin orientación técnica ni gobernanza de las autoridades, facilitando así la exposición a enfermedades transmitidas por el agua y la contaminación del manto freático. A pesar de esta situación negativa, las poblaciones periurbanas desarrollan estrategias autónomas, garantizando así el agua necesaria para su supervivencia. Este artículo analiza la importancia de las aguas subterráneas para la vida y la resiliencia de estas comunidades periurbanas, especialmente en la cuenca del río Guandu, región metropolitana occidental de Río de

Janeiro, indicando posibles soluciones al problema y proponiendo una mayor participación de los municipios.

Palabras clave: aguas subterráneas en áreas periurbanas; pozos domésticos de construcción propia y autoabastecimiento; seguridad del agua.

Introdução

A cidade do século XXI ainda se depara com questões da falta de planejamento e em muitas áreas urbanas a forma de captação das águas potáveis representa um dos grandes desafios. Embora pouco reconhecida e documentada pelos gestores públicos, o uso da água subterrânea em áreas periurbanas (bordas urbanas, franjas urbanas, territórios periféricos difusos e perirurais), obtidas por meio de solução alternativa individual (SAI) é uma realidade de milhões de brasileiros.

A urbanização acelerada, a construção arbitrária de moradias na cidade, provocando a alta densidade demográfica, acarreta o uso intensivo das águas subterrâneas em regiões com pouca ou nenhuma cobertura no abastecimento público. Portanto, a acessibilidade à água em domicílios unifamiliares periféricos é muito influenciada pelos fatores sócio-políticos de crescimento populacional, urbanização, serviços municipais e governança de águas, pois impactam direta ou indiretamente as águas subterrâneas.

No entanto, a natureza oculta das águas subterrâneas dificulta, muitas vezes, a sua gestão e proteção eficazes, que podem ameaçar a sustentabilidade da quantidade e da qualidade. Para que os benefícios da captação desse recurso hídrico sejam percebidos e mantidos, há uma necessidade de melhor explorar e articular as ligações entre a disponibilidade e a qualidade das águas subterrâneas, e os meios de subsistência dependentes das águas subterrâneas. Isso se torna ainda mais importante com a crescente incerteza climática, crises hídricas e a insegurança hídrica em algumas áreas marginais (IAH-BIGD, 2019).

Conforme Sutton; Butterworth (2021), onde há lacunas na oferta da água pública, onde ela não é fornecida adequadamente, as famílias em todo o mundo tendem a investir em suas próprias instalações de autoabastecimento perfurando poços domésticos e pelo menos 880 milhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso a fontes seguras de água (WHO, 2011). Cerca de metade da população mundial usa águas subterrâneas para beber, entretanto, o volume de água subterrânea captada em poços domésticos autoconstruídos infelizmente não é conhecida com exatidão, porque as

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

informações precisas não estão disponíveis em quase todos os países (MARGAT; VAN DER GUN, 2013). As existentes, contudo, indicam que centenas de milhões de pessoas em todo o mundo dependem de poços domésticos. Sutton e Butterworth (2021) estimaram que mais de um bilhão de pessoas em todo o mundo usam água auto abastecida (ou seja, famílias que captam água por seus próprios meios autônomos em poços domésticos).

Estima-se que 30% da população urbana pobre na Ásia e na África Subsaariana dependem de águas subterrâneas por meio de poços compartilhados, torneiras públicas e fontes (FOSTER; TUINHOF, 2006). Nos Estados Unidos da América aproximadamente 43 milhões de americanos (cerca de 15%) recebem água subterrânea extraídas de fontes privadas, como poços, cisternas e nascentes (DRAGE, 2022). Hulsmann (2005) estimava que 1 em cada 10 cidadãos da União Europeia receberia água potável de sistemas pequenos ou muito pequenos, incluindo poços privados.

No Brasil (e no restante da América Latina e Caribe) não existem estimativas seguras e a maioria das cidades desconhece o total de água proveniente de poços que é captada pelo usuário privado doméstico. Geralmente as estimativas são subestimadas e não refletem a real dimensão da dependência que a cidade e regiões periféricas tem nos recursos hídricos subterrâneos.

De acordo com Morris et al (2002), apesar das duas maiores cidades brasileiras, São Paulo e Rio de Janeiro, não integrarem o grupo das dependentes da água subterrânea, a crise hídrica de 2014/2017 trouxe uma outra realidade intensificando a procura pela água subterrânea em ambas as regiões metropolitanas, principalmente em São Paulo (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019). Por outro lado, embora a região Metropolitana do Rio de Janeiro não esteja entre as cidades com elevado consumo de água subterrânea, é preciso considerar, no entanto, que não existem estudos detalhados disponíveis acerca do uso desse recurso nesta região.

Segundo a ANA (2020), 52% dos 5.570 municípios brasileiros são abastecidos total (36%) ou parcialmente (16%) por águas subterrâneas. Em termos populacionais dos 172 milhões de brasileiros que têm acesso à rede pública de água, 30,4 milhões

(17,7%) são atendidos pelas águas subterrâneas, ao passo que os 141,6 milhões restantes são servidos por fontes superficiais. Essa proporção decorre do fato de que as maiores cidades são prioritariamente supridas pelas águas superficiais (ANA, 2020). Em municípios maiores que 500 mil habitantes, somente 2% deles contam com as águas subterrâneas para o abastecimento integral de suas demandas. Em outros 56%, o abastecimento é misto, onde a contribuição do recurso subterrâneo está geralmente associada aos bairros mais distantes dos centros urbanos segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2019). Uma outra forma de quantificar a importância das águas subterrâneas é a população não assistida pela rede de abastecimento público. No país, cerca de 35 milhões de pessoas não têm água encanada em suas casas (SNIS, 2018). Por outro lado, um de cada dez domicílios brasileiros com acesso à rede de distribuição, falta água pelo menos uma vez na semana, de acordo com a Pnad Contínua (IBGE, 2019). Em cerca de 5% desses domicílios, no entanto, a água na rede está disponível de quatro a seis dias na semana. Em outros 5%, a disponibilidade é ainda mais reduzida, de um a três dias. Em relação à população, esses dados significam que 10,3% dos domicílios abastecidos pela rede de distribuição de água têm o fornecimento interrompido pelo menos uma vez na semana, o que equivale a 18,3 milhões de pessoas. Essa falta de água recorrente (intermitência) colabora com aumento do uso da água subterrânea em áreas periurbanas, especialmente, na bacia hidrográfica do rio Guandu, região oeste metropolitana do Rio de Janeiro, aonde a água subterrânea obtida é no aquífero Piranema e nas fraturas e alteração das rochas cristalinas.

Como saída, grande parte dos domicílios recorrem aos poços escavados e tubulares ou às aduções de água de nascentes e minas d'água. Desse modo, as águas subterrâneas vêm atendendo às populações socialmente mais vulneráveis e pobres e são fundamentais para o abastecimento de pequenas cidades, entretanto, mesmo para localidades que possuem rede pública, a presença de muitos poços privados atenua significativamente os sérios problemas de oferta hídrica em várias regiões, evitando assim um colapso no abastecimento urbano (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019). Ainda de acordo com TUCCI (2010):

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

“Quando a cidade não tem capacidade de suprir a população, esta procura por seus próprios meios obter água perfurando poços ou comprando água (aumentando de forma exponencial o custo da água). A população pobre tende a perfurar poços rasos, já contaminados pelo esgoto enquanto a população de maior renda perfura poços profundos, mais seguros, mas que podem produzir rebaixamento dos níveis do terreno pelo esgotamento da água”.

Essa questão é particularmente mais preocupante em áreas periféricas de cidades, onde a falta de rede pública de água ou a descontinuidade dos serviços, coloca poços de abastecimento familiar junto a fossas negras, expondo a população ao risco de contaminação, mas os dados referentes a essas captações são praticamente inexistentes, embora seu número seja bastante expressivo (HIRATA et al ,2010).

As pessoas não assistidas pelos prestadores do serviço público de água e esgoto, somadas àquelas que contam com água encanada e que utilizam as águas subterrâneas por poços privados em centros urbanos, resultam em um número de usuários de água subterrânea muito maior que o reportado nas estatísticas oficiais, (HIRATA et al 2019). Deve-se considerar também os altos índices de intermitência no fornecimento de água relatados pela população em regiões periféricas, entretanto, essa é uma questão pouco enfatizada mesmo nas legislações pertinentes ao saneamento básico. Desse modo, as águas subterrâneas captadas por poços rasos domésticos ou profundos vêm atendendo às populações socialmente mais vulneráveis e pobres no Brasil, ainda que essa realidade seja distante, oculta e pouco reconhecida da maior parte da população.

Água subterrânea e Governança

A partir da Constituição Federal de 1988 todos os recursos hídricos no Brasil tornaram-se um bem público, atribuindo aos Estados e ao Distrito Federal a domínialidade das águas subterrâneas, ainda que aquíferos possam traspor as divisões políticas estaduais ou internacionais. Assim de acordo com o Art. 26 da CF, “incluem-se entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União” (BRASIL, 1988).

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

Portanto, a Constituição Federal 1988 é clara a quanto a responsabilidade dos Estados e Distrito Federal em relação a dominialidade das águas subterrâneas, atribuindo aos entes federativos o seu gerenciamento, inclusive permitindo a cobrança pela água bruta. Em seu Art. 23º evidencia a necessidade de articulação entre União, Estados, Distrito e Municípios para a proteção do meio ambiente em todas as suas formas, bem como a exploração dos recursos hídricos e minerais. Assim, nesse artigo fica subtendida a necessidade de legislações complementares relacionadas ao recurso hídrico, meio ambiente, saneamento e mineração. No Art. 200º, estabelece a competência do sistema de saúde no controle da qualidade da água para consumo humano.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado no âmbito da Lei 9433/1997 é responsabilidade do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, constituído pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos; Conselhos estaduais de recursos hídricos; órgãos federais e estaduais encarregados de gerenciar o sistema de licenças para o uso da água; comitês de bacias hidrográficas; e agências de bacias hidrográficas, que serão os escritórios executivos dos referidos comitês de bacias.

A Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil foi instituída por meio da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. De acordo com esta Lei é conferida à água a importância de um bem de domínio público, limitado, de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação animal e que deve, sempre que possível, ter uso múltiplo, assim como define a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão dos recursos hídricos. Determina também que, além do poder público, haja a participação de usuários da água, comunidades e entidades civis para que a gestão seja descentralizada, participativa e um dos seus objetivos define: “a prevenção e a defesa contra eventos críticos, de origem natural ou do uso integrado dos recursos hídricos; e entre as suas diretrizes gerais: a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e; a articulação da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo”.

Desde que as águas subterrâneas no Brasil são de responsabilidade dos governos estaduais e do Distrito Federal, cabe aos órgãos e entidades estaduais gestoras de recursos hídricos autorizar a perfuração de poços e o uso das águas subterrâneas. Contudo, de acordo com Villar (2009), o papel municipal é vital para a proteção das águas subterrâneas e das comunidades que dela fazem uso, especialmente em áreas mais vulneráveis, seja do ponto vista social e/ou ambiental.

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica é a unidade espacial usada para o gerenciamento e o controle da extração da água e depende de autorização do governo estadual ou federal. Contudo, a gestão territorial, ou seja, da superfície do solo é competência do governo municipal. Segundo o artigo 31 da mesma lei: “Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos”.

De acordo com Conicelli et al, (2021), “as águas subterrâneas devem sempre ser consideradas na gestão territorial e nos investimentos em infraestrutura, bem como nas políticas de planejamento urbano”. Cabe aos municípios por meio de suas atribuições exclusivas de planejamento do território e da disciplina do solo urbano, também a possibilidade de poder interferir indiretamente na demanda por água para consumo humano e nos sistemas de drenagem de águas pluviais. Assim, deve-se considerar que a responsabilidade de disciplinar o solo urbano cria um vínculo entre municípios e abastecimento de água (WHATELY,2017)

Portanto, não é possível dar segurança hídrica a população sem tomar medidas de regulação do território municipal onde a água subterrânea é obtida, mas diferente da captação superficial, que geralmente é realizada a distância, o aproveitamento da água subterrânea é essencialmente local! No entanto, lamentavelmente a Política Nacional de Recursos Hídricos, apresenta limitações quanto a integração dos municípios, pois estes não participam diretamente da gestão dos recursos hídricos e nem dos recursos financeiros gerados (onde há cobrança pelo uso dos recursos

hídricos), logo não priorizam a proteção das águas subterrâneas, por esses motivos e pelo desconhecimento do tema. Embora o município tenha a responsabilidade da gestão territorial, ainda que autônomo em várias atividades, não é autossuficiente para cumprir sozinho todas as suas atribuições. No plano normativo, há responsabilidades que devem ser exercidas de forma compartilhada com as demais esferas governamentais, tais como nas áreas de saúde, educação e meio ambiente.

A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (Marco Legal do Saneamento Básico), estabelece como competência exclusivamente municipal, a organização e a gestão de serviços públicos, dos quais ele é o titular, destacando-se os serviços de saneamento básico (fornecimento de água tratada, coleta e tratamento de esgoto, coleta e destinação de resíduos sólidos e drenagem urbana). Uma característica inovadora dessa lei, ainda que discutível e sob certas condições, é a possibilidade de coexistência entre os sistemas convencionais de fornecimento de água, onde exista a rede pública, com as soluções alternativas. De outra forma, pela lei federal nº 10.257/2001 (Estatuto das Cidades), os municípios devem incluir o aspecto ambiental no planejamento urbano e o plano da cidade deve ser baseado em leis urbanas e na legislação ambiental. Desta forma, é importante assegurar que a legislação ambiental propicie aos municípios fundamentos para que possam incluir a proteção das águas subterrâneas (e superficiais) na gestão territorial, especialmente, nos planos diretores e no plano de saneamento básico.

No âmbito da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, a Portaria GM/MS Nº 888 de 4 de maio de 2021, que altera a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, no Anexo XX, do Ministério da Saúde, estabelece que: “Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento de água ou carro-pipa, **deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água**” (grifo nosso). De outra forma no “Art. 4º, Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de **água está sujeita à vigilância da qualidade da água**” (grifo nosso).

Então, no primeiro caso há a obrigação que o município execute as ações de controle e vigilância articulado com o estado, podendo sofrer sanções caso isso não ocorra. Contudo, para a solução alternativa individual não existem tais obrigações, é opcional, e as populações usuárias ficam sem o necessário acompanhamento do poder público.

Conforme BRASIL (2020), no caso da SAI, não existe a figura de um responsável pelo abastecimento de água ou de um responsável pelo controle de qualidade da água, que são exigidos para a Solução Alternativa Coletiva (SAC) e para o Sistema de Abastecimento de Água (SAI). Nesse caso, o morador ou a família não é contemplado pelo serviço público de abastecimento de água, e para prevenir riscos à saúde, deve adotar medidas para a proteção da fonte de água existente, de modo a evitar sua contaminação e efetuar o tratamento da água antes do consumo. Isto significa que se existir algum tipo de risco ambiental relacionada a água ele será assumido pelo proprietário do poço!

Ainda que sutil, essa pequena diferença textual, mas de impacto significativo, faz com que essas populações que se utilizam de poços rasos domésticos (e outras fontes de água), tipificadas na Portaria GM/MS Nº 888, fiquem vulneráveis quanto a qualidade da água consumida, expostas a contaminação da água e, por conseguinte, sem a segurança hídrica.

Portanto, a combinação de normativas destinadas a captação da água subterrânea no âmbito municipal são constituídas por “quatro camadas” de políticas públicas: recursos hídricos, saneamento básico, meio ambiente e saúde. Todavia, na prática essas políticas não se integram no território municipal, dificultando a governança e a gestão da água subterrânea obtida em SAIs em áreas periurbanas.

Características da bacia do rio Guandu

A área em estudo está inserida na região oeste metropolitana do Rio de Janeiro, fazendo parte da bacia hidrográfica do rio Guandu. A figura 2 apresenta a localização da região.

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

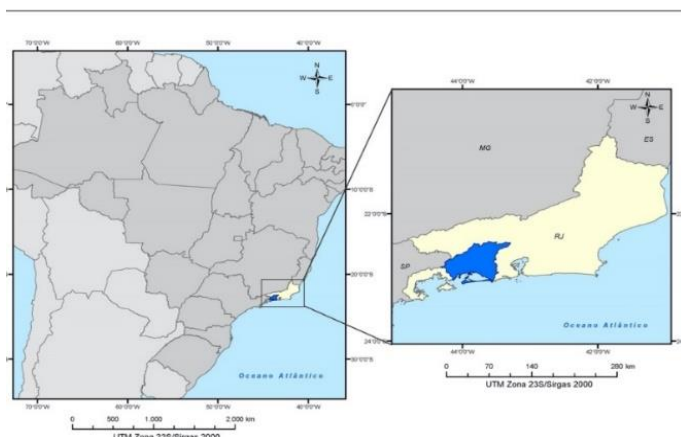


Figura 2: Localização da região estudada
Fonte: Comitê da bacia hidrográfica Guandu

Os rios da Bacia do Rio Guandu, drenam suas águas para a baía de Sepetiba, compreendendo uma área de montanhas (parte da Serra do Mar) e uma extensa planície costeira. Possui um intenso desenvolvimento econômico com inúmeras indústrias de grande porte, geração de energia, portos, construção naval, além de atividade minerária e turismo. A expansão destes municípios periféricos é hoje uma realidade inquestionável, contudo, apresentam características de cidades dormitório, pois uma parte da população ainda trabalha no município do Rio de Janeiro.

A região é historicamente caracterizada por marcante desigualdade social e sujeita à problemas ambientais e à falta de saneamento básico que afetam uma população de mais um milhão e oitocentas mil habitantes.

Na região flui o rio Guandu, a sua principal drenagem, onde está situada a maior estação de tratamento de água do mundo. Lá também está o Comitê das bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim corresponsável pela gestão das águas brutas, que tratadas atendem a mais de dez milhões de habitantes de grande parte da cidade do Rio de Janeiro e da sua região metropolitana.

A bacia hidrográfica do Rio Guandu ocupa uma área em torno de 2000 km² e tem forte dependência da transposição de água do Rio Paraíba do Sul. Enquanto a média de fluxo da transposição é de cerca de 120 m³/s, a contribuição de sua própria bacia é

em média de 3,18 m³/s (PROFIL, 2017). Com a ausência de outro corpo hídrico significativo naquela região, o Rio Paraíba do Sul é a principal fonte de abastecimento de água para uso industrial e doméstico na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (SEMA, 1996).

Na região considerada ocorre o aquífero Piranema (TUBBS, 1999), com uma área de cerca de 500 km² e boa disponibilidade hídrica e no restante da região os aquíferos fraturados e a cobertura do solo são as outras fontes de água subterrânea usadas pela população. A figura 3 apresenta o mapa simplificado dos aquíferos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu.

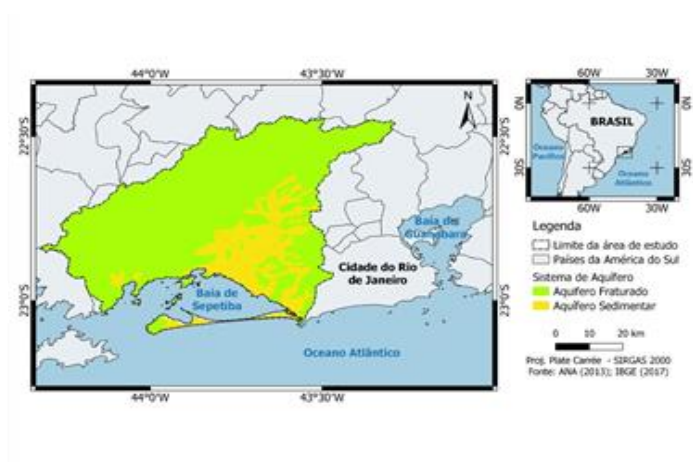


Figura 3: Mapa simplificado dos aquíferos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu
Fonte: acervo dos autores

Apesar de apresentar uma diferença significativa quanto a disponibilidade de água, comparada com o volume de transposição de água para o rio Guandu, esses aquíferos são de importância estratégica para as comunidades periurbanas dessa parte da região metropolitana do Rio de Janeiro. Essas águas por vezes são a única alternativa a ser utilizada em períodos de grande intermitência de distribuição de água e durante período de escassez e ainda quando os sistemas convencionais de abastecimento de água estão comprometidos.

Apesar da existência de recursos financeiros significativos derivados da cobrança da água bruta superficial e subterrânea e do desenvolvimento econômico, a região apresenta baixo índice de saneamento básico (SINIS, 2018; PROFIL, 2017; ANA,2020).

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

Na região também não há abastecimento de água a todas as comunidades periurbanas, apresentando elevados índices de intermitência no fornecimento de água, e esta situação acentuou-se na crise hídrica entre os anos 2014/2017, persistindo de certa forma pelos anos seguintes. Essas áreas foram impactadas pela covid 19 e quando a água era necessária para garantir a higiene antivírus, muitas dessas comunidades não tinham acesso regular a ela. Em resposta essas condições adversas, atuais e históricas, de infraestrutura, as comunidades residentes nesses territórios periféricos buscam suas próprias soluções autoconstruídas, perfurando seus próprios poços domésticos sem orientação ou ajuda técnica e ainda sem controle institucional.

A intermitência do abastecimento de água como indutora a insegurança hídrica

Ainda que a universalização ao acesso a água tenha evoluído no Brasil, em áreas periféricas a garantia a seu acesso com segurança em quantidade e qualidade é um obstáculo a ser ultrapassado. De outra forma, as causas da crise hídrica não podem ser reduzidas apenas às menores taxas pluviométricas verificadas nos últimos anos, pois outros fatores relacionados à garantia da oferta de água e à gestão da demanda de água são importantes para agravar ou atenuar sua ocorrência. De acordo com Quintslr (2017), a própria existência de algo que possa ser denominado como crise não é unanimidade entre gestores e pesquisadores do tema, sem falar em suas causas. Vários pesquisadores argumentam que uma crise hídrica é, ainda que considerando um alerta das mudanças climáticas, uma “crise de gestão”, uma vez que eventos extremos, como a seca prolongada no sudeste brasileiro entre 2014 e 2017, não foi um evento inédito e neste caso, os prestadores dos serviços de fornecimento de água deveriam estar preparados. Mesmo que as regiões mais prósperas da cidade do Rio de Janeiro não tenham sentido o efeito da estiagem, grande parte da região metropolitana, periférica e mais carente, foi intensamente prejudicada, principalmente nas áreas periurbanas. O rodízio de abastecimento é regra para várias áreas desta região, onde o fornecimento de água é realizado através de um complexo sistema de manobras nas redes, uma vez que o volume de água a ser fornecido atualmente para a região é insuficiente (QUINTSLR,

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

2017). Logo, a frequente falta da água para essas populações não pode ser atribuída somente a estiagem e a “crise hídrica”. A situação na região, que convive com o rodízio independentemente da estiagem, é agravada pelo fato de vários bairros e loteamentos não possuírem rede de distribuição. Além disso, a falta d’água em partes da Região Metropolitana, pode se tornar ainda mais frequente no verão, com histórico de semanas sem distribuição de água. Esta intermitência é a realidade e torna a “crise hídrica” familiar a essa população. Portanto, a intermitência no abastecimento de água representa um risco à saúde pública e pode acarretar a deterioração da qualidade da água no sistema de distribuição e levar a população ao uso de fontes não seguras (BRASIL, 2007).

No entanto, é preciso separar a intermitência climática da intermitência no abastecimento e neste texto somente o segundo tipo será tratado. O termo “intermitente” significa um abastecimento de água que por períodos não está disponível, contudo, a definição pode variar em função do segmento profissional que a considera. Neste texto consideramos o sentido dado pela portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 202, do Ministério da Saúde, que define a intermitência no Art. 5º, XI: “intermitência é a paralização do fornecimento de água com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência”. Cabe ressaltar que as legislações relacionadas ao saneamento básico, ambiental e tampouco a de recursos hídricos não caracterizam quaisquer tipos de intermitência. Portanto, a intermitência pode resultar em agravos a saúde pública e segundo Hespanhol (2017):

“Quando um setor de distribuição tem o serviço de abastecimento interrompido, os usuários continuam a consumir a água da rede até que ela se esgote. Este procedimento gera pressão negativa nas tubulações e, devido às condições precárias em que elas se encontram devido a trincas, juntas deficientes ou inexistentes, toda a carga poluidora externa é aspirada para dentro delas. Quando a distribuição é retomada naquele setor, em detrimento de outro no qual a distribuição é interrompida, toda a carga poluidora presente na rede é recebida pelo usuário. Deve ser considerado que as baixas concentrações de cloro residual presentes em sistemas de distribuição não são suficientes para oxidar a enorme quantidade de poluentes que adentram

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

quando a pressão interna é inferior à pressão atmosférica. Portanto a real salvaguarda sanitária de uma rede de distribuição de água potável é a pressão interna e não o cloro residual. Consequentemente, para que haja segurança total para todos os usuários deve ser proibido manobras de operação intermitente. Com um planejamento antecipado poderia ser resolvida, definitivamente, essa operação desnecessária.”

Em contrapartida, quando há uma estiagem prolongada, como ocorrido entre 2014 e 2017, geralmente há redução dos níveis freáticos pouco profundos e muitas dessas comunidades tiveram que aprofundar ou perfurar novos poços. Portanto, nessas regiões onde o fornecimento de água é intermitente ou inexistente, geralmente as comunidades optam pela SAI, perfurando poços rasos domésticos e/ou do aproveitamento de minas d'água para obtenção de água do lençol freático (TUBBS et al.2019). Assim, em muitos locais essas condições determinam uma condição de elevada criticidade devido a dependência da água subterrânea. Embora a população busque contornar esse problema com soluções próprias, a inexistência de uma gestão integrada das ações públicas destinadas a garantia da segurança hídrica, expõe a vulnerabilidade da população a doenças de veiculação hídrica e a contaminação do lençol freático.

Soluções Alternativas Individuais como fonte de abastecimento para a população periurbana

Na bacia hidrográfica do rio Guandu as águas subterrâneas são captadas principalmente através de poços profundos e rasos e através de minas d'água. No entanto, nas regiões periurbanas da bacia os mais utilizados são os poços rasos para uso doméstico, que podem se constituir numa solução viável e sustentável para o abastecimento dessas comunidades, desde que haja orientação técnica durante a sua locação e construção.

Em síntese, cinco razões motivam a população periférica a buscar as soluções autoconstruídas individuais para obtenção da água: a) ausência do sistema de abastecimento de água convencional ou de uma solução alternativa coletiva de

abastecimento de água; b) constante falta de água (intermitência) no sistema de abastecimento de água convencional ou na solução alternativa coletiva de abastecimento de água; c) falta de água no sistema de abastecimento de água convencional ou na solução alternativa coletiva de abastecimento de água, devido à escassez por fatores climáticos ou “manobras” técnicas; d) negligência, incompetência ou descaso, do gestor local ou do responsável pelo serviço abastecimento; e) custo do serviço.

De acordo com o Ministério da Saúde (2021): “uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC) é toda modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição”; a mesma norma define mais apropriadamente a solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI) “como a modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares”.

Como apresentado, para o sistema de abastecimento convencional público e a solução alternativa coletiva possuem legislações específicas que permitem garantir a verificação da qualidade da água oferecida a população.

De outro modo, para as soluções alternativas individuais, a legislação é imprecisa e devido as suas características construtivas e condições ambientais locais, geralmente precárias, são as que mais influenciam nos índices de agravo no sistema único de saúde.

Cabe ressaltar que de acordo com a legislação pertinente, os perfuradores de poços domésticos (poceiros) estão irregulares e à margem da lei. Todavia, este método do abastecimento de água a população quando realizado através das SAIs, em regra não é considerado pelos sistemas de regulação e de governança convencionais. Caracterizados pelo IBGE (2010) como “poços rasos e/ou minas d’águas utilizadas para uso domiciliar”, somente no Estado do Rio de Janeiro existiriam mais de quinhentos mil domicílios consumindo água através de poços domésticos, PERHI (2013).

Na figura 4: (a) são captações em uma comunidade a margem da rodovia Presidente Dutra (que liga Rio de Janeiro e São Paulo) no trecho da Baixada Fluminense.

Observa-se a proximidade a um marco de gasoduto; na (b) uma bateria de poços do tipo cacimba cuidados pela própria comunidade.



Figura 4: Soluções alternativas autoconstruídas na região oeste metropolitana do Rio de Janeiro

a) Captações em uma comunidade a margem da rodovia Presidente Dutra; (b) uma bateria de poços do tipo cacimba cuidados pela própria comunidade. Fonte: acervo dos autores

Segundo o Plano Estratégico de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu – Mirim, Região Hidrográfica II (PROFIL, 2017), aproximadamente 25% da população urbana da bacia não dispõe de abastecimento através de redes públicas. Admite-se que esta parcela se abastece da água proveniente de fontes alternativas individuais, que não sofrem controle, mas também há falta de registro junto aos órgãos gestores, o que dificulta a fiscalização de uso e da qualidade da água, estando, esta população, exposta a doenças de veiculação hídrica.

Deve ser ressaltada a importância social das captações alternativas, pois em certos municípios, muitas comunidades, são abastecidas parcial ou integralmente por esses sistemas, quer devido à deficiência e/ou ausência do sistema convencional.

Entre as SAIs as mais empregadas em áreas periurbanas são os poços rasos de uso domésticos, que geralmente são pouco profundos e escavados em profundidades não superiores a 15 m. Esses poços permitem a captação de volumes em torno de mil

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

litros por dia, e são perfurados por práticos sem conhecimento técnico, manualmente ou por meio de pequenas perfuratrizes, ferramentas manuais, eventualmente empregando mão de obra comunitária em regime de mutirão, e não importando o custo da escavação, mas o benefício que ela trará (TUBBS et al, 2019).

Raramente podem ultrapassar essa profundidade, dependendo das condições geológicas locais, se perfurados em solos originados da alteração de rochas cristalinas ou construídos em sedimentos arenosos de origem fluvial. São perfurados em diâmetros que variam de duas a três polegadas e menos habitualmente em quatro, sendo os revestimentos de PVC tipo rígido comum ou os que usados em instalações sanitárias. Muito comum também são os poços escavados manualmente de grande diâmetro (> 1 metro) denominados cacimbas (denominação local, conhecidos como Quixima do dialeto angolano quimbundo), que são rústicos e mais sujeitos a contaminação.

Ainda que geralmente as águas subterrâneas apresentem boa qualidade, contudo, a interação entre o uso do solo e as características das captações nessas comunidades afetam essa qualidade localmente. Os seguintes fatores são relevantes: a) poços perfurados em locais inadequados (próximos a banheiros, depósitos de lixo e cemitérios); b) poços cacimba abandonados e utilizados como depósitos de lixo e produtos químicos e; c) a inadequação com base nas normas técnicas para perfuração dos poços como a ausência de laje de proteção e tampa. Desta forma, em poços domésticos de diversas comunidades não é rara a presença de bactérias e a ocorrência de concentrações elevadas de nitrato e amônia, tendo sido constatado, inclusive a ocorrência de surtos de hepatite (ANA, 2005). Também foram constatadas contaminações originadas a partir de um centro de tratamentos de produtos químicos existente na região SOARES et al (2018), e de postos de gasolina (SILVA et al 2002). Por conseguinte, sob essas condições de uso das águas subterrâneas, as ocorrências de doenças pela contaminação podem ser facilitadas, e ainda que seja comum a subnotificação desses agravos, são conhecidos alguns casos de relevância, conforme ANA (2005), Tubbs et al, (2022), confirmando assim que as comunidades periurbanas da

dessa região usuária de SAIs de captação de água subterrânea não tem segurança hídrica.

Frequentemente não há preocupação com a proteção do poço, ficando expostos ou simplesmente fechados com tampos feitos de garrafas PET. Nessas perfurações não há um estudo técnico, nem laudos de análises da água. A proximidade dos poços a fossas e redes de esgoto e a presença de animais domésticos no domicílio são fatores a serem considerados, pois facilitam o contágio da água subterrânea com fezes humanas e de animais. O sistema de retirada de água empregando métodos manuais através de sarilho, cordas e baldes, facilita a contaminação fecal, bem como a falta de higiene das mãos e do transporte inadequados da água.

Devido a essas características é de extrema importância que essa população seja acompanhada, orientada e assistida pelo poder público. Eventualmente as águas de minas e poços coletivos são examinadas e eram distribuídos aos moradores hipoclorito de sódio para o dos poços (BRASIL, 2020). Todavia os casos de diarreia, diretamente ligada ao consumo de água contaminada não são de registro compulsório, mas conhecidos, ficando assim difícil identificar as consequências do consumo dessa água na saúde da população. Outros agravos como hepatite A também são conhecidos, mas não registrados.

A inexistência de ações específicas que integrem as políticas públicas destinadas a garantia da segurança hídrica, expõe a população a doenças de veiculação hídrica e a contaminação do lençol freático e para que isso não ocorra é preciso que se criem condições de gestão apropriadas.

A resiliência das comunidades periurbanas

É possível verificar, em tese, a existência de uma lacuna na legislação brasileira, entre aquela relacionada a gestão hídrica e as leis referentes a gestão do saneamento básico, meio ambiente e a saúde, onde o fornecimento de água convencional está inserido. Portanto, são sistemas individualizados em termos legais, políticos e institucionais. A primeira é de responsabilidade do estado e se refere às atividades de aproveitamento, conservação, proteção e recuperação da água bruta, em quantidade e

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

qualidade, onde se insere a água subterrânea; a segunda, é de responsabilidade municipal e refere-se aos serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos e drenagem pluvial (BRITTO et al 2015).

As comunidades periurbanas ao captarem água subterrânea através de poços domésticos, teoricamente, estariam sujeitas a uma legislação específica, a da gestão hídrica. No estado do Rio de Janeiro (e em outros estados), mesmo os pequenos volumes considerados insignificantes, caracterizados como uso insignificante de acordo com a Lei 9433, volume variável de acordo com o estado, devem ser cadastrados e eventualmente licenciados pelo órgão gestor. Contudo, este mesmo órgão não está obrigado, em contrapartida, a verificar se as condições locais da perfuração são seguras em relação a ocorrência de uma possível contaminação ambiental. Não há legislação apropriada e nem um programa institucional que determine esse controle. O município responsável pela gestão ambiental, do saneamento e da saúde básica, em geral não tem essa competência, qualificação técnica, recursos financeiros e tampouco vontade política para se envolver nessas questões. Portanto, quando faltam políticas públicas específicas e integradas para dar condições seguras de obtenção de água para essas populações e, quando o Estado e o Município estão ausentes, derivam desse processo a insegurança hídrica e uma clara injustiça social.

Assim, a insegurança hídrica da população resulta do distanciamento físico, geográfico e legal do Estado, que é o responsável pela gestão das águas subterrâneas (do “lençol freático”); do município, que é o responsável titular pelo saneamento, saúde pública e da gestão do território, ou da concessionária, se existir. Também é importante destacar a ausência de uma agenda multi administrativa em âmbito municipal que integre os diferentes aspectos da gestão da água subterrânea para as soluções alternativas individuais em áreas periurbanas. Logo, é evidente a existência de uma lacuna no gerenciamento da água subterrânea no âmbito municipal, principalmente naquelas áreas sem cobertura e/ou com deficiência dos sistemas convencionais de abastecimento de água (TUBBS et al,2022). Certamente essas comunidades estão longe

de alcançar os objetivos da ODS 6 (Água Potável e Saneamento - Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos).

As soluções encontradas, nem sempre legais ou ortodoxas, geralmente são clandestinas, e a população exercita dessa forma a “resiliência hidro social”. Resulta dessa falta de governança e gestão, a insegurança hídrica e a exposição dessa população, na ordem das centenas milhares (somente na bacia hidrográfica considerada), a doenças de veiculação hídrica que sobrecarrega o Sistema Único de Saúde (SUS) (ANA, 2005 e PROFIL, 2017). De fato, a existência de um número significativo de SAIs em áreas periurbanas pressupõe ou qualifica a desigualdade na gestão da água nessas áreas.

No Brasil geralmente os estudos, pesquisas e serviços em água subterrânea são voltados para os grandes sistemas de aquíferos, sítios contaminados e perfurações de poços tubulares profundos. Embora existam inúmeros trabalhos dedicados a avaliação da qualidade da água em poços rasos em áreas periurbanas, não há registro sobre a temática relacionada a governança e do controle institucional das SAIs.

Outra importante consideração deve-se a falta de conhecimento e da qualificação da maior parte dos gestores públicos municipais e estaduais a respeito do tema e, principalmente, da ausência de uma normativa legal adequada para gerar as ações efetivas destinadas a governança e a segurança hídrica para essas comunidades nas áreas periurbanas.

Cansadas de esperar pela assistência do poder público e devido a ineficácia do fornecimento de água pelos sistemas convencionais, as populações de muitas comunidades periurbanas da região buscam suas próprias soluções. A figura 5 apresenta uma dessas soluções, nas quais as tubulações que estão submersas (faixas brancas na figura) conduzem a água subterrânea de uma bateria de poços rasos perfurados em uma praça para várias residências (TUBBS et al,2022)!



Figura 5: Soluções autoconstruídas em um bairro da região oeste metropolitana do Rio de Janeiro

Fonte: Acervo dos autores

Desenvolvem assim, uma resistência cotidiana buscando implementar suas próprias soluções e dessa forma são perfurados poços de forma indiscriminada em qualquer situação, por poceiros práticos sem nenhuma capacitação técnica, e mesmo desconhecendo a normas vigentes e até dentro de uma certa ilegalidade, prestam um serviço à comunidade na ausência do poder público. Por fim, discute-se a necessidade de encontrar um arranjo técnico/legal para melhorar as condições ora apresentadas e dar melhores condições de vida a essas comunidades.

A importância da participação municipal na segurança hídrica das SAIs

A governança da água subterrânea é diferenciada em vários aspectos da água superficial e não obstante a sua importância, o sistema água subterrânea não é bem entendido pela sociedade e pelos gestores, sejam eles públicos ou privados, causando desta forma, múltiplos desafios para gestão desse recurso, principalmente no ambiente urbano (e periurbano), afetando o recurso e seus usuários, como também boa parte da população (CONICELLI et al, 2021).

A governança e a gestão das águas subterrâneas apresentam um paradoxo: muitas vezes buscam uma solução regional para um conjunto de problemas eventualmente locais e, por vezes, distantes até mesmo do modelo pré-estabelecido por bacias hidrográficas e de outra forma, é pertinente considerar, portanto, uma certa dificuldade de inserir as águas subterrâneas obtidas por SAIs na gestão integrada dos recursos hídricos. No caso, o foco da gestão não é o rio, não é o lago ou a represa, mas a água subterrânea do poço doméstico. Diante deste fato uma outra abordagem pode ser proposta, constituída por um arcabouço conceitual, legal e metodológico, onde as questões locais relacionadas ao uso da água subterrânea em áreas periféricas sejam resolvidas com a participação efetiva das municipalidades.

Dentre as atividades de atribuição municipal exclusiva, estão a organização e gestão de serviços públicos dos quais ele é o titular; planejamento do território e a disciplina do solo urbano; e os serviços de titularidade municipal interferentes com as águas (WHATELY, 2017). De acordo com a CF/88, são seguintes competências municipais, em regime de compartilhamento com estados e a União: (a) meio ambiente, (b) saúde, (c) melhoria das condições de saneamento básico e (d) fiscalização das concessões de exploração de recursos hídricos.

Os municípios não dispõem de águas sob seu domínio, contudo, conforme Pompeu (2008), devido às atividades voltadas ao uso do solo, os municípios acabam desempenhando importante papel na proteção ambiental e no desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos

A Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 sugere: a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e; a articulação da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo”, princípios de competência municipal e de extrema importância para a proteção das águas subterrâneas e das comunidades que dela fazem uso, especialmente em áreas mais vulneráveis, seja do ponto vista social e/ou ambiental. De acordo com PECHE FILHO (2015):

“O modelo de gestão dos recursos hídricos nos municípios precisa de diretrizes inovadoras. A crise traz diferentes necessidades e iniciativas de descentralização político-administrativo. Os atores envolvidos, dentro de

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

uma pluralidade do território municipal, precisam tornar-se mais participativos e efetivos. A gestão da água urbana de forma sustentável depende de iniciativas locais para organização comunitária atuar em colaboração com diferentes níveis de governo. A capacidade de mobilização da sociedade gera força e políticas públicas eficientes para se ter necessária governança hídrica nos municípios”.

Diante da complexidade da gestão da água subterrânea em áreas periurbanas, do modelo vigente de gestão de recursos hídricos, que não atribui nenhuma responsabilidade direta aos municípios, devido ao distanciamento do Órgão gestor, muitas vezes na ordem de centenas de quilômetros do município, esses fatores causam, sem dúvida, uma lacuna na gestão da água no território municipal. Portanto, sem o envolvimento dos municípios dificilmente se terá uma gestão eficiente dos aquíferos, pois esses entes são os responsáveis pelo planejamento urbano e detêm a competência para impor restrições ao uso e ocupação do solo (ANA, 2020). Assim sendo, uma nova abordagem para a gestão da água subterrânea em áreas periurbanas deve ser pensada, destacando-se a participação do município e o envolvimento da sociedade local.

A participação municipal na gestão dos recursos hídricos gera intensos debates no âmbito do direito e da gestão dos recursos hídricos. Entretanto, neste texto não se pretende aprofundar esse debate, mas demonstrar a razoabilidade da participação municipal para dar segurança hídrica a população periurbana que usa a água subterrânea em poços domésticos, devido as suas responsabilidades principalmente no campo da saúde pública. De acordo com Gordilho; Oliveira (2017): “o papel marginal reservado aos municípios no atual modelo de gestão de recursos hídricos não exclui a possibilidade, característica de regimes federativos, de que seja conferido por determinados estados, no que couber, mais protagonismo aos municípios em seus sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos”. Essa delegação pode acontecer dentro do princípio de subsidiariedade, ou seja, onde as decisões e soluções dos conflitos de uso devem se dar na instância mais próxima das questões, significando que tudo o que pode ser resolvido na escala local deve ser priorizado (GRANJA & WARNER, 2006). De outra forma e sob o ponto de vista do interesse local, pode ser

delegada ao município a atribuição de cuidar (e fiscalizar) das captações de água subterrânea visando a proteção ambiental e da saúde pública, tendo em conta decisões judiciais que entenderam a atribuição da fiscalização da perfuração de poços por parte do município. Ainda sob esse contexto, DUTRA et al (2019), descrevem várias legislações municipais na bacia do rio Taquari, Rio Grande do Sul, orientando o aproveitamento das águas subterrâneas por poços domésticos e profundos.

Não há dúvida que a proposta de municipalizar, ou seja, descentralizar a gestão da água subterrânea obtida em SAIs deve ser amadurecida, pois alteraria o modelo vertical atual de gestão, embora o status quo da governança possa ser mantido no âmbito estadual.

De acordo com Dutra et al (2019), os municípios, em geral, ainda estão focados apenas nas legislações estaduais existentes para o tema e acabam não atuando, de forma local, para a proteção e controle da utilização das águas subterrâneas. Certamente essa discussão deverá ser articulada e pactuada pelos órgãos gestores estaduais, respectivos conselhos de recursos hídricos, câmaras técnicas e municipalidades. Desta forma, é importante que o estado demonstre aos municípios a necessidade da gestão local das águas subterrâneas obtidas em SAIs, inclusive pela aplicação de regramento legal próprio. No entanto, isso não impede o município de atuar prontamente onde lhe couber, mesmo não havendo legislação apropriada e principalmente, devido a sua responsabilidade com o Sistema de Vigilância da Qualidade de Água para Consumo

Humano — VIGIÁGUA.

Foi considerado que a água subterrânea por ser oculta e de ocorrência normalmente difusa, geralmente não é bem percebida pelos gestores, pela sociedade e até mesmo pela população que dela faz uso rotineiramente. A possibilidade de descentralização da gestão da água obtidas por SAIs para os municípios, como forma de modificar esse comportamento, pode ser contestada inicialmente em razão da falta de recursos financeiros. No caso específico da bacia hidrográfica do rio Guandu, região metropolitana oeste do Rio de Janeiro, assim como em todo o estado do Rio de Janeiro

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

não existe esse empecilho, devido aos recursos disponíveis provenientes da cobrança da água bruta em todas as bacias hidrográficas do estado, além de outras fontes de recurso financeiro. De outra forma, nas bacias e municípios onde não exista essa possibilidade ou outra origem de recursos financeiros, algumas ações de fácil execução podem ser desenvolvidas, inclusive seguindo as diretrizes dos planos de segurança da água (PSA), possibilitando desta forma, melhorar a segurança hídrica das SAIs.

Sugestões simplificadas para melhoria da segurança hídrica

A seguir são propostas algumas ações simples para melhorar a segurança hídrica:

- a) identificação da rede de abastecimento observando os locais de adensamento da população com inexistência ou deficiência do fornecimento de água por sistemas convencionais;
- b) identificação e cadastramento das áreas com maior ocorrência das SAIs estabelecendo prioridades; cadastramento dos pontos de maior relevância quanto a falta de condições sanitárias;
- c) avaliação do risco ambiental em cada unidade familiar ou grupo de residências no mesmo local relativa ao item anterior;
- d) avaliação da qualidade da água dos pontos de maior vulnerabilidade quanto as condições sanitárias;
- e) qualificação e capacitação dos agentes públicos;
- f) capacitação e treinamento de líderes locais;
- g) identificação e treinamento de construtores de poços da região (“poceiros”), principalmente os residentes na própria comunidade.

Conclusões

Soluções alternativas (autoconstruídas) individuais estão presentes em quase todo o mundo atendendo a necessidade das comunidades periurbanas (e perirurais) mais carentes. Em função da deficiência de planejamento, governança e gestão da infraestrutura urbana no Brasil e de todos os problemas que dela resultam, esses sistemas de abastecimentos individuais, principalmente por poços rasos domésticos (idem para os profundos) ainda terão uma vida longa na paisagem urbana e periurbana. Essa constatação será certamente amplificada com as perspectivas futuras ambientais relacionadas aos extremos climáticos e as crises hídricas e, possivelmente, aos agravos

relacionados a qualidade da água que continuarão sobrecarregando o sistema de saúde. No entanto, o uso das águas subterrâneas em áreas periurbanas não se dá exclusivamente por problemas na oferta hídrica e aspectos climáticos, mas igualmente sob um forte componente político e social, nem sempre de fácil solução.

Embora o Brasil possua uma das maiores reservas de água doce do planeta e que a universalização ao acesso a ela tenha evoluído significativamente, em áreas periféricas a garantia do fornecimento com segurança, em quantidade e qualidade é um obstáculo a ser ultrapassado. As legislações brasileiras são eficazes para a proteção dos sistemas coletivos de abastecimento de água, mas falhas para os sistemas alternativos individuais. Um número incontável de habitantes dessas áreas periurbanas (perirurais e rurais) vivem na dependência do abastecimento água subterrânea obtida através de poços residenciais e de outros sistemas alternativos e continuarão expostas a fragilidades ambientais, as variações climáticas e a doenças de veiculação hídrica e, portanto, sem segurança hídrica. Apesar desse quadro negativo as populações periurbanas geralmente são resilientes e desenvolvem estratégias de adaptação, o que garante o mínimo de água necessária à sua sobrevivência. No entanto, a falta de orientação técnica no uso dos sistemas alternativos impõe a essas populações certas vulnerabilidades resultando na insegurança hídrica. Geralmente no Brasil os trabalhos relativos ao aproveitamento das águas subterrâneas em comunidades periurbanas se limitam a identificação dos problemas de contaminação e a proposição de soluções pontuais e paliativas, a despeito da necessidade de soluções duradouras a serem geradas através de uma legislação mais eficaz que envolva as municipalidades e a sociedade.

Portanto, é evidente a existência de uma lacuna na governança da água e, por conseguinte, na gestão da água no território municipal, principalmente naquelas áreas sem cobertura e/ou com deficiência dos sistemas convencionais de abastecimento de água. Todavia, apesar dessas dificuldades inerentes ao cenário legal brasileiro, alguns avanços podem ser obtidos por meio da integração das políticas públicas e atuação local dos municípios; projetos de extensão desenvolvidos pelas universidades; a participação

dos comitês de bacia hidrográfica (inclusive com recursos financeiros) e a melhoria da eficiência das concessionárias de água. Finalmente a implementação de tecnologias sociais associadas a levantamentos convencionas e de rotina, certamente reduziriam a vulnerabilidade e a exposição a certos riscos, resultando na segurança hídrica e por que não, na aderência aos objetivos de desenvolvimento sustentáveis para essas populações.

Referências Bibliográficas

- ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) (BRASIL).2022. **As Águas subterrâneas na política nacional de recursos hídricos /Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico** / Pilar Carolina Villar; Ricardo Hirata; José Luiz Albuquerque; Ana Maciel de Carvalho. – Brasília: ANA, 2022. 220 p. : il. (Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos ; v. 5)
- ANA (Agência Nacional de Águas) (2005). **Plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim: Relatório Gerencial**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro. 2015. Recuperado em 10 de setembro de 2020, www.comiteguandu.org.br
- ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento) (BRASIL). 2020. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA, 2020. 118p.
- ANA (Agência Nacional de Águas) (BRASIL). 2017. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: relatório pleno / ANA, 2017, 169p.
- ANA (Agência Nacional do Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Direito de águas à luz da governança** / Pilar Carolina Villar ; Maria Luiza Machado Granziera. – Brasília: ANA, 2020. 168 p.:il. 1. Direito de Águas. 2. Água - Gestão. I. Pilar Carolina Villar. II. Maria Luiza Machado Granziera. III. Título.
- BRASIL (1997, 08 de janeiro). **Lei Federal n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1997. Brasília: Diário Oficial da União, seção 1.
- BRASIL (2020, 15 de julho). **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2020. Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano : módulo I : marcos conceituais, institucionais e legais [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. – Brasília : Ministério da Saúde, 2020. 35 p. : il.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Brasília: Ministério da Saúde; 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/ MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, Ministério da Saúde. 2021.

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de Orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano. Brasília: Ministérios da Saúde. 2007.40p-(Série A. Normas e Manuais Técnicos)
- BRITTO, Ana Lucia; FORMIGA-JOHNSON, Rosa. M.; CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira. (2016). Abastecimento Público e Escassez Hidrossocial na MetrÓpole do Rio de Janeiro. **Ambiente & Sociedade** São Paulo V. XIX, 41p. 185-208, jan-mar. 2016. Disponível em <https://www.scielo.br/j/asoc/a/ZTMCTZxyDx6hTys6tJyfg7s/?format=pdf&lang=pt> acesso em ago 2023
- BRITTO, Ana Lucia; MAIELLO, Antonela; Quinstsr, Suyá; CASTRO José Esteban (2015). Assessment of Appropriate Water and Sanitation Technologies in Vulnerable Communities in the Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brazil. DOI:10.13140/RG.2.1.4507.3521
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA GUANDU (2020). Recuperado em 15 de agosto de 2020, de <http://www.comiteguandu.org.br>
- CONICELLI, Bruno; HIRATA Ricardo; GALVÃO Paulo; ARANDA Nataly; TERADA Rafael; GUTIÉRREZ Oswaldo José Guzmán. (2021) Groundwater governance: The illegality of exploitation and ways to minimize the problem. **Anais da academia brasileira de ciências**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/7c6553Hqb9FsK8nz4cMZJPh/#>. Acesso em nov. 2022. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120200623>
- DRAGE, JOHN.2022. **Domestic Wells – Introduction and Overview/** John Drage Guelph, Ontario, Canada, 2022. 68 pages
- DUTRA, Tuane de Oliveira Pedro; REGINATO, Antônio Roehe; BORGES, VinÍcius Meneses; LEÃO, Marcos Imério; ATHAYDE, Gustavo Barbosa: Legislação Municipal Sobre Recursos Hídricos Subterrâneos na Bacia do Taquari Antas. Capítulo 19, pp 198-207. **Educação, meio ambiente e território** 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação, Meio Ambiente e TerritÓrio; v.3) HidrogrÁfica Taquari Antas. DOI 10.22533/at.ed.442192102
- FOSTER, Stephen. (2010). **Sustainable Groundwater Management Urban Groundwater Use Policy The World Bank**. Strategic Overview Series Number 3. 36p. Washington, DC, 2010.
- FOSTER, Stephen; TUINHOF, Albert. 2006. Groundwater Resource Development in Minor Aquifers: management strategy for village and small town water supply. Briefing Note Series Note 13. Sustainable Groundwater Management Concepts. & .The GW•MATE Briefing Notes Series is published by the World Bank, Washington D.C., USA. Disponível em www.worldbank.org/gwmate. Acesso em: set 2022
- TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das Águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrogrÁfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

- GORDILHO, Heron José de Santana; OLIVEIRA Thiago Pires. 2017 Competência Ambiental Municipal e Proteção dos Recursos Hídricos: Um Diálogo Necessário. **Revista Argumentum** – RA, ISSN 2359-6889, Marília/SP, V. 18, N. 2, pp. 457-477, Mai.- Ago. 2017.
- GRANJA, Sandra Inês Baraglio; WARNER, Jeroen. 2006 A hidropolítica e o federalismo: possibilidades de construção da subsidiariedade na gestão das águas no Brasil? **RAP Rio de Janeiro** 40(6): 1097-1121, Nov. /Dez. 2006.
- HESPANHOL, Ivanildo. Considerações sobre a Portaria 2914/2011, sobre os planos de segurança da qualidade da água, sobre os anexos XX e XXI da portaria de consolidação 5/2017 do SUS, e sobre uma proposta para implementar um novo paradigma para regulamentação com base em variáveis Sub-rogadas. **Revista DAE**, v. 67, n. 217, Edição Especial - Maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/dae.2019.020>. Acesso em: set.2021.
- HIRATA, Ricardo; SUHOSSOFF, Alexandra Vieira; MARCELLINI, Silvana Susko; VILLAR, Pilar Carolina; MAECELLINI, Laura. (2019). A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. Realizado por: Instituto Trata Brasil, 19 p. disponível em <https://repositorio.usp.br/item/002928658> acesso em ago 2023.
- HIRATA, Ricardo; ZOBY, José Luiz Gomes; OLIVEIRA, Fernando Roberto de. Água Subterrânea: Reserva Estratégica ou Emergencial. Água subterrânea: reserva estratégica ou emergencial. In: **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica; 2010. Disponível em <https://repositorio.usp.br/item/002343378> acesso em ago 2023
- HULSMANN Adriana. Small systems large problems: A European inventory of small water systems and associated problems. Nieuwegein, Web-based European Knowledge Network on Water (WEKNOW), 2005.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).2010. Censo Demográfico - 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 15 de agosto de 2020, de www.ibge.gov.br
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) 2019. PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/condicoes-de-vida-desigualdade-e-pobreza/17270-pnad-continua.html>. Recuperado em 15 de agosto de 2020, de www.ibge.gov.br
- INEA/FUNDAÇÃO COPPETEC, 2014. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro**. Instituto Estadual do Ambiente/SEA. Rio de Janeiro, RJ. 2014.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. 2019. 19p.

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

- IAH (International Association of Hydrogeologists). Resilient Cities & Groundwater. Strategic Overview Series. <https://upgro.files.wordpress.com/2015/09/iah-resilient-cities-groundwater-dec-2015.pdf>. Acesso em nov 2020.
- JOHNSON, R.M.F., FARIAS JUNIOR, J.E. & COSTA, L.F. (2015). Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro Face à Transposição Paulista de Águas da Bacia Paraíba do Sul: **Revista Ineana**. V03. N01.
- MACHADO, J,L,F. **Água Subterrânea e Poços**. Uma Jornada Através dos Tempos. Porto Alegre: EST Edições/Suliani – Letras & Vida, 2008. 127p.
- MARGAT, Jean; VAN Der Gun JAC. 2013. **Groundwater Around the World**. CRC Press.343pg. Disponível em: <http://www.crcpress.com> Acesso em jan.2023
- MORRIS, B.L., Litvak, R.G, & Ahmed, K.M. (2002). **Urban Groundwater Protection and Management: Lessons from Developing Cities in Bangladesh and Kyrghyzstan**.
- PECHE FILHO, AFONSO. (2015). A necessária governança hídrica nos Municípios. *Jornal Dia de Campo*. <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=09/11/2015&id=32344&secao=Artigos%20Especiais>. Acesso em Janeiro de 2023.
- POMPEU, C.T. 2008. O Direito de águas no Brasil. In: **Conferência de Abertura do I Congresso brasileiro do direito de águas**, Fortaleza - Ceará. Fortaleza, novembro de 2008
- PROFIL (2017). Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: Tomo I do Diagnóstico (RP-02). 2017.
- QUINTSLR, SUYÁ. (2017). Crise hídrica e debate público sobre saneamento. XVII ENANPUR. São Paulo. 2017.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – Instituto do Meio Ambiente. Plano Estadual de Recursos Hídricos. R9 – Metas e estratégias de implementação dos cenários propostos. Fundação COPPETEC - Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. 2013. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm>
- SEMA (1996). **Diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba**: Programa de Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Rio de Janeiro. CARTOGEO/NCE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 63 pp.1996.
- SILVA, R.L.B.; BARRA, C.M.; MONTEIRO, T.C.do N; BRILHANTE, O.M.2002. Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis consequências para a saúde pública no Município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad.Saúde Pública*, 18(6), Dez 2002.
- SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) (2018). Disponível em: <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=161>
- SOARES, R.; SANTOS, M. C. B.; MADDOCK, J. E. L.; BERTOLINO, L. C.; SANTELLI, R. E.; CAMPOS, D. V. B. de. Água-régia como extrator alternativo para o diagnóstico
- TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*

ambiental de áreas impactadas por resíduos industriais: estudo de caso Centres (Queimados, RJ). **Eng Sanit Ambient** | v.23 n.5 | set/out 2018 | 995-1000DOI: 10.1590/S1413-41522018167298

SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA. 2013. Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul TJ-RS – Agravo de Instrumento: AI 70057007130 RS - Inteiro Teor. Disponível em: <https://tjrs.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/114106045/agravo-de-instrumento-ai-70057007130-rs/inteiro-teor-114106052> acesso em setembro de 2021.

SUTTON, S. WITH J. BUTTERWORTH (2021) Self-Supply: Filling the gaps in public water supply provision, Practical Action Publishing, Rugby <<http://dx.doi.org/10.3362/9781780448190>>.

TUCCI, Carlos E.M. Urbanização e Recursos Hídricos. Cap 7. Bicudo, C.E. de M.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B., orgs. B583a **Águas do Brasil: análises estratégicas** / Carlos E. de M. Bicudo; José G. Tundisi; Marcos C. Barnsley Scheuenstuhl – São Paulo, Instituto de Botânica, 2010.224 p.

TUBBS, DECIO; SCHUELER, ADRIANA; YOSHINAGA, SUELY. The governance and water security of groundwater obtained from private domestic wells in periurban areas in Brazil: A case study on the Guandu river basin in the metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil In: **Groundwater for Sustainable Livelihoods and Equitable Growth**.1 ed. Boca Raton, Florida in the U.S: CRC Press, 2022, v.1, p. 195-209.

TUBBS, DECIO., SCHUELER, ADRIANA., & YOSHINAGA, SUELY. (2019). A Água Obtida Através de Sistemas Alternativos Autoconstruídos em Comunidades Periurbanas: O Caso da Área de Atuação do Comitê Guandu, Rio de Janeiro. XVIII Encontro Nacional da ANPUR (Encontro Nacional de Pós – Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional) Natal.

TUBBS, DECIO. (1999). Ocorrência das Águas Subterrâneas – “Aquífero Piranema” – Município de Seropédica, área da Universidade Rural e Arredores, Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Janeiro),

VILLAR, PILAR CAROLINA; HIRATA, RICARDO.2022. Governança das Águas Subterrâneas e a Construção de Indicadores Jurídicos para os Estados Brasileiros. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo. Vol. 25, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210037r1vu2022L1A0>

VILLAR, PILAR CAROLINA (2009). Brazilian Regulatory Process: including groundwater in urban water management. 9th World Wide Workshop for Young Environmental Scientists WWW-YES-Brazil-2009: Urban waters: resource or risks?, Oct 2009, Belo Horizonte, MG, Brazil. fahal-00593302ff

WHATELY, MARUSSIA. 2017. O Município e a Governança da Água: Subsídios para a Agenda Municipal de Cuidado com a Água. Aliança pela água, 2017. São Paulo, 58p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION.2018. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018. soluções baseadas na natureza para a gestão da água. 12pag.

TUBBS, SCHUELER & PEREIRA, *Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.460

WORLD HEALTH ORGANIZATION.2011. Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. 564p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. 2009. Water Safety Plan Manual Step-by-step risk management for drinking-water suppliers.108p.

Data de Submissão: 20/08/2023

Data da Avaliação: 05/03/2024