



XIX ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR  
Blumenau - SC - Brasil

---

SEGURANÇA HÍDRICA, ESPERANÇA OU INSEGURANÇA? DESAFIOS DO PLANEJAMENTO URBANO A PARTIR DA OBSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA REGIÃO METROPOLITANA FUNCIONAL DE NATAL/RN

**Laise Kelley Lemos Barbosa** (UFRN) - laise.ctufrn@gmail.com

*Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN e Docente efetiva do Departamento de Engenharia Civil da UFRN.*

**Alexsandro Ferreira Cardoso da Silva** (UFRN) - alexsandroferreira@hotmail.com

*Arquiteto e Urbanista, com Mestrado e Doutorado em Arquitetura e Urbanismo obtidos na UFRN. Docente do Departamento de Políticas Públicas, do Programa de Pós-graduação em Estudos Urbanos e Regionais (UFRN), do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Ur*

## **SEGURANÇA HÍDRICA, Esperança ou Insegurança?**

### **Desafios do Planejamento Urbano a partir da Observação dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Região Metropolitana Funcional de Natal/RN**

#### **RESUMO**

Os usos mudam as funções ambientais de um espaço, alterando processos naturais, como os das águas, um recurso limitado e essencial a sobrevivência humana. A sua proteção é um tema atual e necessário, seja pelo aumento da poluição, escassez ou pela ausência de alternativas que suavizem os grandes desastres anunciados. Com esta preocupação, ancorado à definição de Segurança Hídrica que tomou força a partir de 2013, através da ONU em seu relatório “*Water Security and the Global Water Agenda*” e, com o *Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH)* em 2019, este conceito busca desenvolver estratégias para infraestrutura hídrica a fim de garantir disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes às necessidades humanas. Este artigo, é parte de uma tese de doutorado em desenvolvimento e pretende iniciar a investigação das possibilidades de articulação entre o planejamento urbano e a proteção dos mananciais subterrâneos a partir da análise da Segurança Hídrica urbana na Região Metropolitana Funcional da cidade de Natal/RN.

#### **O NATURAL TRANSFORMADO**

A relação entre recursos naturais e cidades é, entre tantos, um dos objetos de pesquisa mais instigadores ao desenvolvimento de análises, levantamentos e descrições contribuindo à gestão urbana e ambiental. Em anos recentes, as agendas globais discutem os temas referens às mudanças climáticas, aos conflitos hídricos (mares, rios, mananciais), a fauna e a flora, e os impactos causados pelo processo de urbanização à própria manutenção das comunidades a elas associadas. É com o sentido de especificar uma destas dimensões – a segurança hídrica e cidades – que iniciamos uma pesquisa na Região Metropolitana de Natal objetivando avaliar o quadro geral destes impactos e riscos associados na mancha urbana expandida (metrópole funcional), tendo os mananciais subterrâneos como foco da investigação.

É importante apontar que este tema (segurança hídrica e cidade), está presente na Agenda Habitat III (Quito, 2016) quando do compromisso a incorporar processos de “planejamento urbano e territorial de longo prazo e práticas de desenvolvimento espacial que incorporem a gestão e o *planejamento integrados dos recursos hídricos, considerando o continuum urbano-rural nas escalas local e territorial* e incluindo a participação de comunidades e atores relevantes” (ONU, 2016, p. 19, grifo nosso).

Nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030), também das Nações Unidas, o objetivo 06 – garantir a disponibilidade e a gestão

sustentável da água potável e do saneamento para todos – explicita a necessária tarefa de assegurar à população o acesso aos recursos hídricos de modo seguro, sustentável e eficiente (Cf. em <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>).

Vemos, assim, o “tema” do acesso a água potável como eixo estruturador da qualidade de vida de modo geral, e ainda mais quando relacionada aos atributos urbanos, isto é, alta densidade demográfica e consumo intensivo do recurso. Nos contextos de países e cidades com forte desigualdade social – como nas metrópoles brasileiras – a segurança hídrica constitui um tópico fundamental ao debate sobre o planejamento urbano e regional.

Contudo, a evolução, transformações, usos e ocupações nas cidades ao longo do tempo tem afetado diversos aspectos desta relação, dentre estes a capacidade de gerenciarmos este recurso de modo sustentável, universal e acessível economicamente às famílias de baixa renda. Os efeitos das mudanças climáticas, o uso inadequado dos espaços urbanos, a diminuição da proteção ambiental, entre outros, trouxeram maior insegurança às populações utilitárias da água para fins de produção (agricultura, pesca, pecuária, etc.) mas também o “stress hídrico” causa impactos negativos nas metrópoles, sobretudo ao abastecimento domiciliar.

Sabendo que é um recurso indispensável, novas visões sobre o tratamento e gestão hídrica, seja superficial ou subterrâneo em todo o mundo, buscam compreender o seu manejo de forma sustentável. Uma visão ampla, conforme aponta Bueno (MACHADO; BUENO, 2008), sob a ótica muito mais ambiental do que o simplista aspecto higienista. Isto nos leva a iniciar o debate pela relação entre cidade e natureza.

Ao analisar a etimologia da palavra natureza, sem aprofundar-se nas visões filosóficas dos estudiosos gregos e na complexa abrangência a qual ela se relaciona, pode-se destacar, até mesmo subtender, que seu significado está relacionado com tudo aquilo que tem característica fundamental ao fato de ser natural, ou seja, envolve todo o ambiente existente que não sofreu intervenções antrópicas. Tal construção ideológica do termo natureza carrega, entre outros, uma concepção de que o Homem (como portador de Cultura) se aparta do natural ao se apropriar dos elementos básicos (terra, madeira, água, etc.) e transformá-lo pelo trabalho.

A trajetória das ideias, bem como a materialidade das grandes cidades, acentua o papel da ação humana na definição dos conteúdos e limites da natureza. O período atual também mostra claramente a construção cultural da natureza e como as concepções criadas a partir desta, estão intimamente ligadas aos territórios construídos pelo homem e à vida cotidiana urbana.

Desse modo, o natural não deixa de existir, mas a forma a qual ele é tratado e modificado varia conforme as intervenções, interferências e influências ali atribuídas. Como explica Henri Acselrad na apresentação de ZHOURI (2005), “A Insustentável Leveza da Política Ambiental”:

As matas podem ser ao mesmo tempo espaço de vida de seringueiros e geraizeiros ou espaço de acumulação e reserva de valor para a especulação fundiária. A água dos rios pode ter distintos usos: pode ser meio de subsistência de pescadores ribeirinhos ou instrumento da produção de energia barata para firmas eletrointensivas. Trata-se de

um espaço comum de recursos, sim, só que exposto a distintos projetos, interesses, formas de apropriação e uso material e simbólico. A causa ambiental, portanto, não é necessariamente una, universal, comum a todos, o que faria do ambiente necessariamente um objeto de cooperação entre os distintos atores sociais (ZHOURI, 2005, p. 7),

Nesta passagem Acselrad aponta que a categoria do meio ambiente não pode ser vista apenas como objeto de cooperação, mas também de contestação e conflito, enfatizando o contrário do que sugere o senso comum, “o ambiente não é composto de puros objetos materiais ameaçados de esgotamento, ele é atravessado por sentidos socioculturais e interesses diferenciados” (ZHOURI, 2005).

É possível considerar que o equilíbrio ambiental vai tornando-se reduzido à medida que as áreas naturais vão sendo substituídas pelas áreas urbanas. Sendo presumível que o crescimento das áreas ocupadas pela sociedade não diminua, é fundamental uma mudança de mentalidade no que se refere à relação existente entre extração, consumo e reposição nos meios ocupados por essa sociedade (MENDONÇA, 2004).

A velha idealização de que a proteção aos recursos naturais consiste em isolar ou torná-lo intocável, principalmente nos centros urbanos, não se aplica, pois sendo o espaço “definido como um conjunto indissociável e reflexo da interação de sistemas de objetos e de sistemas de ações” (SANTOS, 2006, p.12) torna-se imperioso considerar o uso dos recursos como parte da condição de vida urbana. Ele transcende o espaço físico e é neste espaço, onde a interação entre a natureza e a sociedade se concretizam (SANTOS, 1978), logo, não há mais que se compreender o planejamento urbano dissociado das questões ambientais (ADOBATI; GARDA, 2020). É preciso planejar, gerir e controlar as ações relacionadas a estas temáticas de forma conectada, o que muitas vezes na prática não ocorre.

As dificuldades começam quando da capacidade de gerir não o recurso, de modo isolado, mas o território como sendo a conjugação de diferentes escalas de poder, interesses, práticas e usos. O território metropolitano, por seu turno, conduz a um patamar ainda mais complexo pois a integração política – embora sempre desejável – raramente é conduzida a um equilíbrio entre o uso e a preservação, o manejo e a responsabilização, tendo os vários municípios constituintes de uma Região Metropolitana a “sua” própria política de condução de tais assuntos. É por esta problemática que intencionamos abordar a segurança hídrica e cidades.

Este artigo é parte de uma tese de doutorado em andamento no Programa de Pós Graduação em Arquitetura – PPGAU, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN e vai iniciar a discussão sobre o objetivo principal da tese que trata de investigar as possibilidades de articulação entre o planejamento urbano e a proteção dos mananciais subterrâneos a partir da análise da segurança hídrica urbana e da estruturação dos poços de captação na Região Metropolitana Funcional da cidade de Natal/RN. Obviamente, são percepções introdutórias, mas que já sinalizam um cenário preocupante para a cidade de Natal quanto aos recursos subterrâneos, bem como, desperta para a emergência de ações associada a segurança hídrica nos centros urbanos.

## **O SILÊNCIO DA RESERVA AMEAÇADA**

“O que os olhos não veem o coração não sente”. A cultura popular retrata com sabedoria os desafios a serem esperados na gestão dos recursos hídricos subterrâneos e, conseqüentemente, na gestão urbana, já que em se tratando de água, tem-se neste recurso natural a importância vital para existência da vida e do abastecimento econômico e seguro de água potável nos meios urbanos (FOSTER et al., 2003).

A grande fração da existência das águas subterrâneas tem sua origem a partir do excesso de chuva que se infiltra (diretamente ou indiretamente) na superfície do solo. Deste modo, é compreensível que as atividades que se desenvolvem na superfície com teor contaminante e que excedem a atenuação natural dos solos e das camadas de cobertura, podem potencializar a diminuição da qualidade destas águas causando sua poluição (FOSTER et al., 2003).

O processo de urbanização, de um modo geral, apresenta quatro repercussões imediatas no ciclo hidrológico de acordo com a visão de Kumar (2019): as inundações, decorrentes, por exemplos, dos altos índices de impermeabilização do solo, a escassez de água, geralmente associada ao aumento da demanda, às mudanças nos regimes do rio e das águas subterrâneas, bem como, a própria poluição da água. Pela natureza da sua configuração, as áreas urbanas geram fontes difusas e pontuais de contaminantes, afetando a qualidade da água subterrânea.

Muitas das soluções contemporâneas para os problemas urbanos relacionados a água, como apontadas por Machado e Bueno (2008), procuram soluções pontuais e um grau maior de “renaturalização” do tecido urbano, como armazenar as águas da chuva, para retardar os picos de vazão e promover a infiltração da água no solo, investimentos em obras de grande impacto, como canalização de córregos, ampliação ou complementação de redes de esgotamento sanitários, mas que muitas vezes são ineficiente no seu funcionamento, nas suas ligações e na alta capacidade de vazamentos.

Para proteger os aquíferos contra a contaminação, que resumidamente podem ser entendidos como uma formação geológica subterrânea que funciona como reservatório de água, é necessário restringir e gerir tanto hoje como no futuro, o uso do solo superficial, a emissão de efluentes e as práticas de despejo de resíduos (FOSTER; HIRATA, 1988). Quando inseridos os elementos constantes de uma segurança hídrica, vê-se que o uso do solo urbano pode atuar de modo crítico à disponibilidade hídrica (por pressionar os mananciais) mas também pode estabelecer ferramentas eficazes à sua proteção e manejo – por possuir recursos efetivos de ajuste e controle. Micaella Moura (MOURA, et al, 2020, p.124) nos lembra dos indicadores e critérios fundamentais para tanto, que envolve “disponibilidade” hídrica, “acessibilidade aos serviços”, “segurança e qualidade” e, por fim, “gestão”; todos esses fatores devem estar inseridos na Política Urbana como elementos de relacionamento entre capacidade de suporte, qualidade de vida e disposição do ambiente construído, dimensões precípuas da condução e manejo do solo urbanizado (Cf. Lei Federal 10.257/01, Estatuto da Cidade).

Diante da relação estabelecida e conhecida, natureza x homem, é possível identificar nas cidades os locais mais afetados pelas ocupações inadequadas, não planejadas ou irregulares, o adensamento mais fortemente em determinados setores, o interesse imobiliário em determinadas localidades e, associado a isto, a flexibilização ou enrijecimento dos instrumentos legais de uso do solo, bem como, a escassa e fragmenta infraestrutura compatível. Em contraponto, desalinha-se às perspectivas dos direitos da sociedade à cidade sustentável previstos no Estatuto das Cidades, direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento, ao transporte, ao trabalho, ao lazer (BRASIL, 2008). Observa-se, portanto, que a adequação das cidades às mudanças econômicas e aos desejos de consumo das suas populações não tem sido compatível com a preservação dos recursos naturais para as gerações atuais e futuras. Dificilmente garantem suas necessidades básicas de vivência no espaço e ainda refutam alguns dos principais instrumentos jurídicos existentes.

Na visão de Mendonça (2004) as cidades brasileiras crescem a altas taxas e, com a elevação da demanda por água, geram diversificados riscos e vulnerabilidades socioambientais relacionados à escassez desse recurso. Ausências ou faltas e falhas no exercício de implementação e fiscalização de políticas específicas para a proteção das águas subterrâneas e integração da legislação ambiental aos demais instrumentos de gestão do espaço urbano são verificados, ou seja, a questão da gestão dos recursos hídricos nas cidades brasileiras são tratadas, o que não deveria, de forma desvinculada das questões de produção do espaço, da habitação e da ocupação e ordenação do território (MENDONÇA, 2004; TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

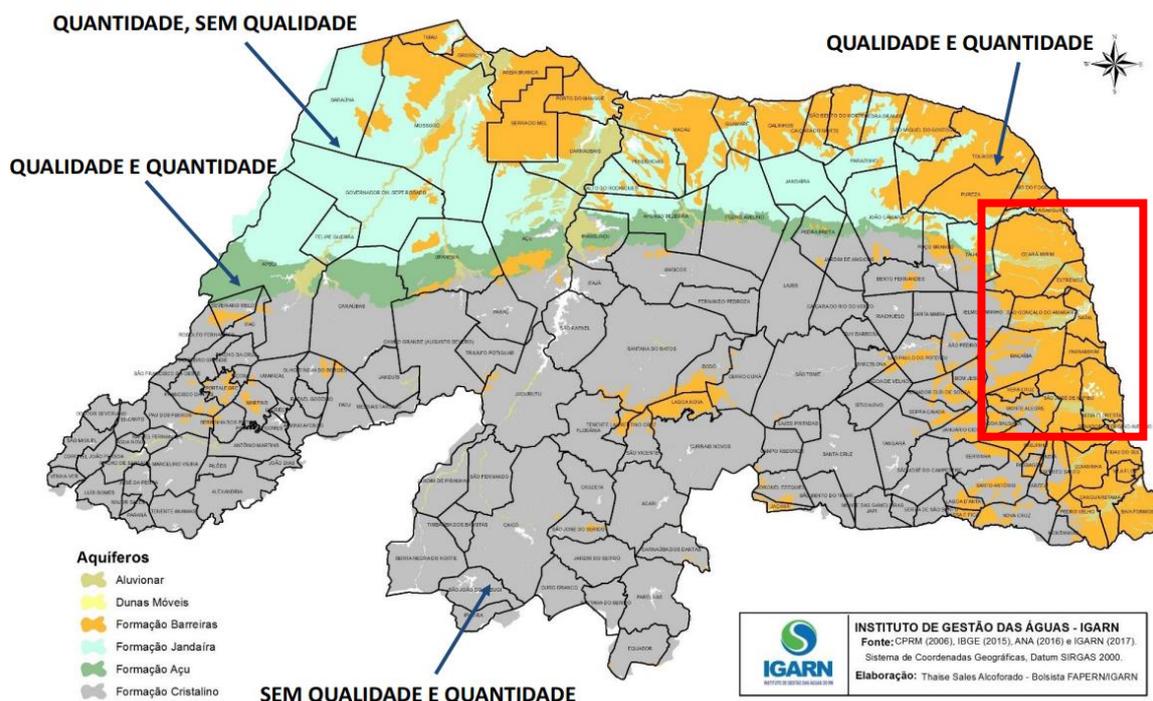
Nesse sentido, consideramos o conceito de segurança hídrica, ou seja, uma condição de adequabilidade entre a oferta e demanda do recurso água potável, minimizando os riscos potenciais às pessoas, ao meio ambiente e a economia local, como uma ferramenta importante de planejamento urbano e ambiental. Porém, como aponta Moura et al (2020):

Embora os objetivos de assegurar a quantidade e a melhoria da qualidade de água tenham sido contemplados na Política Nacional de Recursos Hídricos [PNSH], o conceito de segurança da água é recente e carece ainda de legitimidade. Nesse sentido, coloca-se em evidência o Projeto de Lei nº 65, de 2017, do Senado Federal, que propôs incluir a SH como um dos pilares da Lei das Águas e incluir os Planos de Segurança Hídrica entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (MOURA et al, 2020, p. 125)

Para alcançar a segurança hídrica de uma área, os tomadores de decisão precisam conhecer não apenas o recurso natural em si (ADOBATI; GARDA, 2020), mas também o meio ambiente no qual ele está inserido e os possíveis impactos de suas decisões de manejo (PARIS; BARILARI; QUIROZ, 2020). Em outras palavras, “o recurso hídrico subterrâneo, que é fonte de abastecimento de água doce, também passa a ser um sumidouro de chorume que vem da superfície e é gerado por atividades humanas no entorno” (PARIS; BARILARI; QUIROZ, 2020). Portanto, para se controlar ou reduzir as ameaças de contaminação das águas subterrâneas é essencial adotar uma abordagem proativa no uso do solo urbano.

O município de Natal, situado no estado do Rio Grande do Norte, bem como frações dos municípios circunvizinhos, apresentam-se inseridos sobre três sistemas de aquíferos, o Aquífero Infra Barreiras, o Aquífero Barreiras o Aquífero Dunas-Potengi (MOREIRA et al., 2016). Sendo o aquífero Barreiras a unidade mais importante, (SEMARH, 2012) em função de sua elevada potencialidade hídrica, facilidades de captação e excelente qualidade das águas em sua condição natural (ANA, 2012). Mas também é o mais vulnerável a poluição, pois se apresenta em várias localidades com susceptibilidade alta de contaminação. Apresenta camadas mais permeáveis de zonas não saturadas, se comparado a áreas que seriam de alta vulnerabilidade, mas que não apresentam exploração alguma, ou seja, Natal apresenta uma grande área com riscos elevados de poluição do Aquífero Barreiras (MOREIRA, 2002). Na Figura 01 pode-se observar a distribuição dos aquíferos presentes no Estado do Rio Grande do Norte e como seus limites naturais transcendem ao limite administrativos dos municípios, o que dificulta a gestão e ações integradas das localidades envolvidas.

**Figura 01 – Mapa esquemático dos Aquíferos do Rio Grande do Norte a Região Metropolitana de Natal (destaque)**



Fonte: Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte - IGARN, 2017.

Diante deste fato e, da sua importância no suprimento hídrico da cidade de Natal, as águas subterrâneas estão ameaçadas de degradação, em decorrência das atividades do desenvolvimento urbano. São perceptíveis também outros aspectos silenciosos, mas que aos poucos caminham para se tornar bem preocupantes. Dados da Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – SERHID em 2007 reúnem uma série de publicações que abordam dados concretos de contaminação das águas subterrâneas do Aquífero Barreiras por nitrato, oriundo da biodegradação dos excrementos humanos provenientes do sistema de disposição local de efluentes (fossas e sumidouros).

Aponta-se então, há algum tempo, as fragilidades de contaminação dos mananciais subterrâneos inseridos nos grandes centros urbanos, como o caso de Natal, objeto de estudo desta pesquisa, que tem cerca de 65% de sua água distribuída a parte da população provenientes do subsolo. O que reflete a necessidade de uma melhor avaliação destes processos de contaminação e de verificação das interferências que o uso e a ocupação do solo na superfície intervêm na contaminação do aquífero (KUMAR, 2019), além da sua relação com instrumentos oficiais, legais e existentes de gerenciamento.

Uma abordagem lógica ao perigo de contaminação das águas subterrâneas é considerar a interação entre: a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação (características naturais dos estratos que o separam da superfície da terra) (ADOBATI; GARDA, 2020) e a carga contaminante que é, será ou pode ser aplicada no meio como resultado da atividade humana (FOSTER et al., 2002).

Em face deste cenário e das dificuldades concretas de ações que possam consolidar alternativas de proteção dos recursos subterrâneos e, consciente que, esforços isolados dos municípios na percepção e enfrentamento desta problemática seriam enfraquecidos em caso de investidas solitárias, as alternativas de gestão integrada dos recursos se tornam cada vez mais necessária. Neste momento, água e cidade nunca foi um diálogo tão essencial. Mas há esperança em garantir esta segurança hídrica, ou progredimos ao retrocesso da insegurança?

## **SEGURANÇA HÍDRICA, ESPERANÇA OU INSEGURANÇA?**

Uma das razões que acende e mantém a discussão em pauta é, como então garantir o fornecimento de água em quantidade e qualidade aos centros urbanos, já que é um recurso limitado, mas essencial a sobrevivência humana? A poluição das águas subterrâneas pode advir de diversas origens, sedimentar pelo acúmulo de partículas em suspensão, químicos orgânicos ou inorgânicos, pela origem de produtos químicos e/ou bacteriológicos, pela presença de microrganismos e bactérias. Porém, em sua grande maioria, a substância química nitrato é umas das fontes mais comuns de contaminação no meio urbano, pelo despejo do esgoto diretamente ao solo nas cidades sem redes de tratamento adequado. Substância esta que pode ser encontrada nas práticas agrícolas, nos resíduos sólidos e principalmente, proveniente de efluentes domésticos, um composto de Nitrogênio e Oxigênio, sendo um contaminante persistente, com grande mobilidade e que só degrada em condições bem específicas, o que muitas vezes não é encontrado no ambiente das águas subterrâneas (QUEIROZ et al., 2009, p. 300).

A recuperação de aquíferos contaminados é uma tarefa muito complexa, visto que o processo de renovação das águas é lento, a velocidade do fluxo é reduzida, além dos elevados custos de reabilitação, não citando ainda, a exaustão de sua capacidade de oferta. Em se tratando do meio urbano construído, historicamente consolidado, não é possível interditar todas as atividades, ou dificilmente se encontrariam atividades completamente compatíveis com a perfeita preservação do aquífero, é necessário portanto,

mecanismos legais de preservação e gerenciamento do sistema levando em consideração toda a dinâmica viva dos centros urbanos.

Para tanto, o conceito de Segurança Hídrica, mesmo não tão recente, com origem e registros datados da década de 90 (CASTRO, 2021, p. 68), chega e toma maior força na atualidade mais precisamente em 2013 com o relatório da ONU “*Water Security and the Global Water Agenda*” que, segundo diversas publicações, desenvolve um conceito funcional (UNU-INWEH, 2013):

A Segurança Hídrica é definida aqui como a capacidade de uma população para salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar os meios de subsistência, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico, para garantir proteção contra a poluição transmitida pela água e desastres relacionados, e para a preservação dos ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política (UNU-INWEH, 2013, p. 1, tradução nossa).

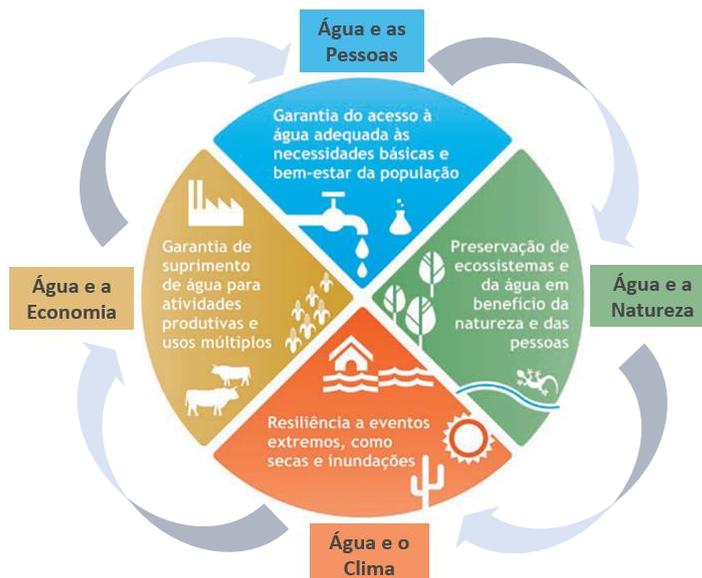
No Brasil, mais recentemente, a temática teve um estímulo, com a efetivação da Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH, desenvolvido pela Agência Nacional de Águas – ANA em 2019, que objetiva fortalecer o planejamento, a execução, a operação e a manutenção da infraestrutura hídrica estratégica para Brasil, fundamentado na essencialidade de se manter a garantia da oferta de água para atendimento às necessidades humanas e às atividades econômicas, bem como para redução dos riscos associados às secas e cheias (ANA, 2019).

Amparado pela conceituação da ONU, o plano aponta que a Segurança Hídrica “existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas” (ANA, 2019). Aponta a necessidade de ações em quatro dimensões prioritárias: Humana, Econômica, Ecológica e Resiliência (Figura 02).

Dentro das perspectivas de análise ecossistêmicas, sinaliza-se a importância da análise da vulnerabilidade de mananciais para abastecimento humano e usos múltiplos, derivada da capacidade de manutenção de um estoque de água para usos naturais e da exposição desse estoque natural a riscos ambientais advindos de fontes poluidoras de esgotos domésticos e rejeitos de mineração (ANA, 2019). A preocupação com a Segurança Hídrica em todo o mundo é crescente e cada vez mais plural, ou seja, extrapola as ações pontuais na proteção do recurso, e acelera a discussão de necessidade de ações integradas e complexas quanto aos centros urbanos:

A segurança hídrica promove a proteção ambiental e a justiça social ao abordar os conflitos e disputas que surgem sobre os recursos hídricos compartilhados. As pessoas estão começando a ver a gestão da água como uma questão intersectorial que inclui água para as pessoas, alimentos, ecossistemas e indústria, e estão olhando para o uso sustentável dos recursos e o futuro que queremos (VAN BEEK; ARRIENS, 2014, tradução nossa).

Figura 02 – Dimensões da Segurança Hídrica - ANA



Fonte: Adaptado de ANA, 2019.

A insegurança da escassez do recurso, da contaminação, das intervenções solitárias e utópicas, do discurso conflituoso de que proteger significa não usar, vai dando lugar à novos desafios e esperanças. A percepção consolidada de que a “a segurança hídrica não deve ser abordada apenas por meio de medidas de engenharia, envolve relações sócio-políticas complexas e incertas nas quais vários atores reorganizam a forma como a água é distribuída, utilizada e transformada” (WANG, 2021). E então, desta lógica de envolvimento das relações, acoplamos mais um termo a expressão, a Segurança Hídrica Urbana, elevando a análise de nível local a uma escala urbana (WANG, 2021).

Alcançar a Segurança Hídrica Urbana é um grande desafio para muitos países. Um balanço que muitas vezes não fecha, não há um entendimento consensual, com uma abordagem holística, com modelos de operacionalização para medir e estruturar concretamente o estado atual e as possibilidades das múltiplas dinâmicas (ABOELNGA et al., 2019). Mas a avaliação do estado atual e as interferências mais críticas, nele imputado, apresentam-se como um ponto de partida para compreensão dos fatores que influenciam sua insegurança (ABOELNGA et al., 2019).

## A CIDADE DE NATAL COMO ESCALA LOCAL

Mesmo com diversos avanços neste assunto nos últimos 20 anos, a gestão integrada do planejamento urbano e dos recursos hídricos esbarra, além dos fatores naturais, sociais e políticos, na compatibilização de limites físicos das bacias com as divisões políticas e administrativas e as unidades de planejamento urbano estabelecidas, ou seja, as bacias - antes de se constituírem em uma unidade de planejamento – recebem interferências da expansão das cidades, através de formas, processo e dinâmicas que ocupam este solo, provocando uma incompatibilidade entre a lógica de produção espacial (formal e informal,

privada ou pública) e a necessária proteção ambiental. E ainda recebe o agravante, do fato que, divisores de águas subterrâneas não são coincidentes com os divisores de águas superficiais o que dificulta ainda mais a gestão (TUCCI et al., 2001).

Entre as diversas escalas de intervenção do Planejamento Urbano, insurge - há tempos - a necessidade de compatibilização das matrizes do Urbano e do Ambiental, de modo articulado. Contudo, apesar dos avanços legais, a efetividade dessas políticas de ajuste socioambiental é fragilizada pela pressão da ocupação residencial, comercial e industrial nas cidades brasileiras.

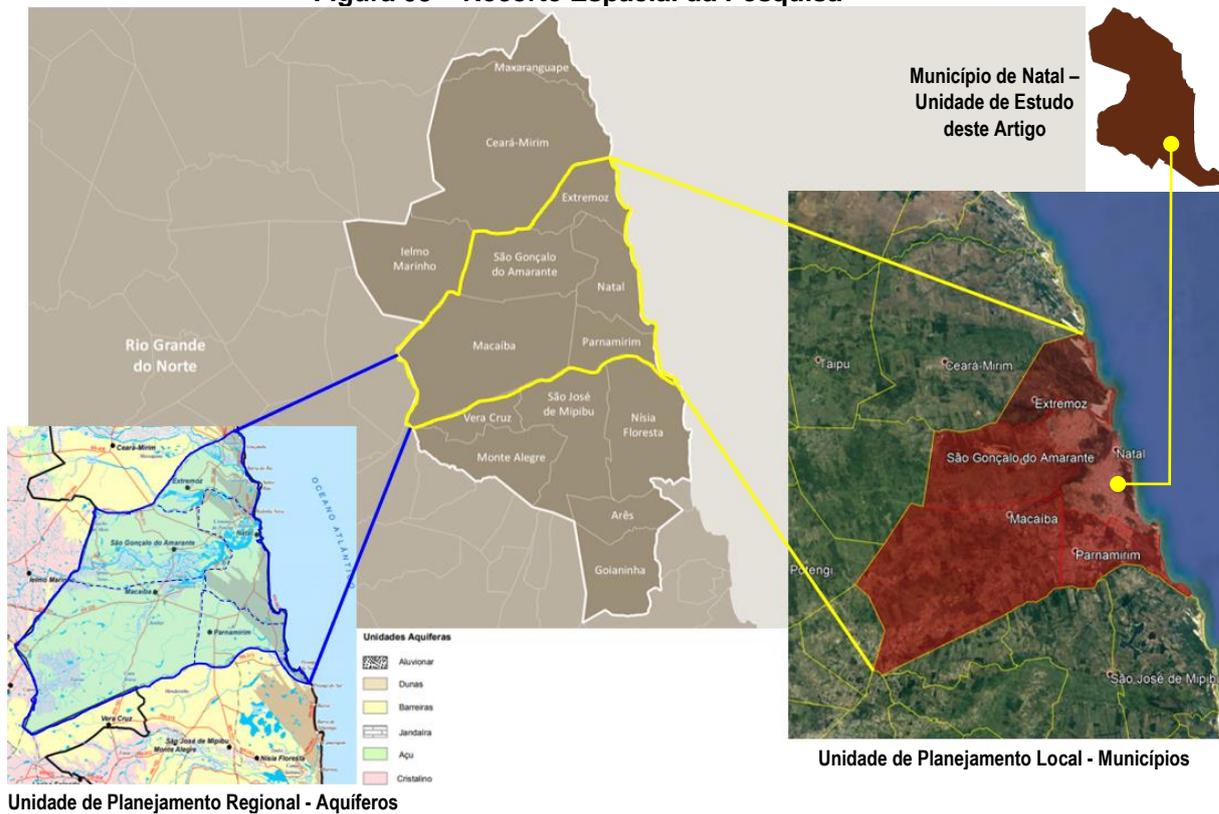
Emerge a condição de proteção, por parte da legislação local, de matas, dunas, reservas ambientais, mananciais hídricos, bacias e águas subterrâneas. Destaca-se no desenvolvimento do trabalho de tese a visão da proteção geral do aquífero, partindo da identificação das áreas mais suscetíveis de contaminação, a avaliação das interferências mais críticas e os possíveis cenários que possam acentuar a contaminação do aquífero. Para este artigo, enfatiza-se as primeiras impressões acerca da construção desta proposta, ao iniciar a investigação das possibilidades de articulação entre o planejamento urbano e a proteção dos mananciais subterrâneos a partir da análise da segurança hídrica urbana na Região Metropolitana Funcional da cidade de Natal/RN.

A área onde se localiza a cidade de Natal é contemplada por grandes reservas de águas subterrâneas pertencentes ao aquífero Dunas/Barreiras. Grande parte de sua reserva, é utilizada para suprir a demanda de abastecimento de água da população e demais usos industriais. A ocupação urbana em Natal e nas cidades limítrofes, associada às fragilidades e ineficiências, ou até a inexistência de esgotamento sanitário e drenagem adequada, desencadeou um aporte de carga contaminante originária, principalmente, de fossas e sumidouros domésticos em direção às águas do aquífero (NÓBREGA; SANTOS; ARAÚJO, 2006). Temática já apontada na década de 90 sobre a poluição por nitrato nas águas subterrâneas do município de Natal (MELO; FIGUEREDO, 1990) e ainda consolidada na atualidade, como as apontadas por Peixoto (2020).

O trabalho pretende expandir a análise ao recorte espacial da região Metropolitana Funcional de Natal/RN que compreendem os municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Extremoz, uma vez que, como mencionado anteriormente, as ações de conservação devem e precisam ser integradas na escala intrarregional a fim de garantir a abrangência adequada e eficaz de suas realizações. A unidade de Planejamento Regional (delimitada pelas características hidrogeológicas das águas subterrâneas) e da unidade de Planejamento Local (delimitadas pelos Municípios), apresentam-se com limites geográficos e naturais distintos e regulações do uso do solo, peculiares as suas localidades. Neste artigo são feitas colocações prévias acerca do município de Natal. Como trata-se de uma abordagem introdutória ao tema e a região em análise, as percepções aqui atribuídas, já indicam algumas fragilidades preocupantes na cidade de Natal quanto a preservação dos recursos subterrâneos, etapa de diagnóstico. Na etapa de prognóstico será imprescindível a contemplação de todo o recorte espacial. Na Figura 03, pode-se observar as variações das escalas de análise a nível espacial.

Muitas das análises de poluição das águas subterrâneas por nitrato são análise pontuais, ou seja, a partir da coleta da água em poços de observação e realização de análise físico-química da água coletada e de uma determinada área de estudo, muitas vezes limitadas, já que o comportamento dos caminhos dos fluxos subterrâneos e sua capacidade de autodepuração são calculados por meio de modelos matemáticos que simulam os diversos comportamentos. Alguns destes estudos, atribuíram a contaminação a má confecção, construção e manutenção dos poços de captações, os quais transferiram as amostras coletadas o poluente encontrado (CAERN, 1998; CARVALHO JÚNIOR, 2001; CASTRO 2000; VASCONCELOS, 2002), entre outros trabalhos. Mas a contaminação se daria apenas e através do contato dos poços de captação com o agente contaminante? Não apenas, outros aspectos precisam ser levados em consideração já que, nem o contaminante, nem a dinâmica subterrânea são componentes estáticos, eles são ativos e caminham, se modificam e atuam conforme as circunstâncias que os cercam.

**Figura 03 – Recorte Espacial da Pesquisa**



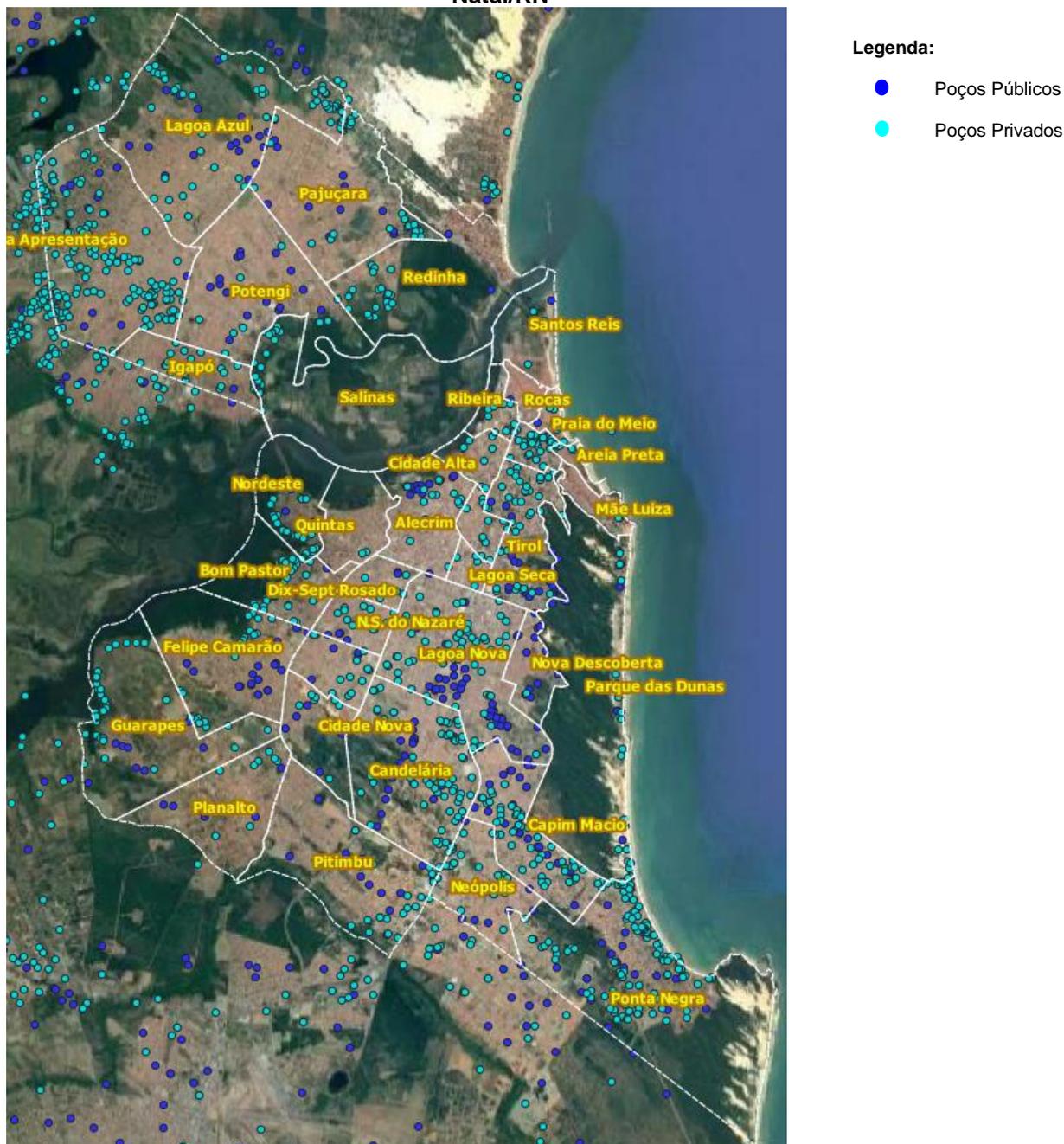
Fonte: Adaptado de ANA, 2012; IBGE, 2016; Google Earth, 2021.

É preciso ponderar as sinalizações pontuais, e compreender que abaixo da superfície, e conectada a ela, existe um fluxo que caminha em diversas direções (Figura 04), com velocidades variadas, com o incremento de falhas em redes coletoras de esgoto inexistentes ou deficientes, com ligações pluviais clandestinas, com perfurações de poços privados (onde sua outorga consiste basicamente na indicação quantitativa de retirada do recurso, ou seja, quanto vou retirar e, sua permissão, condicionada à capacidade de fornecimento pelo aquífero), poços perfurados de forma clandestinas, má execução de fossas e



das Agência Nacional de Águas – ANA, Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Natal em 2012.

**Figura 05 – Espacialização dos poços de captação, públicos e privados na região de Natal/RN**



Fonte: Banco de Dados da Agência Nacional de Águas – ANA, 2012. Elaboração Própria.

Levando em consideração os dados medidos de Nitrato (NO<sub>3</sub>) em mg/l nos relatórios dos Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Natal feito pela ANA em 2012, pode-se perceber uma evidência maior nos bairros de Candelária, Capim Macio e Lagoa Nova. Foram detectados índices de 43,52 mg/l em Lagoa Nova, 38,36 mg/l em Candelária e ainda 88,60 mg/l no Alecrim, onde pela Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão

de potabilidade, determina para o nitrato, substâncias químicas que representa risco à saúde, o máximo de 10 mg/l. Na Figura 06 é possível verificar as manchas de maiores concentrações de nitrato a partir da coleta realizada em poços de observação.

**Figura 06 – Concentrações de Nitrato a partir dos poços de observações na região de Natal/RN**



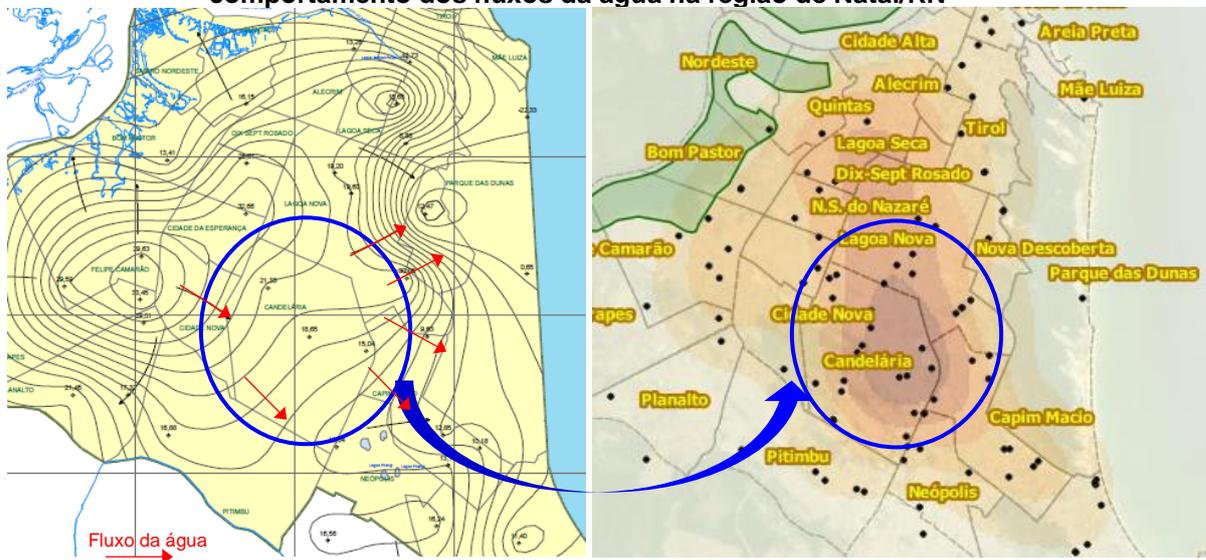
Fonte: Banco de Dados da Agência Nacional de Águas – ANA, 2012. Elaboração Própria.

Se observarmos a Figura 04 do Mapa de Curvas Isopotenciométricas das águas subterrâneas e o 06 da Concentrações de Nitrato a partir dos poços de observações, que resultaram a Figura 07, percebe-se, de forma evidentemente ainda primária, a tendência dos caminhos das águas a partir do bairro de Candelária e encontrar algumas tendências de flutuação dos contaminantes. Seja advindo de outros bairros como Cidade Nova e Cidade da Esperança, como também um direcionamento de fluxo dos bairros de Candelária ao Capim Macio e Lagoa Nova a Nova Descoberta (Figura 7). Obviamente que nem todos os fatores necessários a perfeita caracterização do caminho da contaminação está sendo considerado, nem a sua origem. Mas nesta análise prévia, já se apresentam condições que poderiam ser levadas em consideração, quando por

exemplo, se aspira, a partir da revisão de um plano diretor, o aumento do potencial construtivo em alguns bairros da cidade, a mudança do aumento da possibilidade de construir vinculado à capacidade das Bacias de Esgotamento Sanitário da Cidade (e estas bacias não possuem a mesma delimitação de um Bairro), como também, geralmente não possuem sistemas de esgotamentos sanitários (MPRN, 2021). Conforme Atlas Esgotos, 2017 elaborado pela ANA (ANA, 2017), “a geração de esgotos na área urbana está diretamente associada à população”. Quando acomodamos na mesma localidade um número maior de indivíduos, é compreensível que as contribuições a eles relacionadas, se adequem proporcionalmente. Ocorrendo desbalanceamento nesta equivalência, mais consumo de água, mais geração de esgoto, mais unidades autônomas de captação de água, mais sistemas de tratamentos de efluentes domésticos (fossas e sumidouros), sem as devidas adequações, apenas será acentuado o potencial risco de contaminação das águas subterrâneas.

Fato amostral que está em andamento na cidade de Natal com a revisão do plano diretor. Ou seja, coloca-se as dimensões da Segurança Hídrica Urbana em insegurança, pelo simples fato da supressão de análises integradas entre o recurso natural, seu comportamento orgânico, e sua relação com as interferências de caráter urbanísticos.

**Figura 07 – Disseminação de cargas contaminantes a partir da observação do comportamento dos fluxos da água na região de Natal/RN**



Fonte: Dados do SERHID, 2007; ANA, 2012. Elaboração Própria.

A Segurança Hídrica das cidades norteia sua sustentação principal no equilíbrio da disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas. Uma vez que grande parte das águas utilizadas para atendimento humano na cidade de Natal são provenientes do subsolo, ações de integração são, não apenas recomendadas, como também obrigatórias para salvaguardar a continuidade de utilização destes recursos, não apenas em Natal, mas nos centros urbanos que descolam a gestão do natural com o urbano. As políticas e legislações ambientais existem, as competências Federais e Estaduais também existem, mas falta a conexão entre elas e a participação do município que efetivamente detém a ocupação e utilização do território.

É preciso parar de avançar no sentido contrário a proteção. Chegará o momento que a degradação das águas e dos recursos hídricos, passará de forma irreversível da escala de proteção para redução de disponibilidade, quando em provisões já concretizadas por especialistas apontam o comprometimento da qualidade da água numa relevante escala, sobretudo nas cidades, sendo situações já observadas em muitas localidades. A proteção não consiste na característica intocável, considerando evidentemente exceções como os casos de áreas de preservação permanente, mas em conciliar de forma segura e planejada o desenvolvimento econômico e social das cidades com a preservação da qualidade do meio ambiente, do equilíbrio ecológico e da preservação da vida, a esperança não pode acabar.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A água constitui um dos principais componentes naturais, sendo de importância fundamental aos seres vivos, mas por que um conhecimento cientificamente comprovado ainda é objeto de desvalorização na sociedade contemporânea? Talvez pela categórica certeza da abundância e segurança de sua disponibilidade.

Mesmo dependendo essencialmente da água para sua vida, a humanidade desenvolveu uma relação fortemente negativa com este elemento natural, resultando na preocupante degradação do mesmo de forma cada vez mais crescente e difusa.

Na atualidade a disponibilidade de água doce e limpa num determinado local, tornou-se insólito e consideravelmente disputado por diferentes interesses, usos e necessidades. A sua proteção é um tema atual e necessário, seja pelo aumento da poluição, escassez ou pela ausência de alternativas que suavizem os grandes desastres anunciados, a integração entre as ações e responsáveis se torna uma perspectiva de solucionar as problemáticas já instaladas e atenuar as implicações futuras.

Neste artigo foi iniciada a discussão acerca da preocupação com acentuação da contaminação das águas subterrâneas nos centros urbanos, ancorado no conceito de Segurança Hídrica e a partir do olhar para o município de Natal/RN, que tem grande parte de suas águas distribuídas a população provenientes do subsolo. Mesmo com uma abordagem introdutória ao tema e a região em análise, as percepções aqui encontradas, já indicaram algumas fragilidades preocupantes na cidade de Natal quanto a preservação dos recursos subterrâneos.

O conceito de Segurança Hídrica busca desenvolver estratégias para infraestrutura hídrica, na busca da garantia de água às necessidades humanas, mas como garantir o suprimento futuro se o atual já está comprometido? A pesquisa tem mostrado que é necessário conhecer as interferências ocorridas na superfície, e isto tem influência, como usos, ocupações e infraestrutura urbana, para compreender a dinâmica subterrânea e assim definir estratégias de preservação e garantia do suprimento. Os planos diretores das cidades são fortes elementos de gestão do solo e precisam incorporar, a sua análise, as interferências que o incremento de ocupação pode ocasionar aos recursos naturais. Para Natal, o estudo aponta fortes concentrações de nitrato em determinados bairros com relação a outros e o fluxo das águas subterrâneas, ou seja, a necessidade de maior investigação de origem e flutuação deste

contaminante, associado à ocupação do solo. Quanto mais ocupado, mais possibilidades de incremento de contaminantes ao aquífero, fato que deve ser ponderado nas ações de políticas públicas.

A proteção do meio ambiente é um dos caminhos para se atingir a Segurança Hídrica nos centros urbanos. Sendo a água um elemento chave sob o aspecto socioeconômico, mais sobretudo necessário a sobrevivência humana, a esperança de sua preservação não pode acabar.

## REFERÊNCIAS

ABOELNGA, H. T. et al. Urban water security: Definition and assessment framework. *Resources*, v. 8, n. 4, p. 1–19, 2019.

ADOBATI, F.; GARDA, E. Soil releasing as key to rethink water spaces in urban planning. *City, Territory and Architecture*, v. 7, n. 1, p. 9, 1 dez. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. BRASIL. Estudos Hidrogeológicos para a Orientação do Manejo Das Águas Subterrâneas Da Região Metropolitana de Natal (RMM). Relatório Final, 2012. 2 v.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. BRASIL - Atlas Esgotos - Despoluição de bacias hidrográficas Brasília - DF. Ministério do Meio Ambiente. Agência nacional de Águas, , 2017. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf)>. Acesso em: 22/11/2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. BRASIL. Plano Nacional de Segurança Hídrica / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019.

BRASIL. Estatuto da Cidade: Lei no 10.257/2001. SENADO FEDERAL, 2008. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf?sequence=6>>. Acesso em: 14/07/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

CARVALHO JÚNIOR. Contaminação das Águas Subterrâneas por Nitrato e sua Relação com a Estrutura Hidrogeológica nos Bairros de Pirangi e Ponta Negra, Natal/RN. 2001.

CASTRO, César Nunes de. Plano Nacional de Segurança Hídrica, problemas complexos e participação social (Tese de Doutorado), Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2021, 298 p.

CASTRO, Vera Lúcia Lopes de. Águas Subterrâneas no Curso Inferior da Bacia do Rio Doce/RN. Subsídios para um Gerenciamento Integrado (Tese de Doutorado). Programa de Recursos Minerais e Hidrogeologia. Universidade de São Paulo. 2000.

CAERN - COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE. Avaliação dos Riscos de Contaminação e Proteção das Águas Subterrâneas de Natal – Zona Norte. CAERN, 1998.

FOSTER, S. et al. Groundwater quality protection : a guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies. The Word B ed. Washington USA: 2002.

FOSTER, S. et al. Proteccion de la Calidad del Agua Subterranea. [s.l.] Guia para Empresas de Água. Banco Mundial, 2003.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. Groundwater pollution risk assessment; a methodology using available data. p. 86, 1988.

KUMAR, R. The impacts of urbanization on groundwater systems and recharge. Aquamundi, v. 4, n. may, p. 51–56, 2019.

MACHADO, L.; BUENO, D. M. Reflexões sobre o futuro da sustentabilidade urbana com base em um enfoque socioambiental. Reflexões sobre o futuro da sustentabilidade urbana com base em um enfoque socioambiental, v. 1, n. 19, p. 99–121, 2008.

MELO, J. G.; FIGUEREDO, E. M. Comportamento hidráulico e vulnerabilidade do sistema aquífero Dunas/ Barreiras à poluição na área de Natal (RN). Revista Águas Subterrâneas, v. 13, n. 1, p. 98–110, 9 dez. 1990.

MENDONÇA, F. A. Impactos Socioambientais Urbanos. [s.l.] 2004, 2004.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO RIO GRANDE DO NORTE – MPRN. Análise do Ministério Público sobre as propostas de alteração do Plano Diretor da cidade de Natal - Lei Complementar 082/2007. Apresentação na Audiência Pública. Câmara Municipal de Natal. 2021.

MOREIRA, M. M.; SOUZA, N. M. DE; LUCAS FILHO, M. VULNERABILITY OF GROUNDWATER RESOURCES MAP OF THE CITY OF NATAL, BRAZIL: IMPLEMENTATION OF AN URBAN PLANNING ORIENTATION SYSTEM. Engineering Geology for Developing Countries -, p. 16–20, 2002.

MOREIRA. M. M.; SOUZA. N. M. de; CUELLAR. M. D. Z.; ARRAES. K. A. Carta Geotécnica de Suscetibilidade a Processos Geológicos e Risco Potencial a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações na Área Urbana de Natal-RN. In: XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2016.

MOURA, Micaella Raíssa Falcão; SANTOS, Francine Modesto dos; GALVÃO, Carlos de Oliveira; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima; SILVA, Simone. Segurança e vulnerabilidade hídrica: evoluções conceituais à luz da gestão integrada e sustentável. **Revista Ciência e Trópico**, v.44, n.1, 119-141. DOI: [https://doi.org/10.33148/cetropi-cov44n1\(2020\)art6](https://doi.org/10.33148/cetropi-cov44n1(2020)art6) Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/1913/pdf>. acessado em 19/11/2021.

NÓBREGA, M. M. S. DA; SANTOS, J. P. DOS; ARAÚJO, A. L. C. Qualidade das águas Subterrâneas na Grande Natal: o alcance da contaminação por nitrato nas águas minerais. I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, p. 11, 2006.

ONU. Nova Agenda Urbana - Habitat III. Quito: Organização das Nações Unidas, 2016. Disponível em <https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese-Brazil.pdf> acessado em 09/11/2021.

PARIS, C.; BARILARI, A.; QUIROZ, M. Groundwater for Sustainable Development Groundwater contamination from point sources . A hazard index to protect water supply wells in intermediate cities. Groundwater for Sustainable Development, v. 10, n. November 2019, p. 11, 2020.

PEIXOTO, S. Risco de contaminação da água subterrânea em uma sub-bacia urbana. Mercator, v. 19, p. 1–20, 2020.

QUEIROZ, Marcelo Augusto; CABRAL, Natalina Maria Tinôco; RIGHETTTO, Antonio Marozzi. Nitrate behavior in Dunas/Barreiras aquifer wells in Dunas and Planalto exploitations, Natal, RN, Brazil. Eng Sanit Ambient | v.14 n.3 | jul/set 2009 | 299-306.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço. 4ª Ed. São Paulo: Edusp. 2006.

SANTOS, Milton. Por uma Geografia Nova. São Paulo, Hucitec, 1978.

SEMARH. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS -. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Relatório Final do Estudos Hidrogeológicos para a Orientação do Manejo das Águas Subterrâneas do Litoral Norte à Região Metropolitana de Natal (Bloco Litoral Norte). Volume 1, 2012. 332 p.

SERHID - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Relatório Final de Cadastramento e nivelamento de poços do Aquífero Barreiras no município do Natal (RN). Rio Grande do Norte, 2007. 2 v.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. DE M. C. Gestão da Água no Brasil. UNESCO ed. Brasília - DF: Edições Unesco, 2001.  
UNU-INWEH. Water Security & the Global Water Agenda. The UN-Water analytical brief. 2013. v. 53

VAN BEEK, E.; ARRIENS, W. L. Water Security : Putting the Concept into Practice. 2014.

VASCONCELOS, Nelson Silveira. O avanço da contaminação por nitrato nas águas subterrâneas da zona sul de Natal/RN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.

WANG, R. Y.; DAI, L. Hong Kong's water security: a governance perspective. International Journal of Water Resources Development, v. 37, n. 1, p. 48–66, 2021.

ZHOURI, Andrea; LASCHEFSKI, Klemens; PEREIRA, Doralice Barros (Org.). Introdução: desenvolvimento, sustentabilidade e conflitos socioambientais. *A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais*. Belo Horizonte: Ed.Autêntica, 2005. 288 p.