

# EVOLUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE URÂNIA/SP

Carlos Gil<sup>1</sup>; Rafael Terada<sup>2</sup>; Ricardo Hirata<sup>3</sup>; Paulo Galvão<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CEPAS|USP. Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas, Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562. São Paulo (SP). [carlos.henrique.marques@usp.br](mailto:carlos.henrique.marques@usp.br); <sup>2</sup> [rafael.terada@usp.br](mailto:rafael.terada@usp.br); <sup>3</sup> [rhirata@usp.br](mailto:rhirata@usp.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG). [hidropaulo@gmail.com](mailto:hidropaulo@gmail.com)

**Palavras-Chave:** Geoquímica urbana; Nitrato; Água subterrânea

## INTRODUÇÃO

Na área urbana do município de Urânia, região noroeste do Estado de São Paulo, foram detectadas concentrações de nitrato acima do padrão de potabilidade (10 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) nas águas dos poços tubulares e cacimbas que exploram o Aquífero Adamantina (Sistema Aquífero Bauru) (Cagnon 2003, Varnier 2007, Varnier et al. 2017). A contaminação por nitrato em aquíferos é um problema muitas vezes negligenciado pelas autoridades públicas, mas seus impactos na sociedade podem ser graves, incluindo câncer e metahemoglobinemia.

A fonte de contaminação se deve ao processo de urbanização, que se iniciou sem instalação de rede de esgoto, cujos efluentes eram lançados em fossas negras até meados da década de 1970, quando foram implantadas redes coletoras de esgoto, levando a gradativa desativação das fossas.

Atualmente, a rede coletora de esgoto cobre quase a totalidade da cidade, porém, a contaminação por nitrato persiste, o que indica que, mesmo que fossas negras desativadas continuem a gerar nitrato por alguns anos (Varnier 2007, Varnier et al. 2017), vazamentos da rede de esgoto são a sua principal fonte de contaminação.

Modelagens matemáticas elaboradas por Bernice (2010) demonstraram que, mantendo uma carga constante de 100 mg/L NO<sub>3</sub> em toda a zona urbana por 10 anos (cenário que se assemelha à desativação de fossas negras), as concentrações de nitrato somente estariam abaixo do limite de potabilidade em 40 anos e, para a porção rasa (até 30 m), em 20 anos, considerando somente os mecanismos de transporte por advecção e dispersão. Assim, comprova-se que, embora possa existir aportes de fossas negras antigas abandonadas, a contribuição da rede de coleta de esgoto deve ser a preponderante.

O objetivo deste trabalho é relacionar o processo de urbanização do município de Urânia e a evolução histórica do nitrato nas águas subterrâneas.

Este trabalho faz parte de um projeto maior, o GeoUrb, que conta com apoio da CNPq (Processo 422501/2016-6), que pretende entender como a ocupação urbana e sua infraestrutura é capaz de modificar os fluxos de água e a geoquímica de nutrientes e assim avaliar a vulnerabilidade de aquíferos à contaminação.

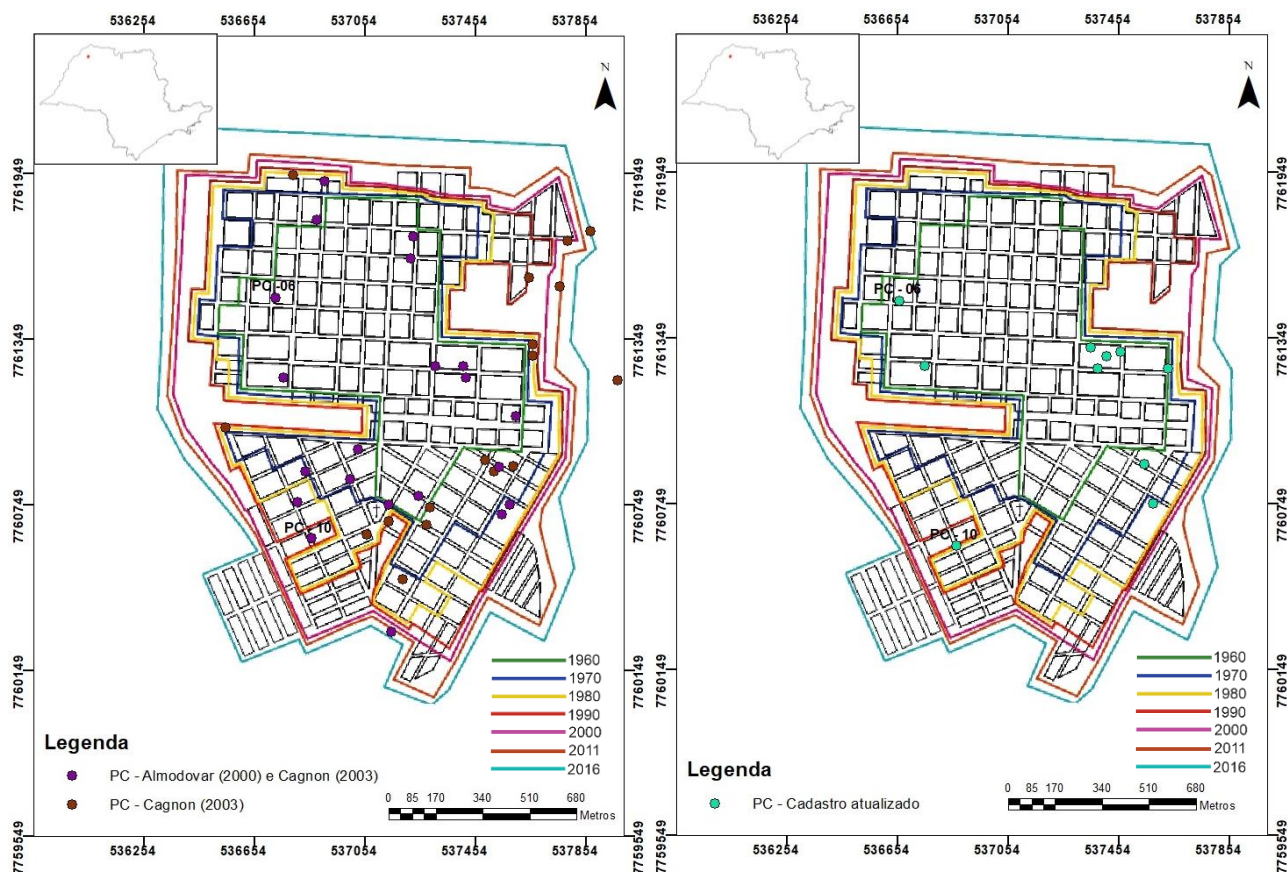
## MÉTODOS

Este trabalho partiu do levantamento das análises químicas de poços cacimbas e tubulares efetuadas em pesquisas anteriores. O cadastro de poços realizados por Almodovar (2000) e Cagnon (2003), totalizando 35 poços tubulares e 48 poços cacimbas, foi atualizado durante a campanha de campo realizada em maio/2018. Muitos dos poços foram tamponados, principalmente cacimbas, por conta da construção de novas moradias e distribuição de água da SABESP, contabilizando-se, no momento (2018), um registro de 25 poços tubulares e 10 cacimbas. Foram priorizados os poços que já dispunham de histórico de análises químicas e todos foram organizados em ambiente GIS, com a utilização do software ArcGIS 10.2.

Além disso, o mapa da malha urbana, obtido com a Prefeitura de Urânia, foi georreferenciado, assim como foram obtidos mapas topográficos, hidrogeológicos e geológicos junto a instituições públicas.

## RESULTADOS

A área de estudo já dispõe de uma larga base de dados de estudo anteriores, permitindo que este trabalho, ainda em andamento, apresente algumas compilações. Os mapas de expansão da malha urbana (Fig. 1), junto com o anterior cadastro de poços cacimbas (PC) dos anos 2000 e o novo cadastro efetuado em 2018, ilustram a evolução da cidade e a diminuição desses poços ao longo do tempo.



**Fig. 1** - Expansão da malha urbana com cadastro de poços cacimbas de trabalhos anteriores (à esquerda) e o cadastro atualizado (à direita); localização de Urânia no Estado de São Paulo (ponto em vermelho no retângulo superior esquerdo dos mapas).

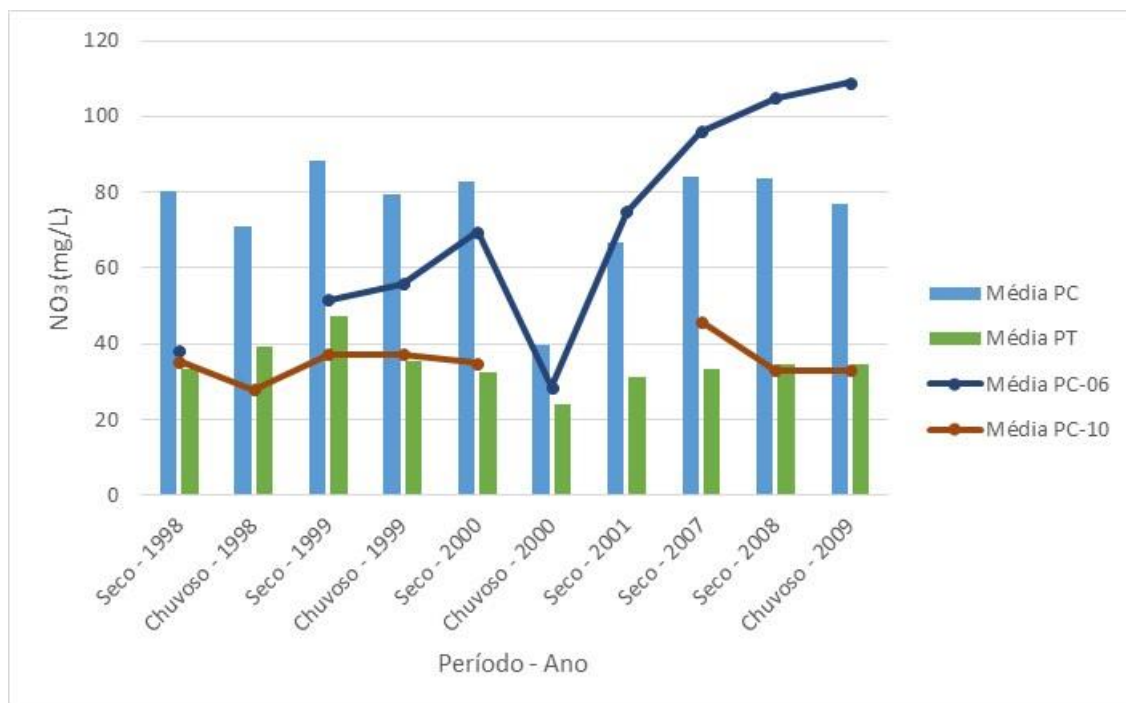
As áreas em verde e azul escuro são as regiões mais antigas do município e concentram a maior parte da contaminação. Isso se deve ao processo histórico de urbanização, com uso comum de fossas negras para despejo de efluentes domésticos inicialmente e vazamentos da rede de esgoto implantada primeiramente nessas áreas a partir da década de 1970. A porção nordeste da cidade era a que apresentava a maior densidade de fossas negras (48 fossas/km<sup>2</sup>) (Cagnon 2003).

Os poços cacimbas são rasos (até 20 m de profundidade) e captam águas da zona superficial (área de recarga). A porção rasa do aquífero se encontra extensivamente contaminada por nitrato, havendo diminuição das concentrações em direção a profundidades maiores, representada por poços tubulares (profundidades de até 100 m).

Os poços PC-06 e PC-10 estão representados nos mapas por conta de apresentarem o histórico mais completo de análises químicas ao longo dos anos de estudo da área, permitindo o contínuo monitoramento das concentrações de nitrato.

A comparação entre as médias de concentração de nitrato nos períodos secos (abril/outubro) e chuvosos (novembro/março) em poços cacimbas (PC) e tubulares (PT) (Fig. 2) ilustra como as concentrações de nitrato se modificaram com a profundidade, passando de médias de 70-80 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup> para 30-40 mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, além disso, é possível notar a diluição do contaminante nos períodos de chuva, constatado principalmente na porção rasa.

A comparação entre os poços PC-06 (localizado na área mais antiga da zona urbana) e PC-10 (localizado em loteamento do ano de 1990) demonstra um contraste de concentrações, mais acentuada na porção mais antiga da cidade devido ao antigo saneamento in situ, mas principalmente por conta da rede coletora de esgoto mais velha e possivelmente sem manutenção, evidenciando a persistência do contaminante mesmo com o passar dos anos.



**Fig. 2** - Médias de nitrato nos períodos de seca e chuva em poços cacimbas (PC) e tubulares (PT).

## CONCLUSÕES

A área de estudo se encontra extensivamente contaminada por nitrato, atingindo principalmente a parte rasa do Aquífero Adamantina (até 20 m), mas ainda presente em profundidades maiores (até 100 m). A queda acentuada das concentrações de nitrato dos poços cacimbas para os tubulares reforça a origem antrópica e superficial da contaminação.

A persistência do contaminante se deve ao antigo sistema de fossas negras e à contribuição de vazamentos da rede de esgoto. Com a extensão da rede coletora de esgoto e a gradativa desativação das fossas na zona urbana, os vazamentos da rede de esgoto se tornam cada vez mais importantes como fonte principal de contaminação na área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almodovar, M. L. N. A Origem natural da poluição por cromo no aquífero Adamantina, Município de Urânia (SP). 2000. 199f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Bernice, A. M. Evolução da contaminação por nitrato em aquíferos urbanos: estudo de caso em Urânia (SP). 2010. 127f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Cagnon, F. A. Origem e hidroquímica do nitrato nas águas subterrâneas do aquífero Adamantina em Urânia, SP. 2003. 148f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Maldaner, C. H. Recarga de aquífero em área urbana: estudo de caso de Urânia (SP). 2010. 101f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Varnier, C. L. Avaliação da contaminação de uma fossa negra desativada na zona não-saturada do aquífero Adamantina em Urânia (SP). 2007. 144f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Varnier, C; Hirata, R; Aravena, R. Examining nitrogen dynamics in the unsaturated zone under an inactive cesspit using chemical tracers and environmental isotopes. *Applied geochemistry*, v. 78, p. 129-138, 2017.