

# ANÁLISE DA DINÂMICA MULTITEMPORAL DOS CURSOS HÍDRICOS DAS SUB-BACIAS ÁGUA QUENTE E ÁGUA FRIA, SÃO CARLOS-SP

Geisy Candido da Silva <sup>1</sup>, José Eduardo Zaine <sup>2</sup>, Denise Balestrero Menezes <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP. Avenida 24A, 1515. Rio Claro (SP). E-mail: [silva\\_geisi@yahoo.com.br](mailto:silva_geisi@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP. Avenida 24A, 1515. Rio Claro (SP). E-mail: [jezaine@rc.unesp.br](mailto:jezaine@rc.unesp.br).

<sup>3</sup> Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Rodovia Washington Luís, s/n. São Carlos (SP). E-mail: [denisebm@ufscar.br](mailto:denisebm@ufscar.br).

**Palavras-Chave:** expansão urbana; degradação de nascentes; águas subterrâneas.

## INTRODUÇÃO

As forças motrizes que mais influenciam e determinam o dinamismo intrínseco das paisagens estão relacionadas as mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo, em particular as impostas pelos intensos processos de expansão urbana ocorridos a partir da segunda metade do século XX, apresentando diferentes dimensões e modelos de país para país (SILVA et al., 2012).

No Brasil, a partir de 1950 o principal vetor de desenvolvimento urbano esteve pautado no controle da natureza, utilizando-se de técnicas e obras da engenharia para solucionar os problemas decorrentes da urbanização e das pressões antrópicas nos córregos e rios, que passaram desde então a percorrer as áreas urbanas.

Essas alterações são incompatíveis com o caráter sistêmico das bacias hidrográficas e seu ciclo hidrogeológico, criando outros problemas urbanos, posto que, impermeabilização dos fundos de vales, retificação e canalização, perturbam drasticamente os processos naturais, influenciando diretamente na disponibilidade da água (LIMA, 2017).

Neste contexto, entende-se que nascentes são afloramentos do lençol freático que originam fontes de água ou cursos d'água. A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada em cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia.

As nascentes localizam-se em encostas, depressões do terreno e/ou no nível de base representado pelo curso d'água local; podem ser perenes que são de fluxo contínuo, temporárias com fluxo apenas na estação chuvosa, e efêmeras que surgem durante a chuva e permanecem por apenas alguns dias ou horas.

Portanto, as águas superficiais e subterrâneas estão gradativamente comprometidas pelas pressões antrópicas de expansão urbana, e por constituir um bem de primeira necessidade, escasso e finito, é necessário desenvolver mecanismos de gestão e conservação capazes de gerenciar as múltiplas necessidades humanas.

Com vistas a esta temática, este estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica das nascentes localizadas nas sub-bacia Água Quente e Água Fria, São Carlos (SP), frente ao processo de urbanização.

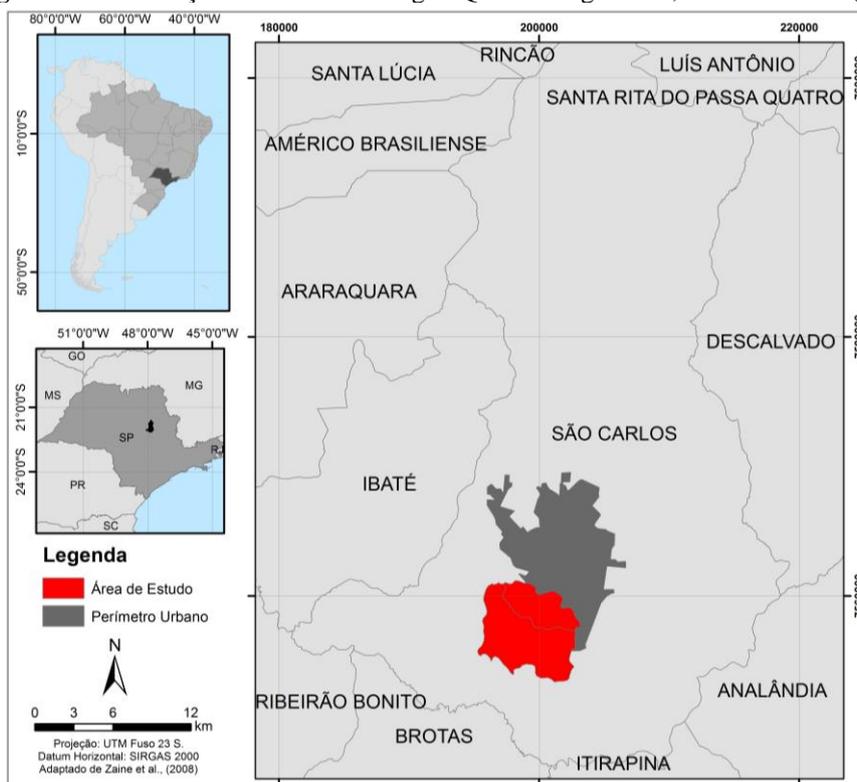
## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A sub-bacia Água Quente está localizada na porção sudoeste da área urbana do município de São Carlos-SP, na região central do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 47°30' e 48°30' de longitude oeste, possui 12,97km<sup>2</sup>. A área encontra-se praticamente toda urbanizada (FIGURA 1) (GOMES; DANTAS-FERREIRA, 2012). Já o Córrego Água Fria encontra-se em área de transição entre a zona periurbana e zona rural.

A urbanização acelerada e desconexa com os aspectos geoambientais, fez com que área desenvolva-se degradações e inúmeros problemas ambientais, como por exemplo, erosão, assoreamento dos corpos hídricos, impermeabilização do solo, déficit de recarga de unidades aquíferas e contaminação (PONS, 2004).

O domínio fitogeográfico é o do Cerrado, apresentando diversos fragmentos primários de cerradão (fisionomia florestal de Cerrado), mata ciliar, várzeas e fragmentos secundários em diversos estágios de regeneração, representando obstáculos para a conservação dos remanescentes nativos, uma vez que a paisagem é bastante fragmentada (SOARES, 2003).

**Figura 1** - Localização das sub-bacias Água Quente e Água Fria, em São Carlos (SP).



Segundo a classificação de Köppen, o clima apresenta-se como o temperado úmido, com inverno seco e verão quente (Cwa), caracterizando duas estações bem definidas, uma seca de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março, com precipitação média anual de 1.422,8mm, temperatura média anual de 21,2°C, com mínima média de 15,3°C e máxima de 27°C (CEPAGRI, 2018).

A área é representada pelas formações geológicas Botucatu (Grupo São Bento), localizado na parte abaixo das cuestas; Serra Geral (Grupo Bento), na estreita região das cuestas, onde ocorre a quebra do relevo (encostas); Formação Itaqueri (Grupo Bauru), localizada no reverso das cuestas, onde encontram-se a maior parcela dos núcleos urbanos da cidades, além de formações superficiais (PONS, 2004).

## MATERIAIS E MÉTODOS

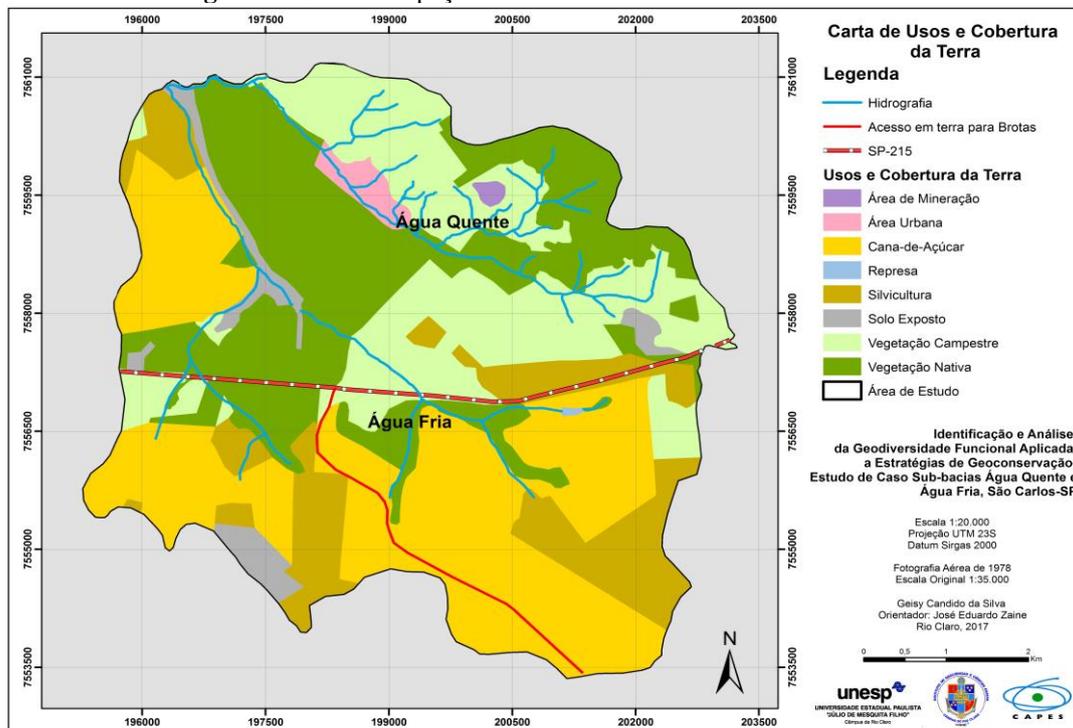
Para avaliar a dinâmica das nascentes nas sub-bacias, os cursos d'água foram digitalizados utilizando o software ArcGis v10.4, no qual inseriu-se a carta topográfica SF-23-Y-A-I-1-NO-B (IGC, 1979), obtendo-se o cenário mais conservado dos cursos hídricos do Córrego.

Posteriormente, realizou-se observações in situ e a carta temática dos cursos d'água foi atualizada, obtendo-se um novo cenário para o ano de 2017, o qual mostra as alterações sofridas no período de quase 40 anos. Concomitantemente, elaborou-se uma carta de usos e ocupações do solo para os anos de 1979 e 2017, para observar as influências dos avanços antrópicos na degradação dos recursos hídricos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As sub-bacias representam um cenário nítido de transição dos usos agrícolas para os usos urbanos, sendo o Córrego Água Quente o mais modificado nos últimos anos, recebendo a implantação de diversos usos e ocupações do solo, além do desaparecimento de algumas nascentes na parte norte e nordeste da micro bacia (FIGURA 2 e 3).

**Figura 2 - Usos e ocupações do solo do ano de 1979 das sub-bacias.**



A carta temática dos usos e cobertura da terra digitalizada para o ano de 1979 mostra que a área possuía pouca extensão de área urbana (1,2%), tendo como uso mais expressivo o cultivo de cana-de-açúcar (31,8%) e a silvicultura (12,8%).

A ocupação das sub-bacias pela produção agrícola acabou impulsionando os primeiros avanços antrópicos na área degradando a vegetação nativa (22,8%), a qual acabou sendo suprimida e convertida para fins agropecuários (pastagem e cultivos).

Apesar de estas intervenções apresentarem-se bastante invasivas no geoambiente, neste período 28,1% da vegetação nativa encontrava-se em estágio clímax de sucessão ecológica, estando conservadas.

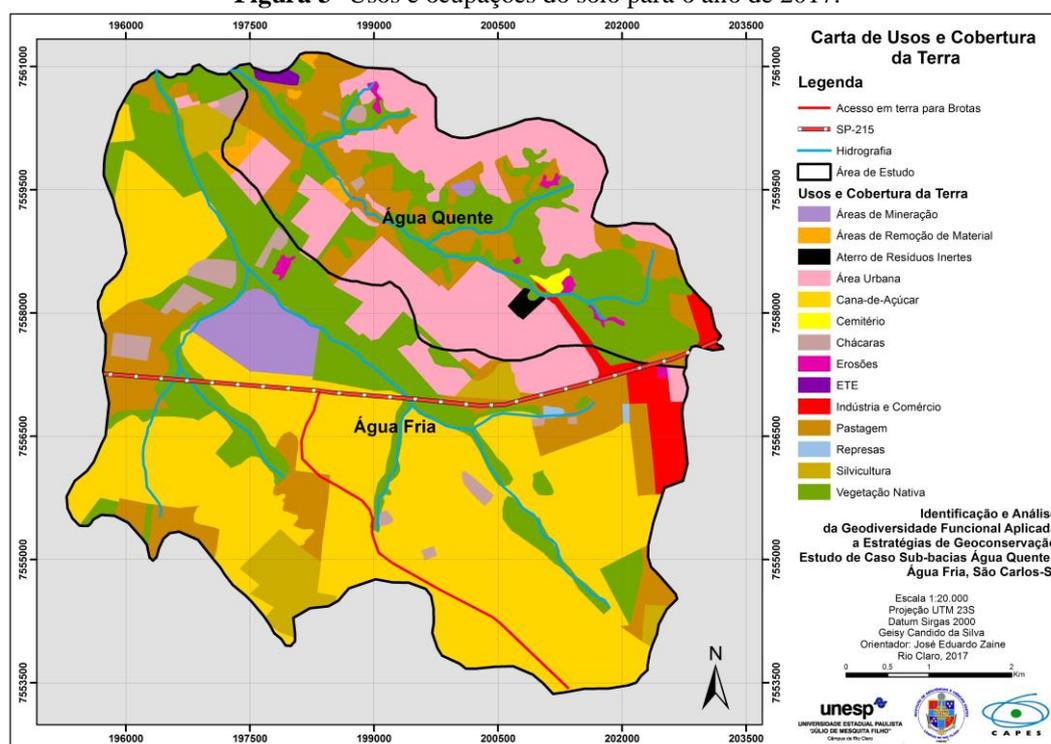
A carta temática de usos e cobertura da terra do ano de 2017 (FIGURA 3) mostra que a área tornou-se um vetor de expansão urbana da cidade de São Carlos-SP, somando 14,9% da extensão das sub-bacias, porém concentrada nos limites da sub-bacia do Córrego Água Quente.

A área classificada como uso misto (2,2%) compreende áreas de indústrias e comércios em geral, as quais possuem em suas atividades substâncias potencialmente contaminantes, diferentes das que poderiam atingir o geoambiente, seja em complexidade dos compostos, seja em quantidade.

Estas intervenções na dinâmica de uso e ocupação do solo resultaram em áreas bastante erodidas (0,4%), e na retirada de materiais para uso de atividades relacionadas ao município abrindo cavas (0,6%) em partes da sub-bacia Água Quente.

Tratando-se do meio agrícola, é importante ressaltar que a presença do cultivo de silvicultura em 2017 (3,3%), é menor do que o observado em 1978, caracterizando melhorias na conservação da geodiversidade funcional da área, posto que esta cultura que necessita de muita absorção de água do subsolo para manter o desenvolvimento.

Figura 3- Usos e ocupações do solo para o ano de 2017.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de expansão urbana desconexo com as características geoambientais, causaram grande degradação nas sub-bacias analisadas, comprometendo a recarga e descarga da água, expondo todo o sistema hidrogeológico. Além disso, é importante salientar que as habitações presentes nas sub-bacias dependem de água subterrânea para abastecimento, com o continua defluxo da água, é possível que os poços de captação tornem-se improdutivos a médio prazo, além de deixar a área gradativamente mais árida retornando as características de deserto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. *Clima dos Municípios Paulistas: São Carlos*. Campinas-SP, 2017.
- IGC – Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo. *Cartas Topográficas*. Escala 1:10.000. São Paulo, 1978.
- GOMES, W; DANTAS-FERREIRA, M. Áreas degradadas na microbacia do Córrego da Água Quente, São Carlos-SP. *IX Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/10/10-469-617.html>. Acesso: Agosto/2016.
- LIMA, M.C.P.B. Processos urbanos em São Carlos, SP: duas bacias hidrográficas, dois momentos. *XVII ENANPUR*. São Paulo, 2017.
- PONS, N.A.D. Levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos-SP, com o auxílio de geoprocessamento. *Tese de doutorado em Geotécnia – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo*. 233f. 2004.
- SILVA, F.B.; MARQUES, T.S.; DELGADO, C. Processos de expansão urbana e mudanças na paisagem: ensaio metodológico (1950-2000). *Revista da Faculdade de Letras, Geografia, Universidade do Porto*. III Série, Volume I, pp 161-183, 2012.
- SOARES, J. J.; SILVA, D. W.; LIMA, M. I. S. (2003). Current State and projection of the probable original vegetation of the São Carlos region of São Paulo State, Brazil. *Braz. J. Biol.*, v. 63, n. 3.