

IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS E COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ

IDENTIFICATION AND MAPPING OF CONTAMINATED AREAS WITH POTENTIAL FOR CONTAMINATION OF WATER RESOURCES IN THE MUNICIPALITY OF JUNDIAÍ

Fernanda Pacheco da Silva¹
Elidiane Aparecida de Oliveira²
Raquel Carnivale Silva Melillo³
Cristiane Ronchi de Oliveira⁴
Felipe Rosafa Gavioli⁵

Resumo

A Serra do Japi é um importante remanescente da Mata Atlântica paulista, cujos ativos ambientais englobam a biodiversidade e a produção de água, com potencial para abastecimento público. O presente estudo avaliou a ocorrência de áreas contaminadas que possam interferir na qualidade da água no Território de Gestão da Serra do Japi, em Jundiaí. Utilizou-se dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, referentes às áreas com águas subterrâneas contaminadas, e do Departamento de Água e Energia Elétrica, referentes aos poços outorgados do município. Através de geoprocessamento, realizou-se a espacialização dos dados e análise das possíveis interferências. Foram identificadas 81 áreas contaminadas e 335 poços outorgados em Jundiaí, sendo que não há áreas contaminadas no entorno da Serra do Japi. A espacialização indicou 103 casos de sobreposições entre as áreas contaminadas e poços nas regiões norte e central do município. Os resultados sugerem que os instrumentos de proteção da Serra do Japi inibem a instalação de fontes poluidoras na região, ao que tais instrumentos podem ser aperfeiçoados. Da existência de poços próximos a áreas contaminadas em demais regiões do município, estes representam um impacto sobre o ambiente e a saúde humana, sendo necessários estudos aprofundados e fiscalização para mitigar o problema.

Palavras-chave: Serra do Japi; gestão ambiental urbana; águas subterrâneas; poços.

Artigo Original: Recebido em 25/09/2020 – Aprovado em 19/10/2020.

¹ Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Padre Anchieta – UNIANCHIETA, Jundiaí, SP, Brasil. e-mail: ferpachecoamb@gmail.com (autora correspondente)

² Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro Universitário Padre Anchieta – UNIANCHIETA, Jundiaí, SP, Brasil. e-mail: elidiane_2803@hotmail.com

³ Doutora em Ambiente e Sociedade, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Docente no Centro Universitário Padre Anchieta – UNIANCHIETA, Jundiaí, SP, Brasil. e-mail: raquel.melillo@anchieta.br

⁴ Doutora em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, campus Sorocaba. Docente no Centro Universitário Padre Anchieta – UNIANCHIETA, Jundiaí, SP, Brasil. e-mail: cristiane.oliveira@anchieta.br

⁵ Doutorando em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, campus Sorocaba. Docente no Centro Universitário Padre Anchieta – UNIANCHIETA, Jundiaí, SP, Brasil. e-mail: felipe.gavioli@anchieta.br

Abstract

The Serra do Japi is an important remnant of the Atlantic Forest of São Paulo, whose environmental assets encompass biodiversity and water production, with potential for public supply. The present study evaluated the occurrence of contaminated areas that may interfere with water quality in the Management Territory of the Serra do Japi, in Jundiaí. Data from the Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, referring to areas with contaminated groundwater, and the Departamento de Água e Energia Elétrica, were used for wells granted in the county. Through geoprocessing, the data were spatialized and analyzed for possible interferences. 81 contaminated areas and 335 wells were identified in Jundiaí, and there are no contaminated areas around the Serra do Japi. Spatialization indicated 103 overlaps between contaminated areas and wells in the north and central regions of the county. The results suggest that the protection instruments of the Serra do Japi inhibit the installation of polluting sources in the region, to which these instruments can be improved. Due to the existence of wells near contaminated areas in other regions of the city, they have an impact on the environment and human health, requiring in-depth studies and monitoring to mitigate the problem.

Keywords: Serra do Japi; urban environmental management; groundwater; wells.

1 Introdução

O maciço montanhoso da Serra do Japi, localizado entre os municípios paulistas de Jundiaí, Pirapora do Bom Jesus, Cajamar e Cabreúva, e formado pelas serras do Japi, Guaxinduva, Guaxatuba e Cristais, abriga as cabeceiras de importantes recursos hídricos utilizados para abastecimento público no interior do Estado de São Paulo, como o Ribeirão Piraí, o Ribeirão Caxambu, o Ribeirão Estiva e o Ribeirão Jundiuvira (SÃO PAULO, 1998), e se caracteriza como um contínuo de áreas naturais, em grande parte recobertas por floresta estacional semi-decidual (CARDOSO-LEITE et al., 2005).

Para viabilizar a proteção das áreas naturais do contínuo, principalmente a região da Serra do Japi que apresenta grande relevância para a manutenção da disponibilidade hídrica para os municípios do entorno, em 1983 o Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico – CONDEPHAAT, pela Resolução 11 de junho de 1983 designou o tombamento da Serra do Japi (SÃO PAULO, 1983), primeiro instrumento legal para a proteção do maciço montanhoso. Em seguida, os municípios de Jundiaí e Cabreúva, que juntos abrigam mais de 90% do território do contínuo montanhoso, foram designados como Área de Proteção Ambiental (APA) pelas Leis Estaduais nº 4.095 e nº 4.023 de 1984 (SÃO PAULO, 1984), regulamentadas mais tarde pelo Decreto 43.284 de

1998 (SÃO PAULO, 1998). Esta regulamentação considerou a região da Serra do Japi como zona de conservação da vida silvestre, que dentre outras disposições traz um regramento proibitivo para a implantação de atividades industriais, minerárias, necrópoles e de tratamento ou disposição de resíduos sólidos nesta zona, conforme artigo 19 do Decreto 43.284/1998.

De modo a aprofundar a proteção da porção jundiائية da Serra do Japi, inaugurada com o tombamento e ampliada com a criação da APA, em 1991 foi criada uma unidade de conservação integral municipal (BRASIL, 2000) a Reserva Biológica da Serra do Japi (JUNDIAÍ, 1991). Formada de mata atlântica, a reserva é uma unidade de conservação ambiental de domínio público, com restrições quanto ao uso caracterizado pela permissão de atividades somente para fins de pesquisa ou objetivo educacional, com o intuito de preservar todas as características naturais que existem na reserva.

Em 2004, surge mais um instrumento de proteção da porção da Serra do Japi inserida no território de Jundiaí. Trata-se da Lei Complementar nº 417 de 29 de dezembro de 2004 (JUNDIAÍ, 2004), que instituiu o Sistema de Proteção de Áreas da Serra do Japi. Constituído como “Território de Gestão da Serra do Japi”, integra a macrozona rural do município de Jundiaí e foi criado com a finalidade de preservar o território e assegurar a gestão participativa das áreas contidas na porção

jundiaense da Serra. Ademais, o Território de Gestão da Serra do Japi cumpre com a função de zona de amortecimento de proteção da Reserva Biológica, conforme previsto no Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Em que pese a existência de todos estes instrumentos de proteção, a Serra do Japi está inserida entre os municípios de São Paulo, Jundiaí e Campinas, em um polo econômico regional e com alto índice de urbanização e industrialização, fato este que contribui para que haja ameaças à preservação do território, seja pela fragmentação de maciços florestais existentes em função das pressões de urbanização, pela expansão de silvicultura comercial, pela abertura de estradas e carregadores de acesso (FENGLER et al., 2012; HARDT et al., 2012), ou ainda pela dispersão dos mais variados poluentes, inclusive com potencial para contaminação de reservas de águas superficiais e subterrâneas.

Este potencial, torna-se ainda mais relevante se considerarmos que o município de Jundiaí apresenta sérios problemas de disponibilidade hídrica superficial (NEVES, 2005). Para suprir a necessidade de abastecimento público municipal, são revertidos 1,2 m³/s do Rio Atibaia, da bacia do Rio Piracicaba, para o Rio Jundiaí-Mirim, na bacia do Rio Jundiaí. Quanto às águas subterrâneas, de acordo com dados coletados no *site* do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (2018), o município de Jundiaí possui 335 poços de captação de água outorgados.

Diante dessas informações e principalmente devido à crise hídrica enfrentada nos últimos anos, torna-se extremamente relevante estudar e mapear as áreas de contaminação do município de Jundiaí que possam apresentar um real impacto sobre as áreas preservadas do Território de Gestão da Serra do Japi, principalmente do ponto de vista da qualidade dos recursos hídricos, tendo em vista que Jundiaí abriga 17.310 hectares da área total da Serra e mantém a porção de melhor estado de preservação (FUNDAÇÃO SERRA DO JAPI, 2017).

Neste contexto, o presente estudo objetivou um levantamento das áreas contaminadas e dos poços outorgados para captação de água subterrânea em Jundiaí, na perspectiva de avaliar o potencial de impacto das áreas contaminadas sobre os recursos

hídricos, em especial no entorno da área protegida da Serra do Japi.

2 Áreas Contaminadas e Seus Impactos na Gestão Ambiental Urbana

A urbanização brasileira, que se intensificou a partir dos anos 1950, ocorreu em grande medida de modo não planejado e desordenado, o que acarretou em problemas socioambientais vivenciados cotidianamente pela população das cidades. Dentre os citados problemas, suas naturezas se relacionam a resíduos sólidos, macrodrenagem e proliferação de vetores, favelização e ocupação de áreas de risco, e poluição ocasionada por emissão por substâncias tóxicas e atividades industriais sem o adequado controle ambiental (MARTINS, 2012). Tratando-se das questões socioambientais vivenciadas pela *urbe* na contemporaneidade, está a gestão de áreas contaminadas.

A origem das áreas contaminadas está relacionada ao desconhecimento, em épocas passadas, de procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas nos processos industriais, bem como para a disposição adequada de resíduos. As emissões de poluentes industriais sem o adequado controle, e a ocorrência de acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias-primas e produtos perigosos, também figuram como focos de contaminação, podendo causar impactos negativos sobre o ambiente e a saúde pública.

No estado de São Paulo, o acompanhamento e a gestão das áreas contaminadas ficam a cargo da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, que desde 2002 divulga anualmente a listagem de áreas contaminadas no Estado. Verifica-se que a evolução do número de áreas cadastradas no estado é crescente, e as atividades potencialmente contaminadoras são: postos de combustível, industriais, resíduos e acidentes, agricultura ou causa desconhecida. A listagem divulgada em dezembro de 2018 apresenta 4.657 áreas contaminadas no estado de São Paulo, nos diferentes estágios de investigação e/ou remediação, sendo que os postos de combustíveis representam 71% e as indústrias

cerca de 19% das áreas contaminadas do estado (CETESB, 2018a).

Os eventos de contaminação podem afetar diferentes meios físicos, tais como solo, águas superficiais, águas subterrâneas e aquíferos, e são caracterizados pelo acúmulo de substâncias tóxicas aos seres humanos e ao meio ambiente. Esses poluentes podem ser transportados a partir dos meios físicos e assim alteram a qualidade natural do local causando impactos à qualidade dos recursos disponíveis (IPT, 2014).

Neste contexto, os eventos de contaminação com potencial de afetar os aquíferos apresentam grande relevância socioambiental, já que a perda de qualidade das águas para consumo humano, advinda da difusão de poluentes, é um dos principais impactos sobre os recursos hídricos subterrâneos, ao lado da superexploração⁶ e da diminuição da recarga do lençol freático⁷ (FEITOSA et al., 1997; BRASIL, 2007). Ademais, a impermeabilização do solo aliada à falta de parques e jardins e de planejamento urbano são agravantes nesse processo, que apresenta como impacto secundário a ocorrência de assoreamento de corpos hídricos superficiais (FLORES et al., 2014).

O risco de um aquífero ser contaminado depende do tipo de contaminante e de suas características hidrogeológicas, e dependendo da substância contaminante, a recuperação da qualidade pode levar vários anos (IPT, 2014). As poluições de solo e de águas subterrâneas geralmente estão relacionadas ao desenvolvimento de atividades antrópicas, tais como: disposição irregular de resíduos sólidos contaminantes, sem as adequadas medidas técnicas de controle ambiental; disposição inadequada de esgotos sanitários; efluentes industriais ou uso de fossas impróprias; aplicação de fertilizantes nitrogenados altamente solúveis e agrotóxicos diversos, sem os devidos cuidados técnicos no contexto de atividades agrícolas; vazamento de substâncias tóxicas e contaminantes associados a processos industriais ou em estabelecimentos de armazenamento e comercialização de produtos potencialmente contaminantes, como no caso de postos de gasolina; poços mal construídos e/ou abandonados, que

acabam por se tornar portas de entrada para substâncias contaminantes do solo e dos aquíferos; entre outros processos (BRASIL, 2007).

A captação de águas subterrâneas para consumo humano através de poços é comum por apresentar inúmeras vantagens como o custo baixo, a facilidade para perfuração do poço e o espaço utilizado. Além disso, quando bem instalados e monitorados, a captação de água subterrânea causa impactos mínimos. O problema geralmente está ligado ao tipo de instalação, à falta de manutenção, revestimentos corroídos e falta de tamponamento quando abandonados, sendo que os descuidos, nesses casos, podem favorecer a ocorrência de uma série de contaminações (BRASIL, 2007). Outro problema circundante e com importância elevada, está relacionado com a localização desses poços em áreas urbanas, quando há rede de esgoto canalizada ou fossas sépticas à montante, existe uma maior probabilidade de vazamentos e infiltrações de fundo, que provocam a contaminação das águas subterrâneas tornando-as impróprias para o consumo (SÃO PAULO, 2009).

Portanto, o monitoramento é de grande relevância e deve ser realizado com frequência, pois a exposição a esses contaminantes causa potencial risco à saúde humana, além disso, o gerenciamento é considerado um grande desafio ambiental, devido às baixas velocidades dos aquíferos subterrâneos o que torna a recuperação da qualidade das águas um processo lento e custoso (IPT, 2014).

Em um ambiente com riqueza de recursos hídricos e grandes aquíferos de relevância social, como Jundiaí, é fundamental realizar estudos de levantamento e acompanhamento das fontes principais de exposição à contaminantes perigosos. Para tanto, dados oficiais como os já citados provenientes do cadastro da CETESB se tornam uma ferramenta útil e confiável.

⁶ Ocorre quando a vazão de água extraída é maior do que a vazão de água que infiltra.

⁷ Fenômeno que ocorre em decorrência do aumento do escoamento superficial das águas pluviais, nas bacias hidrográficas densamente urbanizadas e com solo impermeabilizado.

3 Procedimentos Metodológicos

3.1 Identificação da área de estudo

Jundiaí é um município majoritariamente urbano com um grande centro industrial. Sua densidade demográfica é estimada em 928,90 hab./km² e o grau de urbanização é de 96,88%, com concentração na região central do município (SEADE, 2018). Predomina-se relevo de morros e morrotes, porém, a região está próxima de zona de transição para a depressão periférica, dando à cidade um aspecto irregular cheio de subidas e descidas (JUNDIAÍ, 2018).

A alta taxa de urbanização, por si, já impacta nos três problemas descritos pelo Ministério do Meio Ambiente em relação às águas subterrâneas: a superexploração, a impermeabilização intensa e a poluição (BRASIL, 2007), visto que, reconhecidamente áreas com população mais elevada consomem mais recursos, bem como em áreas urbanas a taxa de impermeabilização é extrema e, por fim, há maior geração de resíduos urbanos e industriais dentro dos centros urbanos.

Ainda sobre o município, é importante ressaltar a existência de áreas de produção agrícola e pecuária, entretanto, a vocação industrial, imobiliária e as empresas do ramo de logística intensificam-se a cada ano, com destaque para o polo industrial viabilizado pela localização estratégica do município entre importantes rodovias que facilitam o fluxo de materiais entre São Paulo, Campinas e Sorocaba (PRADELLA; BUENO, 2017). A vocação e localização da região evidencia o transporte rodoviário, com o aporte de empresas de logística e indústrias, o que adverte para a possibilidade de contaminação de águas subterrâneas por diferentes substâncias como as provenientes do petróleo, inclusive em decorrência de acidentes ambientais.

A crescente e intensa poluição e utilização dos recursos hídricos superficiais aumentam a demanda da exploração das águas subterrâneas, o que torna a problemática de contaminação subterrânea ainda mais complexa, visto que a malha hidrográfica é bastante adensada e perpassa por todo o município (NEVES, 2005).

Na região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), as águas subterrâneas já

vêm sendo utilizadas para abastecimento urbano e para consumo industrial. O percentual é pequeno se comparado as águas superficiais, com 3% para fins urbanos e 11% para fins industriais (PCJ, 2010). São extraídos no total 13,41 m³/s, os usos subterrâneos são analisados considerando-se as sub-bacias e os aquíferos de exploração, na região da sub bacia de Jundiaí, a vazão explorada é de 30 m³/h para coberturas indiferenciadas e varia entre 3 e 30 m³/h no aquífero cristalino e entre 3 e 15 m³/h no aquífero tubarão (PCJ, 2019).

Porém, esse panorama tende a mudar e a demanda cada vez maior incentiva novos estudos, sendo que em agosto de 2017 a agência das bacias PCJ contratou um estudo de avaliação hidrogeológica que visou avaliar a viabilidade de captação de água subterrânea, e o município de Jundiaí foi inserido nessa pesquisa que realizou a avaliação de fluxo, volume, distribuição e qualidade dessas águas, verificando as áreas dentro dos polos industriais com maior potencial e menor vulnerabilidade para exploração (PCJ, 2017).

O estudo rendeu novas atualizações e o traçado de cenários potenciais, sendo que o relatório final do Plano de Bacias PCJ 2020 a 2035 já indica a vazão total explotável de 25,09 m³/s, por sub-bacia, considerando 50% das reservas reguladoras (PCJ, 2020).

A qualidade das águas que abastece o município de Jundiaí é satisfatória, sendo que cerca de 95% da captação de água superficial provém do rio Jundiaí Mirim (DAE JUNDIAÍ, 2018). Mais a quantidade constitui um problema futuro, e já há vidências de projetos para viabilizar a captação de água proveniente de córregos da Serra do Japi na porção oeste do município, que já tiveram seu potencial para o abastecimento comprovado (COATI, 2013). A Serra do Japi é uma área produtora de água potencial de Jundiaí e região, já que possui em seus 35.000 hectares, mais de 1000 nascentes, formando inúmeros córregos que são utilizadas para o abastecimento público não apenas de Jundiaí, mas de municípios vizinhos (FUNDAÇÃO SERRA DO JAPI, 2017). Para que seja possível aumentar seu

uso, há necessidade de intensificar ações de proteção e monitoramento de seus aquíferos e áreas de recarga, impedindo a chegada de fontes de contaminações e garantindo sua perenidade.

3.2 Levantamento de áreas contaminadas

Levando em consideração o conhecimento a respeito da importância de preservação dos aquíferos subterrâneos, do risco de exposição da população e meio ambiente por conta da captação por poços, e acerca do grande adensamento hidrográfico do município de Jundiaí, optou-se por desenvolver um estudo com enfoque nas áreas contaminadas do município.

A primeira etapa do trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica, realizada por meio de pesquisa em bancos de dados científicos, para compreensão do impacto de áreas contaminadas em áreas de preservação além de levantamento da legislação vigente. Prosseguindo com os estudos, foi realizada a parte mais aplicada do trabalho, que compreendeu o levantamento das áreas contaminadas do município de Jundiaí. Esta etapa fundamentou a busca no banco de dados disponibilizado *online* pela CETESB (2018b), que divulga anualmente um inventário das áreas contaminadas do estado de São Paulo, o cadastro de áreas contaminadas acessado foi publicado em dezembro de 2017. Optou-se por esse levantamento visto que são dados oficiais e, portanto, foram confirmados, além do fato de que esses dados estão disponíveis *online*, podendo ser consultados por outros pesquisadores, o que viabiliza futuros estudos comparativos. Além disso, as informações são detalhadas de maneira que há a designação de que tipo de contaminação persiste, contribuindo para que as áreas com maior interesse pudessem ser selecionadas.

Durante a consulta foram utilizados dois itens como critérios de busca: a localização no município de Jundiaí e a constatação de impacto de águas subterrâneas pelas contaminações.

3.3 Mapeamento e levantamento dos poços de captação de água outorgados

Levantadas as áreas contaminadas do município de Jundiaí, foi realizada a confecção de mapas para análise da localização espacial das mesmas. Os mapas foram criados com a ajuda da ferramenta de geoprocessamento QGIS, um *software* livre de Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizado para criar, modelar e analisar mapas. Como base para espacialização no município foi utilizada a malha digital disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, proveniente do censo do ano de 2010 (IBGE, 2010a), já o polígono do Território de Gestão da Serra do Japi foi plotado com base na delimitação consultada nos mapas disponibilizados pela Prefeitura do município (JUNDIAÍ, 2018).

Conforme descrito, a primeira preocupação em relação à contaminação foi o impacto nas áreas de preservação e com grande número de nascentes e áreas de recarga hídrica, como é o caso da Serra do Japi. Por este motivo, uma vez espacializadas, às áreas contaminadas do município foi acrescentada a delimitação do Território de Gestão da Serra do Japi para verificação do distanciamento entre o mesmo e as áreas contaminadas através da criação de *buffers*.

Em função dos dados verificados e das principais questões de relevância decorrentes do impacto das contaminações em águas subterrâneas, a análise levou à necessidade de verificar se havia a possibilidade de que essas águas contaminadas estivessem sendo utilizadas para consumo. Por esse motivo, foi pensado em uma nova etapa metodológica que foi desenvolvida através do levantamento dos poços de captação outorgados em Jundiaí, cadastrados no DAEE, órgão responsável pela concessão de outorgas para captação e uso dos recursos hídricos no estado de São Paulo. Os dados são igualmente públicos e disponíveis para acesso.

Foi confeccionado, novamente com auxílio do QGIS, o mapa contendo a espacialização desses poços em relação às áreas contaminadas. O objetivo específico desta etapa foi verificar se eles estavam distando dessas áreas, conforme a distância necessária designada pelo órgão ambiental competente. A resolução conjunta da Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento e Secretaria da Saúde nº

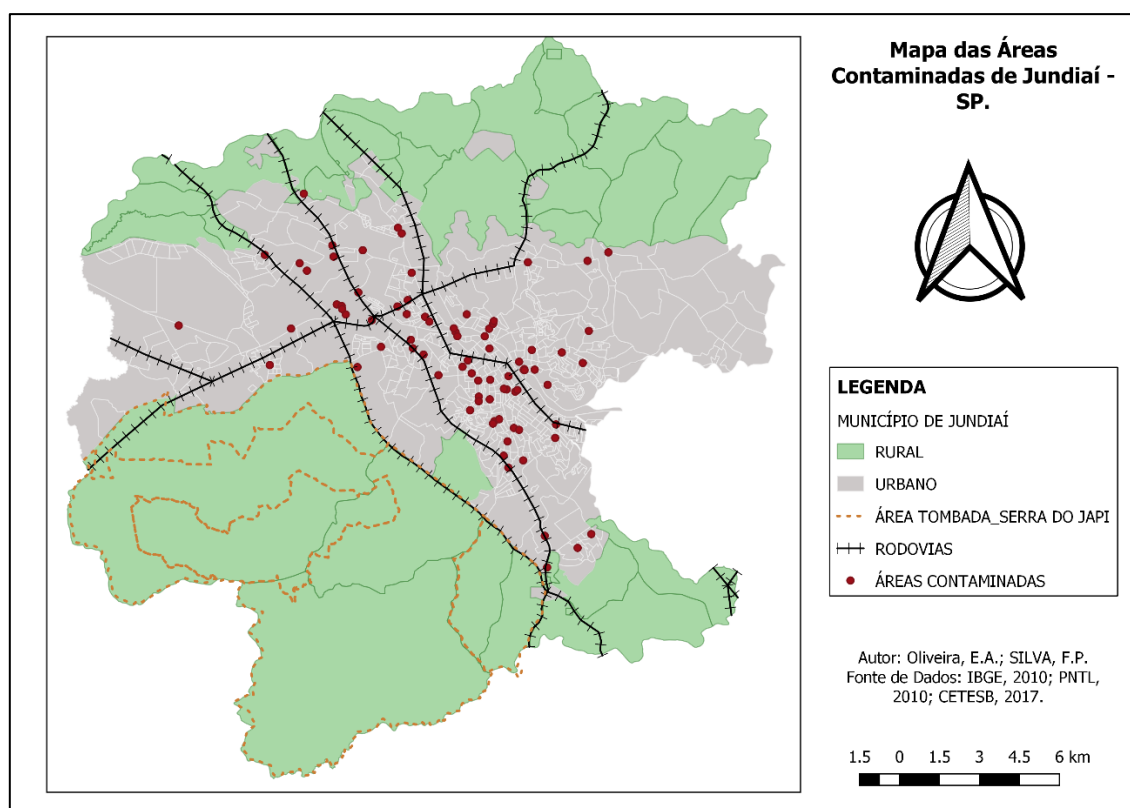
03/2006, institui que os poços não devem ficar a menos de 500 metros de qualquer área contaminada, garantindo assim a sua qualidade e potabilidade para consumo (CETESB, 2006). No próximo item serão descritos os resultados alcançados.

4 Resultados e Discussões

Com base nos dados provenientes do cadastro de áreas contaminadas da CETESB (2018b), foram identificadas 81 áreas de contaminação com água subterrânea no município de Jundiaí, sendo 03 áreas comerciais, 17 industriais e 61 são postos de

combustível. As localizações das áreas contaminadas selecionadas, descritas na ficha cadastral da CETESB, viabilizaram a identificação e espacialização das mesmas no polígono do município. Conforme apresentado na Figura 1, as áreas presentes no cadastro se concentram na porção central do município, no grande adensamento urbano, classificado como área urbana pelo IBGE (2010b), sendo que esta é a área que sofreu maiores alterações de uso e cobertura do solo, com maior concentração populacional e industrial. Foi possível constatar ainda que as áreas contaminadas estão localizadas à nordeste do Território de Gestão da Serra do Japi, na adjacência imediata das rodovias que cortam o município.

Figura 1 – Localização das áreas contaminadas em relação ao município de Jundiaí - SP



FONTE: Autores (2020).

Um fator importante que pode ser observado na figura é que a grande maioria das contaminações decorre de postos de combustíveis, sendo que as porcentagens concordam com o embasamento dado pela literatura relacionada na revisão bibliográfica, que apontam os postos de combustíveis como responsáveis por 71% das áreas contaminadas no

estado de São Paulo (CETESB, 2017). Observa-se que para o município de Jundiaí a situação praticamente se iguala ao contexto estadual, com a porcentagem de contaminação de postos de combustível em 80%. Neste contexto, eventuais vazamentos de combustível dos tanques enterrados podem criar plumas que atingem o solo profundo e

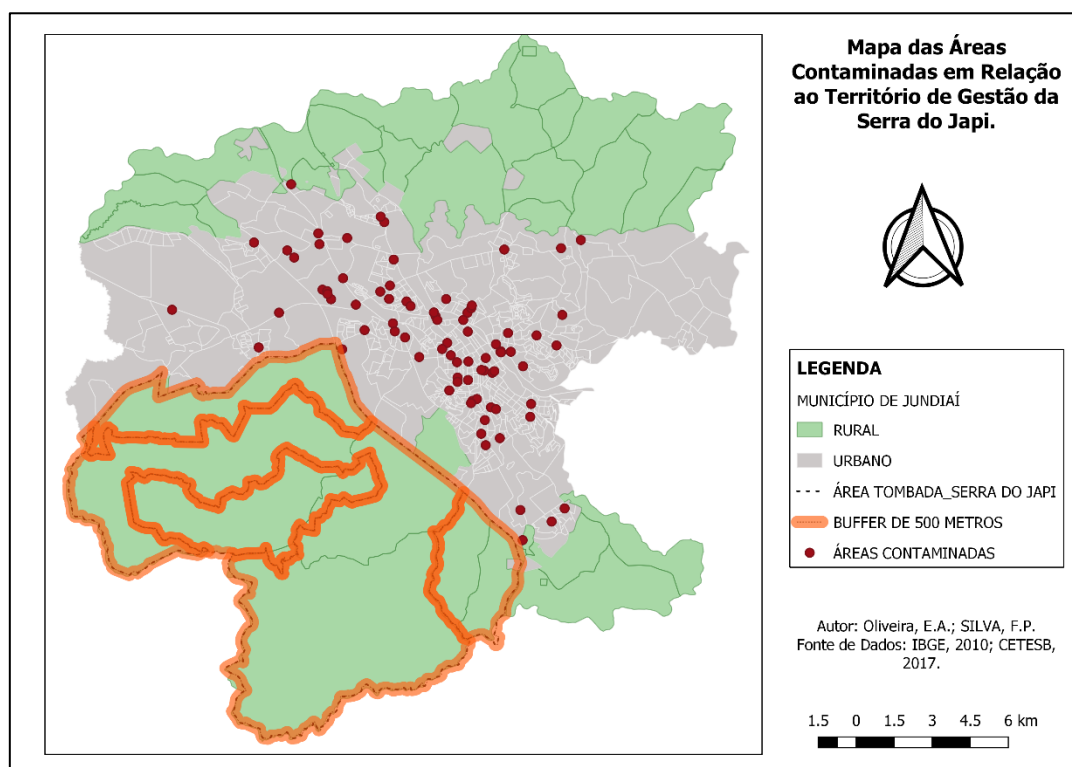
podem ser drenadas até os aquíferos. A quantidade de postos encontrada comprova a frequência com que essas contaminações ocorrem, além de incidir na necessidade de um gerenciamento mais aplicado e uma fiscalização mais assídua.

A distribuição encontrada já era esperada tendo em vista que o município tem um grau de urbanização superior a 90% e, como apresentado, tem grande concentração de indústrias e empresas de

logística que, juntamente ao transporte prioritário rodoviário da região, impulsionam a instalação de postos de combustíveis.

Com relação ao Território de Gestão da Serra do Japi, ao analisar a localização das áreas contaminadas, foi constatado no mapeamento que esses locais se encontram fora do perímetro de proteção do Território de Gestão, conforme Figura 2.

Figura 2 – Mapeamento das áreas contaminadas em relação ao Território de Gestão da Serra do Japi com desenho de *buffer* de 500 metros ao longo do contorno do Território.



FONTE: Autores (2020).

A partir da análise da Figura 2, verifica-se que não existem áreas contaminadas no interior do Território de Gestão da Serra do Japi. A área contaminada mais próxima está a 192 metros de distância dos limites do Território de Gestão da Serra do Japi. Para avaliar se tal proximidade implica ou não em impactos ambientais sobre o território, seria necessário conhecer o contaminante envolvido, bem como a dinâmica de fluxo da água subterrânea no local, de modo a determinar se a pluma de contaminação com origem neste ponto é capaz de se

estender pela distância identificada e atingir os limites do Território de Gestão da Serra do Japi.

Assim, entende-se que, com base nos dados de estudo, a ausência de áreas contaminadas no Território de Gestão, somada à altitude elevada da Serra do Japi, contribui de forma decisiva para que essas contaminações não cheguem à área de preservação. Mesmo que não haja contaminação direta identificada neste ponto, vale ressaltar a necessidade de novos estudos de aprofundamento que levantem dados complementares e/ou que analisem a qualidade das águas da Serra.

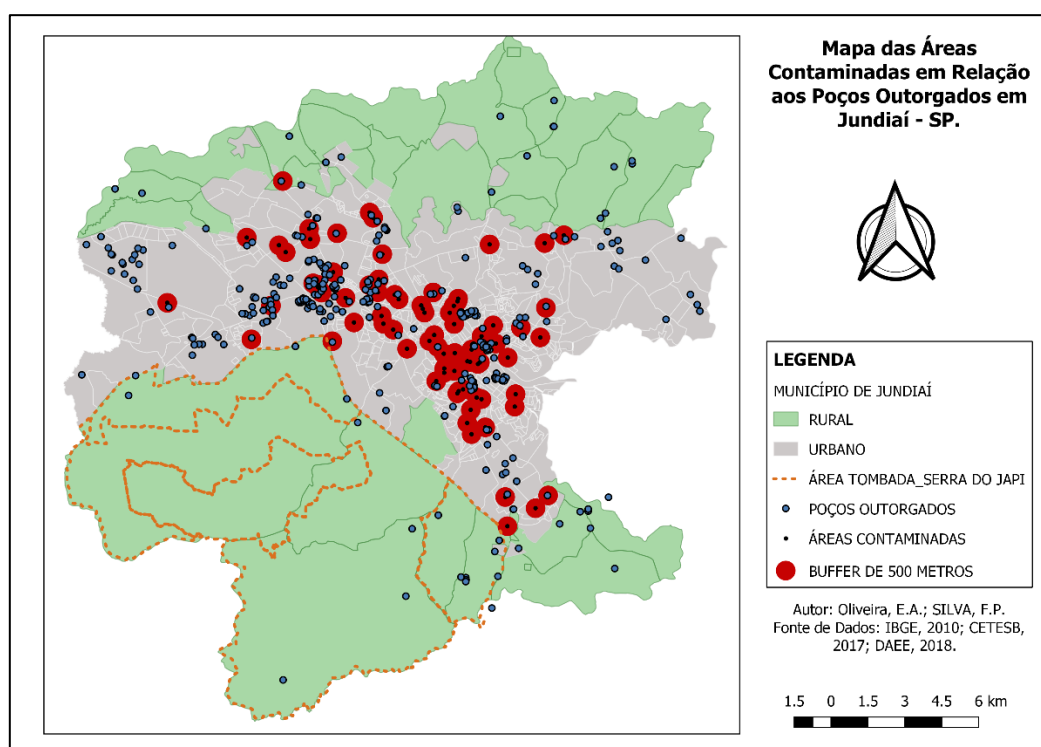
Os instrumentos de proteção previstos na legislação são de grande contribuição e importância nesse cenário, tornando enfático que atividades industriais não devem ser permitidas no Território de Gestão. A evidência de não haver contaminações subterrâneas, torna a aplicação destas leis uma excelente ferramenta de controle de gestão e prevenção a futuras contaminações.

No entanto, as pesquisas foram realizadas com base em dados oficiais, portanto, não averiguam locais irregulares que podem estar instalados dentro do Território de Gestão da Serra do Japi e demais

áreas contaminadas não notificadas. Para tanto, sugere-se pesquisa de campo em um estudo futuro, com levantamento de dados de outras fontes e coletas de campo que possibilitem um maior aprofundamento do estudo.

Ademais da identificação de áreas contaminadas no entorno imediato do Território de Gestão da Serra do Japi, no estudo efetuamos o levantamento e localização dos poços de captação de águas subterrâneas outorgados pelo DAEE, e sua relação com as áreas contaminadas identificadas pela CETESB, conforme indicado na Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento da relação entre as áreas subterrâneas contaminadas e os respectivos *buffers* de 500 metros e os poços outorgados



FONTE: Autores (2020).

Constatou-se a existência de 335 poços com localização em áreas rurais e urbanas, a grande concentração ficou nas áreas central e norte do município, e ficou evidente que a proximidade entre os poços outorgados e as áreas contaminadas é preocupante. Em alguns pontos, verifica-se sobreposição de áreas, conforme a espacialização do mapa demonstra. Neste cenário, pode-se avaliar que há algum risco de contaminação destas águas, tendo em vista a proximidade com os sítios contaminados,

o que pode ocasionar impactos importantes à saúde humana.

A resolução conjunta da Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento e Secretaria da Saúde nº 03/2006 dispõe em seu artigo 3º, que a distância mínima entre uma área de solo ou águas subterrâneas contaminadas e um ponto de perfuração para captação de águas deve abranger um raio de 500

metros (CETESB, 2006). Por este motivo, foi adotado o distanciamento de 500 metros como *buffer* de referência no estudo das distâncias. Verificou-se que há sobreposição de 103 poços outorgados em relação às áreas contaminadas, considerando a distância de 500 metros de raio de áreas contaminadas. Assim, 29% dos poços outorgados no município estão inseridos no raio potencial de risco associado às áreas comprovadamente contaminadas, conforme anuário da CETESB.

Independente do tipo de consumo da água desses poços, reforça-se a constatação da necessidade de realizar estudos mais direcionados com foco neste universo de 103 poços sobrepostos ao raio de 500 metros de entorno das áreas contaminadas, com vistas a avaliar, caso a caso, os contaminantes existentes e os impactos potenciais à saúde humana e ao meio ambiente decorrentes desta proximidade entre as áreas contaminadas e os poços de captação de água outorgados.

5 Conclusão

Os resultados desse estudo possibilitaram o cumprimento dos objetivos de avaliar o potencial de impacto das áreas contaminadas do município de Jundiá ao Território de Gestão da Serra do Japi, e de compreender a gravidade das contaminações para saúde humana e ambiental ao correlacioná-las à localização dos poços de captação de água outorgados no município.

A partir do levantamento das áreas contaminadas no município de Jundiá foi possível verificar a relevância dos instrumentos legais de proteção do Território de Gestão da Serra do Japi, que vêm contribuindo de modo eficiente na gestão ambiental urbana, ao impedir a instalação de atividades potencialmente poluidoras e com potencial para contaminação do solo e das águas subterrâneas no entorno desta área protegida.

Cumprir indicar, no entanto, que os resultados obtidos no estudo partiram da análise de dados oficiais que, em alguns casos, podem não contemplar atividades irregulares instaladas no território. Neste sentido, a eficiência dos instrumentos legais de gestão e preservação do território precisam estar atreladas à intensa ação fiscalizatória dos órgãos

competentes, com vistas a coibir atividades irregulares e potencialmente poluidoras.

O estudo, embora inicialmente focado na área de entorno da Serra do Japi, revelou uma situação de maior preocupação ambiental e de saúde pública nas demais regiões do município, nas quais foi possível observar 103 sobreposições entre poços de captação de água outorgados e áreas comprovadamente contaminadas, relacionadas sobretudo à atividade de comércio de combustíveis em postos de gasolina.

Nestes pontos de sobreposição, há a necessidade de realizar novos estudos, aprofundados, com vistas a caracterizar o padrão de consumo ou utilização destas águas subterrâneas, os contaminantes presentes, e o comportamento das plumas de contaminação caso a caso. Estes estudos aprofundados poderão mensurar o real impacto da presença das áreas contaminadas na qualidade das águas subterrâneas, com consequências para a saúde dos usuários destas águas.

O estudo, por fim, revela o potencial analítico da aplicação de técnicas simples de geoprocessamento, com uso de dados públicos disponibilizados pelos órgãos oficiais, no planejamento e gestão ambiental urbana. A espacialização dos poços outorgados e das áreas contaminadas no território municipal, como realizado neste estudo, poderia auxiliar os agentes públicos municipais no planejamento urbano, evitando definição de zonas residenciais nas áreas de maior concentração de sítios contaminados, ou ainda evitando definir zonas industriais em áreas ainda não contaminadas, por exemplo.

Referências

- AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - PCJ. **Relatório de Atividades da Agência das Bacias PCJ - 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.agenciapcj.org.br/docs/relatorios/relatorio_atividades_2017.pdf>
- AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - PCJ. **Plano das bacias PCJ 2010 - 2020**. Relatório final. 2010. Disponível em: <http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=341:plano-de-bacias-pcj-2010-2020&catid=148&Itemid=332>

AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – PCJ. **Elaboração do Plano de Monitoramento Qualiquantitativo das Águas Subterrâneas das Bacias PCJ.** 2019. Disponível em: <<https://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/plano-qualiquanti-pcj/produto-4-tomo-iii.pdf>>

AGÊNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – PCJ. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035:** Relatório Final, 2020. Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=957:pb-pcj-2020-2035&catid=148:plano-das-bacias&Itemid=332>

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/lei_n_9985_2000_snuc_sist_nacional_de_unidades_de_conservao_202.pdf>

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Águas Subterrâneas:** um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília, 2007.

CARDOSO-LEITE, E., PAGANI, M.I., MONTEIRO, R., HAMBURGER, D.S. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2005.

CENTRO DE ORIENTAÇÃO AMBIENTAL TERRA INTEGRADA - COATI. Serra do Japi: Reserva Hídrica da Região de Jundiaí. **Boletim do COATI**, 5. ed., 2013. Disponível em: <<http://www.coati.org.br/boletim-do-coati/>>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Resolução Conjunta SMA/SERHS/SES - 3, de 21 junho 2006.** Dispõe sobre procedimentos integrados para controle e vigilância de soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/Resolucao_Conjunta_SMA_SERHS_SES_3_2006.pdf>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Águas Subterrâneas.** 2018a. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Relação das Áreas Contaminadas.** 2018b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacao-de-areas-contaminadas/>>

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental. **Texto explicativo:** Relação de áreas contaminadas e reabilitadas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Texto-explicativo.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2018.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. Governo do Estado de São Paulo. **Poços Profundos do Estado de São Paulo.** 2018. Disponível em: <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/Dae_ewebpocoDpo.html>

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO - DAE JUNDIAÍ. **Mananciais.** Disponível em: <<https://www.daejundiai.com.br/mananciais/>>

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia:** Conceitos e Aplicações. Fortaleza: Serviço Ecológico do Brasil (CPRM, LABHID-UFPE), 1997.

FENGLER, F. H.; SILVA, A. M.; PECHE-FILHO, A.; STORINO, M.; RIBEIRO, A.I.; MEDEIROS, G. A. Análise temporal da cobertura do solo na zona de amortecimento de reserva biológica. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 25, p.37-47, 2012.

FLORES, M. L. F.; RAMOS, M.; TOLENTINO, M.; FOFONKA, L. Impermeabilização Excessiva do Solo: Impactos Ambientais Negativos. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 8, n. 49, set./nov. 2014.

FUNDAÇÃO SERRA DO JAPI. **A Serra do Japi.** 2017. Disponível em: <<http://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/institucional/>>

HARDT, E.; SANTOS, R. F.; PEREIRA-SILVA, E. F. L. Landscape changes in Serra do Japi: legal protection or scientific expectation? **Bosque**, v. 33, n. 3., p.339-344, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapas.** 2010a. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Município de Jundiaí.** 2010b. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jundiai/panorama>>

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Guia de elaboração de planos de intervenção para o gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: IPT, 2014. Disponível em: <https://www.ipt.br/download.php?filename=1159-Guia_Gerenciamento_de_Areas_Contaminadas__1a_edicao_revisada.pdf>

JUNDIAÍ. **Lei Complementar nº 417, de 29 de dezembro de 2004**. Jundiaí, 2004. Disponível em: <<https://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/Municipal-Jundia%C3%AD-2004-Lei-Complementar-417.pdf>>

JUNDIAÍ. **Lei nº 3.672, de 10 de janeiro de 1991**. Cria a Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi. Jundiaí, 1991. Disponível em: <<https://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/Municipal-Jundia%C3%AD-1991-Lei-3672-ReBioMunSJapi-Cria%C3%A7%C3%A3o.pdf>>

JUNDIAÍ. **Aspectos geográficos**. Jundiaí, 2018. Disponível em: <<https://jundiai.sp.gov.br/planejamento-e-meio-ambiente/infomacoes-municipais/informacoes-geograficas-da-cidade/>>

MARTINS, K. G. **Expansão urbana desordenada e aumento dos riscos ambientais à saúde humana: o caso brasileiro**. 2012. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental), Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

NEVES, M. A. **Análise integrada aplicada à exploração de água subterrânea na bacia do rio Jundiaí (SP)**. 2005. 177 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2005.

PRADELLA, D.L.P.; BUENO, L.M.M. Expansão urbana em UC de uso sustentável: conflitos entre a política local e o interesse regional. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 33. p.35-48, 2017.

SÃO PAULO. **Resolução nº 11, de 8 de março de 1983**. Designou o Tombamento de áreas da Serra do Japi pelo CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arquitetônico e Turístico. São Paulo: 1983. Disponível em: <<https://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/Estadual-S%C3%A3o-Paulo-1983-CONDEPHAAT-Resolu%C3%A7%C3%A3o-11.pdf>>

SÃO PAULO. **Lei nº 4.095, de 12 junho de 1984**. Declara área de proteção ambiental a região urbana e rural do Município de Jundiaí. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1984. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1984/lei-4095-12.06.1984.html>>

SÃO PAULO. **Decreto nº 43.284, de 03 de julho de 1998**. Regulamenta as Leis n.º 4.023, de 22 de maio de 1984, e n.º 4.095, de 12 de junho de 1984, que declaram áreas de proteção ambiental as regiões urbanas e rurais dos Municípios de Cabreúva e Jundiaí, respectivamente, e da providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1998. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1998/decreto-43284-03.07.1998.html>>

SÃO PAULO. **Guia de áreas protegidas: APA Jundiaí**. 2020. Disponível em: <<https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/area-de-protecao-ambiental-jundiai/>>

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Cadernos da Mata Ciliar**, n. 1, 2009. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverde/azul/2013/05/Cadernos-de-Mata-Ciliar-1_Pre-serva%C3%A7%C3%A3o-e-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-nascentes_2004.pdf>

SEADE. Governo do Estado de São Paulo. **Perfil dos Municípios Paulistas**. Jundiaí. 2018. Disponível em: <<https://perfil.seade.gov.br/>>