



A OCUPAÇÃO DO SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DOS MANANCIAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

*LAND USE AND ITS INFLUENCE ON THE QUALITY OF DRINKING WATER
SOURCE IN THE METROPOLITAN REGION OF SÃO PAULO: A STUDY CASE
OF COTIA RIVER BASIN.*

DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v14i2.867>

*Lucas Ariel Torato Garcia - Universidade de São Paulo <https://orid.org/0000-0002-7478-9118>
Maria Tereza Pepe Razzolini - Universidade de São Paulo <https://orcid.org/0000-0003-3306-9550>*

Resumo: Em meio à uma severa crise hídrica que acomete a Região Metropolitana de São Paulo, um importante sistema de abastecimento de água teve suas operações interrompidas. Este ensaio apresenta um estudo de caso do município de Cotia, que apresenta dois mananciais em situações antagônicas. Enquanto o sistema Baixo Cotia foi interditado em 2018 pela falta de condições sanitárias, o sistema Alto Cotia ainda apresenta bons índices de qualidade de água. Assim, objetivou-se compreender como a diferença da ocupação do solo e da preservação florestal influenciaram na qualidade de água dos dois mananciais. Utilizando dados históricos de ocupação, urbanização e monitoramento da qualidade da água, são apresentados os principais fatores que levaram a interdição do Baixo Cotia.

Palavras-chave: Urbanização. Contaminação. Qualidade de água. Manancial.

Abstract: During a severe water crisis in the Metropolitan Region of São Paulo, an important water supply system had its operations interrupted. This essay presents a case study of the municipality of Cotia, which presents two water catchments in antagonistic situations. While the Baixo Cotia system was interdicted in 2018 for the poor sanitary conditions, the Alto Cotia system still has good water quality indices. Thus, the objective was to understand how the difference in soil occupation and forest preservation influenced the water quality of the two springs. Using historical data of occupation, urbanization and water quality monitoring, the main factors that led to the interdiction of Baixo Cotia are presented.

Keywords: Urbanization. Contamination. Water quality. Water catchment.

INTRODUÇÃO

A preservação ou deterioração dos mananciais de água está diretamente ligada ao processo de ocupação de solo em seu entorno. A urbanização, o crescimento populacional, a baixa cobertura de coleta e tratamento de esgotos e a redução da vegetação são alguns dos fatores que causam impactos diretos na qualidade dos recursos hídricos, em especial daqueles destinados ao abastecimento público. Conseqüentemente, a qualidade da água distribuída à população também é afetada, constituindo uma preocupação em saúde pública.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) vem sofrendo com problemas de abastecimento de água e vivenciado uma severa crise hídrica. Em 2014, os principais reservatórios da cidade de São Paulo alcançaram níveis abaixo de 4% do volume operacional. Desde então, estes reservatórios estão em processo de recuperação, apresentando hoje cerca de 50% de seus volumes operacionais (SABESP, 2019a).

Um dos fatores que causa a deterioração da qualidade dos recursos hídricos é o crescimento desordenado da área urbana. A redução da qualidade dos mananciais na RMSP vem sendo sistematicamente apontada nos relatórios de monitoramento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) ao longo de décadas (CETESB, 1979; 2006; 2018). Em geral, a contaminação desses mananciais é ocasionada por dejetos industriais e domésticos, que são despejados sem o devido tratamento.

Em meio a atual crise hídrica da região, tanto de quantidade, quanto de qualidade, presenciamos a interrupção de um importante manancial da RMSP, gerando espanto e preocupação. Em 2018, o sistema de abastecimento de água do Baixo Cotia teve seu funcionamento interrompido em função de sua qualidade sanitária estar comprometida para o abastecimento público.

Assim, é importante compreender o processo em que um manancial atingiu excessivos níveis de contaminação, levando a interdição, em plena crise hídrica, de um importante ponto de abastecimento da RMSP e expondo a população a fatores de riscos. Portanto, o presente ensaio objetiva apresentar um estudo de caso referente ao município de Cotia e de como a ocupação do solo impactou a qualidade de

água em dois mananciais distintos, sendo um com seu entorno preservado e outro diretamente afetado pela urbanização.

Para isso, foram levantados dados da ocupação e urbanização de Cotia e do histórico de seus mananciais, por meio de informações publicadas em livros, artigos, teses, dissertações e censos. Também foram utilizados os dados da qualidade de água divulgados nos relatórios de monitoramento da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo da CETESB entre 1978 e 2017, cujo acesso é público.

CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COTIA

O município de Cotia está localizado na porção sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), à 34 km da capital paulista (IBGE, 2018a) (Figura 1). Sua área de 324 km² compreende cerca de 245 mil habitantes, todos situados na área urbana (IBGE, 2018a). Cotia reúne diversos tipos de estabelecimentos industriais e é responsável por 1% do PIB da RMSP (EMPLASA, 2019). A faixa de industrialização e urbanização se concentra na região baixa e central da cidade, acompanhando a rodovia Raposo Tavares (SP-270 – Figura 1), que liga São Paulo ao oeste do Estado. Em sua extensão territorial, mais de 40% está coberto por vegetação florestal, o que também indica o adensamento populacional na região urbana (IBGE, 2018a).

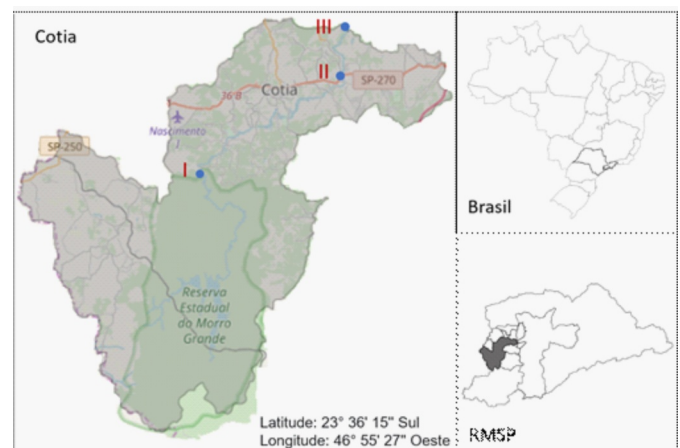


Figura 1. Localização do município de Cotia na parte oeste da Região Metropolitana de São Paulo, SP. Pontos I, II e III representam os pontos de monitoramento de água realizado pela CETESB no rio Cotia, sendo: (I) canal de captação do sistema Alto Cotia; (II) ponte da rodovia Raposo Tavares km 28,5; e (III) canal de captação do sistema Baixo Cotia (Fonte: autor).

A maior parte da cobertura vegetal do município de Cotia é composta pela Reserva Florestal

do Morro Grande (RFMG) (Figura 1), uma das maiores áreas de Mata Atlântica remanescente do Estado de São Paulo, que ocupa uma área aproximada de 10,8 mil hectares (Metzger et al., 2006). Abrangendo a bacia do rio Cotia, a RFGM mantém grandes volumes de água, sendo o reservatório Pedro Beicht o mais significativo, com cerca de 63 km² (Metzger et al., 2006; Saito, 2007).

No aspecto hidrológico, o município é cortado pelo rio Cotia (Figura 1), que deságua no rio Tietê (FUSP, 2009). Em seu curso, dois Sistemas de abastecimento de água estão instalados: o Alto e o Baixo Cotia. O manancial do Alto Cotia está contido dentro da Reserva Florestal do Morro Grande, com seu entorno contendo vegetação preservada. Já o manancial do Baixo Cotia está localizado após a passagem do rio Cotia pelo centro urbano (FUSP, 2009). Juntos, abastecem cerca de 800 mil pessoas da RMSP, porém, em 2018, as operações do Baixo Cotia foram cessadas devido aos altos índices de contaminação do manancial (FUSP, 2009; SABESP, 2019b).

OS SISTEMAS ALTO E BAIXO COTIA

A oeste da RMSP e inserida na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, situa-se a Sub-bacia do rio Cotia. Esta, por sua vez, está dividida em duas subunidades, denominadas Alto e Baixo Cotia. A Sub-bacia tem área estimada de 256 km² e abrange em grande parte do município de Cotia e em menor parte os municípios de Vargem Grande Paulista, Embu das Artes, Jandira, Carapicuíba e Barueri (FUSP, 2009; Rosa, 2013).

O rio Cotia é o principal curso d'água da região. Sua nascente está localizada ao sul da Reserva Florestal do Morro Grande, na divisa de Itapeverica da Serra e Cotia, a cerca de 1.000 metros de altitude (Leite, 2013; Rosa, 2013). Na região do Alto Cotia, o rio se caracteriza por declives mais acentuados até a Cachoeira da Graça, localizada no planalto de Ibiúna. Na sequência do percurso, já no planalto Paulistano (região do Baixo Cotia), há um menor declive, até atingir a foz na margem esquerda do rio Tietê, a uma altitude aproximada de 750 metros (Luz & Ummus, 2009; Leite, 2013). No curso do rio Cotia, há dois Sistemas para captação, tratamento e distribuição de água para consumo, denominados Sistemas Alto e Baixo Cotia, os quais são operados e administrados pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

(SABESP) (FUSP, 2009).

No primeiro Sistema, à montante da bacia, encontra-se a represa Pedro Beicht, com área de drenagem de 63 km² e capacidade de armazenamento útil de mais de 14 bilhões de litros de água, atuando como regularizadora de vazão a ser armazenada adiante, na barragem da Graça. Esta barragem, possui área de 43 km² e atua como reservatório para captação de água para a Estação de Tratamento de Água (ETA) Morro Grande, também conhecida como ETA Alto Cotia (FUSP, 2009). À jusante, encontra-se o Sistema Baixo Cotia, composto pelas barragens Isolina Superior, que regula a vazão, e Isolina Inferior, que eleva o nível de captação de água para a ETA Baixo Cotia (Filho & Junior, 1994; FUSP, 2009).

O Sistema Alto Cotia está há mais de 100 anos em operação e representa 1,7% do abastecimento de água da RMSP. Atualmente, é responsável por abastecer cerca de 400 mil pessoas dos municípios de Cotia, Vargem Grande Paulista, Embu das Artes e Embu-Guaçu (SABESP, 2008; 2018). Possui capacidade nominal de produção de água tratada de 1,3 m³/s, produzindo em média 1,26 m³/s em 2017 (FUSP, 2009; SABESP, 2019b).

Já o Sistema Baixo Cotia operou por 55 anos, de 1963 a março de 2018, quando teve sua captação interrompida. Com capacidade de vazão máxima de 1,0 m³/s, em 2017 apresentou uma produção média de 0,85 m³/s (FUSP, 2009; SABESP, 2019b). Até o cessar das operações, o Sistema abastecia cerca de 400 mil habitantes dos municípios de Jandira, Itapevi, Barueri, e Santana de Parnaíba, representando 1,4% do abastecimento da RMSP (SABESP, 2008; 2018).

A metodologia de tratamento de ambos os Sistemas consiste nos processos de pré-cloração, coagulação, floculação, decantação, filtração por gravidade, alcalinização, desinfecção e fluoretação (SABESP, 2019c). Apesar de apresentarem características de tratamento de água semelhantes, os Sistemas Alto e Baixo Cotia destoam drasticamente na qualidade da água de captação. Isto se dá pela diferença no histórico do uso e ocupação do solo à montante de cada ETA. O Sistema Alto Cotia se encontra imerso na Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), uma área de proteção ambiental com área superior a 10 mil hectares, coberta por vegetação de Mata Atlântica (Luz & Ummus, 2009). Já a água do Sistema Baixo Cotia sofre influência

direta dos processos intrínsecos à desordenada urbanização e industrialização da cidade de Cotia e arredores (Filho & Junior, 1994).

HISTÓRICO DO ALTO COTIA

Durante o século XX a cidade de São Paulo sofreu um abrupto e contínuo crescimento populacional. Juntamente a isso, períodos de estiagens e a baixa disponibilidade de recursos hídricos na cidade acarretaram a constante busca de soluções no abastecimento de água, principalmente nas regiões vizinhas. Neste cenário, no início dos anos 1900 foram realizados estudos da utilização das águas do Rio Cotia para o abastecimento público. A proximidade da cidade de São Paulo, o menor custo de implantação e a qualidade da água foram fatores que levaram pela escolha desta bacia como recurso (Cunha, 1937; SABESP, 2008).

Em 1914 iniciaram as obras de construção do Sistema Alto Cotia, com o represamento da Cachoeira da Graça. O início das operações do Sistema ocorreu em 1917, onde a água captada passava por um processo de clarificação, com decantação seguida de filtros lentos, e posteriormente encaminhada por uma adutora até o reservatório Jaguaré (SABESP, 2008). A ETA Morro Grande foi inaugurada em 1918, utilizando na época sulfato de alumínio e cal, seguidos da decantação e filtração (Cunha, 1937).

Visto que havia grandes reduções de volume do Rio Cotia em estações de estiagem e que a Barragem da Graça não exercia função reguladora de vazão, a Barragem Pedro Beicht foi construída à montante. Com as obras iniciadas em 1927 e finalizadas em 1933, esta barragem permitiu a regularização da vazão e o armazenamento de aproximadamente 15 milhões de metros cúbicos de água (Cunha, 1937).

Entre 1933 e 1937 ocorreu um processo de modernização da ETA Morro Grande, sendo adicionados 8 filtros de gravidade. Ao final, o Sistema Alto Cotia tinha capacidade de produção máxima de 90 mil metros cúbicos por dia, ou aproximadamente 1,0 m³/s (Cunha, 1937). No final da década de 2000 o Sistema passou por novas reformas e ampliações passando a operar com vazão máxima de 1,3 m³/s, permitindo abastecer cerca de 400 mil pessoas (Filho, 2008; SABESP, 2008).

HISTÓRICO DO BAIXO COTIA

O sistema Baixo Cotia decorre do progressivo crescimento da RMSP e de sua demanda por água se agravou ainda mais no decorrer do século XX. Desta forma, visando aproveitar o excedente hídrico do Sistema Alto Cotia, foram projetadas duas barragens à jusante: Isolina Superior e Inferior. A primeira teve o objetivo de regular a vazão de água, enquanto a segunda de sobrelevar o nível na captação. Além disso, uma nova estação de tratamento de água foi implementada (Filho & Junior, 1994). Assim, em 1963 começaram as operações do Sistema Baixo Cotia, inicialmente com uma vazão de 0,5 m³/s. Após um processo de duplicação do recalque e do tratamento, a vazão máxima atingiu 1,0 m³/s (Castro, 1963).

De acordo com Castro (1963), acreditava-se que além de regular a vazão, a barragem poderia contribuir para melhorar a qualidade bacteriológica da água a ser tratada. Contudo, ações antrópicas, como poluentes urbanos e industriais, além das oscilações nos volumes de chuvas prejudicaram a operação e regularização do sistema (Filho & Junior, 1994). Foram observadas alterações nas características ecológicas, estruturais e funcionais da represa Isolina Superior, como a formação de banhados e várzeas densamente ocupadas por vegetação. Desta forma, a produção de água foi comprometida pelo não aproveitamento de todo o potencial dos serviços ecossistêmicos e pela dificuldade do tratamento devido à contaminação, principalmente quanto ao controle e dosagem de produtos químicos usualmente utilizados nos processos de tratamento de água para consumo (Filho & Junior, 1994).

Juntamente a isso, outros dois fatores contribuíram com a problemática do Sistema Baixo Cotia. O primeiro foi o aumento da capacidade de produção do Sistema Alto Cotia, no final dos anos 2000. O segundo foi a construção do coletor-tronco (TO-13), que aproveitaria parte da vazão do rio Cotia para transportar o esgoto da cidade até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Barueri, comprometendo ainda mais a produção de água tratada na ETA Baixo Cotia (Filho, 2008).

Propostas foram realizadas pensando em alternativas para a reabilitação e expansão do Sistema Baixo Cotia. Dentre elas estava a reutilização do

efluente tratado da ETE Barueri após um tratamento terciário por meio de um sistema de terras alagadiças construídas (wetlands construídos). Apesar de alguns estudos pilotos realizados, este plano de ação não chegou a ser implementado (Filho, 2008; Poças, 2015).

O atraso e ineficiência na pretensão de conservação do manancial, atrelado aos problemas relacionados ao contínuo crescimento populacional da região, provocaram um aumento na contaminação do manancial ao longo dos anos de funcionamento. A CETESB anualmente divulga relatórios apresentando a degradação da qualidade da água para captação neste manancial. Devido a insustentabilidade de produção de água segura e de qualidade, em abril de 2018 as operações do Sistema Baixo Cotia foram interditadas.

BREVE HISTÓRICO DA URBANIZAÇÃO DE COTIA

Emancipado desde 1856 da capital paulista, o município de Cotia permaneceu um longo período apresentando poucos e esparsos núcleos populacionais, com propriedades rurais de grandes extensões, sendo a agricultura de subsistência a principal atividade (IBGE, 1964; Langenbuch, 1964). Seu processo de urbanização e crescimento se dá somente a partir de meados do século XX, principalmente pela expansão da agricultura, rodovias e indústrias (Langenbuch, 1964; Lemos, 1972). Um breve histórico de seu desenvolvimento será relatado abaixo.

A posição favorecida de Cotia, sendo uma via de passagem obrigatória entre as cidades de São Paulo e Sorocaba, permitiu o seu crescimento, sendo um local de pouso e comércio de viajantes. Assim, o município se desenvolveu de acordo com sua função, de forma lenta e linear, ao entorno da estrada. Dessa forma, sua população saltou de 5.024 para 7.517 habitantes entre os anos de 1874 e 1886 (Lemos, 1972). Contudo, com o contínuo desenvolvimento da metrópole São Paulo, juntamente com a instauração das ferrovias e a diminuição das carretas de cargas, foi observado um fenômeno de êxodo rural das regiões vizinhas, incluindo Cotia, buscando novas oportunidades de trabalho. Nota-se então, que enquanto a cidade de São Paulo aumentava sua população em 445%, entre os anos de 1886 e 1900, no município de Cotia observou-se um decréscimo,

contando com 4.982 habitantes no censo de 1900 (Langenbuch, 1964; Lemos, 1972).

A retomada do crescimento de Cotia se deu na primeira metade do século XX, principalmente com o desenvolvimento da agropecuária voltada para o abastecimento da capital paulista. Neste aspecto, um fator determinante foi a imigração japonesa a partir de 1913, fortalecendo a policultura hortigranjeira. Além disso, os imigrantes contribuíram para formar a Cooperativa Agrícola de Cotia, que teve papel importante para a prosperidade da atividade agropecuária da região (Costa, 1958; Langenbuch, 1964; Lemos, 1972).

A repartição das propriedades rurais também foi um elemento significativo para a expansão de Cotia. Enquanto em 1905 somente 8,5% das propriedades eram inferiores a 22,4 hectares, entre 1934 e 1940, mais de 85% das propriedades tinham áreas menores que essa medida. Dessa forma, foi observado um grande crescimento populacional nesse período, atingindo 9.347 habitantes em 1920 e 11.379 em 1940 (IBGE, 1940; Langenbuch, 1964; Lemos, 1972).

Com a ausência de uma ferrovia que servisse Cotia, a progressão da urbanização foi diretamente influenciada pelo advento dos automóveis e a melhoria das estradas. Seguindo o antigo caminho das tropas, em 1922 a rodovia São Paulo-Paraná (atual Raposo Tavares) já era pavimentada e chegava até São Roque. Apesar de, inicialmente, ter função de acelerar o escoamento de safra e a entrega de produtos, o aumento gradual de circulação de carros em direção ao Sul do país, possibilitou a instalação de novos comércios no município (Langenbuch, 1964; Lemos, 1972). Novamente, observa-se o fenômeno de crescimento da cidade condicionado à rodovia.

A consolidação da rodovia Raposo Tavares como eixo importante de transporte de cargas e pessoas, além de melhorar a comunicação de Cotia com São Paulo, teve outras duas grandes influências para o processo de urbanização, principalmente a partir de 1950. Primeiro, favoreceu o surgimento de núcleos populacionais nas proximidades da estrada. O segundo elemento foi a facilitação do processo de industrialização, datando de 1952 a instalação da primeira fábrica em Cotia (Carlos, 1986; Lemos, 1972). A partir de então, novos pequenos e médios estabelecimentos industriais se espalharam às

margens da rodovia Raposo Tavares. Em 1960, o município contava com 25 fábricas de diversos setores, sendo a maioria têxtil, mas também de produção de químicos, peças automotivas, asfalto, matadouro, entre outros (IBGE, 1964).

Esses dois fatores, em conjunto com o processo de migração e parcelamento e loteamento de terras, permitiram o aumento da população urbana em detrimento da rural (Langenbuch, 1964; Lemos, 1972). Os censos de 1950 e 1960 reportam o aumento populacional nesse período, passando de 13.693 para 17.906 pessoas (nas regiões comparáveis, já excluindo Itapevi, emancipada em 1959). A população urbana, composta por 920 habitantes em 1950, subiu para 4.368, enquanto a rural diminuiu de 15.310 para 13.538 (IBGE, 1950; 1960).

Mas foram nas décadas seguintes que Cotia observou o maior crescimento urbano. Facilitado pelas leis de incentivo econômico, as quais isentavam as indústrias de impostos por até 20 anos, inúmeros estabelecimentos se instalaram no município. Em 1982, já havia 193 fábricas, sendo a maioria de produção de minerais, metalurgia, mecânica e químicos (Carlos, 1986).

O processo de industrialização em Cotia impactou diretamente o seu uso e ocupação do solo. As fábricas se instalaram e se desenvolveram desordenadamente, concentradas à margem da rodovia Raposo Tavares. As indústrias contribuíram com o adensamento populacional, devido à necessidade de mão-de-obra e ao crescimento do comércio. Também, exerceram papel fundamental no afastamento ou, até mesmo, expulsão da atividade rural para o interior ou para outros municípios (Carlos, 1986). O censo de 1970 retrata claramente a mudança do cenário rural para o urbano. Enquanto em 1960 apenas 24% da população viva na área urbana, em 1970, mais de 95% (29.638) das pessoas eram moradores dessa área, enquanto apenas 1.286 ainda moravam na região rural (IBGE, 1970).

Em 1980, a população alcançava 62.952 habitantes, sendo que 59.988 pertencentes à área urbana (IBGE, 1980). De 1980 em diante, a cidade continuou com o crescimento industrial e populacional. No censo de 1991, Cotia já ultrapassava 105.000 habitantes, sendo sua totalidade considerada urbana (IBGE, 1991). Em 2010, a população era superior a 200 mil, atingindo, em 2018, 244 mil

pessoas (IBGE, 2010; 2018b). A Figura 2 apresenta a evolução demográfica de Cotia de 1874 até 2018.

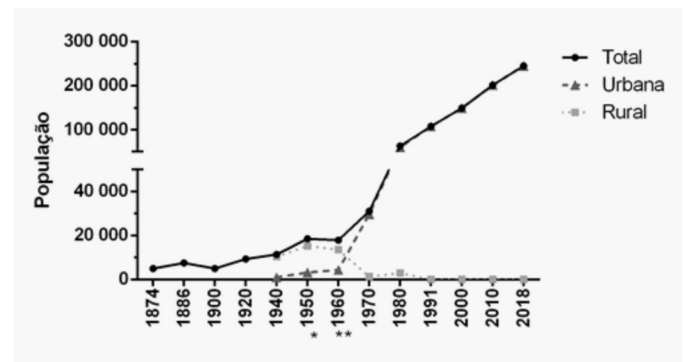


Figura 2. População total, urbana e rural do município de Cotia entre 1874 e 2018, de acordo com os censos demográficos do IBGE. (*) Em 1960, o município de Itapevi estava emancipado, não sendo incluído na soma populacional, como nos anos anteriores. (**) Em 1970, o município de Jandira estava emancipado, não sendo incluído na soma populacional, como nos anos anteriores. Fonte: Langenbuch, 1968; Lemos, 1972; IBGE, 1940; 1950; 1960; 1970; 1980; 1991; 2000; 2010; 2018b.

HISTÓRICO DA QUALIDADE DOS MANANCIAIS

Os mananciais do Alto e Baixo Cotia sofreram diferentes interferências durante o desenvolvimento do município. Enquanto no Alto Cotia há uma grande área preservada pela Reserva Florestal do Morro Grande e pouca influência do crescimento urbano, o Baixo Cotia recebeu uma grande carga de contaminação decorrente da urbanização e industrialização desordenada e da baixa taxa de coleta e tratamento de esgotos. Dados históricos sobre a qualidade da água da bacia do rio Cotia serão apresentados a seguir.

A CETESB disponibiliza resultados dos monitoramentos dos mananciais do Estado de São Paulo realizados a partir de 1978, apresentando dados físicos, químicos e microbiológicos. Para fins comparativos deste estudo, foram considerados os dados referentes aos anos de 1978, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2017 (CETESB, 1979; 1981; 1986; 1991; 1996; 2001; 2006; 2011; 2016; 2018). Entre os principais parâmetros avaliados estão as médias anuais do Índice de Qualidade de Águas (IQA), da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), do Oxigênio Dissolvido (OD) e dos parâmetros microbiológicos (coliformes totais e fecais, cistos e oocistos parasitas). O IQA é um índice que incorpora nove variáveis relevantes para a avaliação da qualidade das águas em uma escala de 0 a 100, sendo as águas classificadas da seguinte forma:

Ótima ($IQA > 79$); Boa ($51 < IQA \leq 79$); Regular ($36 < IQA \leq 51$); Ruim ($19 < IQA \leq 36$); e Péssima ($IQA \leq 19$) (CETESB, 2018).

Foram analisados os três pontos de monitoramento do rio Cotia (Figura 1), sendo eles: I) na Barragem das Graças, junto à captação do Alto Cotia; II) na ponte da rodovia Raposo Tavares km 28,5, região central do município; e III) na entrada do canal de captação do Baixo Cotia. Os dados do ponto III (Baixo Cotia) não estão presentes nos relatórios de 1978 e 1980, sendo considerados apenas a partir de 1985.

O ponto de captação de água do Alto Cotia, é classificado como manancial de classe Especial, pela legislação (atual CONAMA 357/2005), exigindo, assim, parâmetros de qualidade mais rigorosos. Desde o primeiro relatório divulgado pela CETESB, em 1978, a qualidade da água sempre apresentou resultados satisfatórios. As médias anuais dos documentos analisados mostraram que a classificação do IQA permaneceu no limiar entre ótima e boa, com valor mínimo de 76 e máximo de 88 (Figura 3). Igualmente, os níveis médios anuais de DBO e OD sempre estiveram em regularidade com a legislação vigente.

Em geral, os parâmetros microbiológicos se enquadraram à atual legislação desde 1978, com a mediana dos dados anuais sempre abaixo do exigido (Figura 4). Contudo, algumas amostragens apontaram valores superiores ao permitido de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), exibindo valor máximo de 820 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por 100 mL em 2005. Dos relatórios analisados, em apenas uma amostra foi detectada 50 cistos de *Giardia* por litro, em 2000, indicando aparente vulnerabilidade do sistema, demandando atenção futura, especialmente em se tratando de manancial de classe especial.

Na região baixa de Cotia, os pontos II e III são categorizados como corpo d'água de classe 3, pelo CONAMA 357/2005, ou seja, tendo menor exigência dos parâmetros de qualidade e tornando obrigatório o tratamento convencional ou avançado para a distribuição de água. O ponto II (rio Cotia, na altura do km 28,5 da rodovia Raposo Tavares) apresentou IQA médio de 48 já no relatório de 1978, representando uma qualidade regular. É possível observar uma diminuição desse valor nos relatórios

seguintes (Figura 3), e atualmente é classificada como de qualidade ruim ($IQA < 36$). Os níveis altos de DBO e baixos de OD, muitas vezes não correspondendo ao exigido pela legislação, demonstram alto nível de contaminação de carga orgânica. A presença de *E. coli* em níveis elevados já foi reportada em 1978. A partir de 1990 a maioria das amostras apresentavam valores superiores a 1×10^5 UFC/100mL de água, sendo que em 1995 e 2015 atingiu máxima de 3×10^6 e 1×10^6 UFC/100mL, respectivamente (Figura 4).

No ponto de captação de água do Baixo Cotia, em 1985, o valor médio anual do IQA foi de 55, representando uma qualidade de água boa. A queda foi bem acentuada, principalmente entre 1995 e 2000, e atualmente também é classificada como de qualidade ruim (Figura 3). Os níveis de contaminação orgânica aumentaram gradativamente com os valores de DBO elevados, sendo que desde 2005, quando se obteve média de 53 mg/L, se manteve acima do regulamentado (10 mg/L). Semelhante fenômeno ocorre com o oxigênio dissolvido, sendo observada uma diminuição gradual e atingindo, atualmente, uma média anual que está abaixo do limite estabelecido.

A contaminação por coliformes termotolerantes no ponto de captação do Baixo Cotia também foi sempre muito marcante (Figura 4). A partir de 1990 até 2017, não se observaram valores inferiores ao exigido pela atual legislação. Entre 1990 e 2000 verificou-se aumento da presença de *E. coli*, atingindo concentrações elevadas de até 3×10^6 UFC/100mL. Os últimos relatórios apontam concentrações superiores a 2×10^5 UFC/100mL.

Contaminações por protozoários também foram detectadas em vários anos. Em 2000, uma amostra apresentou três oocistos de *Cryptosporidium* por litro, e em todas as amostras avaliadas foram encontrados cistos de *Giardia*, com média de 60 cistos/L. Em 2015, a concentração média de oocistos e cistos foi de 3,1 e 55,6 por litro, respectivamente. Finalmente, em 2017 a média anual de cistos de *Giardia* aumentou ainda mais, alcançando 139,7 cistos/L.

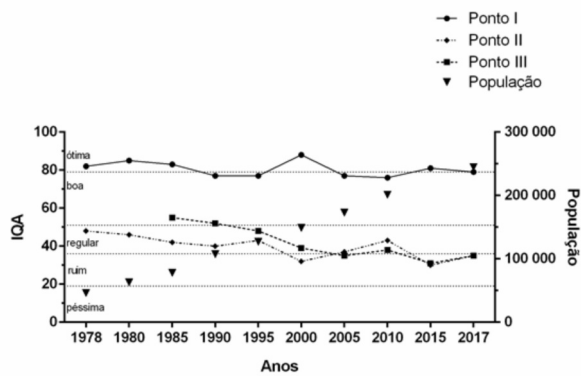


Figura 3. Série histórica do Índice de Qualidade de Água (IQA) e classificações da qualidade da água entre 1978 e 2017, nos pontos I (Alto Cotia), II (Raposo Tavares) e III (Baixo Cotia), em comparação com o aumento populacional do município (Fonte: Relatórios de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo de 1978 a 2017).

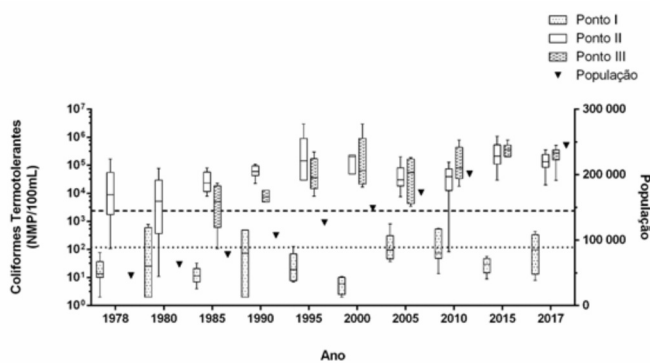


Figura 4. Boxplot da concentração de coliformes termotolerantes (*E. coli*) entre 1978 e 2017, nos pontos I (Alto Cotia), II (Raposo Tavares) e III (Baixo Cotia), em comparação com o aumento populacional do município. Linhas representam o limite máximo estabelecido pela legislação (CONAMA 357/2005) para águas de classe 3 (tracejada) e classe especial (pontilhada) (Fonte: Relatórios de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo de 1978 a 2017).

OCUPAÇÃO DO SOLO X QUALIDADE DA ÁGUA

Cotia apresentou um rápido processo de urbanização, que impactou diretamente na qualidade da água da parte baixa do rio Cotia e seu manancial a jusante. O estabelecimento das indústrias a partir dos anos 1950, com a rodovia Raposo Tavares servindo como eixo principal, colaborou também para o adensamento populacional.

Nas décadas seguintes observou-se a inversão da proporção de população rural e urbana, sendo esta última representando quase a totalidade em 1970. Estes fatos interferiram na qualidade da água do rio, visto que os dados do monitoramento do ponto II (sob a rodovia Raposo Tavares), em 1978, já apresentavam valor do IQA regular e alto nível de contaminação microbológica (Figuras 3 e 4).

O relevante papel da industrialização também é observado nos indicadores de qualidade da água. A análise dos relatórios de monitoramento da CETESB permite observar que até 1990 houve uma contaminação da água predominantemente causada pela ação industrial. Durante este período é possível notar a elevada presença de fenóis e nitrogênio amoniacal na parte baixa do rio Cotia, extrapolando os limites da legislação. Provavelmente, isso ocorreu pela produção de rejeitos das indústrias ali instaladas, principalmente as de fabricação têxtil e de químicos.

O contínuo crescimento populacional de Cotia nos anos posteriores, começou a influenciar intimamente a qualidade da água. A partir de 1995, observa-se um aumento na concentração de fósforo na água, além do permitido. Juntamente com o aumento da DBO e diminuição do OD, inferindo-se uma contaminação gerada por esgoto doméstico. A alta concentração de fósforo também teve impacto direto no processo de eutrofização das águas. Os pontos II e III (Figura 1) são até hoje classificados como eutróficos, de acordo o Índice de Estado Trófico (IET) (CETESB, 2018).

O aumento da influência urbana na contaminação das águas também pode ser observado pelo crescimento do número de microrganismos de origem fecal nos pontos II e III. A partir de 1995 nota-se um aumento no número de total de coliformes termotolerante (*Escherichia coli*), começando a apresentar valores médios superiores a 105 UFC/100mL (Figura 4).

Merece destaque a contaminação microbológica da parte baixa do rio Cotia. Desde 1990 os valores de *E. coli* extrapolam os limites estabelecidos pela legislação para águas de abastecimento (Figura 4). Além disso, cistos e oocistos de parasitas, extremamente resistentes aos tratamentos aplicados, são encontrados em abundância. Dessa forma, a população abastecida pela água captada no Baixo Cotia esteve diariamente, durante anos, exposta a fatores de risco de doenças, como diarreia, giardíase e criptosporidíase, que são responsáveis por perda de tempo de vida saudável e mortes precoces (OMS, 2017).

Apesar de a água passar por um processo de tratamento com desinfecção, muitas vezes não é eficiente para a remoção de todos eles. Segundo padrões internacionais, uma água que apresenta

concentração de 0,34 cisto/L de *Giardia*, necessitam uma remoção de 3 logs (99,9%) para garantir o consumo seguro (CETESB, 2018). Em 2017, a média anual desse protozoário no ponto III (Baixo Cotia) foi superior a 130 cistos/L, sendo sua redução mediante tratamento, possivelmente, impraticável.

A rápida e desordenada expansão em Cotia, tanto industrial como populacional, não foi acompanhada pela produção de infraestrutura básica, como a de saneamento. Por exemplo, em 1982, menos da metade das fábricas operantes possuíam infraestrutura para tratar os efluentes industriais (Carlos, 1986), corroborando os dados de contaminação química nos relatórios da CETESB até 1990.

A falta de um desenvolvimento planejado dos loteamentos domiciliares também teve impacto danoso ao Baixo Cotia. As famílias de menor renda, que compunham a maior parte da população do município (em 1980, 66% das pessoas recebiam até 3 salários mínimos), tenderam a se fixar em terrenos de menor área, com topografias impróprias para construção, como as áreas adjuntas ao rio Cotia, e próximas às fábricas. Muitas vezes compostos de casas autoconstruídas, esses loteamentos apresentavam deficiência ou ausência de estruturas sanitárias apropriadas (Carlos, 1986).

Os dados de contaminação do Baixo Cotia estão intimamente relacionados com a precariedade do saneamento da cidade. De acordo com Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dados de coleta de esgoto são reportados apenas em 1998, onde cerca de 30% da população era atendida, porém ainda sem nenhum tratamento (SNIS, 2019).

Somente no ano de 2005, os registros apontam que 5% do esgoto era tratado. Na época, a coleta de esgoto atingia cerca 38% da população. Em 2009, 42% das pessoas possuíam coleta de esgoto e a taxa de tratamento aumentara para 27% do volume coletado. Já em 2017, a população atendida pela rede coletora de esgotos era de 52%, mas apenas 43% desse esgoto recebia tratamento adequado (SNIS, 2019). Ou seja, atualmente, mais de 75% do esgoto gerado em Cotia é despejado nos corpos d'água, incluindo a bacia do rio Cotia, sem nenhum tratamento. Portanto, nota-se que o processo de urbanização não planejado do município concedeu um déficit nas condições sanitárias, o que impactou

diretamente, e continua impactando, a qualidade da água.

Apesar da elevada contaminação da água devido à ocupação do solo sem planejamento, a qual levou a inativação do sistema em apenas 55 anos, Cotia também se destaca por possuir outro grande manancial em situação oposta. Em funcionamento há mais de 100 anos, o Alto Cotia está localizado na RFMG, com um grande entorno preservado por vegetação e alta qualidade de água. Dos relatórios da CETESB é possível notar que o ponto I (Alto Cotia) apresenta um IQA entre bom e ótimo no decorrer dos últimos anos (Figura 3). Além disso, baixos níveis de contaminação microbiológica, com eventuais amostras acima dos limites estabelecidos pela legislação (Figura 4).

A política de conservação realizada na primeira metade do século XX freou o desenvolvimento agrícola na região e permitiu garantir a qualidade da água desse reservatório. Até o início do século XX, a área florestal da RFMG possuía algumas propriedades agrícolas, formando um mosaico de matas e capoeiras. Contudo, com a necessidade de implantação de um sistema de abastecimento de água para São Paulo e visando a preservação do manancial, a Repartição de Águas e Esgotos (RAE) do Estado desapropriou toda área da bacia hidrográfica à montante da Cachoeira das Graças. A desapropriação das áreas agrícolas foi o que permitiu a regeneração da vegetação, sendo hoje composta por florestas secundárias em diferentes estágios de sucessão (Metzger et al. 2006; Saito, 2007).

Devido à importância para a fauna, flora e manancial, a área foi oficializada como reserva pela Lei Estadual n° 1.949, de 04 de abril de 1979. Em 1981, a RFMG foi tombada pelo Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico, Monumental, Natural e Turístico do Estado de São Paulo. Ainda, em 1993, foi considerada pela UNESCO como núcleo da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, fazendo parte do patrimônio da humanidade (Saito, 2007). Atualmente, a administração da RFMG está sob responsabilidade da SABESP.

Porém, a RFMG não está completamente isenta da ação antrópica. Em seu interior cruza uma linha férrea da antiga Companhia de Estrada de Ferro

Sorocabana, com extensão aproximada de 10 km, à montante do reservatório Pedro Beicht. Desde sua instalação até hoje, serve como linha de transporte de cargas, com destino ao Porto de Santos e, também, possui um pátio de manobras no interior da reserva. Além disso, passa pela RFMG uma linha de transmissão de energia elétrica, que exigiu o desmatamento e terraplanagem de uma longa faixa de terra (Saito, 2007).

O processo de urbanização de Cotia também pode ser preocupante para a reserva. No limite da RFMG, as áreas urbanizadas estão aumentando gradativamente, muitas vezes com autoconstruções e pouca infraestrutura, com suspeitas de adentrarem as áreas protegidas por lei. Também próximo à RFMG, entre as bacias do rio Cotia e do ribeirão Ressaca há um aterro sanitário com área de seis hectares, que recebe 100 toneladas de resíduos sólidos por dia. Além disso, o interior da reserva também é continuamente danificado, por caçadores, pescadores, coletores de palmitos e plantas, comerciantes de animais, entre outros (Saito, 2007). Assim, apesar da grande área preservada e da importância para a sustentabilidade ambiental, a RFMG também comporta problemas intrínsecos ao processo de urbanização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando o histórico de ocupação do solo de Cotia, nota-se que a rápida urbanização, sem o devido planejamento e investimento em saneamento foram diretamente responsáveis pela contaminação e futura interdição do Baixo Cotia. Por outro lado, a redução da ação antrópica e preservação da vegetação dos corpos hídricos foi o que permitiu, e ainda permite, o Alto Cotia manter bons índices de qualidade da água.

A contaminação da água nos níveis observados no Baixo Cotia representa um grave problema de saúde pública, traduzido em riscos de infecção para os consumidores. De acordo com agências internacionais de proteção ambiental e da Organização Mundial da Saúde, águas contaminadas com concentrações de 1 oocisto de *Cryptosporidium* ou 0,34 cisto de *Giardia* por litro necessitariam garantir a remoção de, no mínimo, 99,9% desses organismos para assegurar um risco tolerável de infecção anual (1 caso de infecção para cada 10.000 pessoas). Com o cenário de extrema contaminação observado no Baixo Cotia, estima-se que pessoas

tenham se infectado e adoecido ao consumir a água proveniente deste manancial, acima do risco tolerável (CETESB, 2018).

Porém, a fragilidade do sistema de saúde nacional e as subnotificações de casos não permitem criar a relação da presença desses organismos com as doenças causadas. Os dados oficiais de doença diarreica nas cidades abastecidas pelo Baixo Cotia são limitados e não informam o agente causador. No entanto, sabe-se que grande parte dos microrganismos encontrados na água de consumo causam infecções gastrointestinais e diarreia. Estima-se que, mais de 1,4 milhões de mortes anuais são ocasionadas por falta de higiene, saneamento e água de qualidade em todo o mundo (OMS, 2018).

Além dos aspectos ambientais e de saúde, a urbanização e a baixa qualidade da água têm impactos econômicos. A alta carga de contaminantes exige uma maior quantidade de produtos químicos para o tratamento da água. Em relatório da SABESP mostrou-se que entre os anos de 1998 e 2005, a estação de tratamento do Baixo Cotia utilizou, em média, 2,3 vezes mais produtos químicos (em km/100m³) do que no Alto Cotia. Somente em 2005, o consumo foi de 3,3 vezes superior no Baixo Cotia (SABESP, 2005).

Devido a todos esses fatores (ambiental, de saúde e econômico) um manancial que abastecia cerca de 400 mil pessoas teve suas operações interrompidas, em meio a uma das maiores crises hídricas da RMSP. A interrupção do Baixo Cotia ocorreu em 2018, mas poderia ter acontecido antes, uma vez que o cenário apresentado nos anos anteriores já predizia a falência da qualidade da água. Os excessivos e contínuos níveis de contaminação, presentes desde os anos 90, já alertavam a dificuldade de distribuir água de qualidade a partir desse manancial. A negligência e a falta de soluções postergaram o que parecia inevitável, proporcionando a exposição da população a fatores de risco de doenças.

Observando o presente estudo de caso, conclui-se que é crucial o investimento em esgotamento sanitário e em preservação florestal. Aumentar a rede coletora e efetivar o tratamento são medidas que irão contribuir diretamente em todos os fatores que levaram à interrupção do Baixo Cotia. Ajudará a reduzir os impactos ambientais nos

mananciais, a diminuir a exposição da população às doenças de transmissão fecal-oral, e a amortizar os gastos com tratamento de água e serviços de saúde pública.

Também, é imperativo a criação e implementação de planos de recuperação e preservação de mananciais e a mata ao entorno, para garantir uma boa e contínua qualidade da água para a população. Ademais, se faz necessário monitoramentos constantes dos mananciais, além de estudos e análises críticas da qualidade de água que é captada para abastecimento.

O meio mais efetivo para garantir a qualidade da água de consumo é realizar um Plano de Segurança da Água (PSA). O PSA é um conceito estabelecido pela Organização Mundial da Saúde que aborda a avaliação e o gerenciamento de risco à saúde considerando todas as etapas da cadeia de abastecimento de água, desde a captação até o consumidor (Bartram et al., 2009; OMS, 2017). A implementação e efetiva aplicação do PSA no país pode colaborar para manter a qualidade da água dos mananciais, reduzir riscos à população exposta e evitar novas interdições de sistemas de abastecimento.

Atualmente, a população antes abastecida pelo Baixo Cotia recebe água proveniente do sistema São Lourenço, com a água captada no reservatório da cachoeira do França em Ibiúna. No relatório de 2017 da CETESB, os dados de monitoramento da água que chega até este reservatório (junção do rio São Lourenço e rio Juquiá) apresentam amostras com níveis de contaminação por E. coli acima do permitido pela legislação, mas ainda sem apresentar valores extremos.

Até quando a solução do abastecimento de água da RMSP será a busca de mananciais cada vez mais distantes? Quando serão tomadas e implementadas medidas de preservação e saneamento para evitar a perda de novos (e antigos) reservatórios? Até quando as políticas públicas irão permitir que o meio ambiente, a água e a saúde da população estejam em risco devido à falta de planejamento e infraestruturas básicas?

Espera-se que o caso de Cotia sirva de exemplo de como o planejamento, o saneamento e a preservação são fundamentais para garantir a

qualidade da água. A partir deste caso pode-se, também, projetar e repensar o destino de outros mananciais da RMSP ou do Brasil, que tendem ao mesmo desfecho do Baixo Cotia.

REFERÊNCIAS

- BARTRAM, J.; CORRALES, L.; DAVISON A.; DEERE, D.; DRURY, D.; GORDON, B.; HOWARD, G.; RINEHOLD, A.; STEVENS, M.; Water safety plan manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers. Geneva: Organização Mundial da Saúde, 2009.
- CARLOS, A. F. A. A (re)produção do espaço urbano: o caso de Cotia. 1986. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- CASTRO, P. P. Plano de abastecimento de água para área metropolitana de São Paulo. Revista do DAE São Paulo, v. 51, n. 531, 1963. Disponível em: < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_51_n_531.pdf >
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 1978. São Paulo: CETESB, 1979.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 1980. São Paulo: CETESB, 1981.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 1985. São Paulo: CETESB, 1986.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 1990. São Paulo: CETESB, 1991.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 1995. São Paulo: CETESB, 1996.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 2000. São Paulo: CETESB, 2001.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 2005. São Paulo: CETESB, 2006.

- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 2010. São Paulo: CETESB, 2011.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 2015. São Paulo: CETESB, 2016.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: 2017. São Paulo: CETESB, 2018.
- COSTA, E. V. Cotia e Itapeverica da Serra, subúrbios agrícolas. In: AZEVEDO, A. (Org.). A cidade de São Paulo: estudo de geografia urbana: Vol. IV, os subúrbios paulistanos. 2. ed. São Paulo: AGB. Cia Editora Nacional, 1958.
- CUNHA, A. Inauguração da nova instalação para o tratamento das águas do Cotia. Boletim da RAE, v. 3, n. 1346, 1937. Disponível em < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_3_n_1346.pdf >
- EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. Sobre a Região Metropolitana de São Paulo. 2019. Disponível em: <<https://www.emplasa.sp.gov.br/RMSP>>. Acesso em: jul. 2019.
- FILHO, D. B. Reabilitação, expansão e conservação do manancial Baixo Cotia na região metropolitana de São Paulo, Brasil. São Paulo: SABESP, 2008. Disponível em < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/peru/braapa001.pdf>>. Acesso em: jul. 2019.
- FILHO, D. B.; JUNIOR, C. B. Sistemas Alto e Baixo Cotia: comunicação de projeto de desenvolvimento tecnológico e adequação operacional: estudos para melhorias dos processos de tratamento de água. Revista DAE Sabesp, v. 175, n. 17, 1994. Disponível em: < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_175_n_17.pdf >
- FUSP - Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: Relatório Final. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - Volumes 1 a 4. São Paulo: FUSP, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse preliminar do censo demográfico: 1940. Rio de Janeiro: IBGE, 1940.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 1950. Rio de Janeiro: IBGE, 1950.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 1960. Rio de Janeiro: IBGE, 1960.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cotia. São Paulo. Coleções de monografias. Rio de Janeiro: IBGE, 1964.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 1970. Rio de Janeiro: IBGE, 1970.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 1980. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 1991: resultados do universo relativos as características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Monografias Municipais: Cotia. Rio de Janeiro: IBGE, 2018a.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa da população em 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018b.
- LANGENBUCH, J. R. A estruturação da grande São Paulo: estudo da geografia urbana. 1964. Tese (Doutorado em Filosofia, Ciências e Letras) – Universidade de Campinas, Campinas, 1964.
- LEITE, R. Aspectos geomorfológicos da planície fluvial do baixo rio Cotia, SP. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- LEMOS, A. I. G. Cotia e sua participação no conjunto da faixa periférica da metrópole paulistana. 1972. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.
- LUZ, A. R.; UMMUS, M. E. Relevô, hidrografia e solos da Reserva Florestal Morro Grande (Sistema Alto Cotia) e evolução geomorfológica do Planalto de Ibiúna. Revista DAE Sabesp, v. 181, n. 1455, 2009. Disponível em: < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_181_n_1455.pdf >
- METZGER, J. P.; ALVES, L. F.; GOULART, W.; TEIXEIRA, A. M. G.; SIMÕES, S. J. C.;

CATHARINO, E. L. M. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. *Biota Neotropica*, v. 6, n.2, 2006. doi: 10.1590/S1676-06032006000200003.

OMS – Organização Mundial da Saúde. *Guidelines for drinking-water quality*. Geneva: WHO, 2017.

OMS – Organização Mundial da Saúde. *Global health estimates summary tables: deaths by cause, age and sex*. Geneva: WHO, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/en/>. Acesso em: jul. 2019.

POÇAS, C. D. Utilização da tecnologia de wetlands para tratamento terciário: controle de nutrientes. 2015. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ROSA, C. A. S. Evolução da qualidade das águas do Rio Cotia de 1970 a 2010, Região Metropolitana de São Paulo, SP. 2013. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2013.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. *Encontro Floresta-Água: A cobrança do uso da água e o ressarcimento ao produto de água*. Sistema Integrado de Gestão Ambiental. São Paulo: SABESP, 2005. Disponível em: <<https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/>>. Acesso em: jul. 2019.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. *Dossiê – Sistemas Alto Cotia e Baixo Cotia*. São Paulo: SABESP, 2008.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. *Redes de água na RMSP e Sistemas Produtores*. 2018. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=112>>. Acesso em: jun. de 2019.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. *Situação dos mananciais: armazenamento e pluviometria*. 2019a. Disponível em: <<http://mananciais.sabesp.com.br/>>. Acesso em: jul. 2019.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. *Boletim de mananciais – Condições de armazenamento dos mananciais que abastecem a RMSP*. 2019b. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=553>>. Acesso em: jul. 2019.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. *Tratamento de água*. 2019c. Disponível em:

<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>>. Acesso em: jun. 2019.

SAITO. M. I. *Morro Grande e o processo de ocupação do seu entorno: o sistema de adução do Alto Cotia*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Informações e indicadores municipais consolidados: Série histórica*. 2019. Disponível em: <<http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: jul. 2019.