



OBSERVATÓRIO
DAS ÁGUAS

Nota Técnica
Julho de 2020

Os Serviços Ambientais da Mata Atlântica

Segurança Hídrica, Regulação do Clima e Diversidade Biológica

As instituições participantes do Comitê Gestor
do OGA Brasil assinam esta nota:

Associação Brasileira de Recursos Hídricos

ABRHidro;

Fundação SOS Mata Atlântica;

Instituto Democracia e Sustentabilidade

IDS (SP);

Instituto Portas Abertas(ES);

Instituto Rios Brasil (AM);

Instituto Trata Brasil

(Trata Brasil);

O Nosso Vale! A Nossa Vida (RJ); e

The Nature Conservancy

(TNC-Brasil)

Os Serviços Ambientais da Mata Atlântica

Segurança Hídrica, Regulação do Clima e Diversidade Biológica

Nota Técnica

“Está claro que a espécie humana não poderá continuar por muito tempo com sua cegueira ambiental e com a sua falta de escrúpulos na exploração da natureza.”

***José Antônio Lutzenberger
Ambientalista.***

1. Apresentação

Esta Nota Técnica tem por objetivo demonstrar a importância da Mata Atlântica na oferta de serviços ambientais e ecossistêmicos hídricos e evidenciar a capacidade da floresta de minimizar impactos das mudanças climáticas.

2. A Mata Atlântica

Reconhecida como patrimônio nacional pela Constituição Federal de 1988 e com trechos declarados pela Unesco como Patrimônio Mundial Natural, a Mata Atlântica está reduzida hoje a 15,2 % da área compreendida por sua Lei especial (Lei 11.428/2006) segundo dados da 15ª edição do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica¹. Esse mapeamento aponta um aumento de 27,2% na taxa de desmatamento no período de 2018 a 2019, em análise comparativa com o período anterior, de 2017 a 2018, e evidencia a urgente necessidade de cumprimento integral e efetivo da sua Lei, de incremento das políticas públicas e de atividades econômicas compatíveis com as suas características, conservação e usos sustentáveis.

Considerada uma das florestas mais ricas em diversidade de vida na Terra, a Mata Atlântica é um dos 25 *hotspots* de biodiversidade do mundo. Os *hotspots* são áreas caracterizadas por níveis excepcionais de endemismo e por terem perdido ao menos 70% de sua cobertura vegetal original, mas que, ainda assim,

¹ Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, Fundação Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2020. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/06/2020_Atlas_Mata_Atlantica_2018-2019_relatorio_tecnico_final-1.pdf.

abrigam, juntas, mais de 60% de todas as espécies terrestres do planeta (Galindo-Leal e Gusmão Câmara, 2005).

A Mata Atlântica cobre 15% do território nacional e abrange nove das 12 Regiões Hidrográficas do país. É o lar de 72% da população brasileira, distribuída em 3.429 municípios (61% das cidades do país) em 17 estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe. Toda a riqueza gerada em seus domínios representa 70% do PIB nacional.

O imenso patrimônio natural, genético e cultural da Mata Atlântica reúne valor econômico estratégico para o desenvolvimento e manutenção das atividades humanas. A conservação dos seus remanescentes florestais é essencial para garantir relevantes serviços ambientais e ecossistêmicos, como a regulação do clima, a manutenção do ciclo hidrológico e do fluxo dos mananciais, para assegurar a fertilidade do solo, prevenir erosão e manter a sua estrutura e estabilidade, protegendo escarpas e encostas, para produzir oxigênio e carbono, com grande relevância para o clima, além de contribuir para regular a composição química dos oceanos.

E é a manutenção da vegetação nativa que garante os serviços ambientais que a Mata Atlântica fornece. Esses serviços são vitais e de interesse coletivo, de extrema relevância para a sociedade, com impactos locais, regionais, nacionais e de âmbito global, com ênfase para as áreas urbanas e as regiões metropolitanas altamente adensadas. O desmatamento acarreta um alto impacto ao equilíbrio regional e grandes perdas no provimento desses serviços ambientais e afeta as populações de forma diferente, com ameaças negativas maiores para as comunidades mais pobres e em condição de vulnerabilidade. Portanto, a decisão de proteger os ecossistemas e garantir o provimento de serviços ambientais é também uma escolha ética, de justiça e equilíbrio social.

A proteção dos serviços ambientais da Mata Atlântica depende da conservação de remanescentes de vegetação nativa e da recuperação das áreas de preservação permanente que, dentre todas as suas funções, são capazes de contribuir para a conectividade ecológica entre os fragmentos florestais e dessa forma garantir a biodiversidade. A situação de isolamento dos remanescentes da Mata Atlântica e o aumento dos índices de desmatamento colocam em risco a capacidade do bioma de prover serviços ambientais para a sociedade.

A necessidade de promover a segurança hídrica nos estados da Mata Atlântica é crucial para os dias atuais. A demanda por água tem aumentado a uma taxa de 1% (um por cento) ao ano² devido ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e às mudanças nos padrões de consumo; esse aumento da demanda tende a aumentar de forma significativa nas próximas duas décadas. Ao mesmo tempo, observa-se um aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, como inundações e longos períodos de seca, relacionados

² Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2019.

às mudanças climáticas, que têm afetado a oferta de água no domínio da Mata Atlântica, ameaçando o suprimento de recursos hídricos para todos.

A degradação dos ecossistemas é uma das principais causas dos desafios da gestão da água no mundo. O relatório mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – 2018, aponta que, embora cerca de 30% das terras em todo o mundo permaneçam com cobertura florestal natural, ao menos 2/3 dessa área se encontram em estado de degradação. A maioria dos recursos da terra, especialmente os solos em áreas destinados à produção agrícola encontra-se em condições razoáveis, precárias ou muito precárias e a perspectiva atual é de que essa situação se agrave, com impactos negativos ao ciclo da água, devido ao aumento das taxas de evaporação, à redução da capacidade de armazenamento de águas subterrâneas e ao aumento do escoamento superficial, acompanhado de intensos processos de erosão .

No Brasil esse alerta vem sendo dado com maior destaque desde a edição da Rio +20, realizada em 2012, no Rio de Janeiro. Na ocasião, o Ministério do Meio Ambiente lançou o Plano Nacional de Recursos Hídricos, com metas voltadas para a promoção da segurança hídrica até 2020, inclusive chamando a atenção para dados da Agência Nacional de Água (ANA) que apontavam prejuízos superiores a R\$ 2 bilhões/ano decorrentes apenas da sedimentação nos corpos d'água e das perdas de solo no Brasil. Segundo Manzatto et al (2002), esses prejuízos podem ser bem maiores; estima-se um custo agregado de cerca de US\$ 2,64 bilhões/ano causados diretamente aos produtores e indiretamente à sociedade com as perdas de solo em território brasileiro.

As ações desenvolvidas no país, desde o anúncio desses dados ganharam relevância no início da Década Internacional para a Ação: Água para o Desenvolvimento Sustentável (2018-2028), instituída pelas Nações Unidas, e o chamamento da Unesco para a urgente necessidade de adoção das “Soluções Baseadas na Natureza para a Gestão da Água”.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos consolidou o conceito de produtor/conservador de água, no qual reconhece estratégica e economicamente o papel de geração de serviços ambientais desempenhado por proprietários rurais no abatimento de erosão e infiltração de água, a partir do desenvolvimento de práticas de conservação do solo e de conservação e restauração florestal da floresta nativa.

Diversos planos de bacias hidrográficas e de segurança hídrica contemplam investimentos em restauração e conservação florestal associados à gestão dos recursos hídricos, impulsionados por programas como o Produtor de Água, a cargo da Agência Nacional de Águas, e por políticas estaduais desenvolvidas no território da Mata Atlântica.

Os indicadores e a metodologia empregados para aplicação formal desse conceito, que mensura e valora os serviços da Mata Atlântica com foco na qualidade e quantidade da água, foram oficialmente e de forma pioneira testados no Brasil no Sistema Cantareira, principal manancial de abastecimento de água

das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas. E, desde então, vêm sendo desenvolvidos, executados e aprimorados no país, com adaptações para as diferentes bacias hidrográficas e localidades, com arranjos institucionais específicos.

Além do reconhecimento dos serviços ambientais voltados a assegurar acesso à água para 120 milhões de brasileiros, a Mata Atlântica é a alternativa para que o país cumpra as metas assumidas de Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) frente ao Acordo do Clima de Paris, que prevê restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares até 2030, restaurar adicionalmente 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e outros 5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (iLPF) até 2030.

3. A Água e a Floresta: Estudos de Caso

Pesquisas realizadas pelo Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emerich do Instituto Florestal de São Paulo (Rocha e Costa, 1998), comprovam, de forma inequívoca, que a presença de cobertura florestal da Mata Atlântica em bacias hidrográficas promove a regularização do regime de rios e a melhora da qualidade da água.

Essas pesquisas produziram um dado inédito sobre o regime hídrico na região de Cunha, Estado de São Paulo:

“(…) de toda a chuva que cai na Mata Atlântica, nesse sítio, ao longo de um ano, 70% abastece as águas dos rios de forma continuada e permanente. Isso significa uma alta produção de água de qualidade ótima e boa. Maior que o aproveitamento da água indicada em estudos realizados na floresta Amazônica, por exemplo, que chega a apenas 50%” (Rocha e Costa, 1998).

A floresta auxilia no equilíbrio do regime hídrico, mantendo as nascentes perenes. Com seus vários componentes (folhas, galhos, troncos, raízes, serrapilheira e solo), age como uma poderosa esponja fazendo com que a água percole o solo e alimente gradualmente lençol freático, mantendo os rios com vazões regulares ao longo do ano, inclusive nos períodos de estiagem.

Nas microbacias recobertas com Mata Atlântica em Cunha, a perda de solo é da ordem de 162 kg/hectare/ano. Esse valor é muito inferior à perda de solo registrada para o estado de São Paulo, que varia de 6,6 a 41,5 t/hectare/ano, dependendo da cultura agrícola, algo como 12 toneladas num campo de milho, 12,4 toneladas numa área de cana-de-açúcar, chegando a até 38,1 toneladas numa plantação de feijão, segundo Maurício Ranzini, engenheiro florestal, doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP de São Carlos e pesquisador do Instituto Florestal de São Paulo (Ranzini, 2015).

O desmatamento faz com que o escoamento superficial da água de chuva seja intenso e atinja rapidamente a calha do rio, carreando solos e poluentes e provocando inundações. E, nos períodos de estiagem, o corpo-d'água impactado

por erosão perdeu o calhado e vai minguando, podendo até secar. Esse impacto no regime hídrico da bacia agrava os problemas de escassez, já enfrentada em muitas das cidades situadas no bioma Mata Atlântica.

As bacias hidrográficas com altas taxas de desmatamento e áreas desprovidas de vegetação nativa sofrem um intenso processo de perda da qualidade da água, decorrente dos processos de erosão e do carreamento de sedimentos, com aumento de turbidez e do assoreamento dos rios e mananciais. A floresta confere muitos benefícios para os sistemas hídricos. Contribui, por exemplo, para o equilíbrio térmico da água, reduzindo os extremos de temperatura e mantendo a oxigenação do meio aquático. Promove a absorção de nutrientes pelas árvores, arbustos e plantas herbáceas evitando a lixiviação excessiva dos sais minerais do solo para as águas.

As áreas de preservação permanente (APP) com vegetação nativa, contribuem para minimizar os processos erosivos e diminuir os efeitos impactos decorrentes da perda de solo fértil. Áreas com floresta nativa apresentam em média uma perda de apenas 4 kg de solo por hectare/ano, enquanto áreas de plantio de soja e algodão têm perdas que ultrapassam 20 toneladas por hectare/ano (Tundisi et al., 2006)³. O prejuízo financeiro associado à perda anual de solo agrícola assume cifras astronômicas, e contribui decisivamente para a insustentabilidade não apenas ambiental, mas também financeira de muitas propriedades rurais.

Em bacias hidrográficas onde há uso intensivo de água para a produção agrícola e pecuária, observa-se um conflito permanente com o abastecimento público, pois o desmatamento e a agricultura intensiva diminuem a quantidade de água e poluem os mananciais (D'Alkimin & Domingues, 2006).

Florestas ripária⁴, mosaicos de vegetação e áreas alagadas têm papel fundamental na proteção dos recursos hídricos mantendo a qualidade da água em excelentes condições para abastecimento e recarga de aquíferos. A remoção de matas nativas de áreas de preservação permanente e áreas alagadas têm um efeito extremamente negativo degradando a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, acelerando a sedimentação de lagoas, represas e rios, e diminuindo o estoque de água nas nascentes e aquíferos.

Todos os serviços ambientais dos ecossistemas aquáticos ficam comprometidos com o desmatamento e a remoção de áreas naturalmente alagadas. A preservação destas áreas é essencial para regular tanto o ciclo hidrológicos como os ciclos biogeoquímicos.

³ José Galizia Tundisi, Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos - SP, Brasil.

⁴ As denominações floresta ripária, mata ciliar, de galeria, de várzea, ribeirinha são as mais utilizadas para designar a vegetação que se localiza ao longo dos rios e córregos, independentes do bioma onde ocorrem (SPERA, 1995)

3.1 Bacia Hidrográfica do Sistema Cantareira (SP, MG)

No primeiro estudo de caso de pagamentos por serviços ambientais realizado Sistema Cantareira por Eduardo H. Ditt⁵ e Cláudio V. Pádua ⁶ (Ditt et al., 2010), os resultados obtidos apontaram que quando uma área de floresta é convertida em outros usos do solo, como em pastagens, podem ocorrer perdas substanciais destes serviços, com impacto direto sobre os recursos hídricos. Os estudos foram realizados em um conjunto de microbacias na região dos reservatórios do manancial responsável por cerca de 70% do abastecimento público de água da cidade de São Paulo.

Os serviços ecossistêmicos foram quantificados através da investigação de um conjunto de variáveis, incluindo relevo, tipos de solo, usos do solo, estágios de desenvolvimento das florestas, entre outros. A partir da integração de técnicas de levantamento e mensuração das funções ecossistêmicas com sistemas de informação geográfica foi possível realizar análises de cenários de transformação de uso do solo, produzindo-se mapas de oferta e de perdas de serviços ecossistêmicos.

Duas formas de serviços ecossistêmicos se destacaram pelos resultados encontrados: o papel das florestas na mitigação climática por meio do armazenamento de carbono em biomassa florestal e o papel das florestas para evitar perdas de solo e carregamento de sedimentos para os reservatórios de água. Quando uma área de Mata Atlântica nessa região é convertida em pastagens, por exemplo, as perdas de armazenamento de carbono podem chegar a 113 toneladas por hectare. E as perdas de solo com o carregamento de sedimento para dentro dos reservatórios de água podem atingir uma média de 194 toneladas de sedimento por hectare de desmatamento (Ditt et al., 2010).

Estes resultados serviram como referência para avaliar os ganhos de serviços ecossistêmicos quando se promove a restauração de ecossistemas e para adoção de metas e ações de revitalização nas bacias hidrográficas do Sistema Cantareira.

Dados do Atlas de Remanescentes Florestais da Mata Atlântica realizados para mensurar o déficit de cobertura florestal na bacia do Sistema Cantareira, em 2013 – início da grave crise hídrica que afetou a região sudeste do país, apontaram que apenas 488 km², 21,5 % dos 2.270 km² do conjunto de seis represas que formam o Sistema Cantareira, contam com mata nativa. E, dos 5.082 km de rios que formam o sistema, apenas 23,5% (1.196 km) contam com vegetação nativa em área superior a um hectare. Outros 76,5% (3.886 km) estão sem matas ciliares, em áreas alteradas, ocupadas por pastagens, agricultura e silvicultura, entre outros usos, conforme figura 1.

⁵ Engenheiro agrônomo, mestre e doutor em Ciência Ambiental, é secretário executivo e pesquisador do Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPÊ.

⁶ Administrador de empresas e biólogo, mestre e doutor em Biologia da Conservação, é reitor da Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade e Vice-Presidente do IPÊ.

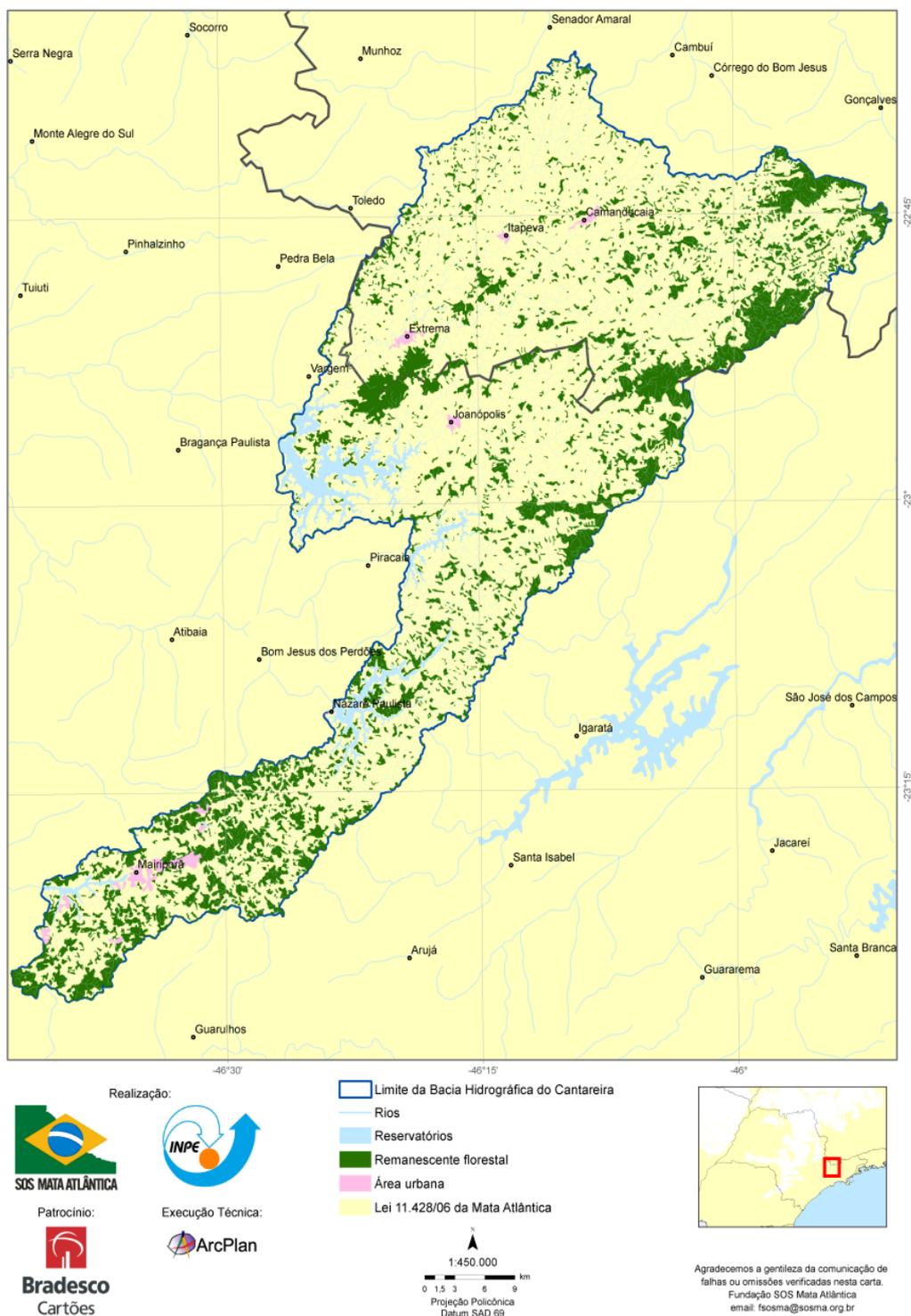


Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Sistema Cantareira – MG, SP.

Sem a proteção da Mata Atlântica os recursos hídricos do Sistema Cantareira ficam mais expostos às variações climáticas. O aumento da temperatura nos corpos d'água favorece evaporação e a perda líquida de água, a eutrofização e o comprometimento da qualidade devido a concentração elevada de nutrientes carreados para os reservatórios. Embasada no estudo denominado

“Infraestrutura Natural no Sistema Hídrico de São Paulo”⁷, a Sabesp, responsável pelo abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo calcula que com a restauração de 4 mil hectares de florestas em APP na bacia do Sistema Cantareira conseguirá reduzir em até 36% o aporte de sedimentos nos rios que formam os reservatórios. Com isso, reduz operações de dragagem e o uso de produtos químicos para tratar a água. Ao longo de trinta anos, esse investimento em infraestrutura verde representa uma economia de US\$ 69 milhões, com um retorno de investimento de 28%, compatível com obras de infraestrutura tradicionais do setor de abastecimento (Feltran-Barbieri et al., 2018).

3.2. Bacia Hidrográfica do rio Jacaré-Pepira (SP)

O impacto em regiões hidrográficas do bioma Mata Atlântica com uso do solo alterado por atividades agrícolas, conforme pesquisa realizada na bacia hidrográfica do rio Jacaré-Pepira, no município de Brotas - SP, por Carlos Joly (1992, apud Marques, Silva e Salino, 2003)⁸, do Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas, determinaram em campo, a partir do uso de parcelas de erosão, que a perda anual de solo em pastagem é da ordem de 0,24 t/ha, enquanto que no mesmo tipo de solo, com a mesma declividade e distância do rio, a perda anual de solo no interior da mata ciliar foi da ordem de 0,0009 t/ha.

3.3. Sub-Bacia do Rio São Francisco Verdadeiro (PR)

O projeto piloto desenvolvido na sub-bacia do rio São Francisco Verdadeiro para mensurar impactos ambientais no âmbito do programa Cultivando Água Boa, iniciado em 2003 pela Itaipu Binacional, na região hidrográfica do rio Paraná III, que drena as águas diretamente para o reservatório de Itaipu, em uma área de 8 mil km², chamou a atenção para duas formas de impacto diretamente ligadas à falta de cobertura florestal: A eutrofização e o assoreamento.

O processo de eutrofização decorre do excesso de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, associado ao aporte de sedimentos, decorrente da erosão do solo na bacia. Os processos de erosão e carreamento de nutrientes são veiculados pelo mesmo fenômeno: o escoamento superficial das águas livres na natureza, ou seja, sem cobertura florestal e matas ciliares. A quantificação das descargas de aporte de sedimentos é monitorada por nove estações automáticas distribuídas nas principais sub-bacias da área de influência direta do reservatório.

⁷ *Infraestrutura Natural para Água no Sistema Cantareira, em São Paulo* por Rafael Feltran-Barbieri, Suzanne Ozment, Erin Gray, Aurélio Padovezi, Perrine Hamel, Juliana Baladelli Ribeiro, Samuel Roiphe Barrêto e Thiago Piazzetta Valente - Setembro 2018.

⁸ https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-33062003000400002&script=sci_arttext&tlng=pt

O monitoramento de sedimentos no rio São Francisco Falso revelou grandes descargas diárias de sedimentos coincidentes com os maiores picos de vazões. Das 16.920 toneladas de sedimento medidas no ano de 2002, 2.274 foram registradas em um único dia de alta vazão. Os dados do monitoramento diário, continuado, permitem relacionar o processo de eutrofização, com o processo erosivo que é intensificado por práticas agrícolas inadequadas. A ausência de matas nativas e de técnicas de conservação do solo acarreta no carreamento de fertilizantes químicos, dejetos de animais criados no pasto e de agrotóxicos acumulados nos solos.

Em trabalho de monitoramento da qualidade da água realizado pela Itaipu Binacional identificou cinco principais problemas na Bacia do Paraná III (Itaipu Binacional, 2013):

- **Assoreamento:** o depósito de sedimentos na entrada principal do reservatório, em Guaíra, tem atingido a média de 6 a 7 milhões de toneladas por ano. Somam-se a isso as milhares de toneladas de terra lançadas nos rios da bacia, que desembocam também no reservatório. A erosão do solo é a principal causadora desse processo.
- **Eutrofização:** juntamente com o solo, acabam sendo carregados também para as águas do reservatório fertilizantes e matéria orgânica provenientes da agropecuária, suinocultura, avicultura e dejetos das populações urbanas da região. Isso acaba por provocar a proliferação de algas e plantas aquáticas, algumas inclusive tóxicas, que degradam o ambiente do reservatório, impactando nos seus ecossistemas.
- **Mexilhão dourado:** essa espécie exótica de molusco veio da Ásia grudada nos cascos dos navios. Por ser uma espécie invasora, não tem predadores naturais e, portanto, prolifera rapidamente. Isso também acaba por impactar nos ecossistemas naturais do reservatório.
- **Agrotóxicos:** o uso abusivo e irresponsável desses produtos pela atividade agropecuária é um dos principais fatores de deterioração da água e do solo da Bacia do Paraná III.
- **Desmatamento:** a erosão do solo e o enfraquecimento da biodiversidade são as principais consequências que o desmatamento desenfreado trouxe à região.

Em 2015, o projeto Cultivando Água Boa foi eleito a melhor prática em gestão de recursos hídricos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Entre as principais ações estão a recuperação de microbacias, com foco na proteção de nascentes, recomposição de matas ciliares, conservação de solos, engajamento social e educação ambiental.

O programa está em estágio avançado em 30% do território (que abrange 29 municípios) e vem promovendo a proteção de mais de 1.300 quilômetros de matas ciliares, a conservação de 23.500 hectares de solo e implantação de 165 abastecedores comunitários, ações que contribuem para a diminuição do assoreamento dos rios, da erosão, bem como para a conservação e preservação das águas.

3.4. Análise dos Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro

O relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na região serrana do Rio Janeiro⁹, em janeiro de 2011 que atingiu drasticamente a região, afetando áreas rurais e urbanas, permitiu a constatação de que em muitos casos os deslizamentos de terra estavam associados a algum tipo de ocupação antrópica. Para qualificar e quantificar a relação da ocupação antrópica com a ocorrência dos deslizamentos foi selecionada uma área representativa dos escorregamentos da região. A área escolhida para o estudo fica no município de Nova Friburgo - RJ por este ter sido o mais atingido por deslizamentos de terra e rochas em consequência das chuvas. Outro critério para a escolha foi a existência de imagens de satélite de alta resolução anteriores à tragédia e imagens obtidas imediatamente depois da tragédia. Foi delimitada uma área de 5.678 ha, abrangendo as bacias mais afetadas pelos escorregamentos, o limite estabelecido para esta área foi definido utilizando-se os topos de morros e o próprio limite Municipal.

As vertentes onde ocorreram os deslizamentos foram analisadas para identificar se o ambiente estava com a vegetação nativa bem conservada (vegetação primária ou em estágio avançado de regeneração) e sem intervenção antrópica próxima, como estradas, caminhos, trilhas, terraplanagens, desmatamento ou queimada de encostas e topos de morro, degradação da vegetação nativa, além de áreas de pastagens degradadas que apresentam processos erosivos que com o tempo contribuem para a desestabilização da encosta.

O resultado mostrou que do total de deslizamentos ocorridos na área analisada, 92% ocorreram em áreas com algum tipo de alteração antrópica e apenas 8% ocorreram em áreas com vegetação nativa bem conservada, sem alteração próxima. O resultado também mostra que em cerca de 59% dos deslizamentos havia somente um tipo de intervenção.

⁹ *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?* Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro / Wigold Bertoldo Schäffer... [et al.]. Brasília: MMA, 2011 (Série Biodiversidade, 41).

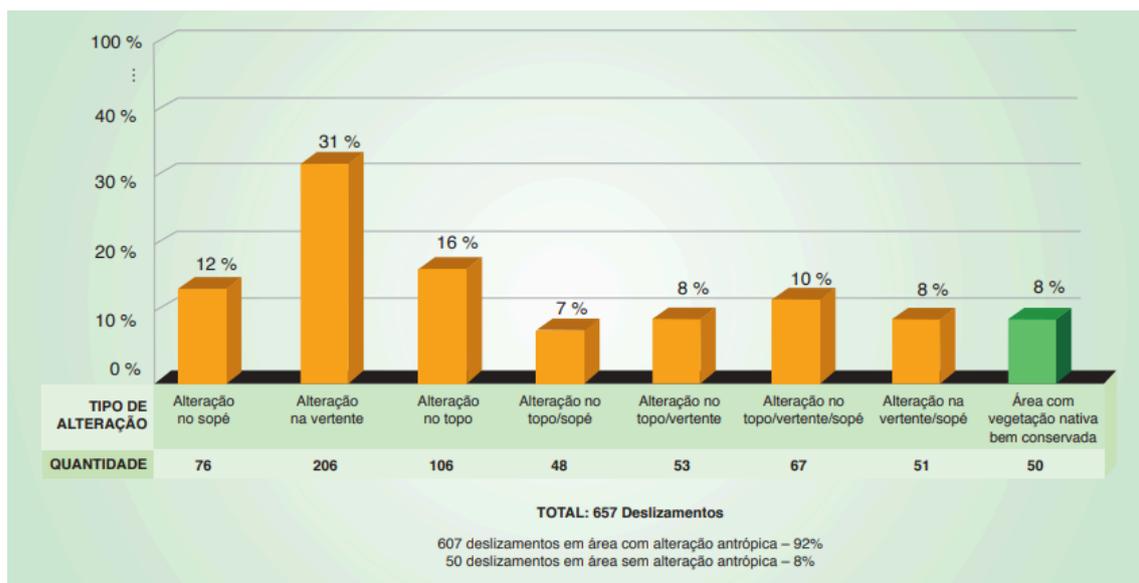


Figura 2 – Gráfico do total de 657 deslizamentos

A análise evidencia que o número de deslizamentos ocorridos em áreas com vegetação nativa bem conservada é significativamente menor do que nas áreas antropizadas (áreas agrícolas, áreas edificadas, pastagens, entre outras). Por outro lado, a maioria dos deslizamentos em áreas com vegetação nativa bem conservada ocorreu em locais onde havia algum tipo de intervenção antrópica muito próxima, a exemplo de estradas ou áreas alteradas no topo ou base do morro.

Estes dados são muito semelhantes aos apurados pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri-Ciram¹⁰) órgão do Governo do Estado de Santa Catarina, que apontaram que 84,38% das áreas atingidas pelos deslizamentos ocorridos em 2008 na região do Morro do Baú em Santa Catarina, haviam sido desmatadas ou alteradas pelo ser humano, e apenas 15,65% dos desbarrancamentos ou deslizamentos ocorreram em áreas com cobertura florestal densa ou pouco alterada e, ainda segundo estes estudos, mesmo nessas áreas foram observadas algumas influências de ações humanas no entorno.

Dentre as intervenções antrópicas associadas a deslizamentos destacaram-se as estradas e terraplanagens feitas em encostas. Cortes realizados nas encostas para construção de estradas ou edificações, notadamente em áreas de solo raso, onde apenas finas camadas de solo recobrem a rocha de granito, agravam os riscos e facilitam os deslizamentos em caso de chuvas fortes. Observou-se também que a maioria dos deslizamentos ocorreu em áreas com declividade acentuada e topos de morro, consideradas pelo Código Florestal como áreas de preservação permanente (no caso das áreas com mais de 45º de declividade e topos de morro) ou áreas com utilização limitada (no caso das áreas entre 25 e 45º de declividade).

¹⁰ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri.

O desastre natural ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro assume contorno catastrófico por conta da conjugação de fatores sabidamente associados à geração de risco de acidentes naturais. A topografia, geologia, hidrografia e regime pluviométrico da região determinam a previsibilidade da ocorrência de acidentes naturais na área, fenômenos diretamente associados com a evolução e moldagem da paisagem. Nessas condições a suscetibilidade a escorregamentos associados à instabilidade de encostas é bastante evidente, e a ocupação destas encostas e áreas adjacentes transforma os desastres naturais em eventos catastróficos devido a proporção de vítimas e danos socioeconômicos de elevada monta.

O estudo demonstra que se a faixa de 30 metros em cada margem (60 metros no total) considerada Área de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água estivesse preservada e livre para a passagem da água, bem como, se as áreas com elevada inclinação e os topos de morros, montes, montanhas e serras estivessem livres da ocupação e intervenções inadequadas, como determina a legislação, os efeitos da chuva teriam sido significativamente menores, tanto em suas consequências ambientais, quanto econômicas e sociais.

Os levantamentos apontam ainda que nas regiões urbanas, quanto nas rurais, as áreas mais severamente afetadas pelos efeitos das chuvas foram:

a) as margens de rios (incluindo os pequenos córregos e margens de nascentes) ocupadas de forma irregular ou inadequada.

b) as encostas com alta declividade (geralmente acima de 30 graus. No casos dos deslizamentos observou-se que a grande maioria está associada a áreas antropizadas, onde já não existe a vegetação original bem conservada ou houve intervenção para construção de estradas ou terraplanagem para construção de edificações diversas.

c) Áreas no sopé dos morros, montanhas ou serras. Observou-se que as rochas e terra resultantes dos deslizamentos das encostas e topos de morro atingiram também edificações diversas construídas muito próximas da base.

d) Fundos de vale. Observou-se também que áreas em fundos de vale, especialmente aquelas áreas planas associadas a curvas de rio foram atingidas pela elevação das águas e pelo corrimento e deposição de lama e detritos.

Registrou-se também que em áreas com Mata Atlântica - florestas bem conservadas, livres de intervenções como estradas, edificações ou queimadas, o número de deslizamentos é muito menor do que nas áreas com intervenções e, obviamente, as consequências em termos de perdas materiais e humanas são nulas.

Considerando o razoável conhecimento das características naturais da região, dos níveis e intensidade das intervenções antrópicas, dos indícios de instabilidade das encostas e dos dados de pluviosidade disponíveis, e da existência de metodologias para determinação, classificação, e monitoramento

das áreas de risco, relativamente simples e disponíveis, é razoável destacar que a utilização adequada destas informações pode efetivamente reduzir o caráter catastrófico de eventos como o que ocorreu na região serrana do Rio de Janeiro em 2011, e tantos outros que assistimos em diferentes localidades do país.

Os parâmetros de proteção estabelecidos na Lei da Mata Atlântica e no Código Florestal devem ser mantidos, rigorosamente fiscalizados e implementados, tanto nas áreas rurais quanto urbanas. Além disso, a legislação federal deveria ser mais incisiva no sentido de exigir do Poder Público (Federal, Estadual e Municipal) medidas complementares de proteção a áreas que apresentem localmente características ambientais relevantes ou áreas que estejam sujeitas a riscos de enchentes, erosão ou deslizamento de terra e rolamento de rochas.

Nesse sentido a aplicação da Lei da Mata Atlântica é imperiosa no que se refere a promover a conservação da floresta para garantir a segurança em áreas críticas.

3.5. O retrato da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Tietê

A Fundação SOS Mata Atlântica realiza o monitoramento da qualidade da água e a evolução dos indicadores de impacto do Projeto de Despoluição do Rio Tietê, desde 1993, por meio de uma rede de coleta distribuída nas seis regiões hidrográficas que integram a bacia do rio Tietê, totalizando 302 pontos de coleta, em 94 corpos hídricos.

Os indicadores de qualidade da água obtidos na série histórica de monitoramento (1993 a 2020) passaram a ser relacionados, desde 2010, com o papel preponderante e estratégico das florestas para a conservação e a disponibilidade de água, nas 6 sub-bacias do Rio Tietê e com o enquadramento¹¹ dos corpos d'água. Os pontos que apresentaram índice de qualidade de água boa, de forma perene, ao longo dos ciclos de análises mensais, são os que justamente se encontram em áreas com Mata Atlântica.

A última análise da cobertura florestal realizada teve como base os dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica por bacia hidrográfica para os fragmentos florestais acima de 3 hectares, no período de 2018 a 2019 e até 1 hectare. A sub-bacia do Alto Tietê que abriga a Região Metropolitana de São Paulo, apesar de altamente adensada, ainda é a que concentra a maior porção de remanescentes florestais da Mata Atlântica, em 20,7% do seu território.

¹¹ Resolução CONAMA 357/2005, que trata do Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso.

Nome da Bacia	Área Bacia	Bacia na Lei MA	% Bacia na Lei MA	Mata (3ha) 2019	% Mata (3ha)	Mata (1ha) 2019	Várzea	%	Desmat. 2018-19	Total Natural	% Total Natural	Área urbana
Alto Tietê	583.208	583.208	100%	119.008	20,4%	46.791	1.820	0,31%	17	120.829	20,7%	171.949
Tietê Sorocaba	1.187.805	1.045.089	88%	82.823	7,9%	72.501	623	0,06%	8	83.446	8,0%	33.908
Tietê Jacaré	1.170.421	606.631	52%	6.438	1,1%	7.281	2.355	0,39%	-	8.793	1,4%	5.676
Tietê Batalha	1.306.631	1.262.691	97%	49.804	3,9%	27.300	5.810	0,46%	-	55.613	4,4%	9.161
Baixo Tietê	1.539.927	1.539.927	100%	43.454	2,8%	56.420	32.174	2,09%	-	75.628	4,9%	18.575
PCJ	1.415.022	1.298.157	92%	65.729	5,1%	78.225	607	0,05%	-	66.336	5,1%	86.882

A região de cabeceira da bacia do Tietê e as áreas de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo coincidem com os maiores percentuais dos remanescentes de Mata Atlântica, fator que garante a manutenção do enquadramento dos corpos d'água na classe 1¹², conforme o mapa de enquadramento das classes de água abaixo:

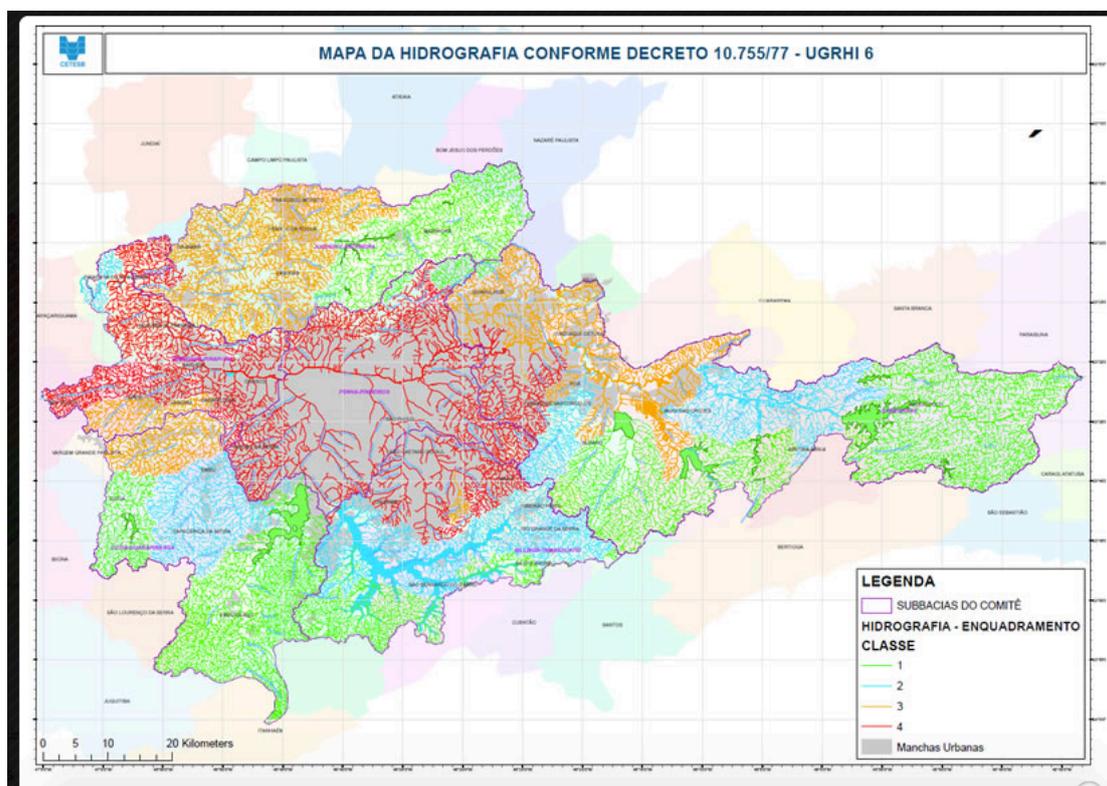


Figura 3 – Mapa de Enquadramento, fonte Cetesb.

3.6. Serra do Mar, Litoral Norte do estado de São Paulo

Um estudo realizado no Brasil por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade de Campinas (UNICAMP) mostra que, se 25% de um

¹² Decreto 10.755/77 Estabelece o enquadramento dos corpos d'água no estado de São Paulo.

fragmento de Mata Atlântica com aproximadamente 1 hectare for desmatado, a temperatura local aumentará em 1 ° C. Desmatar o fragmento inteiro aumentaria a temperatura local em até 4 ° C.

"Conseguimos detectar os efeitos do aquecimento devido ao desmatamento de fragmentos de floresta tropical do Atlântico, dos quais existem muitos no sudeste do Brasil", disse Humberto Ribeiro da Rocha, principal pesquisador do estudo. Rocha é professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

A investigação foi conduzida sob a égide de dois projetos apoiados pela Fundação de Pesquisa de São Paulo - FAPESP, um associado ao Programa de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais (RPGCC) e outro ao Programa de Pesquisa em Caracterização, Conservação, Restauração e Uso Sustentável da Biodiversidade (BIOTA-FAPESP).

"Ninguém jamais produziu informações detalhadas sobre o desmatamento de pequenos fragmentos ou estudos que levem em conta diferentes níveis de antropização [transformação do ambiente pela atividade humana]", disse Rocha, membro do comitê diretor do RPGCC. Para preencher essa lacuna de pesquisa, os pesquisadores analisaram a relação entre o grau de desmatamento e o aumento da temperatura local nos remanescentes da Mata Atlântica localizados na Serra do Mar, uma cadeia de montanhas que se estende ao longo do litoral norte do estado de São Paulo.

A temperatura da superfície terrestre (LST) foi estimada usando dados de fluxo de calor continuamente registrados em todo o mundo por sensores ópticos infravermelhos, como os dos satélites de observação Landsat Earth da NASA.

Com base nesses dados, os pesquisadores calcularam uma média anual de LST para dezenas de milhares de amostras da Mata Atlântica, cada uma com uma área de aproximadamente 1 hectare. A cobertura florestal nessas áreas variava de toda a área coberta a nenhuma área com cobertura florestal (desmatada). Essas áreas também apresentaram diferentes graus de antropização, com um gradiente de variação de 1%.

Os cálculos foram realizados durante o doutorado. pesquisa de Raianny Leite do Nascimento Wanderley, sob a supervisão de Rocha. Eles mostraram temperaturas mais altas em áreas menos florestadas. Cada aumento de 25% na destruição da vegetação nativa resultou em um aumento do LST de 1°C; assim, o desmatamento total foi correlacionado com um aquecimento de 4°C. Esse padrão detectado é interpretado como caracterizando o impacto da perda de cobertura florestal no microclima.

Segundo os pesquisadores, os fragmentos da Mata Atlântica estudados estavam localizados em altitudes relativamente mais altas e tinham proporcionalmente mais carbono armazenado no solo do que aqueles nas áreas da floresta amazônica. O desmatamento das áreas de Mata Atlântica pode, portanto, comprometer o balanço de carbono do bioma.

Os efeitos do aquecimento causado pelo desmatamento em fragmentos de floresta tropical do Atlântico podem variar de uma espécie para outra, acrescentou. As espécies pioneiras, que sobrevivem em condições adversas devido à sua alta capacidade reprodutiva, geralmente exibem maior resiliência às mudanças de temperatura.

4. Conclusão: Recuperar a Mata Atlântica é vital para as bacias hidrográficas

Reflorestar as bacias hidrográficas da Mata Atlântica é estratégico para promover segurança hídrica e o desenvolvimento. O Brasil assumiu compromissos com metas bem definidas no Acordo de Paris, sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (*United Nation's Climate Change Convention Paris 2015*). Entre essas metas, estão a restauração e o reflorestamento de 12 milhões de hectares de florestas nativas até 2030.

O país também é signatário do Plano Estratégico das Nações Unidas para as Florestas (*United Nations Strategic Plan for Forests 2017-2030*), que tem como objetivo aumentar a área coberta por florestas em 3% no mundo inteiro até 2030, além das Metas de Aichi, que visam uma redução de 50% na taxa de perdas de habitats naturais, incluindo as florestas, neste ano de 2020 (CDB, 2016).

Esses acordos internacionais reforçam normas do arcabouço legal brasileiro, especialmente a Lei da Mata Atlântica e da Política Nacional de Meio Ambiente que contemplam instrumentos voltados para a conservação, a proteção, os usos sustentáveis e a recuperação de áreas degradadas. O Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – PLANAVEG (BRASIL, 2017) previa o reflorestamento de vastas áreas do território nacional com objetivos múltiplos, que incluem a conservação dos recursos hídricos e solos, a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, além da conservação e da recuperação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

Os compromissos de reflorestamento do Brasil encontram respaldo em políticas públicas e inúmeras iniciativas como o PACTO MATA ATLÂNTICA (2009), que articula instituições públicas e privadas, a área de negócios, a comunidade científica e os proprietários de terras em torno do objetivo comum de restaurar 15 milhões de hectares de florestas nativas até 2050.

Restaurar a Mata Atlântica, em suas bacias hidrográficas, contribuirá para promover a segurança hídrica e os serviços ecossistêmicos que dependem da água, sendo, portanto, essenciais à segurança alimentar, à saúde pública à proteção ambiental e ao saneamento. Além disso, o reflorestamento afeta positivamente muitos outros serviços ecossistêmicos como a biodiversidade, e também o clima (desde a microescala até a escala global), a qualidade do ar e os serviços culturais.

5. Referências bibliográficas

- Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, Fundação Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2020. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/06/2020_Atlas_Mata_Atlantica_2018-2019_relatorio_tecnico_final-1.pdf.
- Barbieri et al. (2018). Infraestrutura Natural para Água no Sistema Cantareira, em São Paulo. São Paulo: WRI, setembro.
- Brasil (2012). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/427-plano-nacional-de-recursos-h%C3%AAdricos.html>
- BRASIL (2017). Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, disponível em http://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/planaveg_publicacao.pdf
- CDB – *Convention of Biological Diversity* (2016). *Metas de Aichi para a Biodiversidade*, disponível em: <https://www.cbd.int/sp/>.
- DITT, E.H; MOURATO, S.; GHAZOUL, J.; KIGHT, J. (2010). Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic Forest. *Land Degradation & Development* 2010 (21) 591-603.
- Galindo-Leal, C. e Gusmão Câmara, I. (2005). Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese, pp. 3-11. *In: Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas*, editado por C. Galindo-Leal e I. de Gusmão Câmara. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional.
- Joly, C. A. (1992). Biodiversity of gallery forest and its role in soil stability in the Jacaré-Pepira water, state of São Paulo, Brazil, pp. 40-66. In A. Jensen (ed.). **Ecotones at the river basin scale global land/water interactions. Proceedings of ecotones regional workshop**. UNESCO/MAB, Barmera.
- MARQUES, M. C. M.; SILVA, S. M.; SALINO, A. (2003). Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, São Paulo , v. 17, n. 4, p. 495-506, Dec. 2003 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062003000400002&lng=en&nrm=iso>. access on 27 July 2020.
- PACTO pela Restauração da MATA ATLÂNTICA de 2009, disponível em <https://www.pactomataatlantica.org.br/o-pacto>.
- Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2019, disponível em <https://nacoesunidas.org/mais-de-2-bilhoes-de-pessoas-no-mundo-sao-privadas-do-direito-a-agua/>
- Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2018, disponível em <https://nacoesunidas.org/unesco-lanca-relatorio-mundial-sobre-desenvolvimento-dos-recursos-hidricos/>
- SCHÄFFER, W. B. et al. (2011). *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?* Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA (Série Biodiversidade, 41), 2011.

SILVA, A. M.; RANZINI, M. et al. (2007). Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha-SP. *Geociências* (São Paulo), 24 (1), p. 43-53.

TUNDISI, J. G. et al. (Ed.) (2006). Eutrofização na América do Sul: causas, tecnologias de gerenciamento e controle. IIE, IIEGA, IAP, IANAS, ABC.

United Nation's Climate Change Convention Paris 2015, disponível em <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cop21/>.

United Nations Strategic Plan for Forests 2017-2030, disponível em <https://www.un.org/esa/forests/documents/un-strategic-plan-for-forests-2030/index.html>

OBSERVATÓRIO DE GOVERNANÇA DA ÁGUA - OGA Brasil

O **Observatório de Governança da Água** é um movimento multissetorial em rede que reúne 49 instituições do poder público, setor privado, organizações da sociedade civil e 12 pesquisadores (as) que atuam na gestão das águas no Brasil.

MISSÃO

Gerar, sistematizar e difundir informações das práticas de governança das águas pelos atores e instâncias do SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, por meio do acompanhamento de suas ações.

Assinam esta nota, as organizações integrantes do Comitê Gestor do observatório de Governança da Água - OGA BRASIL, abaixo:

- Associação Brasileira de Recursos Hídricos ABRHidro;
- Fundação SOS Mata Atlântica;
- Instituto Democracia e Sustentabilidade IDS (SP);
- Instituto Portas Abertas(ES);
- Instituto Rios Brasil (AM);
- Instituto Trata Brasil;
- O Nosso Vale! A Nossa Vida (RJ); e
- The Nature Conservancy - TNC-Brasil
-

