

RELATÓRIO FINAL

Plano de amostragem para controle da qualidade da água de consumo humano a partir da gestão integrada da bacia hidrográfica: estudo piloto na Bacia do Tietê-Sorocaba

Equipe:

Prof.Dr. Manuel Enrique Gamero Guandique
UNESP/Sorocaba
M Sc. Denise Piccirillo da Veiga, FSP/USP

Coordenação: Profa. Dra. Adelaide Cassia Nardocci, FSP/USP
Vice-coordenação: Rubens José Mário Júnior, CVS/SES/SP

São Paulo

Janeiro de 2021

Conteúdo

1. Introdução	1
2. Materiais e Métodos.....	4
2.1. Área de estudo	4
2.2. Parte A: Elaboração do plano de amostragem.....	5
2.3. Parte C: Criação do Sistema Georreferenciado de dados de pesquisa 7	
3. Resultados	8
3.1. Parte A: Elaboração do plano de amostragem	8
3.2. Atualização dos dados de Pulverização aérea 2016-2018	18
3.3. Criação do Sistema Georreferenciado de dados de pesquisa	25
4. Considerações finais	27
5. Orçamento Executado.....	29
Referências Bibliográficas	30

1. Introdução

O Centro de Vigilância Sanitária CVS/SES é responsável pela vigilância da qualidade da água de consumo humano no Estado de São Paulo, em consonância com disposto no art. 11, inciso II do Anexo XX da Portaria de Consolidação MS 05/2017, que estabelece entre as competências dos Estados o desenvolvimento de ações de Vigilância da Qualidade da Água para consumo Humano considerando as peculiaridades regionais e locais. O CVS também atua de acordo com o disposto na Portaria nº 2.938/2012 a qual autoriza o repasse do Fundo Nacional de Saúde aos Fundos Estaduais de Saúde para o fortalecimento da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos e o disposto no Código Sanitário do Estado de São Paulo (Lei nº 10.083/1998), que dispõe sobre proteção, promoção e preservação da saúde, no que se refere às atividades de interesse à saúde e meio ambiente, do qual, um dos objetivos é desenvolver ações de Vigilância Sanitária e Epidemiológica pautadas em métodos científicos para o mapeamento de pontos críticos e controle de riscos, e em atendimento ao Objetivo 21 (Controlar o risco sanitário dos eventos toxicológicos) do Plano Estadual de Saúde – PES 2019-2019.

Nos últimos anos, o CVS tem desenvolvido atividades em parceria com a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP) relacionadas à vigilância de agrotóxicos em água de consumo humano. Essas atividades tiveram início com a dissertação de mestrado do Rubens Mario Júnior *Identificação dos agrotóxicos prioritários para a vigilância da água de consumo humano no Estado de São Paulo*. O autor concluiu que dentre os 491 princípios ativos licenciados pela ANVISA para uso no Brasil, não foram encontrados valores indicativos do comportamento no ambiente de 371 agrotóxicos, não sendo possível, portanto, o cálculo dos índices para estes princípios ativos. Dos 120 princípios ativos restantes, 72 foram classificados como móveis ou potencialmente móveis, e a estes foram acrescidos os outros 14 princípios ativos recomendados pela portaria MS nº 2.914/2011, resultando em uma lista de prioridade de monitoramento e vigilância para 86 agrotóxicos considerados prioritários para o cenário paulista.

Dando prosseguimento ao estudo dos agrotóxicos em água de consumo, a FSP em parceria com o CVS/SES, EMBRAPA e CENA/USP, desenvolveram o projeto de

pesquisa FAPESP/PPSUS 50016-3 intitulado “Avaliação dos resíduos de pesticidas e protozoários patogênicos em água de abastecimento público do Estado de São Paulo”, que monitorou a quantidade de agrotóxicos na água de abastecimento em 26 municípios paulistas, e patógenos emergentes em 11 municípios, no período de dezembro de 2014 a novembro de 2015. Os resultados das análises e de inspeções de campo evidenciaram uma situação de grande preocupação em virtude da falta de conservação de mananciais, condições precárias de manutenção e de operação das Estações de Tratamento de Água e a frequência elevada de princípios ativos nas águas destinadas ao abastecimento público de diversos municípios, e da presença de patógenos emergentes, os quais podem resultar em riscos à saúde humana e ao ambiente, além de outros impactos sociais e econômicos.

Em 2016, em continuidade aos trabalhos já realizados, foi submetida ao Grupo de Apoio às Políticas de Prevenção e Proteção à Saúde (GAPS/SES-SP) a proposta “*Vigilância de Agrotóxicos em Água de Consumo Humano*” que obteve financiamento do FESIMA. O projeto teve duração de seis meses e focou quatro aspectos complementares: (a) coleta e sistematização das informações toxicológicas para os 113 agrotóxicos mais vendidos no período 2012-2015. (b) O mapeamento das pulverizações aéreas de agrotóxicos no estado; (c) A caracterização ambiental de quatro bacias de abastecimento público em quatro municípios paulistas, que apresentaram agrotóxicos em seus reservatórios; (d) a elaboração do Sistema de Informação sobre agrotóxicos¹ – ARIADNE o qual reuniu os resultados das etapas anteriores e tornou públicas as informações com o intuito de facilitar a busca por dados e características dos agrotóxicos mais utilizados no estado.

Além da publicação do site foi entregue ao CVS e ao GAPS o relatório técnico de todas as atividades realizadas com o financiamento do FESIMA além de mídia digital com os mapas e registro fotográfico das inspeções realizadas nos sistemas de abastecimentos e os problemas encontrados. O financiamento do FESIMA foi imprescindível para a realização do trabalho e da qualidade dos resultados obtidos os quais foram apresentados também em Reunião do Conselho.

¹ www.fsp.usp.br/nra

A experiência adquirida com os projetos desenvolvidos mostrou a necessidade de avançarmos no conceito de abordagem integrada da gestão dos recursos hídricos e plano de segurança da água, do uso do solo, da natureza e especificidade das atividades agrícolas e do uso de agrotóxicos e da preservação dos mananciais nos sentido de construir uma base teórica e instrumental que viabilizasse a elaboração dos planos de amostragem para controle da qualidade da água mais representativos do contexto de cada bacia e que ampliasse a efetividade das ações de vigilância no estado.

No entanto, a abordagem integrada de fenômenos complexos como os que se apresentam neste caso, prescinde de recursos tecnológicos avançados, que embora já estejam sendo utilizados em outros países, ainda são incipientes no Brasil. Além disto, o mapeamento do uso do solo por meio de imagens de sensoriamento remoto tem mostrado ser viável e de baixo custo e o uso de modelos hidrológicos de diferentes níveis de complexidade tem se mostrado como alternativa viável e de baixo custo (Veiga, 2017).

Assim, esta segunda etapa do projeto “*Vigilância de Agrotóxicos em Água de Consumo Humano*” visou uma abordagem integrada em uma bacia hidrográfica, por meio da aplicação da análise de imagem de sensoriamento remoto para identificação do uso do solo e de modelos hidrológicos a fim de se obter informações mais detalhadas da relação entre uso do solo, aplicação de agrotóxicos e a qualidade dos mananciais, para a elaboração de um plano de amostragem para o controle da qualidade da água de abastecimento que seja mais efetivo na gestão dos riscos à saúde decorrentes da exposição aos resíduos de agrotóxicos por esta via de exposição.

É relevante destacar que, conforme comunicado ao GAPS/NATO, em 08 de janeiro de 2019, o projeto teve início efetivamente no dia 01/12/2018 em virtude do atraso na compra dos materiais necessários para as coletas e análises de amostras em campo e em laboratório, por parte do CVS/SES, a qual foi efetivada para o mês janeiro de 2019.

Desta forma, esse relatório apresenta os resultados obtidos de Dezembro de 2018 até Dezembro de 2020.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

Este projeto consistiu em um estudo piloto em municípios com captação superficial na delimitação da UGRHI – 10 Sorocaba/Tietê. A UGRHI Sorocaba/Tietê possui uma área de 11.829 km² e 1.811.904 habitantes distribuídos em 27 municípios com captação superficial de água de consumo humano e dois reservatórios (Represa Itupararanga e Barra Bonita). A bacia apresenta predomínio de atividade industrial e agropecuária, mas também grande número de pequenas propriedades com produção de hortifrutigranjeiros.

Os principais rios existentes são o Sorocaba, Tietê, Sorocabuçu, Sorocamirim, Pirajibu, Jundiuvira, Murundu, Sarapuí, Tatuí, Guarapó, Macacos, Ribeirão do Peixe, Alambari, e Capivara. A bacia possui apenas 17% da área ocupada por remanescentes de mata nativa correspondente, sobretudo em Unidades de Conservação.

A Figura 1 apresenta os limites da bacia e dos respectivos municípios com destaque para aqueles com captação superficial de água para abastecimento público. A figura mostra ainda a localização dos pontos de captação superficial, pontos de monitoramento da CETESB e pontos fluviométricos do DAEE.

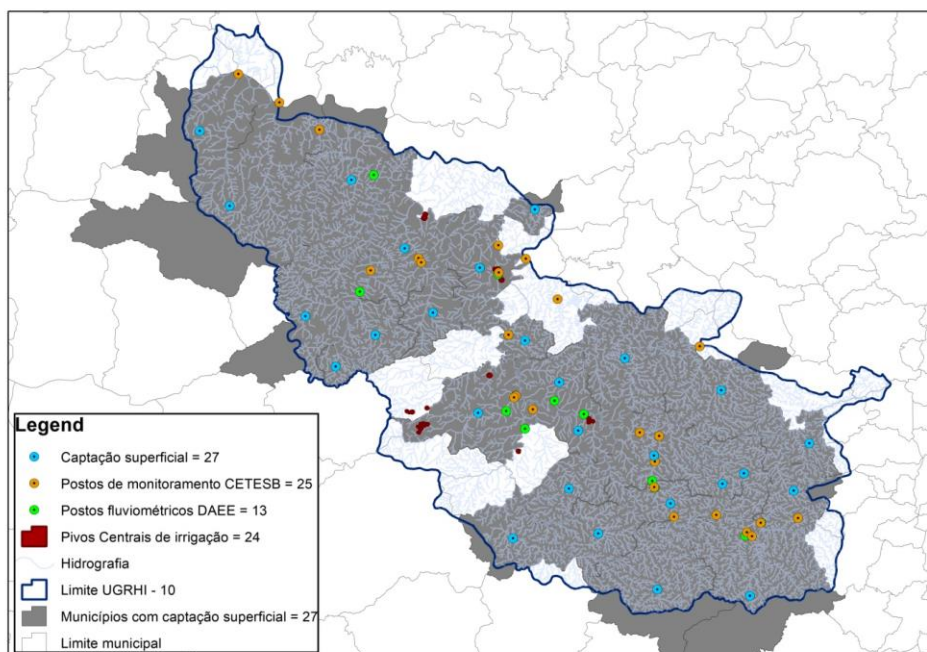


Figura 1. Limite e municípios com captação superficial de abastecimento público na UGRHI- 10 Tiete/Sorocaba.

2.2. Parte A: Elaboração do plano de amostragem

Para a elaboração do plano de amostragem dos municípios para o controle da água de consumo humano com enfoque na prevenção da contaminação de agrotóxicos foram seguidas as seguintes etapas:

1. Etapa1: Mapeamento do uso e ocupação do solo com estimativa de área ocupada por cada classe;
2. Etapa2: Coleta dos dados do regime hidrológico do manancial necessários para modelo SWAT;
3. Etapa 3: Estudos dos cenários de uso do solo e aplicação de agrotóxicos e proposição de diretrizes para os planos municipais de vigilância da qualidade da água de abastecimento;
4. Etapa 4: Elaboração das diretrizes para os planos municipais de vigilância da qualidade da água de abastecimento.

2.2.1 - Etapa1: Mapeamento do uso e ocupação do solo com estimativa de área ocupada por cada classe.

Esta atividade foi realizada empregando-se o mesmo método utilizado descrito por Veiga (2017). A área de estudo compreendeu toda a bacia Sorocaba/Tietê.

2.2.2 - Etapa2: Coleta dos dados do regime hidrológico do manancial necessários para modelo SWAT.

Esta etapa foi realizada em parceria com a UNESP, campus de Sorocaba, cujo laboratório do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, coordenado pelo Prof. Dr. Manuel Enrique Gamero Guandique dispõe dos equipamentos necessários para o monitoramento de vazão nos pontos de interesse e laboratórios para análise das amostras coletadas.

Foram monitorados três locais, coletando informações sobre a vazão, a partir do nível d'água e também sobre a produção de sedimentos. Foram obtidos dados de

qualidade da água: turbidez, Condutividade, Temperatura da água, pH e sólidos suspensos totais. Essas medições ocorreram em períodos de regime de chuvas distintos de modo a abranger o comportamento hidrológico do manancial ao longo do ano: período chuvoso e período seco.

Essas informações obtidas são necessárias para a calibração do modelo hidrológico SWAT (*Soil Water Assessment Tools*), software de domínio público, utilizado para análise integrada do uso do solo e dos recursos hídricos na bacia.

2.2.3 - Estudos dos cenários de uso do solo e aplicação de agrotóxicos e proposição de diretrizes para os planos municipais de vigilância da qualidade da água de abastecimento.

Para o uso do modelo SWAT como ferramenta para subsidiar o estudo do comportamento dos recursos hídricos na bacia e a influencia do uso do solo e da aplicação de agrotóxicos na qualidade da água de abastecimento público, foi necessário preparar e organizar todos os dados de entrada (*inputs*). Para a simulação, a sobreposição de informações sobre hidrografia, solo, relevo, uso e ocupação do solo, assim como parâmetros climáticos da bacia hidrográfica será utilizada. Os dados de uso do solo e das condições climáticas das bacias foram obtidos nas etapas anteriores por Veiga (2017).

O SWAT parte da consideração de equilíbrio hídrico e da simulação do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica (Veiga, 2017). Esse equilíbrio hídrico considera a fase do ciclo hidrológico no terreno, que controla a quantidade de água, sedimentos, nutrientes e agrotóxicos no canal principal de cada sub-bacia e a fase de itinerário ou rota do ciclo, que considera a movimentação dos fluxos d'água até o ponto de descarga (NEITSCH et.al., 2011). Com isso, o ciclo hidrológico para a área de interesse é simulado e o resultado é uma representação gráfica da bacia com os valores (em mm) para cada variável hidrológica, e ainda os dados mensais dos principais parâmetros envolvidos. Para o uso do modelo com um nível de confiança aceitável, o modelo deve ser calibrado para a área de estudo.

Essas informações são importantes para combinar com os dados de uso agrícola e estimar o escoamento superficial de agrotóxicos para os rios de abastecimento público, além de o comportamento ambiental das substâncias e identificar qual delas

apresenta maior risco de alcançar e permanecer nos mananciais de abastecimento público e ainda, qual a influência do uso do solo, na quantidade de agrotóxicos que atinge o manancial e quais os períodos que devem ser priorizadas ações de vigilância para a prevenção da contaminação da água de abastecimento público.

2.2.4 - Elaboração das diretrizes para os planos municipais de vigilância da qualidade da água de abastecimento.

De posse dos resultados das simulações hidrológicas para cada bacia hidrográfica, foi elaborado o plano de amostragem para a vigilância de agrotóxicos para a UGRHI visando a prevenção da contaminação dos mananciais. Essa etapa foi realizada em parceria com o CVS para orientar nas ações de vigilância.

Parte B: Atualização dos dados de pulverização aérea para os anos de 2016 e 2018.

Esta etapa previu a atualização dos dados do ARIADNE com as informações de pulverização aérea de agrotóxicos no estado de São Paulo para os anos de 2016 a 2018. As informações dos registros de aplicações aéreas reportadas pelas empresas de aviação agrícola junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Superintendência Federal da Agricultura do no Estado de São Paulo – Serviço de Suporte Agropecuário SESAG/DPDAG.

Estavam previstos a obtenção dos dados de 2016 e 2017, mas em virtude da extensão do prazo de início do projeto, foi obtido também os dados de 2018. Os dados foram disponibilizados pelo MAPA em formato digital .pdf, e para análise, foi necessária a digitalização por dois técnicos intermediários, no período de junho a novembro de 2019.

2.3. Parte C: Criação do Sistema Georreferenciado de dados de pesquisa

O objetivo desta etapa foi a criação de um sistema que possibilite a disponibilização para os serviços de vigilância ambiental e para o público, de dados sobre qualidade ambiental obtidos em projetos de pesquisa realizados nas

Universidades, estas produzem grande quantidade de dados que são de grande importância para subsidiar ações de vigilância, mas que em geral, ficam dispersas em artigos científicos restritos ao âmbito acadêmico e científico. Com o objetivo de facilitar o serviço de vigilância a partir de dados já produzidos, esse Sistema de permitirá que pesquisadores, voluntariamente insiram dados obtidos em pesquisas. O sistema ficará sediado no servidor do Centro de Vigilância Sanitária da SES/SP e da Faculdade de Saúde Pública com controle compartilhado entre as duas instituições e acesso livre para estudantes, servidores e o público em geral.

3. Resultados

3.1. Parte A: Elaboração do plano de amostragem

3.1.1 - Etapa1: Mapeamento do uso e ocupação do solo com estimativa de área ocupada por cada classe.

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo foram usadas imagens de satélite Landsat de 2018 e classificadas através de ferramentas de sensoriamento remoto disponíveis na Faculdade de Saúde Pública. Desse modo temos como características da bacia, uma área predominantemente agrícola com destaque para pastagem, cana-de-açúcar e laranja. Quanto à preservação da vegetação, apenas 16,62% da área da bacia é ocupada por mata.

Uso do Solo	Área (hectares)	% da Bacia
Pastagem	119.929,24	29,17
Mata	68.338,93	16,62
Cana de Açúcar	58.867,55	14,32
Laranja	49.434,61	12,02
Culturas temporárias	40.898,65	9,95
Área Urbana	31.561,12	7,68
Solo Exposto	25.703,46	6,25
Silvicultura	15.617,04	3,80
Corpos d'água	809,98	0,20

Tabela 1. Área ocupada (hectares) e porcentagem da área da bacia por tipo de uso

3.1.2 - Etapa2: Coleta dos dados do regime hidrológico do manancial necessários para modelo SWAT.

Para o monitoramento de vazão e da qualidade da água no rio Sorocaba, foram escolhidos três pontos nos seguintes municípios: P1 em Sorocaba, P2 em Iperó e P3 em Laranjal Paulista. A Figura 2 mostra a localização dos pontos de coleta na bacia do Sorocaba/Tietê.

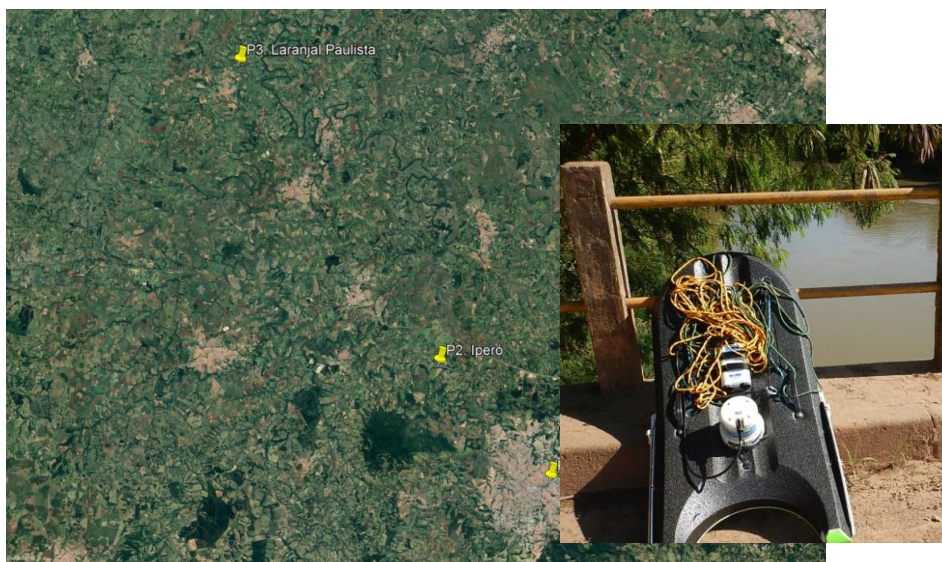


Figura 2. Pontos de coleta de amostras de água no Rio Sorocaba e medição de vazão. Imagem do Google Earth Pró – 2019.

Para a coleta da água foram utilizados recipientes de plástico de 300ml, o qual era lançado no manancial nas duas margens, enquanto o monitoramento da vazão foi realizado utilizando radar Doppler para cálculo de vazão e batimetria, conhecido como ADCP, mostrados na Figura 3.



Figura 3. Imagens dos recipientes de coleta e do equipamento ADCP

A Figura 4 apresenta os resultados do monitoramento de vazão de cada um dos pontos e pode ser observada que há mudança importante da vazão do rio ao longo da bacia. O ponto Sorocaba apresentou o menor valor de vazão em todos os meses, enquanto o de Laranjal Paulista apresentou o maior valor. Esses valores estão adequados às características do rio Sorocaba.

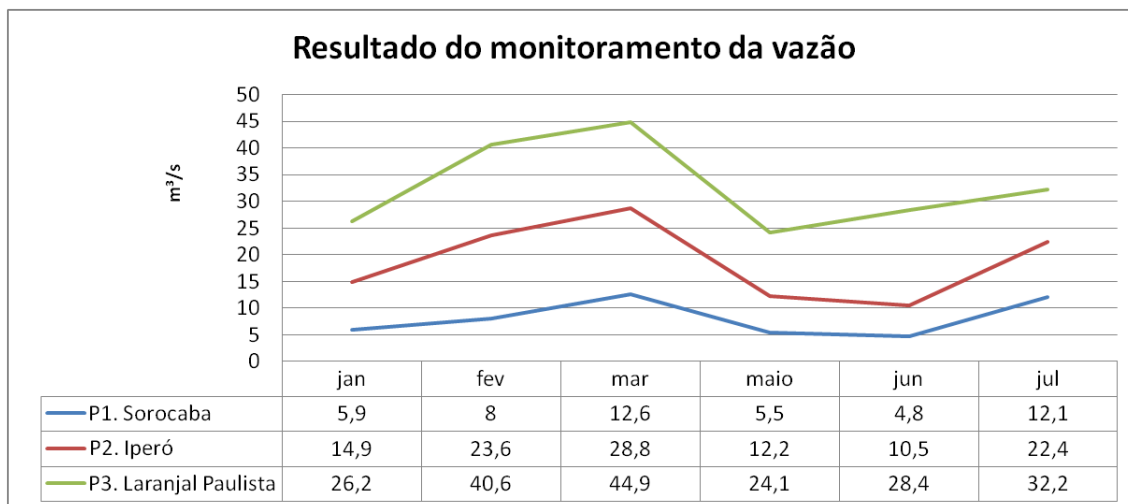


Figura 4. Valores da vazão do Rio Sorocaba obtidos no monitoramento realizado entre janeiro e julho de 2019.

Pode ser observado ainda, que para a vazão em cada ponto variou ao longo do período. Para o mês de julho era esperado uma vazão baixa, seguindo o padrão das coletas na estiagem, entretanto verificamos que o Rio Sorocaba estava com uma vazão acima do previsto. Entre as justificativas para essa ocorrência é a de abertura dos controles de vazão das represas, o que influenciou no regime natural do manancial.

Quanto ao monitoramento da qualidade da água ao contrário do que se esperava inicialmente, o ponto de coleta na cidade de Sorocaba não foi o mais poluído. O ponto que apresentou recorrentemente maior carga orgânica, foi o ponto 2, no município de Iperó e em alguns meses específico o ponto 3 (Laranjal Paulista) também apresentou valores altos para os componentes analisados (Tabela 2).

Durante as coletas de campo, foram obtidos relatos de moradores do entorno e, segundo esses, os resultados podem estar relacionados com o lançamento de esgoto não

tratado próximo ao ponto de Iperó e ao lançamento de efluentes das Usinas de Açúcar, próximos à captação de Laranjal Paulista.

Esses resultados já são indicativos de pontos vulneráveis do manancial e que precisarão de uma melhor vigilância da qualidade da água tanto pelo órgão ambiental quanto pelas vigilâncias sanitárias municipais. Do mesmo modo, essa informação pode contribuir para que os sistemas de abastecimento público possam planejar melhor tanto seus planos de amostragem quanto os procedimentos de tratamento os quais a água deverá ser submetida.

Tabela 2. Resultado das análises de qualidade da água do rio Sorocaba entre janeiro a julho de 2019.

MÊS	Pontos	Na	K	Ca	Mg	F	Cl	Br	NO3	SO4	PO
JAN	P1	8,71	3,74	7,97	2,11	ND	14,01	ND	2,92	4,83	ND
JAN	P2	7,37	2,93	5,39	1,53	ND	4,87	ND	0,63	3,92	0,19
JAN	P3	13,05	7,21	8,21	2,98	ND	5,20	ND	3,99	2,64	ND
FEV	P1	8,87	9,30	9,90	2,18	0,31	16,67	ND	ND	5,05	0,45
FEV	P2	5,80	4,70	7,90	1,30	0,22	6,20	ND	ND	6,76	0,30
FEV	P3	10,84	6,18	6,71	2,57	0,31	11,69	ND	ND	8,90	0,33
MAR	P1	10,34	9,64	8,78	1,98	0,26	15,15	0,10	1,81	3,20	ND
MAR	P2	16,47	10,35	10,43	2,49	0,40	19,04	0,10	4,63	8,36	ND
MAR	P3	13,18	ND	10,53	3,26	0,39	11,40	0,10	10,61	8,31	ND
MAIO	P1	10,40	11,20	10,50	2,50	0,29	15,93	0,10	3,12	4,16	ND
MAIO	P2	12,40	5,50	8,70	3,00	0,77	30,84	0,29	5,22	24,21	ND
MAIO	P3	15,10	3,90	10,8	3,10	0,32	15,42	0,11	13,02	7,05	ND
JUNHO	P1	12,19	11,15	11,09	2,44	0,28	20,30	0,10	3,15	4,48	0,23
JUNHO	P2	27,02	7,49	12,96	3,02	0,48	20,89	0,10	ND	21,69	0,26
JUNHO	P3	15,04	8,80	10,73	3,16	0,33	15,52	0,09	ND	9,18	0,35

3.1.3 - Estudos dos cenários de uso do solo e aplicação de agrotóxicos e proposição de diretrizes para os planos municipais de vigilância da qualidade da água de abastecimento.

Com o mapeamento do uso do solo, os parâmetros físicos de características do solo e de clima e, ainda os dados obtidos no monitoramento de vazão, foi realizada a simulação hidrológica do balanço hidrológico da UGRHI-10, de forma que todos os municípios com captação superficial para abastecimento público fossem contemplados.

A simulação no SWAT dividiu a bacia em 87 sub-bacias, abrangendo 7 pontos de captação superficial de abastecimento público. A figura 4 apresenta essa primeira etapa da divisão, com destaque para os três pontos de monitoramento.

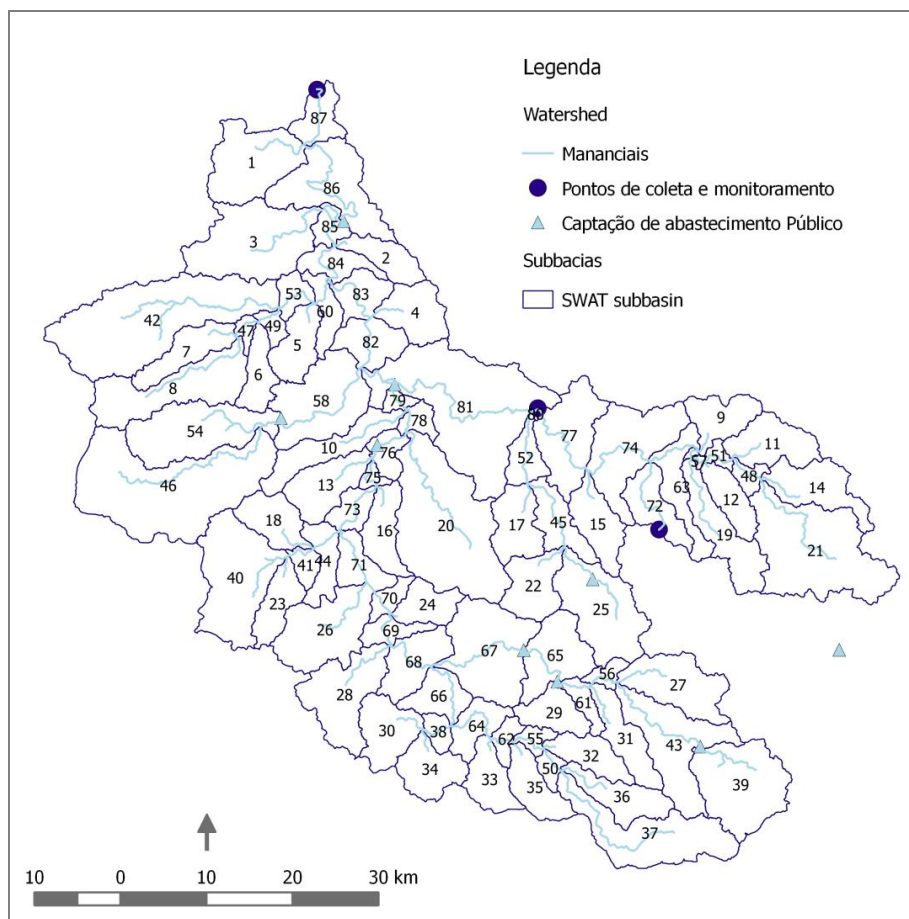


Figura 4. Delimitação das sub-bacias da área de estudo.

Após a delimitação das sub-bacias, com os dados da estação climática de Sorocaba foi possível gerar o balanço hidrológico da bacia, cujos parâmetros são

apresentados na Tabela 3. Essa etapa é importante para identificar as características hidrológicas da bacia.

Parâmetro	Valor (mm)	%
Precipitação	1.325,20	
Potencial de Evapotranspiração	1.041,70	
Evapotranspiração Real	701,80	52,95
Percolação no solo	159,12	12,00
Retorno do aquífero	20,45	1,54
Fluxo lateral	263,41	19,87
Fluxo superficial	203,41	15,34
Fluxo de retorno	134,14	10,12
Recarga do aquífero	7,96	0,60

Tabela 3. Resultado do balanço hidrológico da bacia hidrográfica

Como pode ser observado nos dados acima, mais da metade (53%) do total precipitado é transformado em evapotranspiração e retorna para atmosfera. Os fluxos laterais e superficiais correspondem à 35% do total precipitado, esse dado é importante porque são os parâmetros que tem maior influência na qualidade do manancial superficial.

A Figura 5 apresenta o resultado da média anual do escoamento superficial por sub-bacia. Com esse resultado é possível definir sub-bacias e pontos de captação prioritários para ações de vigilância mais efetivas quanto ao monitoramento de agrotóxicos, uma vez que é via escoamento superficial o principal meio de contaminação dos mananciais superficiais.

Conforme é possível observar no resultado da simulação hidrológica, as áreas de menor escoamento superficial correspondem às cabeceiras dos mananciais que coincidem com as áreas de maior preservação. A subbacia 39 corresponde à área de abastecimento público do município de Piedade e é a única captação que apresentou baixo escoamento superficial.

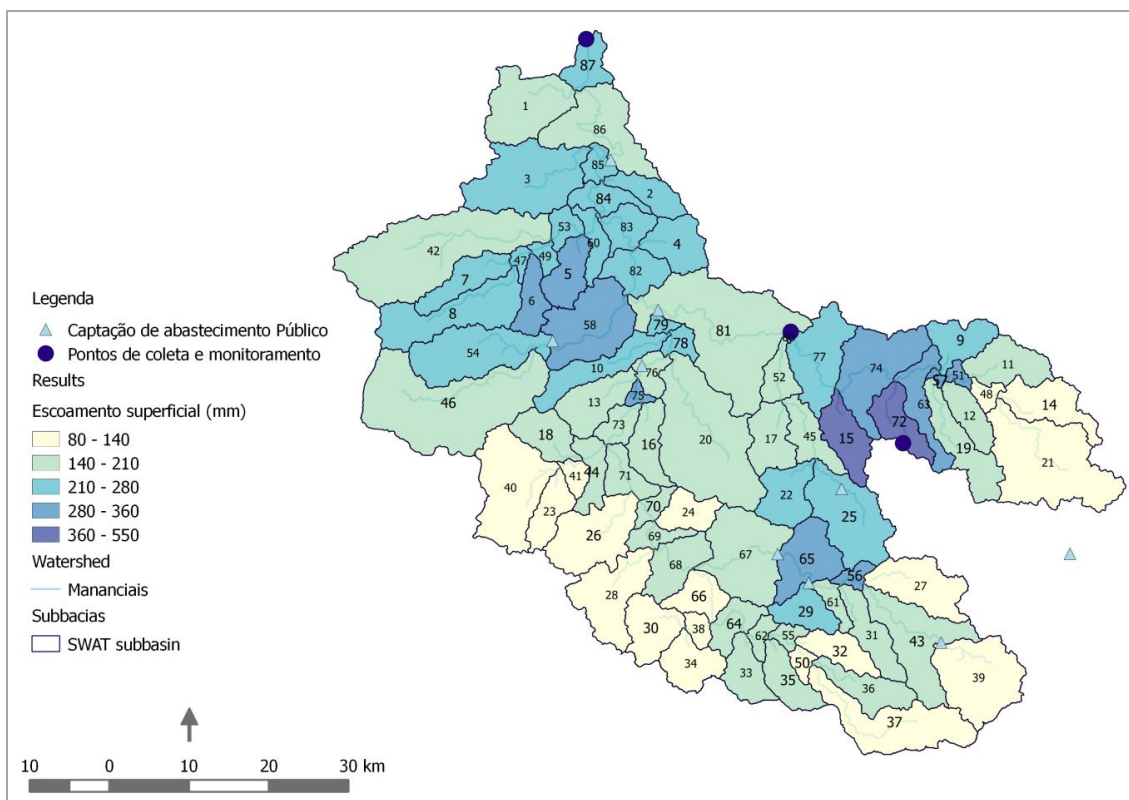


Figura 5. Simulação do escoamento superficial por sub-bacia (média anual)

Enquanto que as subbacias 87, 85, 54 e 65 (Laranjal Paulista, Cerquilho, Tatuí e Araçoiaba da Serra) foram as áreas de abastecimento que apresentaram maior escoamento superficial devendo ser priorizadas quanto ao monitoramento de agrotóxicos por estarem mais vulneráveis ao escoamento desses produtos nos mananciais.

Avaliando os dados de monitoramento da qualidade da água produzidos pelas empresas de abastecimento e registrados no SISAGUA, dos 28 agrotóxicos analisados de acordo com a Portaria de Potabilidade (Anexo XX PCR 05/2017), em 2019 foram quantificados 2,4D; Atrazina; Aldrin+Dieldrin; Metolaclo e Endrin, todos abaixo dos Valores Máximos Permitidos (VMP) pela citada portaria.

Esses resultados coincidiram com a avaliação realizada neste trabalho que apontou os pontos de Laranjal Paulista, Cerquilho e Tatuí como os mais vulneráveis quanto ao possível escoamento de agrotóxicos para os referidos mananciais.

3.1.4 Elaboração das diretrizes para os planos municipais de vigilância da qualidade da água de abastecimento

Os resultados do projeto subsidiaram o direcionamento das ações de vigilância sanitária quanto ao monitoramento de agrotóxicos em sistemas de abastecimento público. Dessa forma, o estado de São Paulo passa a realizar coleta e análises, com apoio do Laboratório Central do Adolfo Lutz de amostras de água tratada coletadas pelas vigilâncias municipais. Deve ser destacado que essa atividade é uma demanda antiga do Ministério Público junto ao CVS.

Avaliando os resultados da simulação hidrológica e das análises realizadas pelos sistemas de abastecimento de água foi possível selecionar os municípios prioritários para as análises de vigilância bem como o cronograma de coletas. Avaliando os dados do SISAGUA foi possível verificar que as coletas na Bacia do Tietê Sorocaba ocorriam principalmente nos meses de maio e setembro, com número muito reduzidos de coletas nos meses de maior pluviosidade, e, portanto, de maior escoamento superficial, de novembro a março.

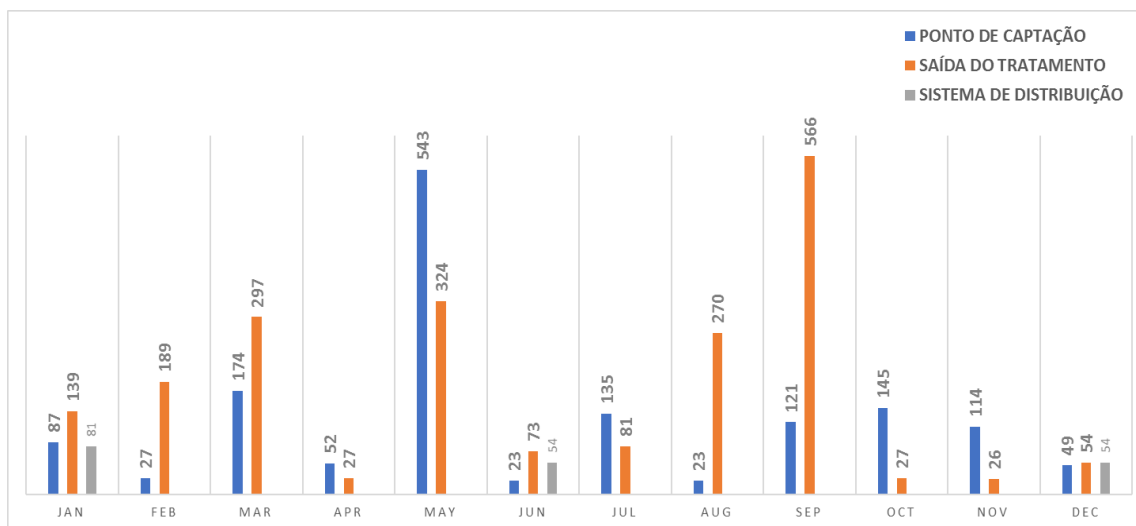


Figura 6. Distribuição temporal das coletas de água para análise de agrotóxicos pelas empresas de abastecimento na bacia do Tietê-Sorocaba. SISAGUA, 2019.

A partir dessas informações, foi elaborado um plano de coleta para análises de vigilância em conjunto com o Centro de Vigilância Sanitária e o Adolfo Lutz. As coletas foram divididas em dois períodos: Seco (Junho; Julho; Agosto) e Chuvoso

(Dezembro; Fevereiro e Março (2021). Para tanto, foram realizadas reuniões com os Grupos de Vigilância Sanitárias (GVS) e com os municípios selecionados, dos 14 municípios presentes na Bacia, 9 foram selecionados como prioritários para esse monitoramento.

Os resultados das análises do período seco, apontaram a ocorrência de Atrazina em dois pontos identificados no projeto como vulneráveis ao escoamento de agrotóxicos. Ainda que abaixo do VMP da Portaria de Potabilidade, esses resultados coincidem também com as análises das empresas de saneamento e acendem um alerta às vigilâncias e aos sistemas de abastecimento quanto à exposição do manancial a esses agrotóxicos.

Desse modo, promover a integração dos órgãos de saúde, meio ambiente e agricultura é um passo importante para a preservação do manancial e da qualidade da água de consumo humano.

O projeto contribuiu também para a expansão das análises de vigilância, além das coletas do período chuvoso na bacia do Tietê-Sorocaba, outra bacia (Mogi-Guaçu) já foi escolhida para ampliar o número de coletas seguindo a mesma proposta de avaliação do comportamento hidrológico e das características de uso e ocupação do solo. Devido às limitações de insumos, recursos humanos e financeiros, a proposta de ampliação visa analisar em dois períodos (seco/chuvoso) cerca de 20 municípios através de um rodizio de bacias hidrográficas, de modo que seja possível abarcar todas as regiões do estado ao longo dos próximos anos.

Dessa forma, para além de construir um panorama geral da ocorrência de agrotóxicos nos principais mananciais de abastecimento público, a proposta apresentada nesse trabalho contribuiu para um aprimoramento do fazer vigilância da qualidade da água, através de uma gestão mais integrada e detalhada trazendo a importância do olhar sistêmico e preventivo da vigilância em saúde.

3.2. Atualização dos dados de Pulverização aérea 2016-2018

A obtenção dos dados sobre a aplicação aérea de agrotóxicos no estado de São Paulo só foi possível por intermédio da Defensoria Pública do Estado de São Paulo. Após várias tentativas sem sucesso, em 08 de abril de 2019, foi enviada Ilustríssima Senhora Dra. Viviane Ceolin Dallasta Del Grossi, M.D. Defensora Regional de Direitos Humanos, uma solicitação de apoio, por intermédio da Profa. Deisy Ventura, Chefe do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP.

A Defensoria Regional de Direitos Humanos da Defensoria Pública da União em São Paulo abriu o procedimento n. 2019/020-05003, bem como processo SEI n.08184.000467/2019-79, com atribuição do Grupo de Trabalho Segurança Alimentar da Instituição e expediu ofícios aos órgãos competentes para obtenção das informações solicitadas pelo Departamento. Em 24 de maio de 2019, recebemos da Defensoria Regional de Direitos Humanos, a comunicação e o acesso aos Relatórios Mensais das empresas aéreas de aviação agrícola, enviados ao Ministério da Agricultura, para os anos de 2016, 2017 e 2018.

Os dados recebidos estavam em formato de arquivos digitais em pdf e foram digitalizados em planilhas Excel, para posterior análise. A digitalização dos dados foi realizada de junho a setembro de 2019. No triênio 2016-2018 houve 20.671 aplicações aéreas de agrotóxicos, que envolveu 73,30% dos municípios paulistas. As aplicações se concentraram nos meses correspondentes ao período mais chuvoso, de novembro até abril, como mostra a Figura 7.

Os dados de pulverização aérea de agrotóxicos são de grande importância para orientação de políticas e ações de saúde pública na área de prevenção à intoxicação exógena, saúde do trabalhador e proteção dos mananciais de abastecimento público. O estado de São Paulo é o segundo estado com maior consumo no Brasil e apresenta uma acentuada tendência de crescimento, como mostram os dados da Figura 8, obtidos do Observatório de Saúde Ambiental da Divisão de Doenças Ocasionadas pelo meio Ambiente do CVE/SES-SP.

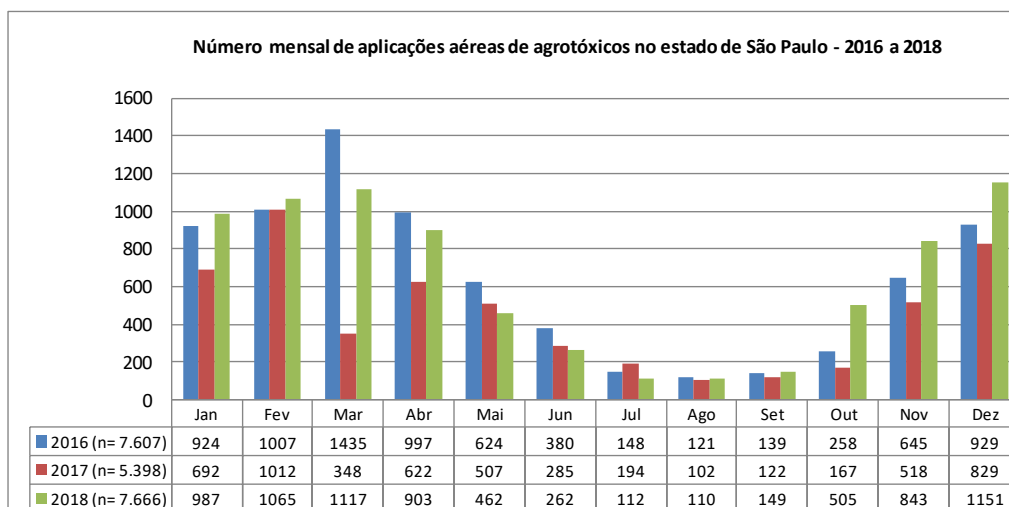


Figura 7. Número mensal de aplicações aéreas de agrotóxicos no estado de São Paulo, para os anos de 2016, 2017 e 2018.



Figura 8. Evolução da venda de agrotóxicos e afins no estado de São Paulo em toneladas de ingrediente ativo, no período de 2000 a 2017, segundo dados do IBAMA².

A aplicação aérea de agrotóxicos no estado, no período de 2013 a 2018, também apresentou um crescimento expressivo, como mostra a Figura 9. Resultado que segue a tendência nacional de crescimento independente do tipo de aplicação.

² Fonte: <http://observagrotoxico.saude.sp.gov.br/index.php/2018-11-21-22-18-53/quantidade>

A distribuição do número de aplicações aéreas de agrotóxicos por município do estado de São Paulo no período de 2016 a 2018 pode ser observada na Figura 10, as regiões de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Araraquara e Vale do Ribeira foram as que receberam a maior frequência de aplicações aéreas no período. Dessas áreas, apenas o Vale do Ribeira não possui como alvo a cana-de-açúcar, mas a banana.

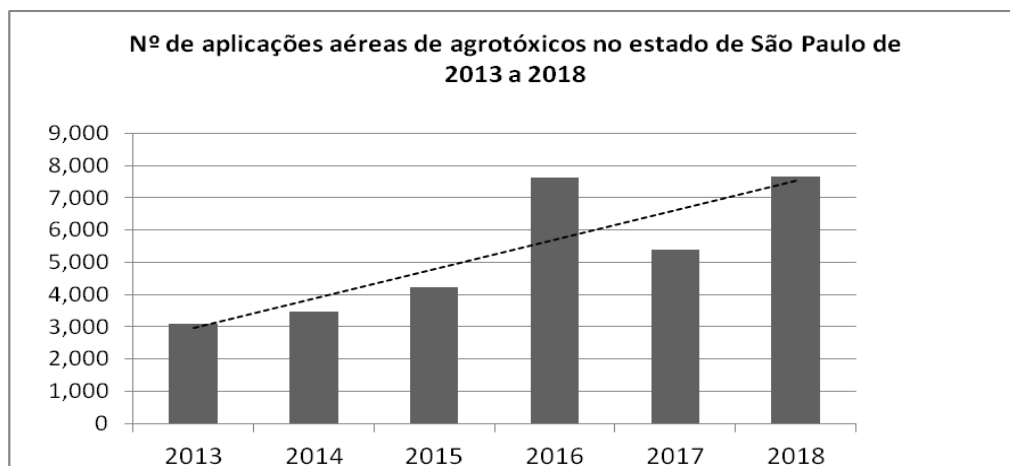


Figura 9. Número anual de aplicação aérea de agrotóxicos no estado de São Paulo, para o período de 2013 a 2018.

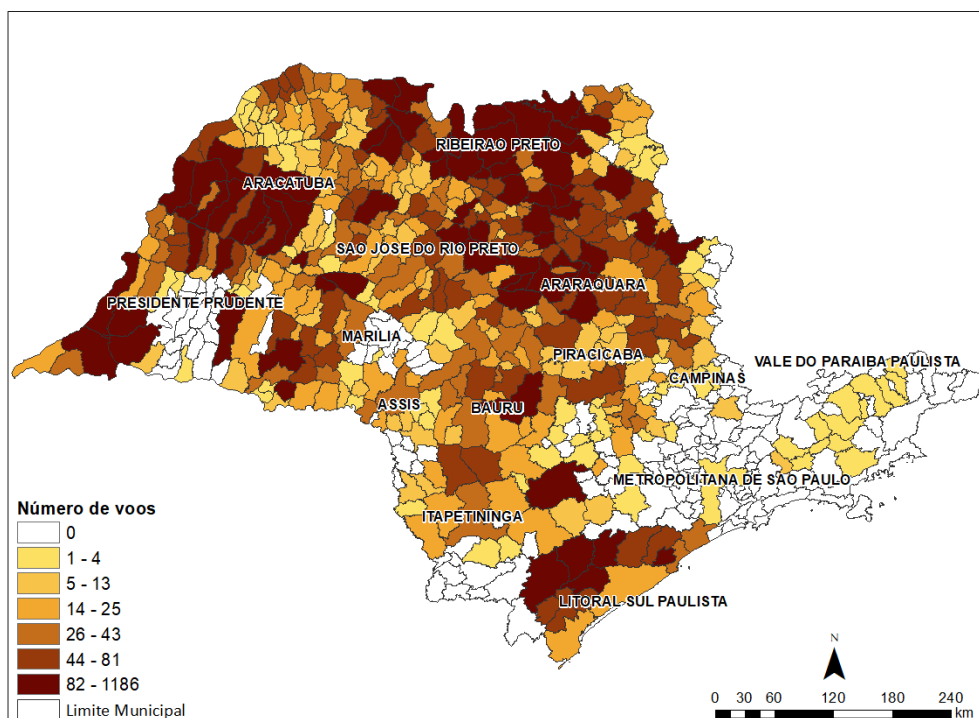


Figura 10. Número de aplicações aéreas de agrotóxicos por município do estado de São Paulo no período de 2016 a 2018.

Os 10 municípios com maior número de aplicações aéreas de agrotóxicos no período de 2016-2018, são apresentados na Tabela 1.

Classificação	Município	Total
1º	Guaíra	1186
2º	Ipuã	395
3º	Miguelópolis	394
4º	São Joaquim da Barra	266
5º	Barretos	263
6º	Valparaíso	230
7º	Paraguaçu Paulista	219
8º	Mirante do Paranapanema	207
9º	Colina	196
10º	Olímpia	193

Tabela 4. Os 10 municípios com maior número de aplicações aéreas de agrotóxicos no período de 2016-2018.

O município de Guaíra é um dos maiores produtores de grãos no estado de São Paulo e segundo dados do SEADE³, para o ano de 2016, o município tinha 48% da sua área ocupada com cana-de-açúcar, 20% com soja e 12% com milho. No entanto, segundo os dados dos registros analisados, todas as aplicações aéreas realizadas no período de 2016 a 2018 foram na cultura de cana-de-açúcar.

Em relação aos tipos de agrotóxicos utilizados na pulverização aérea no estado de São Paulo no período de 2016 a 2018, os inseticidas foram os mais utilizados (36%) nas pulverizações, seguidos dos fungicidas (12%) e dos fertilizantes (9%). Deve ser destacado que um número expressivo dos registros (12%) não apresentou o tipo de agrotóxico aplicado e que muitas aplicações utilizaram mais de um tipo de produto. Algumas aplicações utilizaram sementes ou controle biológico, como mostra a Tabela 5.

Quanto à área pulverizada, a aplicação com menor área foi de 0,3 hectares enquanto a maior foi de 7.600 hectares, sendo que o valor média das áreas pulverizadas foi de 751,91 hectares.

³ <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>, acessado em 25/02/2020.

Tipo de produto	No. de aplicações	Percentual
Adubo	1246	6%
Controle Biológico	266	1%
Fertilizante	1933	9%
Fertilizante e outros	116	1%
Fitorregulador	687	3%
Fitorregulador e outros	771	4%
Fungicida	2546	12%
Fungicida e outros	94	0%
Herbicida	638	3%
Herbicida e outros	6	0%
Inseticida	7519	36%
Inseticida e outros	296	1%
Maturador	1924	9%
Outros	32	0%
Sem informação	2420	12%
Sementes	177	1%
Total geral	20671	100%

Tabela 5. Número de aplicações e respectivos percentuais por tipo de produto utilizados na pulverização aérea no estado de São Paulo, no período de 2016 a 2018.

A cultura com maior frequência de pulverizações foi a cana-de-açúcar com mais de 80% das aplicações, seguida por citrus e a banana, mantendo o comportamento observado no triênio de 2013-2015. A Figura 11 mostra o número de aplicações por culturas do estado de São Paulo, no período de 2016 a 2018.

Essas informações também são importantes para compor as ações de Vigilância das Populações Expostas aos Agrotóxicos (VSPEA) ao apresentar os principais aspectos quanto à esse tipo de aplicação que apresenta riscos de exposição ampliados devido à deriva que estas substâncias podem sofrer e alcançar núcleos urbanos distantes das áreas de aplicação.

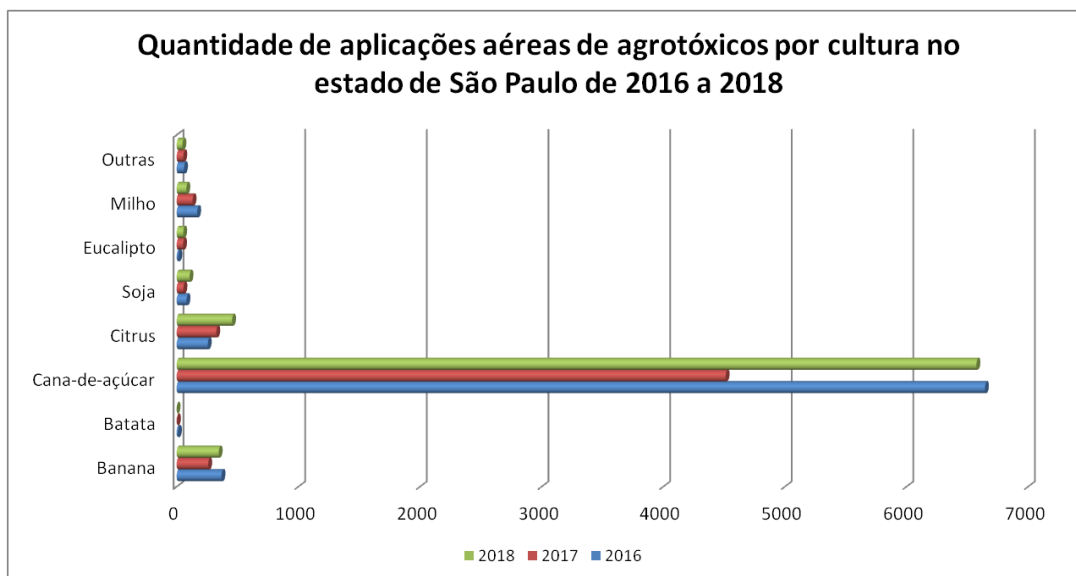


Figura 11. Número de aplicações áreas de agrotóxicos por culturas alvos no estado de São Paulo, no período de 2016 a 2018.

A Figura 12 mostra os tipos de produtos mais utilizados na pulverização aérea na cultura de cana-de-açúcar. Os inseticidas responderam por 36% do total, seguidos por maturadores (11%) e fertilizantes (10%). O número de aplicações aéreas na cana-de-açúcar sem informação do produto utilizado correspondeu a 13% do total.

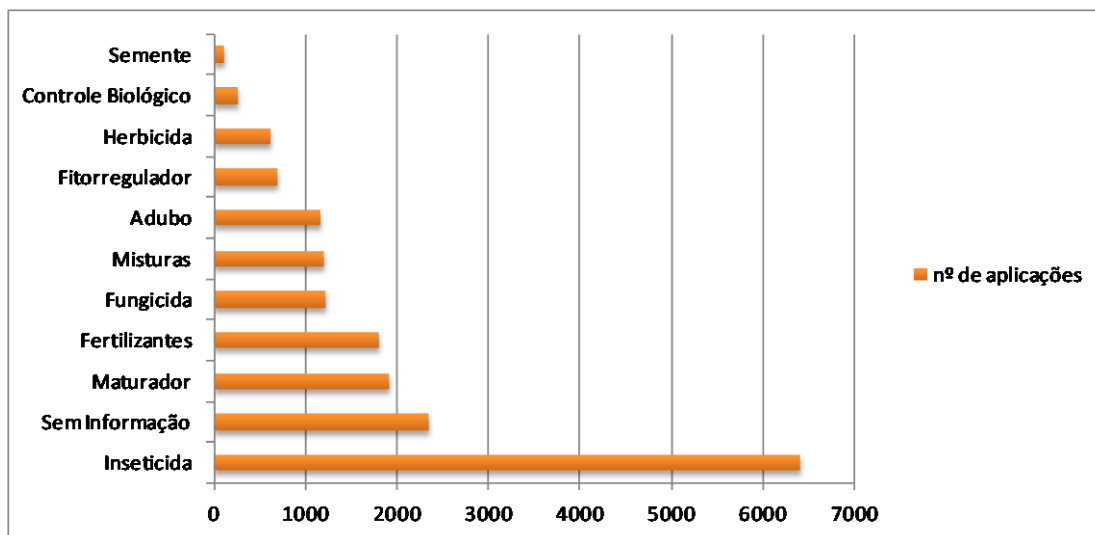


Figura 12. Número de aplicações aéreas na cana-de-açúcar por tipo de produto, no período de 2016-2018.

Todos os esses resultados e outros mapas e ilustrações serão disponibilizados no site do ARIADNE que ficará vinculado ao site do Centro de Vigilância Sanitária.

3.2.1 Desdobramentos produzidos

Com a atualização do ARIADNE, os dados de pulverização aérea foram consolidados a partir dos dois projetos viabilizados pelo GAPS/FESIMA, possibilitando que o estado de São Paulo tivesse dados inéditos de pulverização aérea. Estas informações são importantes para a identificação de áreas vulneráveis à proteção da biodiversidade e à vigilância das populações expostas à agrotóxicos.

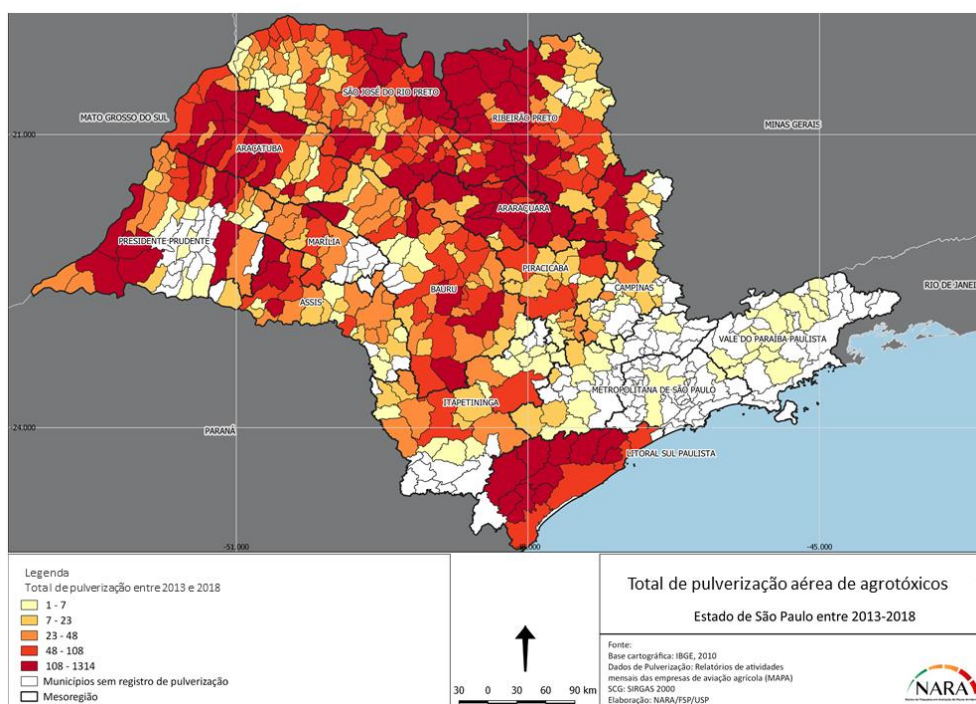


Figura 13. Consolidação dos dados de pulverização aérea de agrotóxicos entre 2013 e 2018.

Nesse sentido, foram iniciadas discussões bilaterais com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente com o objetivo de avaliar a viabilidade dessa informação compor o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo. O ZEE constitui um instrumento de planejamento territorial que estabelece diretrizes de ordenamento e gestão considerando as potencialidades e vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas das diferentes regiões do Estado. A proposta do processo é alcançar uma visão pactuada entre as políticas setoriais de um desenvolvimento sustentável do território paulista, visando a sinergia dos níveis de governança, compartilhamento de informações e integração das ações de Estado. Deve ser destacado ainda que o portal ARIADNE foi completamente transferido e hospedado no site da Secretaria de Saúde, ficando desta forma, compartilhado nas duas instituições: FSP e CVS.

3.3. Criação do Sistema Georreferenciado de dados de pesquisa

O sistema foi intitulado REDE COLABORATIVA DE CIÊNCIA E INFORMAÇÃO PELA ÁGUA. O nome foi escolhido entre os participantes do NARA/FSP-USP. A plataforma da REDE possui uma interface para que pesquisadores de outras instituições possam cadastrar informações que tenham obtido em projetos de pesquisas e que ficarão disponíveis para os serviços de vigilância ambiental e para o público. A Figura 14 apresenta ao o layout principal da REDE.

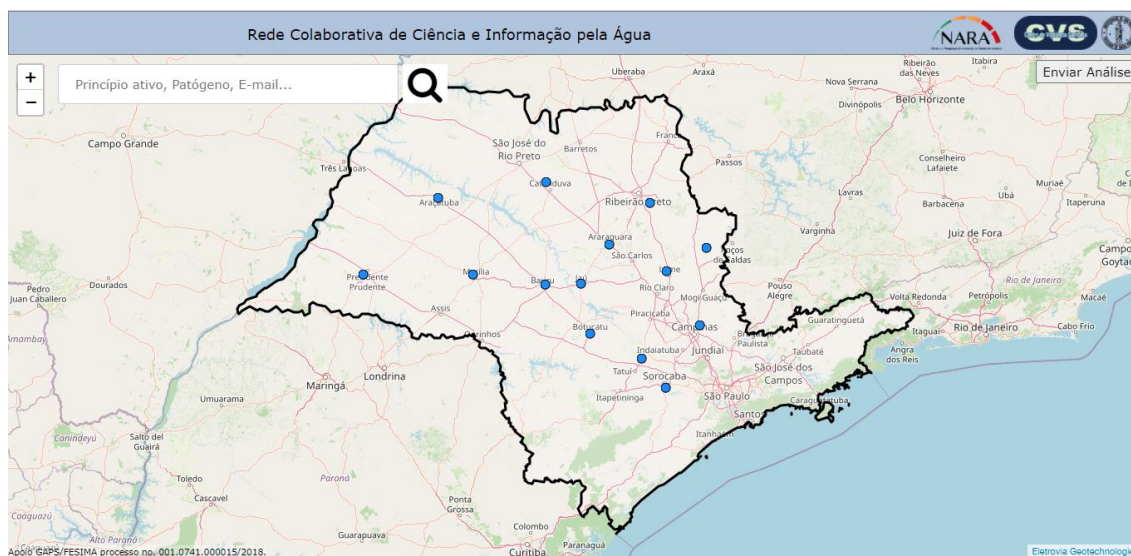


Figura 14 : Layout principal da REDE COLABORATIVA DE CIÊNCIA E INFORMAÇÃO PELA ÁGUA.

A base de informações permite o cadastro de informações sobre agrotóxicos e patógenos emergentes e reemergentes nesta primeira versão. As informações a serem preenchidas são: o parâmetro, os resultados, data da coleta, responsável, Instituição da pesquisa e agência financiadora e uma breve descrição do projeto. A Figura 15 mostra a ficha de entrada de dados.

Envio de Análise

Email

Nome

Enviado em

Princípio Ativo

Breve Descrição

Planilha

Data Coleta	Valor	Limite Detecção
<input type="button" value="+"/>		

Figura 15: Ficha de entrada de dados na REDE.

No momento do cadastro, o usuário deverá além de preencher os itens da ficha, escolher as coordenadas do ponto de coleta no mapa. O banco de dados contém a lista de todos os agrotóxicos autorizados para uso no Brasil e alguns dos principais patógenos de interesse do ponto de vista de saúde pública.

O sistema está sediado no site do NARA, Núcleo de Pesquisa em Avaliação de Riscos Ambientais da Faculdade de Saúde Pública e deverá também ser instalado no site da Secretaria de Saúde.

4. Considerações finais

Este projeto é parte de mais de 10 anos de parceria entre a FSP/USP e o CVS/SES-SP voltada ao desenvolvimento e fortalecimento das ações de vigilância em Saúde do SUS relacionadas a qualidade de água de abastecimento público e em específico, a presença de resíduos de agrotóxicos na água de consumo humano. Da mesma forma que os projetos anteriores, as atividades envolvem frente variadas: (1) produzir e disponibilizar informação qualificada e acessível sobre agrotóxicos aos serviços de vigilância, suas propriedades, comportamento ambiental e toxicidade; (2) dar suporte técnico-científico para a definição de prioridades e a definição de ações de vigilância em saúde no estado; (3) contribuir para a qualificação do corpo técnico da vigilância por meio do trabalho participativo e integrado com as instituições de ensino e pesquisa.

Muitos avanços foram observados ao longo deste período e neste projeto em particular. Entre eles destacamos, o subsídio para o direcionamento das ações de vigilância sanitária quanto ao monitoramento de agrotóxicos em sistemas de abastecimento público e que possibilitou que, em 2020, o estado de São Paulo iniciasse a coleta e análises, com apoio do Laboratório Central do Adolfo Lutz de amostras de água tratada coletadas pelas vigilâncias municipais. Além da relevância do programa para as ações de vigilância destacamos que esta atividade era uma demanda de vários anos do Ministério Público do estado junto ao CVS/SES-SP.

Assim, para além de construir um panorama geral da ocorrência de agrotóxicos nos principais mananciais de abastecimento público, a proposta apresentada nesse trabalho contribuiu para um aprimoramento do fazer vigilância da qualidade da água, por meio da gestão mais integrada e reforçando a importância do olhar sistêmico e preventivo da vigilância em saúde.

Outro produto de destaque deste projeto é a disponibilização pública dos dados inéditos de aplicação área de agrotóxicos no estado de São Paulo, no período de 2013-2018. Esse trabalho foi possível graças a importante colaboração com a Defensoria Pública do Estado de São Paulo e a Defensoria Pública da União em São

Paulo, os quais obtiveram, por meio de ação judicial, os relatórios da aplicação área junto ao MAPA, Ministério da Agricultura. Essas informações são importantes para compor as ações de Vigilância das Populações Expostas aos Agrotóxicos (VSPEA) ao apresentar os principais aspectos quanto à esse tipo de aplicação que apresenta riscos de exposição ampliados devido à deriva que estas substâncias podem sofrer e alcançar núcleos urbanos distantes das áreas de aplicação e identificação de áreas vulneráveis à proteção da biodiversidade.

Por esta razão, durante a vigência do projeto foram iniciadas discussões bilaterais com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente com o objetivo de avaliar a viabilidade dessa informação compor o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo. A proposta do processo é alcançar uma visão pactuada entre as políticas setoriais de um desenvolvimento sustentável do território paulista, visando a sinergia dos níveis de governança, compartilhamento de informações e integração das ações de Estado.

Também no sentido de ampliar a disponibilização de informações relevantes para as ações de vigilância, o projeto desenvolveu ainda a REDE COLABORATIVA DE CIÊNCIA E INFORMAÇÃO PELA ÁGUA, que nesta primeira versão, pretende coletar e disponibilizar informações coletadas pelas instituições de ensino e pesquisa do estado relacionadas a presença de agrotóxicos e patógenos emergentes em mananciais de abastecimento, possibilitando a agregação de informações e consolidação de informações que permitam ampliar a visão sistêmica e preventiva das ações de vigilância em saúde no estado de São Paulo.

5. Orçamento Executado

Controle de Dias Trabalhado	NÍVEL	2018		2019									2020					Total
		Dezembro	Jan.	Fev.	Mar.	Abril	Mai	Junho	Julho	Ago.	Set.	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov.	
		2ª a 6ª > 4h a 6ª ≤ 4h																
Michele Cavalcanti Toledo	S	10	15	17	20	15	15	15	15	15	15							137
Adeylson Guimarães Ribeiro	S	5	15	17	20	15	15	15	15	15								132
Pedro Bartholo Costa	I	15	20	20	20	20	20	18	20	20								173
Victor Eduardo de Oliveira	I	15	20	20	20	20	20	18	20	20								173
Débora Piccirillo	I							15	20	20	17							72
Rita de Cassia Terezane	I							15	20	20	17							72
Adriano Lucatelles Ferrari	S		21	20	20	21	21	18	20	20	20	21	23	21	21	20	19	306
Renato Antunes Ribeiro	S											21	23	21	21	20	19	125

Referências Bibliográficas

MARIO JUNIOR, Rubens José. Identificação dos agrotóxicos prioritários para a vigilância da água de consumo humano no Estado de São Paulo. 2013. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.6.2013.tde-23102013-160714. Acesso em: 2020-02-27.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; WILLIAMS, J. R. Soil and water assessment tool: theoretical documentation version 2009. Texas Water Resources Institute Technical Report No. 406. Texas A&M University System. September. 2011

VEIGA, Denise Piccirillo Barbosa da. O impacto do uso do solo na contaminação por agrotóxicos das águas superficiais de abastecimento público. 2017. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.6.2017.tde-17052017-171544. Acesso em: 2020-02-27.