



Oficina PROGESTÃO de Intercâmbio Sobre  
Monitoramento Da Qualidade Da Água E  
Enquadramento



# A EXPERIÊNCIA DA CETESB NO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Fábio Netto Moreno  
Divisão de Qualidade das Águas e do Solo  
CETESB

# Objetivos do Monitoramento- Visão da CETESB



- Fazer um diagnóstico da qualidade das águas do Estado, avaliando sua conformidade com a legislação ambiental;
- Avaliar a evolução temporal da qualidade das águas do Estado;
- Identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas, possibilitando ações preventivas e corretivas da CETESB e de outros órgão;
- Subsidiar o diagnóstico e controle de qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público

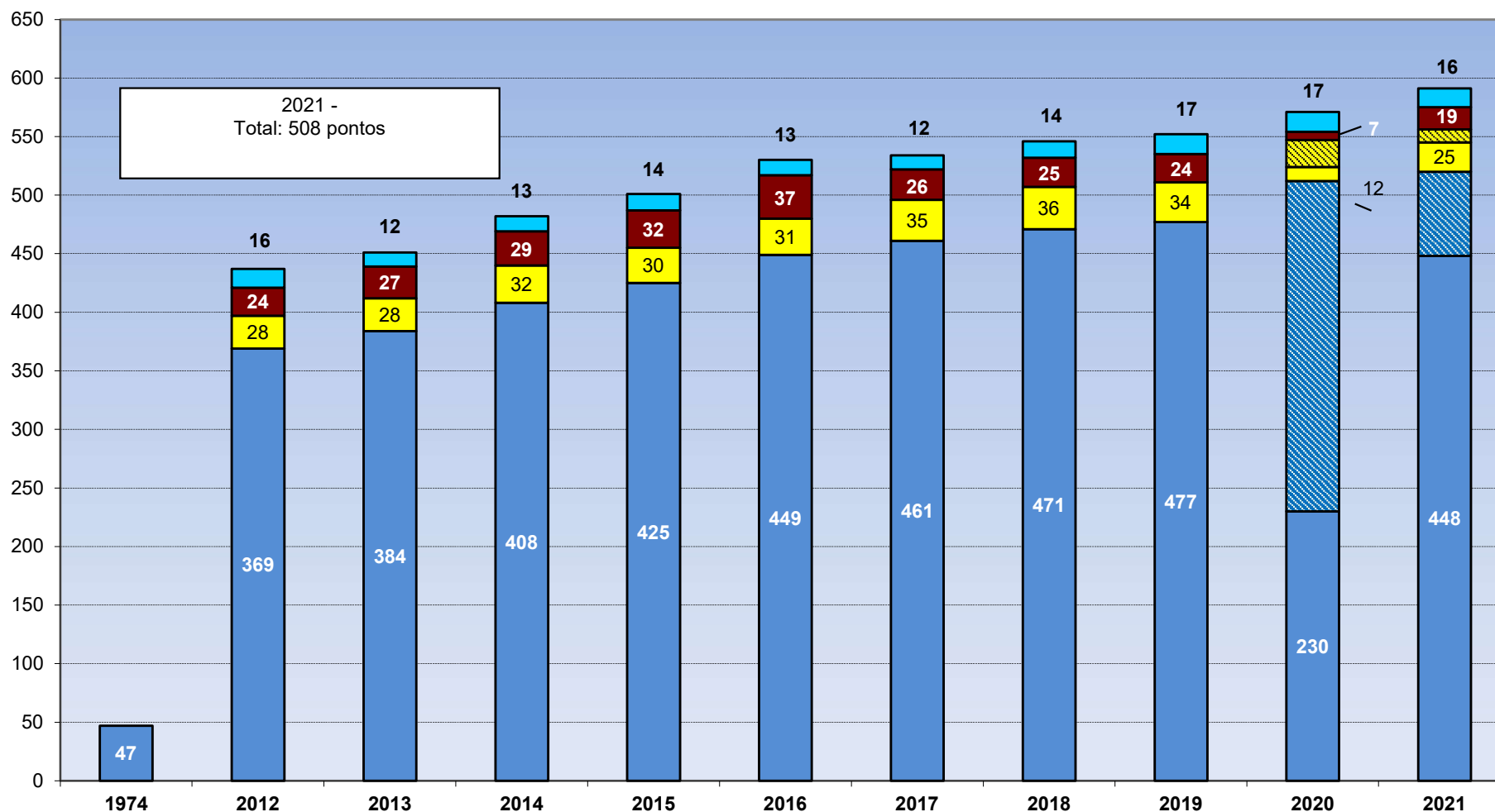
# Importância do Monitoramento da Qualidade da Água Superficiais - Histórico Recente

- Avaliação da qualidade da água em pontos críticos visando subsidiar ações para mitigar os efeitos da estiagem 2019 a 2022 ;
- Tomada de decisão na seleção dos mananciais objeto de transposição das águas para reforço do abastecimento (Crise Hídrica 2014/2015);
- Tomada de decisão para execução de ações previstas em Planos de contingência (operações de bombeamento em pontos de transposição );
- Avaliação da eficácia de obras de infraestrutura em saneamento (Projeto Tietê) ;
- Avaliação da eficácia de ações para a recuperação da qualidade em rios e córregos (Córrego Limpo e Programa Novo Rio Pinheiros);
- Vigilância Ambiental do SARS-COV-2 em bacias da RMSP

# Redes de Monitoramento da CETESB- Águas Superficiais

Tipo de Monitoramento	Início de Operação	Pontos em 2021	Frequência	Variáveis
Rede Básica	1974	448	Trimestral	Físicas Químicas Biológicas
Monitoramento Automático	1998	16	Horária	OD, pH, Temperatura, Condutividade e Turbidez
Balneabilidade de Rios e Reservatórios	1994	25	Semanal/ Mensal	Coliformes Termotolerantes / E.coli
Rede de Sedimento	2002	19	Anual	Físicas Químicas Biológicas

# Evolução das Redes de Monitoramento



- Rede Automática
- Rede de Sedimento
- Balneabilidade de Rios e Reservatórios (baixa frequência de monitoramento)
- Balneabilidade de Rios e Reservatórios
- Rede Básica (menos de três campanhas)
- Rede Básica (3 ou mais campanhas)

# Rede Federal- CETESB/ANA

- O contrato n° 034/2016/ANA, de 05/09/2016, definiu a meta de 249 pontos para a Rede federal no Estado de São Paulo até 2020, inseridos progressivamente ao longo dos 5 anos de vigência do contrato;
- Assim dos 249 pontos exigidos, 124 teriam que ter dados integrados aos dados de quantidade, com dados de medição de vazão simultânea, gerando informação quali-quantitativa com frequência de 4 vezes por ano;
- Em razão da pandemia de COVID-19, por meio do 2º Termo Aditivo, o prazo para cumprimento das metas do programa foi prorrogado para 2022;
- Em 2021, foi atingida a meta de 249 pontos para a Rede Federal no Estado de São Paulo com medição simultânea de vazão pelo DAEE em 96 pontos, porém, em apenas 02 campanhas ;
- Para 2022 está programada a coleta trimestral nos 249 pontos com medição da vazão simultânea pelo DAEE em 124 pontos, de forma a atender em 100% a meta da Contrato CETESB/ANA .

# REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

## ■ Rede de Monitoramento de Qualidade

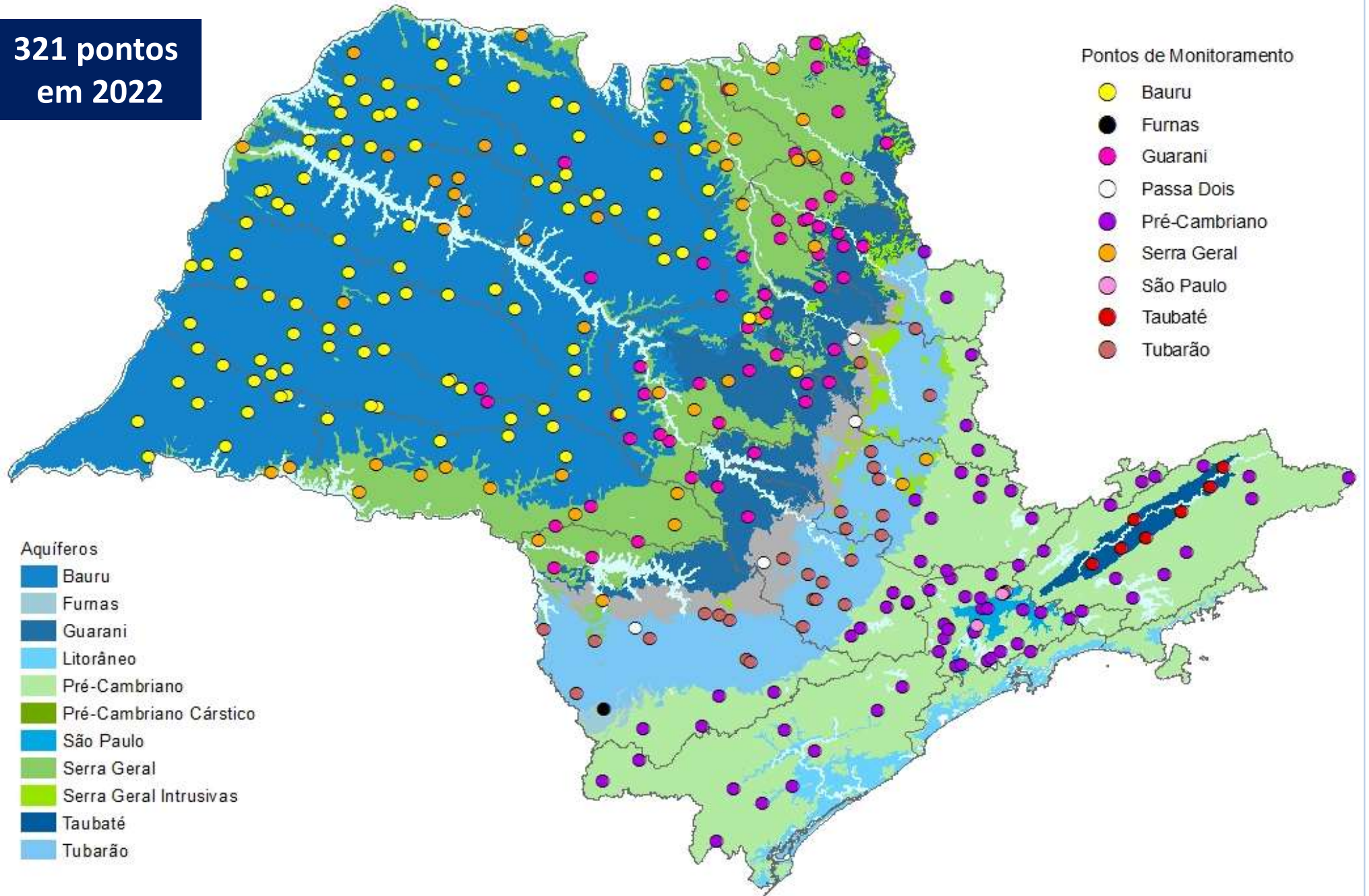
- poços tubulares utilizados para abastecimento público e exploração de águas minerais e nascentes
- início em 1990
- 321 pontos em 2022
- 8 aquíferos 1 aquitarde
- operação: CETESB
- Frequência semestral (estação seca e chuvosa)

## ■ Rede de Monitoramento Integrado de Qualidade e Quantidade

- poços dedicados (profundidade média 30 m)
- início em 2009
- 64 pontos em 2022
- Sistemas Aquíferos Bauru e Guarani
- Frequência semestral (estação seca e chuvosa)
- operação conjunta: CETESB e DAEE

# Rede Qualidade das Águas Subterrâneas – Poços tubulares e nascentes

321 pontos  
em 2022





# Rede Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas

64 pontos de qualidade em 2022

Relatório 2016 - 2018

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE E QUANTIDADE

- Rede Estadual
- Rede Nacional

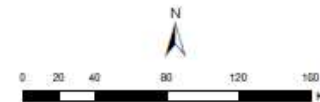
21 novos poços em construção (DAEE)

AQUÍFEROS

- Litorâneo
- São Paulo
- Taubaté
- Bauru
- Serra Geral Intrusivas
- Serra Geral
- Guarani
- Tubarão
- Furnas
- Pré-Cambriano Cárstico
- Pré-Cambriano

- UGRHI
- Hidrografia
- Aquiclude Passa Dois

Fonte da base de aquíferos:  
DAEE; IG; IPT; CPRM. Mapa das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.



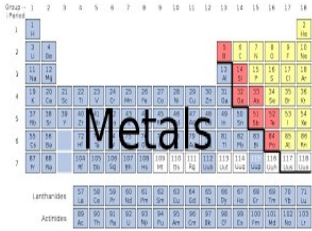
Sistema de Projeção Policônica  
Eipóide: UGSI 67  
Datum Horizontal: SAD-69  
Latitude de Origem: 0°  
Longitude de Origem: 48° W de Greenwich



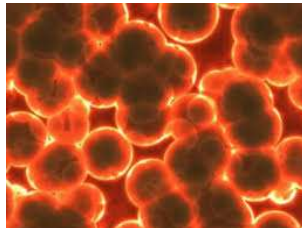
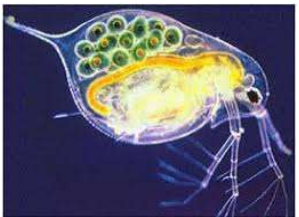
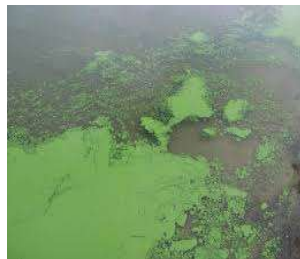
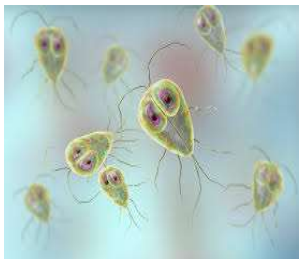
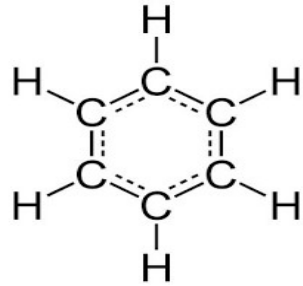
52°00'W 52°00'W 51°00'W 50°00'W 49°00'W 48°00'W 47°00'W 46°00'W 45°00'W 44°00'W

19°00'S  
20°00'S  
21°00'S  
22°00'S  
23°00'S  
24°00'S  
25°00'S  
26°00'S

# Ensaaios Laboratoriais



Metals



Aquatic  
Community

Mutagenesis

Inorganics

Toxicology



Organics

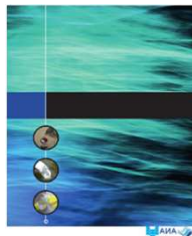
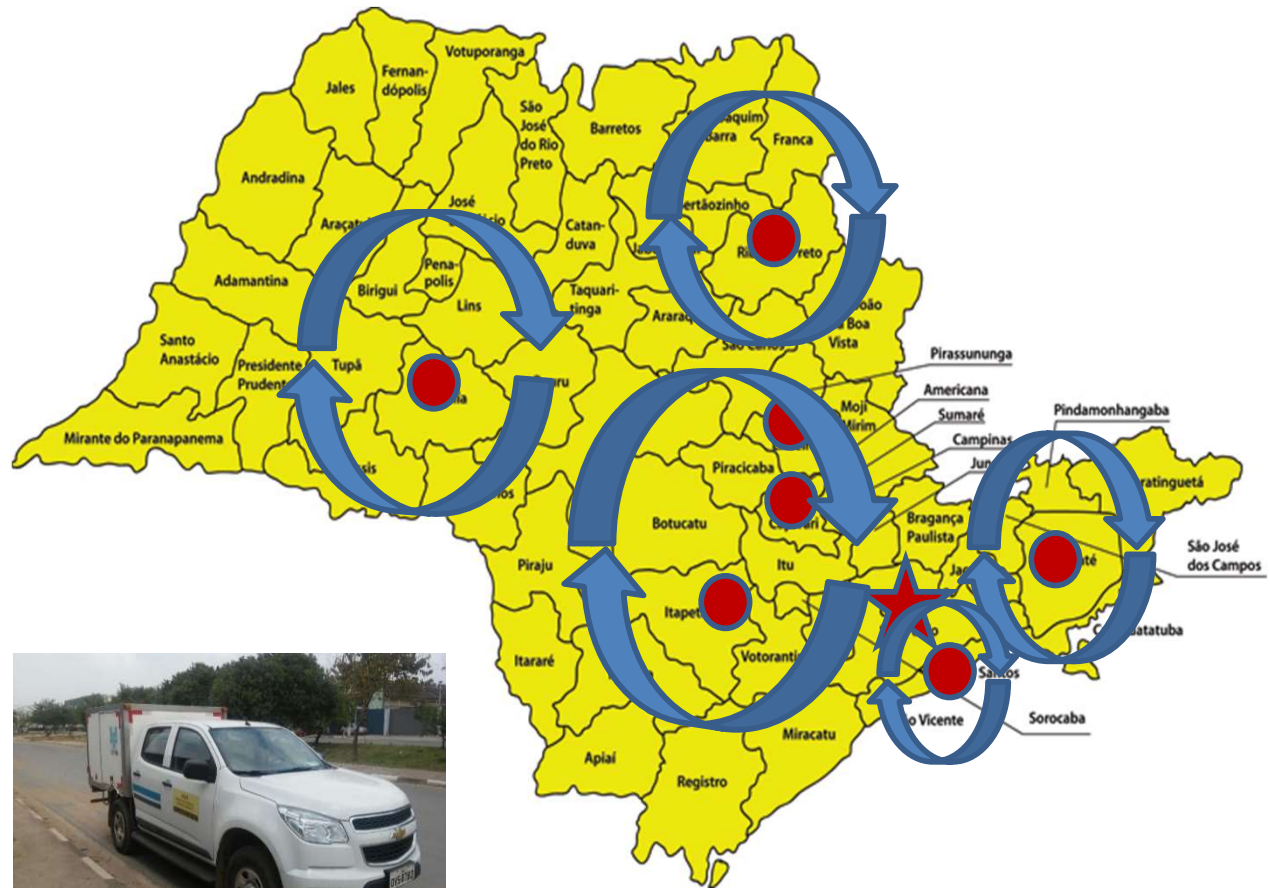
Ecotoxicology

Microbiology/  
Virology

Todos os laboratórios são acreditados pelo INMETRO

# Operação das Redes de Águas Superficiais e Subterrâneas

- ❖ Divisão de Amostragens
- ❖ Laboratórios de coleta e análise regionais:
  - RIBEIRÃO PRETO;
  - MARÍLIA;
  - CAMPINAS;
  - LIMEIRA;
  - TAUBATÉ;
  - CUBATÃO;
  - SOROCABA



Protocolos de coleta, transporte e armazenamento de amostras padronizados (CETESB/ANA, 2011)

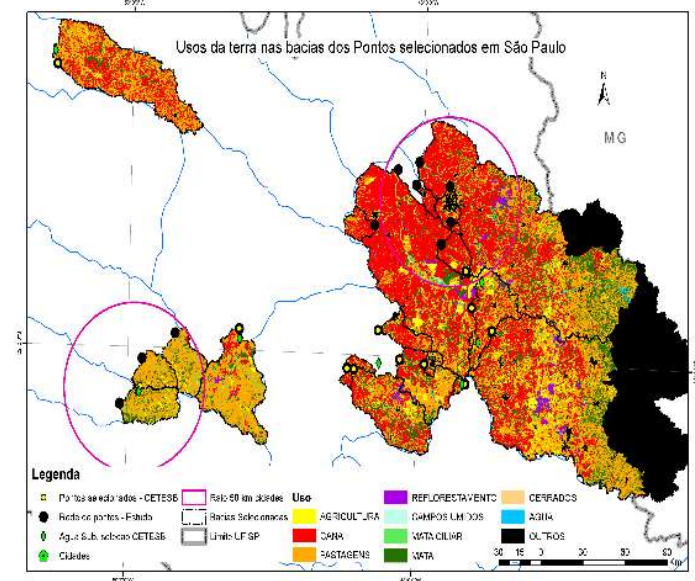
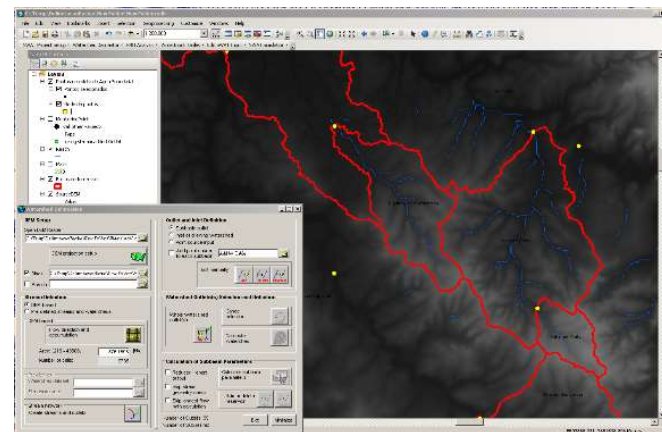
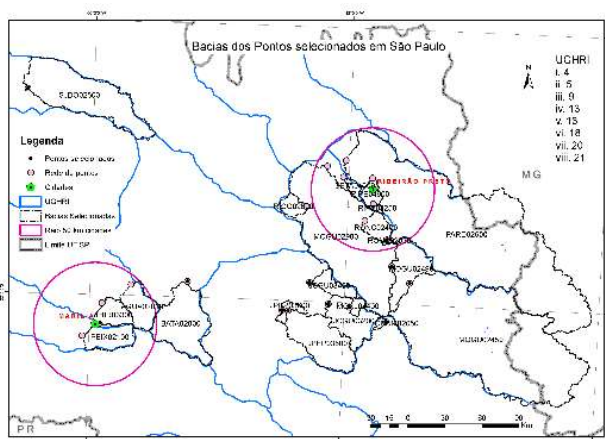
# Experiências da CETESB- Monitoramento Águas Superficiais

- Monitoramento de Agrotóxicos
- Vigilância Ambiental SARS-COV-2
- Recuperação do Rio Pinheiros
- Monitoramento de “Emergentes”

# Monitoramento de Agrotóxicos

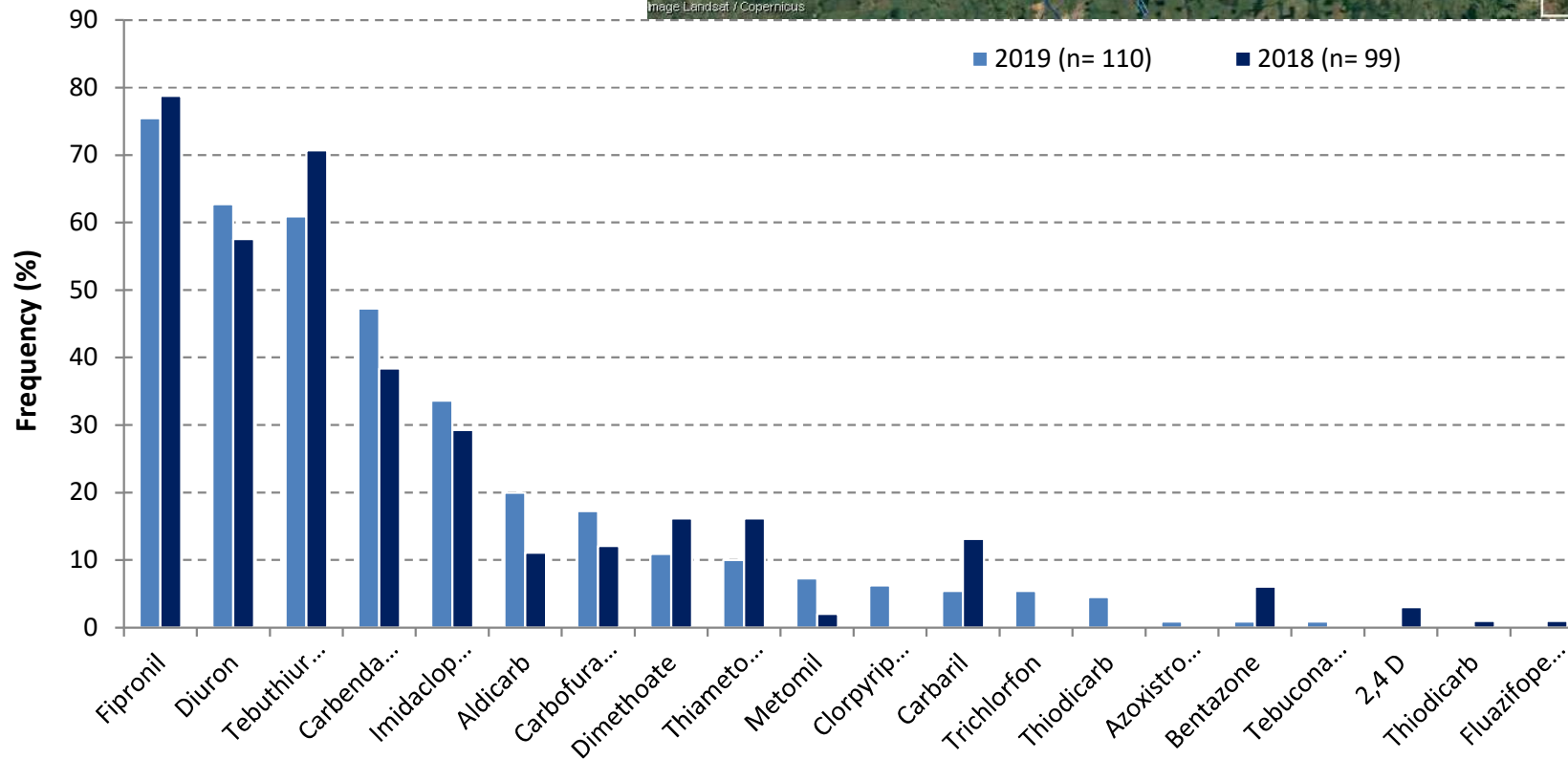
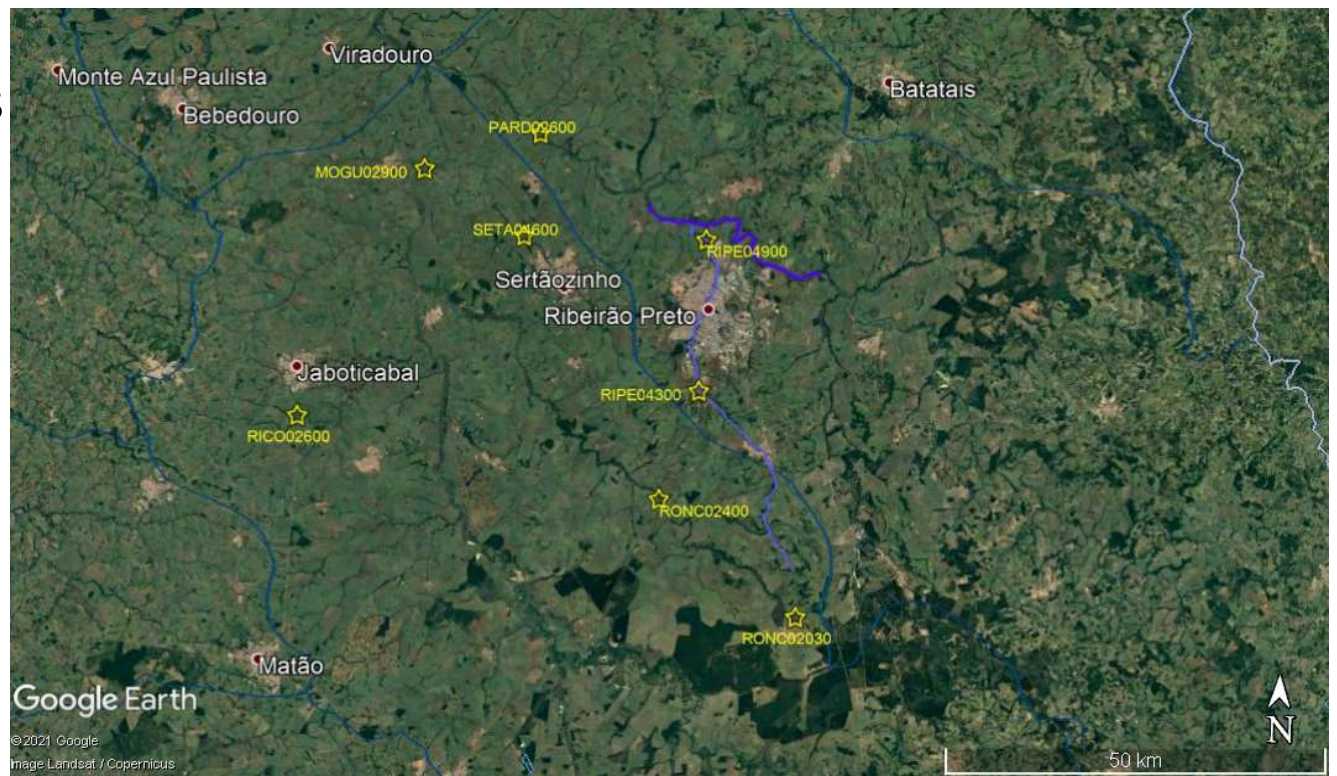
## Projeto CORHI-123 PROJECT (2011)

- Cooperação CETESB/EMBRAPA – (Outubro 2015 a Setembro 2016, forneceu as bases metodológicas e analíticas para aperfeiçoar o monitoramento de agrotóxicos em águas doces no ESP:
- Seleção de moléculas de agrotóxicos a partir de base de dados da EMBRAPA para desenvolvimento de método analítico;
- Uso de modelos (DTM) para delimitação de bacias em pontos da CETESB selecionados para o estudo;
- Mapeamento do uso e ocupação do solo nas bacias dos pontos selecionados.



# Monitoramento Agrotóxicos

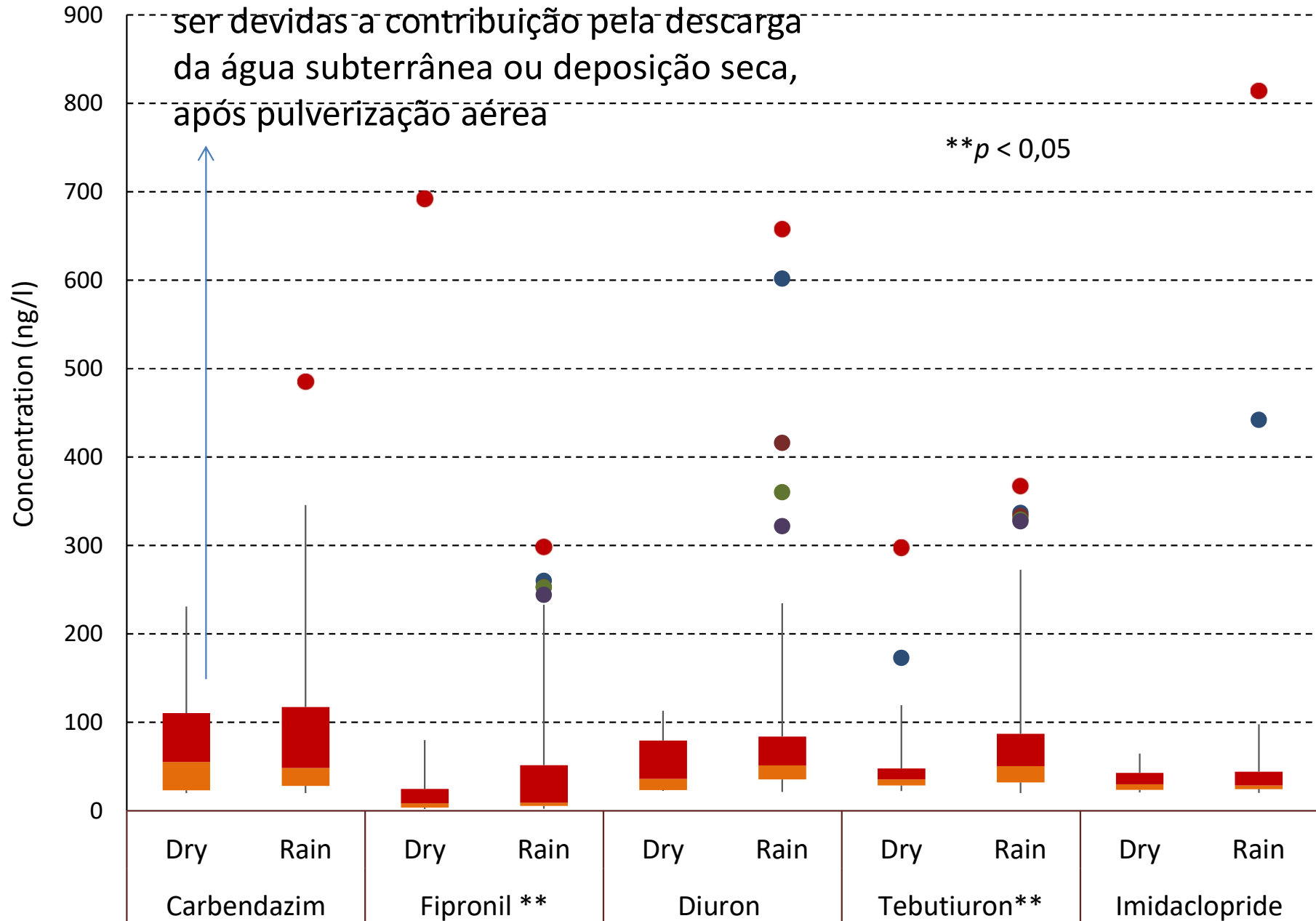
Agrotóxicos foram monitorados em trechos de rios em bacias com maior representatividade do uso Agrícola do solo



# Avaliação da Sazonalidade dos Agrotóxicos

Concentrações na estação seca podem ser devidas a contribuição pela descarga da água subterrânea ou deposição seca, após pulverização aérea

\*\* $p < 0,05$



# Concentrações de Agrotóxicos em relação aos Valores de Referência

Pesticide	QL (ng/L)	P 75 (ng/L)		Res. CONAMA no. 357/2005 (ng/L)	OPP/ USEPA (2021) - Chronic Effect Aquatic Invertebrates (ng/L)
		2018	2019		
				Classe 2	
Aldicarb	20	87,7	32,8		1.000
Carbaril	2	3,8	12	20	
Carbendazim	20	117,5	113		3.100
Carbofuran	2	4,9	6		750
→ Chlorpyrifos	40		550		40
Dimethoate	2	5,2	3,9		500
Diuron	20	71	85,75		200.000
→ Fipronil	2	32	41,7		11
→ Imidaclopride	20	41,2	43,8		10
Metomil	2		34,7		700
Tebuthiuron	20	71,3	107,6		21.800.000
Thiametoxan	20	29	30		740
→ Trichlorfon	20		470		5,7

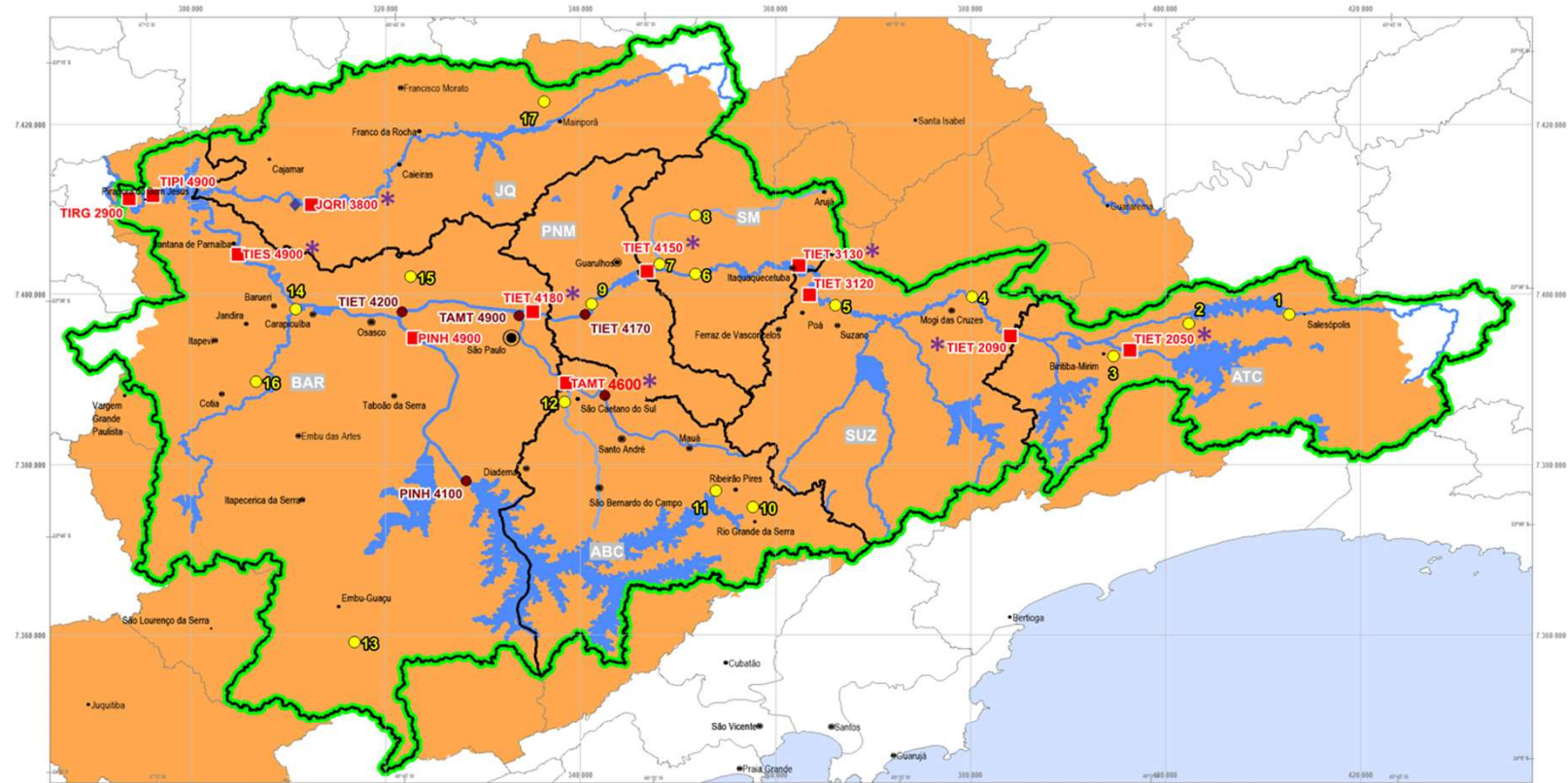


# Vigilância Ambiental de SARS-COV-2

- Executado em parceria com o Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria do Estado da Saúde de São Paulo (CVE-SES-SP) e a SABESP;
- A epidemiologia baseada em esgoto (da sigla em inglês WBE – *Wastewater Based Epidemiology*) é utilizada principalmente como uma ferramenta de avaliação da tendência da doença em uma determinada comunidade.
- O monitoramento do SARS-COV -2 pela CETESB tem como principais objetivos acompanhar o comportamento de disseminação do vírus ao longo da pandemia e avaliar tendências de sua circulação nas populações de forma a gerar dados complementares a outros indicadores da vigilância epidemiológica da COVID-19 e orientar ações de saúde pública;
- São monitorados 6 pontos em rios localizados na Bacia do Alto Tietê (BAT), representativos da contribuição das principais bacias de esgotamento sanitário da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)

<https://cetesb.sp.gov.br/sars-cov-2/>

# Vigilância Ambiental de SARS-COV-2



## CONVENÇÕES

- Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
- CSA
- Municípios do Estado de SP - IGC
- Corpos d'água
- RMSP
- Corpos d'água Principais na RMSP
- Rede Básica BAT (delimitadores de compartimento)
- Rede Básica BAT
- Sedes Municipais
- Pontos de Lançamentos das ETES\*
- \* Pontos Monitoramento SARS-CoV-2

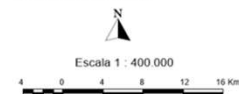
**DENOMINAÇÃO DAS CSAs:**  
 CSA ABC - ABC  
 CSA ATC - Alto Tietê Cabeceiras  
 CSA BAR - Barueri  
 CSA JQ - Juqueri  
 CSA PNM - Parque Novo Mundo  
 CSA SM - São Miguel  
 CSA SUZ - Suzano

- \*PONTOS DE LANÇAMENTO ETES
- 1 - Salesópolis - Sede
  - 2 - Salesópolis - Vila dos Remédios
  - 3 - Biribá Mirim Sede
  - 4 - Mogi das Cruzes (Cezar de Souza)
  - 5 - Suzano
  - 6 - São Miguel
  - 7 - Varzea Paulista (Guarulhos)
  - 8 - São João (Guarulhos)
  - 9 - Pq. Novo Mundo
  - 10 - Rio Grande da Serra
  - 11 - Ribeirão Pires
  - 12 - ABC
  - 13 - CIPÓ
  - 14 - Barueri
  - 15 - Jaraguá
  - 16 - Colá
  - 17 - Mariporá

## FONTES:

Baixa Cartográfica e dados do Censo IBGE\* disponível no site do Centro de Estudos da Metrópole <http://www.fhch.usp.br/centrodametropole/716>  
 \* dados do IBGE: neste mapa referem-se à população por município, que serviu para graduar os tamanhos dos pontos de cada Sede de Município.

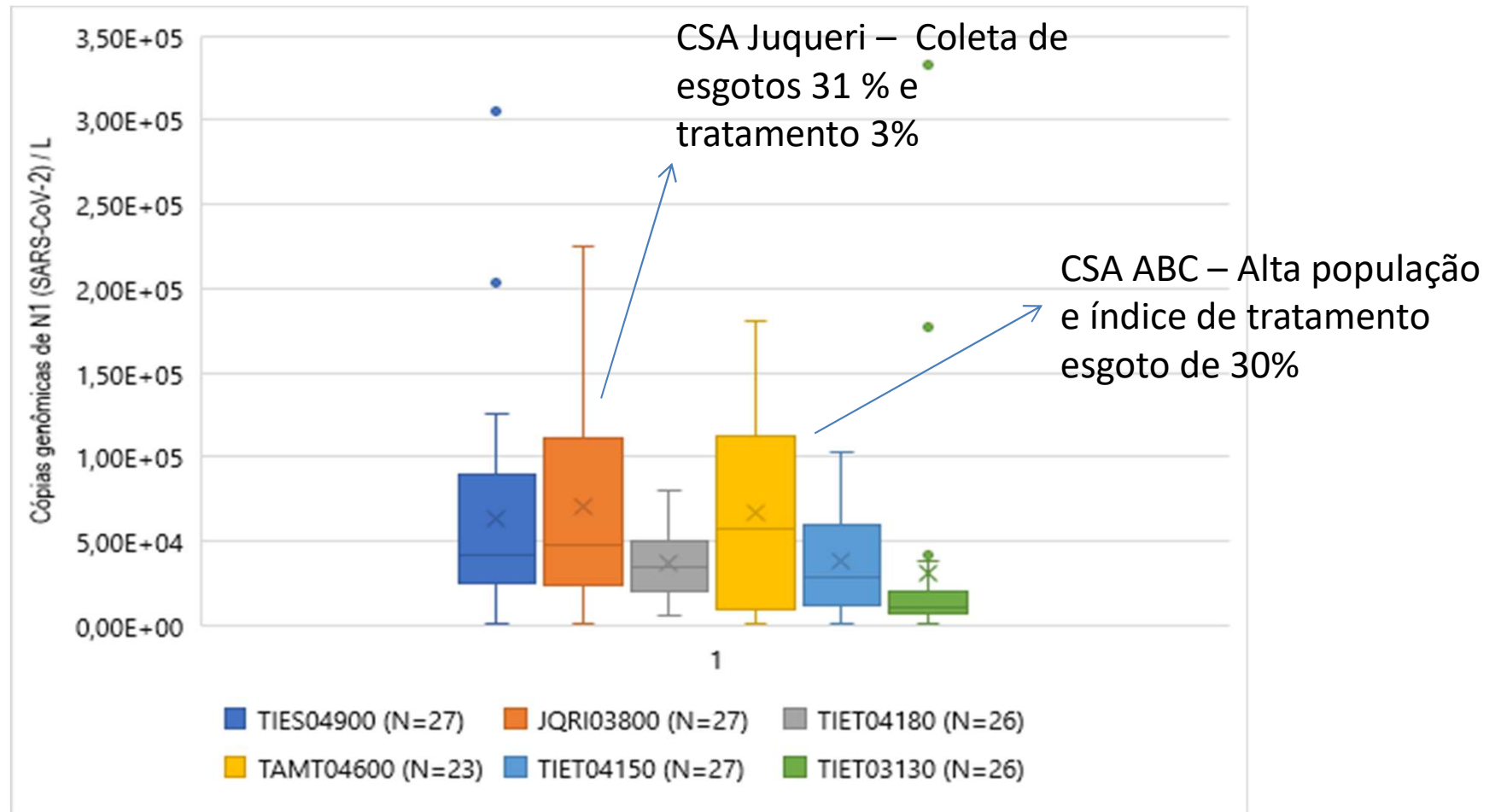
**SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM**  
 Datum horizontal SAD69



**RMSP E BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ COM OS PONTOS DE MONITORAMENTO E PONTOS DE LANÇAMENTOS DAS ETES**

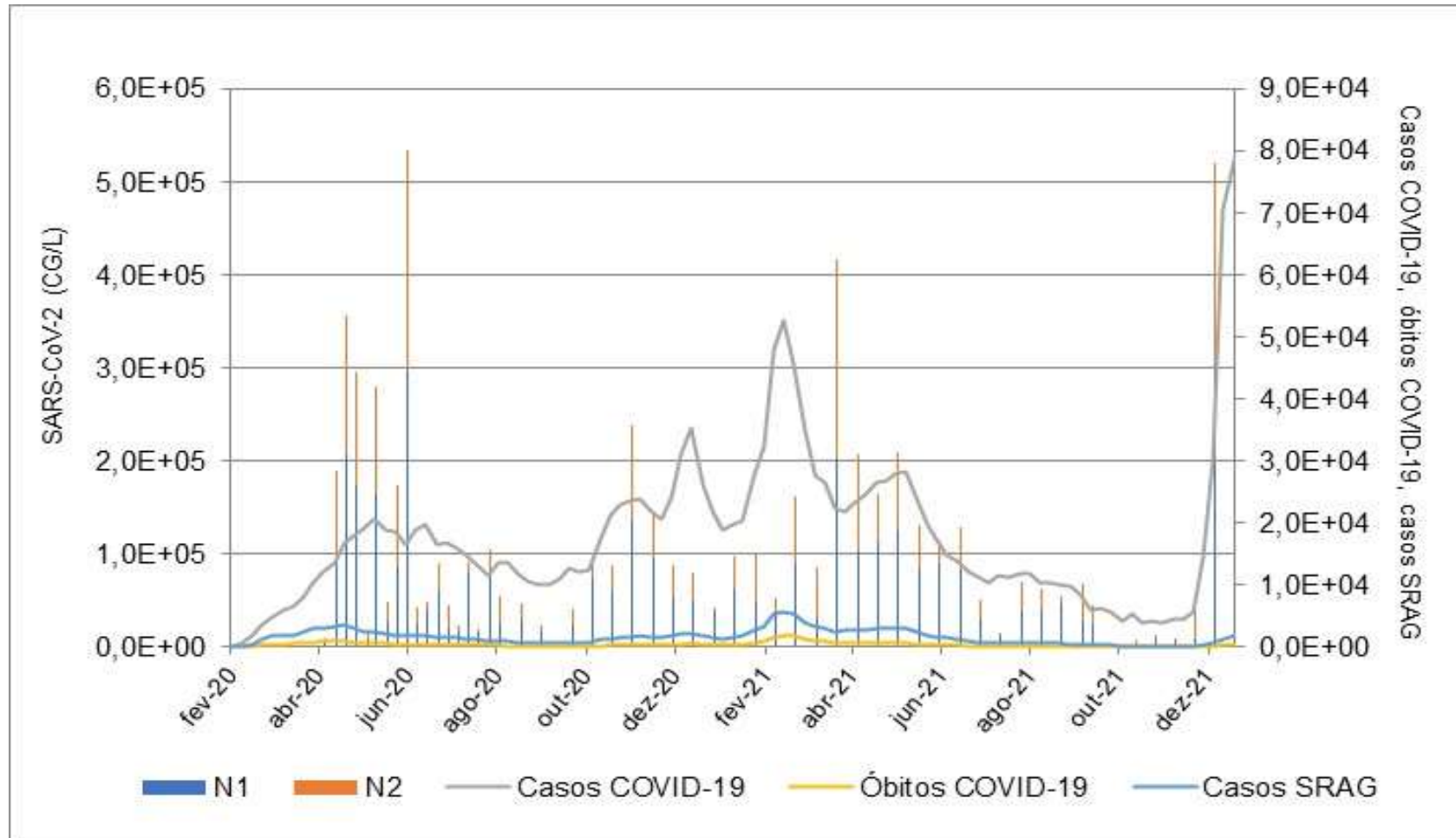


# Vigilância Ambiental de SARS-COV-2 - 2021



**Boxplot das concentrações de SARS-CoV-2 nos pontos de monitoramento em rios da bacia do Alto Tietê, que representam as principais bacias de drenagem e esgoto da Região Metropolitana de São Paulo**

# Vigilância Ambiental de SARS-COV-2

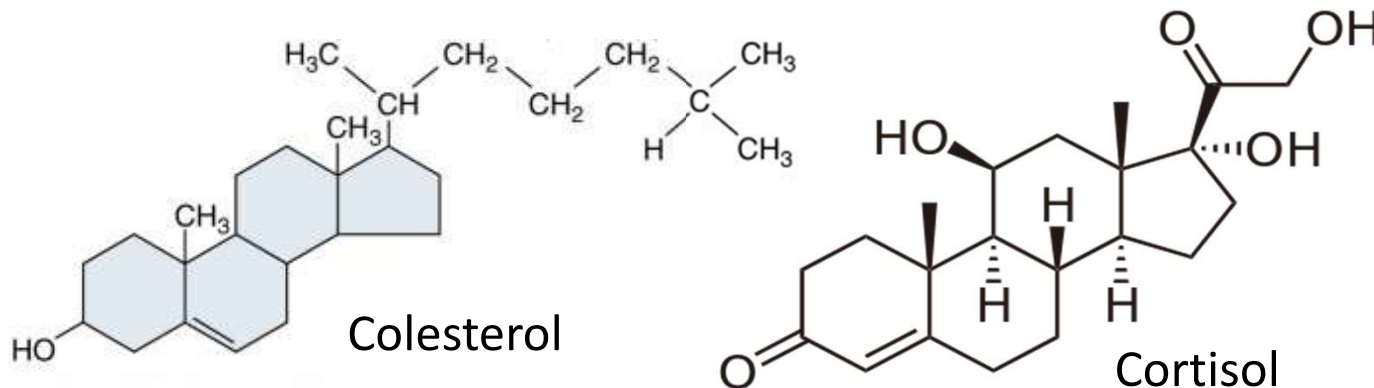


**Concentrações das regiões genômicas N1 e N2 de SARS-CoV-2 no ponto TIES04900 (Barragem Edgard de Souza) e número de casos novos de COVID-19, óbitos por COVID-19 e casos novos de SRAG por semana epidemiológica no município de São Paulo (Fonte casos clínicos: Painel COVID-19 – Município de São Paulo).**

# Monitoramento de Contaminantes Emergentes

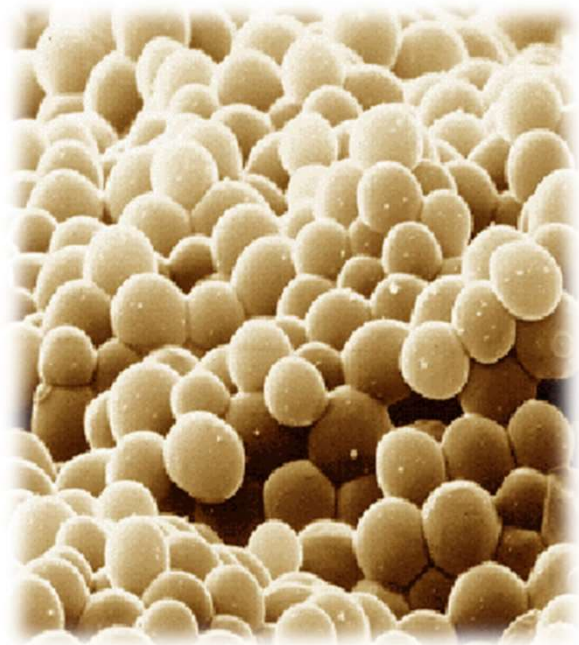
## – Atividade Estrogênica e de Glicocorticóides

- Presentes nos efluentes das ETEs e nos esgotos lançados sem tratamento;
- Podem interferir no sistema hormonal, reprodutivo e imunológico humano e de muitas espécies da vida selvagem;
- Incluem Plastificantes, PCBs, Retardantes de Chama Bromados, Agrotóxicos, Estrogênios naturais e sintéticos, incluindo os glicocorticóides



# O Uso da Levedura *Saccharomyces cerevisiae* para Detecção da Atividade Estrogênica

## BLYES: Bioluminescent Yeast Screen

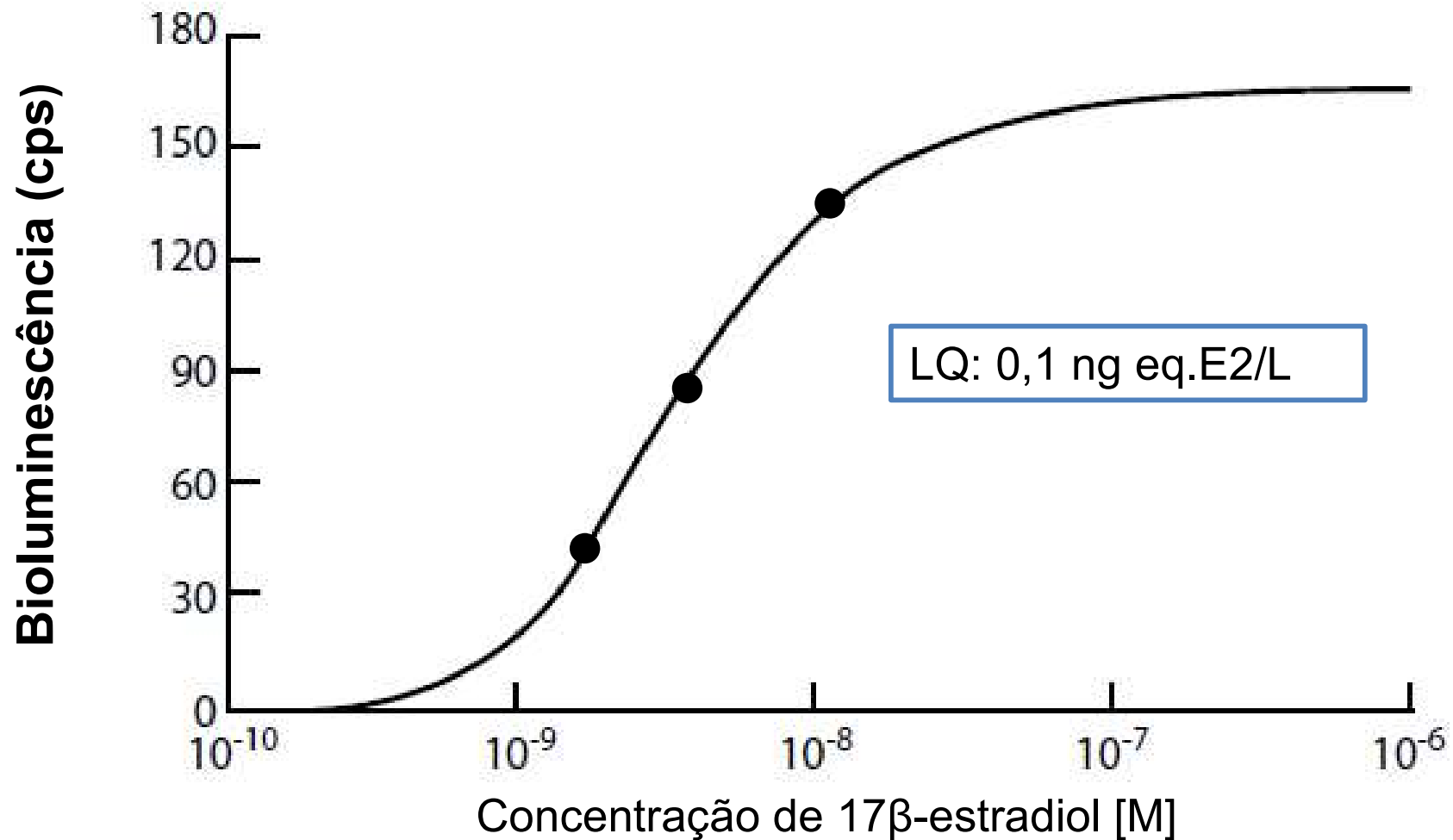


- O Ensaio BLYES avalia a presença de uma classe de interferentes endócrinos capazes de ligarem-se ao receptor de estrógeno;
- Trata-se de um teste *in vitro* que utiliza uma linhagem da levedura *Saccharomyces cerevisiae* geneticamente modificada pela inserção de um gene para expressão do receptor de estrogênio humano (hER).

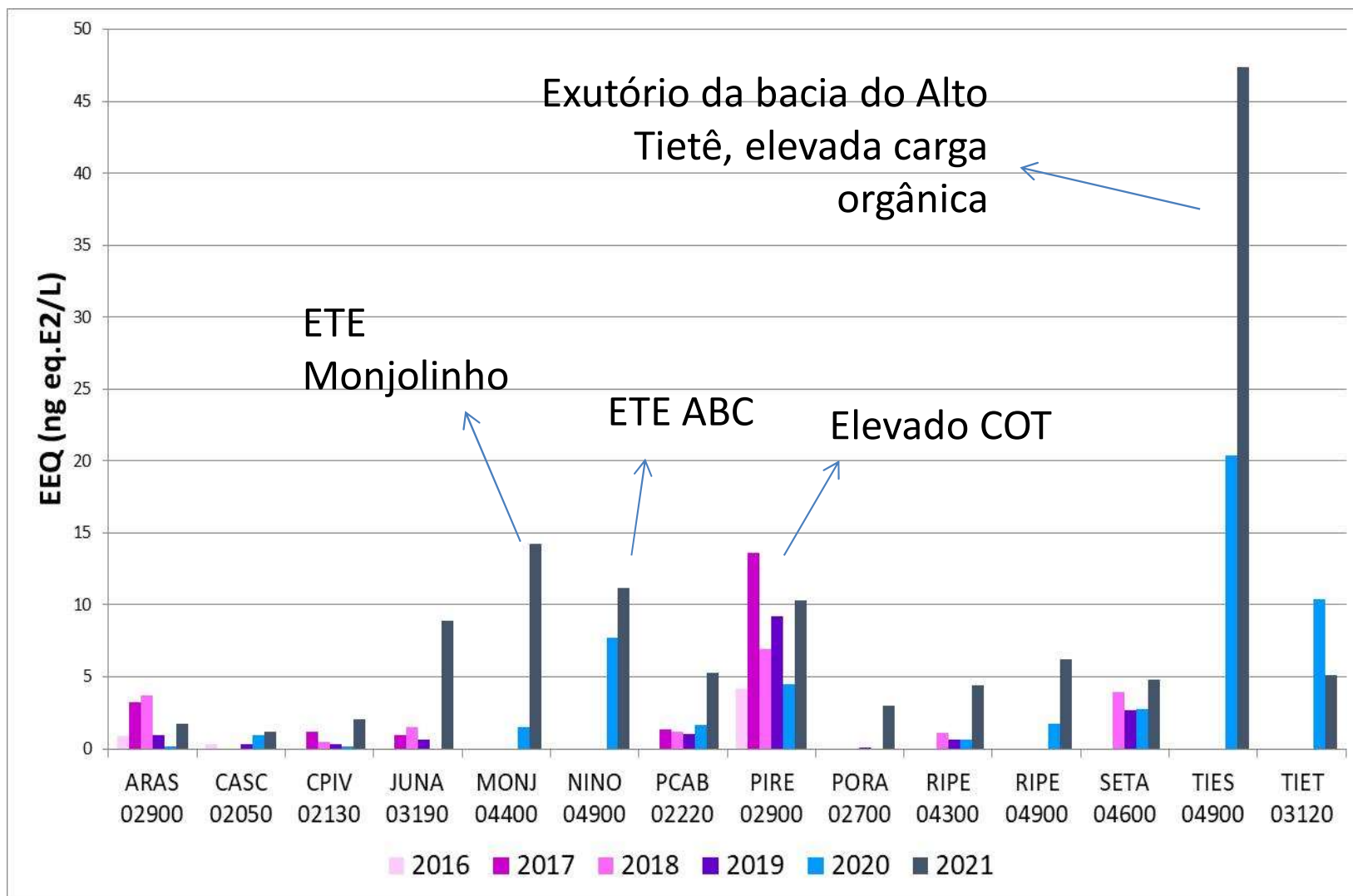
# Expressão dos Resultados: **Atividade Estrogênica**

Unidade: E2-eq/L ou ng eq. E2/L

Composto de referência: 17 $\beta$ -estradiol (E2)



# Resultados da Atividade Estrogênica - 2021

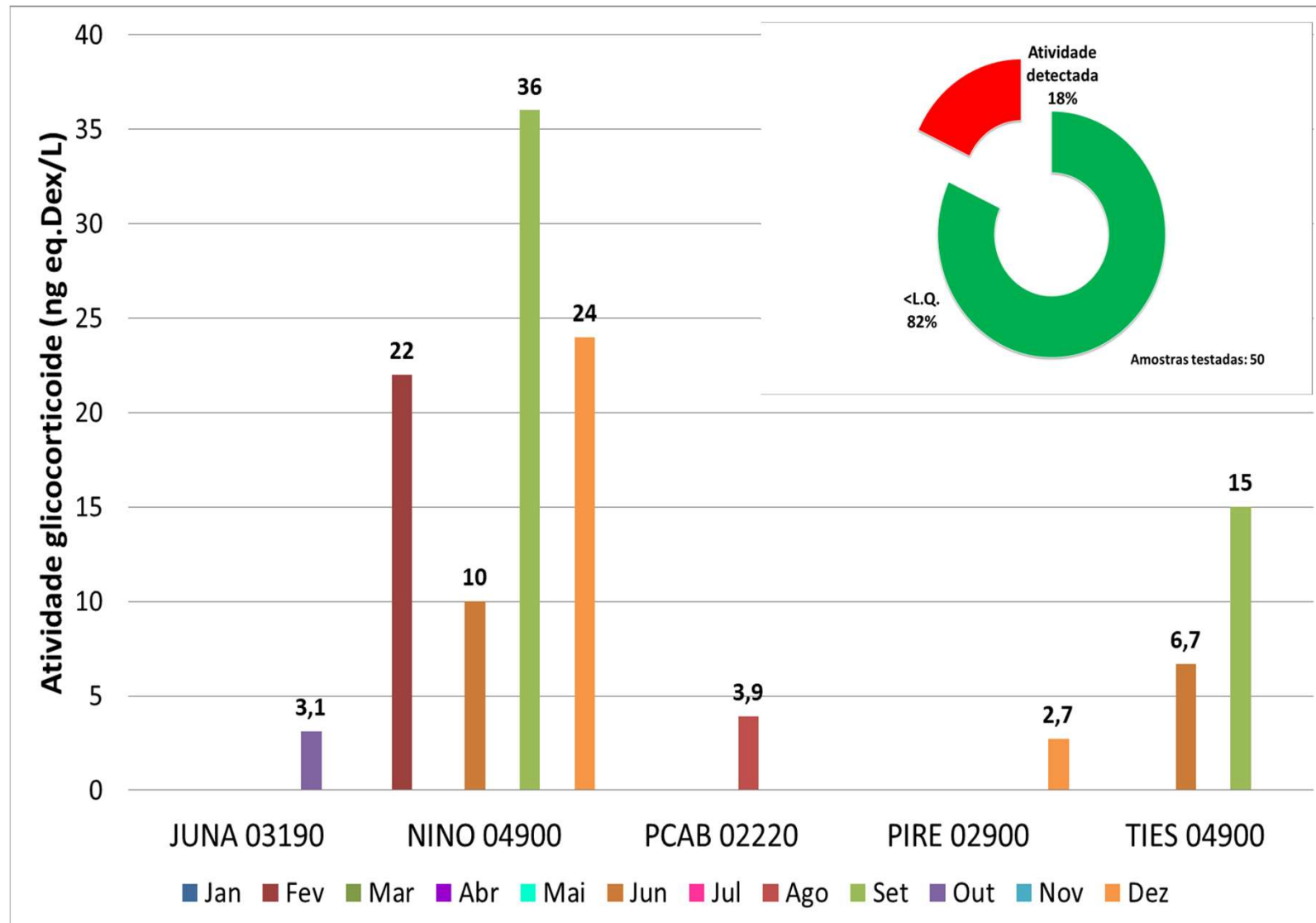




# Resultados da Atividade de Glicocorticóides - 2021

Ensaio GR- CALUX - O ensaio *in vitro* utiliza células de osso humano, geneticamente modificadas com a inserção do receptor glicocorticoide. Na presença de Glicocorticóides, as células emitem luz.

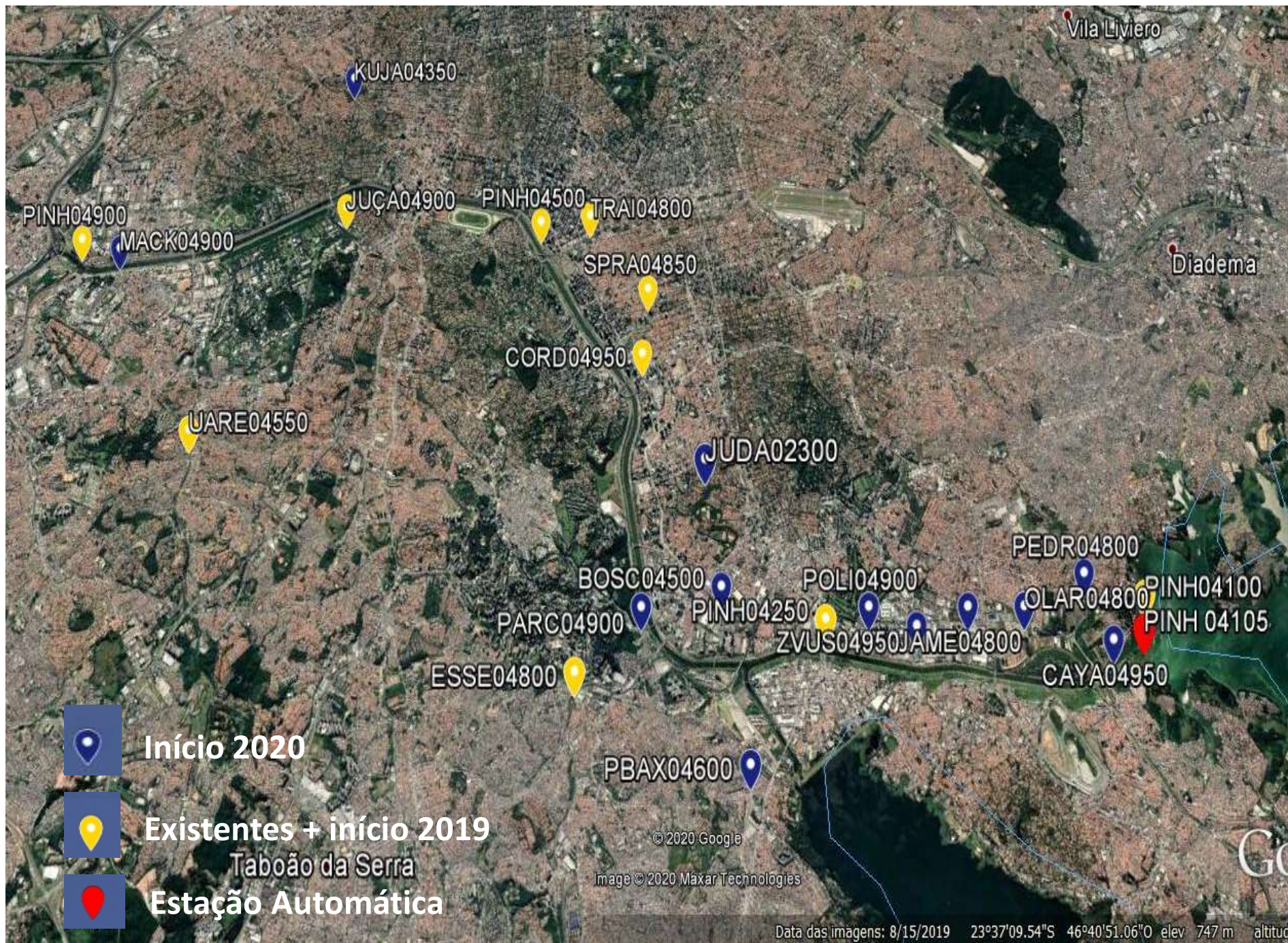
Resultado é expresso em atividade equivalente a dexametasona (ng eq. Dex/L), composto utilizado como referência no ensaio.



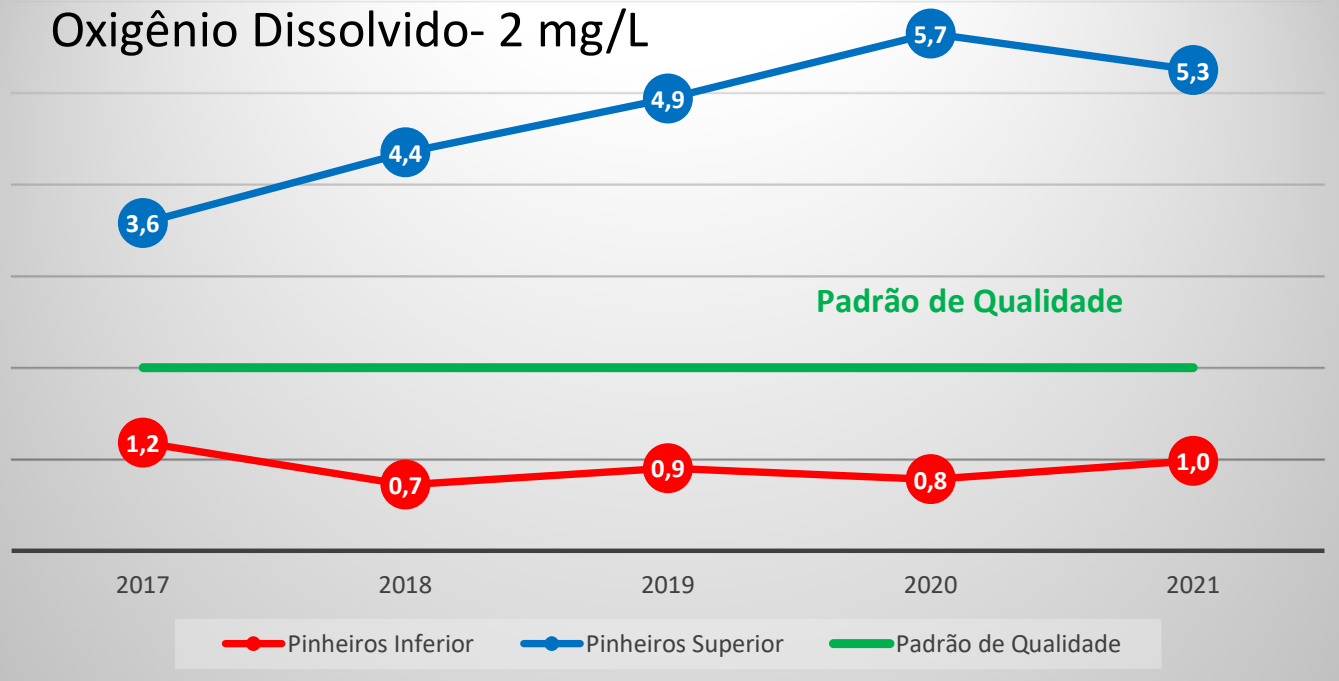
# Programa Novo Rio Pinheiros –Monitoramento da CETESB

- Tem o objetivo de revitalizar o rio Pinheiros através da ação de diversos órgãos públicos em parceria com a sociedade;
- A CETESB atua em parceria com a SABESP no monitoramento da qualidade das águas no rio Pinheiros e dos seus principais afluentes;
- Parâmetros de Controle : Demanda Biológica do Oxigênio e Oxigênio Dissolvido

# Distribuição Espacial dos Pontos no rio Pinheiros e Afluentes

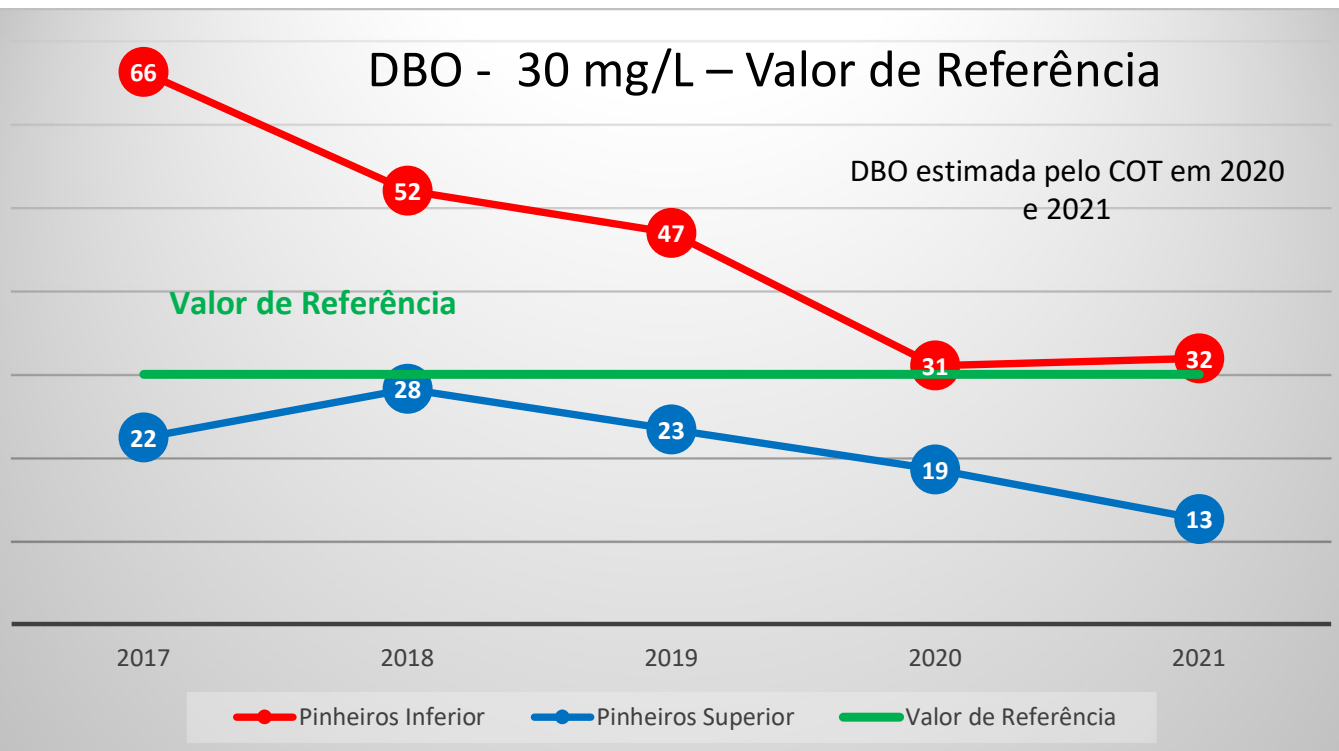


## Oxigênio Dissolvido- 2 mg/L



OD  
Melhora da qualidade  
no trecho superior do  
Rio Pinheiros

## DBO - 30 mg/L – Valor de Referência

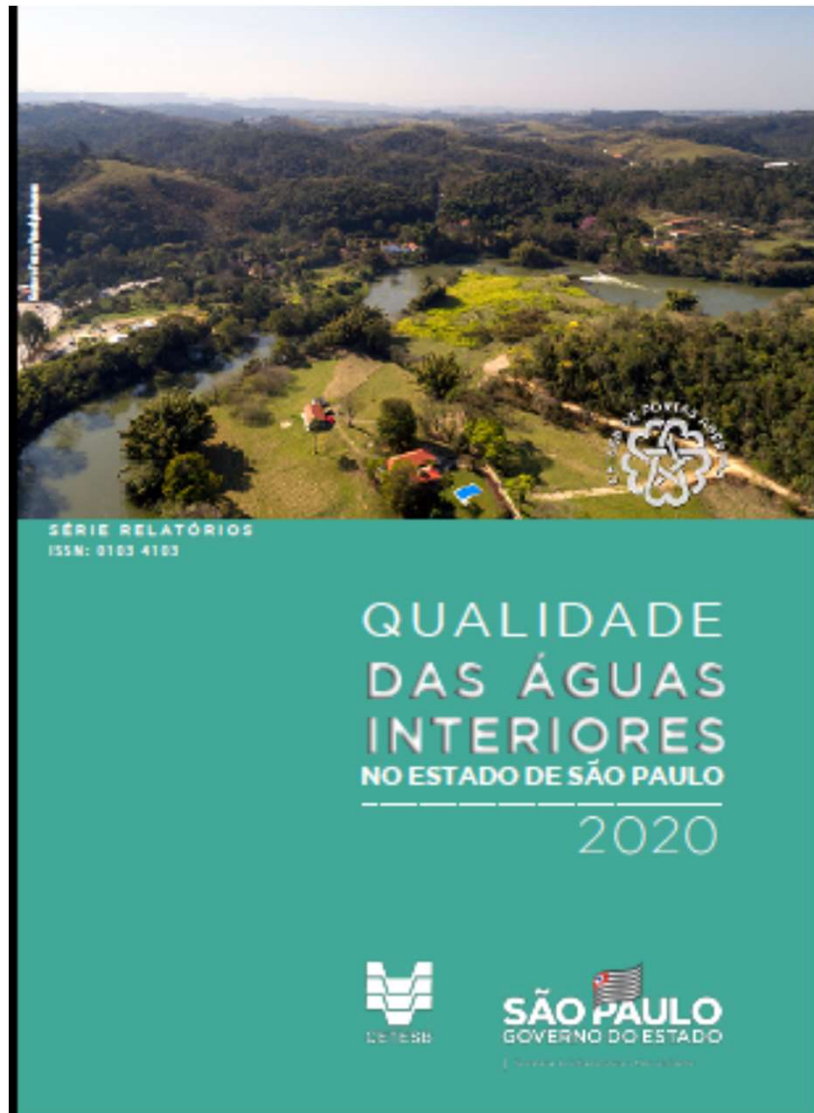


DBO  
Melhora da qualidade  
em toda a extensão do  
Rio Pinheiros

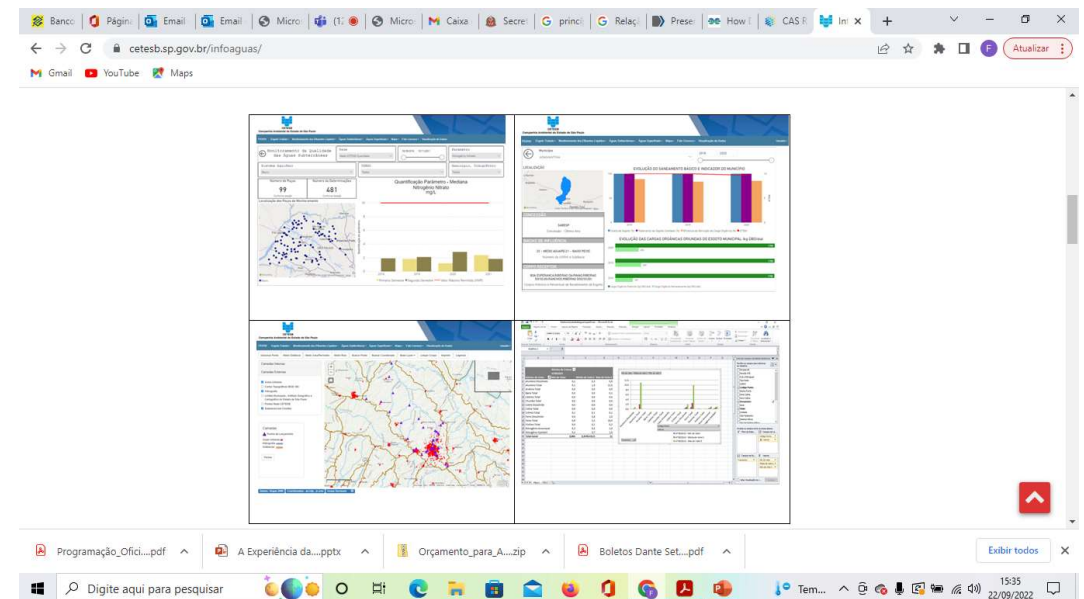
# Conclusões

- As redes de monitoramento de águas Superficiais e Subterrâneas da CETESB tem importância fundamental na gestão da qualidade dos recursos hídricos no Estado de São Paulo;
- A Rede Federal no Estado de São Paulo, que em 2022 estará completa, já vem contribuindo para uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos em rios de domínio da União, a exemplo das bacias dos rios Piracicaba, Grande, Paranapanema e Paraíba do Sul.

# Obrigado! [fmoreno@sp.gov.br](mailto:fmoreno@sp.gov.br)



## SISTEMA INFOÁGUAS



<https://cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>

<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/>