

# Estudo de caso de uma área contaminada por Bifenilas Policloradas (PCB) e Cloreto de Vinila

**Juliana dos Santos Lino**

**Doutoranda em Ciências**

**Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP**

# Sumário

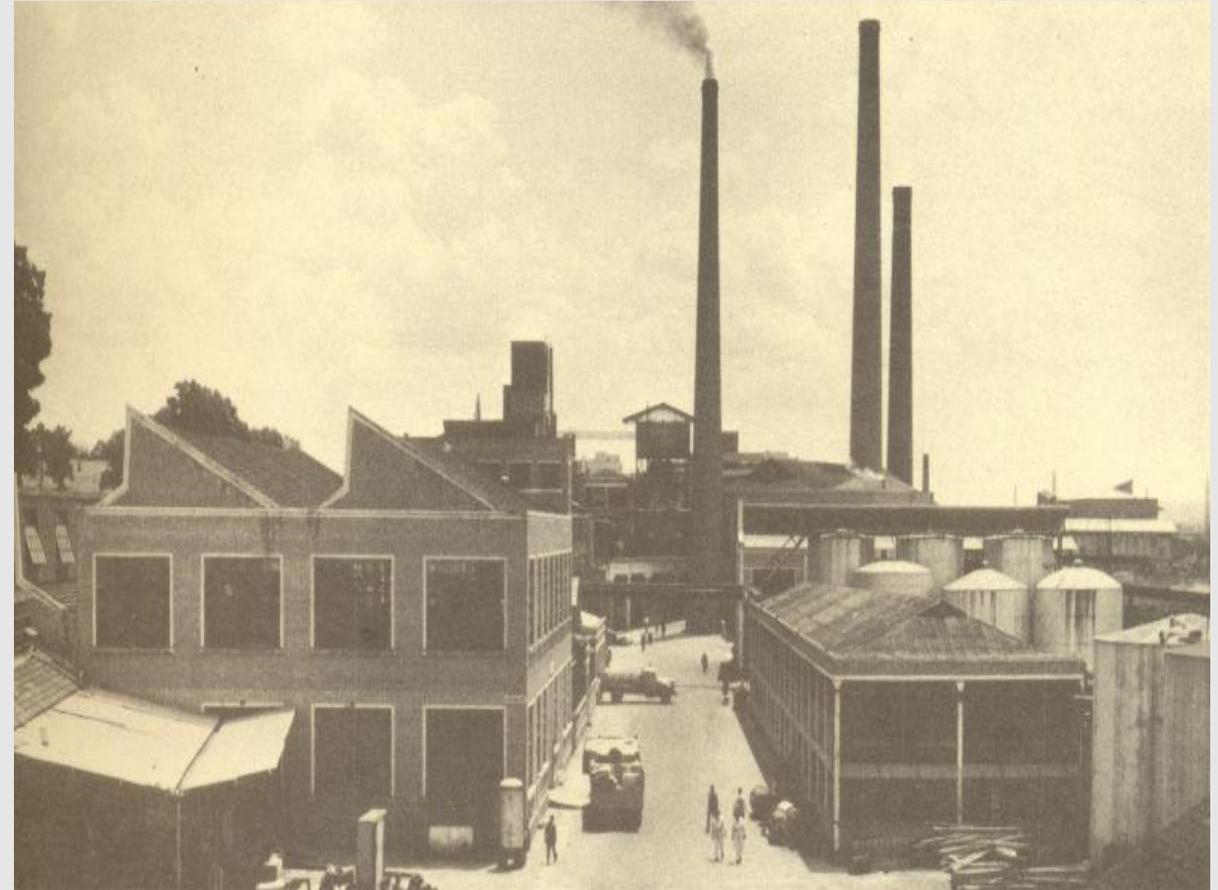
- Áreas contaminadas x ocupação do território
- Bom Retiro e as indústrias
- Descrição da Área de Estudo
- Atividades Desenvolvidas
- Encerramento das atividades e desativação
- Investigações para reutilização da área
- A central elétrica e a contaminação por Bifenilas Policloradas
- A contaminação por Cloreto de Vinila
- Remediação adotada
- O termo de Reabilitação para uso declarado

# A localização das áreas contaminadas reflete a história da ocupação do território

- Cultura do café em São Paulo forneceu recursos para investimento em infraestrutura, como as ferrovias, inauguradas no final do século 19 .
- As primeiras fábricas, em geral alimentícias e de tecidos, margeavam as ferrovias.
- Já nos anos 1950, o declínio do transporte ferroviário, as fábricas passam a se instalar ao longo das rodovias e ocorre uma forte industrialização na Grande São Paulo.
- De 1955 a 1980, o ciclo industrial se completou, com a instalação de indústrias automobilística, metalúrgica, química e eletrônica, entre outras.
- A capital se tornou o principal pólo industrial do país.

# Áreas contaminadas x ocupação do território

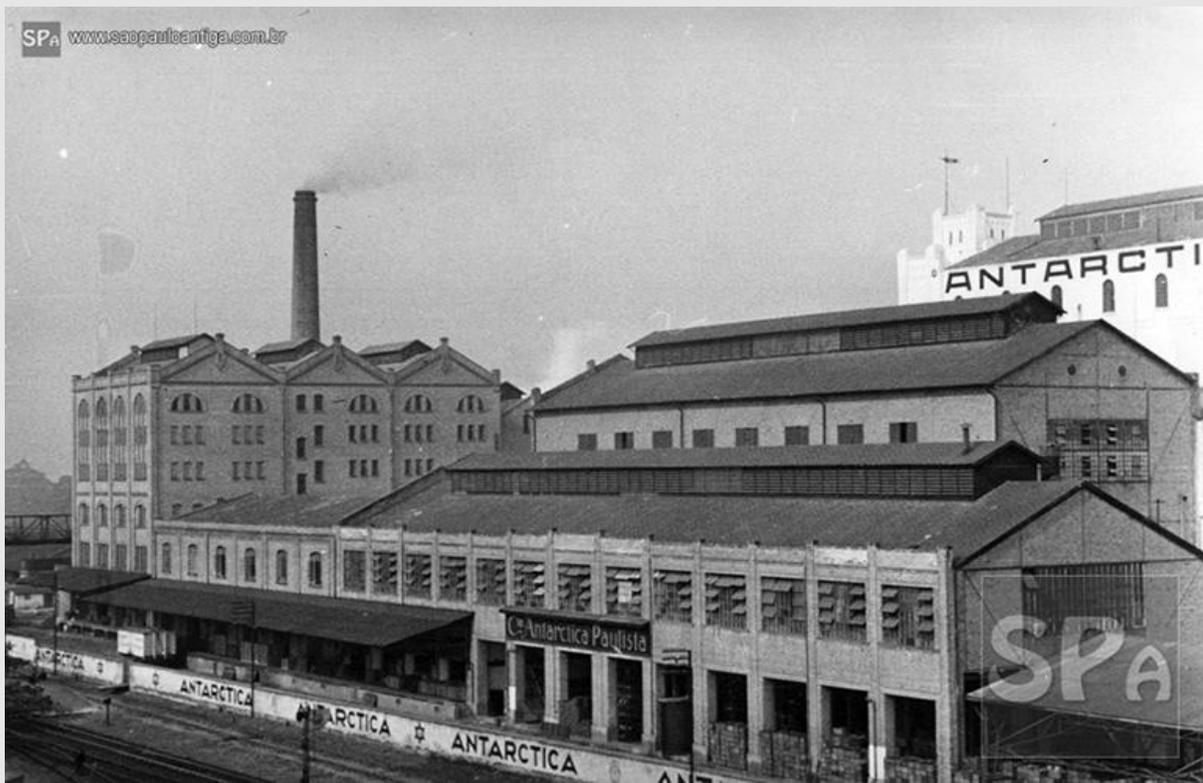
- A partir dos anos 1980, alteração do perfil produtivo da cidade.
- Saem fábricas de mão-de-obra, e entram empresas de serviços, como financeiras, de tecnologia da informação, logística.
- O complexo Matarazzo da Água Branca, primeiro parque industrial do país é desativado (1983) e quase inteiramente demolido.





# Áreas contaminadas x ocupação do território

- A fábrica da Antartica na Mooca, que foi instalada em 1904, foi fechada em 1995.



# Áreas contaminadas x ocupação do território

- Áreas ociosas x demanda por espaço: iniciativas de **reaproveitamento de prédios industriais**
- Sesc Pompéia, inaugurado em 1982, local de uma indústria de geladeiras desativada



# Áreas contaminadas x ocupação do território

## Mudanças de uso do território

- 1972 já existia um instrumento regulatório na cidade: Lei municipal nº 7.805 de 1972, sobre o Parcelamento, Uso E Ocupação Do Solo Do Município.
- A cidade de São Paulo foi dividida em 08 grandes áreas:
- a) Z<sub>1</sub> – uso estritamente residencial, de densidade demográfica baixa;
- b) Z<sub>2</sub> – uso predominantemente residencial, de densidade demográfica baixa;

# Áreas contaminadas x ocupação do território

- c) Z<sub>3</sub> – uso predominantemente residencial, de densidade demográfica média;
- d) Z<sub>4</sub> – uso misto, de densidade demográfica média alta;
- e) Z<sub>5</sub> – uso misto, de densidade demográfica alta;
- f) Z<sub>6</sub> – uso predominantemente industrial;
- g) Z<sub>7</sub> – uso estritamente industrial;
- h) Z<sub>8</sub> – usos especiais (SÃO PAULO (cidade), 1972).

# Áreas contaminadas x ocupação do território

- Com o passar dos anos e a expansão acelerada da cidade de São Paulo, a lei de zoneamento passou por diversas modificações.
- No ano de 2016, foi publicada a lei nº 16.402, de 22 de março de 2016, que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, a lei de zoneamento vigente na cidade (São Paulo (cidade) 2016).
- **Não existe mais zona de uso estritamente industrial**, apenas áreas definidas como Zona Predominantemente Industrial 1 (ZPI-1) e a Zona Predominantemente Industrial 2 (ZPI-2).
- Mudanças no zoneamento auxiliam o processo de reutilização de áreas

# Áreas contaminadas x ocupação do território

Funções principais do solo (CONAMA, 2009):

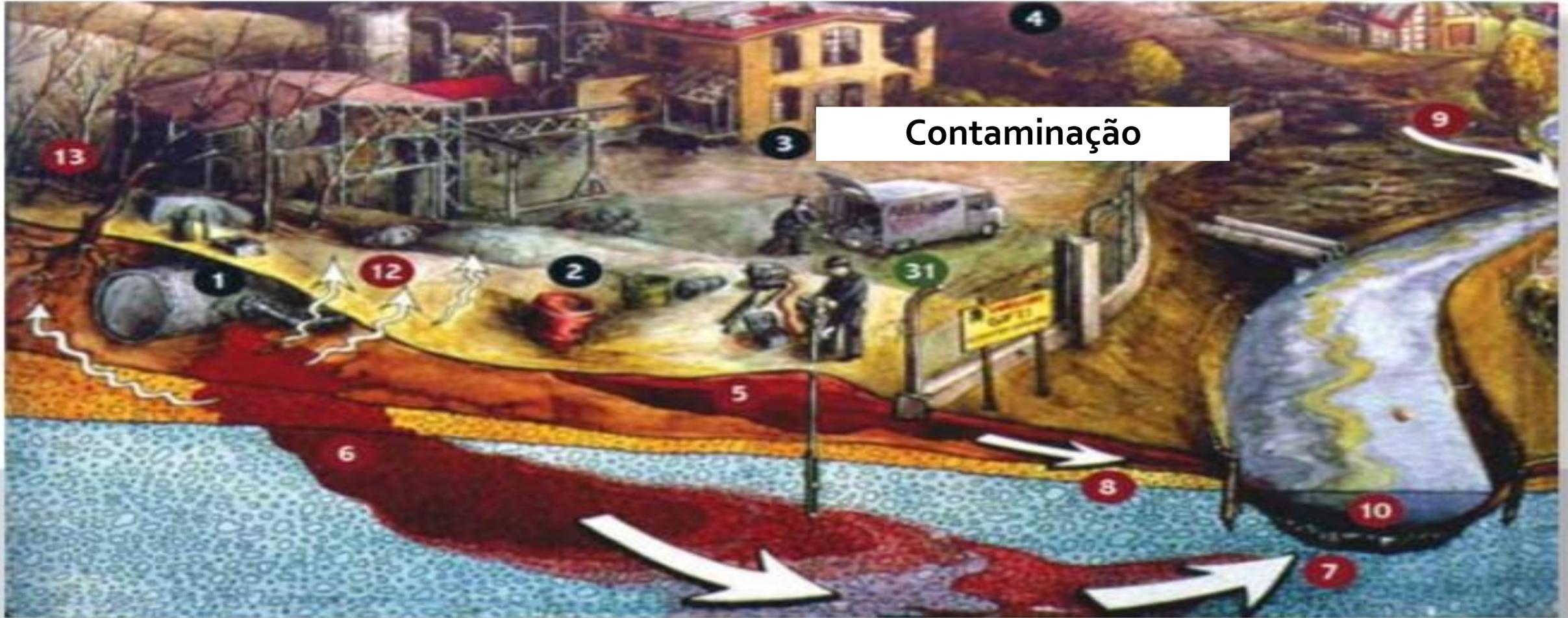
- I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;
- IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;
- V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;

# Áreas contaminadas x ocupação territorial

- VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- VII - constituir fonte de recursos minerais;
- VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

Contaminação: presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico (CONAMA, 2009)

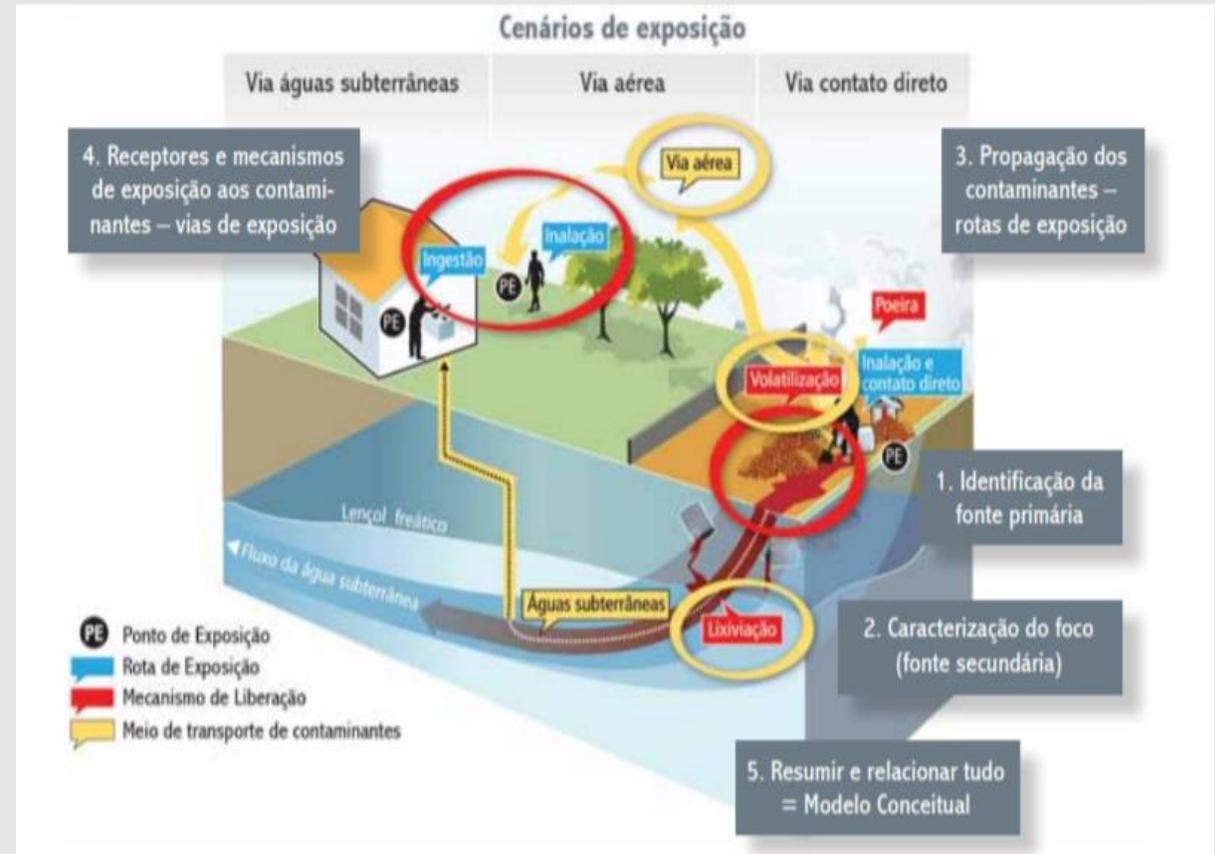
## Contaminação



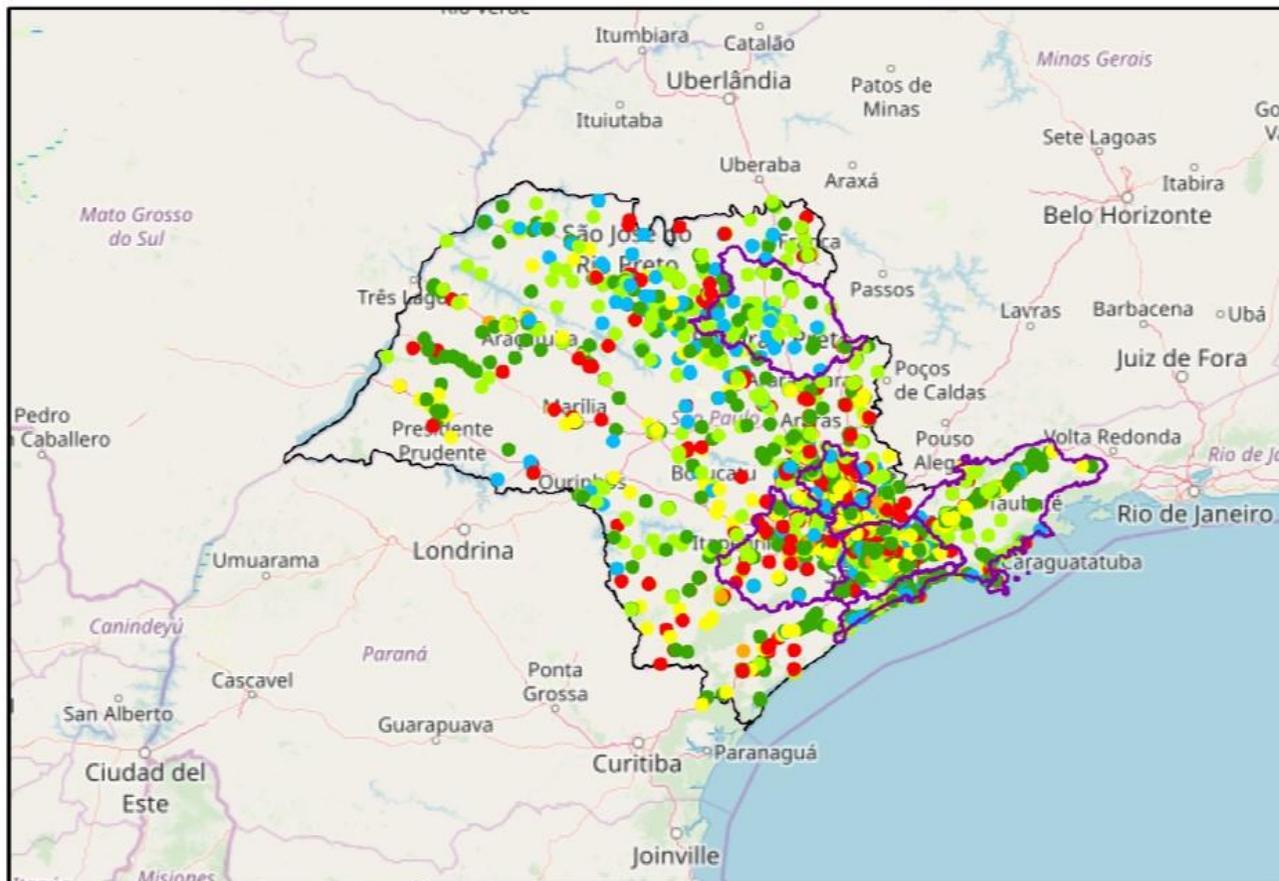
1: Tanque oxidado com vazamento de líquidos voláteis; 2: Tambor com resíduos tóxicos enterrado; 3: Percolação de antigos vazamentos no subsolo – fonte secundária; 4: Depósito de resíduos sólidos ao ar livre; 5: Propagação da contaminação no solo a partir do tambor de resíduos tóxicos – fonte secundária; 6: Pluma de contaminantes na água subterrânea – fonte secundária; 7: Aquífero; 8: Franja capilar; 9: Escoamento superficial de resíduos sólidos para o rio; 10: Rio contaminado por (9); 12: Emanação de gases de solo para o ambiente aberto a partir da contaminação (1); 13: Vegetação afetada por contaminação; 31: Equipe de investigação e amostragem

# Áreas contaminadas x ocupação do território

- Avaliação de Risco: processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de relevante interesse ambiental a ser protegido (CONAMA, 2009).
- Área Contaminada: área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger (São Paulo, 2009)



Estado de São Paulo possui atualmente 6.110 áreas contaminadas e reabilitadas (CETESB, 2018).



GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO  
Secretaria do Meio Ambiente

### LEGENDA

#### Regiões Metropolitanas - 2016

Regiões Metropolitanas - 2016

#### Áreas Contaminadas e Reabilitadas - Ano 2017

- Contaminada com risco confirmado (ACRc)
- Contaminada em processo de reutilização (ACRu)
- Contaminada sob investigação (ACI)
- Em processo de monitoramento para encerramento (AME)
- Em processo de remediação (ACRe)
- Reabilitada para o uso declarado (AR)

#### Limite Estadual

Limite Estadual



### Áreas Contaminadas e Reabilitadas 2017 Estado de São Paulo

ELABORADO POR: Juliana dos Santos Lino

DATA :22/02/2019

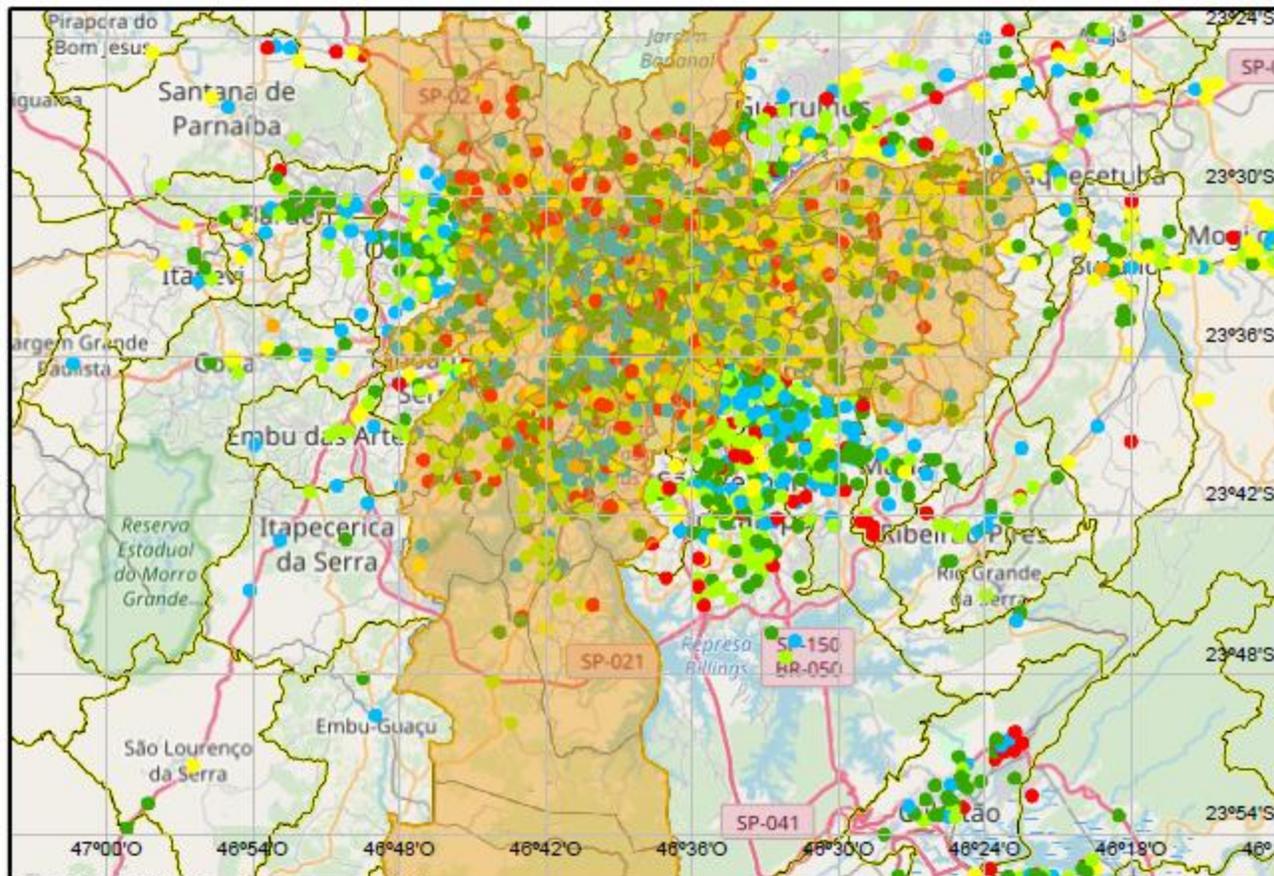
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000  
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
ESCALA GRÁFICA

0 50 100 150km



**DataGEO**  
Sistema Ambiental Paulista

Mapa elaborado a partir de informações disponíveis em <http://datageo.ambiente.sp.gov.br>



GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO  
Secretaria do Meio Ambiente

**LEGENDA**

- Distritos da Cidade de São Paulo
- Limite do Distrito
- Áreas Contaminadas e Reabilitadas - Ano 2016
- Contaminada com risco confirmado (ACRi)
  - Contaminada em processo de reutilização (ACRu)
  - Contaminada sob investigação (ACI)
  - Em processo de monitoramento para encerramento (AME)
  - Em processo de remediação (ACRe)
  - Reabilitada para o uso declarado (AR)
- Limite Municipal SP (IGC)
- Limite Municipal

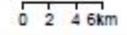


**Áreas Contaminadas e Reabilitadas da Cidade de São Paulo 2016**  
Conforme dados da CETESB. Classificação das áreas segundo o Decreto Estadual 59.263/2013.

ELABORADO POR: Juliana S. Lino

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000  
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
ESCALA GRÁFICA

DATA :14/12/2017



Mapa elaborado a partir de informações disponíveis em <http://datageo.ambiente.sp.gov.br>

# Bom Retiro e as indústrias



Fonte: São Paulo (cidade), 2013

# Bom Retiro e as indústrias

- Cidade de São Paulo: população em 2018 (estimada) de 12.176.866 pessoas (IBGE, 2019)
- Bom Retiro:
  - Área: 4,00 km<sup>2</sup>
  - População (2010): 33.892 habitantes
  - Densidade demográfica: 8.473 hab/km<sup>2</sup>
  - Áreas contaminadas (2017): 23

# Bom Retiro e as indústrias

- Região localizada entre os rios Tietê e Tamanduateí, no século 19 era formado por chácaras e sítios, como a "Chácara do Bom Retiro" que nomeou o bairro
- Bairro para "lazer"
- 1867 , instalação da Estrada de Ferro São Paulo Railway (hoje Santos-Jundiaí), com a Estação da Luz.
- 1875, inauguração da Estrada de Ferro Sorocabana (ligava São Paulo a Sorocaba), com a Estação Júlio Prestes.
- Depósitos e indústrias começaram a se instalar na região, assim como a primeira Hospedaria dos Imigrantes
- Nem todos os imigrantes se dirigiam às plantações no interior, muitos se fixam nas proximidades das estações.

Fontes: Tomazela, 2015; Pires, s/d.; Toji, 2015.

# Bom Retiro e as indústrias

- Últimas décadas do século 19, processo de loteamento e urbanização do bairro se intensificou (preços baixos nos terrenos), **atingindo inclusive o local ocupado pela Olaria Manfred** (fundada em 1860) (Oliveira, 2017).
- Presença do comércio e da pequena indústria, montagem de oficinas de confecção têxtil, por imigrantes judeus na década de 20.
- 1921, inauguração da primeira fábrica da **Ford Motor Company** no Brasil, na Rua Sólon. Atualmente funciona o **Instituto Criar e o YouTube Space** (São Paulo Antiga, 2013).

# Bom Retiro e as indústrias

1920



Fonte: São Paulo Antiga, 2013

2018



Fonte: Google street view, 2018

# Bom Retiro e as indústrias

- Até a década de 1920, o Bom Retiro era um bairro industrial, comercial e de residência operária.
- Nos anos 50, com o declínio do transporte ferroviário, as fábricas passam a se instalar ao longo das rodovias .
- Transferência de indústrias para bairros como Ipiranga, Móoca e Região do ABC (municípios de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul)
- Atualmente o bairro é caracterizado pela atividade comercial, confecções.

# Área de Estudo

- Uma área de 6.358 m<sup>2</sup>, compreendida entre as ruas Visconde de Taunay, rua Jaraguá e rua Neves de Carvalho, no bairro do Bom Retiro
- No local funcionou uma indústria, Samira Indústria e Comércio Ltda, entre os anos de 1943 a 2006.
- A empresa foi fundada por Sam Rabinovich, um dos pioneiros da indústria têxtil no Brasil (Gazeta Virtual, 2014)
- Uma construtora comprou a área, com o objetivo de reutilizar para fins residenciais.



# Atividades Desenvolvidas

- Até a década de 1970, a atividade desenvolvida era a fabricação de guarda-chuvas (corte, estamparia, costura, usinagem)
- Após esse período, a indústria passou a executar a atividade de tecelagem, que durou até a década de 90 (corte, estamparia).
- Ainda na década de 90 a indústria entrou no ramo de confecção, com atividade de corte e costura e deixando de atuar como tecelagem, mas mantendo a atividade de montagem de guarda-chuva.
- Possuía uma **unidade de pintura**, utilizando 03 latas de tinta por mês (18 litros) sendo a limpeza das latas feita com **solventes**.

# Encerramento das atividades e desativação

- Em 1995 desativa a unidade de pintura .
- Em 1999 a empresa suspende a atividade de tingimento de tecidos.
- Diminuição da área útil de produção de 7.000m<sup>2</sup> para 2.000m<sup>2</sup>.
- Construção e locação de quadras de futebol na área ociosa.
- Encerrada em janeiro de 2006.

# Investigações para reutilização da área

- As atividades produtivas desenvolvidas enquadravam-se no manual de gerenciamento de áreas contaminadas da CETESB (CETESB, 2001) como **atividades potencialmente contaminadoras**, por esse motivo, para reutilização da área para uso residencial, era obrigatória a investigação de passivos ambientais.
- Foram realizadas as etapas Investigação Preliminar, Confirmatória e Detalhada e entregues a CETESB em julho de 2010 objetivando a emissão de um Parecer Técnico de Reutilização de Área para fins residenciais.

# Investigações para reutilização da área

- Na Investigação Preliminar
  - Levantamento do histórico ambiental da área
  - pesquisados eventuais processos da extinta indústria junto a CETESB
  - Encontrada Auto de Infração (1989) e pedido de entrega de um Inventário de Resíduos
  - **Autuação** por não constar no Inventário de Resíduos a atividade de Pintura por Imersão (1990)

# Investigações para reutilização da área

- Na etapa de Investigação Ambiental Confirmatória:
  - 07 sondagens para coleta de amostras de solo
  - 06 poços instalados para o monitoramento para coleta de amostras de água subterrânea
  - Parâmetros analisados:
    - Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)
    - Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC)
    - Metais
    - Bifenilas Policloradas (1 amostra)

# Investigações para reutilização da área

- Na etapa de Investigação Ambiental Confirmatória:
  - No solo, presença de Benzo(b)fluoranteno acima dos valores de referência da CETESB.
  - Na água subterrânea, presença de Chumbo e de Benzo(a)pireno acima dos valores de referência da CETESB.

Valor de Referência de Qualidade-VRQ: é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos (CONAMA, 2009)



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

(continuação)

VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
NO ESTADO DE SÃO PAULO 2016

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg <sup>-1</sup> peso seco)					Águas Subterrâneas (µg L <sup>-1</sup> )
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
<b>HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS</b>							
Antraceno	120-12-7	-	0,3	2300	4600	10000 <sup>(a)</sup>	900
Benzo(a)antraceno	56-55-3	-	0,2	1,6	7	22	0,4
benzo(b)fluoranteno	205-99-2	-	0,7	2	7,2	25	0,4
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	-	0,8	27	75	240	4,1
Benzo(g,h,i)perileno <sup>(3)</sup>	191-24-2	-	0,5	-	-	-	-
Benzo(a)pireno	50-32-8	-	0,1	0,2	0,8	2,7	0,7
Criseno	218-01-9	-	1,6	95	600	1600	41
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	-	0,2	0,3	0,8	2,9	0,04
Fenantreno <sup>(3,4)</sup>	85-01-8	-	3,6	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	-	0,4	3,4	8	30	0,4
Naftaleno	91-20-3	-	0,7	1,1	1,8	5,9	60

**VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
NO ESTADO DE SÃO PAULO 2016**

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg <sup>-1</sup> peso seco)					Águas Subterrâneas (µg L <sup>-1</sup> )
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
<b>INORGÂNICOS</b>							
Antimônio <sup>(1)</sup>	7440-36-0	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio <sup>(1)</sup>	7440-38-2	3,5	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	75	120	500	1300	7300	700
Boro	7440-42-8	-	-	-	-	-	2400
Cádmio	7440-43-9	<0,5	1,3	3,6	14	160	5
<b>Chumbo</b>	7439-92-1	17	72	<b>150</b>	<b>240</b>	<b>4400</b>	10
Cobalto <sup>(1)</sup>	7440-48-4	13	25	35	65	90	70
Cobre <sup>(2)</sup>	7440-50-8	35	60	760	2100	10000 <sup>(a)</sup>	2000
Crômio total <sup>(1)</sup>	7440-47-3	40	75	150	300	400	50
Crômio hexavalente	18540-29-9	-	-	0,4	3,2	10	-
Mercurio	7439-97-6	0,05	0,5	1,2	0,9	7	1
Molibdênio	7439-98-7	<4	5	11	29	180	30
Níquel <sup>(2)</sup>	7440-02-0	13	30	190	480	3800	70
Nitrato (como N)	14797-55-8	-	-	-	-	-	10000
Prata <sup>(1)</sup>	7440-22-4	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	0,25	1,2	24	81	640	10
Zinco	7440-66-6	60	86	1900	7000	10000 <sup>(a)</sup>	1800

# Investigações para reutilização da área

- Na etapa de Investigação Ambiental Detalhada
  - Realizadas 15 sondagens no solo para investigação da contaminação por benzo(b)fluoranteno
  - Realizada a instalação de 12 poços de monitoramento para investigação da contaminação na água subterrânea.
  - Presença de benzo(b)fluoranteno no solo a a 0,5m , 1,0m e a 1,5 de profundidade
  - Presença, no solo, de Arsênio, Bário, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Zinco, em concentrações abaixo dos valores de intervenção.

**VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
NO ESTADO DE SÃO PAULO 2016**

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg <sup>-1</sup> peso seco)					Águas Subterrâneas (µg L <sup>-1</sup> )
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
<b>INORGÂNICOS</b>							
Antimônio <sup>(1)</sup>	7440-36-0	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio <sup>(1)</sup>	7440-38-2	3,5	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	75	120	500	1300	7300	700
Boro	7440-42-8	-	-	-	-	-	2400
Cádmio	7440-43-9	<0,5	1,3	3,6	14	160	5
Chumbo	7439-92-1	17	72	150	240	4400	10
Cobalto <sup>(1)</sup>	7440-48-4	13	25	35	65	90	70
Cobre <sup>(2)</sup>	7440-50-8	35	60	760	2100	10000 <sup>(a)</sup>	2000
Crômio total <sup>(1)</sup>	7440-47-3	40	75	150	300	400	50
Crômio hexavalente	18540-29-9	-	-	0,4	3,2	10	-
Mercurio	7439-97-6	0,05	0,5	1,2	0,9	7	1
Molibdênio	7439-98-7	<4	5	11	29	180	30
Níquel <sup>(2)</sup>	7440-02-0	13	30	190	480	3800	70
Nitrato (como N)	14797-55-8	-	-	-	-	-	10000
Prata <sup>(1)</sup>	7440-22-4	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	0,25	1,2	24	81	640	10
Zinco	7440-66-6	60	86	1900	7000	10000 <sup>(a)</sup>	1800

# Investigações para reutilização da área

- Na água subterrânea os compostos encontrados estavam abaixo dos valores de referência (Chumbo e Benzo(a)pireno).
- Análise de risco considerando o uso residencial (futuro): risco para a ingestão de vegetais cultivados no solo



# Investigações para reutilização da área

- Em outubro de 2010 a CETESB encaminhou técnicos para realizarem vistoria da área e avaliar os poços de monitoramento descritos
- A vistoria não foi possível, visto que a maioria dos poços já tinham sido destruídos e o estande de vendas do empreendimento imobiliário já se encontrava em construção.
- Entretanto, foi identificado no local a presença da antiga central elétrica.
- A CETESB então, como retorno à solicitação do parecer, declarou a necessidade de complementação das informações prestadas.
- Estudo direcionado a antiga central elétrica.

# A central elétrica e a contaminação por Bifenilas Policloradas

- Como atendimento a solicitação de estudo da área correspondente a antiga central elétrica, foram realizadas novas coletas para possível identificação de PCB no solo.
- Relatório apresentado em maio de 2011 contava com amostras referentes a 16 sondagens, da área em questão e foi comprovado que o solo apresentava valores totais de concentração de PCB igual a  $0,13 \text{ mg/kg}^{-1}$  peso seco.
- Nas amostras colhidas foram encontrados compostos de PCBs a  $0,1\text{m}$  de profundidade do solo contendo  $0,42 \text{ mg/kg}^{-1}$ , em  $0,3\text{m}$  com  $1,53 \text{ mg/kg}^{-1}$  e em  $0,6\text{m}$   $2,95 \text{ mg/kg}^{-1}$ . A pluma de contaminação foi definida como uma área correspondente a  $27\text{m}^2$ .

**VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
NO ESTADO DE SÃO PAULO 2016**

Substância	CAS Nº	Solos (mg kg <sup>-1</sup> peso seco)					Águas Subterrâneas (µg L <sup>-1</sup> )
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			VI
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	
<b>PESTICIDAS ORGANOCLORADOS</b>							
Aldrin	309-00-2	-	0,02	0,4	0,8	6	0,03 <sup>(b)</sup>
Dieldrin	60-57-1	-	0,01	0,3	0,8	5,9	
Endrin	72-20-8	-	0,001	0,8	2,5	17	0,6
Carbofuran	1563-66-2	-	0,0001	0,3	0,7	3,8	7
Endossulfan	115-29-7	-	0,7	4,7	12	66	20 <sup>(c)</sup>
DDD	72-54-8	-	0,02	1	7,5	23	1 <sup>(b)</sup>
DDE	72-55-9	-	0,01	1,2	8,5	25	
DDT	50-29-3	-	0,01	5,5	22	82	
HCH alfa	319-84-6	-	0,0003	0,002	0,02	0,04	0,05
HCH beta	319-85-7	-	0,001	0,01	0,06	0,2	0,17
HCH – gama (Lindano)	58-89-9	-	0,001	0,008	0,06	0,2	2
<b>OUTROS</b>							
PCBs Indicadores <sup>(5)</sup>	NA	-	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5
TBT e seus compostos <sup>(6)</sup>	NA	-	0,24	16	1,7	270	0,09
Anilina	62-53-3	-	0,023	0,15	0,7	3,2	42
Dioxinas (PCDDs) e Furanos (PCDFs) <sup>(7)</sup> (ng TEQ WHO <sub>05</sub> Kg <sup>-1</sup> peso seco)	NA	-	2	7,5	37	140	–

# A central elétrica e a contaminação por Bifenilas Policloradas

- Compostos orgânicos aromático, não possuem odor ou gosto.
- A demanda pela produção desta substância se deu devido à necessidade de se encontrar um óleo de resfriamento, que também possuísse a propriedade isolante, de forma estável e eficiente para uso em equipamentos elétricos.
- Assim, os PCBs se tornaram o isolante dielétrico líquido mais empregado em transformadores e outros tipos de equipamentos elétricos
- O setor elétrico é uma mina ativa de PCB para o ambiente devido à estocagem elementar deste passivo ambiental. No estado de São Paulo as subestações de energia elétrica desativadas proporcionaram diversos casos de vazamentos do óleo.

# A central elétrica e a contaminação por Bifenilas Policloradas

- Classificados como Poluentes Orgânicos Persistentes.
- A união entre baixa solubilidade em água e alta capacidade de adsorção em matéria orgânica provoca o acúmulo dessas substâncias ao longo da cadeia alimentar, sobretudo nos tecidos ricos em gorduras, dos organismos vivos (FLORES, et al., 2004).
- A exposição de animais a altos níveis de PCBs por curto prazo produziu efeitos hepáticos, hematológicos e endócrinos, danos renais e eventualmente a morte.
- Provável carcinogênico humano (B2), de acordo com EPA (EPA, 2017). Carcinógeno humano (Grupo 1) de acordo com a IARC (International Agency for Research on Cancer).

# A central elétrica e a contaminação por Bifenilas Policloradas

- Estudos epidemiológicos da exposição crônica às PCBs encontraram alterações hepáticas, imunológicas, oculares, dérmicas e na tireóide, efeitos neurocomportamentais, redução do peso ao nascer, toxicidade reprodutiva e aumento na incidência de tumores
- Comércio e produção são proibidos , no Brasil desde 1981. Com a ratificação da Convenção de Estocolmo: compromisso de retirar o PCB de uso até o ano de 2025, além de promover sua completa destruição até 2028.

# A contaminação por Cloreto de Vinila

- Após a ampliação da investigação solicitada pela CETESB, a investigação de água subterrânea resultou na identificação de Cloreto de Vinila no aquífero raso e profundo.
- As concentrações presentes variavam, com pontos com  $29 \mu\text{g/L}^{-1}$ , outros pontos com valores superiores, em julho de 2014.
- Nova avaliação de risco realizada indica risco toxicológico para a ingestão e contato dermal no cenário de uso futuro, além de risco para o cenário de obras.
- Risco para ingestão de água subterrânea em área externa ao imóvel.



## COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

(continuação)

### VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO 2016

Substância	CAS N°	Solos (mg kg <sup>-1</sup> peso seco)					Águas Subterrâneas (µg L <sup>-1</sup> )
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
<b>ETENOS CLORADOS</b>							
Cloreto de vinila	75-01-4	-	0,0002	0,001	0,01	0,03	2
1,1-Dicloroeteno	75-35-4	-	0,04	2,8	3,8	22	30
1,2-Dicloroeteno - cis	156-59-2	-	0,01	0,08	0,2	1,1	50 <sup>(b)</sup>
1,2-Dicloroeteno - trans	156-60-5	-	0,03	0,7	1	5,4	
Tricloroeteno - TCE	79-01-6	-	0,004	0,03	0,04	0,2	20
Tetracloroeteno - PCE	127-18-4	-	0,03	0,6	0,8	4,6	40

# A contaminação por Cloreto de Vinila

- Sinônimos: Cloroetano, Cloroetileno, monocloetileno.
- O cloreto de vinila à temperatura e pressão ambiente é um gás incolor, altamente estável na ausência de luz e oxigênio.
- Tem odor doce, suave e é pouco solúvel em água
- O principal uso é na produção da resina policloreto de vinila (PVC) para fabricação de tubos, outros plásticos, fibras, como revestimento e na manufatura de solventes clorados.
- Existem relatos da presença da substância em água subterrânea como produto de degradação de solventes clorados depositados no solo

# A contaminação por Cloreto de Vinila

- A principal via de exposição humana ao cloreto de vinila é a inalatória.
- A exposição ocupacional por inalação de altas concentrações da substância durante longos períodos resulta em efeitos narcóticos, alterações hepatocelulares, desenvolvimento de angiosarcoma hepático, alterações cutâneas.
- Estudos demonstraram que animais expostos ao composto apresentaram efeitos neurológicos, no fígado, na reprodução, no desenvolvimento e câncer.
- Carcinógeno humano (A) segundo a EPA (EPA, 2017) e de acordo com a IARC (Grupo 1).

# Remediação e Medidas sugeridas

- Remoção do solo até 1,5m de profundidade, aproximadamente 40m<sup>3</sup>.
- Análise da cava, para posterior cobertura com solo natural.
- Monitoramento da água subterrânea.
- Restrição no consumo de água subterrânea para qualquer finalidade no uso futuro.

# Remediação e Medidas adotadas

- Em abril de 2012, a CETESB emitiu um parecer informando que a delimitação da pluma de contaminação de PCB e de Cloreto de Vinila, presentes no local, não foram realizadas de forma adequada e se posicionou contrária a mudança de uso.
- A escavação da área contaminada por PCB foi realizada em julho de 2013.
- A concentração de PCB após a retirada do solo foi de  $0,014 \text{ mg/Kg}^{-1}$

# Remediação e Medidas adotadas

- Para a classificação do resíduo gerado, foi utilizado como base a lei estadual 12.288/2006, **sobre eliminação controlada de PCB e seus resíduos.**
- Desta forma o resíduo da cava não foi considerado Resíduo Perigoso, por apresentar valores inferiores a 50 mg/kg.
- O resíduo gerado, composto de solo e concreto, foi destinado ao **aterro CDR Pedreira**, com a utilização de seis caminhões, gerando um volume total de 177,07 toneladas e classificado como resíduo **Classe II-A, não perigoso, não inerte.**

# Remediação e Medidas adotadas



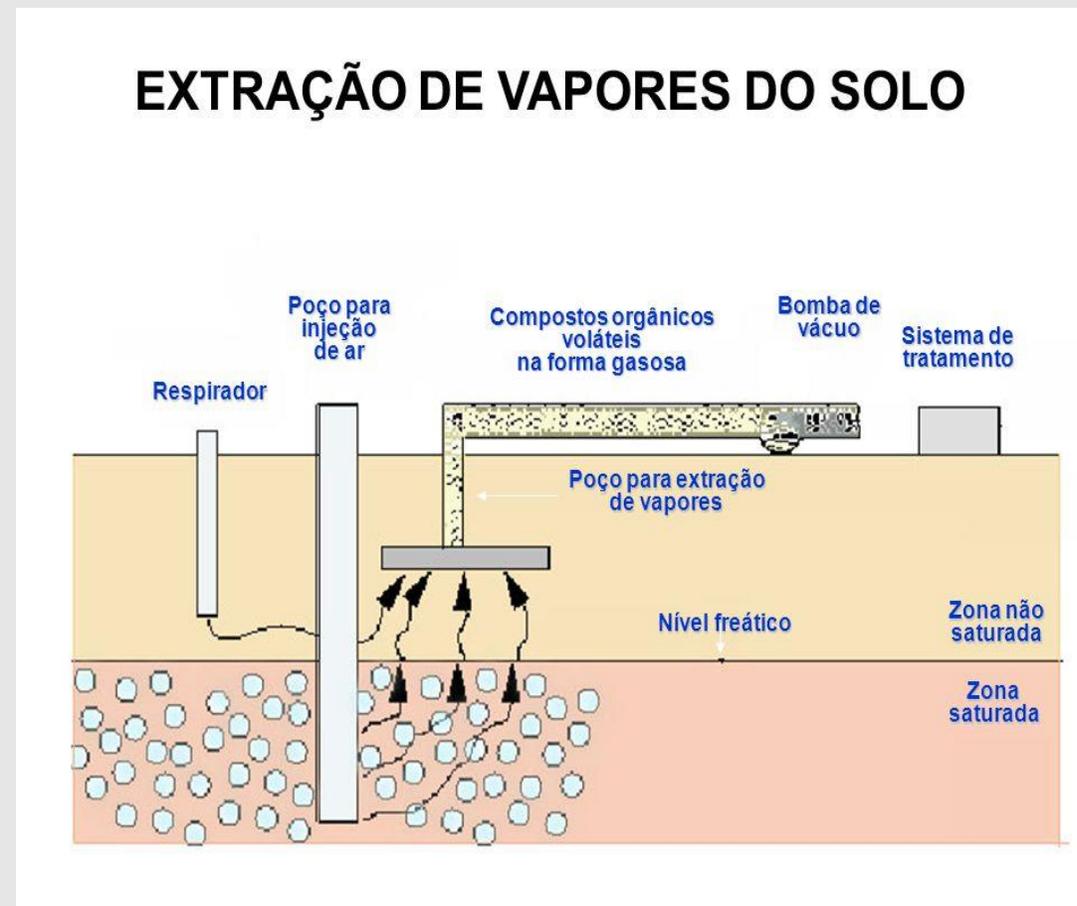
Fonte: Google Street View, 2013

# Remediação e Medidas adotadas

- Área impactada por Chumbo, Benzo(a)antraceno e Benzo(a)pireno ficou **sob o piso do concreto** do empreendimento, não apresentando assim rota de exposição para os futuros residentes.
- Com a apresentação de novos planos de remediação para a pluma de Cloreto de Vinila e a medida adotada para a pluma de PCB, a construtora conseguiu, **em setembro de 2014**, a liberação para ocupação e utilização da área.
- Setembro 2014: Implantação de um Sistema de Extração de Vapores para remediação da pluma de Cloreto de Vinila.

# Remediação e Medidas adotadas

- A técnica de extração de vapores do solo consiste na captação e extração de vapores, através de poços de extração ou trincheiras, com a utilização de bomba de vácuo.
- O vapor removido do subsolo é vertido para a superfície através de um tubo coletor e encaminhado para a unidade de tratamento de vapores.



# O termo de Reabilitação para uso declarado

- A área permaneceu em monitoramento para verificar a eficiência do sistema de remediação até o ano de 2017.
- O termo de Reabilitação para Uso Declarado foi emitido em 13/04/2018.
- A restrição de água subterrânea foi mantida.
- O local possui um empreendimento residencial composto de duas torres com 26 andares, totalizando 400 unidades.

# Referências

- BRASIL. Decreto nº 5.472 de 20 de Junho de 2005. Promulga o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22 de maio de 2001. **Diário Oficial da União**. 2005
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB).. **Manual de Gerenciamento de áreas contaminadas**. 2 ed. p. 389, 2001. Disponível em: <<http://relasc.org/relasc-docs-orden/menu-biblioteca/publicaciones-tecnicas-cientificas-guias-y-manuales/brasil/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas-no-estado-de-sao-paulo-compilado/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas-no-estado-de-sao-paulo.pdf>> Acesso em: 10 de Março de 2016.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Relação das Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo. 2017. Disponível em: <[https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/09/Ordem-Alfab%C3%A9tica-06\\_09\\_18.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/09/Ordem-Alfab%C3%A9tica-06_09_18.pdf)> Acesso em 25 abr. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Ficha de Informação Toxicológica: Bifenilas Policloradas. 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/PCBs-Bifenilas-policloradas.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Ficha de Informação Toxicológica: Cloreto de Vinila. 2018. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Cloreto-de-vinila.pdf>>. Acesso em 19 abr. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Relação das Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo. 2018. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2019/04/Ordem-Alfab%C3%A9tica.pdf>>. Acesso em 25 abr. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea no Estado de São Paulo. 2016. Disponível em: <[https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/tabela\\_vos\\_2016\\_site.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/tabela_vos_2016_site.pdf)> Acesso em 05 mai. 2019.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de dez. 2009.
- DIAS, E. C. Eixo fabril é vestígio da cidade que se apaga. 2003. Folha de São Paulo Especial. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/especial/fj2811200303.htm>>. Acesso em 15 abr. 2019.
- FLORES, A. V.; RIBEIRO, J. N.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, E. L. R. **Organoclorados: um problema de saúde pública**. Revista Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 2, p. 111-124, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24690.pdf>> Acesso em 17/03/2016.
- GAZETA VIRTUAL. Vicunha Textil S/A. 2014. Disponível em: <<http://www.gazetavirtual.com.br/vicunha-textil-sa/>> Acesso em 01 mai. 2019.

# Referências

- GOOGLE EARTH. **Dados do Mapa**. 2016a. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Bom+Retiro,+S%C3%A3o+Paulo+-+SP/@-23.5259344,-46.6358456,2918m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1sox94ce586f124c8ce3:ox8de8bb2a24689625!8m2!3d-23.5256699!4d-46.640706>> Acesso em 30/05/2016.
- GOOGLE STREET VIEW. Imagem rua Solon. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Rua+Solon+-+Bom+Retiro,+S%C3%A3o+Paulo+-+SP/@-23.5267812,-46.6467889,3a,90y,208.59h,99.43t/data=!3m7!1e1!3m5!1sTxKKBySKe6npbC6YDj-31g!2e0!3e11!7i13312!8i6656!4m5!3m4!1sox94ce586f75f43765:ox8f3d2bodb4e6c942!8m2!3d-23.524644!4d-46.642326>>
- GOOGLE STREET VIEW. **Captura de imagem**. 2010. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-23.5243707,-46.647466,3a,75y,133.46h,91.45t/data=!3m6!1e1!3m4!1sLV9XZC2PKiHuZnLeupgpWA!2e0!7i13312!8i6656>> Acesso em 10/06/2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Portal Cidades. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>> Acesso em 30 abr. 2019.
- Environmental Protection Agency (EPA). **Integrated Risk Information System**. 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/iris>>. Acesso em 05 mai. 2019.
- OLIVEIRA, D. Bairro do Bom Retiro, em SP foi o berço do futebol nacional. Folha de São Paulo. 2017. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2017/09/1921051-bairro-do-bom-retiro-em-sp-foi-o-berco-do-futebol-nacional.shtml>>. Acesso em 20 abr. 2019.
- PIRES, E. M. História dos bairros paulistanos. s/d. Banco de Dados Folha. Disponível em: <[http://almanaque.folha.uol.com.br/bairros\\_bom\\_retiro.htm](http://almanaque.folha.uol.com.br/bairros_bom_retiro.htm)>. Acesso em 20 abr. 2019.
- POLICARPO, N. A. **Tratamento de solos contaminados com bifenilas policloradas (PCBs)**. 2008. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-15092008-140303/pt-br.php>> Acesso em 16/03/2016.
- SÃO PAULO ANTIGA. Fábrica da Ford Bom Retiro. 2013. Disponível em: <<http://www.saopauloantiga.com.br/ford/>> Acesso em 30 abr. 2019.

# Referências

- SÃO PAULO (cidade). Bom Retiro: perímetro e mapa. Site da Prefeitura da Cidade de São Paulo. 2013. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/se/noticias/index.php?p=36878>> Acesso em 30 abr. 2019
- SÃO PAULO (cidade). Dados demográficos dos distritos pertencentes às Subprefeituras. 2019. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados\\_demograficos/index.php?p=12758](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758)> Acesso em 25 abr. 2019
- SÃO PAULO (cidade). Lei nº 7.805, de 01 de novembro de 1972. Dispõe sobre o Parcelamento, Uso E Ocupação Do Solo Do Município, e dá outras providências. Diário Oficial do Município, São Paulo, 01 de nov. 1972.
- SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.577, de 08 de julho de 2009. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 08 de jul. 2009.
- SÃO PAULO (cidade). Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 – Plano Diretor Estratégico (PDE). Diário Oficial do Município, São Paulo, 22 de mar. 2016.
- TOJI, Simone. Breve História do Comércio no Bom Retiro: **imigração e culturas em movimento**. II Colóquio Internacional sobre o comércio e a cidade: uma relação de origem. 2015. Disponível em: <[http://www.labcom.fau.usp.br/wp-content/uploads/2015/05/2\\_cincci/1006%20Toji.pdf](http://www.labcom.fau.usp.br/wp-content/uploads/2015/05/2_cincci/1006%20Toji.pdf)> Acesso em 20 abr. 2019.
- TOMAZELA, J. Estrada de Ferro Sorocabana era inaugurada há 140 anos. 2015. Estadão. Disponível em: <<https://sao-paulo.estadao.com.br/blogs/pelo-interior/estrada-de-ferro-sorocabana-era-inaugurada-ha-140-anos/>> Acesso em 20 abr. 2019.

Dúvidas?



Obrigada!  
jslino@usp.br