

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA,
BIOLÓGICA Y NIVEL TRÓFICO DEL RÍO
PINHEIROS – SÃO PAULO – BRASIL – 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autoras:

Tania Rosmery Vega Huaccha
Alisson Carolina Bazan Cabrera

Asesor:

M. Cs. Sara Esther García Alva

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía. A mis padres Johnny y Elizabeth y a mi hermano Cristhian, porque son las personas más importantes de mi vida, pues sin ellos este trabajo y muchos de mis sueños no se hubiesen realizado. Muchas gracias eternamente por la confianza, los amo.

Alisson

Dedico este trabajo a Dios por estar siempre conmigo, a mis padres Santos y Constanza, a mis hermanas y mi querida abuelita Martina que desde el cielo me acompaña, a ellos por ser mi incentivo y ayuda para que esto fuese posible.

Tania

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos salud y fuerza para superar las dificultades, autor de nuestros destinos, y por enseñarnos el camino de la paciencia, e a todas las personas que nos apoyaron. En especial:

A nuestra asesora M. Cs. Sara Esther García Alva, por su apoyo constante, por compartir su conocimiento y por proporcionarnos el conocimiento no a penas racional, si no por la manifestación del carácter y afectividad de la educación en proceso de formación profesional.

Agradezco a mi padres Santos Demetrio Vega Sánchez y Constanza Huaccha Arce, mis héroes que me dieron el apoyo y el incentivo en las horas difíciles de desánimo y cansancio, que en los momentos de mi ausencia dedicados al estudio superior, siempre hicieron entender que el futuro es hecho a partir de constante dedicación en el presente, mismo agradecimiento a mis hermanas Mardeli y Deysi que creyeron en mí y por toda comprensión de mi ausencia, también agradezco a Ivan, por ser una parte muy importante de mi vida, por su gran apoyo, comprensión y amor

Tania

A mi papá Johnny Bazán, a mi mamá Elizabeth Cabrera, padres extraordinarios que me enseñaron a nunca rendirme, no midieron esfuerzos para que yo llegase hasta esta etapa de mi vida; su apoyo y confianza fueron siempre la mejor motivación. A mi hermano Cristhian que con su compañerismo y amor siempre estuvo en los momentos difíciles, dándome fuerza y ayudándome en todo momento y a Juan Manuel por ser un gran apoyo, motivación y fuerza en todos los aspectos de mi vida. Gracias eternamente.

Alisson

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Objetivos.....	18
1.4. Hipótesis.	19
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	20
2.1. Tipo de investigación.....	20
2.2. Población y Muestra.....	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	22
2.4. Procedimiento.	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
3.1. Área de estudio.	32
3.2. Parámetros analizados.....	35
3.3. Resultados de concentraciones en los parámetros y comparación con los ECAs para calidad de agua de clase 3.....	36
3.4. Resultados del Índice de estado trófico.....	50
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	52
4.1. Discusión.....	52
4.2. Conclusiones.....	60
REFERENCIAS	62
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Métodos e instrumentos para análisis de datos.....	23
Tabla 2. Puntos de Monitoreo CESTESB usados para la evaluación del Río Pinheiros....	24
Tabla 3. Clasificación de los cuerpos de agua dulce, según Resolución n°357/2005 de CONAMA	26
Tabla 4. Cronograma de monitoreo de CETESB.....	27
Tabla 5. Condiciones y padrones de calidad de agua dulce, clase 3 según CONAMA, 2005.....	28
Tabla 6. Clasificación del Estado Trófico para Ríos según el índice de Carlson Modificado	31
Tabla 7. Características principales de las clases de Estado Trófico.....	32
Tabla 8. Parámetros empleados para evaluar la situación ambiental del agua del rio Pinheiros para clase 3.....	36
Tabla 9 Resultados del parámetro turbidez (UNT).....	37
Tabla 10. Resultados del parámetro pH	38
Tabla 11. Resultados del parámetro oxígeno disuelto (mg/L).....	39
Tabla 12. Resultados del parámetro cobre (mg/L)	40
Tabla 13. Resultados del parámetro fenol (mg/L)	41
Tabla 14. Resultados del parámetro tolueno (ug/L)	42
Tabla 15. Resultados del parámetro zinc (mg/L)	43
Tabla 16. Resultados del parámetro mercurio (mg/L)	44
Tabla 17. Resultados del parámetro DBO (mg/L)	46
Tabla 18. Resultados del parámetro coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)	47
Tabla 19. Resultados del parámetro <i>vibrio fischeri</i> (EC20%)	48
Tabla 20. Resultados del parámetro nitrógeno amoniacal (mg/L)	49
Tabla 21. Resultados del parámetro fósforo total (mg/L)	50

Tabla 22. Resultados del parámetro fósforo en unidades de miligramos por metro cúbico (mg.m ³)	52
Tabla 23. Clasificación trófica del río Pinheiros en los 4 puntos de monitoreo del año 2016.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma de metodología desarrollada en el estudio.....	21
Figura 2: Extensión del área de estudio del río Pinheiros.	32
Figura 3: Intervención antrópica en el río Pinheiros.	33
Figura 4: Comparación de concentración de turbidez con los ECAs para calidad de agua de clase 3.....	37
Figura 5: Comparación de concentración de pH con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	38
Figura 6: Comparación de concentración de oxígeno disuelto con los ECAs para calidad de agua de clase 3.....	39
Figura 7: Comparación de concentración de cobre con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	40
Figura 8: Comparación de concentración de fenol con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	41
Figura 9: Comparación de concentración de tolueno con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	42
Figura 10: Comparación de concentración de zinc con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	43
Figura 11: Comparación de concentración de mercurio con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	44
Figura 12: Comparación de concentración de DBO con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	45
Figura 13: Comparación de concentración de coliformes termotolerantes con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	46
Figura 14. Comparación de concentración efectiva de 20% <i>Vibrio Fischeri</i> con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	47
Figura 15. Comparación de concentración de nitrógeno amoniacal con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	49
Figura 16. Comparación de concentración de fosforo total amoniacal con los ECAs para calidad de agua de clase 3.	50

Figura 17: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Campo en el punto PINH04100.....	79
Figura 18: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Ecotoxicológico en el punto PINH04100.....	80
Figura 19: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Físico y Químico en el punto PINH04100.....	81
Figura 20: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Hidrocarbonatos Aromáticos polinucleares en el punto PINH0410.....	82
Figura 21: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Campo en el punto PINH04250.....	83
Figura 22: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Ecotoxicológico en el punto PINH04250.....	84
Figura 23: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Físico y Químico en el punto PINH04250.....	85
Figura 24: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Campo en el punto PINH04500.....	86
Figura 25: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Ecotoxicológico en el punto PINH04500.....	87
Figura 26: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Físico y Químico en el punto PINH04500.....	88
Figura 27: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Campo en el punto PINH04900.....	89
Figura 28: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Ecotoxicológico en el punto PINH04900.....	90
Figura 29: Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del Río Pinheiros – Parámetro Físico y Químico en el punto PINH04900.....	91
Figura 30: Ubicación de los puntos de monitoreo según CETESB.....	92
Figura 31: Planta de Bombeo de Pedreira (PINH04100).....	92
Figura 32: Puente Socorro (PINH4250).....	93

Figura 33: Av. Bandeirantes – Puente Ari Torres (PINH04500).....	93
Figura 34: Desembocadura en el Río Tieté (PINH04900).....	94
Figura 35: Mapa de ubicación de puntos de monitoreo	95

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	29
Ecuación 2.	29
Ecuación 3.	29

RESUMEN

El crecimiento urbano de las ciudades metropolitanas, sumado a la falta de acciones efectivas por parte del Estado y de educación ambiental en la población son factores del porque los ríos no reciben el trato adecuado. El objetivo de este trabajo es evaluar la calidad física, química, biológica y nivel trófico del Río Pinheiros (São Paulo-Brasil) del 2016 con el fin de comparar los resultados obtenidos con los valores de agua de clase 3 de la resolución 356/2005 del Consejo Nacional de Medio Ambiente (Brasil). Para la realización del análisis cualitativo y cuantitativo de la calidad del agua del Río Pinheiros fueron utilizados los datos colectados por la CETESB del 2016 en los puntos: PINH04100 (Planta de Bombeo de Pedreira), PINH04250 (Puente del Socorro), PINH04500 (Av. Bandeirantes – Puente Ari Torres) y PINH04900 (Desembocadura del Río Tietê). Se desarrolló una Investigación No Experimental Descriptiva Transeccional. Como resultado algunos elementos estuvieron dentro de los límites aceptables para agua de clase III, pero los que sobrepasaron los límites fueron cobre, fenol, tolueno, zinc, DBO, coliformes termotolerantes y vibrio fischeri. Además, el índice de estado trófico detectamos clasificación de supereutrófico e hipereutrófico poniendo en evidencia una clara alteración de las aguas del Río Pinheiros.

Palabras clave: Río Pinheiros, Calidad del Agua, Resolución Consejo Nacional de Medio Ambiente (Brasil).

ABSTRACT

The urban growth of metropolitan cities, added to the lack of effective actions by the State and environmental education in the population are factors in why rivers do not receive adequate treatment. The objective of this work is to evaluate the physical, chemical, biological quality and trophic level of the Pinheiros River (São Paulo-Brazil) in 2016 in order to compare the results obtained with the water values of class 3 of resolution 356/2005 of the National Environment Council (Brazil). For the qualitative and quantitative analysis of the water quality of the Pinheiros River, the data collected by the CETESB from 2016 at the points: PINH04100 (Pedreira Pumping Plant), PINH04250 (Puente del Socorro), PINH04500 (Av. Bandeirantes - Puente Ari Torres) and PINH04900 (River's Outfall of the Tietê). A Transectional Descriptive Non-Experimental Research was developed. As a result, some elements were within the acceptable limits for class III water, but those that exceeded the limits were copper, phenol, toluene, zinc, BOD, thermotolerant coliforms and vibrio fischeri. Furthermore, we detected the trophic status index as supereutrophic and hypereutrophic, revealing a clear alteration in the waters of the Pinheiros River.

KEYWORDS: Pinheiros River, Water Quality, National Environment Council Resolution (Brazil).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El río es un vector energético parte integrante del Ciclo Hidrológico del Agua y recorre tan solo la superficie terrestre, interconectando al colector sólido superior (Glaciares) con el colector sólido inferior (Océanos) y en dicho recorrido cumple una misión suprema y especializada desplegando un trabajo selectivo como la erosión, ataque físico, químico, bioquímico, transporte, selección y sedimentación en las cuencas de deposición tales como conos aluviales, fluviales, deltas etc (Campoblanco y Gomero, 2000).

El crecimiento urbano desenfrenado de las ciudades metropolitanas, sumada a la falta de preocupación por parte del estado y de educación ambiental en la población son factores desconsiderables el por qué los ríos no reciben el tratamiento que merecen. La falta de sistemas de saneamiento y de eliminación de residuos industriales acrecienta más un problema para esta realidad (Whatanuki, 2012).

El río Pinheiros es uno de los cursos de agua más importantes de la ciudad de São paulo, Según el gobierno del Estado de São Paulo (2014). Al inicio del siglo XX, con la llegada de inmigrantes que se instalaron en sus márgenes, el río comenzó a transformarse y a sufrir las primeras de muchas modificaciones, sus aguas fueron un insumo ampliamente utilizado en las industrias metalúrgicas y químicas, que se extendieron por toda la región. En ausencia de leyes y controles ambientales, el río también se convirtió en un destino para los efluentes industriales y las aguas residuales domésticas, que desembocan en pequeñas corrientes todavía abundantes en la región y terminan cayendo al río. Como resultado del crecimiento de la población, el río Pinheiros luego se canalizó y rectificó sus aguas, las aguas fueron bombeadas aguas arriba a la nueva presa Billings, pero con más crecimiento de la población, la contaminación del río Pinheiros se hizo más pronunciada, y fue necesario dejar

de bombear a la presa Billings a finales de la década de 1980. En 1992, la situación de los cursos de agua de la ciudad era insostenible. Los paulistanos no pudieron aguantar más y fueron al margen de Tietê para reclamar su limpieza, incluido el río Pinheiros. Sin embargo, lo que alguna vez fue un río lleno de vitalidad y un espacio para el ocio, se ha convertido en un lago desfavorable para la vida acuática e inadecuado para la navegación.

El Gobierno del Estado de São Paulo (2019) informó que antes de que la urbanización llegara a sus orillas, el río Pinheiros dio varias vueltas hacia el sureste de la ciudad de São Paulo. Como cualquier río, el área de la llanura de inundación experimentó inundaciones cíclicas. Actualmente cubre 25 km y recoge las aguas de una cuenca de 271 km², un área donde viven 3.3 millones de personas.

Hoy en día la calidad del agua del río Pinheiros cuenta con un índice de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) que está entre los 60 a 75 mg/L de agua. El DBO es uno de los principales índices de contaminación de ríos y represas. Según el secretario estadual de infraestructura y medio ambiente, Marcos Penido, la meta es bajar esa tasa para 30mg/L. (LOBEL, 2019)

1.1.1. Antecedentes

Secretaria de estado de Medio Ambiente SEMA, 1998. El Sistema de Flotación y Remoción de Fluctuantes para la mejoría del agua es una solución implementada por el gobierno brasilero con el objetivo de alcanzar los límites determinados por la Resolución CONAMA para los cuerpos de agua de clase 2. Este proyecto motiva la implantación del sistema mencionado en puntos estratégicos a lo largo del río, en los trechos con pésima calidad de agua entre la ubicación de la Estructura del Retiro y la Central Hidroeléctrica Pedreira. Siendo 7 unidades de tratamiento por flotación en flujo: 3 de grande porte en el propio río Pinheiros y 4 unidades menores en sus principales afluentes, lo que permitirá el bombeamiento para el Reservorio Billings a razón de 50 m³/s. La eficiencia del proceso de tratamiento fue comprobada en las "Estaciones de Flotación Pilotos" instaladas en escala real, notando que para los parámetros turbidez, color y metales pesados los resultados son significativamente mejorados de acuerdo con la Resolución CONAMA siendo estos parámetros los que obtuvieron las cantidades más altas de concentraciones.

Por otro lado, en el proyecto "Probando tecnologías para tratar las aguas del río Pinheiros", una iniciativa de la Secretaria del Estado de Medio Ambiente de São Paulo con el objetivo de mejorar la calidad de agua del Río Pinheiros a través de tecnologías a corto plazo y desarrollado a escala piloto durante 2 meses en donde se utilizaron las tecnologías de Electrocoagulación, Flotación, biológicas (con uso de enzimas y surfactantes/ bacterias y hongos/ solo bacterias) y de oxidación que demostraron aumento de un 34 al 100% en mejora de condiciones para desarrollar vida acuática; además de una reducción del 100% en la emisión de olores desagradables en todas las técnicas. De igual manera, la carga orgánica restante en el agua disminuyó significativamente, así mismo la presencia de oxígeno y reducción de contaminantes fue significativa. Aunque el hecho más interesante es que todas

estas tecnologías fueron capaces de romper el ciclo de anoxia, es decir, pudieron restablecer la capacidad de auto-depuración del agua. La posibilidad de formación de espuma se redujo hasta en un 90%, la posibilidad de sedimentar sólidos suspendidos fue del 73,6% como máximo, la reducción de fósforo y nitrógeno fue de 92% y 58% respectivamente en sus valores máximos y solamente se generó lodo en la técnica de electrocoagulación y flotación. (Gobierno de Estado de São Paulo, 2014).

Además, la Compañía de Tecnología y Saneamiento Ambiental (CETESB, 2004) desarrolló un informe sobre la calidad de las aguas interiores del estado de São Paulo con el objetivo de evaluar la evolución de la calidad de las aguas interiores de los ríos y reservorios, así como también propiciar el levantamiento de las áreas prioritarias para el control de la contaminación del agua del estado de São Paulo. En 2003 CETESB contempló 154 puntos de monitoreamiento de la calidad del agua implementándose en otros estados para conocer así la situación real de las aguas interiores en estos lugares. La evaluación de calidad de aguas fue estructurada por los 3 usos preponderantes de los recursos hídricos. Así, para cada uno de esos usos, además de las variables específicas de calidad de agua y sedimento, fueron también utilizados índices de calidad. (índice de calidad de agua bruta para fines de abastecimiento público, índice de protección de la vida acuática, índice de comunidad fitoplanctónica, zooplanctónica y bentónica; así como el índice de balnearios. En este estudio se destacó principalmente la presentación de niveles significativamente elevados de coliformes termotolerantes, fósforo y cargas de materia orgánica contaminante ya que el Río Pinheiros recibe gran parte de los desagües domésticos de la ciudad de São Paulo.

Finalmente, a través Asociación Aguas Claras del Río Pinheiros (AACRP, 2013) en el informe de "Calidad del agua de la cuenca del Río Pinheiros Análisis de los datos del monitoreamiento del año 2013" que tiene por objetivo la implementación de estrategias de descontaminación y revitalización del Río Pinheiros en donde se analizaron los Indicadores

del Estado Trófico, Indicadores de balance de iones, Indicadores de calidad microbiológica, características físicas del agua, condiciones de soporte biológico, indicadores de contenido de materia orgánica del agua, características de fierro y manganeso, características de sustancia contaminante y toxicidad en donde se obtuvieron los siguientes resultados; una concentración de oxígeno disuelto por debajo del límite establecido por la resolución CONAMA, además hubieron concentraciones elevadas de carga orgánica e indicadores de patógenos probablemente provenientes de los desagües domésticos; con relación al pH este se mantuvo dentro de los límites legales establecidos siendo ligeramente alcalino indicando la ocurrencia de actividad antrópica, además se encontraron concentraciones de metales pesados en la corriente del Jaguaré.

1.1.2. Justificación de la investigación

En el contexto actual en que la crisis de sustentabilidad ambiental representa una preocupación fundamental para el ser humano, en sus aspectos sociales, económico y ecológicos, se considera importante evaluar la calidad ambiental de las aguas del río Pinheiros, dado que actualmente sus aguas es solo para uso de armonía paisajística, a pesar que en las últimas décadas se han desarrollado diversos proyectos para la revitalización, hasta el día de hoy sus aguas no puede ser para consumo humano o para irrigación de cultivos menos aún para consumo de animales y en época de verano donde el sol es más intenso la emisión de olores desagradables son más notorios. Se espera que a partir de este estudio se obtengan datos que permitan evaluar la calidad fisicoquímica, biológica y nivel trófico de las aguas del río Pinheiros en el año 2016, así mismo, analizar cada parámetro con la normativa vigente, pues las aguas del río es uno de los recursos vitales para las presentes y futuras generaciones. En este sentido tratar de tener las aguas de un río urbano en buena calidad es de carácter bastante emblemático, por varios motivos: primero porque el aumento de la urbanización es de tendencia mundial, siendo particularmente significativa en Brasil;

segundo porque el escenario de escasez de recursos hídricos es bastante palpable, mismo en un país que presenta abundancia de este recurso. Por fin, porque los ríos son excelentes indicadores de la calidad ambiental, reflejando en sus condiciones ecológicas y en la calidad de sus aguas los procesos de uso y ocupación del suelo en su cuenca hidrográfica.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad físicoquímica, biológico e índice de estado trófico del agua del río Pinheiros de la ciudad de São Paulo - Brasil durante el año 2016?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de los parámetros físicoquímicos, biológicos y nivel trófico de la calidad del agua del Río Pinheiros de la ciudad de São Paulo - Brasil durante el año 2016.

1.3.2. Objetivos específicos

- Localizar el área de estudio, algunas actividades antrópicas presentes alrededor del río Pinheiros y los puntos de monitoreo realizados en el río Pinheiros por CETESB en el año 2016.
- Identificar las concentraciones de los parámetros físicoquímicos y biológicos que se monitoreo en el año 2016 por CETESB.
- Comparar los resultados de los parámetros físicoquímicos y biológicos con los valores de agua dulce de clase 3 de la resolución 357/2005 del CONAMA.
- Determinar el índice de estado trófico del río Pinheiros a través del parámetro fosforo del año 2016 con los datos proporcionados por CETESB.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Los parámetros físicoquímicos, biológicos e índice de estado trófico obtenidos en el año 2016 por la compañía ambiental del estado de Sao Paulo (CETESB) superaran los estándares de calidad ambiental de la resolución 357/2005 CONAMA en el río Pinheiros-Brasil

1.4.2. Hipótesis específicas

- A través de imágenes satelitales se corroborará el área de estudio y algunas actividades antrópicas que evidenciará la contaminación de las aguas del río Pinheiros y se conocerá a través de un mapa de georreferenciación los puntos exactos de monitoreo de CETESB del río Pinheiros en el año 2016.
- Las concentraciones de los parámetros físicoquímicos: turbidez, pH, nitrógeno, fósforo, hierro, manganeso, cobre, fenoles, zinc, tolueno y mercurio; biológicos: Oxígeno disuelto, DBO, Coli Termo y Vibrio Fischeri. que se monitoreo en el año 2016 CETESB evidenciaran un alto nivel de contaminación del río Pinheiros.
- Los resultados de los parámetros físicoquímicos y biológicos demostraran que superan los valores de agua de clase 3 de la resolución 356/2005 del CONAMA.
- El índice de estado trófico del río Pinheiros a través del parámetro fósforo del año 2016 con los datos proporcionados por CETESB nos dará un alcance de la clasificación del cuerpo de agua en cada punto monitoreado.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La Investigación es de tipo no experimental descriptiva, dado que no se realiza una manipulación intencional de las variables, se trabajó con variables de determinadas características físicas, químicas y biológicas que se dan en su contexto actual para después analizarlos; también se puede decir que según la naturaleza de los datos es cuantitativa.

Asimismo, el diseño es transeccional, porque se trata de explicar la interrelación de las variables en un momento determinado, variables que fueron evaluadas durante el año 2016, para su posterior análisis y descripción e interpretación de éstos con la resolución 357/2005 de CONAMA.

El diseño transeccional se utiliza cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo. En este tipo de diseño se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores. De manera descriptivos: Tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. El procedimiento consiste en medir un grupo de personas u objetos, una o más variables y proporcionar su descripción. En este diseño lo que se mide es la relación entre variables en un tiempo determinado (Hernández et al.,2006).

2.1.1. Diseño de la investigación No Experimental Descriptiva Transeccional

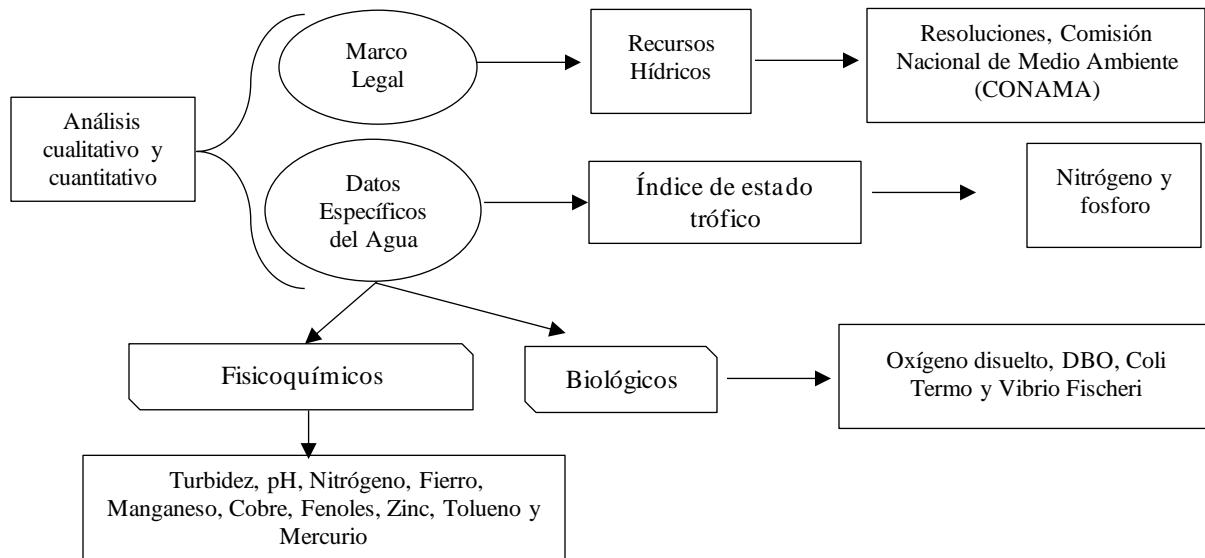


Figura 1. Flujograma de metodología desarrollada en el estudio. Nota: Elaboración propia

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Registros de CETESB sobre la calidad de las aguas del río Pinheiros, en su extensión de 25.2 km que inicia en la planta de bombeo de Pedreira, Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 321360.43 m E; 7396989.51 m S y termina en la desembocadura del río Tiete, Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 329165.38 m E; 7377745.71 m S

2.2.2. Muestra

Los 17 registros de CETESB obtenidos con los resultados de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del río Pinheiros del 2016, medidos en los puntos de muestreo:

- Río Pinheiros – en la planta de bombeo de Pedreira, en el centro del canal (PINH04100), Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 321360.43 m E; 7396989.51 m S

- Río Pinheiros – Puente de Socorro (PINH04250), Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 325592.79 m E; 7381791.06 m S
- Río Pinheiros – debajo del puente Ari Torres (Av. Bandeirantes) (PINH04500), Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 327199.28 m E; 7389675.01 m S
- Río Pinheiros - cerca de su desembocadura en el río Tietê, en la estructura del retiro (PINH04900), Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 329165.38 m E; 7377745.71 m S

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Recolección de datos

- **Técnicas:**

Las técnicas que se utilizaron en este trabajo de investigación fueron el **análisis de documentos** y de **registros**, éste último contenían datos recolectados por la Compañía Ambiental del estado de Sao Paulo, que trabajo junto con Banco Interáguas y TQAS- Sector de aguas superficiales que ya se encontraban disponibles y que se procedió analizarlos.

- **Instrumentos:**

Como instrumentos para la recolección de datos fueron **las tablas de Campo, de Ecotoxicológico y de Físico - Químico** que se encuentran en los registros de CETESB, en cual dichas tablas contienen datos para la realización de nuestros objetivos.

2.3.2. Análisis de datos

Tabla 1

Métodos e instrumentos para análisis de datos

Métodos	Instrumentos	
	Equipos/Programas	Materiales
Clasificación de los cuerpos de agua dulce, según Resolución n°357/2005 de CONAMA	Laptop Microsoft Excel ArcGIS	Lapicero
Condiciones y padrones de calidad de Agua Dulce, Clase 3 según CONAMA, 2005		Libreta
Clasificación del Estado Trófico para Ríos según el índice de Carlson Modificado.		

2.4. Procedimiento

El presente estudio se basa en el análisis de los datos de cada parámetro físicoquímico, biológico presentados por la Compañía Ambiental del Estado de São paulo (CETESB) en el monitoreo del río Pinheiros (enero a noviembre del 2016), a la luz de los parámetros y valores en la resolución 357/2005 del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), lo cual se tomó en cuenta lo siguiente:

2.4.1. Georreferenciación

- Mediante programa de Google Earth en imágenes satelitales se delimita la extensión del río Pinheiros y se identifica algunas actividades antrópicas que se encuentran alrededor del río.

- A través de un mapa de georreferenciación se localiza los puntos de monitoreo hecho por CETESB, ésta hizo el muestreo en cuatro estaciones a lo largo del río descritas a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2

Puntos de monitoreo de CETESB usados para la evaluación del Río Pinheiros

Nombre de la Estación	Punto	Coordenadas UTM		Descripción
		Este	Norte	
Planta de Bombeo Pedreira	PINH04100	321360.43	7396989.51	Por su localización es utilizado para la colecta de agua del río Pinheiros y permite acompañar la calidad de agua que son bombeadas para el reservorio de Billings
Puente Socorro	PINH04250	325592.79	7381791.06	Localizado en el distrito de Santo Amaro, junto a la estación Socorro de la Línea 9 – Esmeralda de la CPTM. La región próxima, en la margen derecha del río Pinheiros
Av. – Bandeirantes – Puente Ari Torres	PINH04500	327199.28	7389675.01	Este punto recibe las contribuciones de las corrientes de Uberaba y Traicão, además también recibe las aguas provenientes del drenaje de Brooklin

Nombre de la Estación	Punto	Coordenadas UTM		Descripción
		Este	Norte	
Próximo a su desembocadura en el Río Tietê	PINH04900	329165.38	7377745	Punto de muestreo localizado en el distrito de Vila Leopoldina, en la estructura de Retiro. Por estar próximo al río Tietê, el agua del río Pinheiros puede sufrir su influencia directa. Es importante pues podemos comprender la transferencia de las cargas contaminadas que ocurren entre los dos ríos.

2.4.2. Caracterización fisicoquímica y biológica mediante CETESB

- Para analizar los valores obtenidos por el monitoreo de CETESB, primero se toma en cuenta los parámetros de agua de clase 3 que se establece en la resolución 357/2005 CONAMA debido a que esta presenta una lista de padrones principales y un panorama de mejoría para las aguas de un río. Según CONAMA actualmente el agua del río Pinheiros está clasificada a la clase 4, es decir que el uso de esta solo es considerada para navegación y armonía paisajística como podemos observar en la Tabla 3.

Tabla 3

Clasificación de los cuerpos de agua dulce, según Resolución n°357/2005 de CONAMA.

CLASE	USO
Clase Especial	Al abastecimiento para el consumo humano, con desinfección.
	La preservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas.
	La preservación de los ambientes acuáticos en unidades de conservación de protección integral.
Clase 1	Al abastecimiento para el consumo humano, luego del tratamiento simple.
	La protección de las comunidades acuáticas.
	La recreación de contacto primario, tales como natación, esquí acuático y buceo, conforme Resolución CONAMA 274 (2000)
	Irrigación de hortalizas que son consumidas crudas y frutas que se desarrollen cerca del suelo y que sean ingeridas crudas sin remoción de contaminantes. Protección de las comunidades acuáticas en tierras indígenas.
Clase 2	Al abastecimiento para el consumo humano, luego del tratamiento convencional.
	La protección de las comunidades acuáticas.
	La recreación de contacto primario, tales como natación, esquí acuático y buceo, conforme Resolución CONAMA 274 (2000).
	La irrigación de hortalizas, plantas fructíferas y de parques, jardines, campos de deporte y ocio, con los cuales el público pueda llegar a tener contacto directo. Acuicultura y actividad de pesca.
Clase 3	Al abastecimiento para el consumo humano, luego del tratamiento convencional o avanzado.
	La irrigación de cultivos arbóreos, cereales y forrajes.
	La pesca amateur. La recreación de contacto secundario. Consumo de animales.
Clase 4	La navegación
	La armonía paisajística.

Nota: Adaptada de CONAMA, 2005.

- Se procedió a la identificación de los indicadores ambientales que permitió evaluar la situación ambiental del agua del río Pinheiros para clase 3.
- Con Registros de los datos recolectados por la Compañía Ambiental del estado de Sao Paulo, que trabajo junto con Banco Interaguas y TQAS- Sector de aguas superficiales, mediante tablas se ordenó los datos para cada parámetro, tomando en cuenta que en ese año se realizó monitoreo en cuatro puntos del río y en seis fechas diferentes en horario diurno de Brasil (6:00 – 18:00 horas) como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4

Cronograma de Monitoreo de CETESB.

Puntos de monitoreo	Fechas de monitoreo					
	1° (enero) monitoreo	2° (marzo) monitoreo	3° (mayo) monitoreo	4° (julio) monitoreo	5° (septiembre) monitoreo	6° (noviembre) monitoreo
PINH04100	28/01/2016	30/03/2016	19/05/2016	13/07/2016	14/09/2016	29/11/2016
PINH04250	28/01/2016	30/03/2016	19/05/2016	13/07/2016	14/09/2016	29/11/2016
PINH04500	28/01/2016	30/03/2016	19/05/2016	13/07/2016	14/09/2016	29/11/2016
PINH04900	28/01/2016	30/03/2016	19/05/2016	13/07/2016	14/09/2016	29/11/2016

- Se procede a realizar cuadros estadísticos en función a los 4 puntos de monitoreo y fechas de monitoreo en el año.
- Para el análisis de la concentración efectiva de *Vibrio Fischeri* se tuvo en cuenta que el resultado de la prueba se mide en CE20% 15 minutos, que es la concentración de la muestra, o del agua intersticial, que causa 20% de reducción en la cantidad de luz emitida por el microorganismo después de los

15 minutos de exposición. Así cuanto menor es el valor de la CE20%, más toxica es la muestra analizada (AACRP, 2013)

2.4.3. Comparación de resultados de los parámetros fisicoquímico y biológicos.

- Para el análisis los resultados de cada parámetro se realizó la comparación con los límites para agua de clase 3 según La resolución n°357 de 17 de marzo de 2005, El Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), esta establece la clasificación del cuerpo de agua y directrices ambientales para su encuadramiento (Tabla 5), bien como impone las condiciones y padrones de lanzamiento de efluente, clasificando las aguas en dulces, salobres y salinas esenciales de sus niveles de calidad requerida para sus usos preponderantes.

Tabla 5

Condiciones y padrones de calidad de Agua Dulce, Clase 3 según CONAMA, 2005

PADRONES	
PARÁMETROS	VALORES
Coliformes Termotolerantes	Límite máximo de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros en 80% o más de por lo menos 6 muestras, colectadas durante el período de un año, con frecuencia bimestral.
DBO (5,20)	Hasta 10 mg O ₂ /L
Oxígeno Disuelto	No inferior a 4 mg O ₂ /L
Turbidez	Hasta 100 UNT
pH	6,0 a 9,0
PARÁMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila a	60 µg/L

PADRONES

PARÁMETROS INORGÁNICOS	VALOR MÁXIMO
Cobre Disuelto	0,013 mg Cu /L
Cromo total	0,05 mg Cr /L
Fierro Disuelto	5,0 mg Fe /L
Fósforo Total (ambiente lótico y tributarios de ambientes intermediarios)	0,15 mg P /L
Manganeso total	0,5 mg Mn /L
Mercurio total	0,002 mg Hg /L
Nitrógeno Amoniacal total	13,3 mg N /L, para pH ≤ 7,5
	5,6 mg N /L, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	2,2 mg N /L, para 8,0 < pH ≤ 8,5
Zinc total	1,0 mg N /L, para pH > 8,5
	5 mg Zn /L
PARÁMETROS ORGÁNICOS	VALOR MÁXIMO
Tolueno	2,0 µg/L
Fenoles Totales (sustancias que reaccionan con 4 – aminoantipirina)	0,01 mg C ₆ H ₅ OH /L

2.4.4. Índice de estado trófico (IET)

El índice de estado trófico evaluar la calidad del agua cuanto al enriquecimiento por nutrientes y su efecto relacionada al creciente excesivo de las algas, o el potencial para el creciente (BEM, 2009).

- Para el caculo del índice de estado trófico, existen 3 maneras de determinar el índice de estado trófico y son: por el parámetro Fosforo-total en mg.m³, Clorofila a en mg.m⁻³ y Ponderación (IET) este través de las siguientes fórmulas para ambientes loticos:

$$IET (CL) = 10X \left(6 - \frac{-0.7 - 0.6X \ln(CL)}{\ln(2)} \right) - 20 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$IET (PT) = 10X \left(6 - \frac{0.42 - 0.36X \ln(PT)}{\ln(2)} \right) - 20 \quad \text{Ecuación 2}$$

Nota: Autor. Robert E. Carlson. (Índice de Estado Trófico de Carlson, 1977).

Donde:

PT: concentración de fósforo total en $\mu\text{g. L}^{-1}$

CL: concentración de Clorofila total en $\mu\text{g. L}^{-1}$

ln: Logaritmo natural.

El ponderado es:

$$IET = \left(\frac{IET (PT) + IET (CL)}{2} \right) \quad \text{Ecuación 3}$$

- Para esta investigación el índice de estado trófico se determinó con el parámetro de fosforo ya que la compañía CETESB no midió clorofila en ninguno de los puntos.
 - **Fosforo total:** En sistemas acuáticos el fosforo esta como fosfato orgánico y fosfato inorgánico, es asimilado por el fitoplancton, bacterias y plantas bentónicas, y es remineralizado por actividades heterotróficas de los animales y microorganismos (BARBIERI, et al.,2013)
- Para medir el índice de estado trófico con el parámetro fosforo se convierte las unidades de mg/L a mg.m^{-3} para luego hacer la clasificación de acuerdo con la Tabla 6.

Tabla 6

Clasificación del Estado Trófico para Ríos según el índice de Carlson Modificado.

Clasificación de Estado Trófico			
Categoría (Estado Trófico)	Ponderación	P-total – P(mg.m⁻³)	Clorofila a (mg.m⁻³)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	P ≤ 13	CL ≤ 0.74
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	13 < P ≤ 35	0.74 < CL ≤ 1.31
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	35 < P ≤ 137	1.31 < CL ≤ 2.96
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	137 < P ≤ 296	2.96 < CL ≤ 4.70
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	296 < P ≤ 640	4.70 < CL ≤ 7.46
Hipereutrófico	IET > 67	640 < P	7.46 < CL

Nota. Fuente: CETESB, 2004.

- La discusión del resultado del índice de estado trófico del río Pinheiros se basa en las características de la Tabla 7.

Tabla 7

Características principales de las clases de Estado Trófico.

Categoría (Estado Trófico)	Características
Ultraoligotrófico	Cuerpos de agua limpios, de productividad muy baja y concentraciones insignificantes de nutrientes que no acarrearán perjuicios a los usos del agua.
Oligotrófico	Cuerpos de agua limpios, de baja productividad, en los que no ocurren interferencias indeseables sobre los usos del agua, consecuentes de la presencia de nutrientes.
Mesotrófico	Cuerpos de agua con productividad intermediaria, con posibles implicaciones sobre la calidad del agua, pero en niveles aceptables en la mayoría de los casos.
Eutrófico	Cuerpos de agua con alta productividad en relación a las condiciones naturales, con reducción de la transparencia de sus aguas, en general afectados por actividades antrópicas, las cuales generan alteraciones indeseables en la calidad del agua consecuentes del aumento de la concentración de nutrientes e interferencias en sus múltiples usos.
Supereutrófico	Cuerpos de agua con alta productividad con relación a las condiciones naturales, con reducción de la transparencia de sus aguas, en general afectados por actividades antrópicas, las cuales generan alteraciones indeseables en la calidad del agua, con la ocurrencia de episodios de floración de algas, e interferencias en sus múltiples usos.
Hipereutrófico	Cuerpos de agua afectados significativamente por las elevadas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, comprometidas significativamente en sus usos asociados a episodios de floración de algas o mortandad de peces, con consecuencias indeseables para sus múltiples usos, inclusive sobre las actividades pecuarias en las regiones ribereñas.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Área de estudio.

El área de estudio comprende en el río Pinheiros en su extensión de 25.2 km desde el punto en la planta de bombeo de Pedreira, Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 321360.43 m E; 7396989.51 m S y termina en la desembocadura del río Tiete, Coordenadas (UTM WGS84 Zona 23): 329165.38 m E; 7377745.71 m S, localizado en la ciudad de São Paulo densamente urbanizada en Brasil. Es uno de los cuerpos de agua más importantes del estado ya que cruza la ciudad entera y divide la extensión geográfica de la misma, además de la evidente intervención antrópica pues actualmente a lo largo de su extensión recibe los efluentes de alrededor de 300 industrias y desechos de 400 mil familias (CETESB,2004).

La Figura 2 muestra la totalidad del área de estudio ha sido delimitada de color rojo para darnos una mejor referencia de la extensión y zona desarrollada.



Figura 2. Extensión del área de estudio del Río Pinheiros - Nota: Adecuado de Google Earth

La Figura 3 muestra la intervención antrópica muy de cerca en donde podemos encontrar un estación eléctrica, grifos, fábricas de diferentes rubros, frigoríficos, unidad de tratamiento de residuos, almacén de material de construcción, entre otros. A lo largo de la extensión del río las mismas fuentes antrópicas son repetitivas, sumándole además la influencia de familias que viven cerca de los ríos y parte de sus residuos son a veces desembocados en él.



Figura 3. Intervención antrópica en el Río Pinheiros – Nota. Adecuado de Google Earth

En el Mapa de ubicación de puntos de monitoreo (Anexo 5) se situaron las posiciones exactas de los puntos de muestreo: PINH04100 (Planta de Bombeo Pedreira), PINH04500 (Debajo del Puente Ari Torres), PINH04250 (Puente del Socorro), PINH04900 (Estructura del Retiro).

Con este mapa pudimos situarnos geográficamente en la extensión del río Pinheiros y también reconocer los componentes que lo constituyen como los municipios cercanos con

los que colinda, las represas vecinas, los canales que conectan directa o indirectamente con nuestra área de estudio, así como también las redes viales próximas.

Los cuatro puntos de monitoreo solo recorren el municipio de São Paulo, pero están colindantes al Municipio de Osasco, Taboão da Serra, Embú, Itapeperica da Serra y Diadema. Notamos que los puntos PINH04900 y PINH04100 están ubicados en los extremos del circuito de monitoreo, además de que el primero está en su desembocadura con el río Tietê y el último punto de monitoreo en la represa Billings para darnos una mejor visión de los puntos muestreados. Mientras que los puntos PINH04250 y PINH04500 vienen a ser parte del circuito de una manera más central dentro de la extensión del río Pinheiros, pero están más expuestos a las redes viales, y al sector urbano de la ciudad de São Paulo por lo que podemos deducir que estos son los puntos más afectados antrópicamente por su exposición directa al urbanismo de esta ciudad.

3.2. Parámetros analizados

Partiendo de la resolución 357/2005 de CONAMA y de la clasificación de los cuerpos de agua dulce, los principales parámetros que serán evaluados en este estudio son los que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Parámetros empleados para evaluar la situación ambiental del agua del río Pinheiros para clase 3

Parámetros	Indicador ambiental	Unidad
Físicos	Turbidez	UNT
	pH	U.Ph
	Oxígeno disuelto	mg/L
Químicos	Cobre	mg/L
	Fenol	mg/L
	Toluenos	ug/L
	Zinc	mg/L
	Mercurio	mg/L
	DBO _(5,20)	mg/L
Biológicos	Coliformes termotolerantes	UFC/100mL
	Concentración efectiva 20% <i>Vibro flscheri</i>	EC20%
Indicadores de estado trófico	Nitrógeno amoniacal	mg/L
	Fosforo	mg/L

Nota. UFC- Unidad Formadora de Colonia.

3.3. Resultados de concentraciones en los parámetros y comparación con los ECAs para calidad de agua de clase 3

Con los registros de los datos recolectados por la Compañía Ambiental del estado de Sao Paulo, que trabajo junto con Banco Interaguas y TQAS- Sector de aguas superficiales hacemos énfasis en las concentraciones de los principales parámetros, luego mediante graficas se realiza la comparación con los ECAs para agua dulce de clase 3, los resultados se muestran a continuación:

3.3.1. Parámetros fisicoquímicos

La Tabla 9 muestra los resultados del parámetro **turbidez** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del rio Pinheiros.

Tabla 9

Resultado del parámetro Turbidez (UNT).

Puntos de monitoreo	Unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	UNT	22.3	20	50.6	12	8.4	
PINH04250	UNT	27.11	29.2	71	7.08	36	59.4
PINH04500	UNT	54.8	24.7	61.7	6.32	45	42.4
PINH04900	UNT	62.9	37.2	72	10.2	37	38.2

En la Figura 5 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para Turbidez, cuyo valor es hasta 100UNT, quedando las concentraciones bajo el límite, por ende, no sobrepasa la norma.

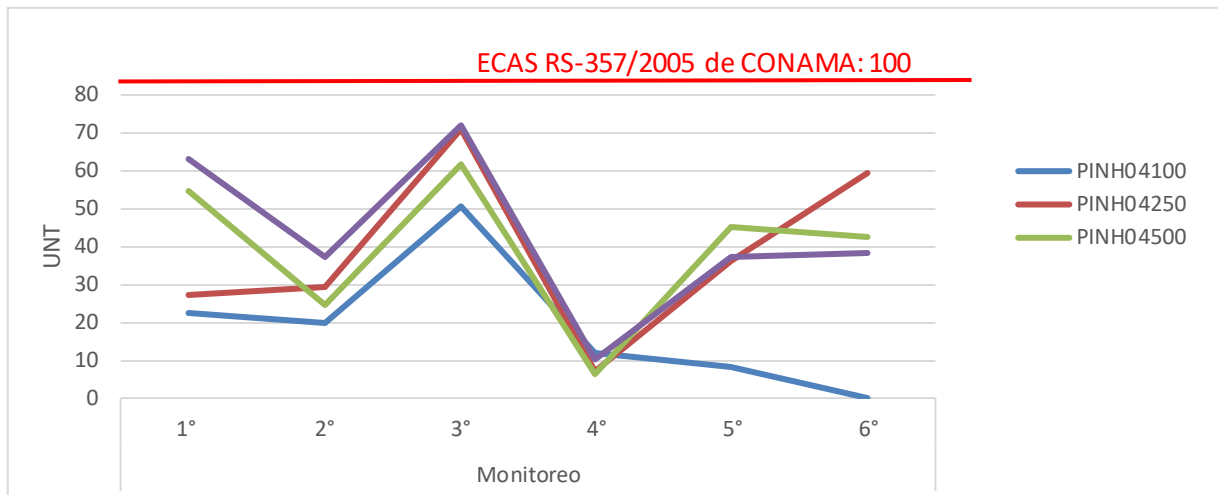


Figura 4. Comparación de concentración de turbidez con los ECAs para calidad de agua de clase 3 - Nota. UNT- Unidad Nefelométrica de Turbidez

La Tabla 10 muestra los resultados del parámetro **pH** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 10

Resultado del parámetro pH

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	U.pH	7.28	7.01	7.06	6.79	6.49	
PINH04250	U.pH	7.27	7.28	7.11	7.09	7.01	7.1
PINH04500	U.pH	7.04	7.1	7.12	7.25	6.56	7.24
PINH04900	U.pH	6.93	7.15	7.06	7	6.66	7.09

En la Figura 5 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para pH, cuyo valor es de 6.0 a 9.0, quedando las concentraciones dentro del límite, no sobrepasa la norma.

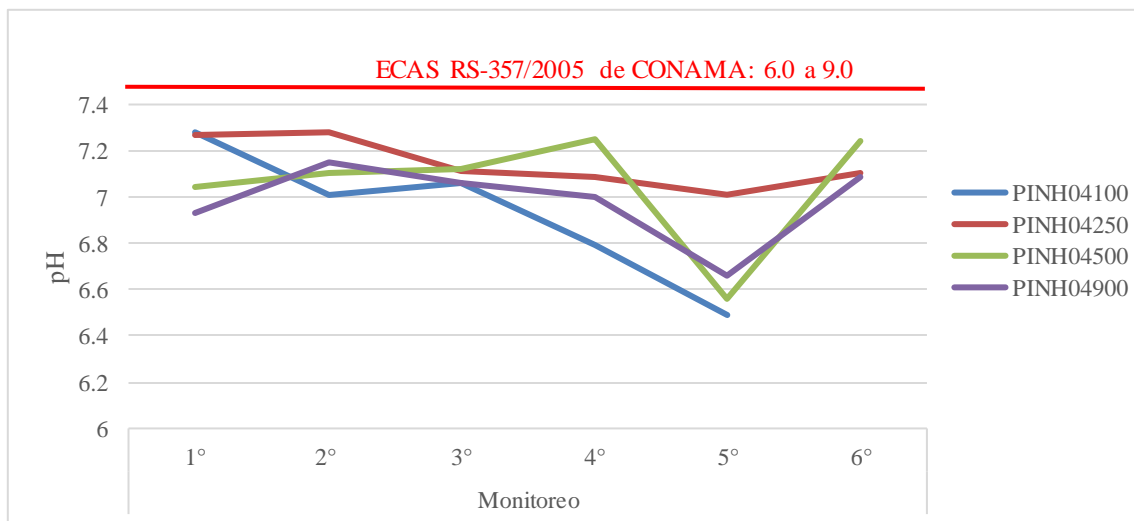


Figura 5. Comparación de concentración de pH con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 11 muestra los resultados del parámetro **oxígeno disuelto** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 11

Resultado del parámetro Oxígeno disuelto (mg/L).

Puntos de monitoreo	Unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	4.02	3.12	0.39	6.6	7.78	
PINH04250	mg/L	4.69	1.18	0.41	0.19	0.38	0.35
PINH04500	mg/L	1.32	0.6	0.39	0.36	0.37	2.32
PINH04900	mg/L	1.84	0.56	0.66	0.31	0.24	0.7

la Figura 6 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para Oxígeno disuelto, cuyo valor como mínimo es de a 4 mg O₂/L, los valores de pH en los puntos PINH04250, PINH04500, PINH04900 no superan ni el mínimo requerido a diferencia del primer punto que sobrepasa el límite con valores de hasta 7.784 mg O₂/L.

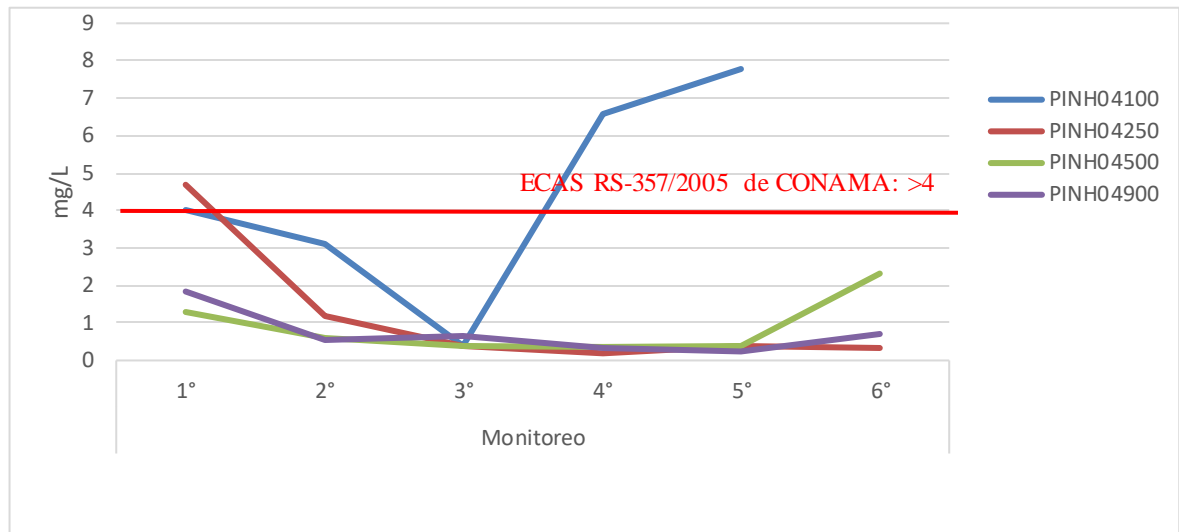


Figura 6. Comparación de concentración de oxígeno disuelto con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 12 muestra los resultados del parámetro **cobre** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros

Tabla 12

Resultado del parámetro Cobre (mg/L)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	
PINH04250	mg/L	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
PINH04500	mg/L	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03
PINH04900	mg/L	0.04	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02

En la Figura 7 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para cobre, cuyo valor máximo es 0.013 mg Cu/L, y podemos apreciar como los valores de cobre en los puntos de monitoreo en el todo el año 2016 sobrepasan el límite establecido, es más notorio en los puntos PINH04250, PINH04500, PINH04900.

Este resultado pudo deberse a la presencia de algunas actividades industriales que se encuentran cerca al río.

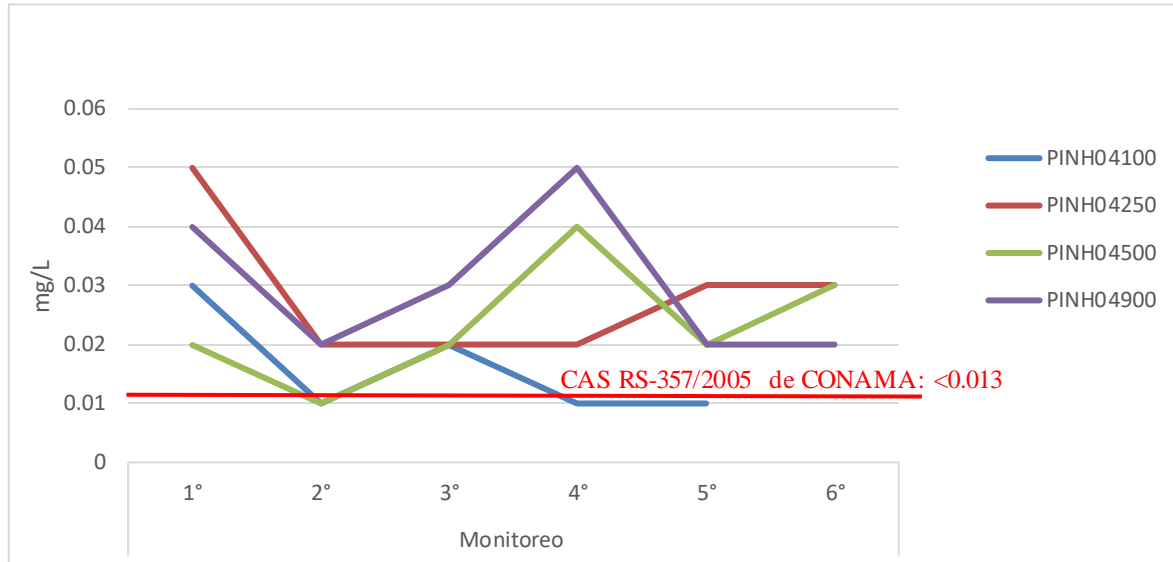


Figura 7. Comparación de concentración de cobre con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 13 muestra los resultados del parámetro **fenol** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 13

Resultado del parámetro Fenol (mg/L)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
PINH04250	mg/L	0.02	0.02	0.01	0.003	0.02	0.005
PINH04500	mg/L	0.003	0.02	0.009	0.003	0.04	0.004
PINH04900	mg/L	0.003	0.03	0.01	0.03	0.04	0.003

En la Figura 8 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para fenol, cuyo valor máximo es 0.01 mg C₆H₅OH/L, el punto PINH04100 las concentraciones de fenol no sobrepasan el límite, a diferencia de los puntos PINH04250, PINH04500, PINH04900 que en ciertas fechas estuvieron bajo el límite de la norma.

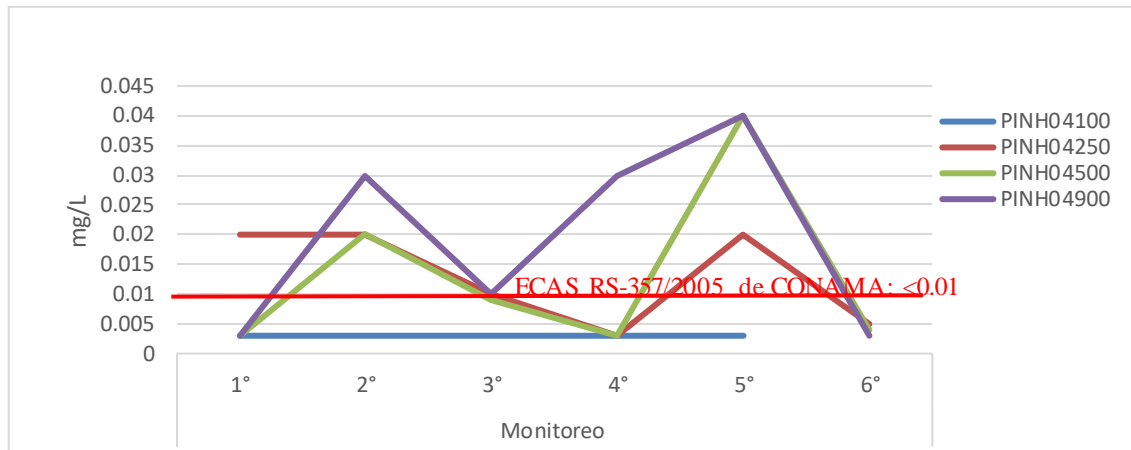


Figura 8. Comparación de concentración de fenol con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 14 muestra los resultados del parámetro **tolueno** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 14

Resultado del parámetro Tolueno (ug/L)

Puntos de monitoreo	Unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	µg/L	2		61.3	2		
PINH04250	µg/L	2.68		76.3	2		152
PINH04500	µg/L	2		27	6.23		8.94
PINH04900	µg/L	4.18		87.8	86.6		2

En la Figura 9 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para tolueno, cuyo valor máximo es 2 ug/l, en todos los puntos las concentraciones de tolueno sobrepasan el límite.

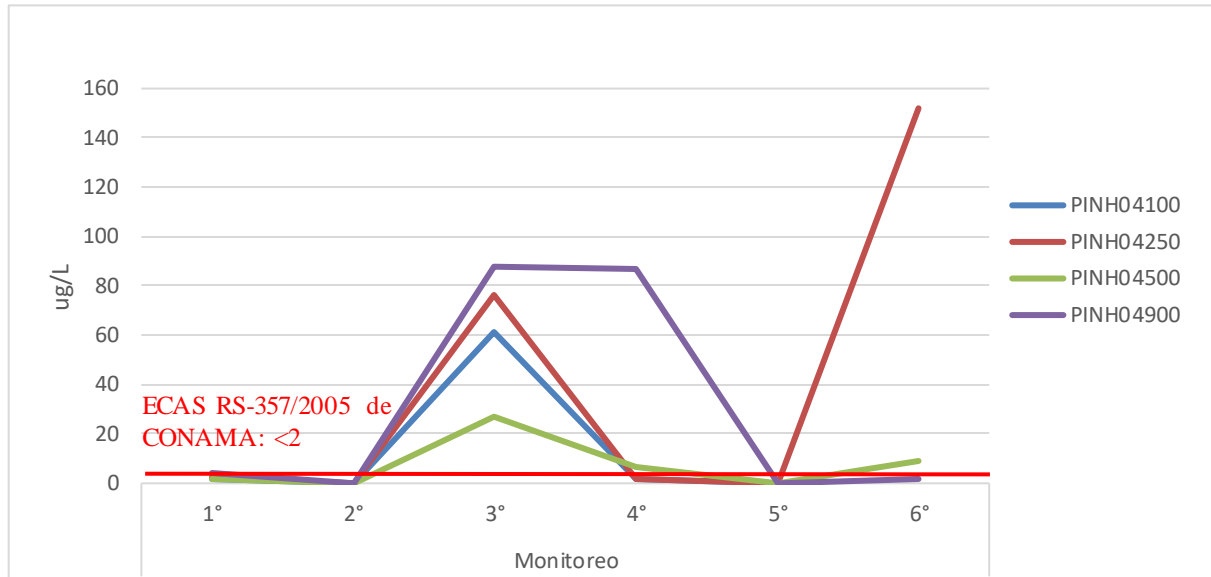


Figura 9. Comparación de concentración de tolueno con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 15 muestra los resultados del parámetro **zinc** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 15

Resultado del parámetro Zinc (mg/L)

Puntos de monitoreo	Unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	0.02	0.05	0.04	0.02	0.02	
PINH04250	mg/L	0.07	0.03	0.06	0.03	0.08	0.04
PINH04500	mg/L	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.05
PINH04900	mg/L	0.04	0.03	0.06	0.03	0.03	0.07

En la Figura 10 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para zinc, cuyo valor máximo 5.0 mg Zn /L , los valores de zinc en los 4 puntos de monitoreo no sobrepasan el límite de la norma, el valor máximo identificado es 0.08 mg Zn /L.

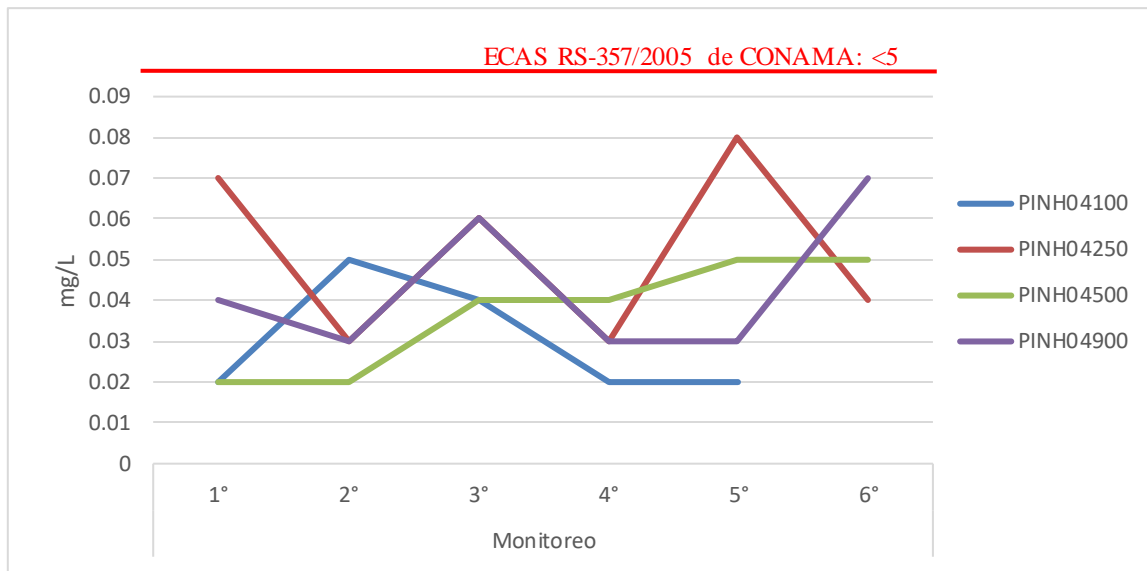


Figura 10. Comparación de concentración de zinc con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 16 muestra los resultados del parámetro **mercurio** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 16

Resultado del parámetro Mercurio (mg/L)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	
PINH04250	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
PINH04500	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
PINH04900	mg/L	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002

En la Figura 11 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para mercurio, cuyo valor máximo es 0.002mg Mg /L, se muestra que los valores de mercurio en los 4 puntos de monitoreo no sobrepasan el límite de la norma.

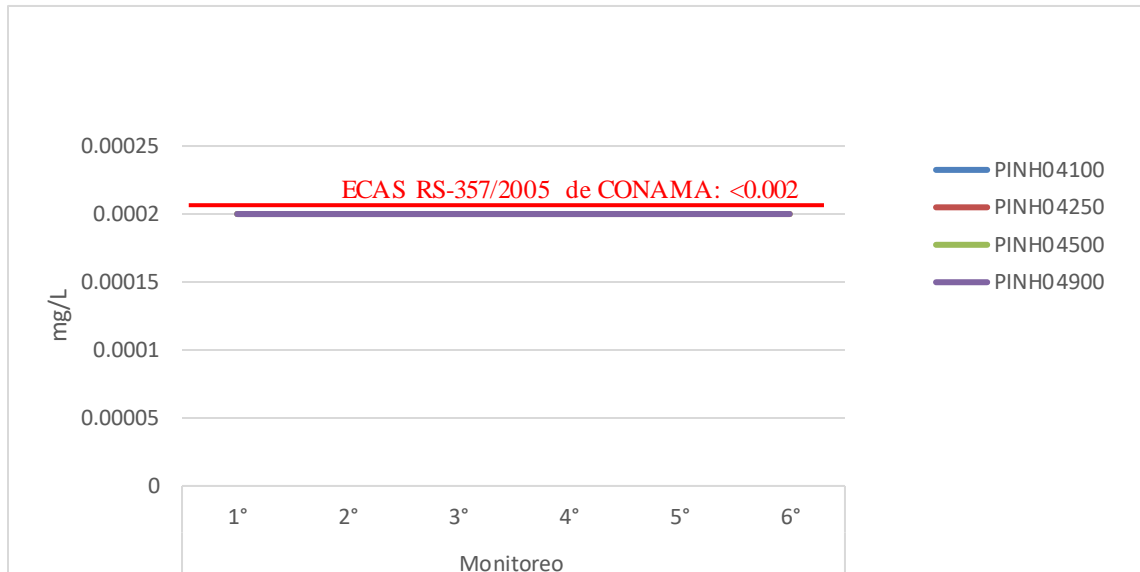


Figura 11. Comparación de concentración de mercurio con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

3.3.2. Parámetros biológicos

La Tabla 17 muestra los resultados del parámetro **demanda biológica de oxígeno** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 17

Resultado del parámetro DBO (mg/L)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	15	12	30	8	11	
PINH04250	mg/L	50	41	115	46	71	52
PINH04500	mg/L	16	64	34	44	68	
PINH04900	mg/L	30	78	54	79	60	18

En la Figura 12 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para DBO, cuyo valor máximo es 10 mg/L, solo en dos fechas a final del año 2016 en el primer punto de monitoreo PINH04100 se tuvo valores dentro del límite, pero a medida que el agua avanza las concentraciones de DBO superan el límite permitido.

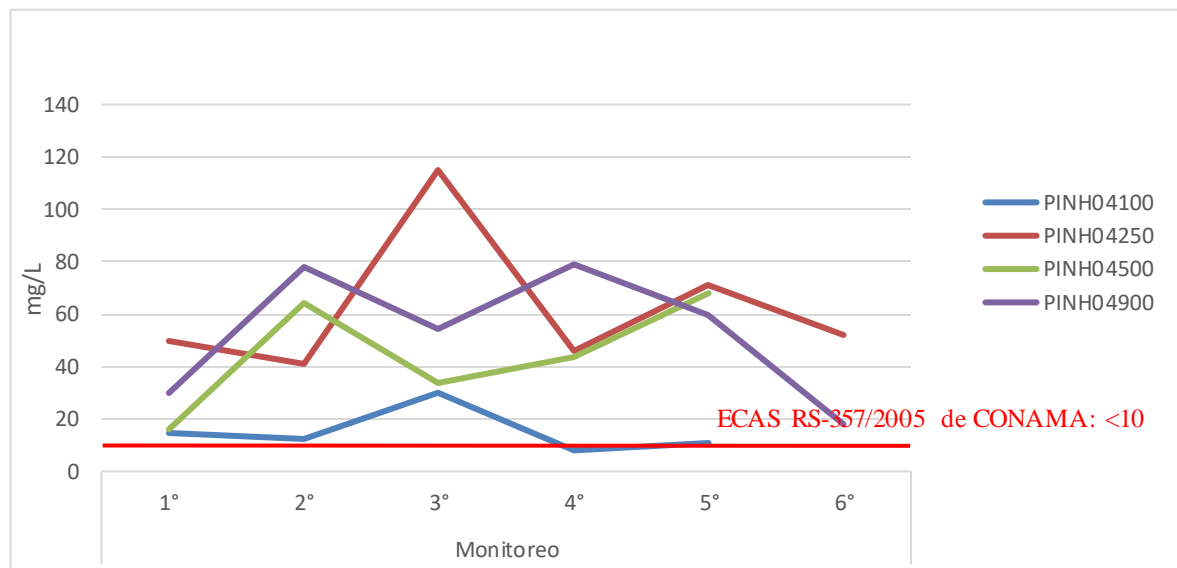


Figura 12. Comparación de concentración de DBO con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 18 muestra los resultados del parámetro **coliformes termotolerantes** que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 18

Resultado del parámetro Coliformes termotolerantes (UFC/100ml)

Puntos de monitoreo	Unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	UFC/100ml	470000	20000	710000	2760	2200	
PINH04250	UFC/100ml	2300000	540000	1400000	560000	3000000	1500000
PINH04500	UFC/100ml	2200000	550000	680000	540000	480000	1500000
PINH04900	UFC/100ml	980000	3100000	2000000	800000	2000000	1400000

En la Figura 13 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para coliformes termotolerantes, cuyo valor máximo es 2500UFC/100ml, solo en la quinta fecha a final del año 2016 en el primer punto de monitoreo PINH04100 se tuvo valores dentro del límite, el resto de los valores sobrepasaron el límite de la norma.

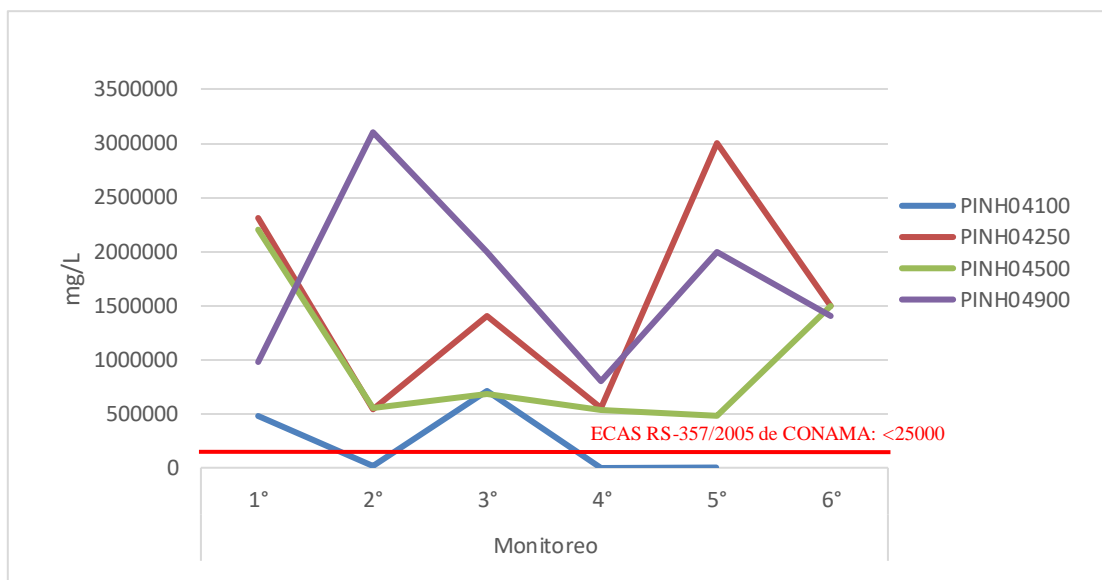


Figura 13. Comparación de concentración de Coliformes termotolerantes con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

La Tabla 19 muestra los resultados del parámetro *Vibrio fischeri* que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 19

Resultado del parámetro Vibrio Fischeri (EC20%)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	°6
PINH04100	EC20%	81.9	81.9	20.4	81.9	81.9	
PINH04250	EC20%	11.5	6.6	9.27	9.78	8.08	55
PINH04500	EC20%	81.9	23.6	17.6	10.4	11.4	81.9
PINH04900	EC20%	81.9	18.9	12	3.71	6.89	81.9

En la Figura 14 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para *Vibrio Fischeri*, cuyo valor mínimo requerido es CE20%, el mayor grado de toxicidad se observan en la segunda y tercera fecha de monitoreo y en los 4 puntos

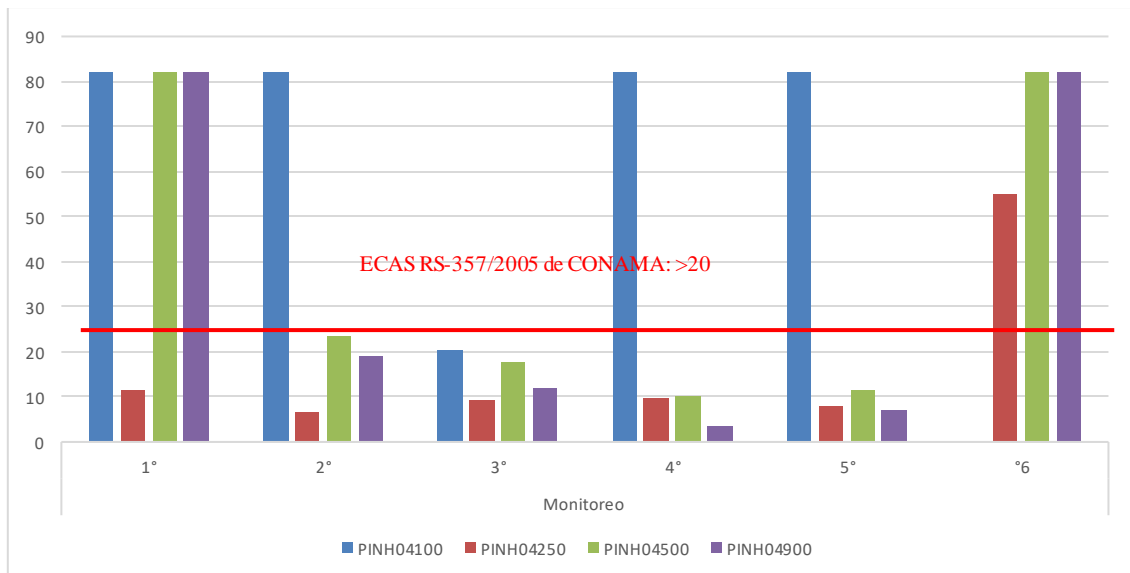


Figura 14. Comparación de concentración efectiva de 20% *Vibrio fischeri* con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

3.3.3. Indicadores de estado trófico

La Tabla 20 muestra los resultados del parámetro *nitrógeno amoniacal* que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 20

Resultado del parámetro Nitrógeno amoniacal (mg/L)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	2.54	0.1	11.9	2.11	2.16	
PINH04250	mg/L	5.96	13.9	12.4	10.3	18.8	11.5
PINH04500	mg/L	2.68	17.3	9.75	14.2	26.2	8.79
PINH04900	mg/L	7.35	17.8	15.1	18.8	25.6	4.21

En la Figura 15 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para nitrógeno amoniacal, cuyo valor máximo es 13.3 mg/L, las concentraciones de nitrógeno amoniacal sobrepasan el límite establecido a partir de la segunda fecha en los puntos PINH04250, PINH04500 PINH04900.

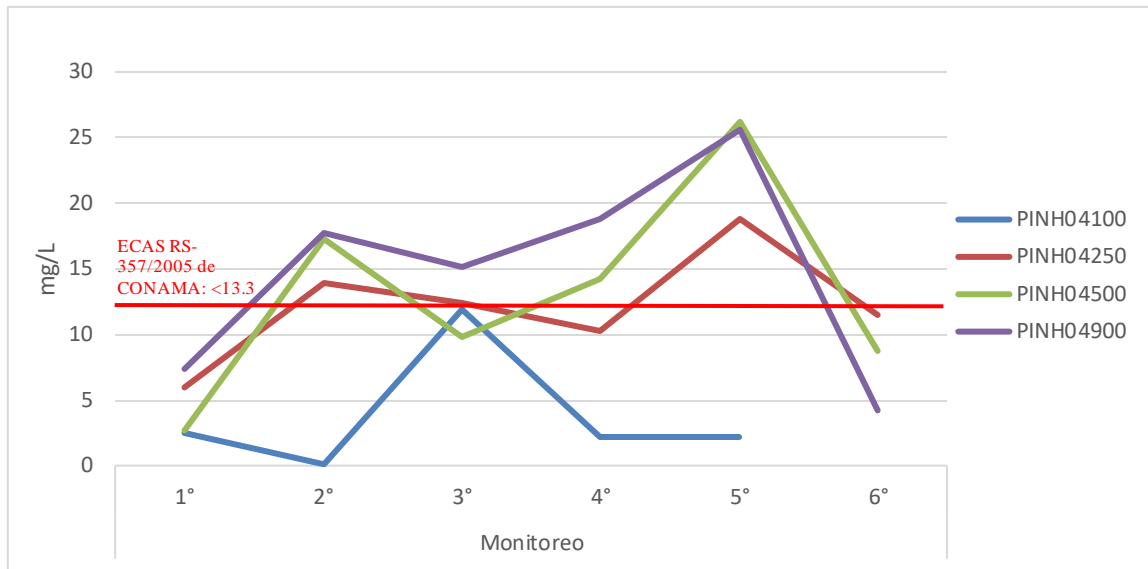


Figura 15. Comparación de concentración de nitrógeno amoniacal con los ECAs para calidad de agua - clase 3.

La Tabla 21 muestra los resultados del parámetro *fosforo total* que se registró en 6 fechas durante el año 2016 en los 4 puntos de monitoreo del río Pinheiros.

Tabla 21

Resultado del parámetro Fosforo total (mg/l)

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo					
		1°	2°	3°	4°	5°	6°
PINH04100	mg/L	0.36	0.58	1.19	0.23	0.25	
PINH04250	mg/L	1.29	1.63	2.06	1.54	2.62	1.16
PINH04500	mg/L	0.35	1.89	1.4	2.14	2.69	1.24
PINH04900	mg/L	1.05	2.73	1.93	2.64	2.8	0.54

En la Figura 16 se observa con una línea roja el ECA para agua de clase 3 de CONAMA 357/20052 para *fosforo total*, cuyo valor máximo es 0.15 mg/L, todos los valores en los diferentes puntos y fechas durante el año 2016 sobrepasan por mucho a la norma.

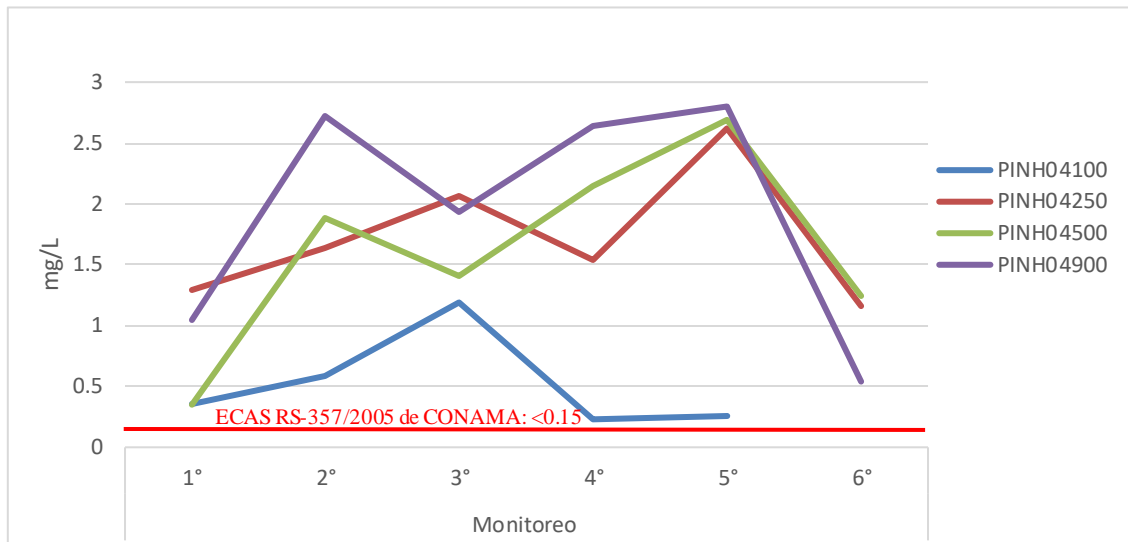


Figura 16. Comparación de concentración de fosforo total amoniacal con los ECAs para calidad de agua de clase 3.

3.4. Resultados del índice de estado trófico

Para determinar el índice de estado trófico del agua se determinó solo con el parámetro fosforo total como se observa en la Tabla 22 en unidades de miligramos por metro cúbico ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), dado que el parámetro clorofilo no fue considerado por la Compañía Ambiental de estado de São Paulo (CETESB) para el monitoreo del agua del rio Pinheiros en el año 2016.

Tabla 22

Resultado del parámetro fósforo total en unidades de miligramos por metro cúbico (mg.m⁻³)

Puntos de monitoreo	Unidad	Monitoreo						Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	
PINH04100	mg.m ⁻³	360	580	1190	230	250		2610
PINH04250	mg.m ⁻³	1290	1630	2060	1540	2620	1160	10300
PINH04500	mg.m ⁻³	350	1890	1400	2140	2690	1240	9710
PINH04900	mg.m ⁻³	1050	2730	1930	2640	2800	540	11690

La Tabla 23 muestra la clasificación trófica del río Pinheiros de acuerdo con los colores establecidos según el índice de Carlson Modificado que se muestra en la Tabla 7.

Tabla 23

clasificación Trófica del río Pinheiros en los 4 puntos de monitoreo del año 2016.

Puntos de monitoreo	unidad	Monitoreo						Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	
PINH04100	mg.m ⁻³	360	580	1190	230	250		2610
PINH04250	mg.m ⁻³	1290	1630	2060	1540	2620	1160	10300
PINH04500	mg.m ⁻³	350	1890	1400	2140	2690	1240	9710
PINH04900	mg.m ⁻³	1050	2730	1930	2640	2800	540	11690

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En nuestra área de estudio que comprendió los 25 km de extensión del río Pinheiros, localizado en la ciudad de São Paulo una ciudad densamente urbanizada en Brasil, logramos evidenciar mediante las localizaciones de los puntos de monitoreo la intervención antrópica, se encontró una estación eléctrica, grifos, fábricas de diferentes rubros, frigoríficos, unidad de tratamiento de residuos, almacén de material de construcción, entre otros como se logra ver en la Figura 3. A lo largo de la extensión del río las mismas fuentes antrópicas son repetitivas, sumándole además la influencia de familias que viven cerca de los ríos y parte de sus residuos son a veces desembocados en él. La AACRP (2013) afirma que actualmente el río Pinheiros a lo largo de su extensión existen actividades antrópicas que afectan algunos parámetros como el caso del pH.

Mediante esta investigación, se determinó que existe una relación entre las variables de parámetros físicos, químicos, biológicos e índice de estado trófico, las cuales nos han permitido analizar la calidad del agua del río Pinheiros del año 2016, para la realización del estudio se consideró trabajar con los datos brindados por CETESB; los cuales nos han permitido dar respuesta al objetivo general de nuestra investigación:

El primer parámetro físico analizado es, la turbidez del agua dulce de clase 3, estableciendo un límite de hasta 100 UNT. En la Figura 4, se observa que el mayor valor de turbidez en el río Pinheiros fue en el punto PINH04500, con 61.7 UNT en el mes de mayo, así mismo se observa que durante este mes se encontraron valores más altos de turbidez, pero no llega a sobrepasar el límite establecido del ECA. A pesar de la erosión de los márgenes y contribución de efluentes, las concentraciones de turbidez en los 4 puntos en el año 2016 no sobrepasan el límite de agua dulce de clase 3. Según SEMA (1998) el parámetro

turbidez no se encontraba dentro los límites que establece la norma para agua de clase 3 lo que podría disminuir aún más la concentración si se utiliza una tecnología de flotación y remoción de fluctuantes.

El segundo parámetro físico analizado es el pH. Cuando se habla de potencia de hidrogeno se hace referencia a la intensidad de las condiciones acidas o alcalinas del medio líquido, mediante el cálculo de la presencia de iones de hidrogeno (H^+). El cual es calculado en escala antilogaritmica, así lo afirma la Fundación Nacional de Salud (2014) y además establecen una faja de medición de pH de 0 a 14 (inferior a 7: condiciones acidas; superior a 7: condiciones alcalinas). Mediante la figura 5 se observa los valores de pH, teniendo el valor más bajo de 6.56 en el punto PINH04500 en el mes de septiembre y el valor máximo de 7.28 en los meses de enero y marzo en el punto PINH4100 y PINH4250 respectivamente. Se determinó que en todos los puntos de monitoreo el pH se encuentra dentro del límite permisible para agua de clase 3 según la resolución N° 357 de CONAMA. En comparación con el antecedente de AACRP (2013) el pH también se encontró dentro de los límites permitidos, aunque ligeramente alcalino en algunos puntos.

Dentro de los parámetros químicos tenemos al Oxígeno Disuelto este parámetro es indispensable para la vida acuática por lo tanto su dependencia será de acuerdo con las condiciones ambientales ya que este aumenta al disminuir las temperaturas o cuando la presión aumenta, cuanto menor las concentraciones de oxígeno disuelto mayor es la ocurrencia de mortandad de seres vivo en el medio acuático (ANA,2017), se estableció como límite mínimo 4 mgO₂/ L. Casi todas las concentraciones que se muestra en la Figura 7 durante el 2016 están por debajo de este límite, se logra observar que en los meses de enero, julio y septiembre en el punto PINH4100 los valores estuvieron dentro del ECA. El valor mínimo se da en el mes de Julio con un valor de 0.19 mg/L en el punto PINH4250, esto es el reflejo de la alta carga orgánica en el río debido a la presencia de afluentes. Según el

Gobierno del estado de Sao Paulo (2014) se podría mejorar la presencia de oxígenos con las tecnologías de electrocoagulación, flotación y biológico de enzimas y surfactantes para aumentar el límite de oxígeno en las aguas el río Pinheiros.

El segundo parámetro químico analizado es el Cobre, según la Figura 7 se deduce que en todos los puntos y fechas de monitoreo del año 2016 sobrepasaron el ECA para agua de clase 3 según la resolución 357/2005 de CONAMA, dado que el límite máximo es de 0.013 mg/L, así, la mayor concentración de cobre es de 0.05 mg/l el cual se da dentro de los meses de enero en el punto PINH04250 y en el mes de julio en el punto PINH04900. La menor concentración fue de 0.01 mg/L en los meses de marzo, julio y septiembre. Se sabe que el cobre como otros elementos llega a las aguas a partir de efluentes superficiales y de contaminación de agua subterránea, en función del uso agrícola como fungicidas y pesticidas. (ABRAMPA, 2012).

Márquez (2008) menciona que el Zinc es un metal que es requerido por el organismo, sin embargo, un aumento de las concentraciones lo hace tóxico para los cuerpos acuáticos. En la Figura 10 se observa que la menor concentración obtenida fue de 0.02 mg/L y la mayor fue de 0.08 mg/L registrado en el mes de septiembre en el punto PINH4250. Este parámetro químico evaluado en los 4 puntos y monitoreadas durante las 6 fechas en el año de 2016 no sobrepasaron el ECA. Se sabe que las fuentes principales son la metalurgia (fundición y refinación) e industrias de plomo (Silva, 2003)

El Mercurio es un metal tóxico, que aun estando presente en pequeñas cantidades dentro del medio ambiente este se puede evaporar. Los peces son concentradores naturales de mercurio y su cantidad en estos animales depende del alimento, edad y del tamaño. Como consecuencia la contaminación humana por mercurio depende no solamente de la cantidad de pescado consumida sino también de la especie escogida (Rodríguez, J. y Carneiro, A, 2000). Como se pueden observar en la Figura 11, la concentración de mercurio en los 4

puntos y fechas de monitoreo del año 2016 no pasaron el límite de ECAs para agua de clase 3 según la resolución 357/2005 de CONAMA.

A pesar que los metales Zinc y Mercurio no sobrepasaron el ECA, se observó que el cobre si sobrepasó las concentraciones del ECA de agua dulce de clase 3. Según SEMA (1998) La concentración de metales pesados pueden ser significativamente disminuidos a través de la tecnología de flotación y remoción de fluctuantes.

Otro de los parámetros químicos es Fenol, según la Asociación de Aguas Claras del río Pinheiros (2013) mencionan que los compuestos de fenol son encontrados en pequeñas concentraciones en agua naturales por ser constituyentes de vegetales, estos compuestos están presentes en los efluentes de las industrias de papel, celulosa y farmacéutica. Así, de acuerdo con la Figura 8 se observa que la mayor concentración de fenol fue en los meses de enero, marzo, julio y septiembre desde los puntos PINH4250, PINH4500 y PINH4900. En este último punto tenemos la mayor concentración de fenol con un valor de 0.04 mg/L sobrepasando el límite establecido de 0.01 mg/L. Cabe mencionar que en el punto PINH4900 las aguas del río Pinheiros tiene efluentes del río Tiete y cerca de su desembocadura se encuentra una industria de papel.

El Tolueno es un parámetro químico considerado como un hidrocarbonato aromático mononuclear, el cual está presente en la gasolina diésel, además es usado en la fabricación de tintas, lacas, adhesivos (ATSDR, 2001). En la Figura 9, la concentración máxima de tolueno obtenida dentro de los 4 punto de monitoreo dentro del río Pinheiros fue de 152ug/L en el punto PNH04250, las concentraciones de tolueno sobrepasan el ECA para agua de clase 3 dado que el límite máximo es de 2ug/L. En comparación con el antecedente AACRP (2013) las concentraciones de tolueno en las aguas del río Pinheiros están sobre los límites requeridos esto es probablemente por la presencia de derrame de gasolina de los grifos que están ubicados próximos al río o dispersado en las subcuentas así mismo por derrame de

tanques subterráneos y que son transportados por agua subterránea o por enjuague de las calles en día de lluvia.

Dentro de nuestro estudio analizamos también a los parámetros biológicos:

El DBO es la demanda biológica de oxígeno que representa la cantidad necesaria para oxidar la materia orgánica presente en el agua a través de la composición microbiana aeróbica. El DBO_{5,20} es la cantidad de oxígeno consumido durante 5 días en una temperatura de 20°C (ANA, 2017). En la Figura 12, se observa las concentraciones de DBO, y solo en el mes de julio y en el punto PINH04100 la concentración fue de 8 mg/l siendo los únicos considerados dentro del límite. Pero en las fechas siguientes y puntos de monitoreo las concentraciones de DBO sobrepasaron el límite.

Uno de los parámetros biológicos que nos permite medir la calidad microbiana son los Coliformes termotolerantes y se sabe que el límite máximo es de 2500 UFC/100 mL para agua de clase 3. En la Figura 13, se observa que en el mes de septiembre en el punto PINH04250 el valor fue de 2200 UFC siendo el único valor dentro del límite, ya que en las otras fechas y puntos de monitoreo las concentraciones superan el límite en cantidades mayores.

Según AACRP (2013) indica que la concentración de DBO y de coliformes termotolerantes se debe a la ocupación densa y elevada ubicados cerca de los puntos de monitoreo, los que generan aguas residuales y llegan al río de diferentes maneras, lo que indica la posibilidad de existencia de más microorganismos patógenos, responsables por la transmisión de enfermedades de vehiculación hídrica como el cólera, fiebre tifoidea y disentería bacilar. se considera como causas a los efluentes tributarios que tienden a acarrear un aumento de cargas orgánicas

Según la asociación de agua claras, (2013) menciona que el parámetro de concentración efectiva de 20% *Vibrio Fischeri* evalúa la ocurrencia de efectos agudos en los cuerpos de agua que presentan baja o ninguna concentración de oxígeno disuelto debido al gran aporte de materia orgánica. Los resultados de la prueba son expresados en CE20% 15 minutos, que es la concentración de la muestra, o del agua intersticial, que causa 20% de reducción en la cantidad de luz emitida por el macroorganismo después de 15 minutos de exposición. Así, cuanto menor sea el valor de CE20%, más tóxica es la muestra analizada. De acuerdo a los resultados de la prueba que se muestran en la Figura 14, el en punto PINH04100 las muestras obtenidas fueron clasificadas de manera no tóxica durante todos los meses analizados, en el punto PINH04500 los resultados fueron tóxicos en los meses de mayo, julio y septiembre, y en el punto de PINH04900 los resultados fueron tóxicos en los meses de marzo, mayo, julio y septiembre. El valor más bajo obtenido es de CE 3.71% en el punto PINH04900 durante el mes de septiembre considerándose la prueba más tóxica de las aguas del río Pinheiros según la prueba de *Vibrio fischeri*.

Dentro del índice de estado trófico tenemos al parámetro de Nitrógeno amoniacal, el límite de la concentración de nitrógeno amoniacal para agua dulce de clase 3 es de 13.3 mg N/ L, para $\text{pH} \leq 7,5$. La Figura 15, muestra las concentraciones promedio del Nitrógeno Amoniacal recolectados en el monitoreo durante el año 2016, las mayores concentraciones están en mes de septiembre en los puntos PINH04250 con 18.8 mg/L, PINH04500 con 26.2 mg/L y en el punto PINH04900 con 25.6 mg/L. Se rescata también que el punto PINH04100 en los 5 meses de monitoreo los valores estuvieron dentro del límite establecido. La composición del parámetro nitrógeno amoniacal se da por la combinación del ion amonio (NH_4^+) y del amoniaco (NH_3), este último presenta una toxicidad superior al amonio. (Barbieri, et al.,2014).

El fósforo es uno de los parámetros fundamentales para la evaluación del índice de estado trófico, según Barbieri (2013) menciona que en los sistemas acuáticos el fósforo está como fosfato orgánico y fosfato inorgánico, el cual es asimilado por el fitoplancton, bacterias y plantas bentónicas, y es remineralizado por actividades heterotróficas de los animales y microorganismos. En la Figura 16, muestra el parámetro de fósforo total y sus concentraciones medidas en 6 fechas para los 4 puntos de monitoreo durante el año 2016. La concentración mínima de fósforo que se obtiene es de 0.23 mg / L en el punto Pedreira-PINH04100 del mes de Julio, y la concentración más alta es 2.8 mg/L en el punto PINH04900 en el mes de septiembre. De acuerdo con el límite establecido por la resolución 357/2005 siendo el valor máximo 0.15 mg/L para agua de clase 3 los valores de las concentraciones obtenidas durante las 6 fechas en los cuatro puntos sobrepasan este el límite.

Por otro lado, el autor Bem (2009) nos menciona que el índice de estado trófico tiene como finalidad clasificar los cuerpos acuáticos en diferentes grados de trofia, evaluando la calidad de agua en cuanto al enriquecimiento por nutrientes y al efecto relacionado al crecimiento excesivo de algas. De acuerdo a los resultados de la clasificación se determina que en el punto PINH04100 en los meses de enero y marzo, se clasificó como Supereutrófico (quiere decir que las aguas tienen baja transparencia y con alteraciones indeseables en la calidad del agua, como la aparición de episodios de floraciones de algas e interferencia en sus múltiples usos), en el mes de mayo fue Hipereutrófico (quiere decir que el agua es afectado significativamente por las elevadas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, comprometidas significativamente en sus usos asociados a episodios de floración de algas o mortandad de peces, con consecuencias indeseables para sus múltiples usos, inclusive sobre las actividades pecuarias en las regiones ribereñas) y en los meses de julio y septiembre se clasifica como eutrófico (quiere decir que el agua tiene alta productividad en relación a las condiciones naturales, con reducción de la transparencia de sus aguas, en

general afectados por actividades antrópicas, las cuales generan alteraciones indeseables en la calidad del agua) , en el punto PINH04250 en todos los meses fue clasificado como Hipereutrofico, en el punto PINH04500 en el mes de marzo fue clasificado como Supereutrofico y en el resto de meses como Hipereutrofico, en el último punto de monitoreo PINH045900 se tiene que hasta el mes de septiembre las aguas se clasifican como Hipereutrofico y en el mes de noviembre como Supereutrofico.

En comparación con el antecedente de AACRP (2013) la situación más crítica de las aguas del río Pinheiros es en el periodo de estiaje pues el río pierde su capacidad de autodepuración, sumado a ello una de las fuentes oriundas de fósforo es el uso irresponsable de detergente en polvo, verificándose concentraciones por encima el valor medio anual medido en nitrógeno amoniacal y fósforo total por ende clasificando las aguas el río Pinheiros en diferentes estados de trofia.

4.2. Conclusiones

Localizamos el área de estudio a si mismo la relación existente de las fuentes antrópicas que se logró reconocer mediante las imágenes satelitales a lo largo de extensión del río, evidenciado en los márgenes diferentes fábricas, grifos, frigoríficos y depósitos que tienen una intervención en la situación actual del río Pinheiros, además, desde el ámbito geográfico se reconoció la ubicación exacta de los 4 puntos de monitoreo a lo largo del río Pinheiros que recorre únicamente el municipio de Sao Paulo.

Identificamos los parámetros principales para la evaluación de la calidad del río Pinheiros con relación a los parámetros y padrones que establece la resolución 357/2005 de CONAMA, a la misma vez se extrae los valores de las concentraciones de los parámetros monitoreados en las aguas del río Pinheiros por CETESB durante el año 2016.

Comparamos los parámetros físicos, químicos y biológicos con los Estándares Nacionales de calidad para agua de clase III Según la resolución 357/2005 de CONAMA. Se obtuvo que los valores de los parámetros físicos (pH y turbidez) no sobrepasaron los límites establecidos en ningún punto durante el año 2016. Por lo contrario, los parámetros químicos obtuvieron los siguientes resultados: los valores de oxígeno disuelto en los puntos PIN04250, PIN04500 y PIN04900 están por debajo del límite establecido (4mg/L) no cumple con el ECA; para Cobre los valores sobrepasaron el límite establecido (0.013mg/L) en los 4 puntos; para Fenol los valores llegaron y sobrepasaron el límite establecido (0.01mg/L) en los cuatro puntos; para Tolueno los valores sobrepasan el límite establecido (2.0 ug/L) en los cuatro puntos; para Zinc los valores no sobrepasan los límites establecidos (5 mg/L); para mercurio no sobrepasa el límite establecido (0.002mg/L) en ningún punto porque los resultados incluso son menores del límite, en los parámetros biológicos medidos en el año 2016 los valores de DBO sobrepasan el límite establecido (10mg/L) menos en el punto PINH04100 en el mes de julio; coliformes termotolerantes sobrepasaron el límite

(2500 UFC/100mL) menos en el punto PINH04100 en el mes de septiembre; La prueba de concentración de *Vibrio Fischeri* nos indica que el punto PINH04100 los valores son mayores del límite establecido (EC20%) lo que indica que las aguas no son tóxicas pero en los puntos PIN04250, PIN04500 y PIN04900 los valores son menores que el límite lo que indica que en esos puntos el agua es tóxica. Con esta comparación se demostraría una clara alteración de las aguas del Río Pinheiros, afectando flora, fauna y urbanidad de sus márgenes en la ciudad de São Paulo.

Se determinó el índice de estado trófico de las aguas del río Pinheiros, a través de los resultados del parámetro fósforo total en unidades de mg.m⁻³ clasificando al punto PINH04100 dentro de supereutrófico, hipereutrófico y eutrófico en diferentes meses, el punto PINH04250 es clasificado como hipereutrófico, el punto PINH04500 es clasificado como supereutrófico e hipereutrófico y para el último punto PINH04900 es clasificado como hipereutrófico y supereutrófico. Las 3 clasificaciones de estado trófico que se identifican en los puntos de monitoreo indican que las aguas del río Pinheiros no son aptas para múltiples usos. El conocimiento del desarrollo y alteraciones de un río urbanizado nos muestra un panorama casi actual de las condiciones y medidas que podrían ser aplicadas en casos similares alrededor del mundo.

REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento Básico ANA (2017). Indicadores de Calidad. Brasilia: Gobierno de Brasil. Recuperado de <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panoramadasaguas/qualidadedaagua/indicadoresde-qualidade>.
- Agencia Para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades ATSDR (2001). Tolueno. Recuperado de <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/toxfaq169.pdf>
- Asociación de Aguas Claras del Río Pinheiros AACRP (2013). Calidad del agua de la cuenca del Río Pinheiros Análisis de los datos del monitoreamiento del año 2013. Recuperado de <http://aguasclarasdoriopinheiros.org.br>.
- Asociación Brasileira del Ministerio Público de Medio Ambiente ABRAMPA (2012). La investigación detalla los tipos de contaminación en los ríos Pinheiros y Tietê / SP. Brasil. Jusbrasil. Recuperado de: <https://abrampa.jusbrasil.com.br/noticias/3026109/pesquisa-detalha-tipos-de-poluicao-dos-rios-pinheiros-e-tiete-sp>.
- Barbieri, E. et al. (2013) Concentraciones de nitrógeno amoniacal, nitrito e nitrato en áreas de engorde de ostras en el municipio de Cananeia-SP. Biblioteca virtual en Salud. Recuperado de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mis-36867>.
- Bem, C. (2009). Determinación del estado de eutrofización de reservorios: estudio de caso del lago Barigui (Tesis de Postgrado). Pontificia Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.
- Campoblanco, H. y Gomero, J. (2000, enero - junio). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalúrgica y Ciencias Geográficas. Recuperado de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/Publicaciones/geologia/v03_n5/imp_rios.htm.

Compañía de tecnología de Saneamiento Ambiental CESTESB. (2004). Informe de la Calidad de las Aguas Interiores del Estado de Sao Paulo 2003. Recuperado de http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/biblioteca_virtual/bv_informativos_tecnicos/Relat%C3%B3rio%20Anual.pdf.

Fundación Nacional de Salud FUNASA. (2014). Manual de control de la calidad de agua para técnicos que trabajan en ETAS (1° edición). Recuperado de <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdbc8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>.

Gobierno del Estado de Sao Paulo (2019). Nuevo Río Pinheiros. Recuperado de <http://novoriopinheiros.sp.gov.br/>

Gobierno del Estado de São Paulo – Secretaría de Medio Ambiente. (2014). Probando tecnologías para tratar las aguas del Río Pinheiros. Recuperado de http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/COALIAR/CTINS/1_Reuniao/TecnologiasRioPinheiros.pdf?fbclid=IwAR3_PxTb6r29Z5xljQt7ZkizFApGMrO18pvHPf4xaDe91QHdw7-NfrgKEz0.

Hernandez, R., Fernandez, C., Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. Recuperado de <https://www.slideshare.net/MTI-ULS/sampieri-metodologa-de-la-investigacion-4ta-edicion>.

Lobel, F. (14 de julio de 2019). Doria anuncia la sedimentación del Pinheiros, pero el río aún no tiene un plan de descontaminación. Hoja de São Paulo. Recuperado de <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/07/doria-anuncia-desassoreamento-do-pinheiros-mas-rio-segue-sem-plano-de-despoluicao.shtml>.

Márquez, A., Senior, W., Fermín, I., Martínez, G., Castañeda, J., y González, A. (2008). Cuantificación de las concentraciones de metales pesados en tejidos de peces y crustáceos de la Laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela. Revista

Científica, 18(1), 73-86. Recuperado de
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07982259200800010001&lng=es&tlng=es.

Rodriguez, J. y Carneiro, A., (2000, 12 de noviembre). Contaminación por mercurio y el Caso de la Amazonía. Química y sociedad. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a01.pdf>.

Secretaria de estado de Meio Ambiente SEMA. (1998). Flotación: Nueva vida para el río Pinheiros. Recuperado de <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/portalnovomedia/2011/12/pomar.pdf>.

Silva, A. (2003). Metales pesados en el agua y sedimentos de los ríos de la cuenca del Alto Paraguai (Tesis de Postgrado) Universidad Federal de Mato Grosso del Sur, Campo Grande, Brasil.

Whatanuki, A. (2012). Deconstrucción mínima y Renaturalización: Estudio de caso de la corriente de Aleixo Barretos-SP (tesis de postgrado). Universidad Federal de San Carlos, San Carlos, Brasil.

ANEXOS

ANEXO n° 1. Matriz de consistencia.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Parámetros físicos	Son los que define las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato	Datos de monitorio del rio Pinheiros realizado por CETESB en cuatro estaciones en el año 2016.	Turbidez	Concentración inferior al límite de 100 UNT	Cuadros estadísticos
			pH	Concentración en un rango de 6 a 9	
Parámetros químicos	Estos parámetros están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las que podemos mencionar a los sólidos disueltos totales, dureza, fluoruros	Datos de monitorio del rio Pinheiros realizado por CETESB en cuatro estaciones en el año 2016	Oxígeno Disuelto	Concentración no inferior a 4ml/g	Cuadros estadísticos
			Cobre	Concentración inferior al límite de 0,05ml/l	
			Fenol	Concentración inferior al límite de 0,01ml/l C ₆ H ₅ OH	
			Tolueno	Concentración inferior al límite de 2.0ug/l	
			Zinc	Concentración inferior al límite de 0,18mg/l	
Mercúrio	Concentración inferior al límite de 0,002mg/L				

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Parámetros biológicos	Estos parámetros son indicadores de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuye a la contaminación orgánica de las aguas.	Datos de monitorio del río Pinheiros realizado por CETESB en cuatro estaciones en el año 2016	DBO ^(5,20)	Concentración inferior al límite de 10mg/L	Cuadros estadísticos
			Coliformes termotolerantes	Menor igual a 1.000 coliformes termotolerantes por 100 ml/L en 80% o + de por lo menos 6 muestreos colectados durante el periodo de un año, con frecuencia bimestral.	
Nivel trófico o índice de estado tráfico	Evalúa la calidad del agua cuanto al enriquecimiento por nutrientes y a su efecto relacionado al crecimiento excesivo de algas	Datos de monitorio del río Pinheiros realizado por CETESB en cuatro estaciones en el año 2016	Concentración efectiva 20% <i>Vibrio Fischeri</i>	Concentración superior al límite CE20%	Cuadros estadísticos
			Nitrógeno amoniacal	Concentración inferior al límite de 13mg/L N, Para pH<7,5	
			Fosforo	Concentración inferior al límite de 0,15mg/L	

Nota: Elaboración propia

ANEXO n° 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua de clase III según la resolución N° 375-2005-CONAMA.

RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

- Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, a valia dos por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procariontes autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (*E.Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

~~XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente. (Revogado pela Resolução 430/2011)~~

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

e) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

f) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

g) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

h) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

i) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

k) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobacterias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Merúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO

Acrilamida	0,5 µg/L
Ala cloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	Benzo(k)fluoranteno
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodeca cloro pentaciclo deca no	0,001 µg/L
Endossulfan (+ + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com -4 aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloruro de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L

2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES

PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO

PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; IV -

turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂; VII -
clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. *A. E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES

PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄

Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (+ + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,22 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos -CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

MARINA SILVA

Presidente do CONAMA

ANEXO n° 3. Registros de los datos recolectados por la Compañía Ambiental del estado de Sao Paulo, que trabajo junto con Banco Interáguas y TQAS- Sector de aguas superficiales

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto: 136 - 0 0 SP 06 100 PINH 04 100

Classe : 4

Impresso em: 30/01/2017

Sistema Hídrico: Rio Pinheiros

Localização: Na Usina Elevatória de Pedreira, no centro do canal - SÃO PAULO - SP

Tipo de Parametro: Campo								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Chuvas nas últimas 24h	-		Sim	Não	Sim	Não	Não	
Coloração	-		Verde	Verde	Preta	Cinza	Verde	
Condutividade	µS/cm		193	283	371	233	232	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 2	4,09	3,12	* 0,39	6,6	7,78	
pH	U.pH	6 até 9	7,28	7,01	7,06	6,79	6,49	
Temperatura da Água	°C		25,44	26,6	20	20,09	24	
Temperatura do Ar	°C		27	29	20,1	21,3	23,8	
Tipo de Parametro: Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Benzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		
Estireno	µg/L		< 5		< 5	< 5		
Etilbenzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		
m,p-Xileno	µg/L		< 5		< 5	< 5		
o-Xileno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		
Tolueno	µg/L		< 2		61,3	< 2		

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(j) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacoal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 17. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro campo en el punto PINH 04100

Tipo de Parametro: Ecotoxicológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Ens. Ecotoxic. c/ <i>Vibrio fischeri</i>	EC20(%)		> 81,9	> 81,9	20,4	> 81,9	> 81,9	
Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Alumínio Dissolvido	mg/L		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Alumínio Total	mg/L		1,6	0,35	0,78	< 0,1	0,4	
Arsênio Total	mg/L		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Bário Total	mg/L		0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	
Cádmio Total	mg/L		< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	
Carbono Orgânico Total	mg/L		7,63	11,2	32,1	6,96	91,6	
Chumbo Total	mg/L		< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	
Cloreto Total	mg/L		13,6	22,1	26,5	19,1	19,2	
Cobre Dissolvido	mg/L		< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	
Cobre Total	mg/L		0,03	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	
Cromo Total	mg/L		0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
DBO (5, 20)	mg/L		15	12	30	8	11	
Fenóis Totais	mg/L	< 1	< 0,003	< 0,003	0,007	< 0,003	< 0,003	
Ferro Dissolvido	mg/L		0,3	0,26	0,29	0,38	< 0,1	
Ferro Total	mg/L		1,93	1,3	3,78	1,09	0,83	
Fósforo Total	mg/L		0,36	0,58	1,19	0,23	0,25	
Manganês Total	mg/L		0,14	0,24	0,53	0,14	0,1	
Mercurio Total	mg/L		< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	
Níquel Total	mg/L		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Nitrogênio Amoniacal	mg/L		2,54	< 0,1	11,9	2,11	2,16	
Nitrogênio Total	mg/L		4,74	7,08	13,5	5,1	2,87	
Nitrogênio-Nitrato	mg/L		0,36	< 0,2	< 0,2	1,2	0,54	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

***Escherichia coli* - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 18. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro ecotoxicológico en el punto

PINH 04100

Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Nitrogênio-Nitrito	mg/L		< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13	0,13	
Óleos e Graxas	mg/L		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Potássio	mg/L		4,79	6,67	9,81	5,55	5,49	
Sódio	mg/L		12,4	21,1	31,4	17,1	17,3	
Sólido Dissolvido Total	mg/L		< 100	132	154	108	126	
Sólido Total	mg/L		< 100	158	230	124	146	
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L		0,61	0,95	3,06	0,1	0,1	
Turbidez	UNT		22,3	20	50,6	12	8,4	
Zinco Total	mg/L		< 0,02	0,05	0,04	< 0,02	< 0,02	
Tipo de Parametro: Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAHs)								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Acenafteno	µg/L		< 0,02		< 0,02	< 0,02		
Antraceno	µg/L		< 0,02		< 0,02	< 0,02		
Benzo(a)antraceno	µg/L		< 0,02		< 0,015	< 0,015		
Benzo(a)pireno	µg/L		< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Benzo(b)fluoranteno	µg/L		< 0,02		< 0,015	< 0,015		
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L		< 0,08		< 0,08	< 0,08		
Benzo(k)fluoranteno	µg/L		< 0,01		< 0,015	< 0,015		
Criseno	µg/L		< 0,02		< 0,015	< 0,015		
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L		< 0,03		< 0,015	< 0,015		
Fenantreno	µg/L		0,04		0,03	< 0,02		
Fluoranteno	µg/L		0,02		< 0,02	< 0,02		
Fluoreno	µg/L		< 0,02		< 0,02	< 0,02		
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L		< 0,08		< 0,08	< 0,08		

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 19. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro físico y químico en el punto PINH 04100.

Tipo de Parametro: Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAHs)								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Naftaleno	µg/L		< 0,03		0,07	< 0,03		
Pireno	µg/L		< 0,02		< 0,02	< 0,02		
Tipo de Parametro: Microbiológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 11:18:00	30/03/2016 11:45:00	19/05/2016 12:01:00	13/07/2016 12:30:00	14/09/2016 12:00:00	
Escherichia coli**	UFC/100mL		470000	20000	710000	2760	2200	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAI - Setor de Águas Interiores

Figura 20. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro Hidrocarbonatos aromáticos polinucleares en el punto PINH 04100.

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto: 1783 - 0 0 SP 06 100 PINH 04 250

Classe : 4

Impresso em: 30/01/2017

Sistema Hídrico: Rio Pinheiros

Localização: NA PONTE DO SOCORRO. - SÃO PAULO - SP

Tipo de Parametro: Campo								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:40:00	30/03/2016 10:59:00	19/05/2016 11:17:00	13/07/2016 11:40:00	14/09/2016 11:20:00	29/11/2016 11:27:00
Chuvas nas últimas 24h	-		Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Coloração	-		Verde	Preta	Preta	Cinza	Preta	Preta
Condutividade	µS/cm		286	423	371	422	532	367
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 2	4,69	* 1,18	* 0,41	* 0,19	* 0,38	* 0,35
pH	U.pH	6 até 9	7,27	7,28	7,11	7,09	7,01	7,1
Temperatura da Água	°C		25,46	29,5	18,7	20,02	23,99	24,48
Temperatura do Ar	°C		26,5	28,1	19,5	21,1	24	23,5
Tipo de Parametro: Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:40:00	30/03/2016 10:59:00	19/05/2016 11:17:00	13/07/2016 11:40:00	14/09/2016 11:20:00	29/11/2016 11:27:00
Benzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
Estireno	µg/L		< 5		< 5	< 5		< 5
Etilbenzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
m,p-Xileno	µg/L		< 5		< 5	< 5		< 5
o-Xileno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
Tolueno	µg/L		2,68		76,3	< 2		152

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(†) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 21. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro campo en el punto PINH 04250.

Tipo de Parametro: Ecotoxicológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:40:00	30/03/2016 10:59:00	19/05/2016 11:17:00	13/07/2016 11:40:00	14/09/2016 11:20:00	29/11/2016 11:27:00
Ens. Ecotoxic. c/ <i>Vibrio fischeri</i>	EC20(%)		11,5	6,6	9,27	9,78	8,08	55
Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:40:00	30/03/2016 10:59:00	19/05/2016 11:17:00	13/07/2016 11:40:00	14/09/2016 11:20:00	29/11/2016 11:27:00
Alumínio Dissolvido	mg/L		< 0,1	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Alumínio Total	mg/L		3,07	0,69	1,72	0,21	2,58	2,41
Arsênio Total	mg/L		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bário Total	mg/L		0,06	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05
Cádmio Total	mg/L		< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
Carbono Orgânico Total	mg/L		24,2	18,6	19,7	15,5	80	36,3
Chumbo Total	mg/L		< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Cloreto Total	mg/L		22,5	32,6	25,5	32,3	43	25,4
Cobre Dissolvido	mg/L		0,01	0,01	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Cobre Total	mg/L		0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Cromo Total	mg/L		0,04	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
DBO (5, 20)	mg/L		50	41	115	46	71	52
Fenóis Totais	mg/L	< 1	0,02	0,02	0,01	0,003	0,02	0,005
Ferro Dissolvido	mg/L		0,83	0,72	0,35	0,1	0,49	1
Ferro Total	mg/L		4,29	2,11	3,96	1,18	3,72	3,01
Fósforo Total	mg/L		1,29	1,63	2,06	1,54	2,62	1,16
Manganês Total	mg/L		0,12	0,21	0,27	0,15	0,18	0,27
Mercurio Total	mg/L		< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel Total	mg/L		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg/L		5,96	13,9	12,4	10,3	18,8	11,5
Nitrogênio Total	mg/L		9,21	16,6	16,2	17,7	24,5	14,8
Nitrogênio-Nitrato	mg/L		0,46	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(j) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

***Escherichia coli* - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 22. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro Ecotoxicológico en el punto PINH 04250.

Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:40:00	30/03/2016 10:59:00	19/05/2016 11:17:00	13/07/2016 11:40:00	14/09/2016 11:20:00	29/11/2016 11:27:00
Nitrogênio-Nitrito	mg/L		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Óleos e Graxas	mg/L		12	15	12	< 10	14	< 10
Potássio	mg/L		7,83	9,28	10,9	9,49	11	7,65
Sódio	mg/L		22,1	31	32,1	33,2	38,8	24,3
Sólido Dissolvido Total	mg/L		146	188	160	218	272	200
Sólido Total	mg/L		186	234	250	246	354	270
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L		3,08	3,39	3,93	1,37	4,38	3,54
Turbidez	UNT		27,1	29,2	71	7,08	36	59,4
Zinco Total	mg/L		0,07	0,03	0,06	0,03	0,08	0,04
Tipo de Parametro: Microbiológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:40:00	30/03/2016 10:59:00	19/05/2016 11:17:00	13/07/2016 11:40:00	14/09/2016 11:20:00	29/11/2016 11:27:00
Escherichia coli**	UFC/100mL		2300000	540000	1400000	560000	3000000	1500000

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(j) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAI - Setor de Águas Interiores

Figura 23. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro físico y químico en el punto PINH 04250.

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto: 1784 - 0 0 SP 06 100 PINH 04 500

Classe : 4

Impresso em: 30/01/2017

Sistema Hídrico: Rio Pinheiros

Localização: EMBAIXO DA PONTE ARI TORRES (AV. BANDEIRANTES). - SÃO PAULO - SP

Tipo de Parametro: Campo								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:04:00	30/03/2016 10:26:00	19/05/2016 10:25:00	13/07/2016 10:53:00	14/09/2016 10:44:00	29/11/2016 10:49:00
Chuvas nas últimas 24h	-		Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Coloração	-		Marrom	Preta	Cinza	Preta	Preta	Preta
Condutividade	µS/cm		194	464	348	491	618	334
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 2	* 1,32	* 0,6	* 0,39	* 0,36	* 0,37	2,32
pH	U.pH	6 até 9	7,04	7,1	7,12	7,25	6,56	7,24
Temperatura da Água	°C		23,79	26,9	18,9	19,83	22,55	23,74
Temperatura do Ar	°C		25	27,1	17,9	20	23,5	22,6
Tipo de Parametro: Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:04:00	30/03/2016 10:26:00	19/05/2016 10:25:00	13/07/2016 10:53:00	14/09/2016 10:44:00	29/11/2016 10:49:00
Benzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
Estireno	µg/L		< 5		< 5	< 5		< 5
Etilbenzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
m,p-Xileno	µg/L		< 5		< 5	< 5		< 5
o-Xileno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
Tolueno	µg/L		< 2		27	6,23		8,94

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 24. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro campo en el punto PINH 04500.

Tipo de Parametro: Ecotoxicológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:04:00	30/03/2016 10:26:00	19/05/2016 10:25:00	13/07/2016 10:53:00	14/09/2016 10:44:00	29/11/2016 10:49:00
Ens. Ecotoxic. c/ Vibrio fischeri	EC20(%)		> 81,9	23,6	17,6	10,4	11,4	> 81,9
Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:04:00	30/03/2016 10:26:00	19/05/2016 10:25:00	13/07/2016 10:53:00	14/09/2016 10:44:00	29/11/2016 10:49:00
Alumínio Dissolvido	mg/L		0,21	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Alumínio Total	mg/L		4,98	0,4	1,6	0,72	1,18	2,11
Arsênio Total	mg/L		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bário Total	mg/L		0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05
Cádmio Total	mg/L		< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
Carbono Orgânico Total	mg/L		9,93	28,1	16	19,8	82,6	27,1
Chumbo Total	mg/L		0,03	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Cloreto Total	mg/L		10,2	34,1	24,2	38,3	46,6	22,2
Cobre Dissolvido	mg/L		< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,01	< 0,009	< 0,009
Cobre Total	mg/L		0,02	< 0,01	0,02	0,04	0,02	0,03
Cromo Total	mg/L		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
DBO (5, 20)	mg/L		16	64	34	44	69	
Fenóis Totais	mg/L	< 1	0,003	0,02	0,009	0,003	0,04	0,004
Ferro Dissolvido	mg/L		0,23	0,56	0,26	0,17	0,34	0,3
Ferro Total	mg/L		3,86	1,28	2,25	1,56	1,96	2,14
Fósforo Total	mg/L		0,35	1,89	1,4	2,14	2,69	1,24
Manganês Total	mg/L		0,1	0,31	0,16	0,24	0,25	0,11
Mercurio Total	mg/L		< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel Total	mg/L		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg/L		2,68	17,3	9,75	14,2	26,2	8,79
Nitrogênio Total	mg/L		4,92	20	13,6	24,1	30,8	12,2
Nitrogênio-Nitrato	mg/L		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,13

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 25. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro ecotoxicológico en el punto PINH 04500.

Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:04:00	30/03/2016 10:26:00	19/05/2016 10:25:00	13/07/2016 10:53:00	14/09/2016 10:44:00	29/11/2016 10:49:00
Nitrogênio-Nitrito	mg/L		0,56	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,14
Óleos e Graxas	mg/L		< 10	12	< 10	< 10	14	< 10
Potássio	mg/L		5,48	10,5	8,98	10,9	11,8	7,26
Sódio	mg/L		10,3	35,9	26,6	40,9	44,9	20
Sólido Dissolvido Total	mg/L		118	234	170	266	312	194
Sólido Total	mg/L		156	266	206	320	360	230
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L		1,48	4,37	3,88	4,01	5,8	2,43
Turbidez	UNT		54,8	24,7	61,7	6,32	45	42,4
Zinco Total	mg/L		0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05
Tipo de Parametro: Microbiológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 10:04:00	30/03/2016 10:26:00	19/05/2016 10:25:00	13/07/2016 10:53:00	14/09/2016 10:44:00	29/11/2016 10:49:00
Escherichia coli**	UFC/100mL		2200000	550000	680000	540000	480000	1500000

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(j) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAI - Setor de Águas Interiores

Figura 26. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro físico y químico en el punto PINH 04500.

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto: 122 - 0 0 SP 06 100 PINH 04 900

Classe : 4

impresso em: 30/01/2017

Sistema Hídrico: Rio Pinheiros

Localização: Próximo à sua foz no Rio Tietê, na Estrutura de Retiro. - SÃO PAULO - SP

Tipo de Parametro: Campo								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 09:30:00	30/03/2016 09:46:00	19/05/2016 09:40:00	13/07/2016 10:18:00	14/09/2016 09:56:00	29/11/2016 10:02:00
Chuvas nas últimas 24h	-		Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Coloração	-		Marrom	Preta	Preta	Preta	Preta	Cinza
Condutividade	µS/cm		291	507	438	567	626	198
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 2	* 1,84	* 0,56	* 0,66	* 0,31	* 0,24	* 0,7
pH	U.pH	6 até 9	6,93	7,15	7,06	7	6,66	7,09
Temperatura da Água	°C		24,07	26,6	19,4	20,15	22,7	23,23
Temperatura do Ar	°C		24,5	26,1	15,8	20,6	23,8	22,6
Tipo de Parametro: Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 09:30:00	30/03/2016 09:46:00	19/05/2016 09:40:00	13/07/2016 10:18:00	14/09/2016 09:56:00	29/11/2016 10:02:00
Benzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
Estireno	µg/L		< 5		< 5	< 5		< 5
Etilbenzeno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
m,p-Xileno	µg/L		< 5		9,11	< 5		< 5
o-Xileno	µg/L		< 2,5		< 2,5	< 2,5		< 2,5
Tolueno	µg/L		4,18		87,8	86,6		< 2

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 27. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro campo en el punto PINH 04900.

Tipo de Parametro: Ecotoxicológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 09:30:00	30/03/2016 09:46:00	19/05/2016 09:40:00	13/07/2016 10:18:00	14/09/2016 09:56:00	29/11/2016 10:02:00
Ens. Ecotoxic. c/ <i>Vibrio fischeri</i>	EC20(%)		> 81,9	18,9	12	3,71	6,89	> 81,9
Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 09:30:00	30/03/2016 09:46:00	19/05/2016 09:40:00	13/07/2016 10:18:00	14/09/2016 09:56:00	29/11/2016 10:02:00
Alumínio Dissolvido	mg/L		0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
Alumínio Total	mg/L		10,8	0,74	1,05	0,36	0,33	1,86
Arsênio Total	mg/L		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bário Total	mg/L		0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,03
Cádmio Total	mg/L		< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
Carbono Orgânico Total	mg/L		13,7	29,2	25,3	33,4	73,2	12,6
Chumbo Total	mg/L		0,02	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Cloreto Total	mg/L		18,7	38,5	32,6	42,9	48,2	14,2
Cobre Dissolvido	mg/L		< 0,009	< 0,009	0,01	0,02	< 0,009	< 0,009
Cobre Total	mg/L		0,04	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02
Cromo Total	mg/L		0,03	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02
DBO (5, 20)	mg/L		30	78	54	79	60	18
Fenóis Totais	mg/L	< 1	0,003	0,03	0,01	0,03	0,04	< 0,003
Ferro Dissolvido	mg/L		0,85	0,94	0,32	0,38	0,32	0,52
Ferro Total	mg/L		5,88	2,09	1,84	1,22	1,01	1,81
Fósforo Total	mg/L		1,05	2,73	1,93	2,64	2,8	0,54
Manganês Total	mg/L		0,16	0,2	0,18	0,17	0,17	0,09
Mercurio Total	mg/L		< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel Total	mg/L		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg/L		7,35	17,8	15,1	18,8	25,6	4,21
Nitrogênio Total	mg/L		9,13	22,4	21,9	29,4	29,3	5,48
Nitrogênio-Nitrato	mg/L		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

***Escherichia coli* - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Figura 28. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro Ecotoxicológico en el punto PINH 04900.

Tipo de Parametro: Físicos e Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 09:30:00	30/03/2016 09:46:00	19/05/2016 09:40:00	13/07/2016 10:18:00	14/09/2016 09:56:00	29/11/2016 10:02:00
Nitrogênio-Nitrito	mg/L		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Óleos e Graxas	mg/L		< 10	16	< 10	11	< 10	< 10
Potássio	mg/L		7,41	11,2	10,4	12	11,9	4,47
Sódio	mg/L		19,6	41,5	34,3	45,2	44,5	14,3
Sólido Dissolvido Total	mg/L		146	256	246	278	338	136
Sólido Total	mg/L		200	314	334	296	344	158
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L		2,33	5,21	4,06	6,06	5,93	1,78
Turbidez	UNT		62,9	37,2	72	10,2	37	38,2
Zinco Total	mg/L		0,04	0,03	0,06	0,03	0,03	0,07
Tipo de Parametro: Microbiológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	28/01/2016 09:30:00	30/03/2016 09:46:00	19/05/2016 09:40:00	13/07/2016 10:18:00	14/09/2016 09:56:00	29/11/2016 10:02:00
Escherichia coli**	UFC/100mL		980000	3100000	2000000	800000	2000000	1400000

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

**Escherichia coli - Padrão de qualidade de acordo com limites estabelecidos na Decisão de Diretoria n 112/2013/E de 09/04/2013, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13/12/2011.

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAI - Setor de Águas Interiores

Figura 29. Resultado de los parámetros e indicadores de la calidad de las aguas del rio Pinheiros – parámetro físico y químico en el punto PINH 04900.

ANEXO n° 4. Imágenes satelitales de los puntos de monitoreo en el largo del rio Pinheiros

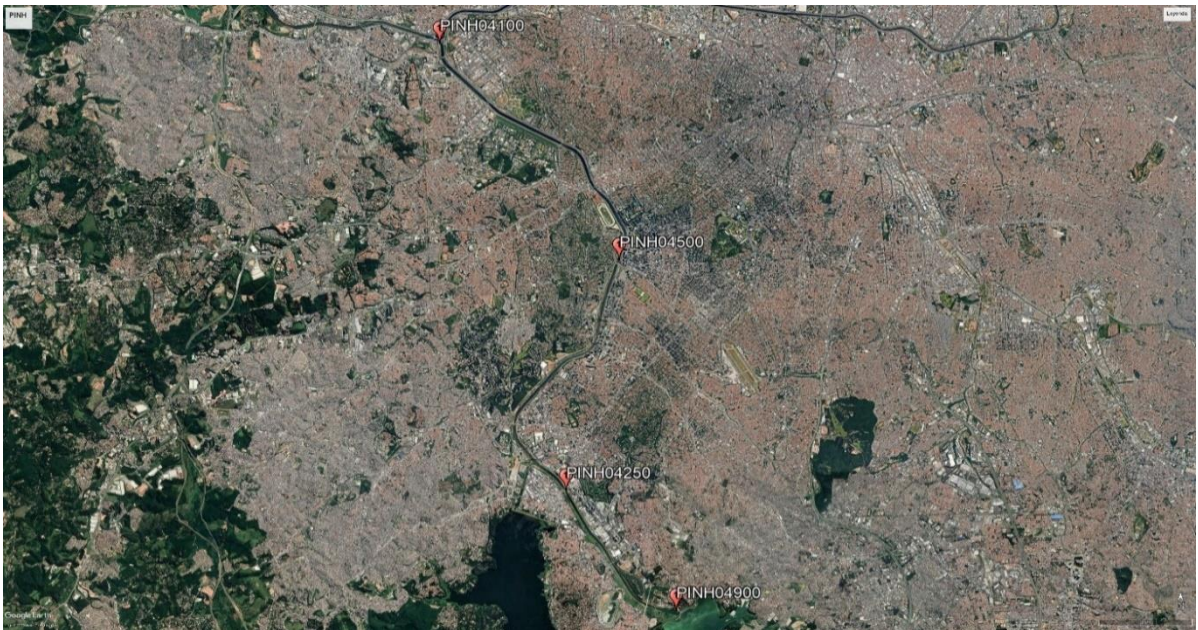


Figura 30. Ubicación de los puntos de monitoreo según CETESB – Nota. Adecuado de Google Earth



Figura 31. Planta de bombeo de Pedreira (PINH04100) – Nota: Adecuado de Google Earth



Figura 32. Puente Socorro (PINH04250) –Nota. Adecuado de Google Earth



Figura 33. Av. Bandeirantes-Puente Ari Torres (PINH04500) – Nota. Adecuado de Google Earth



Figura 34. Desembocadura en el río Tiete (PINH04900) – Nota: Adecuado de Google Earth

ANEXO n° 5. Mapa del área de estudio.

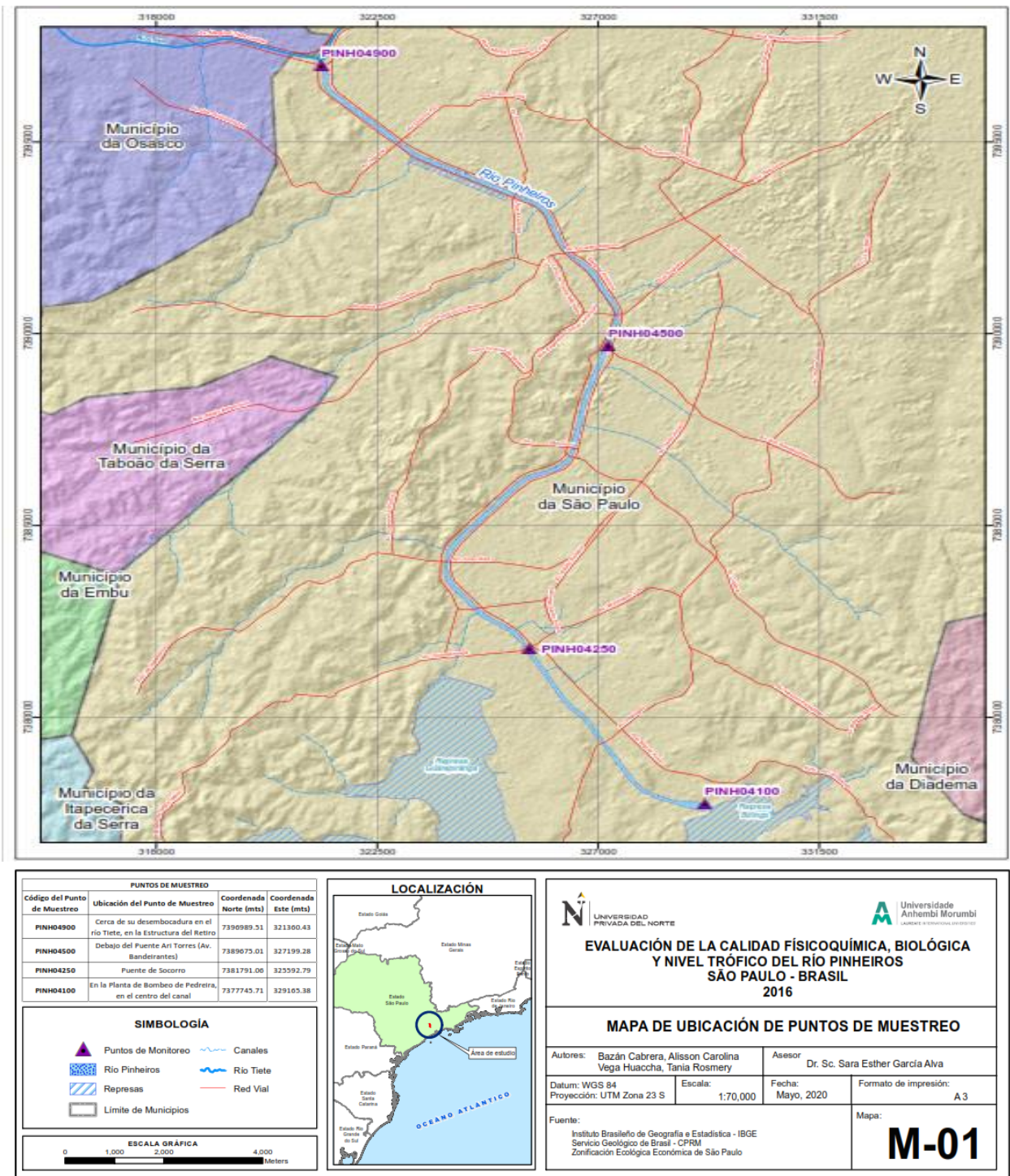


Figura 35. Mapa de ubicación de puntos de monitoreo – Nota. Elaboración propia