



UNA CUENCA RESILIENTE ES EL  
**RESULTADO**  
DE UNA CUENCA BIEN ADMINISTRADA

## Presentación

### ¡El estiaje nos enseñó muchas lecciones!

La crisis hídrica más grave que ha ocurrido en la región Sureste de Brasil, donde se encuentran las Cuencas PCJ, enseñó una serie de lecciones a los usuarios, gobernantes y personas ligadas a la gestión de recursos hídricos. En la ocasión, entre 2014 y 2015, debido al periodo atípico de lluvias, no solo los cauces de los principales ríos y sus afluentes en las Cuencas PCJ se vaciaron con la fuga bastante disminuida, sino que también el Sistema Cantareira, que abastece la Región Metropolitana de São Paulo y parte de las ciudades de las Cuencas PCJ, entró en su volumen muerto por la primera vez en la historia.

Además de afectar el suministro urbano, con racionamiento y falta de agua en varias ciudades, el fenómeno causó problemas de escasez de agua en diversos sectores económicos ligados a los sectores público e industrial, riego, generación de energía eléctrica y navegación.

El problema hizo que varias medidas fueran tomadas tanto por los Comités PCJ y por la Agencia de las Cuencas PCJ, como por ayuntamientos, el gobierno estadual y empresas y autarquías de saneamiento.

Una de las medidas tomadas por los Comités PCJ fue la creación del GT (Grupo de Trabajo) - Estiaje, que en la ocasión, tomó medidas para minimizar los aspectos negativos del estiaje. Entre las atribuciones del GT-Estiaje 2014 estaban monitorear la situación de los manantiales; proponer acciones entre los diversos usuarios, buscando la cooperación mutua en situaciones de emergencia, colectiva o individual, en la escasez de agua; proponer acciones colectivas para los diversos tipos de usuarios en cuanto al uso racional del agua; sugerir a los Comités PCJ la recomendación a los órganos gestores de recursos hídricos de la adopción de medidas de restricción del uso del agua; proponer acciones colectivas para el monitoreo de las captaciones de agua de los diversos usuarios; colaborar con la Cámara Técnica de Monitoreo Hidrológico (CT-MH) en la definición de las fugas por descargar en las Cuencas PCJ, por el Sistema Cantareira y varias otras alternativas.

En el periodo, los debates sobre la gestión de los recursos hídricos se solidificaron debido a la gestión integrada del sistema de gestión de los recursos hídricos en las Cuencas PCJ.

Las entidades se han preparado para eventuales crisis hídricas que puedan ocurrir en los próximos años. Entre las medidas, están acciones en el combate a la pérdida de agua en el suministro, preservación de manantiales y estudios sobre cambios climáticos y sus consecuencias, con propuestas de medidas efectivas para adaptar las Cuencas Hidrográficas de los ríos Piracicaba, Capivari y Jundiá a esos cambios.



## Editorial

### Gestión de recursos hídricos y resiliencia de las cuencas hidrográficas

No se puede imaginar que una cuenca hidrográfica se pueda considerar resiliente ante las amenazas del cambio climático sin que en ella estén estructurados un sistema y una política de gestión de recursos hídricos. Esto porque se establecen, así, campos legítimos de debate y mejores oportunidades para la coordinación de acciones de adaptación. En ese sentido, construir la gobernanza, fortalecer los hitos legales y las instancias decisorias, implementar los instrumentos de gestión y monitorear los recursos hídricos son acciones estructurantes esenciales en cualquier estrategia de adaptación al cambio climático.

En las Cuencas PCJ, un historial de escasez crónica y los eventos extremos vividos en la última década han vectorizado una serie de experiencias que merecen atención. Por más que haya el argumento sobre nuestra crónica "falta de planificación", por ejemplo, se debe registrar una miríada de planes en escala municipal e hidrográfica que, por suerte, prevé hace décadas la necesidad de medidas estructurales y estructurantes para el bienestar en las Cuencas PCJ. También hubo una escala evidente de implementación de otorgamiento y cobranza, que permitieron tanto una mejoría expresiva en el control del uso del agua como la operacionalización de un sistema de gestión un poco más sofisticado. Aún se registra un gran avance en el monitoreo cuantitativo de los ríos, especialmente después de la instalación de una Sala de Situación PCJ, esencial en la supervisión de los recursos hídricos hoy en día. Finalmente, hace décadas se construye la gobernanza del agua en la región.

Sin embargo, se resalta que las incertidumbres del futuro reservan muchas amenazas. La política y el sistema de gestión de recursos hídricos carecen de adaptaciones y, sobre todo, de fortalecimiento. En el escenario actual, planes, encuadramiento y otorgamiento corren riesgo de ganar una connotación meramente abstracta. Los valores recaudados con el cobro, cuando se actualizan, muestran una tendencia sorprendente de declinación. Los sistemas de información no poseen mecanismos suficientes para la integración y la cuestión de la calidad del agua aún no ha alcanzado el nivel deseable en los debates sobre monitoreo hídrico.

No obstante, hay que valorar los logros que se han alcanzado en los últimos años. Un ejemplo: ante la crisis hídrica de 2014/2015, solamente después de la combinación de evoluciones recientes con registro de usuarios, monitoreo hídrico e instalación de la sala de situación hubo condiciones para que varias cuencas "sobrevivieran" por una operación con reglas de restricción de uso.

Los escenarios futuros no son muy alentadores. En una región hidrográfica crónicamente amenazada, fortalecer el sistema y la política de recursos hídricos tiende a ser una acción esencial para la convivencia productiva, sana y pacífica. En ese sentido, necesitamos afirmar con la mayor claridad posible: ¡una cuenca resiliente es una cuenca bien administrada!

**Eduardo Cuoco Léo**  
Coordinador del Sistema de Información



## OBJETIVOS

# DEL MONITOREO HIDROLÓGICO EN LAS CUENCAS PCJ

La Cuenca del Río Piracicaba tiene un área aproximada de 12.400 km<sup>2</sup> y comprende las regiones más desarrolladas del interior del Estado de São Paulo. El consumo de agua es bastante elevado en esta cuenca debido a las intensas actividades agroindustriales, lo que lleva a la escasez de agua con mucha frecuencia, especialmente en los períodos de estiaje prolongado.

Para agravar aún más la situación, se redirige parte de las aguas del Río Piracicaba para el abastecimiento de la Región Metropolitana de São Paulo por medio del Sistema Cantareira. Por otro lado, en los períodos lluviosos, hay problemas de inundación en las grandes ciudades, como Campinas y Piracicaba, que traen trastornos a la población ribereña.

En vista de este problema de exceso de agua en una época del año y escasez en la otra, el monitoreo de los recursos hídricos se ha vuelto cada vez más complejo. Además de esa complejidad, la necesidad de informaciones hidrológicas en corto plazo motivó la instalación de estaciones telemétricas en puntos más estratégicos de la cuenca.

La Planificación y la Gestión de los Recursos Hídricos de las cuencas de los Ríos Piracicaba, Capivari y Jundiá dependan del conocimiento cuantitativo y cualitativo de la situación de sus aguas. Sin la correcta evaluación de esos factores, es muy difícil, a veces inviable, la determinación y la priorización de las acciones a realizar en las cuencas que permitan resolver los problemas relacionados con las diversas formas de uso del agua.

El Plan Estadual de Recursos Hídricos - PERH enfatiza la necesidad de una actuación firme del Estado en el sentido de mantener el sistema básico de informaciones sobre los recursos hídricos en operación y siempre actualizado. De la misma forma, el Plan de Cuencas del PCJ considera como prioritario el monitoreo de los recursos hídricos de la región.

Así, el monitoreo continuo y eficiente de la disponibilidad hídrica de estos cursos de agua es una condición necesaria para la resolución de los conflictos de uso de las aguas ya existentes y cada vez más agravados por la creciente demanda de agua de la región.

Por lo tanto, la red telemétrica es indispensable para:

- Realizar alertas cuando ocurren fugas máximas (inundaciones);
- Orientar la planilla de agua en los períodos de estiaje;

- Auxiliar la operación de las descargas de agua abajo de los depósitos existentes o que se ejecuten;
- Controlar la disponibilidad hídrica, con atención al mantenimiento de las fugas mínimas;
- Orientar y controlar las acciones de racionalización del uso de las aguas;
- Acompañar la dinámica de las aguas en los cursos de agua para permitir mayor agilidad en la alteración de las reglas operativas y movilización de los equipos de fiscalización;
- Crear series históricas con datos de hora en hora o cada 10 o 20 minutos para orientar la elaboración de estudios y proyectos hidráulicos;
- Proporcionar datos para la elaboración de los Reportes de Situación de Recursos Hídricos y de los Planes de Cuencas Hidrográficas;
- Ofrecer datos (monitoreo cualitativo y cuantitativo de los ríos) para auxiliar las acciones y tomas de decisión en casos de lanzamientos indebidos, accidentes en carreteras con cargas peligrosas, roturas de represas y diques junto a los manantiales;
- Orientar los planes de Cuencas Hidrográficas;
- Establecer planes de contingencia y apoyo a la defensa civil;
- Determinar períodos de mayor demanda hídrica de los cultivos y la oferta establecida por el sistema PCJ.

El monitoreo continuo y en tiempo real de la calidad del agua en ríos, lagos y depósitos es una práctica que se ha introducido en muchos países que experimentan problemas ambientales, o más específicamente, riesgos de contaminación de sus aguas. Este tipo de monitoreo permite aumentar significativamente la eficiencia de los Sistemas de Vigilancia y, en consecuencia, reducir los riesgos sanitarios cuando el agua se utiliza para abastecimiento, o riesgos ambientales, en el caso más general.

# CÓMO FUNCIONA UNA ESTACIÓN TELEMÉTRICA

Conocer las aguas es fundamental para planificar y gestionar los usos de los recursos hídricos.

En una estación de monitoreo hídrico, se llevan a cabo mediciones sistemáticas de la cantidad de las lluvias. Las estaciones telemétricas también poseen aparatos para transmisión de los datos a corto plazo a centrales remotas.

En las Cuencas PCJ, la información recopilada es analizada por la Sala de Situación, ofrecida por internet y almacenada en un banco de datos del Sistema de Apoyo a la Decisión de las Cuencas PCJ (SSD PCJ).

## Panel Solar

Reacciona con la luz del sol y produce energía eléctrica (energía fotovoltaica). Esta energía se almacena en una batería y se utiliza por la estación de seguimiento.

## Sensor de Nivel

Se basa en la emisión de pulsos de ultrasonido emitidos y detectados por el sensor, que se reflejarán por los cuerpos de agua. De esa manera, la medición de nivel ocurre sin que haya cualquier tipo de contacto físico entre el instrumento y el medio medido. En algunos casos, se pueden utilizar sensores de presión, que se dejan sumergidos.

## Pluviómetro

aparato utilizado para recoger y medir, en milímetros lineales, la cantidad de líquidos o sólidos (lluvia, nieve, granizo) precipitados durante un determinado tiempo y lugar.

## Red de transmisión

Se transmiten los datos recopilados a un servidor que ofrece información para acceso público. La transmisión puede ocurrir por medio de telefonía celular o satélite. También se almacenan los datos para la composición de series históricas o utilizadas para apoyar la decisión, con apoyo de la SSPCJ.

## Regla Limnimétrica

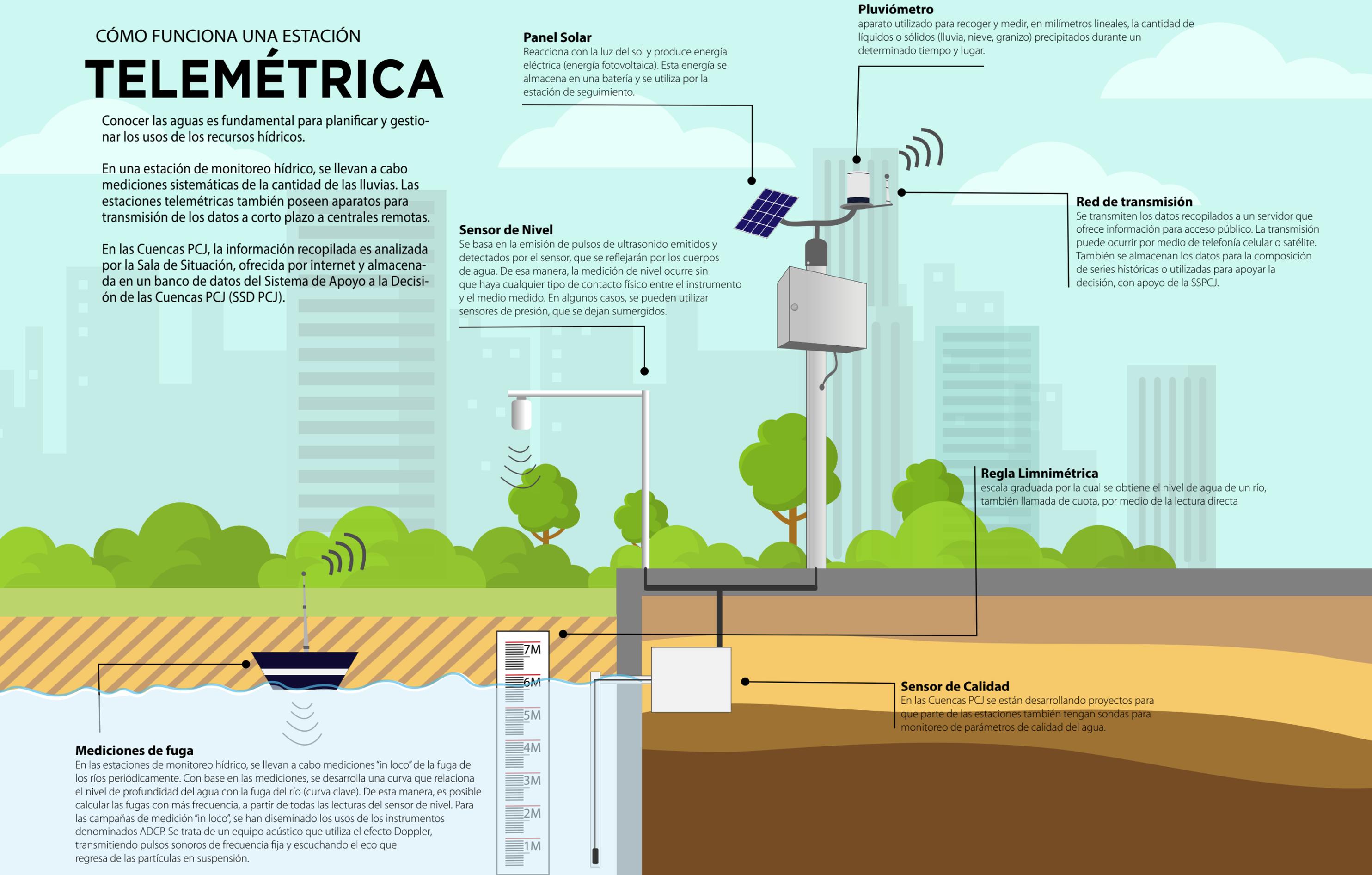
escala graduada por la cual se obtiene el nivel de agua de un río, también llamada de cuota, por medio de la lectura directa

## Sensor de Calidad

En las Cuencas PCJ se están desarrollando proyectos para que parte de las estaciones también tengan sondas para monitoreo de parámetros de calidad del agua.

## Mediciones de fuga

En las estaciones de monitoreo hídrico, se llevan a cabo mediciones "in loco" de la fuga de los ríos periódicamente. Con base en las mediciones, se desarrolla una curva que relaciona el nivel de profundidad del agua con la fuga del río (curva clave). De esta manera, es posible calcular las fugas con más frecuencia, a partir de todas las lecturas del sensor de nivel. Para las campañas de medición "in loco", se han diseminado los usos de los instrumentos denominados ADCP. Se trata de un equipo acústico que utiliza el efecto Doppler, transmitiendo pulsos sonoros de frecuencia fija y escuchando el eco que regresa de las partículas en suspensión.



## Un paso adelante:

### Sala de Situación desempeña un papel fundamental en el monitoreo de los ríos de las Cuencas PCJ

En funcionamiento desde hace siete años, por iniciativa de los Comités PCJ, la Sala de Situación PCJ (SSPCJ) monitorea las lluvias y también las fugas y niveles de los principales ríos de las Cuencas PCJ, además de monitorear las fugas de captación y lanzamiento de los principales usuarios.

Se inauguró la SSPCJ en octubre de 2010, después que la región de las Cuencas PCJ fue sorprendida en el verano de 2009-2010 por un alto índice de pluviosidad, cuando varias ciudades sufrieron inundaciones. Barrios enteros en diversos municipios tuvieron áreas inundadas, lo que dejó muchas familias sin hogar.

Después de este período y contabilizados todos los perjuicios, los Comités PCJ, que ya estaban movilizándose para intensificar los mecanismos de monitoreo, como la ampliación de la red de monitoreo de las fugas de los ríos, intensificaron su trabajo para también obtener las informaciones sobre clima y lluvia. En ese contexto, surgió el concepto de Sala de Situación, que recibió aún más atención durante la crisis hídrica en 2014 y 2015.

La iniciativa es resultado de un convenio firmado entre los Comités PCJ/Agencia de las Cuencas PCJ y el DAEE (Departamento de Aguas y Energía Eléctrica). La sala de situación se encuentra en las dependencias del DAEE, en Piracicaba, y cuenta con varias computadoras y pantallas para monitoreo en tiempo real de las condiciones hídricas y pluviométricas de las cuencas de la región.

La unidad se presenta fundamental principalmente en la prevención y adaptación de eventos extremos. Con el auxilio de herramientas de informática, permite apoyo a las decisiones tomadas en relación a la operación de los depósitos de las cuencas PCJ (liberación y/o restricción de fugas) y sobre acciones de alerta y emergencia en situaciones de inundaciones, estiajes o accidentes, a través del accionamiento de organismos públicos, operadores de sistemas de saneamiento y la Defensa Civil, cuando sea necesario.

La SSPCJ aún tiene la función de proveer informaciones para la elaboración de estudios más detallados y/o específicos, como Reportes de Situación de las Cuencas PCJ y Planes de Cuencas.

El monitoreo utilizado por la Sala de Situación también sirve de base para estudios académicos, como defensas de tesis de maestrías y doctorados.



Luiz Roberto Moretti recibe a grupos en la Sala de Situación PCJ

### Cómo Funciona

Los datos sobre lluvias y sobre las fugas y niveles de los ríos son obtenidos por el Sistema de Alerta a Inundaciones de São Paulo (SAISP), operado por la Fundación Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH).

El monitoreo hidrológico del SAISP es realizado por la Red Telemétrica de Hidrología del Departamento de Aguas y Energía Eléctrica del Estado de São Paulo (DAEE) y por el Radar Meteorológico de São Paulo, de propiedad del DAEE y adquirido en convenio con la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP).

En las Cuencas PCJ, son decenas de centros de monitoreo (nivel, fuga y lluvia) de volumen de captación y volumen de lanzamiento de alcantarillados, y casi todos los centros tienen escala diferenciada para inundaciones. En algunos puntos (Río Atibaia, en Atibaia, Río Atibaia, en la captación en Valinhos, Río Jaguari, en Jaguariúna, Río Jaguari, en Buenópolis, y Río Piracicaba, en Piracicaba), hay previsión de nivel. Por eso, la SSPCJ logra prever cambios en el nivel del río en esos puntos con seis horas de antelación.

Por el sitio de la Sala de Situación PCJ ([www.sspcj.org.br](http://www.sspcj.org.br)), es posible acceder a los Boletines Diarios (datos de lluvia, nivel y fuga, previsión de lluvia e imagen de radar) e Informes de Síntesis Diarios (lluvia y fuga en el área PCJ), además de boletines mensuales con la síntesis de informaciones como: datos pluviométricos mensuales de las Cuencas PCJ; mapa de la precipitación pluviométrica; gráficos con la operación del Sistema Cantareira; fugas promedias, máximas y mínimas de los ríos monitoreados por la telemetría del Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (DAEE); limnigramas (nivel del río) y fluvioigramas (fuga del río) del mes en los centros de la telemetría.

## INUNDACIONES Y ESTIAJES

Inicialmente, la principal función de la SSPCJ fue crear una rutina de alerta para la Defensa Civil en relación a los riesgos de inundación. Sin embargo, a partir de la crisis hídrica de 2014/2015, la demanda también se centró en el estiaje. Además de los ríos, la Sala de Situación empezó a monitorear los principales usuarios de recursos hídricos de las Cuencas PCJ. La fiscalización comenzó a partir de la resolución conjunta ANA/DAEE 050/2015 y del decreto del DAEE 761/2015.

La medida empezó a restringir el volumen de las captaciones de agua en las cuencas de los ríos Jaguari, Camanducaia y Atibaia en el mismo nivel del punto de confluencia de los ríos Jaguari y Atibaia, en los casos en que el volumen útil, disponible por gravedad, en el Sistema Equivalente del Cantareira es inferior a 49 hm<sup>3</sup>, lo que corresponde al 5% del volumen útil.

Durante el periodo lleno, la finalidad del monitoreo es comunicar alertas a la Defensa Civil. En el estiaje, el principal objetivo es administrar los recursos hídricos para garantizar agua para todos los usuarios. La prioridad es el abastecimiento urbano.

En estado de restricción, de acuerdo con la fuga de cada río, se debe reducir el consumo de un 20% del volumen diario otorgado para consumo humano y animal, y 30% para irrigación o uso industrial. La resolución sirvió para disminuir la demanda en el periodo de estiaje y lograr atender a todos los usuarios de la manera más satisfactoria posible.

El control es realizado por fiscalizaciones “in loco” en los hidrómetros y también por medio de declaraciones sobre el volumen captado hechas por los propios usuarios en el Sidecc (Sistema para Declaración de las Condiciones de Uso de Captaciones) y en el Sidecc-R (que permite al usuario hacer la declaración de forma remota).

Los valores de las multas (en moneda brasileña) para usuarios con fuga por encima de 36 metros cúbicos por hora varían según la infracción, que puede ser, por ejemplo, no declararla, no tener el equipo de medición, o defraudar la medición.



Comitiva de la Acción Eco Cuencas visitó la Sala de Situación PCJ

## AMPLIACIÓN



Sala de Situación monitorea las Cuencas PCJ

Ya existen estudios para ampliar el área de restricción en los casos de estiaje agudo para toda la Cuenca del Medio Tietê, que abarca las Cuencas PCJ, además de monitorear captaciones subterráneas, lo que obliga a los usuarios a hacer la declaración, como ya ocurre con los usuarios de captación superficial.

Otro estudio es para que en el futuro, la Sala de Situación también pueda recopilar datos sobre la calidad del agua de los ríos. El proyecto está bajo la responsabilidad del GT (Grupo de Trabajo) - Calidad, de la Cámara Técnica de Monitoreo Hidrológico de los Comités PCJ (CT-MH). La idea es interconectar las informaciones del Sistema Infoáguas, de la Cetesb, en la SSPCJ, por medio de un término de cooperación entre Cetesb, DAEE y Agencia de las Cuencas PCJ.

## APRENDA CÓMO FUNCIONA UNA SALA DE SITUACIÓN

En un video producido por la Agencia Nacional de Aguas/Brasil, es posible ver cómo funciona una Sala de Situación y su importancia en la prevención de eventos extremos, como inundaciones y estiajes. ANA también tiene una Sala de Situación que monitorea y analiza la evolución de las lluvias, de los niveles y de la fuga de los principales ríos, depósitos y cuencas hidrográficas de Brasil. Todas las informaciones se comparten por medio de boletines y sistemas de monitoreo, que sirven de soporte a la decisión de las autoridades responsables de la gestión de estiajes e inundaciones.

Para ver el vídeo que explica cómo funciona una sala de situación, entra a: <https://youtu.be/VPSzIzwBmxU>. Vea también al video-educativo de ANA que explica la Red Hidrometeorológica Nacional: [http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/Video.aspx?id\\_video=82](http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/Video.aspx?id_video=82).



*“Este documento fue producido con el apoyo financiero de la Unión Europea. El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de la Agencia PCJ y en ningún caso debe considerarse que refleja la posición de la Unión Europea.”*

[www.agencia.baciaspcj.org.br](http://www.agencia.baciaspcj.org.br)

## Expediente

**Periodista responsable y supervisión general:**

Ivanise Pachane Milanez

**Diseño Gráfico y Diagramación:**

Jean-Frédéric Pluinage

Gabriel Josias

**Reportajes:**

Kaique Barretto

**Fotos:** Acervo de la Agencia de Cuencas PCJ

**Apoyo Editorial:** Parla! Assessoria

**Apoyo:**

Coordinación de Sistemas de Información de la Agencia de Cuencas PCJ

