

# **Comitês PCJ**

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

### **Atividade II do Plano de Trabalho Anual (2015-2016)**

#### **DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DO PLANO DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NAS BACIAS PCJ**

**FEVEREIRO DE 2016**

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. JUSTIFICATIVA .....	6
3. OBJETIVOS .....	9
4. PROCEDIMENTO .....	10

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### 1. INTRODUÇÃO

O uso das águas subterrâneas nas Bacias PCJ se intensificou na última década, tornando-se de extrema importância para o atendimento atual e futuro de suas diversas demandas de usos. A utilização da água subterrâneas nas Bacias PCJ condiciona-se não somente ao potencial de exploração dos aquíferos, bastante variável ao longo de toda a sua área, mas também às mudanças nas condições climáticas, aos aspectos de uso e ocupação da terra e ao nível de atendimento das populações às medidas de saneamento básico.

Os volumes extraídos têm crescido em um ritmo acentuado, produzindo alterações que se manifestam, principalmente, em áreas de maior densidade demográfica ou de notável vocação agroindustrial. A intensificação no aproveitamento, aliada ao conhecimento inadequado sobre as condições de fluxo e armazenamento e à ausência de ações efetivas de gestão dos recursos hídricos subterrâneos, tende a resultar em determinados locais, na instalação de conflitos pelo uso da água de severas interferências, tais como: rebaixamento significativo dos níveis d'água, supressão ou redução de vazões de nascentes, diminuição das vazões de poços tubulares, abatimentos de terrenos e alteração da qualidade.

A julgar pela tendência progressiva das perfurações pode-se antever o iminente colapso de vários sistemas de produção existentes e de estabelecimento de impactos de caráter permanente ou de difícil e lenta reversão.

A exploração descontrolada associam-se práticas eventualmente pouco criteriosas e sem ordenamento de uso e ocupação dos terrenos, elevando-se a possibilidade de comprometimento tanto quantitativo quanto qualitativo das águas subterrâneas.

O monitoramento integrado das águas subterrâneas, nas Bacias PCJ, deve prover informações sobre a qualidade e dinâmica dos aquíferos em relação às variações sazonais e efeitos antrópicos.

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

A rede de monitoramento a ser implantada nas Bacias PCJ deverá estar integradas àquelas já existentes. No Estado de São Paulo, a CETESB opera uma rede de monitoramento de qualidade desde 1990, utilizando-se de poços tubulares de abastecimento para coleta de amostras de água. Além disso, está sendo implantada uma rede integrada de monitoramento de qualidade e quantidade, pela a CETESB em parceria com o CTH/DAEE, utilizando-se de poços piezométricos, instalados exclusivamente para esta função.

Este monitoramento integrado será fundamental para subsidiar as ações de controle da poluição ambiental e gestão deste recurso hídrico, e os resultados da rede de monitoramento de qualidade, obtidos de poços tubulares, nascentes e poços piezométricos possibilitarão o estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade - VRQs por aquíferos, subsidiando, futuramente, o enquadramento das águas subterrâneas, conforme as classes definidas na Resolução CONAMA 396/08.

As informações sobre a qualidade e os usos da água e capacidade de armazenamento, exploração e recarga dos aquíferos são componentes essenciais para o entendimento, proteção e otimização do uso do recurso hídrico subterrâneo.

Alterações na qualidade das águas subterrâneas e na sua disponibilidade são fenômenos que não ocorrem de um momento a outro, sendo identificadas apenas por meio de um monitoramento bem elaborado e de longo termo. O monitoramento deverá fornecer informações para o controle de impactos causados pela extração de água e pela carga de poluentes no aquífero.

Deve-se levar em conta que o controle da quantidade é um elemento de garantia da boa qualidade das águas. A superexploração de uma massa de água subterrânea, em função da interconexão, pode ter impacto na qualidade das águas superficiais para a manutenção da vida aquática e dos ecossistemas terrestres adjacentes.

A elaboração de um plano e a implantação do sistema de monitoramento deverá passar pela criteriosa análise e definição dos objetivos do mesmo, de tal maneira que sejam atendidas, no mínimo, as seguintes questões: definição de estratégias de monitoramento; justificativas para o estabelecimento do plano de

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

monitoramento; especificação de quais corpos d'água/mananciais superficiais e subterrâneos serão monitorados; composição de escopo detalhado do plano de monitoramento; métodos de monitoramento propostos (locais de monitoramento e justificativa para a sua escolha; levantamento do uso e ocupação do solo no entorno do ponto de monitoramento, instrumentos e equipamentos de monitoramento; parâmetros a serem monitorados e justificativa para a sua escolha, frequência de medições e amostragem; plano de ação para a implementação do monitoramento; dentre outras atividades que se mostrarem necessárias); custos necessários para instalação de pontos de monitoramento; operação e manutenção; e responsabilidades dos entes a serem envolvidos.

Assim sendo, o Plano de Monitoramento, impreterivelmente, deverá balizar-se nas respostas das seguintes perguntas:

- a) O quê e com que frequência monitorar?
- b) Onde monitorar?
- c) Como implantar e operar?
- d) Quanto custa implantar e operar?
- e) Quem será o responsável?

Além dos questionamentos anteriormente expostos, no monitoramento deve-se levar em conta a interconexão entre águas subterrâneas e águas superficiais, uma vez fazem parte do mesmo ciclo, embora de fases diferentes, possibilitando que sejam gerenciadas de forma integrada.

No âmbito dos Comitês PCJ, existe um diagnóstico das condições de exploração das águas subterrâneas voltado a implantação da rede de monitoramento quali-quantitativa, elaborado pela empresa EPS Gerenciamento Ambiental, concluído em dezembro de 2013 que deverá ser reavaliado e, se couber, levado em consideração no desenvolvimento do Termo de Referência para a elaboração do Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas nas Bacias PCJ.

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

O referido trabalho foi proposto pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), como parte integrante de um Acordo Judicial firmado entre o Governo do Estado de São Paulo, o Ministério Público Estadual e a empresa Rota das Bandeiras, tendo potencial para constituir uma importante base documental de informações com vistas à consolidação do plano de implementação da rede de monitoramento.

O trabalho passou por uma análise da CT-AS, mais especificamente, do GT-Controle, conforme Parecer Técnico anexado a este.

## **2. JUSTIFICATIVA**

O monitoramento contínuo da água subterrâneo constitui procedimento de grande importância para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, pois proporciona a reunião de informações qualitativas e quantitativas e permite avaliar os impactos das atividades antrópicas nos sistemas aquíferos.

A importância do monitoramento da água está conceituada na Política Nacional de Recursos Hídricos, que define, dentre seus objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Art. 2º, Cap. II, Tit. I, Lei nº 9.433).

Esta Política também conceitua a importância da avaliação integrada da qualidade e quantidade ao determinar, como diretrizes de ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a gestão sistemática dos recursos hídricos sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade e a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental (Art 3º, Cap. III, Tit. I, Lei nº 9.433).

Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH nº 15, de 11 DE JANEIRO DE 2001, na implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos deverão ser incorporadas medidas que assegurem a promoção da gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas.

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

A Resolução CNRH nº 22 de 24 DE MAIO DE 2002 estabelece que as informações hidrogeológicas e os dados sobre as águas subterrâneas necessários à gestão integrada dos recursos hídricos devem constar nos Planos de Recursos Hídricos e incluir, no mínimo, por aquífero:

- I – a caracterização espacial;
- II – o cômputo das águas subterrâneas no balanço hídrico;
- III – a estimativa das recargas e descargas, tanto naturais quanto artificiais;
- IV – a estimativa das reservas permanentes exploráveis dos aquíferos;
- V – caracterização físico, química e biológica das águas dos aquíferos;
- VI – as devidas medidas de uso e proteção dos aquíferos.

Em seu Art. 4º, a Resolução CNRH 22 estabelece que os Planos de Recursos Hídricos, elaborados por bacia, devem contemplar o monitoramento da quantidade e qualidade dos recursos dos aquíferos, com os resultados devidamente apresentados em mapa e a definição mínima da:

- rede de monitoramento dos níveis d'água dos aquíferos e sua qualidade;
- densidade dos pontos de monitoramento; e,
- frequência de monitoramento dos parâmetros.

Além disso, as ações potencialmente impactantes nas águas subterrâneas, bem como as ações de proteção e mitigação a serem empreendidas, devem ser diagnosticadas, incluindo:

- descrição e previsão da estimativa de pressões socioeconômicas e ambientais sobre as disponibilidades;
- estimativa das fontes pontuais e difusas de poluição;
- avaliação das características e usos do solo; e



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

- análise de outros impactos da atividade humana relacionadas às águas subterrâneas.

Outras ferramentas que favorecem a gestão da quantidade e qualidade são a classificação e o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes.

Para o recurso hídrico subterrâneo foi dado o primeiro passo para esse enquadramento, com a publicação da Resolução CONAMA 396 de 03.04.2008 que "Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Segundo esta resolução, Art. 3º As águas subterrâneas são classificadas em:

- Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

- Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

- Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

- Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;



# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

– Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

- Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

### 3. OBJETIVOS

Os principais objetivos do monitoramento quali-quantitativo das águas subterrâneas nas Bacias PCJ são:

- Maior entendimento dos processos que regem as inter-relações das águas subterrâneas com as águas superficiais, possibilitando o gerenciamento integrado;
- Identificar as características hidrogeológicas dos aquíferos;
- Monitoramento e quantificação das reservas totais, permanentes e ativas dos aquíferos, por bacias e sub-bacias;
- Obter informações sobre a disponibilidade potencial do recurso hídrico;
- Criar série histórica da variação do nível d'água;
- Avaliar as respostas dos aquíferos à sazonalidade climática;
- Identificar áreas com problemas potenciais;
- Projetar as condições futuras de disponibilidade para planejamento de abastecimento público;
- Avaliar a distribuição espacial da qualidade natural da água e/ou relacionada à presença de contaminantes;

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

- Identificar o início da contaminação e/ou a extensão de eventuais plumas de contaminação;
- Estabelecer Valores de Referência de Qualidade – VRQ para cada substância de interesse, por Aquífero;
- Fazer prognósticos sobre a chegada de águas contaminadas a fontes importantes de abastecimento;
- Diagnosticar e controlar a qualidade de águas subterrâneas para a classificação e enquadramento conforme usos preponderantes;
- Fornecer subsídios para orientar a responsabilidade legal dos incidentes de contaminação;
- Subsidiar elaboração de planos de qualidade das águas;
- Avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas, em períodos de cada 10 anos;
- Monitorar fontes difusas de poluição;
- Subsidiar a formulação de ações de gestão da qualidade do recurso hídrico subterrâneo junto aos CBH-PCJ;
- Subsidiar tomada de ações dos órgãos gestores.

## **4. PROCEDIMENTO**

O monitoramento das águas subterrâneas é um procedimento que oferece subsídios às decisões relacionadas ao uso e gerenciamento do recurso, tanto para organismos governamentais, em suas diversas instâncias, quanto para companhias de saneamento, entidades conservacionistas e pelo público em geral. Estas decisões podem ser relacionadas à identificação da necessidade de busca por novas fontes de abastecimento por água subterrânea, à avaliação de locais para



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

implantação de aterros sanitários e à estimativa dos efeitos de atividades antrópicas nos aquíferos.

A despeito da diversidade de demandas relacionada à água subterrânea a necessidade de uma base de dados hidrogeológica consistente é inquestionável e nesse contexto, o monitoramento atua como uma atividade fundamental. O Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas nas Bacias PCJ, para ser efetivo, deve ser flexível e considerar as condições hidrogeológicas regionais e locais, o uso e ocupação dos terrenos, as demandas hídricas atuais e futuras e as necessidades específicas dos diversos usuários.

O sistema de monitoramento das águas subterrâneas deve iniciar-se pela especificação das informações que são necessárias para atingir aos objetivos do monitoramento e terminar com a utilização das informações obtidas.

Por sua vez, as informações obtidas subsidiarão uma redefinição das informações necessárias e a estratégia de como obtê-las. Além disso, é preciso definir preliminarmente uma estratégia de monitoramento que possibilite definir os responsáveis pelo monitoramento e otimizar os recursos técnicos, legais, financeiros e humanos disponíveis e garantir a obtenção dos produtos esperados.

Os critérios de monitoramento a serem estabelecidos deverão estar em consonância com as resoluções CONAMA 396/08 e CNRH 107/10.

O monitoramento deverá ser considerado como um procedimento sistêmico que envolve a execução de várias atividades de modo ordenado e metódico. A sequência de atividades previstas é:

- Reavaliação do relatório da EPS;
- Delimitação da área de monitoramento;
- Análise da estrutura geológica, do sistema de fluxo subterrâneo e qualidade das águas subterrâneas;
- Desenho/espacialização da rede de monitoramento;

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

- Definição e implementação de métodos de coleta e investigação de campo e procedimentos analíticos laboratoriais;
- Determinação da frequência de amostragem e seleção de variáveis a serem analisadas e adoção de processos que assegurem a qualidade dos dados obtidos;
- Análise, processamento e interpretação dos dados.

O plano de monitoramento deverá envolver não somente o sistema de monitoramento, mas também a elaboração de um sistema de informação e um sistema de gerenciamento. Entende-se que um ponto decisivo no plano de monitoramento é a transformação dos dados em informação, que sejam passíveis de utilização útil por parte dos diversos usuários – técnicos setores socioeconômicos, setores ambientais, entidades científicas, tomadores de decisão e público em geral - o que implica em sistemas de informação bem estruturados, interativos e com a capacidade de geração de gráficos e mapas.

O sistema de gerenciamento, que deverá representar a fase final do plano, refere-se efetivamente ao emprego dos resultados como suporte à implementação de políticas e estratégias de proteção do recurso hídrico subterrâneo.

Sugere-se que a seleção das localidades a serem monitoradas se baseie nas premissas da Deliberação CRH n.º52/2005 e, nesse contexto, as localidades com saldo hídrico mais comprometido, somado a maior densidade de poços, deverão ser as áreas prioritárias para o monitoramento. Além desses aspectos, deverão ser considerados, também: o volume de exploração e o quantitativo de áreas contaminadas de cada sub-bacia.

Parâmetros de qualidade deverão ser escolhidos em função das características da região, da vulnerabilidade do aquífero, do uso e ocupação do solo e da existência de fontes de poluição e de áreas contaminadas. A interpretação dos resultados deverá considerar a comparação com padrões legais existentes (Portaria MS 2914/2011, Resolução CONAMA 420/2009 e Valores orientadores para solo e água subterrânea no estado de São Paulo estabelecidos pela CETESB- 2014).

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Para a caracterização do corpo hídrico a ser monitorado, é preciso levantar dados sobre: o sistema de fluxo das águas subterrâneas; extensão dos aquíferos, aquitardes e aquicludes; identificação do potencial de uso da água subterrânea, considerando a sua quantidade e qualidade; avaliação da vulnerabilidade ao risco de poluição; localização de áreas declaradas contaminadas, avaliação quanto ao risco de fontes potenciais de poluição; identificação de problemas de superexploração e, avaliação dos valores de referência para as concentrações de constituintes químicos da água.

Em função dos custos, a rede de monitoramento quali-quantitativa das águas subterrâneas das bacias PCJ deverá ser implantada gradualmente, passo a passo, primeiramente com base em um modelo conceitual sobre a delimitação tridimensional do corpo hídrico a ser monitorado, suas características químicas e hidrológicas e sua vulnerabilidade a fontes de poluição e super exploração. Com a avaliação dos dados obtidos, é possível melhorar o modelo conceitual e também o próprio monitoramento. Este processo continua até que os objetivos propostos sejam atingidos com elevado nível de confiança.

Assim, o plano de monitoramento deverá levar em conta:

- A definição dos objetivos do monitoramento;
- O projeto de rede (seleção de pontos de monitoramento, parâmetros a serem determinados, frequência de amostragem);
- Operação do monitoramento (coleta, análise, interpretação, controle de qualidade); e
- Avaliação dos resultados frente aos objetivos para validação do monitoramento. Entretanto, uma pergunta deve ser ainda respondida: “Quem terá a atribuição de coordenar e executar a implantação e a operação da rede de monitoramento?”.

Os parâmetros recomendados para os programas nacionais de caráter quantitativo são (EUROPEAN COMMUNITIES, 2007): nível d’água em poços, vazão de nascentes e escoamento de base de cursos d’água. A inclusão de parâmetros

# Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



## **CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

adicionais auxilia na interpretação dos resultados e permite uma melhor caracterização dos aquíferos e a avaliação integrada com as águas superficiais. São eles: parâmetros químicos e indicadores de intrusão salina; pluviometria e demais componentes exigidas para o cálculo da evapotranspiração; e exploração da água subterrânea (e recarga artificial).

Piracicaba, 19 de fevereiro de 2016.

---

Vinícius Rosa Rodrigues

Coordenador da CT-AS - PCJ