



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

SISTEMA DE SUPORTE A DECISÕES APLICADO AO MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS: estudo de caso SSD PCJ

Mayara Sakamoto Lopes, mayara.lopes@fcth.br, FCTH
Diogo Bernardo Pedrozo, diogo.pedrozo@fcth.br, FCTH
João Rafael Bergamaschi Tercini, joao.tercini@fcth.br, FCTH
Victor Alberto Romero Gonzalez, victor.romero@fcth.br, FCTH
Aline Doria de Santi, aline.santi@fcth.br, FCTH
Eduardo Cuoco Léo, eduardo.leo@baciaspcj.org.br, Agência das Bacias PCJ

Resumo

O monitoramento de corpos d'água é imprescindível para a gestão de recursos hídricos, tendo em vista sua importância na geração de dados sobre a situação das bacias hidrográficas. Entretanto, para que esses dados sejam úteis, não basta apenas sua coleta e aquisição, demandando também processamentos para os transformar em informações, as quais poderão ser utilizadas por diferentes usuários para construir conhecimento da situação em questão. Assim, para o efetivo gerenciamento de recursos hídricos, é necessário investir também em bases de dados e sistemas de informações que facilitem o acesso rápido às informações atualizadas. Nesta perspectiva, no presente artigo, apresentam-se as aplicações do Sistema de Suporte a Decisões das Bacias PCJ (SSD PCJ) no que tange à integração do monitoramento quali-quantitativo. O trabalho mostrou que a estruturação do banco de dados desse sistema e suas inúmeras ferramentas de visualização e análise de dados e informações permitem que diferentes usuários gerem, conforme suas necessidades, diversas informações relativas ao comportamento dos recursos hídricos. Por isso o SSD PCJ, como o Sistema de Informações das Bacias PCJ, é de suma importância para a integração do monitoramento das Bacias PCJ, tendo potencial, inclusive, para avaliação de indicadores e/ou valores de referência de situações críticas.

Palavras-chave: Sistema de Suporte a Decisões, Sistema de Informações, Monitoramento hídrico, Gestão de Recursos Hídricos, Bacias PCJ.

1. Introdução

O monitoramento de recursos hídricos é fundamental para fornecer dados sobre a situação quali-quantitativa de bacias hidrográficas, indicando variações que ocorrem tanto espacial quanto temporalmente. Tendo em vista que fornece subsídios essenciais para o diagnóstico e avaliação das condições dos ecossistemas aquáticos e para tomadas de decisões associadas ao gerenciamento dos recursos hídricos, o monitoramento desempenha, ainda, importante papel no estabelecimento do equilíbrio sustentável entre o desenvolvimento econômico-demográfico e a disponibilidade hídrica (ANA, [201-]).

Embora o monitoramento possa ser feito com múltiplas finalidades, os seus principais objetivos são: i) acompanhar alterações da qualidade e quantidade dos recursos hídricos; ii) analisar tendências de variáveis e elaborar previsões de comportamento; iii) alertar para impactos adversos não previstos, ou mudanças nas tendências previamente observadas; iv) detectar a violação de padrões de qualidade e/ou regras operativas previstos em legislação; v) fornecer



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

informações imediatas, quando um indicador se aproximar de valores críticos; vi) documentar impactos resultantes de determinada ação; vii) avaliar eficácia de ações realizadas na bacia hidrográfica; viii) oferecer informações que permitam avaliar medidas corretivas; ix) desenvolver instrumentos de gestão; e x) fornecer subsídios para tomadas de decisão (LONGO JÚNIOR, 2011 e ANA, [201-]).

Nesse sentido, cabe ressaltar que, ao estruturar e estabelecer redes e programas de monitoramento, é preciso ter em mente os objetivos a serem alcançados, haja vista que essas ferramentas deverão subsidiar ações relacionadas ao gerenciamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica em questão. No caso das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacias PCJ), a rede de monitoramento foi reestruturada em 2014, com o objetivo de adequá-la para fornecer dados consistentes sobre as condições hidrológicas da região, subsidiando tomadas de decisão dos órgãos gestores e dos Comitês PCJ, especialmente sobre ações decorrentes de eventos extremos e para a gestão do Sistema Cantareira.

Tendo em vista que o monitoramento contínuo gera grande quantidade de dados sobre a bacia hidrográfica, é evidente que o gerenciamento de recursos hídricos requer também bases de dados sistematicamente organizadas, bem como ferramentas computacionais que possibilitem acesso rápido às informações atualizadas (SANTI et al., 2020, no prelo; PORTO e PORTO, 2008). É nesse contexto que se deve investir também em Sistemas de Informação (SI), cujo objetivo, de modo geral, é reunir e divulgar dados e informações sobre a situação quali-quantitativa dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Diante dessa necessidade, a Agência das Bacias PCJ e o Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos (LabSid) desenvolveram o Sistema de Suporte a Decisões das Bacias PCJ (SSD PCJ), disponível em <http://ssd3.bacias-pcj.org.br/>. Esse sistema contém diversos módulos, incluindo um referente ao monitoramento das Bacias PCJ, no qual constam dados públicos do monitoramento quali-quantitativo realizado pela Agência das Bacias PCJ e parceiros, atendendo, assim, ao princípio de acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade, preconizado na Lei nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Considerando que o SSD PCJ é a ferramenta de integração do monitoramento quali-quantitativo para a gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ, no presente artigo apresentam-se as aplicações desse sistema, apoiando ações de diferentes entidades e instituições.

2. Metodologia

Para que o sistema de monitoramento hídrico seja capaz de subsidiar a gestão de bacias hidrográficas, é preciso que as estações operem com normalidade e que os dados gerados sejam consistentes, o que demanda a manutenção contínua da rede de monitoramento. No caso das Bacias PCJ, a avaliação da situação dos mananciais é realizada desde 2008 nas reuniões mensais da Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico (CT-MH) dos Comitês PCJ, tendo sido intensificada no período de estiagem em 2014 (LOPES et al., 2019).

Apesar da rede de monitoramento das Bacias PCJ ter sido reestruturada diante do cenário de escassez hídrica, esforços conjuntos entre a Agência das Bacias PCJ, Comitês PCJ, órgãos gestores e parceiros (setor elétrico, empresas de saneamento, etc.) possibilitam que o aprimoramento



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

ramento da rede continue ocorrendo. O monitoramento, feito em 2014 por 35 estações, é realizado, atualmente, por 61 estações telemétricas em operação, que coletam automaticamente dados de precipitação, cota fluviométrica e/ou qualidade dos corpos d'água em intervalo sub-horário (na maioria, a cada 10 minutos).

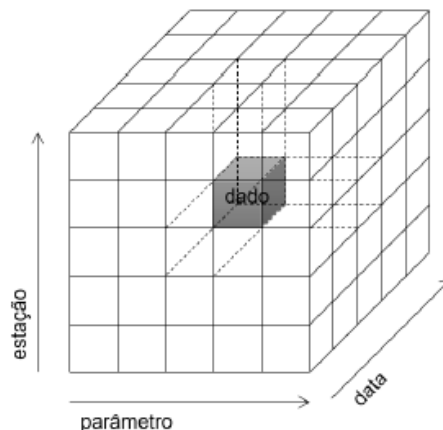
A precipitação nas Bacias PCJ é monitorada de três maneiras distintas – por pluviômetros, pelo Radar Meteorológico de São Paulo¹, e pelo Sistema Integrado de Estimativa e Previsão de Chuvas (Siprec), descrito em Almeida et al. (2019) –, resultando, assim, em três parâmetros: chuva no ponto (pluviômetro), chuva radar (Radar Meteorológico de São Paulo) e chuva integrada (Siprec – estimativa a partir de dados de estações meteorológicas, satélites e radares meteorológicos).

Os corpos d'água são monitorados por sensores automáticos de nível, que fornecem dados relativos à cota fluviométrica, os quais são utilizados para calcular, por meio de curva-chave atualizada, as vazões na seção do corpo d'água. Embora o monitoramento quantitativo ainda seja mais expressivo, cabe destacar que o monitoramento da qualidade dos rios das Bacias PCJ tem avançado nos últimos anos, sendo que já é realizado em alguns pontos por sondas multiparamétricas, também automáticas.

Todos os dados de monitoramento das Bacias PCJ, inclusive os das estações que eventualmente tenham sido desativadas, são armazenados no banco de dados do SSD PCJ, e posteriormente processados, para então serem disponibilizados na interface on-line do sistema. Tendo em vista que esses dados são de natureza distinta (diferentes fontes, tipos, frequência, etc.), o banco de dados foi estruturado de maneira a possibilitar a generalização dos dados.

Segundo Tercini et al. (2019), os dados de monitoramento sobre recursos hídricos possuem três características dimensionais, ou seja, para uma dada estação, pode-se relacionar vários parâmetros, medidos em determinado momento do tempo. Na Figura 1 apresentam-se os três atributos identificados a partir da análise dos dados: Estação, Parâmetro e Data.

Figura 1 - Estrutura dimensional dos dados hidrológicos



Fonte: Tercini et al. (2019).

¹ Radar de propriedade do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), instalado na barragem de Ponte Nova, na divisa dos municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim (SP).

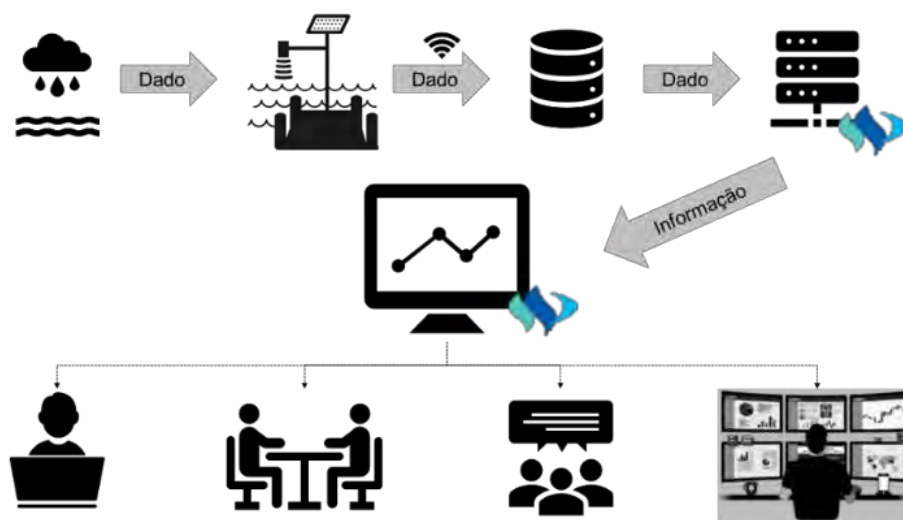


II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

A estrutura de dados em forma de cubo (Figura 1) significa que cada dado armazenado sempre estará associado a uma estação, a um parâmetro e à data que ocorreu a medição. Tal estrutura permite a integração dos dados de diversas fontes, gerando resultados de resumo (informações agregadas por estação monitoramento, parâmetro monitorado, data e tipo de agregação) e série temporal (informação agregada em uma base de discretização temporal por estação e parâmetro), que ficam disponibilizados na interface de monitoramento do SSD PCJ.

O fluxo de dados e informações das estações de monitoramento está sintetizado na Figura 2. Inicialmente, os dados são coletados por sensores e/ou equipamentos, que são transmitidos via cabo para a estação de monitoramento. Esses dados são enviados remotamente para serem armazenados em banco de dados e posteriormente processados pelo SSD PCJ, sendo, então, transformados em informação. As informações, por sua vez, são disponibilizadas na interface on-line do SSD PCJ, podendo ser consultadas por diversos usuários para subsidiar análises, estudos e tomadas de decisão.

Figura 2. Fluxo de dados e informações das estações de monitoramento



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

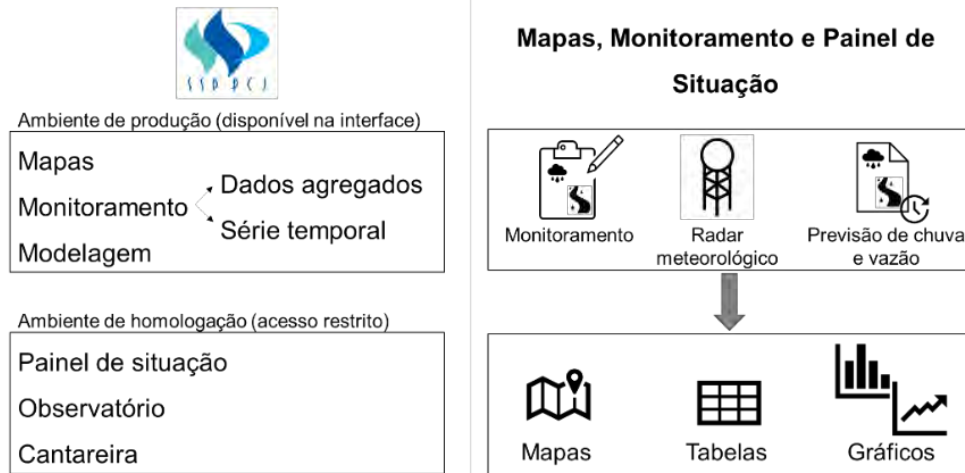
3. Resultados

Frente à dinâmica e evolução do monitoramento, o SSD PCJ, como o Sistema de Informações para as Bacias PCJ, deve estar em constante desenvolvimento, de forma a conseguir agregar novas funcionalidades úteis aos usuários e gestores de recursos hídricos, conforme as necessidades de cada um. Nesse sentido, para assegurar que o SSD PCJ seja confiável e robusto, o sistema conta com dois ambientes: produção – no qual são disponibilizadas apenas as ferramentas que já estão consistentes e que já vêm sendo utilizadas pelos principais usuários – e homologação, de acesso restrito – no qual novas ferramentas são testadas e aprimoradas antes de serem disponibilizadas ao público geral. Na Figura 3, apresentam-se, de maneira simplificada, os ambientes, interfaces e funcionalidades do SSD PCJ, com ênfase nas interfaces correlatas ao monitoramento das Bacias PCJ.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Figura 3. Interfaces do SSD PCJ



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 3, nota-se que, além das telas concernentes ao monitoramento, o SSD PCJ dispõe também de interfaces voltadas ao planejamento das Bacias PCJ. A interface de modelagem², utilizada nas simulações dos cenários do Plano das Bacias PCJ 2020 a 2035 (PROFILL-RHAMA, 2020), é composta por um modelo matemático quali-quantitativo estruturado em rede de fluxo AcquaNet, que permite gerar e simular cenários com base em dados carregados (população, demanda per capita, índices de saneamento, etc.). No mesmo sentido, a interface “Observatório” está sendo desenvolvida de forma a apoiar o acompanhamento de indicadores das Bacias PCJ, tendo em vista que poderá disponibilizar, por exemplo, a situação de cada município quanto aos índices de saneamento e de qualidade dos corpos d’água (SANTI et al., 2020). Já o módulo “Cantareira”, ainda em homologação, poderá possibilitar que usuários específicos³ façam previsões de armazenamento do Sistema Cantareira pelo método de Monte Carlo, descrito em Tercini et al. (2017).

Em relação à gestão das Bacias PCJ, destacam-se as interfaces de mapas, monitoramento e painel de situação, sendo que este último está em desenvolvimento, visando à disponibilização das informações de monitoramento de forma sintetizada ao usuário. Os dois primeiros módulos, em operação desde 2018, contêm dados e informações da rede de monitoramento hidrológico das Bacias PCJ, sendo utilizados para apoiar atividades de diversos usuários, sobretudo Agência das Bacias PCJ, Comitês PCJ, órgãos gestores e Sala de Situação PCJ.

A interface de mapas do SSD PCJ contém recursos e funcionalidades de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), na qual as estações e pontos de monitoramento estão localizados de maneira georreferenciada em um mapa interativo. A interatividade da tela pode ser feita por meio de ações como alteração de camadas (captações e lançamentos, hidrografia, reservatórios, etc.), seleção de parâmetros (chuva, nível, vazão, pH, turbidez, etc.) e intervalo de tempo

² Ferramenta de acesso restrito a perfis específicos de usuários, diante da complexidade do seu uso.

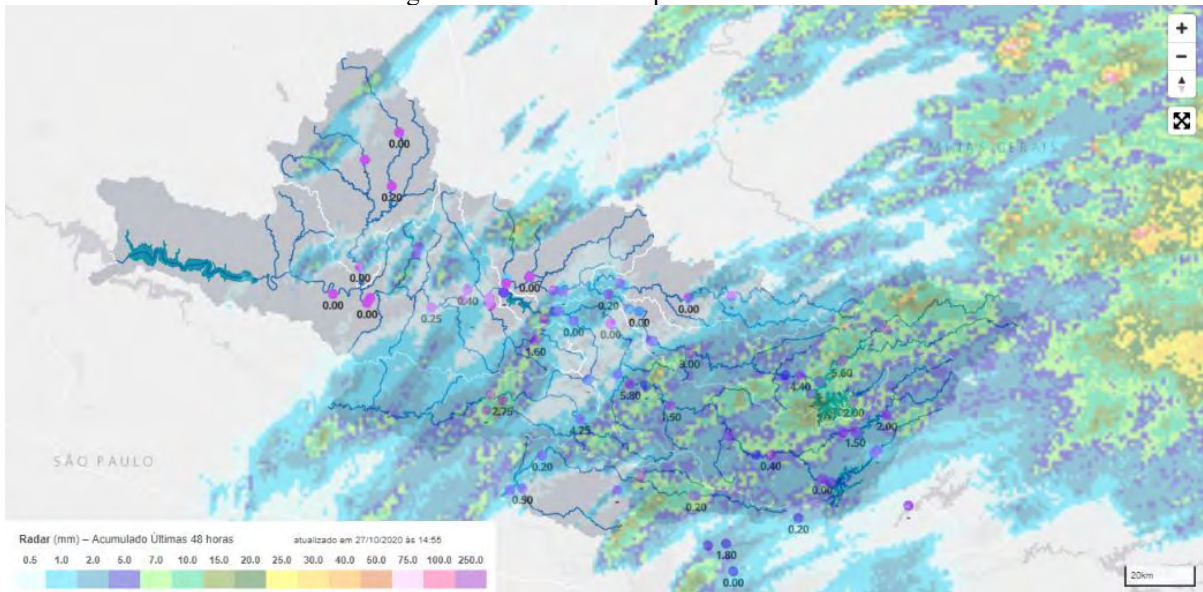
³ Módulo de acesso restrito a usuários específicos, diante da complexidade da ferramenta.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

monitorado, e visualização do Radar Meteorológico de São Paulo (Figura 4). Tal interação permite que os usuários tenham, de maneira expedita, uma visão resumida de toda a rede de monitoramento hidrológico e a situação dos corpos d'água das Bacias PCJ.

Figura 4. Interface de mapas do SSD PCJ



Fonte: Extraído do SSD PCJ (2020).

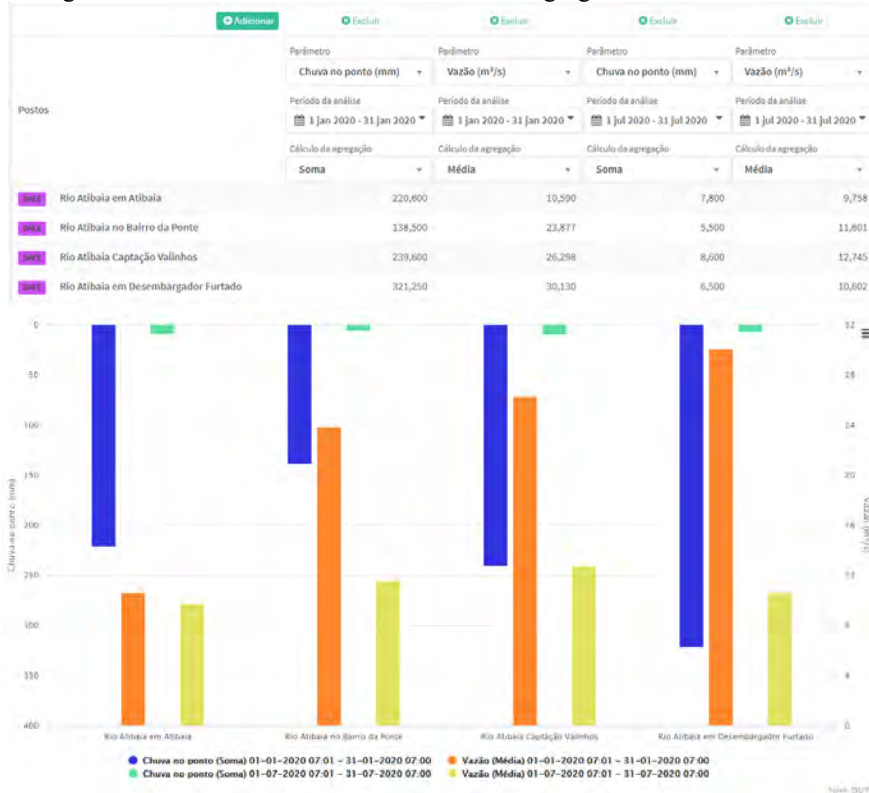
Em complemento a mapas, os dados de monitoramento podem ser visualizados na interface “Monitoramento”, por meio da seleção de postos, parâmetros, período da análise, escala temporal e cálculo da agregação. Essa interface encontra-se subdividida em dois ambientes, sendo que no primeiro (dados agregados) é possível comparar dados de várias estações agregados em diferentes períodos de análise, e no segundo (série temporal), pode-se comparar diferentes parâmetros e estações em uma mesma escala temporal.

Essa interface permite que os usuários gerem, de maneira prática e rápida, consultas customizáveis, que podem ser visualizadas em tabela e gráfico, possibilitando análises mais profundas que auxiliam nos processos de tomada de decisão. Nesse contexto, cabe destacar que o SSD PCJ diferencia-se dos demais sistemas por propiciar análises comparativas e integradas (inclusive quali-quantitativa) de uma grande massa de dados – independentemente do tipo, fonte, ou periodicidade dos dados –, tendo em vista que possibilita a visualização conjunta de diversos parâmetros em uma mesma consulta, para um ou vários postos de monitoramento.

Na Figura 5, apresentam-se tabela e gráfico de consulta efetuada na interface “Monitoramento – Dados Agregados”, para quatro postos localizados na sub-bacia do rio Atibaia. Na tabela, os postos são distribuídos em linhas, e as colunas representam os parâmetros (no caso, chuva no ponto e vazão), os períodos das análises (no caso, jan. 2020 e jul. 2020, tipicamente úmido e seco, respectivamente) e o cálculo da agregação (no caso, soma da chuva no ponto e média da vazão). No gráfico, no eixo das abscissas constam os postos de monitoramento, e no eixo das ordenadas, os parâmetros monitorados.

II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

Figura 5. Interface “Monitoramento – Dados Agregados”: Tabela e Gráfico



Fonte: Extraído do SSD PCJ (2020).

Observando a Figura 5, nota-se que a interface de dados agregados é relevante em análises comparativas de diversas estações em períodos de tempos também diferentes, possibilitando a avaliação dos corpos d’água em diferentes períodos. Tal funcionalidade otimiza a execução de atividades rotineiras, como, por exemplo, a elaboração de boletins pela Sala de Situação PCJ (Figura 6).

Figura 6. Boletim diário da Sala de Situação PCJ

Nomenclatura de usina	Ponto de medição local	Código do Ponto	27/10/2020				27/10/2019				27/10/2018			
			Vazão Média de Mês Atual (m³/s)	Vazão de 27/10/2020 (m³/s)	Nível de 27/10/2020 (m)	Vazão Média Histórica de Outubro (m³/s)	Vazão 7h/Vazão média (%)	Relação Q (27/10/2020) Th / Q (27/10/2019) Th (%)	Nível Médio Histórico de Outubro (m)	Nível 7h/Nível médio (%)	Relação Flu (27/10/2020) Th / Flu (27/10/2019) Th (%)			
P32	Rio Capivari	30-1227	2,22	2,48	5,40	3,18	22,32 % Abaixo	2,62	5,49 % Abaixo	0,71	14,04 % Abaixo	0,67	2,18 % Abaixo	
P33	Rio Capivari	30-1187	-	-	2,07	2,43	-	2,15	-	2,02	22,49 % Abaixo	2,00	1,04 % Abaixo	
P34	Rio Capivari	30-0987	4,31	4,75	2,30	2,85	60,23 % Acima	5,07	16,73 % Abaixo	1,40	37,22 % Acima	2,31	3,06 % Abaixo	
P35	Rio Capivari	30-0927	10,81	10,31	2,33	8,09	76,83 % Acima	10,85	3,18 % Abaixo	1,07	38,2 % Acima	2,25	1,73 % Abaixo	
P36	Rio Capivari	30-0997	11,29	11,09	4,23	17,49	37,06 % Abaixo	11,09	0,81 % Abaixo	4,23	1,69 % Abaixo	4,23	0,14 % Abaixo	
P37	Rio Capivari	30-0977	11,95	11,60	9,76	14,79	72,6 % Abaixo	10,20	16,66 % Acima	1,04	7,75 % Abaixo	0,95	4,39 % Abaixo	
P38	Rio Capivari	30-0437	9,32	9,11	9,99	20,07	35,79 % Abaixo	6,40	3,26 % Abaixo	0,95	33,36 % Abaixo	0,94	1,79 % Abaixo	
P39	Rio Capivari	40-04897	10,74	10,41	7,99	20,06	50,26 % Abaixo	10,07	5,38 % Abaixo	1,00	7,06 % Abaixo	1,00	0,15 % Abaixo	
P311	Rio Capivari	30-0167	3,44	2,65	2,17	5,24	71,21 % Abaixo	3,73	17,88 % Abaixo	1,19	3,32 % Abaixo	1,26	1,75 % Abaixo	
P312	Rio Capivari	30-0097	3,08	4,30	0,29	12,37	72,41 % Abaixo	3,48	22,27 % Acima	1,02	30,46 % Abaixo	1,18	1,79 % Abaixo	
P313	Rio Capivari	30-0017	4,24	4,11	1,28	8,41	49,96 % Abaixo	3,33	22,08 % Abaixo	0,82	40,71 % Abaixo	1,20	1,37 % Abaixo	
P314	Rio Capivari	30-0017	1,82	-	0,25	9,47	-	1,07	-	0,14	105,1 % Abaixo	0,67	296,31 % Abaixo	
P316	Rio Capivari	40-0017	4,14	4,78	2,40	25,15	80,96 % Abaixo	3,03	37,37 % Acima	0,98	51,89 % Abaixo	0,98	20,21 % Abaixo	
P319	Rio Capivari	-	3,57	3,82	0,15	-	-	3,10	23,28 % Abaixo	-	-	0,90	0,91 % Abaixo	
P320	Rio Capivari	-	19,18	20,41	0,05	-	-	23,05	11,87 % Abaixo	-	-	0,07	0,94 % Abaixo	
P321	Rio Capivari	40-0197	19,41	20,01	1,03	71,90	72,36 % Abaixo	18,29	9,4 % Abaixo	1,37	34,19 % Abaixo	1,00	1,02 % Abaixo	
P322	Rio Capivari	-	1,76	1,65	0,00	-	-	1,50	30,53 % Abaixo	-	-	1,07	24,72 % Abaixo	
P323	Rio Capivari	40-0427	3,02	3,29	2,08	5,03	34,58 % Abaixo	3,01	8,75 % Abaixo	1,19	50,33 % Abaixo	0,93	11,72 % Abaixo	
P324	Rio Capivari	-	2,31	2,44	0,71	-	-	2,09	42,85 % Abaixo	-	-	0,70	6,07 % Abaixo	
P325	Rio Capivari	40-0077	22,79	25,03	0,44	82,04	69,82 % Abaixo	22,58	10,87 % Acima	1,08	50,77 % Abaixo	0,40	10,13 % Abaixo	
P326	Rio Capivari	-	0,35	0,28	0,08	-	-	0,53	47,08 % Abaixo	-	-	1,40	1,26 % Abaixo	
P327	Rio Capivari	-	2,76	2,71	0,01	5,34	48,23 % Abaixo	2,31	17,22 % Abaixo	5,11	4,8 % Abaixo	4,99	0,72 % Abaixo	
P328	Rio Capivari	-	0,68	0,58	0,01	-	-	0,65	-	-	-	1,08	-	
P329	Rio Capivari	40-0177	3,31	3,32	0,21	8,31	60,07 % Abaixo	3,14	5,37 % Acima	1,31	2,82 % Abaixo	0,95	0,84 % Abaixo	
P331	Rio Capivari	-	3,82	4,60	0,01	-	-	3,19	44,44 % Abaixo	-	-	0,02	0,6 % Acima	
P336	Rio Capivari	-	0,08	-	0,08	-	-	0,05	-	-	-	0,04	-	

Fonte: Sala de Situação PCJ (2020).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

No caso da interface “Monitoramento – Série Temporal”, a análise é voltada para a avaliação de diferentes parâmetros e/ou postos em um mesmo período de análise e escala temporal, que pode ser horária, diária, mensal, anual ou, ainda, todos os dados disponíveis (depende da frequência de monitoramento de cada parâmetro e estação). Nesse caso, as linhas da tabela representam o período da análise e a escala temporal, e as colunas indicam os postos de monitoramento, os parâmetros e o cálculo da agregação de cada um. No caso do gráfico, o eixo das abscissas passa a ser o tempo, e o eixo das ordenadas, os parâmetros monitorados.

Na Figura 7 são apresentados tabela e gráfico de consulta realizada na interface “Monitoramento – Série Temporal”, na qual foram comparados três postos de monitoramento (Rio Atibaia em Atibaia, Rio Atibaia no Bairro da Ponte e Rio Atibaia Captação Valinhos), no período de 1 de janeiro de 2020 a 31 de janeiro de 2020, dispostos em uma escala temporal diária, para os parâmetros de chuva no ponto (soma) e vazão (média).

Figura 7. Interface “Monitoramento – Série Temporal”: Tabela e Gráfico



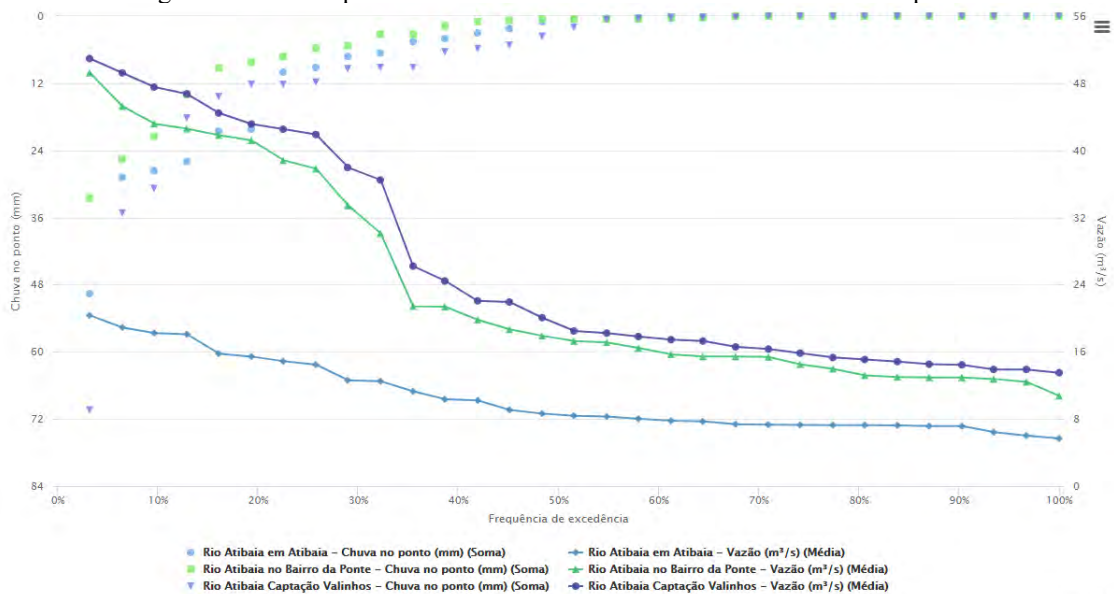
Fonte: Extraído do SSD PCJ (2020).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Com natureza distinta da interface de dados agregados, a série temporal possibilita avaliar o comportamento e a variação dos parâmetros monitorados ao longo do tempo. Adicionalmente, nesse módulo, é possível obter a curva de permanência (Figura 8), que correlaciona os parâmetros e a porcentagem do tempo em que é superada ou igualada no período de tempo considerado, subsidiando análises de disponibilidade hídrica e enquadramento dos corpos hídricos.

Figura 8. Curva de permanência obtida em “Monitoramento – Série Temporal”



Fonte: Extraído do SSD PCJ (2020).

Apoiado a uma base de dados de monitoramento hidrológico estruturada em um banco de dados robusto, o SSD PCJ permite que o usuário gere diversas informações relativas ao comportamento dos recursos hídricos das Bacias PCJ, por meio de diferentes ferramentas de visualização e análise, disponíveis publicamente em sua interface.

4. Conclusões

Este trabalho evidenciou a complexidade existente no processo envolvendo a aquisição consistente de dados hidrológicos e a sua estruturação para gerar informações confiáveis. É nesse contexto que o SSD PCJ se apresenta como uma importante ferramenta de integração do monitoramento para a gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ, possibilitando a visualização e análise de dados de diversos parceiros em uma única interface. Dessa forma, reduz-se o tempo dispendido na aquisição de dados e otimizam-se as análises e ações de diferentes entidades e instituições, subsidiando-se tomadas de decisão.

O SSD PCJ tem potencial, também, para ser aplicado na avaliação de indicadores e/ou valores de referência de situações críticas, tendo em vista que os dados e informações nele existentes podem indicar a necessidade de ampliar processos de fiscalização; melhorar sistemas de tratamento de esgoto; identificar eventuais lançamentos irregulares e até mesmo apontar a necessidade de ampliar o monitoramento em áreas ainda sem cobertura, de forma a gerar novas informações, para tomadas de decisão cada vez mais assertivas.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao LabSid, à FCTH e à Agência das Bacias PCJ.

6. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, A. S.; SORRIBAS, M. V.; LOPES, M. S.; GONÇALVES, J. E.; DA PAZ, S. R.; TOSHIOINOUE, R.; JUSEVICIUS, M. A.; ARECO, E. R.; D'ÁVILA, V. C.; LEITE, E. A.; BENETI, C. A. A.; VILELLA, A. L. AL.; MERCANTI, J. A.; LÉO, E. C. **Sistema de Previsão Hidrometeorológico para subsidiar a operação do Sistema Cantareira na gestão das Bacias PCJ**. In: Anais XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 10 p., 2019.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade da água de rios e reservatórios**. [201-].
- BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1934. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União** de 09/01/1997.
- LONGO JÚNIOR, M. S. **Monitoramento da qualidade da água na Microbacia Furninha – Município de Ourinhos/SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Campus Experimental de Ourinhos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ourinhos, 71 f., 2011.
- LOPES, M. S.; LÉO, E. C.; GARCIA, J. I. B.; SANTI, A. D.; PEDROZO, D. B.; TERCINI, J. R. B.; GONZALEZ, V. A. R. **Monitoramento telemétrico como ferramenta de gestão de recursos hídricos**. In: Anais XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 10 p. 2019.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos avançados. v. 22, n. 63, p. 43 – 60, 2008.
- PROFILL-RHAMA. **Relatório Síntese: Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035**. 2020. 125 p.
- SANTI, A. D.; LOPES, M. S.; PEDROZO, D. B.; LÉO, E. C.; BARUFALDI, P. G. A. **Análise da integração dos Planos de Bacias e Sistemas de Informações na gestão e planejamento dos recursos hídricos: a experiência das Bacias PCJ**. In: Anais VI Jornada de Gestão e Análise Ambiental. 18 p. 2020. No prelo.
- Sala de Situação PCJ** - Disponível em: <http://sspcj.org.br/>. Acessado em 27 out. 2020.
- SSD PCJ** - Disponível em: <http://ssd3.baciaspcj.org.br>. Acessado em 27 out. 2020.
- TERCINI, J.R.B.; GONZALEZ, V.A.R.; SILVA, C.V.F.; GARCIA, J.I.B.; MELLO JÚNIOR, A.V.; OLIVEIRA, C.P.M.; LUONGO F.A.P.; LOPES, M. S.; PEDROZO, D.B.; SANTI, A.D.; LÉO, E.C. **Modelo multidimensional de banco de dados hidrológicos em PostgreSQL: estudo de caso SSDPCJ**. In: Anais XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 10 p. 2019.
- TERCINI, J.R.B.; PORTO, R.L.L.; MELLO JÚNIOR, A.V. **Previsão dos armazenamentos do Sistema Cantareira pelo método Monte Carlo**. In: Anais XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 8 p. 2017.