

TRAJETÓRIA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO DO RESERVATÓRIO DA UHE ITAIPU

Simone Frederigi BENASSI¹; Jocylaine Nunes MACIEL²; Roseli Frederigi BENASSI³

¹*Itaipu Binacional, Divisão de Reservatórios, Programa de Monitoramento e Avaliação Ambiental. (simonefb@itaipu.gov.br).*

²*Programa de Pós-Graduação em Energia (UFABC). Bolsista pelo Centro de Estudos Avançados em Segurança de Barragens – CEASB/PTI/Itaipu Binacional. (jocylainemaciel@gmail.com).*

³*Universidade Federal do ABC (UFABC). Centro Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (roseli.benassi@ufabc.edu.br).*

INTRODUÇÃO

A concepção e construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu (UHE Itaipu Binacional) iniciaram-se na década de 70 e é ainda considerada, pela Sociedade Americana de Engenharia Civil, como um dos maiores empreendimentos hidrelétricos do mundo. Construída durante um momento muito peculiar do país, com o governo do regime militar, um período no qual as questões ambientais não possuíam um arcabouço jurídico constituído que norteasse as ações de mitigação e/ou compensação como ocorre atualmente com empreendimento similares, as legislações eram inexistentes ou estavam em estágios iniciais, como a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei de nº 6938, de 31 de agosto de 1981).

Durante o período de construção de Itaipu, o que regulamentava a utilização dos recursos hídricos era o Código das Águas de 1934 (Decreto 24.643) cujo objetivo era permitir ao poder público controlar e incentivar o uso industrial das águas e garantir o aproveitamento racional da energia hidráulica. Nesse decreto a água passa a ser regulamentada no que tange a *noção de propriedade* (águas públicas, águas comuns, águas particulares e desapropriação), e

de *aproveitamento* (navegação, portos, caça e pesca), dando competência ao Estado autorizar ou conceder o aproveitamento industrial das quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica.

A usina de Itaipu é considerada parte integrante e importante do sistema elétrico brasileiro, além disso, é sinônimo de segurança energética e estratégica para duas nações, pois supre 18,9% da demanda do Sistema Interligado Nacional do Brasil e 77% da energia elétrica consumida no Paraguai (ITAIPU BINACIONAL, 2009). Segundo o último Balanço Energético Brasileiro, a energia renovável hidráulica é a terceira do total da oferta interna de energia com 15,3%, perdendo apenas para a energia não renovável (petróleo e derivados – 37,8%) e renovável (produtos da cana-de-açúcar – 18,1%). Na matriz elétrica brasileira, as dimensões assumidas pela energia hidrelétrica são ainda mais representativas, com uma média total de 76,7% (BEN, 2010).

A UHE Itaipu, desde as primeiras etapas de planejamento, deu início aos trabalhos de monitoramento limnológico nos principais pontos de afluição ao futuro reservatório. Após o enchimento, o reservatório manteve boa parte das 20 estações inicialmente instaladas ao longo do corpo central do rio Paraná e seus principais afluentes, além de outras terem sido posteriormente estabelecidas para atender a outros objetivos e metas. Atualmente 74 estações (considerando apenas as localizadas na margem esquerda, brasileira) seguem operando, acompanhando e incorporando mudanças metodológicas e novas tecnologias de monitoramento.

Ao considerar toda a gama de dados produzidos ao longo desse período (entre 1977 a 2010), o que se observa hoje na UHE Itaipu, especialmente na Divisão de Reservatório (responsável pelo Programa de Monitoramento e Avaliação Ambiental) é um amplo volume de dados. Esta série histórica é fonte importante das variações ambientais ocorridas nos ecossistemas, e tem se tornado uma das principais motivações para realização de pesquisas

capazes de detectar e avaliar as principais alterações ocorridas, bem como permitir a proposição de medidas mitigadoras para prováveis impactos em corpos d'água similares e para a gestão (conservação e manejo) do próprio reservatório.

HISTÓRICO DA REDE DE MONITORAMENTO

A rede de monitoramento de qualidade da água do reservatório da UHE Itaipu iniciou sua operação no início na década de 70, durante os estudos prévios de viabilidade do empreendimento. Os laudos e relatórios datam que as primeiras amostragens foram iniciadas em fevereiro de 1977 (cinco anos antes da formação do Reservatório) em 20 estações de amostragens onde se realizavam o monitoramento de variáveis limnológicas de natureza físico-química e biológica.

Para realização dos trabalhos de monitoramento da água, foi formado na época um consórcio de empresas especializadas. Com a formação do reservatório (a partir de 1982), o responsável pelo monitoramento passou a ser a Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná – SUREHMA, atualmente o Instituto Ambiental do Paraná – IAP, órgão este que, em parceria com Itaipu, é responsável até os dias atuais pela execução dos trabalhos.

Os resultados das campanhas eram apresentados à Itaipu sob a forma de relatórios e laudos técnicos, sendo que de maneira geral eram descritos nesses documentos informações acerca das estações de monitoramento, metodologias, equipamentos empregados e os valores de suas respectivas análises (físico-químicas e biológicas), bem como os limites de detecção dos métodos (limitações específicas dos equipamentos utilizados na época e/ou dos métodos de análises laboratoriais).

Para o estabelecimento da localização das estações de amostragem, segundo o IAP (2006), levou-se em consideração a compartimentalização do reservatório de Itaipu, que é

horizontal, com três regiões distintas podem ser caracterizadas ao longo do eixo central: i) região lótica, localizada na entrada (remanso) do reservatório ou “*riverine zone*”, ii) região de transição entre regime lótico e lântico e, iii) região lântica, denominada também como lacustre, onde o reservatório é geralmente mais largo e profundo (TRAIN *et al.*, 2005; THORNTON *et al.*, 1990).

O Quadro 1 apresenta as principais variações e alterações metodológicas na distribuição espacial das estações na rede.

Quadro 1 – Síntese histórica da distribuição espacial das estações e periodicidade das campanhas do reservatório de Itaipu.

<i>Anos</i>	<i>N° estações de amostragem</i>	<i>Distribuição espacial</i>	<i>Periodicidade</i>
-------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------

1977/1979	20	Rio Paraná, corpo central, afluentes da margem direita (PY) e margem esquerda (BR)	Mensal
11/1982 a 10/1983	9	Margem direita (PY), Meio e Margem esquerda (BR)	Mensal
11/1983 a 10/1984	18	Rio Paraná, corpo central, afluentes da margem direita (PY) e margem esquerda (BR)	Trimestral
05/1985 a 06/1991	29	Rio Paraná, corpo central, afluentes da margem direita (PY) e margem esquerda (BR)	Mensal
1991 até os dias atuais	74	Rio Paraná, corpo central, afluentes da margem esquerda (BR), microbacias (monitoramento participativo)	Variável para cada área monitorada (semestral, trimestral e mensal)

Com base nos dados apresentados no Quadro 1, é importante ressaltar que no período de 11/1982-10/1983 a distribuição espacial das estações era feita por seções localizadas ao longo de todo reservatório recém-formado. Em cada seção eram amostrados mensalmente 9 pontos de coleta, situados na margem direita, meio e margem esquerda, à 3 profundidades, totalizando 72 estações. Entre os anos de 1985 e 1991 foram estudadas 8 seções de amostragens localizadas no rio Paraná e reservatório e 10 estações nos afluentes (remansos) das margens direita e esquerda. No último período apresentado no quadro, diz respeito ao monitoramento empregado a partir de 1991 e que segue até os dias de hoje, realizadas no reservatório, nos principais rios que compõem a Bacia Hidrográfica do Paraná 3 (afluente da margem esquerda).

BANCO DE DADOS LIMNOLÓGICOS DA UHE ITAIPU

Após decorridos aproximadamente 33 anos de operação da rede de monitoramento limnológica do reservatório e afluentes, a quantidade e a diversidade de dados gerados é subsídio fundamental para o desenvolvimento de pesquisas ecológicas que requerem escalas temporais mais amplas. Em tese, os gestores responsáveis pelo programa têm em mãos uma série de dados que se encontram disponíveis em diferentes meios (digitais e impressos) e estão em processo de formatação e serão disponibilizados em sistema específico e integrado com dados hidrológicos.

O número de estações instaladas em Itaipu, um reservatório de 170 Km de extensão e 1.350 km² de espelho d'água, variaram entre 29 (1985/1991) a 74 estações (2010), localizadas ao longo do corpo central, nos principais afluentes à margem direita e esquerda, muitas delas com amostragens de perfis verticais, avaliando mais de 20 parâmetros, físico-químicos e biológicos, em distintos números de campanhas (mensal, trimestral e semestral) por mais de três décadas.

Em meados de 2007 foram realizadas reuniões/vistorias técnicas com diversos órgãos e setores correlatos com a gestão dos Recursos Hídricos no país como IAP e ANA (Agência Nacional de Águas), como forma de viabilizar a implantação de um banco de dados. A idéia inicial era propor um banco que se relacionasse facilmente com outros para troca de informações e coleta de dados, por exemplo, com o banco de dados do IAP, além de ser compatível com um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Como se observa, o desafio, entretanto, continuava sendo a transformação do montante de dados em informações para viabilização do manejo e gerenciamento ambiental do reservatório. De forma mais ampla, vários recursos de tecnologia de informação são oferecidos em termos de aplicação de sistemas de informação no dia-a-dia dos usuários. Atualmente existe uma grande quantidade de sistemas nos quais apenas uma parcela de suas funcionalidades é realmente utilizada pelos usuários.

Na UHE Itaipu, este trabalho de criação de um banco de dados foi apresentado na forma de criação de um Sistema para Controle Hidrometeorológico e Ambiental (SCHA). A construção do SCHA teve por objetivo: consistir, armazenar e gerar dados para a elaboração/geração de gráficos e mapas, a realização de previsões e a divulgação destas informações para as demais áreas da empresa permitindo e facilitando o planejamento das atividades conservacionistas.

Em 2006, a inclusão dos dados limnológicos ao banco de dados quantitativo, já existente na empresa antes da criação do SCHA operado pelo setor de hidrologia da Itaipu, foi um avanço em termos de gestão para o setor elétrico, haja vista as diretrizes gerais para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997) que prevê em seu artigo 3º “a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade”. A junção dos dois bancos permitiu ainda que alguns conceitos e métodos propostos para a hidrologia fossem extrapolados para os dados de qualidade da água e vice-versa.

Um exemplo disto é o **conceito de derivada** proposto pelo SCHA, onde à partir de um parâmetro, frequência e estação é derivado um índice ou ainda outro parâmetro. Podemos exemplificar o mencionado com a variável cota de nível de um rio qualquer, em que a partir desta variável é possível construir a curva-chave do rio (método indireto de obtenção da vazão a partir de medidas amostrais de vazão ao longo do tempo e nível d’água observado na seção de referência no rio) (TUCCI, 2001).

Uma aplicação desse conceito no SCHA é, por exemplo, o uso de algumas variáveis limnológicas (clorofila *a*, fosfato total ou transparência) para o cálculo automático do índice de estado trófico (IET) das estações (Figura 1).

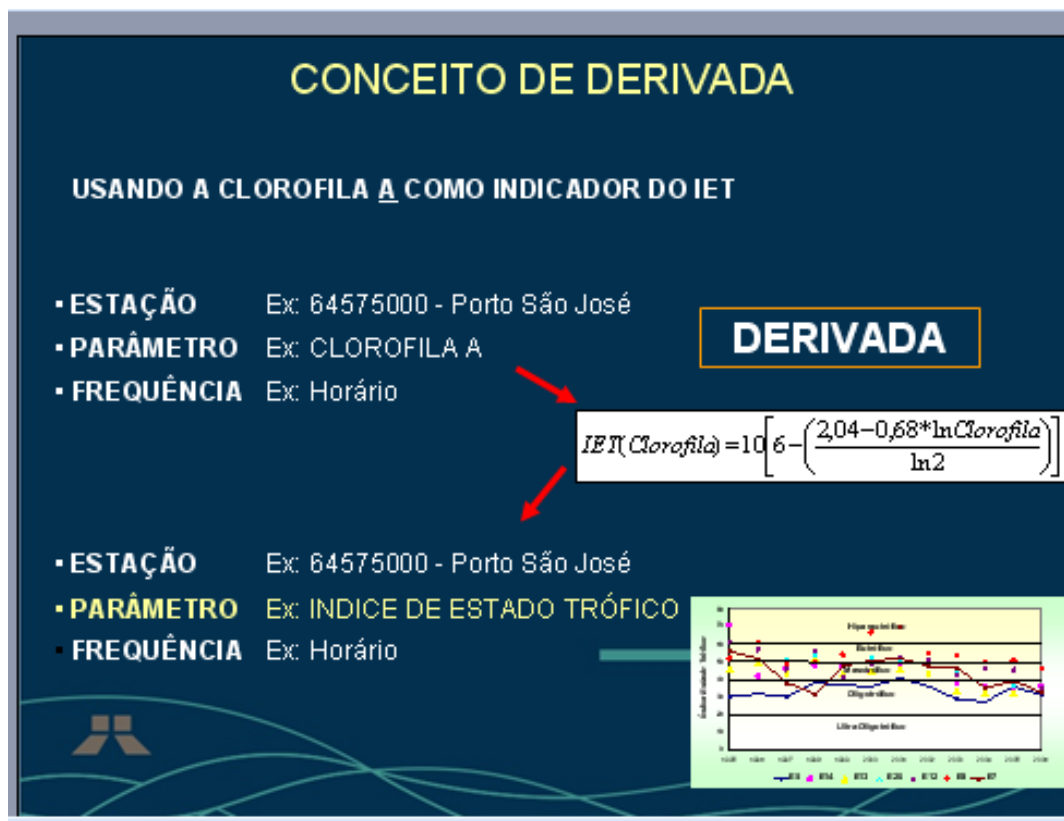


Figura 1. Exemplo de utilização de variáveis limnológicas e suas derivadas para geração e obtenção de outras informações derivadas desta de maneira automática.

Este mesmo conceito pode ser utilizado para visualizar a zona máxima de ocorrência (Z_{max}) da espécie *Egeria najas* e *Egeria densa* proposta por Thomaz (2008) a partir dos dados de Transparência da água (medida no disco de Secchi). Este pesquisador do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá – PR (NUPELIA/UEM), que trabalha com Itaipu desde 1995, estudou e monitorou as macrófitas aquáticas no reservatório, e propôs após longo período de estudos a utilização de uma equação de correlação para determinação da área de ocupação destas espécies no reservatório.

Durante o processo de desenvolvimento do SCHA, um importante desafio encontrado pelas áreas de pesquisa envolvidas era o de inserção dos dados biológicos, como os fito e zooplâncton. Para tanto, inicialmente foram realizadas padronizações com a nomenclatura

com os diferentes parceiros, só após isso é que as espécies puderam ser cadastradas como parâmetro.

Atualmente, no caso dos zooplânctons, por exemplo, o banco de dados tem cerca de 267 espécies cadastradas, e com isso sistema já consegue reconhecer automaticamente os diferentes níveis taxonômicos utilizados para avaliação do ecossistema. Outra categoria adaptada para as variáveis limnológicas foi a inserção no cadastramento das estações dos diferentes tipos de ambientes presentes na região do reservatório. Sabe-se que uma variável poderá ter uma resposta diferente se observada em ecossistema lótico, lêntico ou de transição (Figura 2). Além disso, os limites estabelecidos pela resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) também faz essa diferenciação, o que facilita a supervisão do sistema para atendimento desta resolução (Figura 3). Ainda sobre as aplicabilidades do sistema, a forma como o sistema foi planejado, por módulos (Figura 4), onde cada qual tem uma especificidade de utilização. A consistência e supervisão podem ser realizadas com a observação dos gráficos.

ITAIPIU INTRANET

Habilitar Estação

Atualizar Estação

Código da Estação: E6-00
Nome da Estação: E6-00

Detalhes	Séries	Equações	Entidade Fonte	Tipo de Estação
Latitude:	25.0 °	26.0 '	57.4 ''	
Longitude:	54.0 °	36.0 '	49.5 ''	
Altitude:	220 Metros			
Bacia:	Bacia do Paraná III			
Tipo Ambiente:	Lótico			
Código Hymos:	Lêntico			
Código Otto:	Lótico			
	Transição			

Gravar Cancelar

Figura 2. Página de visualização do banco SCHA com a diferenciação dos tipos de ambientes aquáticos em que o usuário pode selecionar para realização de seus trabalhos.

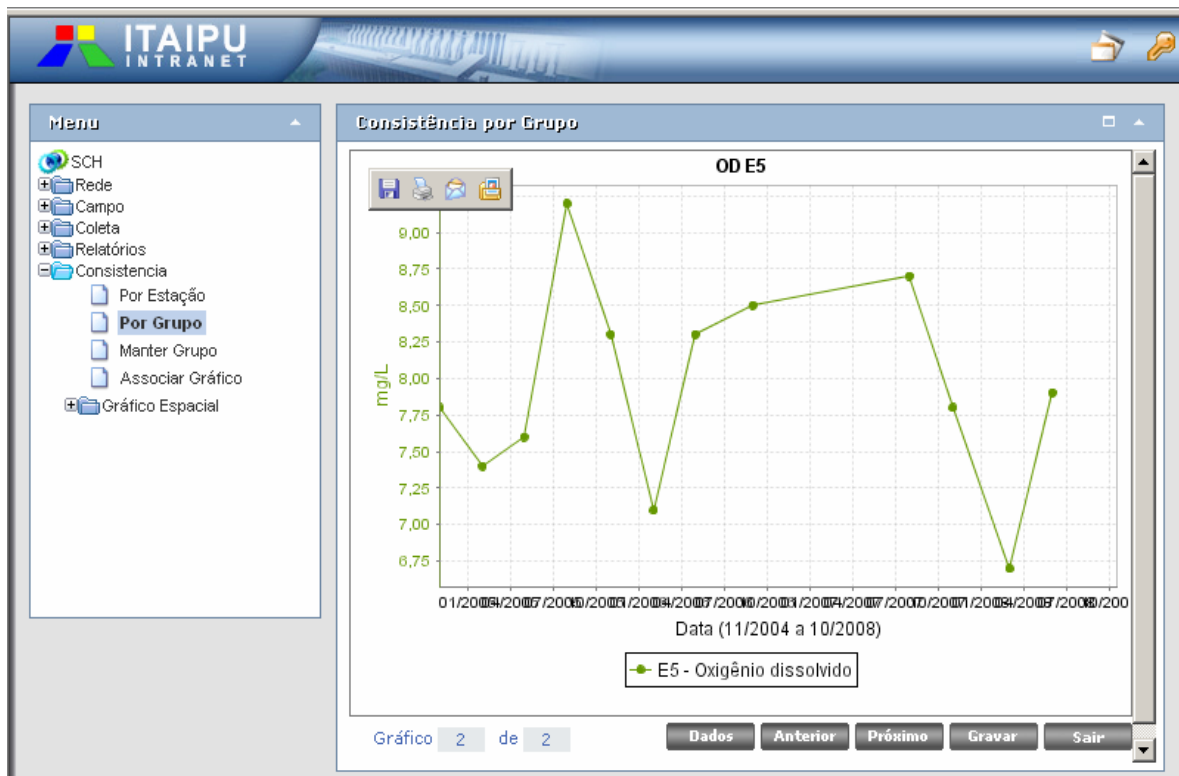


Figura 3. Página de visualização do banco SCHA para consistência dos dados - simulação da apresentação gráfica da variação temporal do oxigênio dissolvido (2004 a 2008)

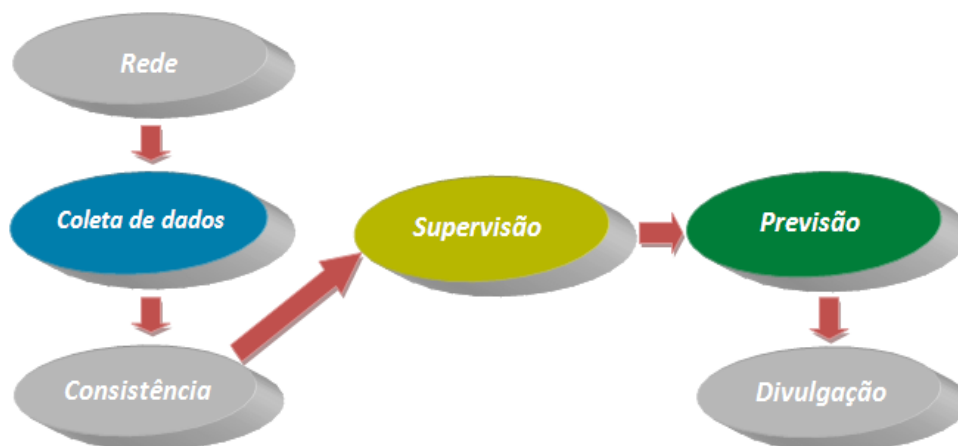


Figura 4. Desenho esquemático dos módulos do Sistema de Controle Hidrometeorológico Ambiental (SCHA).

APLICAÇÃO E GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO A PARTIR DE DADOS LIMNOLÓGICOS DE LONGO PERÍODO: DIFICULDADES E DESAFIOS

Conforme o breve panorama apresentado sobre trajetória do monitoramento, com a formação da rede, desde sua concepção até sua operação, somada a então magnitude do banco de dados gerado pela Divisão de Reservatórios – Programa de Monitoramento e Avaliação Ambiental ao longo de todos esses anos, é que se depara com alguns dos mais importantes e difíceis desafios gerenciais. Uma simples e superficial estimativa poderia ser exemplificada a partir da Figura 5 como exercício de simulação do volume de dados gerado pela Itaipu.

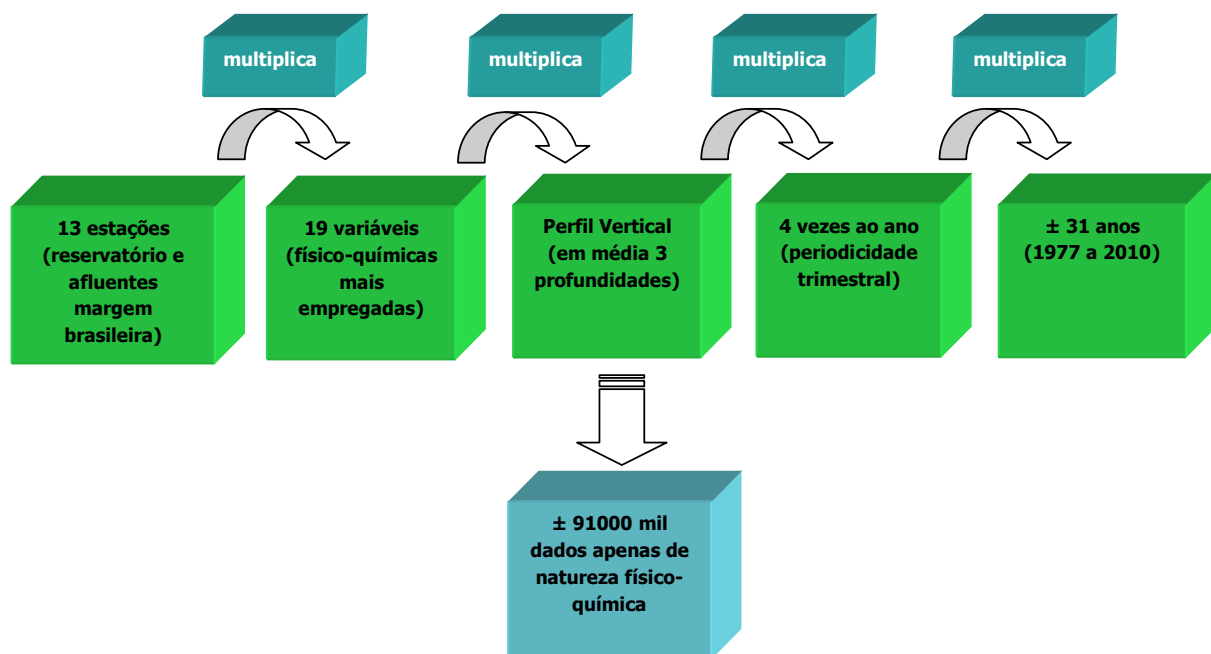


Figura 5. Desenho esquemático de um cenário fictício de geração de dados limnológicos da rede de monitoramento da Itaipu. Nota: Importante destacar que os dados apresentados nessa simulação são de caráter simbólicos e não retratam com exatidão a metodologia empregada no monitoramento da qualidade da água em Itaipu, em anos passados e nos dias atuais. Isso porque o número de estações, as variáveis monitoradas, o perfil de coleta e a

periodicidade sempre foram superiores e variaram ao longo dos anos, e diferem aos apresentados para essa simulação.

Desse modo, os desafios referem-se a transformação desse material histórico em estudos e ferramentas de gestão que conduzam a melhores e mais eficientes formas de subsidiar a gestão e manejo do reservatório da hidrelétrica considerando sua sustentabilidade, e a operação dos reservatórios brasileiros em cascata, que ocorrem por meio da ONS (Operadora Nacional do Sistema).

Dentre as principais dificuldades encontradas para o avanço da produção científica com os dados limnológicos do reservatório, destaca-se a forma que estes se encontram atualmente, pois em alguns casos os dados estão apenas em meios impressos (relatórios e laudos mais antigos) e em banco de dados específicos. Além das diferentes formas de disposição, outros grandes desafios para os pesquisadores são a padronização e a validação das metodologias, que obviamente acompanharam as tendências de modernização dos métodos, se alteraram ao longo dessas décadas.

Os desafios podem ser apontados para ambas as direções, da UHE Itaipu – Divisão de Reservatórios e dos futuros pesquisadores parceiros da instituição. A condição mais gerencial estaria a cargo da UHE Itaipu, que é a consolidação de uma base de dados única, que facilitaria a empresa supervisionar e monitorar o volume de dados, bem como ter melhor acesso às informações, além de possibilitar uma melhor avaliação e garantia da disponibilização dos dados de maneira mais precisa. Por outro lado, os pesquisadores envolvidos terão como importante tarefa a de se dedicar a planejar suas escalas de trabalhos, onde tempos preciosos deverão ser dedicados aos resgates históricos dos dados nos meios que estes se encontrarem aliados ao tempo gasto para a padronização das variáveis limnológicas que eventualmente sofreram modificações ao longo de todos esses anos.

Uma vez que instituições e pesquisadores superem as dificuldades apresentadas anteriormente, a transformação dos dados em informações úteis para a promoção de ações que reflitam em contínuas melhorias na qualidade da água para os usos múltiplos torna-se então o mais interessante e desafiador passo para os pesquisadores, que em geral devem buscar nas novas e futuras descobertas científicas seu combustível para o contínuo crescimento técnico/científico. Bom exemplo disso são as pesquisas que vem sendo desenvolvidas entre a Itaipu, por meio da Fundação Parque Tecnológico de Itaipu – Centro de Estudos Avançado em Segurança de Barragens (FPTI/CEASB) e a Universidade Federal do ABC – UFABC, por meio de dissertações de mestrado e artigos científicos que tratam de diferentes áreas de pesquisa, todas envolvendo estudos com dados de longo período e que se concentram atualmente em três linhas de atuação:

- i) Uso de dados de longo período da comunidade fitoplanctônica e variáveis limnológicas para avaliação da qualidade da água, desde o período de pré-formação do reservatório da UHE Itaipu em comparação aos dados obtidos logo após sua formação (em um braço do reservatório), a fim de estudar e avaliar o ambiente aquático, bem como a proposição de indicadores biológicos que possam ser utilizados como mais eficiente e complementar ferramenta de gestão dos recursos hídricos;
- ii) Uso de dados de longo período de variáveis limnológicas para o cálculo e comparação do Índice de Estado Trófico (IET) e Índice Qualidade da Água de Reservatórios (IQAR) para determinação do índice que melhor represente as condições de trofia do ecossistema aquático (em um braço do reservatório), como subsídio no gerenciamento dos recursos hídricos;

- iii) Estudo temporal da estratificação térmica e química no reservatório da UHE Itaipu e suas influências na barragem de concreto (estudo de longo período), utilizando variáveis físico-químicas monitoradas na água próximas a barragem e nos drenos localizados na barragem de concreto para verificar a influência na colmatção.

Várias modelos similares aos citados acima podem ser descritos, sobretudo a partir de 2003 com a implantação do Programa Ambiental da Itaipu “Cultivando Água Boa” (www.cultivandoaguaboa.com.br). Outro exemplo, que inclusive impulsionou a geração de emprego na região a partir da base científica, com a incubação de empresas de monitoramento ambiental na FPTI foi após a parceria com pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ/RJ, cujo objetivo principal foi de criar e desenvolver um “Programa Participativo de Avaliação Integrada da Qualidade da Água” utilizando metodologias simples e eficientes de avaliação, capazes de serem empregadas pelas comunidades regionais (voluntários), chamado “Agente das Águas” (BUSS *et al.*, 2008; BUSS & VITORINO, 2010).

O conhecimento gerado proporcionou a ampliação do projeto para os 28 municípios que compõem a BP3, sendo realizado o monitoramento em 36 microbacias, por meio das empresas incubadas na Incubadora Empresarial Santos Dumont, do Parque Tecnológico de Itaipu. A idéia central é utilizar os dados e levantamentos feitos pelo grupo de voluntariado como base para elaborar os diagnósticos das microbacias e na sequência propor melhorias, a fim de criar ações que possam melhorar a qualidade de vida da região e a qualidade da água que chega ao reservatório de Itaipu.

Para o melhor Gerenciamento das Águas, juntamente com o Centro Internacional de Hidroinformática da UNESCO (www.hidroinformatica.org/mp) vem sendo criada uma rede de monitoramento participativo, com cadastro de dados georreferenciados e visualização das informações via Internet com ferramentas de *software* livre, fortalecendo a participação

pública, estimulando o debate entre a população e os tomadores de decisão, de forma a buscar o uso sustentável das águas e solos em toda a região.

As informações geradas vão ser utilizadas pelos respectivos Comitês de Bacia da BP3, auxiliando na caracterização e diagnóstico contemplados no Plano de Gerenciamento da Bacia, que vem sendo elaborado pela Universidade do Oeste do Paraná - UNIOESTE, dando suporte à tomada de decisões, subsidiando o processo de concessão de outorga de direitos de uso e cobrança dos recursos hídricos de forma participativa, conforme prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997).

Os exemplos mencionados apresentam alguns dos estudos e aplicações práticas que vem sendo realizados atualmente em parceria com a Itaipu e que tem contribuído para a formação de pesquisadores nas áreas de limnologia aplicada, segurança de barragens, entre outros. Estes estudos e projetos, com disponibilização do acervo histórico a critério da entidade, estão gerando conhecimento tecnológico e científico, com o propósito de fortalecer o conhecimento regional nessas áreas de pesquisa, bem como subsídios para as tomadas de decisões dos gestores ambientais da UHE Itaipu, dos órgãos ambientais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no país e na busca contínua de garantia de manutenção de todos os ecossistemas envolvidos (terrestres, aquáticos e interfaces).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto-lei nº 24.643, de 10 de julho de 1934. *Decreta o Código das Águas, cuja execução compete ao Ministério da Agricultura e que vai ser assinado pelos ministros de Estado*. Rio de Janeiro, RJ, 10 jul. 1934.

BRASIL, 1981. Lei nº6.938, de 31 de agosto 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2 set.*

BRASIL, 1997. Lei nº9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e Dá outras Providências. Diário Oficial da União. 9 jan.*

BUSS, D. F., OLIVEIRA, R. B., BAPTISTA, D. (2008). Monitoramento Biológico de ecossistemas aquáticos continentais. *Oecol. Bras.*, v.12 (3), p. 339-345.

BUSS, D. F., VITORINO, A. S. (2010). Rapid Bioassessment Protocols using benthic macroinvertebrates in Brazil: evaluation of taxonomic sufficiency. *J.N. Am. Benthol. Soc.*, v.29 (2), p. 562-671.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Balanço Energético Nacional de 2010*. Disponível: <http://www.epe.gov.br/>. Acessado em: 14 jul. 2010.

ITAIPU BINACIONAL. *Geração de Energia*. Disponível em: <http://www.itaipu.gov.br/index.php?q=node/157&foto=geracao.jpg>. Acessado em: 14 jul. 2010.

THOMAZ, S. M. (2008). Estudo das macrófitas aquáticas no reservatório de Itaipu Binacional – relatório/UEM. Nupelia, Itaipu Binacional, Maringá. P. 105.

THORNTON, K. W., PAYNE, F. E., KIMMEL, B. L. (1990). *Reservoir Limnology: Ecological Perspective*. Canadá.

TRAIN, S., JATI, S., RODRIGUES, L.C. & PIVATO, B.M. (2005). Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton em três reservatórios da bacia do rio Paraná. In: Rodrigues, L., Thomaz, S.M., Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. (eds.) *Biocenoses em reservatórios: Padrões Espaciais e Temporais*. RIMA, São Carlos. p.73-85.

TUCCI, C. M. (2001) Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 943 p.