CADERNOS DE CAPACITAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

VOLUME 8

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE ÁGUAS: CONHECER PARA DECIDIR

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE ÁGUAS: CONHECER PARA DECIDIR

CADERNOS DE CAPACITAÇÃO
EM RECURSOS HÍDRICOS

VOLUME 8

República Federativa do Brasil
Michel Temer
Presidente

Ministério do Meio Ambiente
José Sarney Filho
Ministro

Agência Nacional de Águas

Diretoria Colegiada
Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)
Paulo Lopes Varella Neto
João Gilberto Lotufo Conejo
Gisela Damm Forattini
Ney Maranhão

Secretaria-Geral (SGE)
Mayui Vieira Guimarães Scafura

Procuradoria-Federal (PF/ANA)
Emiliano Ribeiro de Souza

Corregedoria (COR)
Ademar Passos Veiga

Auditoria Interna (AUD)
Edmar da Costa Barros

Chefia de Gabinete (GAB)
Horácio da Silva Figueiredo Júnior

Gerência Geral de Articulação e Comunicação (GGAC)
Antônio Félix Domingues

Gerência Geral de Estratégia (GGES)
Bruno Pagnoccheschi

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)
Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica Nacional (SGH)
Valdemar Santos Guimarães

Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)
Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)
Humberto Cardoso Gonçalves

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos (SIP)
Ricardo Medeiros de Andrade

Superintendência de Regulação (SRE)
Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Operações e Eventos Críticos (SOE)
Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Superintendência de Fiscalização (SFI)
Flavia Gomes de Barros

Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)
Luís André Muniz

Agência Nacional de Águas
Ministério do Meio Ambiente

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE ÁGUAS: CONHECER PARA DECIDIR

CADERNOS DE CAPACITAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

VOLUME 8

ANA
Brasília – DF
2016

© 2016, Agência Nacional de Águas (ANA)
Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T.
CEP 70.610-200, Brasília, DF PABX: 61 2109 5400
www.ana.gov.br

COMITÊ DE EDITORAÇÃO
João Gilberto Lotufo Conejo
Diretor

Reginaldo Pereira Miguel
Representante da Procuradoria Federal

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares
Ricardo Medeiros de Andrade
Joaquim Guedes Correa Gondim Filho
Superintendentes

Mayui Vieira Guimarães Scafura
Secretária-Executiva

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação, acompanhamento e elaboração:
Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Wilde Cardoso Gontijo Júnior
Coordenação Geral

Flávia Simões Ferreira Rodrigues
Coordenação Executiva

Taciana Neto Leme
Coordenação Executiva-Adjunta

Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos – V.8

Fotos: Banco de imagens da ANA.
Catalogação na fonte: CEDOC/Biblioteca

Colaboradores:
Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Agustin Justo Trigo, Cristiano Cária Guimarães Pereira, Eduardo Felipe Cavalcanti Correa de Oliveira, José Aguiar de Lima Júnior, Nelson Neto de Freitas

Superintendência de Regulação
Bruno Collischonn, Lígia Maria Nascimento de Araújo

Superintendência de Fiscalização
Josimar Alves de Oliveira, Raquel Scalia

Superintendência de Tecnologia da Informação
Marco Antônio Silva, Maurício Cezar Rebello Cordeiro

Superintendência de Planejamento
Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira, Flávio Hadler Troger, Marcus André Fuckner

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica
João Carlos Carvalho, Walszon Terllizzie Araújo Lopes

Agência Nacional de Transportes Aquaviários
Eduardo Pessoa de Queiroz

Sabesp
Nilzo Renê Fumes

Consultora
Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

PARCEIROS INSTITUCIONAIS
Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – Unesco

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

Catalogação na fonte: CEDOC/Biblioteca

A265s Agência Nacional de Águas (Brasil).

Sistemas de Informação na gestão de águas: conhecer para decidir / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016.

122 p. : il. -- (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos ; v.8).
ISBN: 978-85-89629-98-0

1. Recursos Hídricos – Sistema de Informação I. Título

CDU 556.51(81)(075.2)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Matriz institucional do Singreh	19
Figura 2	Réguas linimétricas	22
Figura 3	Régua linimétrica	23
Figura 4	Curvas batimétricas e perfil batimétrico de um lago hipotético	23
Figura 5	Curva cota x volume de um reservatório hipotético	24
Figura 6	Balanço das entradas e saídas de um modelo de esvaziamento de um reservatório	25
Figura 7	Processo de transformação do dado bruto até a tomada de decisão	26
Figura 8	Elementos de um Sistema de Informação	26
Figura 9	Etapas na estruturação de um sistema de informações	27
Figura 10	Diagrama simplificado da arquitetura de um Sistema de Banco de Dados	31
Figura 11	Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e suas inter-relações	40
Figura 12	Representação da hidrografia da bacia do rio São Francisco nas escalas 1:2.500.000 (à esquerda) e 1:1.000.000 (à direita)	43
Figura 13	Subdivisões de bacias hidrográficas e classificação/codificação pelo método de Otto Pfafstetter	44
Figura 14	Esquema da estrutura do Snirh	50
Figura 15	Esquema ilustrativo da visão sistêmica adotada na concepção do Snirh	52
Figura 16	Estações fluviométricas da Rede Nacional em operação em 2013	54
Figura 17	Estações pluviométricas da Rede Nacional em operação em 2013	54
Figura 18	Estações de qualidade da água da Rede Nacional em operação em 2013	55
Figura 19	Estações sedimentométricas da Rede Nacional em operação em 2013	55
Figura 20	Estação pluviométrica convencional	56
Figura 21	Estação telemétrica	57
Figura 22	Tela do Sistema Hidroweb	59
Figura 23	Tela do Sistema Hidroweb	59
Figura 24	Tela do Sistema Telemetria	61
Figura 25	Tela do Sistema Telemetria	61
Figura 26	Tela inicial do SAR	62
Figura 27	Tela resultado de consulta do SAR	62
Figura 28	Resultado de Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo – Incrementais Mensais) do SiADH	63
Figura 29	Teste de Continuidade de Vazões Médias Mensais	64
Figura 30	Curva de Permanência de Cotas	64
Figura 31	Gráfico de Vazões Específicas Diárias para Diversas Permanências versus Área de Drenagem	65

Figura 33	Tela do Formulário do CNARH para preenchimento de dados de usuários de recursos hídricos pelo órgão gestor de recursos hídricos	67
Figura 32	Tela do Formulário do CNARH disponível para usuários de recursos hídricos	67
Figura 34	Tela do Sistema Digicob	68
Figura 35	Tela do Sistema Digicob com os dados da Cobrança da transposição do Rio São Francisco para as bacias do Nordeste Setentrional	69
Figura 37	Exemplo de uso do sistema para análise de outorga de captações	71
Figura 36	Tela inicial do Sistema de Suporte a Decisão para Outorga	71
Figura 38	Dinâmica de elaboração dos relatórios Conjuntura dos recursos Hídricos no Brasil	74
Figura 39	Estrutura de temas do Relatório de Conjuntura – 2013	75
Figura 40	Divisão de Regiões Hidrográficas	76
Figura 41	Divisão Hidrográfica segundo a Metodologia de Ottocodificação	76
Figura 42	Espelhos d'água do Brasil	77
Figura 43	Principais rios do Brasil	77
Figura 44	Disponibilidade hídrica superficial	78
Figura 45	Indicadores de Qualidade de Água	78
Figura 46	Balanço hídrico quantitativo	79
Figura 47	Comitês de Bacia Hidrográfica	79
Figura 48	Outorgas do direito de uso dos recursos hídricos federais	80
Figura 49	Tela inicial do Portal de Metadados da ANA	81
Figura 50	Tela resultado de consulta do SIAGAS	84
Figura 51	Mapa de domínio hidrogeológico gerado a partir do SIAGAS	85
Figura 52	Capa do relatório "Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013"	87
Figura 53	Localização das unidades de conservação cadastradas no CNUC	88
Figura 54	Tela da Planilha de Lançamento de Efluentes (Diniz et al., 2007)	91
Figura 55	Distribuição espacial das barragens passíveis de fiscalização pela ANA	92
Figura 56	Exemplo de uso do sistema para acesso ao cadastro de barragens (esq.) e de detalhe das inspeções regulares (dir.)	94
Figura 57	Exemplo de uso do sistema para análise das inspeções cadastradas pelos empreendedores	94
Figura 58	Exemplo de uso do sistema para cadastro das campanhas de fiscalização (vistorias)	94
Figura 59	Exemplo de uso do sistema para cadastro de ocorrências decorrentes da campanha	94
Figura 60	Exemplo de uso do sistema para emissão de relatório	95
Figura 61	Mapa de distribuição de chuvas médias anuais (de 1977 a 2006) no território brasileiro	96
Figura 62	Sala de Situação da ANA, em Brasília/DF	97
Figura 63	Tipos de alerta utilizados pelo INEA/RJ	98
Figura 64	Fluxo de processo para acionamento do Plano de Contingência para enchentes em São Sebastião do Paraíba, Cantagalo/RJ	99
Figura 65	Cheia do rio Caratinga, em Caratinga/MG, 2003	100
Figura 66	Cheia do rio Piranga, Ponte Nova/MG, 2008	100
Figura 67	Cheia do rio Doce, Governador Valadares/MG, 2012	100
Figura 68	Rio Bananal/ES, 2013	100
Figura 69	Mapa de localização dos municípios atendidos pelo Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce	101

Figura 70 Fluxograma do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce 101
Figura 71 Mapa de localização das estações de monitoramento do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce 102
Figura 72 Simbologia e mapa de localização das estações com previsão hidrológica do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce 103
Figura 73 Mapa da bacia do rio dos Sinos 104
Figura 74 Fluxo de informações do Sistema de Gestão de Escassez da Bacia do Rio dos Sinos 106
Figura 75 Exemplo de informações constantes da página do Iema/ES sobre balneabilidade no município de Serra 109
Figura 76 Imagem de satélite da Lagoa Rodrigo de Freitas 110
Figura 77 Ilustração esquemática do sistema de transmissão de dados 112
Figura 78 Perfil longitudinal do Sistema Cantareira (Tela do SSD Sabesp) 113
Figura 79 Tela do SSD ilustrando o balanço hídrico e as descargas a jusante do Sistema Cantareira 114
Figura 80 SSD Sabesp – desktop 115
Figura 81 SSD Sabesp – desktop 116
Figura 82 Tela de consulta do Sistema s@i 117
Figura 83 Fluxograma do processo do Sistema s@i 118
Figura 84 Mapa hidroviário brasileiro 120
Figura 85 Tela com a informação do caminho mínimo de uma hidrovia gerado no SIGTAQ 121
Figura 86 Mapa da bacia hidrográfica do Ribeira 122
Figura 87 Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (Sigerh) 123
Figura 88 Página de consulta da situação dos volumes de água armazenados nos açudes do Ceará 125
Figura 89 Página de consulta tabular da situação da cobertura de abastecimento de água na cidade de Fortaleza 127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Competências legais de entes do Singreh com relação aos SIRHs 39
Quadro 2 Classificação das águas para fins de balneabilidade – IEMA/ES 107
Quadro 3 Limites de coliformes fecais das categorias das águas para fins de balneabilidade – IEMA/ES 107

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CBH-RB	Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina
CGERH	Coordenadoria de Gestão de Recursos Hídricos da SRH/CE
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CNUC	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
COFIS/SFI	Coordenação de Fiscalização de Serviços Públicos e de Segurança de Barragens da Superintendência de Fiscalização da ANA
COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará
COMIRH	Comitê Estadual de Recursos Hídricos (do Ceará)
COMITESINOS	Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa da bacia hidrográfica do rio dos Sinos
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONERH	Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)
CPU	Central Processing Unit (Unidade de Processamento de Dados)
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DCS/GOES	GOES Data Collect System
DIBAU	Distrito de Irrigação Baixo Acaraú
DNAE	Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPI/INPE	Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
DRH	Departamento de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul
ESCELSA	Espírito Santo Centrais Elétricas S. A.
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
GPRS	General Packet Radio Services (Pacote Geral de Serviços de Rádio)
GSI	Grupo de Sistemas Inteligentes do Departamento de Informática da Universidade de Maringá
GSM	Global System for Mobile Communications (Sistema Global para Comunicação Móvel)

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ID	Subsistema de Inteligência Documental do Snirh
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (ES)
IG	Subsistema de Inteligência Geográfica do Snirh.
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IH	Subsistema de Inteligência Hídrica do Snirh
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INEA	Instituto Estadual do Ambiente (RJ)
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INOVAGRI	Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IWA	International Water Association
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NOAA/USA	National Oceanic and Atmospheric Administration of USA (Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos)
OD	Oxigênio Dissolvido
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PAF	Plano Anual de Fiscalização
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PGALRF	Plano de Gestão Ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PLANN	Subsistema de Planejamento e Gestão do Snirh
PNIH	Plano Nacional de Integração Hidroviária
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PPA	Programa Plurianual
PSB	Plano de Segurança da Barragem
QUALT	Subsistema Quali-Quantitativo do Snirh
REGLA	Subsistema de Regulação de Usos do Snirh
RIMAS	Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RNQA	Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas
RQMA	Relatório de Qualidade do Meio Ambiente
RSB	Relatório de Segurança de Barragem
SAI	Serviço de Assessoramento ao Irrigante
SBD	Sistema de Banco de Dados

SCD/INPE	Satélite de Coleta de Dados do INPE
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente (do Ceará)
SENIR	Secretaria Nacional de Irrigação (do MI)
SGDB	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGINF	Subsistema de Segurança da Informação do Snirh
SI	Sistema de Informações
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGERH	Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará
SIG-RB	Sistema de Informações Geográficas do Ribeira de Iguape e Litoral Sul
SIGTAQ	Sistema de Informações Geográficas dos Transportes Aquaviários
SIMGE/IGAM	Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SINIMA	Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente
SIRH	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
SMS	Short Message Service (Serviço de Mensagens Curtas)
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas (do Ceará)
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente
SSD	Sistema de Suporte à Decisão
STI/ANA	Superintendência de Tecnologia da Informação da ANA
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TI	Tecnologia da Informação
UC	Unidade de Conservação
UHE	Usina Hidroelétrica
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
ZEE	Zoneamento ecológico-econômico

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 16

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 19

2 ASPECTOS CONCEITUAIS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES 21
2.1 Sistemas de banco de dados 30
2.2 Sistemas especialistas 32
2.3 Sistemas com recorte territorial 33

3 SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS 35
3.1 Breve retrospecto dos Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos 35
3.2 Definições legais dos Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos 36
3.3 O Sistema de Informações e o SINGREH 38
3.4 A relação do Sistema de Informações com os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos 39
3.5 O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos e as informações acessórias e transversais 42

4 O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH) 47
4.1 Aspectos legais do Snirh 47
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 48
Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 48
Resolução CNRH nº 13, de 25 de setembro de 2000 48
4.2 Aspectos conceituais do Snirh 49
4.3 Sistemas para gestão de dados hidrológicos (Subsistema QUALT) 53
Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO) 53
Sistema de Disponibilização de Dados Hidrológicos (HIDROWEB) 58
Sistema de Monitoramento Hidrológico em Tempo Real (Telemetria) 60
Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) 60
Sistemas para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH) 63
4.4 Sistemas para regulação de usos de recursos hídricos (Subsistema REGLA) 65
Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) 65
Sistema Digital de Cobrança (DIGICOB) 68

Sistema de Suporte a Decisão para Outorga (SDO) 69
Sistema de Águas Subterrâneas (SAS) 72
4.5 Sistemas para planejamento e gestão de recursos hídricos (Subsistema PLANN e Conjuntura) 73
Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 73
Portal do SNIRH 75
Divisão hidrográfica e hidrografia 76
Disponibilidade hídrica superficial 78
Qualidade das águas 78
Balanço hídrico 79
Comitês de bacia 79
Outorgas de uso da água 80
Portal de metadados da ANA 80

5 OUTRAS EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE ÁGUAS 83
5.1 Sistemas de banco de dados 83
5.1.1 Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) 83
5.1.2 Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) 85
5.1.3 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) 86
5.1.4 Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) 87
5.2 Sistemas especialistas 89
5.2.1 Regulação 89
5.2.1.1 Sistema de Apoio à Decisão para Outorga de Lançamento de Efluentes – o caso do Espírito Santo 89
5.2.1.2 Sistema de Fiscalização de Segurança de Barragens 91
5.2.2 Eventos críticos 95
5.2.2.1 Salas de situação 96
5.2.2.2 Sistema de Alerta de Enchentes – o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Doce 100
5.2.2.3 Sistema de Gestão de Escassez na Bacia do Rio dos Sinos (RS) 103
5.2.3 Qualidade das Águas 106
5.2.3.1 Sistema de Informações sobre Balneabilidade em Praias – o caso do Estado do Espírito Santo 106
5.2.3.2 Sistema de Informação sobre Qualidade Ambiental – monitoramento da Lagoa

Rodrigo de Freitas (RJ) 108
5.2.4 Apoio aos setores usuários de recursos hídricos 111
5.2.4.1 Sistema de Alerta contra Vazamentos 112
5.2.4.2 Sistema de Suporte à Decisão para Operação do Sistema Cantareira 113
5.2.4.3 Serviço de Assessoramento ao Irrigante (SAI) 116
5.2.4.4 Sistema de Suporte à Decisão para Operação de Reservatórios do Setor Elétrico – HydroExpert 118
5.2.4.5 Sistema de Informações Geográficas dos Transportes Aquaviários – SIGTAQ 119
5.3 Sistemas com recorte territorial 121
5.3.1 Sistema de Informações em Bacias Hidrográficas – o caso do SIG Ribeira de Iguape e Litoral Sul 121
5.3.2 Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – o caso do Ceará 123

6 APRENDIZAGENS E DESAFIOS **129**

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS **131**

REFERÊNCIAS E INDICAÇÕES DE LEITURA **133**
Sites consultados 137

GLOSSÁRIO **139**

Pôr do sol em Manacapuru/AM.
Autora: Cláudia Dianni / Banco de Imagens ANA.

APRESENTAÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. O conhecimento e a divulgação de seus conceitos, muitos deles inovadores, são formas de fortalecê-la e consolidá-la.

A Agência Nacional de Águas (ANA), criada pela Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000 e instalada a partir da edição do Decreto nº 3.692 de 19 de dezembro do mesmo ano, completou em 2010 uma década de existência e funcionamento.

Dando prosseguimento à sua desafiadora missão de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, a ANA apresenta essa série de Cadernos com o objetivo de discorrer, de forma sucinta, sobre os instrumentos previstos na Lei das Águas, bem como sobre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

O primeiro volume discorre sobre um dos entes do Singreh: o Comitê de Bacia Hidrográfica. São apresentados o contexto histórico da criação dos comitês, as atribuições, como e por que criá-los e as diferenças quando comparados a outros colegiados.

O segundo volume tem objetivo mais prático: orientar o funcionamento dos comitês de bacia. São apresentados a estrutura organizacional, o papel de cada um dos elementos constituintes (Plenário, Diretoria, Secretario, Câmaras Técnicas, Grupos de Trabalho, etc.), exemplos de documentos e informações úteis para o funcionamento do Comitê.

O terceiro volume aborda alternativas organizacionais para a gestão de recursos hídricos. São apresentados exemplos exitosos de gestão de águas em escalas locais, passando por instâncias de gestão de águas subterrâneas e de águas em unidades de conservação ambiental, chegando até os complexos arranjos institucionais de gerenciamento de águas de bacias transfronteiriças.

O quarto volume se concentra em outro ente do Singreh: a Agência de Água ou Agência de Bacia. São apresentados as competências, os pré-requisitos para a criação, os possíveis arranjos institucionais para a constituição, o contrato de gestão na política de recursos hídricos e demais temas afins.

O quinto volume se concentra nos instrumentos de planejamento da Política: os planos de recursos hídricos e o enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes. Tópicos como: o que são, a importância e como construir esses instrumentos são aprofundados nesse volume.

O sexto volume aborda a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Apresenta um breve histórico do instrumento, seus aspectos legais, a outorga para as diversas finalidades de uso, dentre outros. Além da outorga, o volume apresenta também alguns aspectos da fiscalização e do cadastro de usuários de recursos hídricos.

O sétimo volume discorre sobre a Cobrança pelo Uso de recursos hídricos – a importância do instrumento, passos para sua implementação, mecanismos e valores, além de algumas experiências brasileiras na implementação da Cobrança.

O oitavo volume tem o objetivo de apresentar a importância dos sistemas de informações sobre recursos hídricos para o avanço da gestão da água, com destaque para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

Esperamos com essas publicações estimular a pesquisa e a capacitação dos interessados na gestão de recursos hídricos, sobretudo aqueles integrantes do Singreh, fortalecendo, assim, todo o Sistema.

Boa leitura!

Régua para medição de nível, Riacho Fundo/DF
Autor: Raylton Batista / Banco de Imagens ANA.

1

ADCP para medição de vazões.
Autora: Flávia Rodrigues / Banco de Imagens ANA.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O modelo de gestão dos recursos hídricos vigente no Brasil, estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos, adota a gestão integrada desses recursos com base em um arranjo institucional expresso pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Singreh (Figura 1) e por um conjunto de instrumentos que se inter-relacionam.

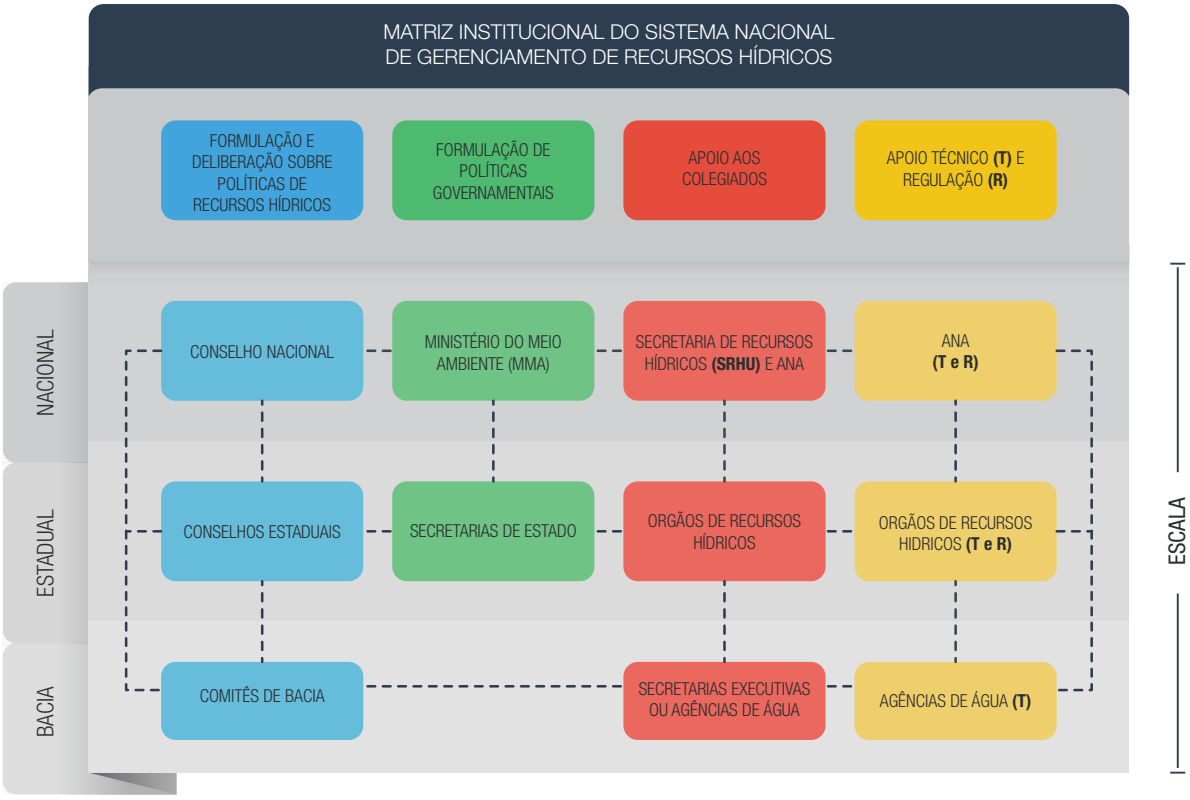


***Figura 1** – Matriz institucional do Singreh*

A base da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que deve orientar todas as ações do poder público e da sociedade, está definida nos fundamentos, objetivos e diretrizes da Lei nº 9.433/97, a Lei das Águas. Destacam-se os preceitos que orientam a integração entre as esferas governamentais – federal, estadual e municipal – para a implantação da gestão dos recursos hídricos, assim como com a gestão ambiental. A necessidade de considerar as especificidades regionais também é uma diretriz básica, principalmente na organização dos instrumentos definidos na política e que orientarão os trabalhos a serem realizados pelos entes do Singreh.

Nesse contexto, os Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos são instrumentos essenciais para se ter as informações básicas sobre águas superficiais, **águas subterrâneas**, dados hidrometeorológicos e qualidade das águas, leis, decretos e normas relacionados ao tema, informações institucionais, dentre outras, organizadas e padronizadas, permitindo e facilitando o acesso a todos que necessitem dessas informações para o desenvolvimento de suas atividades. Esse instrumento torna-se mais importante quando compõe um modelo de gestão baseado na participação da sociedade no processo decisório, uma vez que a disseminação de informações confiáveis é determinante para auxiliar na tomada de decisões seguras e responsáveis por parte das organizações civis, dos usuários e do poder público.

Além disso, as informações sobre os recursos hídricos são fundamentais para aplicação dos outros instrumentos da Política. As ações propostas pelos planos de recursos hídricos e pelo **enquadramento**, a emissão de **outorgas** e os consequentes valores a serem cobrados pelo uso da água, bem como as ações de fiscalização, exigem bases sólidas e confiáveis de informações para uma implantação mais efetiva e próxima à realidade das bacias hidrográficas.

Assim sendo, constata-se a importância dos Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos para contribuir na prevenção e na solução dos conflitos e problemas de uma bacia hidrográfica relacionados à água. Este instrumento é a base que reúne e sistematiza os dados que devem apoiar processos de tomada de decisão, requeridos para a gestão integrada dos recursos hídricos.

No entanto, nem sempre o processo decisório na gestão das águas é baseado nas informações mais relevantes, seja pelo tempo necessário para se ter acesso a estas, seja pelo contexto político em que a decisão é tomada. O fato é que Sistemas de Informação, se bem concebidos e estruturados, são importantes instrumentos para garantir um maior e melhor acesso a informações que tornam possível um conhecimento mais amplo e profundo sobre o problema a ser resolvido, aprimorando, assim, a tomada de decisão.

Dessa forma, o presente Caderno pretende introduzir alguns conceitos básicos sobre Sistemas de Informação, de modo a permitir que o leitor conheça um pouco mais sobre esse tema, muitas vezes restrito ao público mais afeito às tecnologias da informação. Além dos aspectos conceituais, o texto ilustra a aplicação prática desses conceitos, com um Capítulo dedicado a exemplos de sistemas úteis, de alguma forma, à gestão dos recursos hídricos.

Assim, espera-se que o texto contribua para que os gestores de recursos hídricos possam melhor conhecer os Sistemas de Informação para bem decidir sobre o uso de um recurso natural tão importante, em diversos aspectos, que é a água.

2

Amostras de águas de ETE Piçarrão, Campinas/SP.
Autor: Tomás May / Banco de Imagens ANA.

ASPECTOS CONCEITUAIS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

Mas afinal, o que é um Sistema de Informações (SI)?

Segundo REZENDE & ABREU (2003), sistemas consistem num conjunto de partes que estão constantemente interagindo e se integrando, sempre com o propósito de atingir objetivos e alcançar resultados. Em termos gerais, um sistema de informações pode ser definido como todo sistema utilizado para prover informação (incluindo o seu processamento), qualquer que seja o seu uso, podendo ser **informatizado** ou não.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES X SISTEMA INFORMATIZADO

Um sistema informatizado (ou computacional) é aquele que é executado utilizando as Tecnologias de Informação (TI), ou seja, utiliza soluções providas por recursos de computação. Como atualmente a maioria dos SIs estão informatizados, a designação Sistema de Informação é muitas vezes usada erroneamente com o mesmo significado de sistema informatizado.

No caso específico da política de recursos hídricos, os SIs fornecem dados e informações que devem apoiar processos de tomada de decisão, inerentes à gestão integrada dos recursos hídricos.

Passemos a um exemplo prático: um determinado **açude** localizado no semiárido nordestino tem uma **Comissão Gestora** que precisa fazer a **alocação negociada das águas** para os diversos usos e usuários existentes a **montante** e a **jusante** do reservatório. Se os usuários utilizarem muita água no início da seca, correm o risco de ficar sem água antes do início das chuvas. Então como repartir ao longo da estação seca – praticamente sem chuvas – as águas acumuladas no período chuvoso? Quais informações são necessárias para uma boa tomada de decisão? De onde vêm essas informações? Elas são confiáveis? Elas estão disponíveis e inteligíveis para os tomadores de decisão?

No caso apresentado, são necessárias informações básicas, tais como: a situação atual do reservatório (volume de água total disponível), demanda por água e simulações de esvaziamento do reservatório (cenários da quantidade de água que pode ser liberada ao longo do tempo).

A primeira informação, referente ao volume de água disponível no açude, é obtida pela medição do nível da água por meio de réguas denominadas linimétricas (do grego, limne – lago, e metro – medida). Em geral, os dados de níveis são obtidos diariamente pelo operador do reservatório que mantem um observador encarregado dessa tarefa. As Figuras 2 e 3 ilustram o uso de réguas linimétricas.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre as Comissões Gestoras de Reservatórios, consultar o Volume 3 desta série.

Figura 2 – *Réguas linimétricas*

Figura 3 – *Régua linimétrica*

No entanto, para o tomador de decisão não interessa saber em que altura está o nível da água no reservatório, mas sim qual o volume de água acumulado. Portanto, o dado de nível precisa ser processado para gerar uma informação útil à gestão. Nesse caso, o volume é obtido indiretamente, com base nas informações de **batimetria** do reservatório, ou seja, nas suas características geométricas, junto com as informações de nível d'água. A Figura 4 ilustra um exemplo hipotético de um lago e suas correspondentes curvas batimétricas (similares a curvas de nível) e perfil batimétrico. Dessa forma, de acordo com a variação do nível de água, se calcula o volume correspondente no reservatório. Para tanto, são construídas **curvas de cota x volume** que facilitam a obtenção da informação da quantidade de água acumulada com a simples leitura de uma régua. Na Figura 5 pode-se observar como usar uma curva cota x volume: o observador lê na régua a cota do nível de água do reservatório que, no caso hipotético, está em 18m; o ponto de cota 18m do reservatório corresponde, na curva, a um volume de 10hm³ (ou 10 milhões de m³).

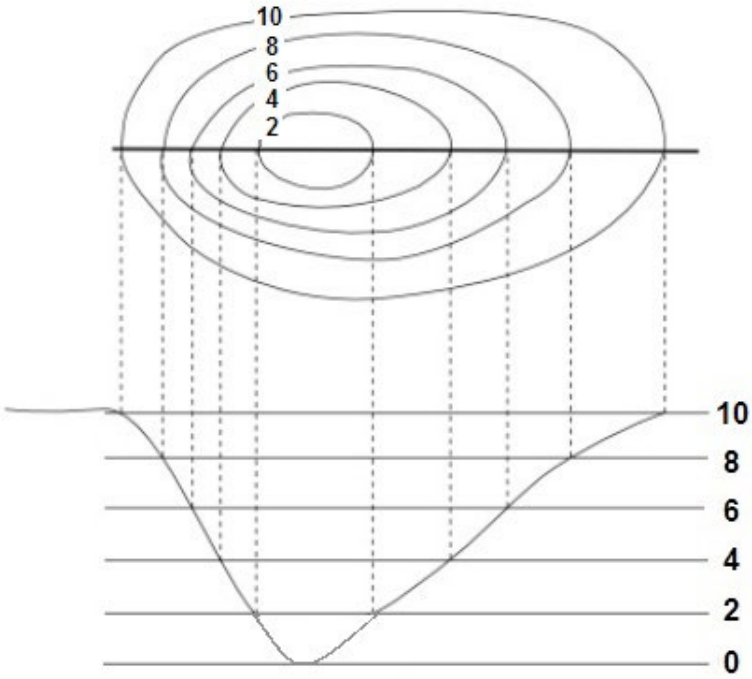


Figura 4 – *Curvas batimétricas e perfil batimétrico de um lago hipotético*

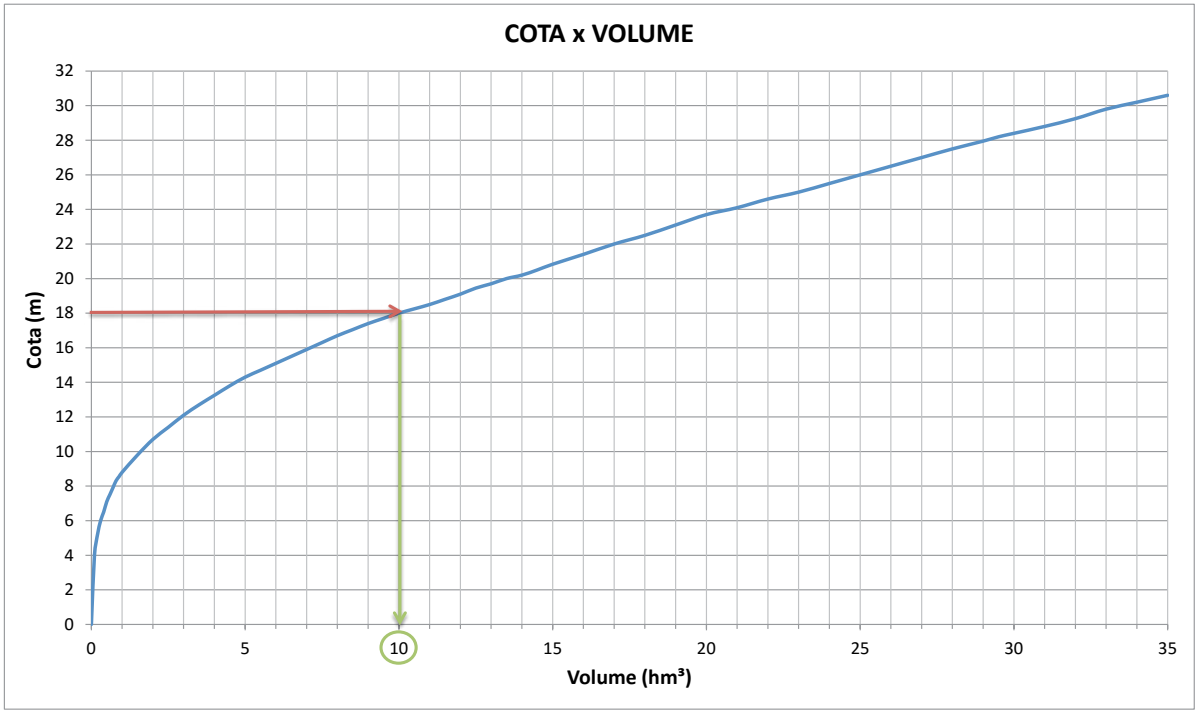


Figura 5 – *Curva cota x volume de um reservatório hipotético*

Ressalta-se que, como a geometria de lagos (naturais e artificiais) e rios se altera, em geral, muito lentamente ao longo do tempo, as curvas de cota x volume (ou cota x vazão, no caso de rios) dispensam ajustes frequentes, o que diminui os custos na obtenção da informação.

O segundo passo necessário no processo de tomada de decisão, no nosso exemplo, é o conhecimento da demanda de água. Para tanto, deve-se saber: quais os tipos de usos existentes; se há prioridade de um uso sobre o outro; a localização dos usuários na bacia; além, é claro, da quantidade de água requerida para cada usuário. Tais informações são características de um **cadastro de usuários de água**.

De uma maneira geral, os órgãos gestores de recursos hídricos mantêm cadastros de usuários, uma vez que são os responsáveis pelas **outorgas de direito de uso da água**.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre cadastro de usuários de água e outorga de direito de uso, consultar o Volume 6 desta série.

Os cadastros de usuários têm caráter mais dinâmico, visto que demandas por água aumentam proporcionalmente ao aumento das populações, novos usos e usuários se instalam na bacia enquanto outros saem etc. Portanto, os cadastros exigem uma frequência maior de atualização para se manterem fidedignos e adequados a uma tomada de decisão correta.

O terceiro passo, no nosso exemplo, é a simulação de esvaziamento do reservatório. Nessa etapa são estabelecidos cenários de oferta de água do açude ao longo de um determinado tempo, para atender às demandas (já conhecidas) dos diversos usos da água.

Os cenários apresentados por meio de simulações de esvaziamento do reservatório mostram o rebaixamento do açude para diferentes vazões de retirada. As faixas de vazões são propostas com base em experiências anteriores e na situação atual do açude. O modelo de simulação de esvaziamento de reservatório consiste no balanço das entradas e saídas de água do reservatório. Neste balanço tem-se como entradas: a precipitação, o escoamento superficial e subsuperficial e como saídas, a evaporação, a sangria e as retiradas, conforme ilustrado esquematicamente na Figura 6 (Silva *et al.*, 2012).

As informações de evaporação, precipitação e escoamento são obtidas a partir de **estações hidrometeorológicas**, em geral operadas pelos órgãos gestores de recursos hídricos.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre as estações hidrometeorológicas, consultar o Capítulo 4.

Dessa forma, com base na situação atual (conhecida) e a perspectiva futura (simulação) de comportamento do açude diante de cenários propostos, os usuários que compõem a Comissão Gestora discutem o melhor uso do açude (retiradas de água), buscando o atendimento das demandas conforme a oferta atual, num exercício de balanceamento entre os benefícios e os riscos inerentes a cada cenário (Silva *et al.*, 2012). O cenário escolhido é monitorado permanentemente para verificar seu cumprimento ou a necessidade de repactuação das regras definidas, em caso de ocorrência de eventos não previstos nas simulações que possam alterar as condições do reservatório.

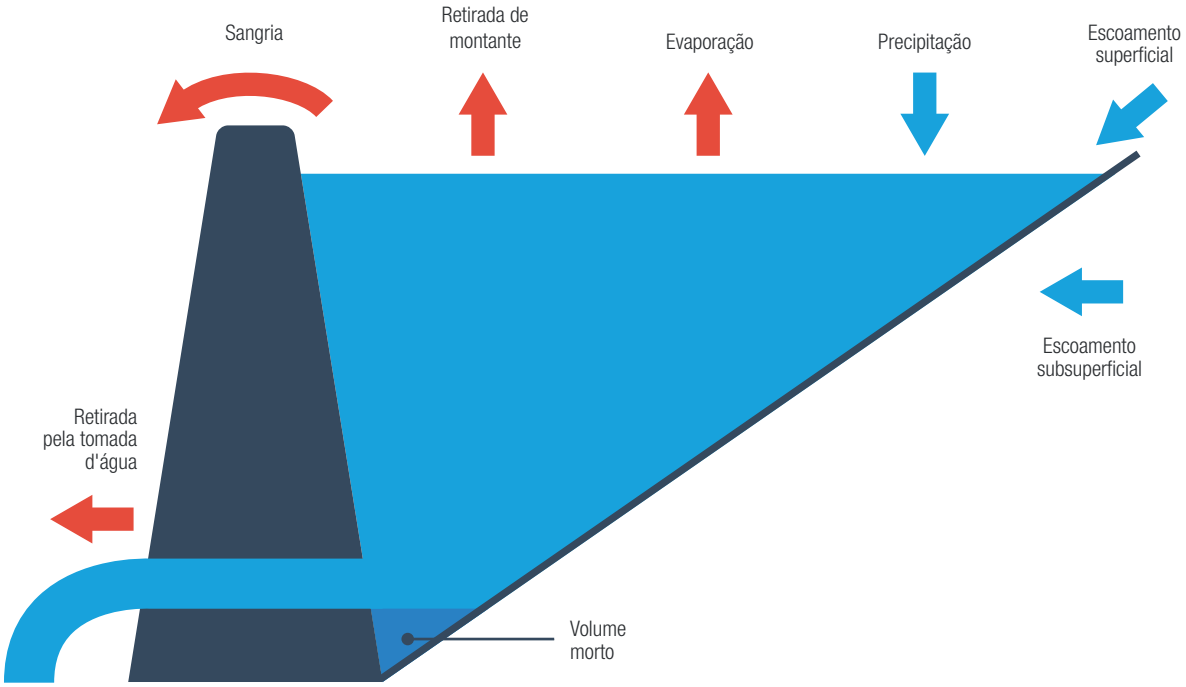


Figura 6 – *Balanço das entradas e saídas de um modelo de esvaziamento de um reservatório*
Fonte: (Silva et al., 2012)

Enfim, esse exemplo ilustra a quantidade e a diversidade de informações necessárias para uma tomada de decisão aparentemente simples com relação ao uso da água. Se tais informações não forem adequadamente coletadas, processadas, armazenadas e disponibilizadas, o processo decisório pode ser prejudicado, seja pela qualidade da informação, seja pelo tempo necessário para acessá-la. O processo que vai desde a coleta do dado bruto até a tomada de decisão está sintetizado na Figura 7.

Como visto, a informação é elemento essencial para a tomada de decisão, sobretudo na área de gestão. Mas hoje o volume de informação disponível cresceu de maneira brutal, especialmente após o advento da informática e da *internet*. Atualmente não há falta de informação, mas quase sempre excesso. Uma consequência deste novo cenário é a necessidade de organização e processamento dessa enorme quantidade de dados. E é para isso que existem os Sistemas de Informação.

Um SI possui vários elementos inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam e armazenam (**processo**), disseminam (saída) os **dados** e **informações** e permitem um mecanismo de troca e retroalimentação (*feedback*). A Figura 8 apresenta, de forma esquemática, os elementos de um SI.

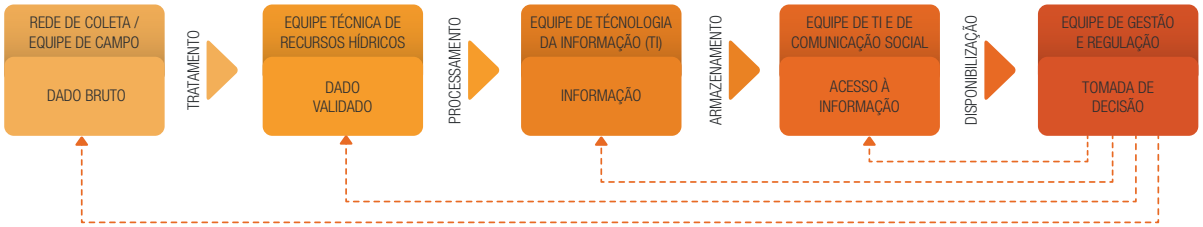


Figura 7 *– Processo de transformação do dado bruto até a tomada de decisão*

Figura 8 *– Elementos de um Sistema de Informação*

DADO, PROCESSO E INFORMAÇÃO

Dado é qualquer elemento identificado em sua forma bruta, que por si só não conduz a compreensão de determinado fato. É qualquer característica de um objeto, ente ou sistema que possa ser registrada. Segundo o Aurélio[1], é um elemento ou base para a formação de um juízo.

Processo é a maneira pela qual se realiza uma operação, segundo determinadas normas; método, técnica, procedimento.

Informação é o resultado da análise ou processamento de dados. É um elemento que pode ser usado para tomar decisões.

Assim definido, um SI engloba vários elementos:

- *Hardware* – todos os equipamentos de informática que permitem coletar, tratar e armazenar os dados. Essencialmente é composto pelo conjunto de computadores, servidores e máquinas necessárias ao armazenamento e processamento dos dados.

- *Software* – o conjunto de programas de informática e modelos computacionais que permitem tratar os dados existentes, transformando-os em informação.

- Organização – componente do sistema de informação que representa a maneira como são organizados os processos e as pessoas para a coleta, o tratamento e a armazenagem dos dados.

- Recursos humanos – fazem parte dos sistemas de informação na medida em que são os responsáveis pela coleta, tratamento e utilização da informação.

- Saída (*output*) – trata-se do produto final, depois das fases de coleta, tratamento e armazenagem dos dados, ou seja, é a informação, arrumada de forma lógica e útil e também de fácil acesso.

A estruturação de um Sistema de Informações segue as seguintes etapas: concepção; desenvolvimento; implantação; e manutenção/atualização (Figura 9).

Figura 9 *– Etapas na estruturação de um sistema de informações*

1 Dicionário Aurélio Buarque de Hollanda Ferreira, 4ª Edição, atualizada e revista conforme o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 7 de maio de 2008.

A primeira pergunta que deve ser feita na concepção de um SI é: quais os objetivos se pretende atingir com o Sistema? O SI deve ser capaz de ajudar os tomadores de decisão a atingir os seus objetivos. Dessa forma, as principais finalidades dos SIs são:

- Coletar, selecionar e tratar os dados para servirem de suporte à decisão;
- Proporcionar regularmente informação a todos os níveis da gestão;
- Agilizar e qualificar a tomada de decisão;
- Democratizar o acesso às informações, dentre outras.

Com os objetivos claramente definidos (se possível, mensuráveis e concisos) pode-se, caso necessário, definir objetivos específicos para os vários níveis de gestão a que o SI servirá. Neste ponto é essencial ter em mente que os objetivos específicos de cada nível não podem contradizer os objetivos gerais, mas devem reforçá-los. A base dos sistemas deste tipo é a sua divisão em **subsistemas**. Não faz sentido concentrar toda a informação num só ponto. É preciso arrumá-la de forma a estar acessível e ser útil para quem dela precise.

VEJA MAIS: Alguns exemplos de subsistemas são apresentados no Capítulo 4.

Não se pode estabelecer de forma definitiva e indiscutível qual a melhor concepção de um SI para toda e qualquer situação. A construção de um SI vai depender de muitos fatores, tais como o setor de atividade ou o estilo de gestão a que irá atender, entre outros.

Com base nas definições anteriores, deve-se verificar a viabilidade do sistema, quantificando os insumos necessários e os custos para desenvolvimento, implantação e manutenção/atualização do SI, e, caso seja viável, definir um cronograma para sua implementação. Portanto, deve-se ter em mente quais recursos (financeiros e humanos) estão disponíveis para a estruturação do SI, o que pode envolver: a compra e instalação de equipamentos; a aquisição de programas de computador; a contratação de pessoal especializado para desenvolvimento e manutenção do SI, bem como para alimentação do(s) banco(s) de dados; dentre outros. Os custos estimados devem levar em conta toda a vida do SI e não apenas a etapa de desenvolvimento. Dessa forma, devem ser orçados os investimentos necessários para a estruturação do SI concebido, o qual deve ser proporcional à complexidade requerida na gestão.

Sistemas muito complexos para níveis de gestão mais simples podem gerar altos custos e conter informações muitas vezes pouco úteis na tomada de decisão. Por outro lado, sistemas muito simples podem não atender às demandas por informação em níveis de gestão mais complexa.

Dessa forma, para serem efetivos, os sistemas de informação precisam, segundo PEREIRA e FONSECA (1997), corresponder às seguintes expectativas:

- Atender as reais necessidades dos usuários;
- Estar centrados no usuário (cliente) e não no profissional que o criou;
- Atender ao usuário com presteza;
- Apresentar custos compatíveis;
- Adaptar-se constantemente às novas tecnologias de informação;
- Estar alinhados com o modelo de gestão a que irão atender.

Trazendo esses conceitos para os Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos – SIRHs, estes devem considerar as

necessidades de informação concernentes a cada órgão integrante do Singreh, ou seja, Estado (aqui no sentido amplo da palavra), gestores de recursos hídricos, usuários de águas, além da sociedade civil e especialistas da área.

Cada um dos entes tem suas necessidades específicas de informação. O Estado, por sua competência inata de implementação da Política de Recursos Hídricos, deve estar munido de informações necessárias a avaliação e acompanhamento da eficiência, eficácia e efetividade dessa implementação.

Os gestores de recursos hídricos, em geral responsáveis pela coleta e disponibilização de informações sobre as águas, se utilizam dessas informações para nortear suas decisões – tanto na área administrativa, técnica ou econômica –, bem como para prestar contas de sua atuação junto à sociedade em geral.

Já os usuários de água, que contribuem com parte do financiamento da implementação da Política por meio da Cobrança, devem ter acesso às informações concernentes à situação dos recursos hídricos, em termos de quantidade e qualidade, o impacto do seu uso nos corpos hídricos, os riscos de situações extremas (secas ou enchentes) que podem interferir na sua capacidade de produção, além do destino dos recursos arrecadados com a Cobrança.

Quanto à sociedade civil, como segmento participante dos colegiados responsáveis pela formulação de políticas de uso da água, devem ter acesso a informações sobre: demandas e **disponibilidades hídricas**; qualidade das águas; perspectivas de crescimento demográfico, atividades produtivas e tendências de uso e ocupação do solo; dentre outras. Já o cidadão comum deve ter acesso a informações sobre a situação dos recursos hídricos de uma maneira geral.

Por fim, os especialistas e pesquisadores utilizam os dados dos SIRHs para produção de mais conhecimento sobre o assunto, propondo novas tecnologias e novos paradigmas que poderão ser utilizados na implementação e funcionamento do próprio Sistema de Recursos Hídricos.

Enfim, são incontestáveis os benefícios que os sistemas de informação oferecem, principalmente quando são utilizados como fatores de solução de problemas e como ferramentas auxiliares nos processos de tomada de decisão.

Do ponto de vista do ciclo evolutivo, os sistemas de informação podem ser classificados em: manuais, mecanizados, informatizados, automatizados e gerenciais e estratégicos. Quanto à abrangência, eles podem ser divididos em níveis: pessoal, de grupo ou departamental, organizacional e interorganizacionais (Kroenke, 1992). Outra classificação possível está relacionada com a forma de apoio ou suporte a decisões: sistemas de informação operacionais, gerenciais e estratégicos (Laudon e Laudon, 1996; Stair, 1996; Rezende, 2005).

Diante dessa diversidade de possibilidades, muitos SIs foram modelados para atender especificamente a algum propósito, enquanto outros tentam abarcar uma gama maior de informações necessárias a diversos públicos. No caso da gestão de recursos hídricos, em que o fundamento da **descentralização** da tomada de decisão se faz presente[2], essa variedade de sistemas também é realidade. O sexto fundamento da Lei das Águas reforça que toda decisão que puder ser tomada no âmbito mais local (de uma sub-bacia, por exemplo), sem afetar os usos da bacia como um todo, não deverá sofrer influência da bacia maior (principal) e, para tanto, os SIRHs devem ser adequados às instâncias decisórias a que irão servir, para que o fundamento da descentralização e o princípio da **subsidiariedade** de fato se efetivem.

2 Inciso VI do Artigo 1º da Lei nº 9.433/1997.

Assim, com base nas especificidades da política de águas brasileira, nas seções a seguir foram definidas algumas tipologias, com o objetivo de classificar, de alguma forma, os principais SIRHs existentes. Tal classificação tem por fim auxiliar os leitores no conhecimento das possibilidades de sistemas mais adequados aos diversos níveis de complexidade de gestão requeridos, de forma a qualificar os processos de tomada de decisão na área de recursos hídricos.

2.1 SISTEMAS DE BANCO DE DADOS

Como citado anteriormente, o aumento do volume de dados e informações disponíveis tornou praticamente impossível a organização manual (via papéis, principalmente) de bancos de dados, pois sua utilização, além de demorada, é passível de erros principalmente ocasionados pelo desgaste do operador no resgate de informações solicitadas. Nesse sentido, torna-se mais fácil encontrar a informação numa base de dados que utiliza as tecnologias de informação, ou seja, quando as bases de dados estão disponíveis em sistemas computadorizados (Wikipedia, acesso em 10/02/2015).

Uma planilha eletrônica pode ser uma ferramenta de controle de banco de dados, pois consegue operacionalizar dados e criar informação útil aos tomadores de decisão. Contudo, existem outros tipos de programas mais completos e com funcionalidades mais complexas que aumentam a capacidade operacional de gerar informação útil para a gestão. Tais programas constituem os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGDB), os quais estão inseridos nos Sistemas de Banco de Dados (SBD)[3], que têm funções mais abrangentes.

Dessa forma, um Sistema de Banco de Dados tem como objetivo principal gerenciar o acesso, a manipulação e a organização de dados, disponibilizando uma interface para que seus usuários possam incluir, alterar ou consultar e manipular dados previamente armazenados. Módulos fundamentais dos SDBs, os SGBDs têm configurações muito diferentes, variando desde pequenos sistemas que funcionam em computadores pessoais a sistemas enormes que estão associados a computadores de grande porte (*mainframes*), utilizados especificamente para processamento de dados (Wikipedia, acesso em 10/02/2015). Um SBD é composto de quatro componentes principais: dados, equipamentos de informática, programas de computador e usuários. A Figura 10 ilustra um sistema de banco de dados simplificado.

Em algumas situações, o uso de um SGBD pode representar uma carga desnecessária aos custos quando comparado à abordagem de processamento tradicional de arquivos[4]. Problemas adicionais podem surgir caso os projetos de banco de dados ou os administradores de banco de dados não elaborem os projetos corretamente ou caso as aplicações não sejam implementadas de forma apropriada, pois tanto a segurança quanto a integridade dos sistemas podem ser comprometidas. O aumento de custos causado pelo uso de um SGBD pode não justificar sua utilização. Assim sendo, o processamento tradicional de arquivos pode ser mais indicado em casos como (DIAS, 2007):

- O banco de dados e as aplicações são simples, bem definidas e não se espera mudanças no projeto;

3 O termo "Sistema Gerenciador de Banco de Dados" é muitas vezes usado com o mesmo significado de "Sistema de Banco de Dados", no entanto, no presente texto nos referiremos aos SGDB aos programas utilizados para manipular os bancos de dados, enquanto que os SBD terão um significado mais abrangente (Figura 10).

4 No processamento tradicional de arquivos, muitos grupos de usuários mantêm seus próprios arquivos para manipular seus aplicativos de processamento. Tal situação pode provocar o armazenamento de informações redundantes, duplicação de esforços, desperdício de memória de computadores, inconsistência de dados (por exemplo, a alteração em alguns arquivos e em outros não), dentre outros.

• A necessidade de processamento em tempo real de certas aplicações, que são intensamente prejudicadas pela sobrecarga causada pelo uso de um SGBD;

• Não haverá múltiplo acesso ao banco de dados.

As vantagens da utilização de um SBD em relação aos sistemas tradicionais de gerenciamento de arquivos são (RODRIGUES):

• Rapidez na manipulação e no acesso à informação;

• Redução do esforço humano no desenvolvimento e utilização das aplicações;

• Disponibilização da informação no tempo necessário;

• Controle integrado de informações distribuídas fisicamente;

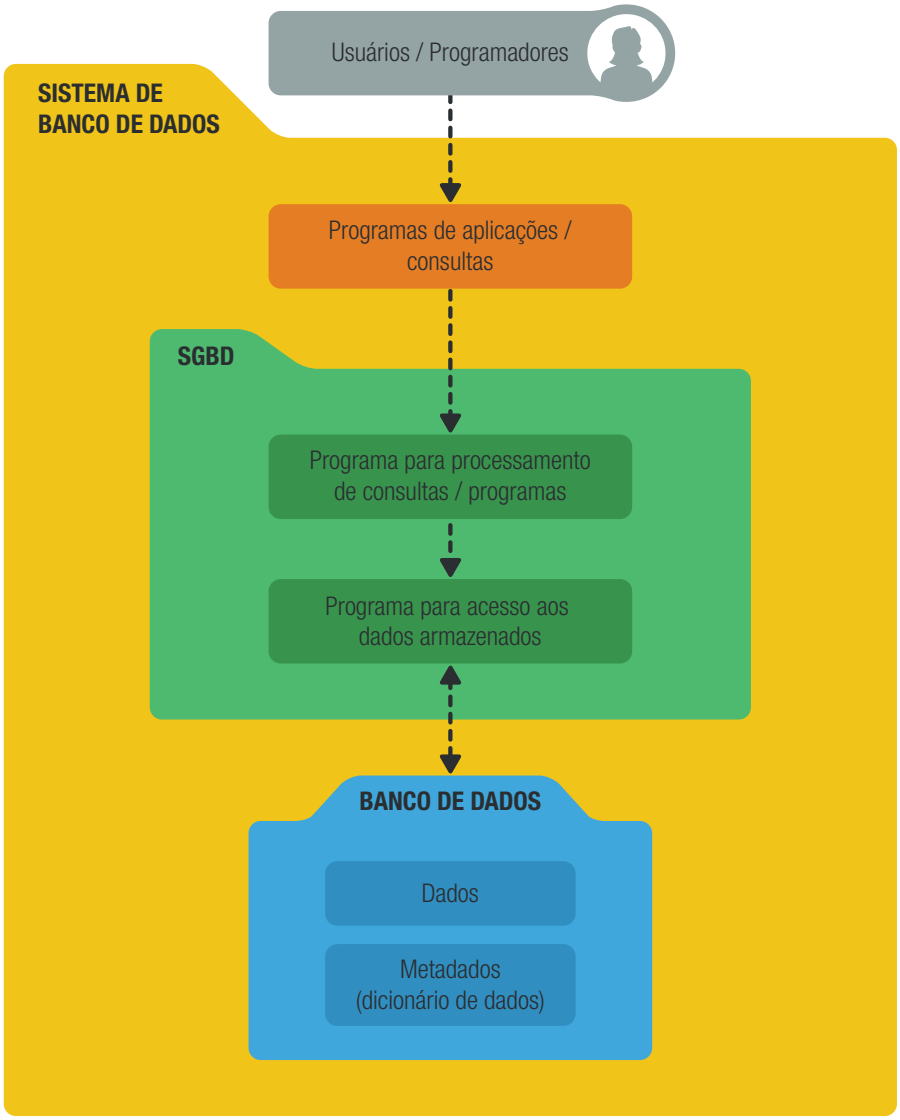


Figura 10 *– Diagrama simplificado da arquitetura de um Sistema de Banco de Dados (Adaptado de SANCHES, 2005)*

• Diminuição da redundância e de inconsistência de informações;

• Compartilhamento de dados;

• Aplicação automática de restrições de segurança;

• Redução de problemas de integridade dos dados.

Na área de recursos hídricos, podemos exemplificar como casos em que o uso de sistemas de banco de dados se adequa perfeitamente: os cadastros de usos e usuários de recursos hídricos; os registros de séries históricas de vazões, chuvas, aporte de sedimentos e qualidade da água; o cadastro de poços; o universo de outorgas concedidas; o cadastro de barragens, reservatórios e infraestruturas hídricas; dentre outros. Em muitos casos, um SDB pode se constituir em um subsistema de um SI mais complexo.

2.2 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Segundo as definições utilizadas nas ciências da computação, sistemas especialistas são programas destinados a solucionar problemas em campos específicos do conhecimento. Estes programas devem ter desempenho comparável ao dos especialistas humanos na execução dessas tarefas.

Para O´Brien (2004), os sistemas especialistas fornecem respostas a perguntas de uma área muito específica, através de inferências humanas sobre conhecimento contido em uma base de conhecimento especializado, com a capacidade do sistema explicar ao usuário o processo de raciocínio utilizado e as conclusões atingidas.

Segundo Farreny (1985), para que um sistema seja considerado especialista, este deve conter alguns componentes essenciais, dentre eles:

• Linguagem de expressão dos conhecimentos – fornecidos pelos especialistas.

• Base de conhecimentos composta de fatos e regras – base para armazenar o conhecimento específico de uma determinada aplicação, que pode ser diretamente fornecida por um especialista ou acumulado pelo sistema ao fim de experimentos.

• Mecanismo de inferência – programa que explora o conhecimento da base precedente, considerando-a como fonte de informações.

As respostas que os sistemas especialistas fornecem são previamente programadas e restritas às áreas específicas de aplicação.

Segundo o Grupo de Sistemas Inteligentes (GSI) do Departamento de Informática da Universidade de Maringá os diversos tipos de sistemas especialistas podem ser classificados com base na funcionalidade dos sistemas, conforme a seguir:

• Interpretação – inferem descrições de situações a partir da observação de fatos fazendo uma análise de dados e procurando determinar as relações e seus significados.

• Diagnóstico – detectam falhas oriundas da interpretação de dados.

• Monitoramento – interpretam as observações de sinais sobre o comportamento monitorado.

• Predição – permitem determinar previsões do futuro a partir de uma modelagem de dados do passado e do presente.

• Planejamento – preparam programas de iniciativas a serem tomadas para se atingir um determinado objetivo.

• Depuração – possuem mecanismos para fornecerem soluções para o mau

funcionamento provocado por distorções de dados.

• Reparo – desenvolvem e executam planos para administrar os reparos verificados na etapa de diagnóstico.

• Instrução – têm mecanismos para verificar e corrigir o comportamento do aprendizado.

• Controle – governam o comportamento geral de outros sistemas (não apenas de computação). São os sistemas especialistas mais completos, de um modo geral, pois devem interpretar os fatos de uma situação atual, verificando os dados passados e fazendo uma predição do futuro. Apresentam os diagnósticos de possíveis problemas, formulando um plano ótimo para sua correção.

Na área de recursos hídricos, o uso de sistemas especialistas é comum nos processos de emissão de outorgas, em sistemas de alerta, em controle e operação de reservatórios, dentre outros. No Capítulo 5 são apresentados alguns exemplos práticos existentes no Brasil.

2.3 SISTEMAS COM RECORTE TERRITORIAL

Para atender às demandas crescentes da área de gestão, os sistemas de informação vêm sendo estruturados com um número maior de funções. Nas seções anteriores foram apresentados sistemas com funções mais específicas, com poucos elementos e com relação mais direta entre estes, os quais, em processos mais complexos de gestão, podem não abranger todos os aspectos relevantes na tomada de decisão. No entanto, existem sistemas com maior grau de complexidade, cujas estruturas exigem mais componentes, altamente relacionados e interdependentes entre si.

No caso específico da área de recursos hídricos, em que a bacia hidrográfica é a unidade preferencial para a atuação do Singreh, os sistemas de informação devem envolver uma grande quantidade de dados e informações relacionados a aspectos hidrológicos, de geologia, ambientais, sociais e políticos inerentes àquele espaço delimitado – a bacia –, que influenciam e são influenciados mutuamente. Portanto, a utilização de informações **georreferenciadas** é indispensável e, para tanto, são utilizados os **Sistemas de Informações Geográficas** (SIGs).

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas que permitem atrelar vários tipos de informação à sua distribuição espacial (geográfica) com o objetivo de auxiliar na análise e compreensão de diversos fenômenos, que podem ser ambientais, socioeconômicos, hidrológicos, dentre muitos outros.

Como o objetivo último do processo de gestão é tomar decisões sobre o uso dos recursos hídricos de uma bacia e implementá-las com eficácia, por mais importantes que sejam os fatores de natureza social, como a participação pública, a realização de campanhas de orientação, a promoção de programas de educação ambiental e outras, é inescapável que decisões de boa qualidade dependam de informações e de ferramental analítico para lhes dar suporte (PORTO, 2008). Portanto, as análises para gestão da água devem considerar diversos aspectos funcionais diferentes, com uma coisa em comum: a área de abrangência. Dessa forma, sistemas de informação com recorte territorial por bacia hidrográfica são bastante adequados à gestão de recursos hídricos.

Outro fator determinante na delimitação de recortes territoriais na estruturação de SIs na gestão de recursos hídricos é a questão do domínio das águas. Como a Constituição Federal de 1988[5] o repartiu entre os estados e a União, a organização de informações e análises conjunturais relacionadas aos recursos hídricos podem ter recortes delimitados pela divisão política e de domínio das águas.

Em última análise, o processo de gestão exige ferramentas computacionais que permitam o acesso rápido aos diversos dados da bacia hidrográfica, dos estados ou da nação, que possibilitem a avaliação de cenários atuais e futuros e possam apoiar processos de tomada de decisão, os quais estão diretamente relacionados ao potencial informativo do Sistema de Informação, e este deve conter o maior número possível de dados úteis na geração da informação mais adequada no apoio aos gestores.

5 Artigos 20 e 26 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

Hidrômetro
Autor: Eraldo Peres / Banco de Imagens ANA.

3

Pluviômetro automático.
Autora: Flávia Rodrigues / Banco de Imagens ANA.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

A partir de 1997, com o advento da Lei das Águas, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos foi incluído entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Com vistas a atender aos fundamentos, objetivos e diretrizes da Política, esse instrumento ultrapassa os preceitos de um sistema de informações hidrológicas ou de interesse somente setorial. É um instrumento de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão[6].

No entanto, a concepção, implantação, administração e manutenção de sistemas de informações sobre recursos hídricos não é uma atividade recente no País. Anteriormente à Lei das Águas, órgãos e instituições nacionais, regionais e setoriais operavam sistemas que utilizavam informações, direta ou indiretamente, relacionadas à temática dos recursos hídricos, conforme apresentado a seguir.

3.1 BREVE RETROSPECTO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Os primeiros registros de atividades governamentais de monitoramento hidrometeorológico no Brasil remontam ao início do século XX, época em que o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS e o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET instalaram suas estações hidrometeorológicas mais antigas[7] (ANA, 2007). Entidades regionais tam-

6 Artigo 25 da Lei nº 9.433, de 1997.

7 No setor privado, há que se destacar as estações da São Paulo Light and Power (1909) e os registros de chuva efetuados pela Mineração Morro Velho, em Nova Lima, Minas Gerais, que datam de 1855.

bém desenvolveram sistemas espacialmente restritos às suas áreas de atuação, como foi o caso da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE.

As primeiras bacias estudadas foram as dos rios São Francisco, Paraná e Paraíba do Sul, iniciando-se com os levantamentos topográficos, para identificar as quedas d'águas existentes. Dada a importância destes rios, não só para os aproveitamentos hidrelétricos, mas também para o abastecimento público, deu-se continuidade aos estudos, visando à possibilidade de seus múltiplos usos (ANA, 2007).

Buscando aumentar as pesquisas e aprofundar as investigações para localizar as fontes de energia hidráulica no território brasileiro, foi criada a Diretoria das Águas do Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil (em 1933), passando, logo em seguida, a atividade de **hidrologia** para o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM (em 1934), no mesmo ano da edição do Código de Águas.

O Código de Águas se tornou um instrumento de fundamental importância para o desenvolvimento do setor elétrico nacional, para o estudo dos aproveitamentos dos potenciais hidráulicos e para a **hidrometria**.

Em 1960, foi criado o Ministério das Minas e Energia – MME, que incorporou, na sua estrutura, todos os órgãos do DNPM, inclusive a Divisão de Águas. Mais tarde, esta Divisão se transformou no Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE que, por sua vez, em 1968, foi transformado no Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, continuando com as atribuições ligadas à hidrologia.

O antigo DNAEE foi o responsável, por décadas, pela administração de um sistema de informações hidrológicas que permitiu o desenvolvimento da maioria dos estudos hidrológicos executados no Brasil.

Em 1996, as atividades de hidrologia e a administração da rede hidrométrica nacional foram transferidas para a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, bem como a responsabilidade de cumprir e fazer cumprir o Código de Águas, atividades essas exercidas, até então, pelo DNAEE.

Em 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas – ANA, atual responsável pela rede hidrometeorológica nacional e pela organização, implementação e gerenciamento do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Essa rede é dividida em: i) básica com estações instaladas em caráter permanente com o objetivo do levantamento das informações necessárias ao desenvolvimento de projetos e estudos relacionados aos recursos hídricos; ii) específica com estações instaladas em caráter permanente ou provisório para atendimento de interesses estratégicos ou de algum usuário (navegação, irrigação, energia, etc.).

Além da ANA, o INMET também opera estações meteorológicas.

3.2 DEFINIÇÕES LEGAIS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

O conceito de SIRH como instrumento de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos foi introduzido com a promulgação da Lei das Águas. Segundo esse diploma legal, os sistemas de informações sobre recursos hídricos devem seguir **princípios básicos**[8] para seu funcionamento.

8 Artigo 26 da Lei nº 9.433, de 1997.

PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

- a descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- a coordenação unificada do sistema;
- a garantia de acesso aos dados pela sociedade em geral.

O princípio da descentralização converge com um dos fundamentos da Lei das Águas, que recomenda a gestão descentralizada dos recursos hídricos[9]. Soma-se a esse princípio a questão do domínio sobre as águas que, segundo a Constituição Federal de 1988, ou pertencem à União ou aos estados ou ao Distrito Federal.

Dessa forma, com a autonomia garantida pelo Pacto Federativo Brasileiro, cada estado tem a liberdade de estruturar seu SIRH de acordo com suas realidades e necessidades. Assim, a diversidade de formas de organização, armazenamento e disponibilização de dados e informações sobre recursos hídricos nos estados é proporcional à diversidade brasileira. Cada uma das 27 Unidades Federadas tem uma forma diferente de sistematizar seus bancos de dados e informações sobre recursos hídricos, o que dificulta (mas não impossibilita) a formação de um sistema nacional único, que consiga agregar informações necessárias aos tomadores de decisão. E esse é um dos objetivos do segundo princípio destacado pela Lei: definir a coordenação unificada do Sistema, de forma a facilitar tanto a agregação dos dados quanto a disponibilização das informações, em âmbito nacional, não só para os atores do Singreh, mas também para a população em geral – 3º princípio definido na Lei.

Além da diversidade de tratamento das informações no âmbito dos estados, temos ainda sistemas restritos a determinados setores usuários, como são os casos do setor elétrico e de saneamento, os quais possuem informações relevantes para a gestão de recursos hídricos.

Cabe ressaltar que, segundo ainda a Lei das Águas[10], os dados gerados pelos órgãos integrantes do Singreh devem ser incorporados ao **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Snirh)**.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre o Snirh, inclusive suas definições legais, consultar o Capítulo 4.

Nesse sentido, com o intuito de integrar algumas informações sobre usos de recursos hídricos em âmbito nacional, em 2012, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH emitiu a Resolução nº 126, a qual estabelece diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos constantes das bases de dados dos sistemas estaduais de cadastro de usuários de recursos hídricos e do **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH**.

9 Inciso VI do Art. 1º da Lei nº 9.433, de 1997.

10 Parágrafo único do Art. 25 da Lei nº 9.433, de 1997.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre o Cnarh, consultar o Capítulo 4.

Essa integração é uma pequena parte do processo de consolidação do Snirh e não deve restringir a autonomia dos estados na estruturação de seus SIRHs. Aliás, a prática mostra que o Brasil, pela sua imensa diversidade, não só hídrica, mas de toda sorte, deve adequar a gestão dos recursos hídricos às peculiaridades de cada região, como bem determina a Lei das Águas[11], e não é diferente com os SIRHs. Cada região, estado ou bacia têm necessidades diferentes de informações para gerenciarem de forma adequada os usos das águas sob seus domínios. Portanto, a definição das melhores escalas de trabalho e das informações necessárias e suficientes para cada nível de gestão é primordial para que um SIRH seja o mais eficiente possível. Informações desnecessárias podem onerar demais a manutenção dos bancos de dados e, por outro lado, a falta delas pode comprometer a boa gestão das águas.

Na seção a seguir serão abordadas as competências dos diversos órgãos do Singreh com relação aos SIRHs, de forma que alguns aspectos legais sobre esse instrumento ainda serão apresentados.

3.3 O SISTEMA DE INFORMAÇÕES E O SINGREH

Os dados e informações que integram os Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos, nacional, estaduais e das bacias hidrográficas, devem subsidiar o funcionamento do Singreh e a implementação da Política Nacional e estaduais de Recursos Hídricos.

Conforme pode se observar na Figura 1, o Singreh é composto por diversas entidades responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, cada qual com suas competências definidas em Lei, as quais abrangem desde a formulação da Política, até as ações de regulação, deliberação, proposição de ações etc.

Cabe ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelecer diretrizes complementares para a aplicação dos instrumentos de gestão (dentre os quais estão os SIRHs). Nesse sentido, o CNRH emitiu a Resolução nº 13, de 2000, a qual estabelece diretrizes para a implementação do Snirh. Tal Resolução foi emitida cerca de 2 meses após a promulgação da Lei de criação da ANA e, portanto, já cabia à ANA a competência de organizar, implantar e gerir o Snirh.

Aliás, com a criação da ANA, por meio da Lei nº 9.984, de 2000[12], a Agência passa a ser o ente responsável pelo disciplinamento normativo na implementação, operacionalização, controle e avaliação dos instrumentos da Política Nacional, cabendo-lhe, também, a coordenação das atividades relacionadas à operação da rede hidrometeorológica nacional, como apresentado anteriormente.

Nos estados brasileiros, de uma maneira geral, os órgãos gestores de recursos hídricos são os responsáveis legais pelos sistemas de informações sobre os recursos hídricos de seus domínios. Há casos em que existe um órgão específico responsável pela coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de algumas informações sobre recursos hídricos, como é o caso da Funceme (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos).

Outro ente do Singreh que tem competências legais envolvendo os SIRHs são as **Agências de Água**. Segundo a Lei nº 9.433[13], as Agências de Água devem gerir o SIRH em sua área de atuação, além de manter atualizados

11 O inciso II da Lei nº 9.433 determina que, na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão das águas deve ser adequada às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País.

12 Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

13 O Artigo 44 da Lei nº 9.433 define as competências das Agências de Água.

***Quadro 1** – Competências legais de entes do Singreh com relação aos SIRHs*

	ESCALA		
Ente do SINGREH	**Nacional**	**Estadual**	**Bacia**
CNRH	Estabelecer diretrizes gerais complementares		
Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos		Estabelecer diretrizes gerais complementares	
ANA	Implantar e gerir o SNIRH		
Órgãos Gestores de Recursos Hídricos dos estados		Implantar e gerir os sistemas estaduais de informações sobre recursos hídricos	
Agências de Água			Implantar e gerir o sistema de informação sobre recursos hídricos de sua área de atuação

o balanço da disponibilidade hídrica e o cadastro de usuários de recursos hídricos de sua área de abrangência. O Quadro 1 apresenta um resumo das competências de alguns entes do Singreh com relação aos SIRHs.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre as Agências de Água, consulte o Volume 4 desta série.

Os demais órgãos integrantes do Singreh não têm competências explícitas relacionadas aos SIRHs e são, na sua maioria, mais usuárias do que gestoras dos sistemas.

3.4 A RELAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES COM OS DEMAIS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme definida na Lei das Águas, se baseia em fundamentos, diretrizes e objetivos, e possui diversos instrumentos para implementá-la e conduzi-la. O SIRH é um deles, além dos planos de recursos hídricos, do enquadramento, da outorga e da cobrança.

Os dados e informações que integram os SIRHs devem subsidiar a construção e aplicação dos demais instrumentos, os quais devem alimentar os SIRHs com seus dados e informações oriundos de seus processos de implementação. Essa troca de informações constitui uma teia contínua de retroalimentação, fundamental ao processo de tomada de decisão, sobretudo pelos órgãos integrantes do Singreh, e à boa gestão dos recursos hídricos. A Figura 11 apresenta a inter-relação entre os instrumentos de gestão de recursos hídricos definidos na legislação.

Mas quais são as informações mínimas necessárias à aplicação dos instrumentos de gestão da água? Lembremos que a obtenção, manutenção e disponibilização de informações têm um custo e, portanto, é necessário dimensionar bem um SI para que seu custo seja o menor possível e suficiente para atender aos objetivos para os quais for projetado.

Comecemos com os planos de recursos hídricos: o que se deve saber para elaborar um bom Plano?

Segundo a Lei nº 9.433[14], os planos de recursos hídricos devem conter no mínimo informações

14 Artigo 7º da Lei nº 9.433, de 1997.

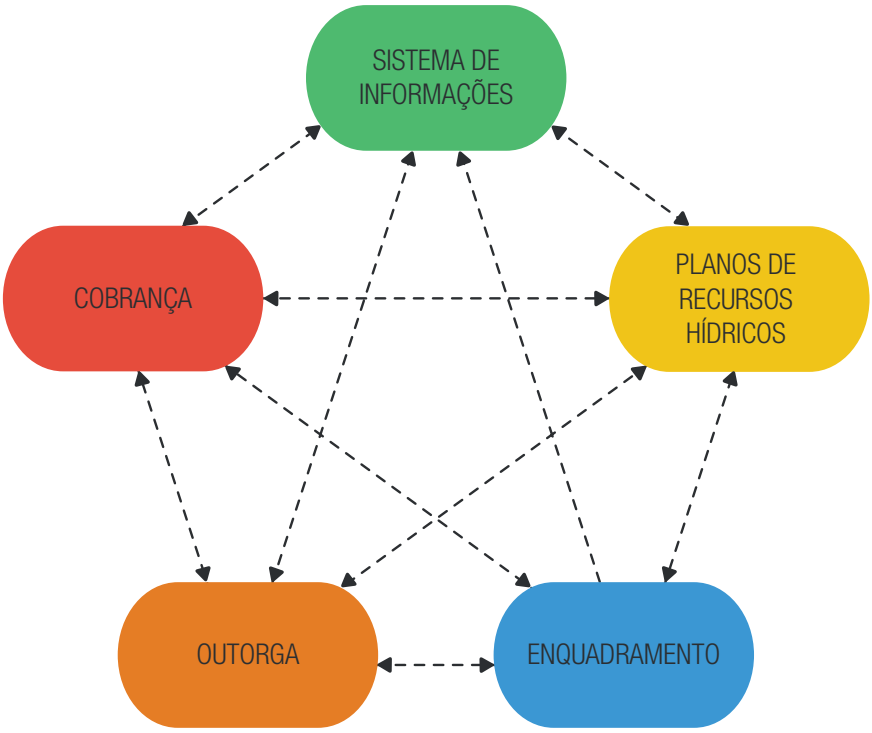


***Figura 11** – Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e suas inter-relações*

sobre: a situação atual dos recursos hídricos; as perspectivas futuras dos usos da água e uso do solo; **balanço hídrico**; metas de racionalização de uso com o objetivo de aumentar a quantidade e melhorar a qualidade das águas; ações a serem desenvolvidas para atingimento de metas previstas; prioridade para outorga de direito de uso; diretrizes para a cobrança; e propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos. E onde devemos encontrar os dados necessários para elaboração desse planejamento? A maior parte deles deve estar nos SIRHs.

O cadastro de usuários, por exemplo, fornece informações da situação de usos da água na bacia e subsidia a definição de cenários futuros, além de fornecer os valores de "saída" na contabilidade do balanço hídrico. Outra informação oriunda do cadastro é o conhecimento do universo passível de Cobrança para definição de diretrizes para esse instrumento. As informações sobre vazões de longo termo dos corpos d'água (tanto superficiais quanto subterrâneos) são indispensáveis para se conhecer a disponibilidade hídrica de uma bacia. As condições da qualidade da água também interferem na contabilidade do balanço hídrico, sobretudo na demanda de água necessária para diluição de **efluentes**. Essas informações exemplificam o que deve compor a base de dados de um SIRH.

E o enquadramento?

Como instrumento de planejamento, tal qual o plano, os estudos de enquadramento de corpos de água em classes se baseiam tanto em informações que o cadastro de usuários fornece, tanto nas informações de qualidade das águas na bacia, as quais subsidiam a definição de cenários futuros e metas de qualidade.

E a outorga?

Essa deve ser solicitada por todos aqueles que usam, ou pretendem usar, os recursos hídricos, seja para a captação de águas, superficiais ou subterrâneas, seja para lançamento de

efluentes ou qualquer ação que interfira no regime hídrico existente, além do uso de potenciais hidrelétricos. Portanto, o início de um processo de outorga se inicia com o cadastramento do empreendimento, parte integrante de um SIRH.

A definição da outorga e da respectiva **vazão** (seja de captação, consumo ou diluição) deve levar em conta, além de critérios meramente hidrológicos, as opções e metas de desenvolvimento social e econômico que se pretende atingir, considerando os múltiplos usos, a **capacidade de suporte** do ambiente e a busca do **desenvolvimento sustentável**, normalmente definidos e pactuados nos instrumentos de planejamento (plano e enquadramento).

Portanto, a alocação da água definida por meio das outorgas, deve considerar aspectos quantitativos, qualitativos, o uso racional e a distribuição temporal e espacial da água. Para isso, devem ser avaliadas questões técnicas relacionadas à hidrologia, **hidráulica** e qualidade da água, questões legais tratando de competências, direitos e responsabilidades dos usuários, bem como questões políticas referentes a acordos entre setores usuários e governos para o desenvolvimento sustentável da bacia (CARDOSO DA SILVA e MONTEIRO, 2004).

Dessa forma, o SIRH deve armazenar todos os dados relevantes à análise dos pedidos de outorga, bem como as informações de demandas autorizadas nas bacias hidrográficas do País, por meio das outorgas emitidas pelos órgãos gestores de recursos hídricos.

E a cobrança pelo uso da água?

Também orientada com base nos planos e enquadramento, os estudos desenvolvidos para a definição da cobrança devem considerar os impactos que cada tipo de uso (captação, consumo e lançamento de efluentes) causa ao corpo hídrico e, como instrumento de gestão, é de se esperar que os preços estipulados para a cobrança reflitam a escassez hídrica da bacia, ou seja, que sejam maiores onde há baixa disponibilidade e muito uso e menores onde há alta disponibilidade e pouco uso. Consequentemente, o cadastro novamente se faz indispensável para a consecução desse instrumento.

No caso do lançamento, dependendo da composição dos efluentes, pode ser necessário também separar a cobrança segundo o impacto que separadamente cada parâmetro químico, físico ou biológico impõe ao corpo d'água. Neste caso, o conhecimento da qualidade das águas é fundamental.

Ademais, como um dos objetivos da cobrança é obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos, faz-se necessário o conhecimento de tais intervenções para balizar as discussões de preços. Além disso, o impacto dos valores sobre a competitividade econômica dos usuários pagadores deve também ser considerado. Estudos que estimem tais valores devem ser elaborados para subsidiar a tomada de decisão de quando, quem, como e quanto cobrar. Em geral, preços muito altos podem ser inviáveis do ponto de vista econômico e político. Por essa razão, informações sobre a economia dos diferentes processos produtivos usuários de água e a composição de forças políticas predominantes na bacia são fundamentais para a definição dos preços de cobrança.

Dessa forma, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, conforme previsto na Política Nacional e para que haja uma boa gestão dos recursos hídricos, deverá ter como insumos: dados hidrológicos, hidrogeológicos e de qualidade da água, devidamente validados, sistematizados e interpretados; cadastros de usos e usuários de recursos hídricos; dados sobre as outorgas concedidas; informações sobre bacias hidrográficas, dos meios físico, biótico e socioeconômico (geomorfologia, geologia, atividades de produção e consumo, uso e ocupação do solo, biomas e dados ambientais, infraestrutura instalada, fontes de poluição pontuais e difusas, dentre outras); leis e

normas referentes à política de recursos hídricos; dentre outros.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre plano e enquadramento, outorga de direito de uso e cobrança pelo uso de recursos hídricos, consultar os Volumes 5, 6 e 7 desta série.

No entanto, podem existir sistemas mais simplificados, com o intuito de apoiar uma área específica da gestão de recursos hídricos ou de um setor usuário específico. No Capítulo 5 serão apresentadas experiências brasileiras de sistemas de informações que apoiam diferentes processos de tomada de decisão, em distintas escalas e níveis de atuação dos tomadores de decisão na área de recursos hídricos.

3.5 O SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS E AS INFORMAÇÕES ACESSÓRIAS E TRANSVERSAIS

Nas seções anteriores vimos a importância da organização dos dados para facilitar e auxiliar processos de tomada de decisão e a contribuição decisiva da tecnologia para o aprimoramento destes. Este é o caso da cartografia digital.

Com o avanço da tecnologia, as antigas e dispendiosas "cartas geográficas" foram substituídas pelos modernos programas de computador – os SIGs – capazes de produzir, por meio das ferramentas de **geoprocessamento**, mapas de forma muito mais rápida e barata e relacioná-los com informações e variáveis importantes à gestão das águas. As ferramentas de **sensoriamento remoto**, aliadas às fotografias aéreas, também contribuíram para o avanço da cartografia digital.

No entanto, para que seja implementado um SIG, é necessário que existam bases cartográficas digitais condizentes com as necessidades de cada nível de gestão. Por exemplo, no caso da ANA, com escala de atuação em âmbito nacional, é utilizada uma base cartográfica na escala 1:1.000.000, a qual apresenta um nível de detalhamento baixo, mas adequado à escala nacional. Por outro lado, no caso de pequenas bacias, a base cartográfica mais apropriada deve ter escalas de referência variando de 1:50.000 a 1:25.000, podendo chegar a 1:10.000 (estudos em microbacias), com maior nível de detalhe e precisão geográfica. Vale ressaltar que, quanto maior a escala, ou seja, quanto maior o nível de detalhamento, maiores são os custos de obtenção de informações, bem como de processamento de dados.

A principal instituição brasileira responsável pelo provimento de informações cartográficas (em diferentes escalas, formatos e projeções) é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Além de mapas, o IBGE fornece informações sociais, demográficas e econômicas, importantes para o desenvolvimento de alguns instrumentos da Política de Recursos Hídricos, sobretudo os de planejamento.

Outra informação importante para a gestão de recursos hídricos representada por meio da cartografia é a **hidrografia**. Novamente a questão da escala apropriada se faz presente. Pequenos rios, que numa escala de 1:1.000.000 "desaparecem" do mapa, podem ser importantes em um nível de gestão local. Portanto, uma escala maior se faz necessária para a estruturação de uma base de informações georreferenciada condizente com a escala dos problemas a enfrentar. Na Figura 12 é possível perceber a diferença no nível de detalhamento das diferentes escalas utilizadas no traçado da **hidrografia** de uma bacia hidrográfica.

Outro recurso largamente utilizado na gestão da informação sobre recursos hídricos no Brasil é a Base Hidrográfica Ottocodificada. Esta base é gerada a partir da cartografia digital do País, sendo a rede hidrográfica toda dividida em trechos a partir dos pontos de confluência dos cursos d'água. Cada trecho é associado a uma área de drenagem, denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de **Otto Pfafstetter**. A codificação de Otto permite

representar corretamente o fluxo hidrológico dos rios, com níveis crescentes de detalhamento das bacias. A lógica proposta neste método permite uma fácil implementação de técnicas de programação, possibilitando a construção de modelos computacionais que podem simular situações hidrológicas reais, além de facilitar sua integração com os SIGs.

A CODIFICAÇÃO DE OTTO PFAFSTETTER

O engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter desenvolveu uma codificação inteligente e versátil para bacias hidrográficas, baseada em sucessivas subdivisões das áreas de drenagem a partir da escala continental, às quais são progressivamente atribuídos valores de algarismos.

A análise para codificação é realizada de jusante para montante, identificando-se o rio principal a partir da foz da confluência de dois rios. O rio principal é sempre aquele que tem uma maior área de drenagem. Identificado o rio principal, seus quatro **afluentes** com maior área de drenagem recebem códigos em algarismos pares, de jusante para montante. As áreas que drenam diretamente para o corpo d'água principal são denominadas interbacias e recebem numeração ímpar, também de jusante para montante (ANA, 2009). Assim, a bacia pode ser subdividida em até 9 partes, com uma lógica hierárquica entre elas. A Figura 13 ilustra o uso da codificação Otto até o nível 6.

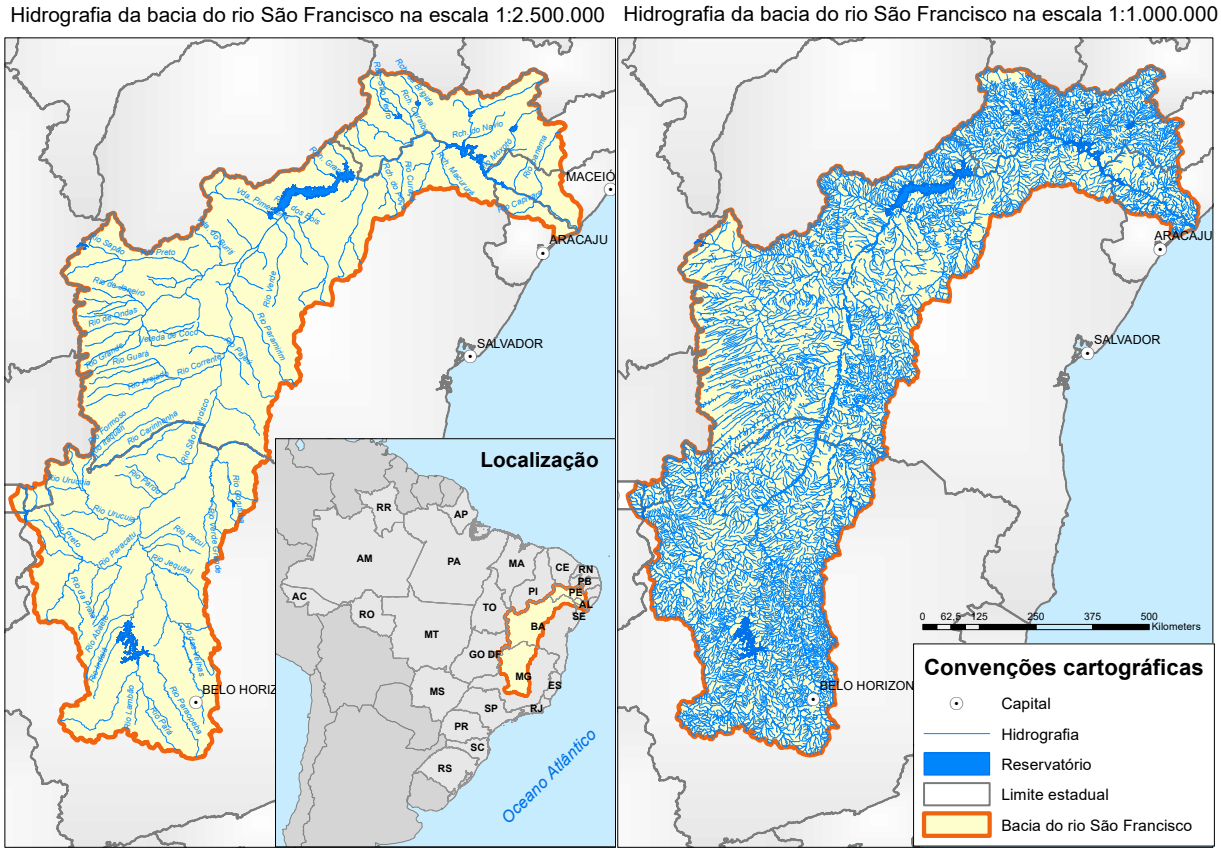


Figura 12 – Representação da hidrografia da bacia do rio São Francisco nas escalas 1:2.500.000 (à esquerda) e 1:1.000.000 (à direita)

Tais informações e recursos acessórios auxiliam a implementação dos SIRHs, tornando-os mais robustos e completos para apoiar os processos de tomada de decisão.

Com relação às informações transversais, como a Política de Recursos Hídricos é influenciada por diversas outras políticas, o acesso a informações de setores relacionados ao de recursos hídricos colabora para a qualificação do processo de tomada de decisão na gestão das águas. No entanto, esse não é o foco dos SIRHs.

O setor saneamento, por exemplo, sendo um dos grandes usuários de recursos hídricos – não só no uso para consumo mas também para lançamento de efluentes – contém informações fundamentais para a gestão. Dessa forma, é importante que os SIRHs possam se relacionar, de alguma forma, com os **sistemas** existentes nos principais setores usuários de recursos hídricos, de forma a agregar tais informações aos processos decisórios.

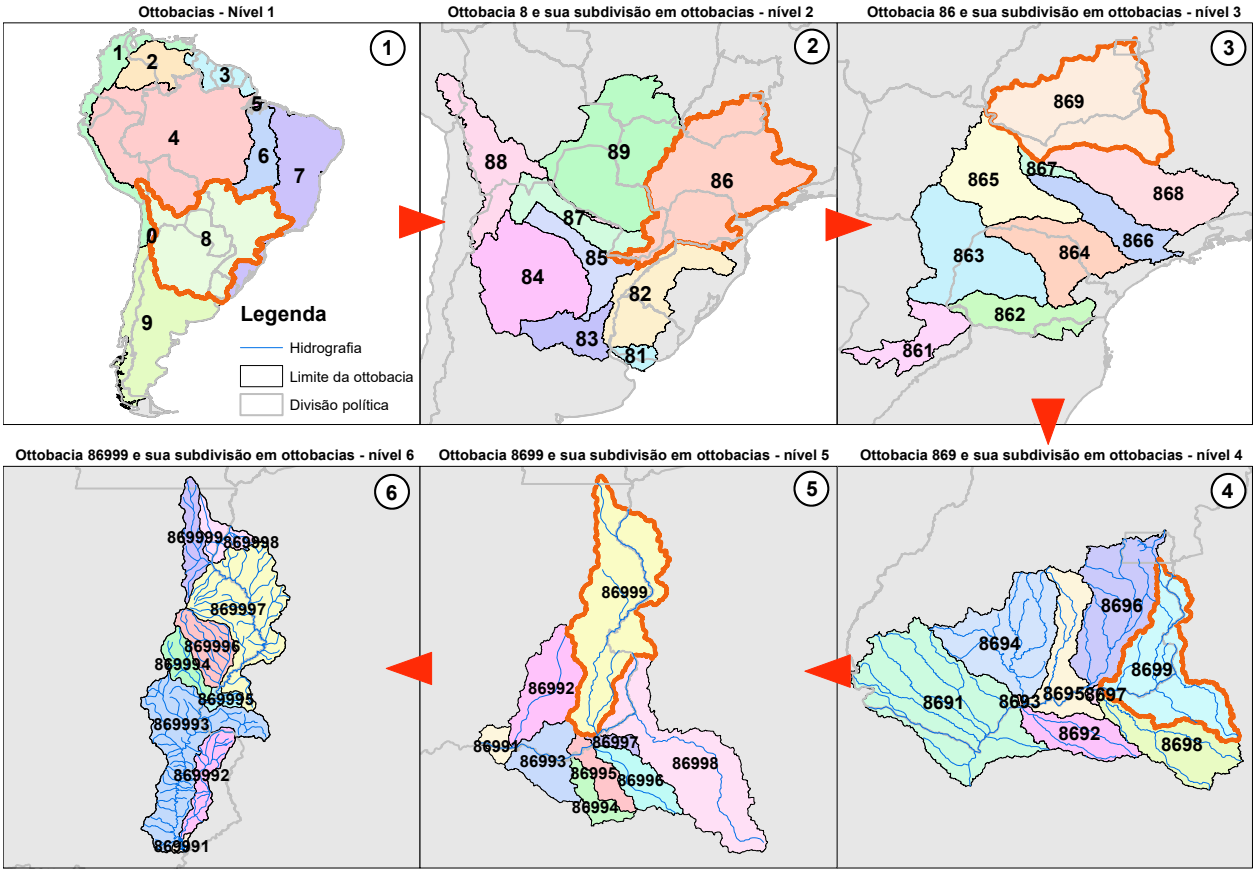


Figura 13 – Subdivisões de bacias hidrográficas e classificação/codificação pelo método de Otto Pfafstetter

O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS

O SNIS constitui-se num banco de dados do setor saneamento brasileiro e contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos.

VEJA MAIS: Para mais informações sobre o SNIS veja o Capítulo 5 ou consulte http://www.snis.gov.br.

Outro setor com estreita ligação com o de recursos hídricos é o de meio ambiente. A Lei que dispõe sobre a política ambiental brasileira[15] prevê a instituição do Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente – SINIMA, o qual mantém **cadastros** de atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais e de Unidades de Conservação da Natureza, dentre outros. Estes cadastros contêm informações que podem subsidiar a aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. O zoneamento ecológico-econômico (ZEE), outro instrumento da política ambiental, também deve orientar a implementação dos instrumentos da Política de Recursos Hídricos. Portanto, as informações oriundas da política ambiental devem estar disponíveis para complementar os dados obtidos por meio dos SIRHs.

O CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO – CNUC

O CNUC é um banco de dados com informações do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), no qual são registradas as características físicas, biológicas, turísticas, gerenciais e dados georreferenciados das unidades de conservação. É mantido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com a colaboração dos órgãos gestores federal, estaduais e municipais.

VEJA MAIS: Para mais informações sobre o CNUC veja o Capítulo 5 ou acesse http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.

Esses são apenas alguns exemplos de informações transversais relevantes para a gestão de recursos hídricos. Outros setores, tais como o agrícola, hidroviário, industrial e hidroelétrico também devem ser incluídos na base de dados informacional do Singreh, não necessariamente dentro dos SIRHs, ou melhor, preferencialmente fora destes. O ideal é que existam ferramentas capazes de atrelar os SIRHs aos bancos de dados dos principais setores usuários, de forma a manter as informações relevantes para os gestores de

15 Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

recursos hídricos sempre atualizadas, com um menor custo possível, evitando duplicidade de manutenção/atualização de dados.

Nesse sentido, o CNRH[16] editou uma Resolução que indica a ANA como entidade federal coordenadora do processo de produção, consolidação, organização e disponibilização à sociedade de informações relacionadas aos recursos hídricos, incluindo informações sobre os setores usuários, o gerenciamento costeiro, o meio ambiente, dentre outras.

16 Resolução nº 13, de 25 de setembro de 2000.

Instalação de estação telemétrica, Riacho Fundo/DF.
Autor: Raylton Batista / Banco de Imagens ANA.

4

Estação hidrometeorológica da sede da ANA, Brasília/DF
Autora: Flávia Rodrigues / Banco de Imagens ANA

O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH)

O **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**, estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos, é o grande banco de dados e informações nacional sobre recursos hídricos e visa dar suporte ao funcionamento do Singreh, bem como auxiliar a aplicação dos demais instrumentos de gestão de recursos hídricos e outros mecanismos de gestão integrada. A Política Nacional estabelece ainda, conforme apresentado no Capítulo 3, que as informações geradas pelos diversos órgãos integrantes do Singreh devem ser integradas ao Snirh.

Dessa forma, neste Capítulo são abordados alguns aspectos do Snirh relacionados aos normativos que o disciplinam, à base conceitual que orientou sua concepção e estruturação e como, de fato, o sistema vem sendo implementado, com destaque para os principais subsistemas já desenvolvidos e em uso por diversos entes integrantes do Singreh.

4.1 ASPECTOS LEGAIS DO SNIRH

A Lei nº 9.433/1997 consolida, em termos legais, os sistemas de informações sobre recursos hídricos como instrumento essencial à gestão das águas e à implementação da Política de Recursos Hídricos. É também nesse momento que surge a primeira menção a um "Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos". Assim, esta seção é focada nos principais pontos dos diplomas legais que disciplinam a estruturação e o funcionamento do Snirh.

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997

O Snirh é um dos instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433/1997[17], que instituiu a PNRH. Essa mesma lei define que o Snirh é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão[18]. Versa ainda que as informações geradas pelos diversos órgãos integrantes do Singreh serão integradas ao Snirh.

Os princípios básicos desse sistema, segundo a Lei, são[19]:

- Descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- Coordenação unificada do sistema;
- Acesso aos dados e informações garantidos à toda sociedade.

Os objetivos do Snirh estabelecidos na Lei são[20]:

- Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos Recursos Hídricos no Brasil;
- Atualizar permanentemente informações sobre disponibilidade e demanda de Recursos Hídricos no Brasil;
- Fornecer subsídios para elaboração de planos de recursos hídricos.

LEI Nº 9.984, DE 17 DE JULHO DE 2000

A Lei nº 9.984/2000 é a lei de criação da Agência Nacional de Águas. Por meio dela, cabe à ANA, obedecendo os fundamentos, objetivos e diretrizes da PNRH, organizar, implantar e gerir o Snirh[21].

Cabe ainda à ANA, segundo a Lei, disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, o que inclui o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos que, em âmbito nacional, se configura no Snirh.

RESOLUÇÃO CNRH Nº 13, DE 25 DE SETEMBRO DE 2000

A resolução nº 13 do CNRH define que a ANA coordenará os órgãos e entidades federais, cujas atribuições ou competências estejam relacionadas com a gestão de recursos hídricos, mediante acordos e convênios, visando promover a gestão integrada das águas e em especial a produção, consolidação, organização e disponibilização à sociedade das informações e ações referentes:

- à rede hidrométrica nacional e às atividades de hidrologia relacionadas com o aproveitamento de recursos hídricos;
- aos sistemas de avaliação e outorga dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em todo território nacional;
- aos sistemas de avaliação e concessão das águas minerais;
- aos sistemas de coleta de dados da Rede Nacional de Meteorologia;
- aos sistemas de informações dos setores usuários;
- ao sistema nacional de informações sobre meio ambiente;

17 Artigo 5º, inciso V da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
18 Artigo 25 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
19 Artigo 26 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
20 Artigo 27 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
21 Artigo 4º, inciso XIV da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

- ao sistema de informações sobre gerenciamento costeiro;

- aos sistemas de informações sobre saúde;

- a projetos e pesquisas relacionados com recursos hídricos;

- a outros sistemas de informações relacionados à gestão de recursos hídricos.

Outra definição importante é que cabe à ANA articular-se com órgãos e entidades estaduais, distritais e municipais, públicas e privadas, inclusive as agências de água ou de bacias, cujas atribuições ou competências estejam relacionadas com a gestão de recursos hídricos, visando a implantação e funcionamento do Snirh.

A Resolução do CNRH definiu também que os dados e informações constantes do Snirh deverão ser, preferencialmente, georreferenciados.

4.2 ASPECTOS CONCEITUAIS DO SNIRH

Do ponto de vista da concepção e estruturação do Snirh, é importante frisar que, além das explícitas necessidades específicas de monitoramento e gerenciamento das bacias, devem ser consideradas questões de flexibilidade e adaptabilidade dos bancos de dados implantados, a publicação das informações adquiridas, uma vez que as decisões de gestão em recursos hídricos requerem o adequado suporte de dados e informações, sistematizados e disponíveis aos atores e segmentos interessados. Outro ponto que merece destaque é a necessidade de integrar esse sistema aos bancos de dados dos estados sobre essa temática.

Além disso, como já ocorre com o IBGE, por exemplo, ressalta-se a importância da articulação do Snirh com sistemas de informações desenvolvidos em áreas correlatas à de recursos hídricos.

Em síntese, a estrutura de um Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos deve consistir, no mínimo, dos seguintes componentes (Proágua, 2000):

- redes de monitoramento quali-quantitativas, convencionais ou com aquisição automática de dados;

- banco de dados contendo séries históricas hidrológicas, meteorológicas e de qualidade das águas; cadastro de usuários, de obras hídricas, relação de municípios, características físicas, socioeconômicas; mapas e imagens; informações documentais, tais como: leis, planos, estudos, resoluções e informações primárias. Todas as informações que contenham componentes espaciais devem ser mantidas em formato compatível com sistemas de informação georreferenciada, quando pertinente;

- sistema de informações geográficas para integrar os demais componentes;

- módulos para o funcionamento de modelos de simulação;

- sistemas de apoio à decisão, seja para outorgas, alocação de volumes em reservatórios, ocorrência de eventos extremos, elaboração de planejamento integrado e disseminação de informações entre os usuários.

Dessa forma, as diversas demandas por informações sobre recursos hídricos foram a base para definir a estrutura do Snirh e sua composição por seis subsistemas integrados e interdependentes, sendo três finalísticos (Planejamento e Gestão, Dados Quali-quantitativos e Regulação de Usos) e três integradores (Inteligência Hídrica, Inteligência Documental e Inteligência Geográfica). A Figura 14 ilustra esquematicamente a estrutura do Snirh.

Os subsistemas componente do Snirh correspondem ao conjunto de aplicações

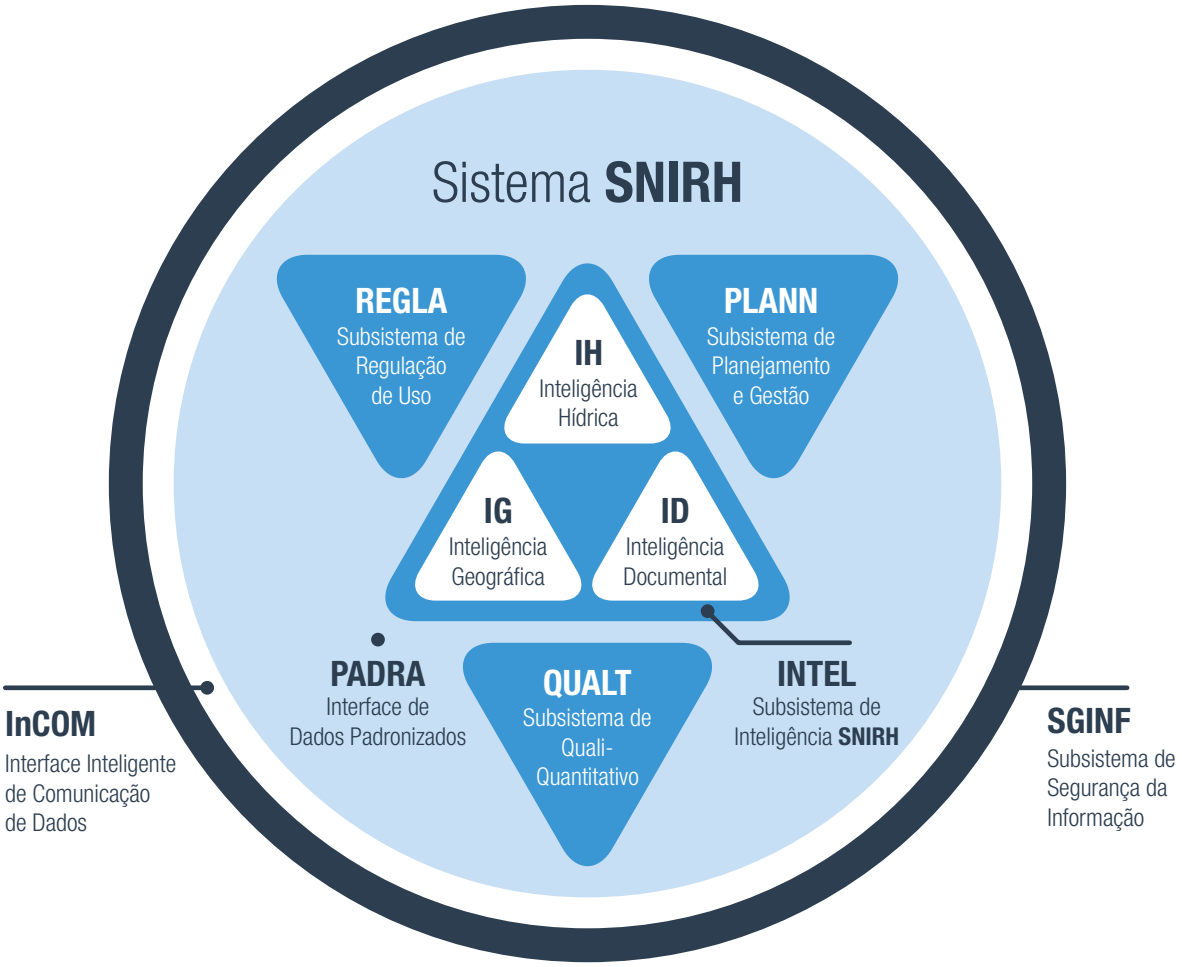


***Figura 14** – Esquema da estrutura do Snirh*

computacionais que executam as funções concebidas para atender aos diversos processos de gestão de recursos hídricos

Os subsistemas finalísticos estão diretamente relacionados com a regulação, monitoramento, planejamento e gestão dos recursos hídricos, enquanto que os subsistemas integradores são auxiliares e possibilitam a conexão entre os módulos dos diversos subsistemas.

Esses subsistemas objetivam (SOUSA *et al.*, 2009):

- Planejamento e Gestão (PLANN) – dar visibilidade aos processos de planejamento e de gestão dos recursos hídricos, permitir o acompanhamento sistemático da situação – no que se refere à quantidade e qualidade – dos recursos hídricos no País e viabilizar o acompanhamento do grau de implementação dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos, permitindo a construção de cenários exploratórios que fornecerão subsídios à elaboração de planos de recursos hídricos.

- Quali-Quantitativo (QUALT) – baseia suas funcionalidades no tratamento de dados decorrentes do monitoramento hidrometeorológico do País, tais como dados fluviométricos, pluviométricos, de águas subterrâneas e de qualidade de água, dados esses que possibilitam o conhecimento

das características qualitativas e quantitativas sobre cursos d'água, aquíferos e dos índices pluviométricos, com suas distribuições no espaço e no tempo. Os dados armazenados nesse subsistema são processados e servem de subsídios, não só para os demais subsistemas do Snirh, mas também para os sistemas de informações estaduais e de outras entidades, entre essas os órgãos intervenientes do Singreh.

• Regulação de Uso (REGLA) – compila dados do uso da água, processa-os e disponibiliza informações sobre usos de recursos hídricos em todo o território nacional, visando possibilitar a regulação dos usos nas bacias hidrográficas. Os processos associados a esse subsistema são: o cadastro de usuários, de usos e destinações; o cadastro e registros de poços; a outorga de uso; a cobrança pelo uso; a fiscalização; a arrecadação; declarações, certificados e certidões oficiais.

• Inteligência Hídrica (IH) – incorpora todos os processos necessários para a geração de informações hidrológicas (simulações de operação e construção de cenários, por exemplo), com base em dados de monitoramento e em modelos hidrológicos, para atender às necessidades sobre informações de disponibilidade hídrica.

• Inteligência Documental (ID) – visa à elaboração de uma base de dados de documentos referentes à gestão descentralizada dos recursos hídricos no Brasil, incluindo aqueles produzidos no âmbito de comitês de bacia hidrográfica e outros órgãos gestores. O subsistema permitirá a recepção, o armazenamento e a captura de informação documental, a indexação automática e a disponibilização de informações aos demais subsistemas do SNIRH e aos sistemas internos e externos à ANA, como os existentes nas demais entidades intervenientes.

• Inteligência Geográfica (IG) – tem como objetivo prover dados e informações espaciais (georreferenciadas e hidrorreferenciadas) de suporte à gestão de recursos hídricos. Especificamente quanto à natureza espacial de suas funções, o IG utiliza o "conceito do hidrorreferenciamento", que permite associar e extrair dados e informações a jusante e a montante de cada trecho da rede hidrográfica, e que é obtido a partir de um conjunto de processos para tratamento topológico da rede hidrográfica com base no método de Otto Pfafstetter para codificação de bacias hidrográficas[22].

• Segurança da Informação (SGINF) – permite administrar os usuários, grupos de usuários, perfis e componentes funcionais do Snirh. Além disso, o SGINF disponibiliza serviços de autenticação e conformação de usuários, sistemas, subsistemas e módulos, para atender as necessidades de segurança interna ou externa ao sistema.

Os subsistemas vêm sendo implantados por etapas, com destaque para o avanço nos subsistemas REGLA e QUALT, além dos sistemas integradores. O subsistema PLANN, será baseado no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos e encontra-se em fase de implementação. A Figura 15 ilustra a visão sistêmica adotada na concepção do Snirh.

Além dos subsistemas, compõem também o Snirh:

• Base de Dados – estrutura de armazenamento de dados e informações;

• Plataforma de integração – recursos de integração computacional entre os vários intervenientes;

• Infraestrutura computacional – elementos de infraestrutura computacional que apoia o funcionamento;

22 Vide Capítulo 3.

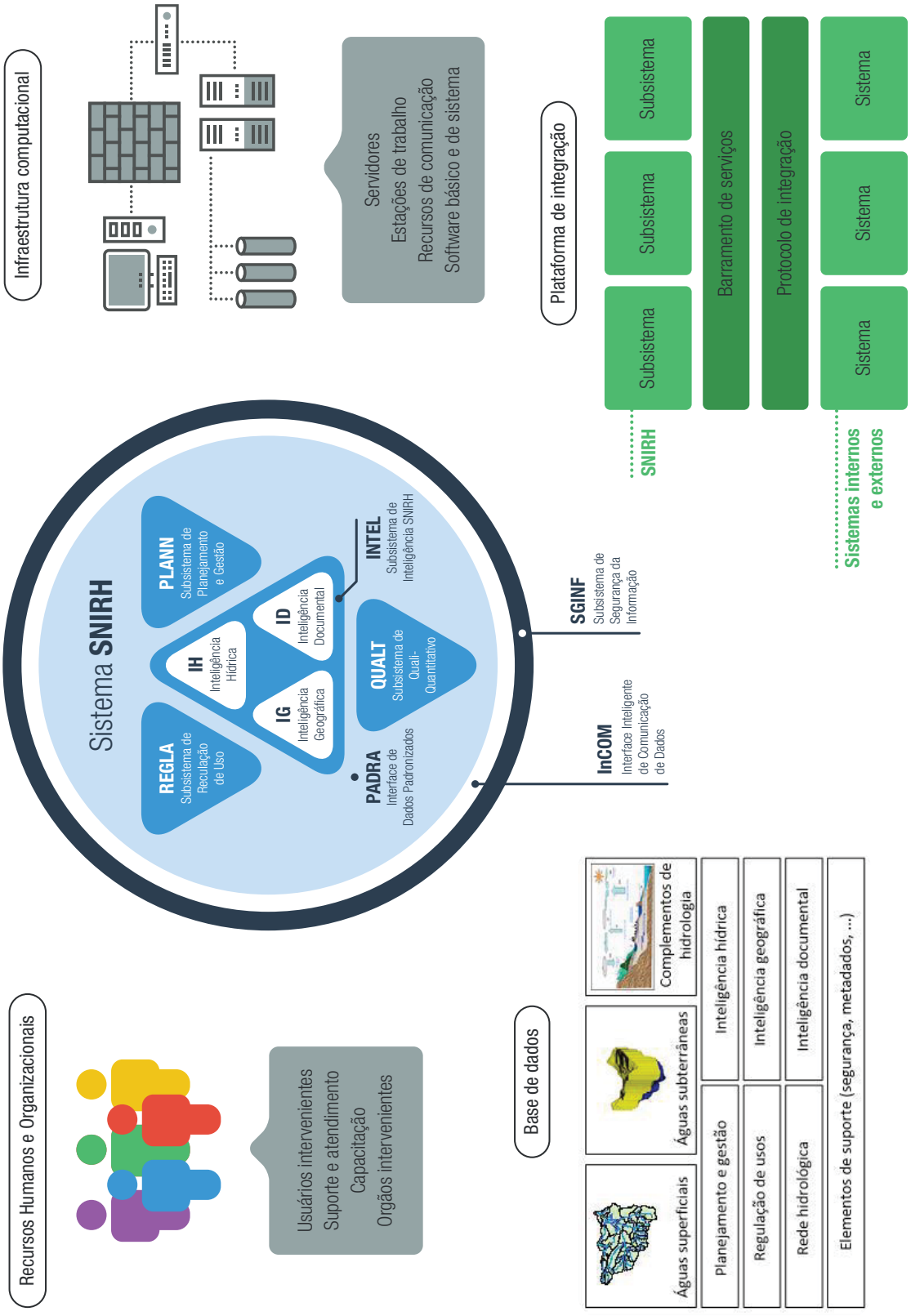


Figura 15 – Esquema ilustrativo da visão sistêmica adotada na concepção do Snirh

• Recursos humanos e organizacionais – sustentam o desenvolvimento e a operação dos sistemas.

Como o desenvolvimento do Snirh se deu posteriormente a existência de vários outros sistemas já utilizados na gestão de recursos hídricos, muitos destes foram incorporados ao primeiro e não é à toa que é comumente denominado como "um sistema de sistemas". Abaixo teremos uma breve descrição dos principais sistemas que compõem os subsistemas do Snirh.

4.3 SISTEMAS PARA GESTÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS (SUBSISTEMA QUALT)

O Subsistema QUALT reúne um conjunto de sistemas que têm como objetivo apoiar o processo de gestão de dados hidrológicos oriundos da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). Tais sistemas permitem a coleta, armazenamento, tratamento, consistência e divulgação de dados fluviométricos, pluviométricos, evaporimétricos, sedimentométricos e de qualidade de água que possibilitem o conhecimento das características qualitativas e quantitativas dos recursos hídricos e dos índices pluviométricos, com suas distribuições no espaço e no tempo. Esses dados servem de subsídio para os demais subsistemas do Snirh e para os sistemas de informações estaduais e de outras entidades. A seguir são apresentados os principais sistemas que compõem o QUALT.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS (HIDRO)

O Sistema de Informações Hidrológicas – HIDRO é uma aplicação de banco de dados que armazena e processa dados oriundos do monitoramento hidrológico e meteorológico do País, o que inclui o levantamento de informações sobre chuva, vazão, sedimentos e qualidade de água dos corpos hídricos. O HIDRO é uma função do Subsistema Quali-quantitativo do Snirh e tem como principais objetivos (ANA, 2002):

• Permitir o gerenciamento de uma base de dados hidrometeorológica, armazenada centralizadamente em um banco de dados relacional.

• Permitir a entrada de dados por parte das entidades que operam a rede hidrometeorológica.

• Calcular funções hidrometeorológicas básicas.

• Visualizar dados por meio de gráficos, imagens etc.

Algumas das vantagens do HIDRO são a sua facilidade de acesso – pode ser acessado de forma local ou remota (*intranet* ou *internet*) –, além da possibilidade de exportação de dados para arquivos de intercâmbio, em formatos adequados para serem manipulados por outros programas de computador.

Esses dados permitem o conhecimento das características da qualidade e da quantidade de água dos corpos hídricos, bem como os índices pluviométricos de uma determinada região, com suas distribuições no espaço e no tempo, e são obtidos por meio da **Rede Hidrometeorológica Nacional**.

A REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL

A Rede Hidrometeorológica Nacional é composta por uma série de estações de monitoramento, cobrindo toda a extensão do território brasileiro, e em 2013 contava com cerca de 6.500 **estações fluviométricas**, 8.500 **estações pluviométricas**, 4.000 estações de qualidade da água e 800 estações sedimentométricas (Figuras 17 a 20).

A ANA é a entidade responsável pelo monitoramento hidrometeorológico em escala nacional, sendo que as operações de campo das estações da ANA são executadas por entidades conveniadas ou contratadas. A ANA recebe e também disponibiliza os dados oriundos das estações de monitoramento operadas pelas empresas do setor elétrico.

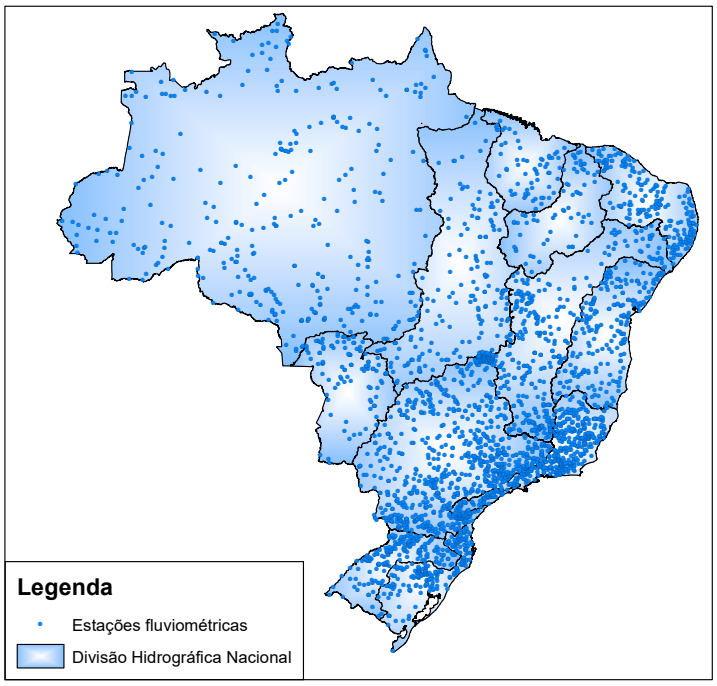


Figura 16 – *Estações fluviométricas da Rede Nacional em operação em 2013*

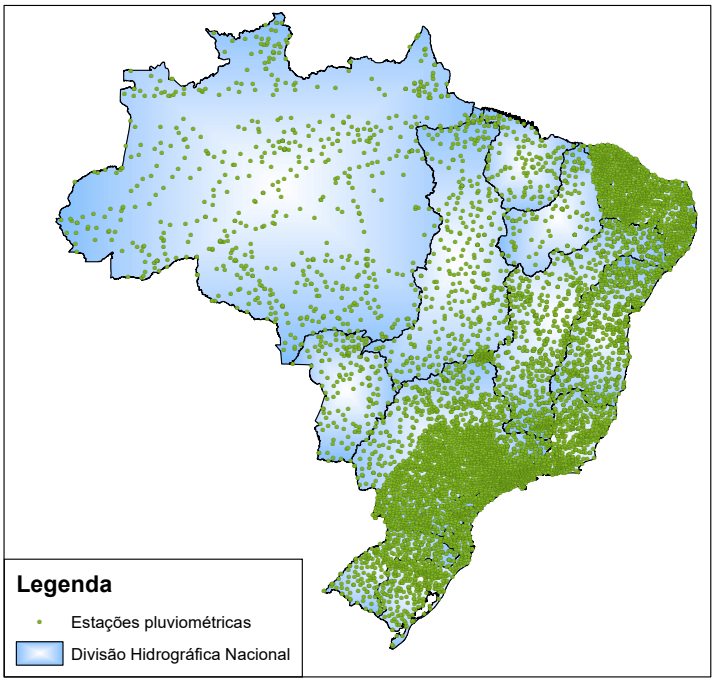


Figura 17 - *Estações pluviométricas da Rede Nacional em operação em 2013*

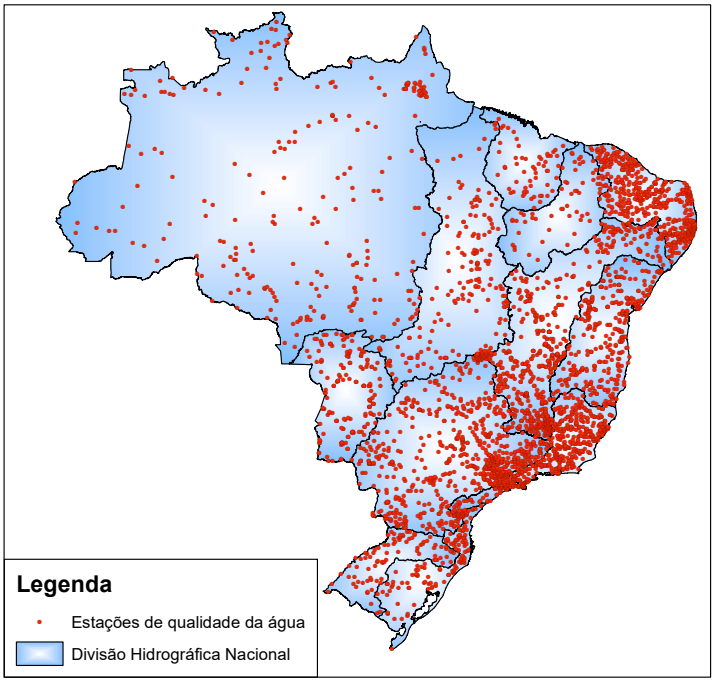


***Figura 18** – Estações de qualidade da água da Rede Nacional em operação em 2013*

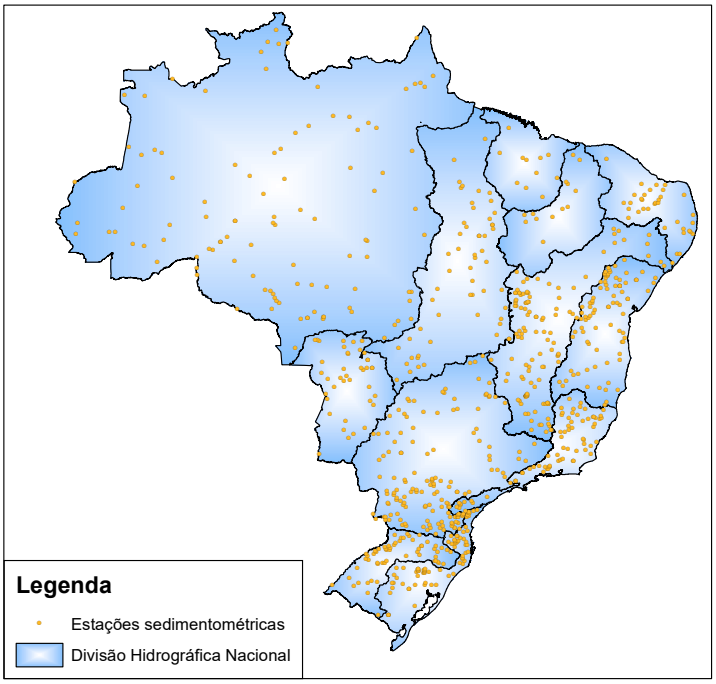


***Figura 19** – Estações sedimentométricas da Rede Nacional em operação em 2013*

VEJA MAIS: Os mapas com a localização das estações que compõem a Rede Hidrometeorológica Nacional podem ser obtidos por meio do Portal Snirh, na internet, no endereço http://www.snirh.gov.br.

A ANA mantém acordos de cooperação com diversas entidades federais, estaduais e internacionais e, em razão disso, conta com dados e informações de monitoramento de alguns estados e de vários países como Uruguai, Chile, Bolívia, Argentina, Paraguai, Peru, Colômbia, Equador, Venezuela, Suriname e Guiana Francesa.

As informações produzidas pela Rede são imprescindíveis para as tomadas de decisão da ANA e dos órgãos estaduais de recursos hídricos. São, também, fundamentais para aqueles cujas atividades estão relacionadas direta ou indiretamente aos recursos hídricos, sejam eles pertencentes aos setores usuários, entidades da sociedade civil organizada ou poder público. Além disso, são essenciais para apoiar pesquisas, estudos e projetos que demandem o conhecimento do potencial, do regime e das disponibilidades hídricas, em quantidade e qualidade, visando atender aos múltiplos usos. Ações preventivas e de defesa contra eventos hidrológicos críticos, tais como secas e enchentes, também necessitam dos dados e informações gerados pela Rede.

Para a realização do monitoramento hidrológico, são utilizadas **estações fluviométricas e pluviométricas convencionais**, com observadores de campo, ou **telemétricas**, utilizando sensores automáticos.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO CONVENCIONAL

Nas estações convencionais as coletas dos dados são realizadas diariamente por observação de campo, com auxílio de observadores hidrológicos, às 7h e 17h para leitura do nível do rio e às 7h para medição da chuva diária acumulada. Na Figura 20 é possível observar uma estação pluviométrica convencional.

Figura 20 – *Estação pluviométrica convencional*

ESTAÇÕES TELEMÉTRICAS

Os avanços tecnológicos das últimas décadas nos setores de informática e telecomunicação possibilitaram a modernização dos equipamentos na área de hidrologia. Sendo assim, os valores das variáveis hidrológicas passaram a ser obtidos também por meio de uma diversidade de sensores automáticos, armazenados *in loco* nas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) e transmitidos remotamente. Esta modernização possibilitou a melhoria da rede existente com um número maior de informações por dia. Propiciou, também, o aumento da confiabilidade dos dados, permitindo uma avaliação quase que "instantânea" da disponibilidade hídrica, e a disponibilização de dados mais atualizados para a sociedade. A Figura 21 ilustra uma estação telemétrica da ANA.

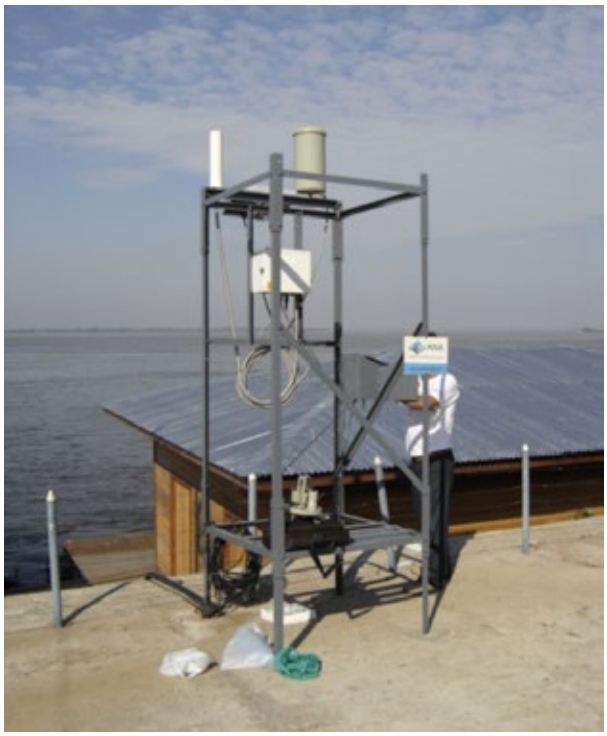


Figura 21 – *Estação telemétrica*

Quanto à rede de monitoramento da qualidade da água, a periodicidade de coleta de amostras da maior parte dessas estações é trimestral, sendo avaliados nas campanhas cinco parâmetros, a saber: **pH**, **Turbidez**, **Condutividade Elétrica**, Temperatura e **Oxigênio Dissolvido** (OD), além da determinação de vazão. Algumas redes monitoram ainda diversos outros parâmetros, tais como **Demanda Bioquímica de Oxigênio** (DBO), **coliformes fecais**, **sólidos em suspensão**, e diversos outros.

Com relação ainda ao monitoramento da qualidade das águas, em 2013 a ANA criou, por meio de Resolução[23], a **Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (RNQA)**, que vem sendo implementada em etapas e em parceria com os estados.

23 Resolução ANA, nº 903, de 22 de julho de 2013.

A REDE NACIONAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (RNQA)

A RNQA tem como objetivos:

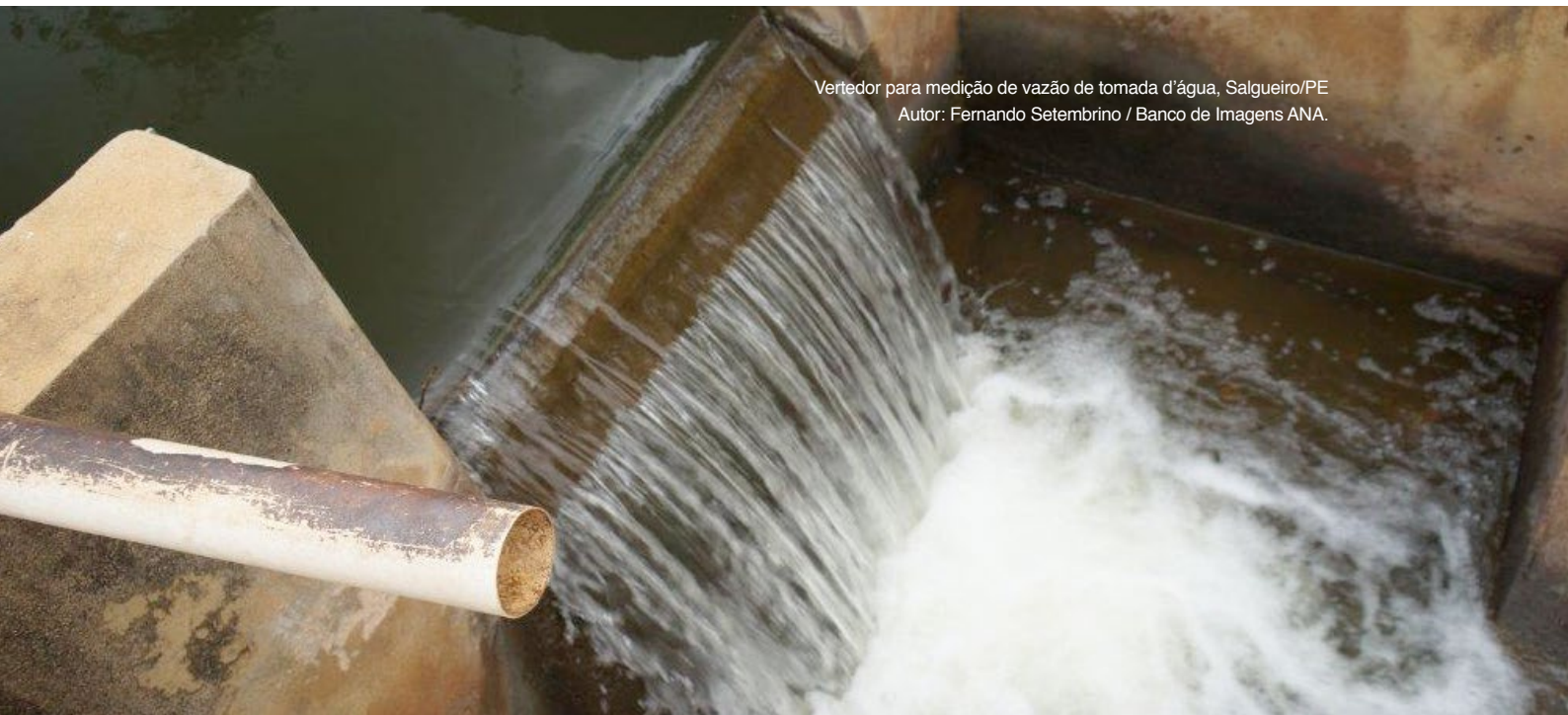
- Permitir a análise da tendência de evolução da qualidade das águas superficiais no País;
- Avaliar se a qualidade atual atende aos usos estabelecidos pelo enquadramento dos corpos d'água;
- Identificar áreas críticas com relação à poluição hídrica;
- Aferir a efetividade da gestão sobre as ações de recuperação da qualidade da água;
- Apoiar as ações de planejamento, outorga e fiscalização.

Os dados da RNQA também fazem parte da base de dados disponibilizada por meio do HIDRO.

VEJA MAIS: Para acessar as informações contidas no HIDRO, visite http://hidroweb.ana.gov.br e siga as instruções do Portal.

SISTEMA DE DISPONIBILIZAÇÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS (HIDROWEB)

O Sistema de Disponibilização de Dados Hidrológicos (HIDROWEB) tem como objetivo a publicação e disponibilização dos dados hidrológicos provenientes do monitoramento realizado por meio da Rede Hidrometeorológica Nacional sob responsabilidade da ANA. No sistema é possível ao usuário fazer seleção das estações de interesse, selecionar os dados (chuva, vazão, cota, etc.) e fazer o *download* dos dados nos formatos texto (.txt) e Access (.mbd). O arquivo no formato Access pode ser importado no programa HIDRO *Desktop* e executar as funções necessárias à análise dos dados. As Figuras 22 e 23 ilustram telas do Hidroweb.



Vertedor para medição de vazão de tomada d'água, Salgueiro/PE
Autor: Fernando Setembrino / Banco de Imagens ANA.

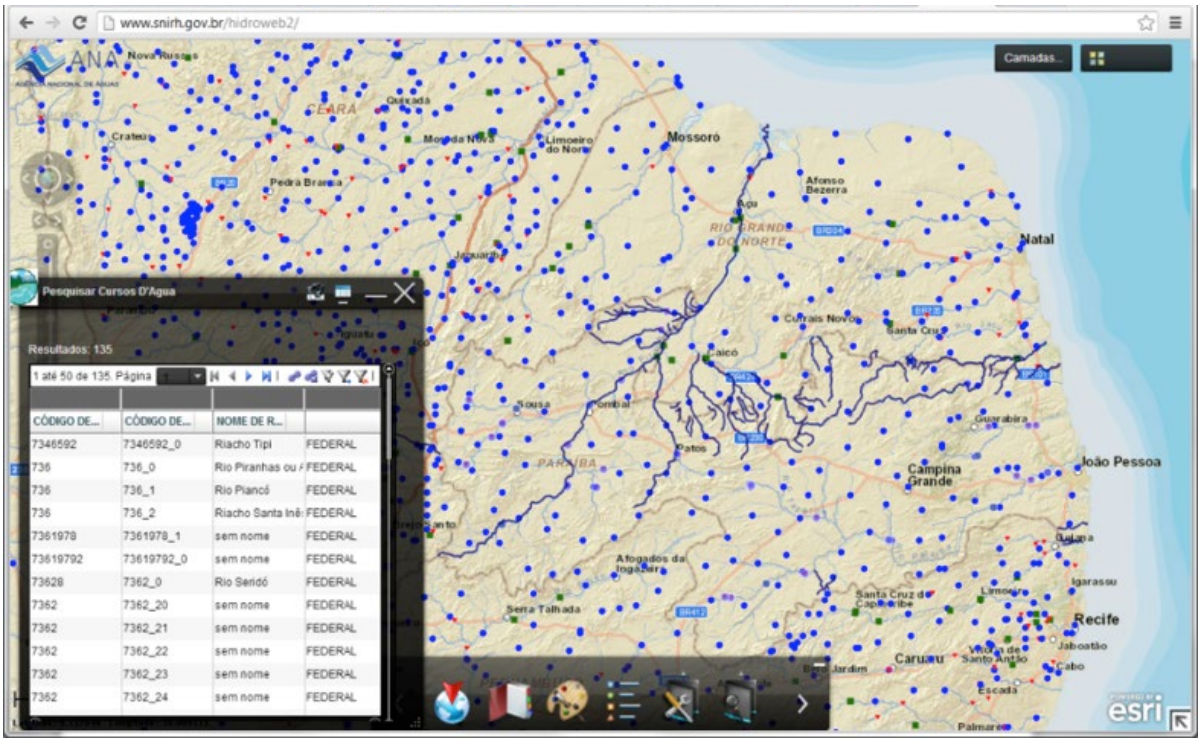


Figura 22 – Tela do Sistema Hidroweb

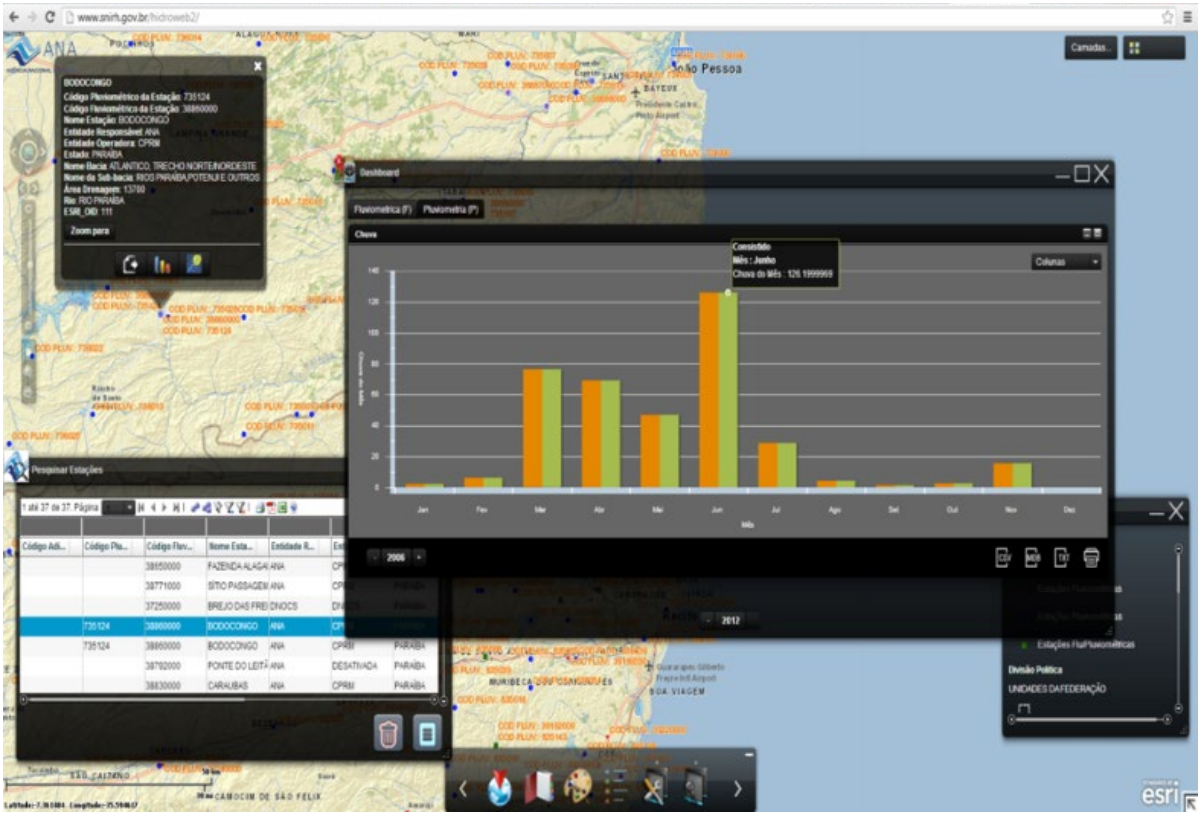


Figura 23 – Tela do Sistema Hidroweb

SISTEMA DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO EM TEMPO REAL (TELEMETRIA)

A Agência Nacional de Águas realiza o monitoramento hidrometeorológico, em tempo quase real, em cerca de 500 estações distribuídas nas 12 regiões hidrográficas brasileiras. A ANA também é responsável pelo acompanhamento de cerca de 1.200 estações de monitoramento em tempo quase real de origem do setor elétrico.

A coleta e transmissão destes dados é realizada por Plataformas Automáticas de Coleta de Dados (PCDs). Uma PCD é um equipamento, geralmente alimentado por energia solar, composto basicamente por *datalogger* (CPU[24]), sensores e um sistema de transmissão. O *datalogger* é responsável por controlar a aquisição (realizada pelos sensores hidrológicos), armazenamento (*in loco*) e transmissão remota dos dados. No caso da ANA os dados são transmitidos por meio do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados (por meio dos SCD/INPE), Sistema DCS/GOES (NOAA/USA) e rede de telefonia celular (GSM/GPRS). Um sistema, denominado Telemetria, instalado na ANA, é responsável pela aquisição, processamento e qualificação dos dados transmitidos pelas PCDs. A disponibilização dos dados é feita pelo sistema Hidroweb, no Portal Snirh.

Os dados transmitidos remotamente permitem a avaliação quase "instantânea" da disponibilidade hídrica nos locais monitorados. Esse sistema auxilia no acompanhamento de eventos de cheias e secas, melhora a avaliação do potencial energético e permite a realização de balanço hídrico em tempo "quase real", o que melhora o controle dos recursos hídricos, disponibiliza dados mais atualizados para a sociedade e propicia uma ampla conceituação do uso racional e múltiplo dos recursos hídricos. As Figuras 24 e 25 ilustram telas com informações do Sistema Telemetria.

VEJA MAIS: Para conhecer as informações disponibilizadas pelo Telemetria, basta acessar a página da ANA na internet (www.ana.gov.br), clicar em Serviços e no menu de Informações Hidrológicas clicar em "Dados Hidrológicos em Tempo Real". As informações também podem ser acessadas pelo Hidroweb.

SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO DE RESERVATÓRIOS (SAR)

O Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) contempla dados e informações de reservatórios, permitindo consultas, espacialização da informação e análises da operação de diversos reservatórios.

O SAR abrange os reservatórios de usos múltiplos monitorados pela ANA e parceiros institucionais, bem como os reservatórios das usinas hidrelétricas do Sistema Interligado Nacional (SIN). Podem ser obtidas informações sobre a localização do reservatório, a sua capacidade de armazenamento de água, a situação de reservação em datas definidas pelo usuário, dentre outras. É possível, também, por meio do sistema, exportar as informações sobre os reservatórios em formato de planilhas.

As figuras 26 e 27 ilustram a tela inicial do SAR e uma tela de resultado de consulta da situação dos reservatórios no estado da Paraíba.

24 CPU é a sigla em inglês para Central Processing Unit que, em português, significa "Unidade Central de Processamento". É também conhecida como o processador, onde é feita a maior parte dos cálculos e processamento de dados de aparelhos eletrônicos.

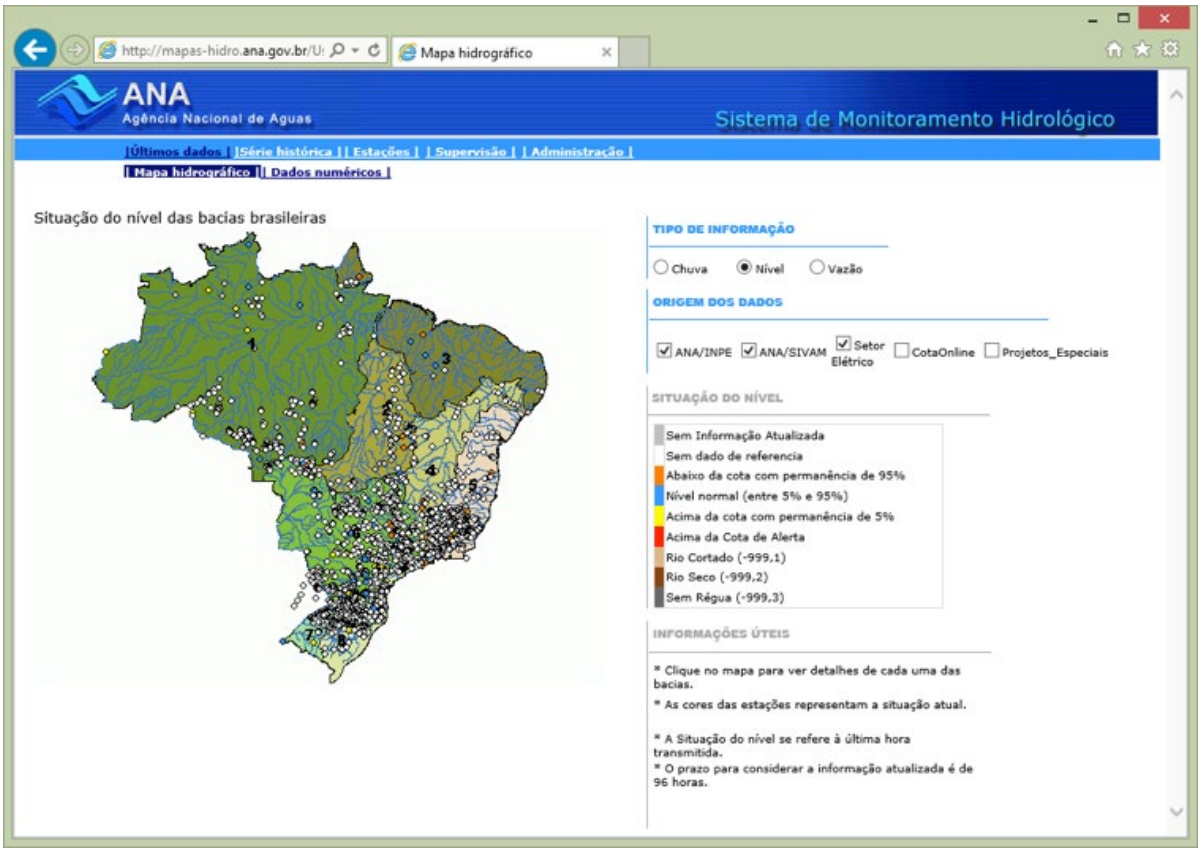


Figura 24 – Tela do Sistema Telemetria

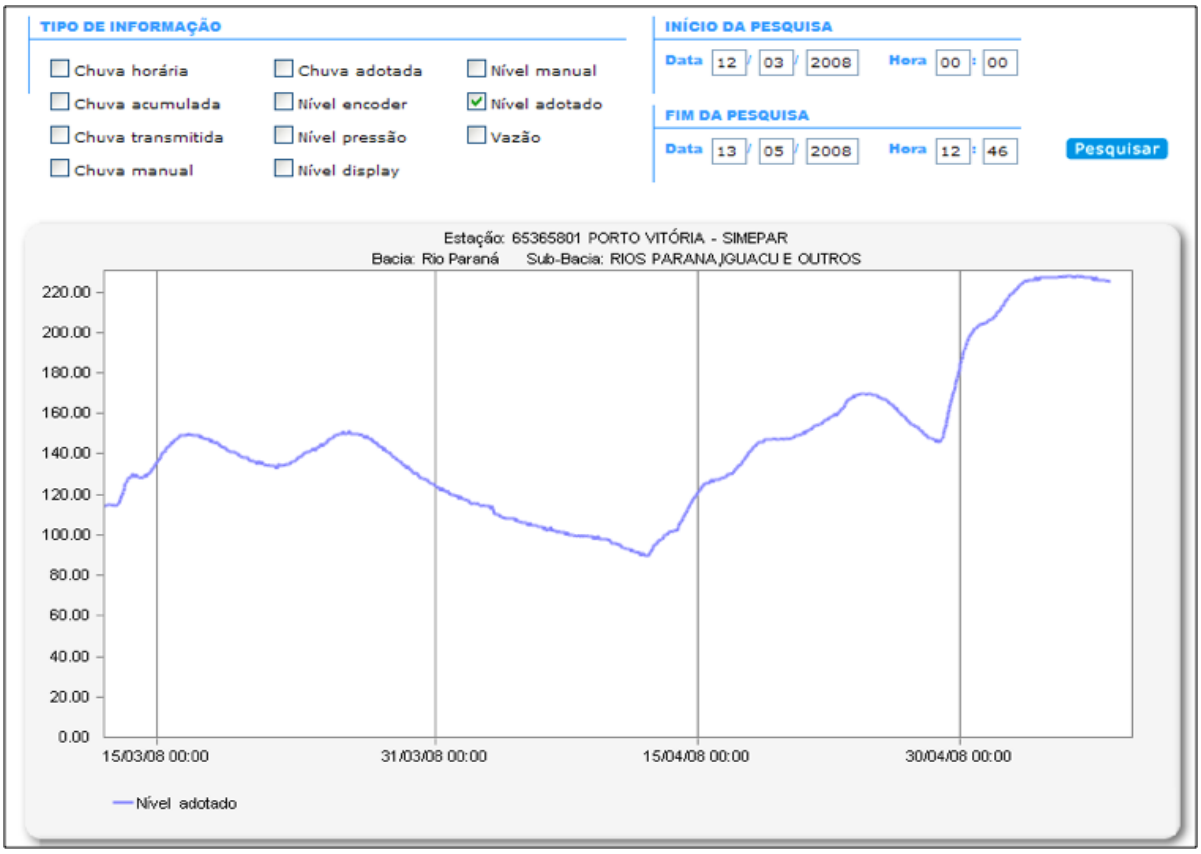


Figura 25 – Tela do Sistema Telemetria

Figura 26 – Tela inicial do SAR

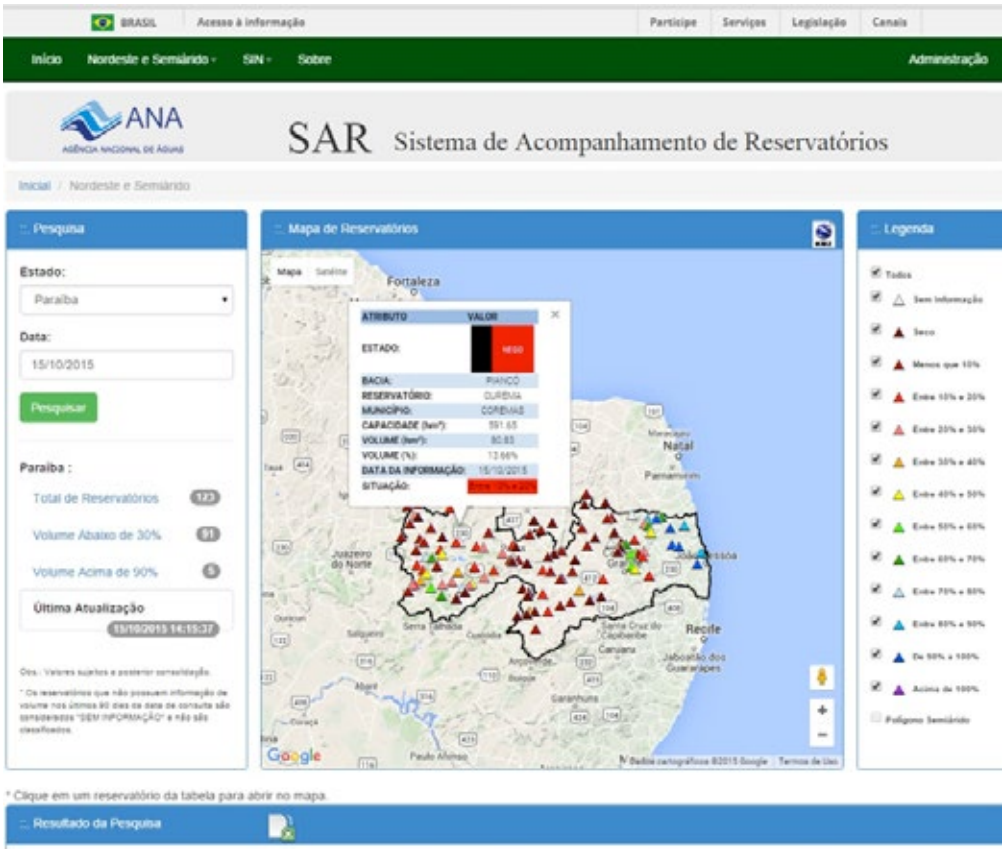


Figura 27 – Tela resultado de consulta do SAR

VEJA MAIS: Para acessar as informações do SAR, visite http://sar.ana.gov.br/.

SISTEMAS PARA ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS (SIADH)

O Sistema para Análise de Dados Hidrológicos – SiADH é um aplicativo desenvolvido pela Agência Nacional de Águas – ANA que tem como objetivos principais facilitar e padronizar as análises de consistência de dados fluviométricos. A principal funcionalidade do sistema é a exportação automática de vários gráficos e tabelas em formato de imagens, facilitando as análises de vazões e cotas e permitindo ao usuário a identificação de inconsistências e possíveis incoerências nos dados hidrológicos armazenados em banco de dados (Lopes et al., 2013).

Um dos principais resultados – dos mais de 50 gerados pelo SiADH – refere-se à análise de curvas-chave. Nessa análise devem ser observados, principalmente, os seguintes fatores: distribuição uniforme dos desvios nos gráficos de desvio versus cota e de desvios versus tempo e bom ajuste verificado pela análise visual das curvas-chave traçadas, verificando suas compatibilidades entre si (Lopes et al., 2013). As Figuras 28 a 31 ilustram algumas das imagens geradas pelo Sistema que auxiliam na análise de consistência de dados.

Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo – Incrementais Mensais) - Jusante - 13710001

Ausência de Dados | Acima da Média + 1DP | Abaixo da Média - 1DP | Valor Negativo

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1975			7.297	5.778	2.857	1.011	697	331	302	414	549	1.503
1976	4.292	5.533	5.581	3.598	985	524	256	171	153	226	598	1.632
1977	4.167	3.427	6.338	2.760		741	386	217	184	626	2.332	2.860
1978	3.239	3.784	4.917	5.301	2.363	1.105	450	306	254	651	1.724	5.255
1979												
1980	2.392	3.374	4.073	2.620	1.321	667	228	187	178	315	541	1.228
1981	2.192	4.620	5.543	4.743		880	317	206	166	231	879	2.253
1982	4.826		6.156	4.267	1.851	744	439	289	350	593	1.229	2.748
1983	3.742	2.724	3.533	2.533	1.394	744	290	180	142	127	538	1.470
1984	3.658	5.494	5.673	5.239	2.294	691	310	178	170	313	1.856	3.256
1985	4.766	3.209	5.147	5.486	2.991	754	356	249	243	556	2.140	2.975
1986	4.441	5.541	5.579	6.144	3.045	1.098	399	294	348	547	738	3.022
1987	4.480	3.989	2.599	2.377	1.785	490	279	155	128	194	1.133	3.016
1988	2.795	6.472	4.028	3.610	1.763	744	283	160	131	164	329	2.133
1989	4.215	6.343	5.868	5.297	2.497	729	425	218	153	240	851	672
1990	4.055	5.588	5.697	3.670	1.364	563	323	214	246	547	2.012	3.695
1991	5.230	5.089	5.016	2.956	2.036				203	195	1.044	1.770
1992	3.105	3.089	5.013	4.267	1.443	726	317	197	303	528	808	2.054
1993	4.457	4.782	5.266	5.450	2.942	1000	435	307	249	342	2.001	2.959
1994	4.035	5.670	4.001	5.211	2.432	952	437	241	181	305	740	1.835
1995	2.500	2.419	5.977	4.022	2.093	852	521	385	318	357	639	2.200
1996	2.744	4.890	5.754	4.872	1.690	586	242	137	130	242	961	1.988
1997	2.918	4.852	7.891	5.358	2.853	708	305	212	156	167	470	760
1998	3.087	3.877	5.263	3.079	713	526	142	83,0	56,9	137	1.676	3.333
1999	5.126	6.710	5.035	3.554	2.909	879	433	147	105	132	1.288	2.441
2000	3.650	3.804	4.239	2.925	1.495	487	236	180	122	226	1.008	1.228
2001	3.824	4.438	5.604	5.150	1.269	570	316	139	104	214	704	3.105
2002	3.585		5.142	3.799	2.799	1.185	703	491	191	199	643	2.153
2003	3.095	5.431	4.911	3.666	1.340	666	279	168	135	533		
2004		4.058	3.832	4.091	1.329	430	321	197	187	399	1.852	3.471
2005	2.684	4.769	4.375	2.570	1.044	342	209	110	80,3	224	872	2.058
2006	3.131	5.055	3.891	3.812	944	696	227	157	106		1.426	2.309
2007	4.349	4.050	5.043	3.412	2.402	789	297	185	155	243	958	2.189
2008	3.811	4.755	4.662	5.095	1.531	611	259	188	128	162	789	2.525
2009	4.084	4.356	5.867	5.990	4.602	2.036	621	318	248	269	466	3.414
2010	5.810	4.978	5.836	3.978	1.344	405	205					
Média	3.772	4.599	5.161	4.191	1.992	763	351	218	185	322	1.085	2.409
Mínimo	2.192	2.419	2.599	2.377	713	342	142	83,0	56,9	127	329	672
Máximo	5.810	6.710	7.891	6.144	4.602	2.036	703	491	350	651	2.332	5.255
Desvio Padrão	882	1.069	1.035	1.105	835	305	133	83,9	76,1	161	561	934
Coef. Variação(%)	23,4	23,2	20,1	26,4	41,9	40,0	37,8	38,5	41,0	50,2	51,7	38,8
Média - 1DP	2.890	3.530	4.126	3.086	1.157	458	218	134	109	160	524	1.475
Média + 1DP	4.655	5.668	6.197	5.295	2.826	1.067	484	302	262	483	1.645	3.343

Figura 28 – *Resultado de Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo – Incrementais Mensais) do SiADH*

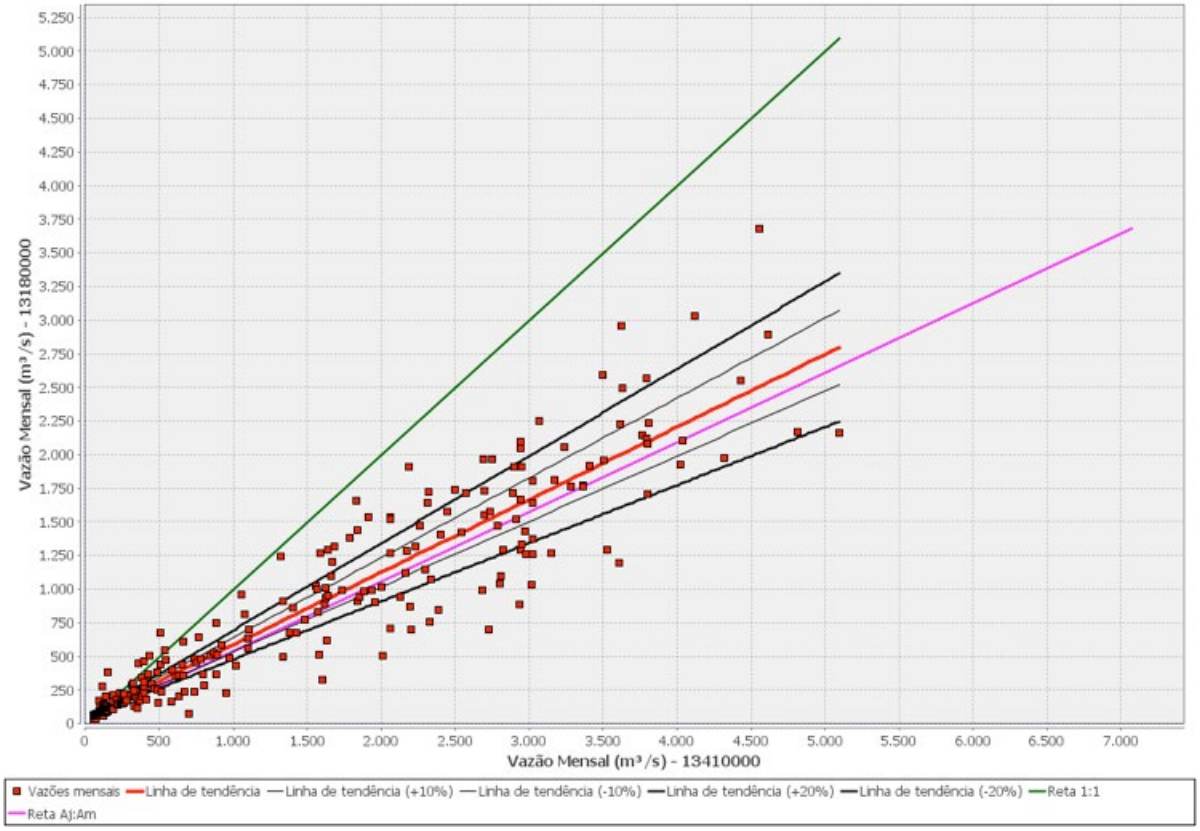


Figura 29 – Teste de Continuidade de Vazões Médias Mensais

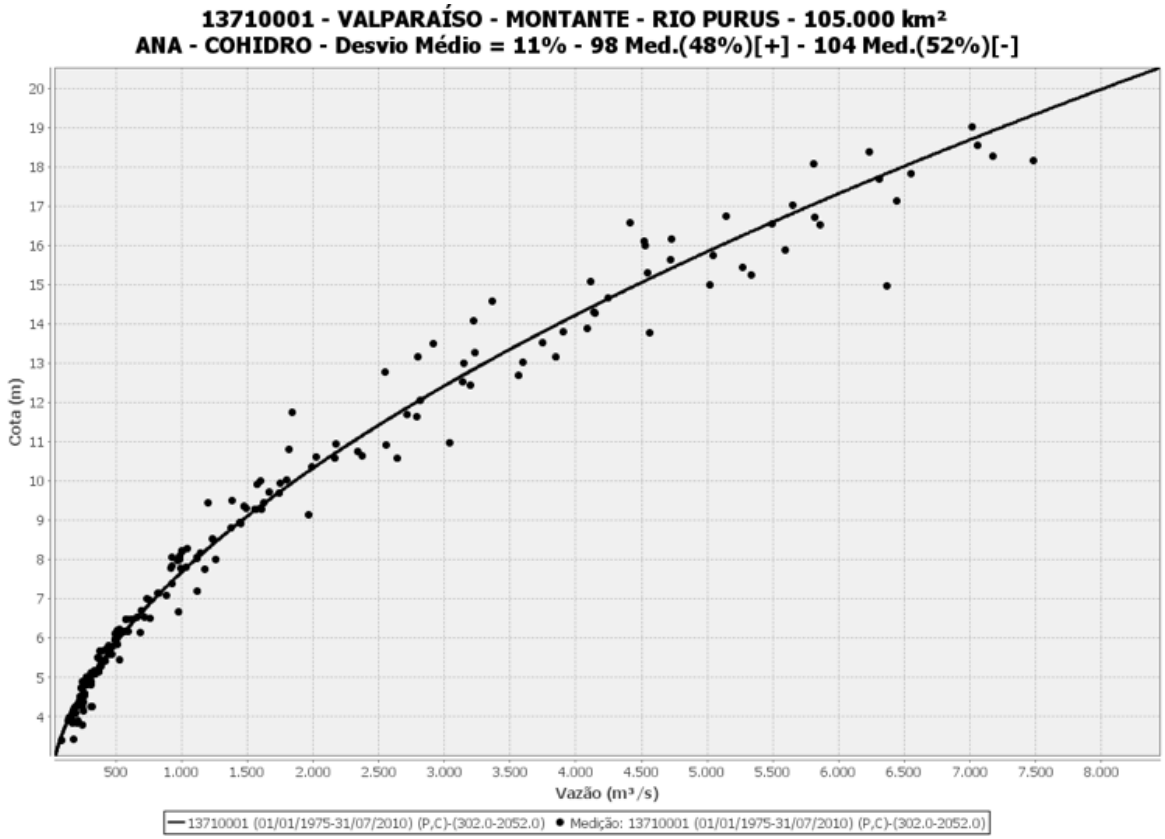


Figura 30 – Curva de Permanência de Cotas

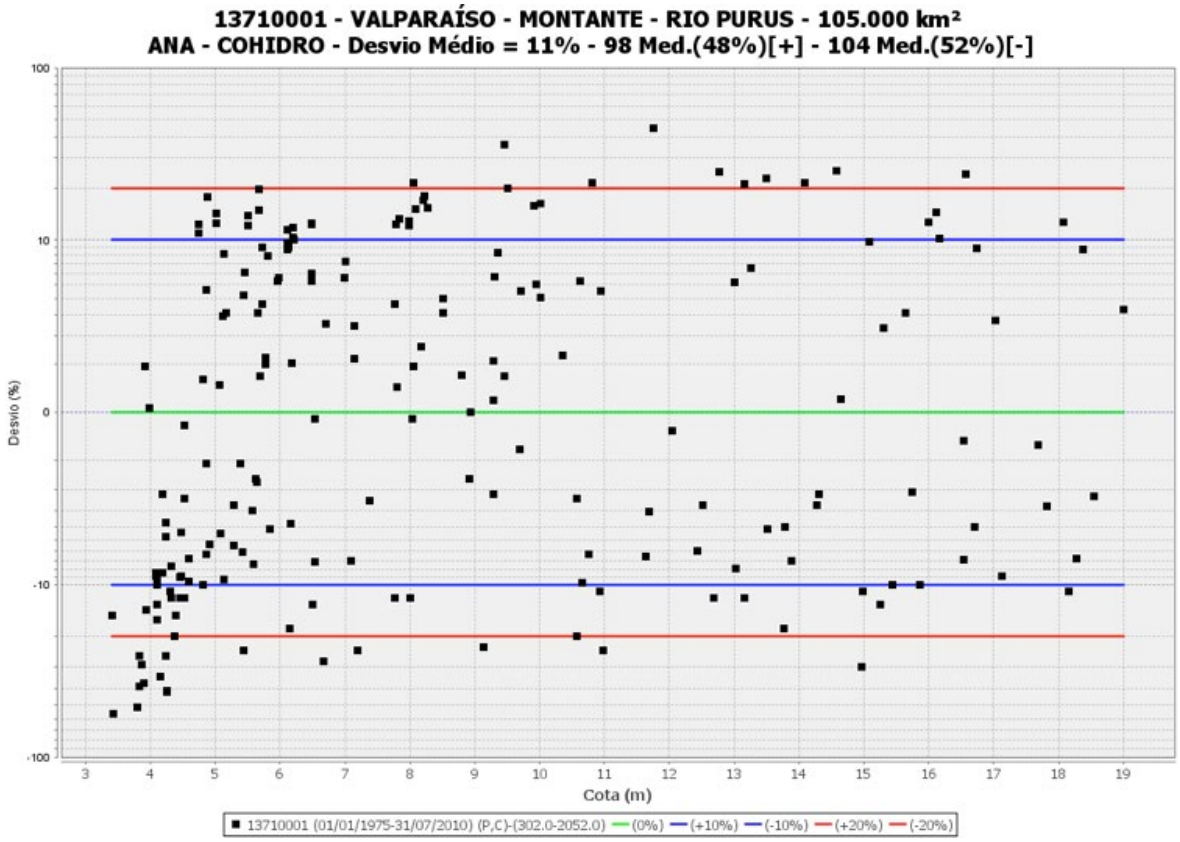


***Figura 31** – Gráfico de Vazões Específicas Diárias para Diversas Permanências versus Área de Drenagem*

VEJA MAIS: Para fazer o download gratuito do sistema e saber mais informações, basta acessar http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/Anexo1_Sistemas_Computacionais.zip.

4.4 SISTEMAS PARA REGULAÇÃO DE USOS DE RECURSOS HÍDRICOS (SUBSISTEMA REGLA)

O Subsistema REGLA reúne um conjunto de sistemas que têm como objetivo apoiar o processo de regulação de usos de recursos hídricos nas bacias hidrográficas, tanto superficiais, quanto subterrâneos, de todo o território nacional, considerando os domínios compartilhados entre a União e as Unidades da Federação. A seguir são apresentados os principais sistemas do Snirh relacionados à regulação.

CADASTRO NACIONAL DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS (CNARH)

O CNARH foi desenvolvido pela ANA em parceria com entidades estaduais gestoras de recursos hídricos e seu objetivo principal é o conhecimento do universo dos usuários das águas superficiais e subterrâneas em uma determinada área, bacia ou em âmbito nacional. O conteúdo do CNARH inclui informações sobre: a vazão utilizada, local de captação, denominação e localização do curso de água, empreendimento do usuário, sua atividade ou a intervenção que pretende realizar, como **derivação**, captação e lançamento de efluentes.

O preenchimento do cadastro se aplica para pessoas físicas e jurídicas, de direito público e privado, que sejam usuárias de recursos hídricos, sujeitas ou não a outorga[25].

O Sistema CNARH permite que cada usuário preencha os dados relativos ao uso que faz da água, assim como a realização de consultas e correções em tempo real (*on-line*) de seu cadastro, garantindo a possibilidade de atualização das informações inseridas. Como o CNARH é parte integrante do Snirh, a ANA está continuamente desenvolvendo novos aplicativos e integrando o Sistema CNARH a outros. Dessa forma, pretende-se que o usuário tenha acesso a todas as etapas de regularização do uso da água de seu interesse, desde o cadastro inicial até a emissão da outorga, tudo por meio da *internet*.

Após essa primeira etapa de cadastramento, a ANA e as entidades gestoras estaduais que utilizam o CNARH analisam a disponibilidade de água nas bacias, considerando seu potencial hídrico e os diversos usos da água e sua distribuição na bacia hidrográfica. Essas informações servem como base para análise e emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos.

Como o Brasil tem dimensões continentais e a necessidade de cadastramento dos usuários ainda é um processo recente em muitas bacias hidrográficas, a implementação do CNARH tem sido realizada de forma progressiva. Assim, bacias hidrográficas com alto potencial de conflitos pelo uso da água ou com conflitos já instalados têm sido priorizadas. A ANA tem promovido campanhas de cadastramento dos usuários com o objetivo de conhecer a demanda de água nessas bacias críticas de forma a auxiliar a gestão, bem como minimizar ou dirimir os conflitos existentes.

Recentemente a ANA tem utilizado uma nova estratégia e empreendido esforços para compartilhar com as Unidades Federadas dados e informações referentes aos usuários de recursos hídricos de domínio estadual. Apesar de alguns estados já utilizarem o CNARH como ferramenta de apoio ao cadastramento de seus usuários de água, ainda existem estados que necessitam compartilhar tais informações. Nesse sentido, a Agência tem oferecido aos órgãos gestores ou autoridades outorgantes duas formas de compartilhamento das informações cadastrais por meio de uma nova interface, quais sejam:

- Preenchimento dos dados diretamente na nova interface CNARH disponível na *web*.

- Disponibilização dos dados em planilha específica para carga de dados no CNARH diretamente na nova interface do CNARH disponível na *web*[26].

Dessa forma, espera-se que em breve o CNARH possua uma base de dados mais abrangente, com informações de usuários de água tanto de rios de domínio da União quanto de rios de domínio dos estados e do Distrito Federal, conforme preconiza a Resolução CNRH nº 126, de 2011. A Figura 32 ilustra uma das telas da interface *web* do CNARH para o cadastro auto-declaratório pelo usuário de recursos hídricos enquanto que a Figura 33 ilustra a tela para cadastro na interface *web* do CNARH para preenchimento de dados de usuários de recursos hídricos pelo órgão gestor de recursos hídricos.

25 Resolução ANA nº 317/2003, que instituiu o CNARH.

26 Os dados mínimos exigidos no processo de disponibilização são definidos pela Resolução CNRH nº 126, de 2011.

Figura 32 – *Tela do Formulário do CNARH disponível para usuários de recursos hídricos*

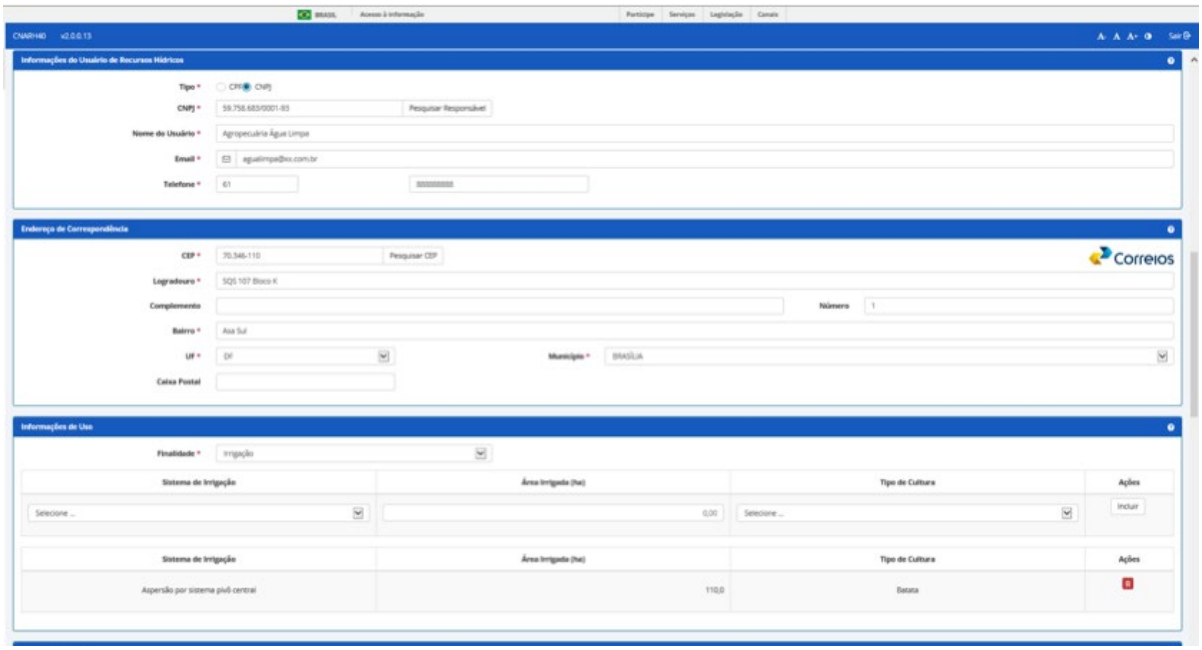


Figura 33 – *Tela do Formulário do CNARH para preenchimento de dados de usuários de recursos hídricos pelo órgão gestor de recursos hídricos*

VEJA MAIS: Acesse http://cnarh.ana.gov.br para conhecer melhor o Sistema CNARH.

SISTEMA DIGITAL DE COBRANÇA (DIGICOB)

O Sistema Digital de Cobrança (DIGICOB) é um sistema cuja finalidade é operacionalizar, gerenciar e arrecadar os recursos oriundos da **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos**. O sistema permite a realização de simulações de cobrança, contribuindo com o processo de discussão sobre a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas.

O DIGICOB tem como característica principal a sua interconexão ao CNARH, que disponibiliza ao DIGICOB os dados necessários para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos dos diversos usuários de recursos hídricos no País. Desenvolvido como um sistema *WEB*, objetiva a facilidade de acesso dos usuários gestores de cobrança, de forma plenamente integrada aos sistemas de Cadastro, Outorga e Fiscalização da ANA.

Atualmente, o DIGICOB é utilizado pelos órgãos gestores de recursos hídricos dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

O DIGICOB identifica a bacia hidrográfica do empreendimento, busca as variáveis relativas ao uso de água no CNARH, aplica a metodologia de cobrança correspondente à bacia e gera os valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Após o cálculo de valores e geração da "ficha de cobrança", sob comando do gestor, o DIGICOB encaminha eletronicamente a ficha de cobrança para o Módulo de Arrecadação, para a emissão e envio das Guias de Recolhimento Único (GRU) aos respectivos usuários.

As Figuras 34 e 35 ilustram telas do Sistema Digicob.

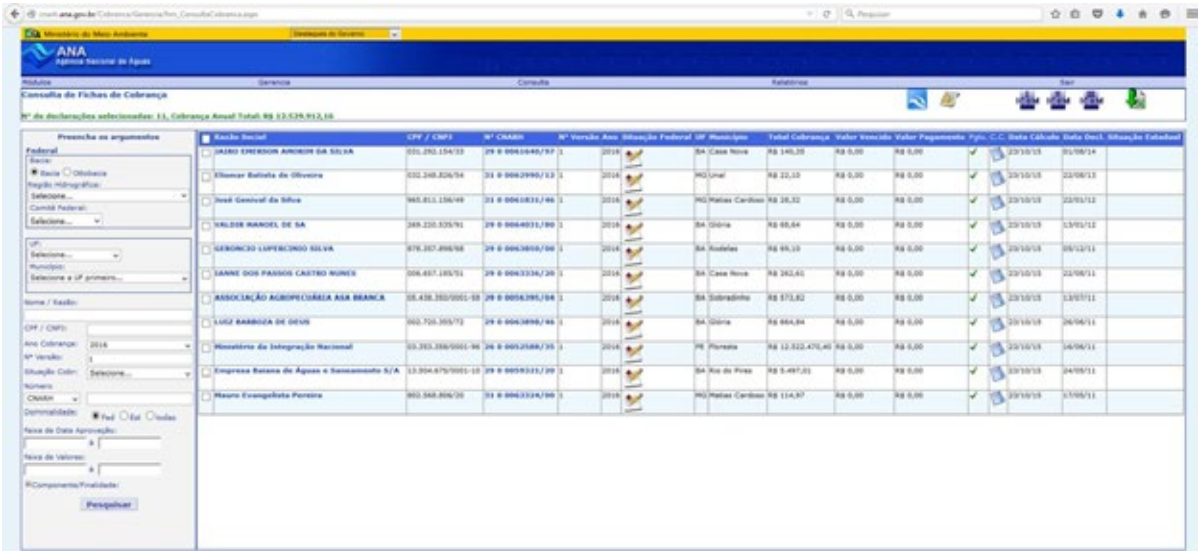


Figura 34 – *Tela do Sistema Digicob*

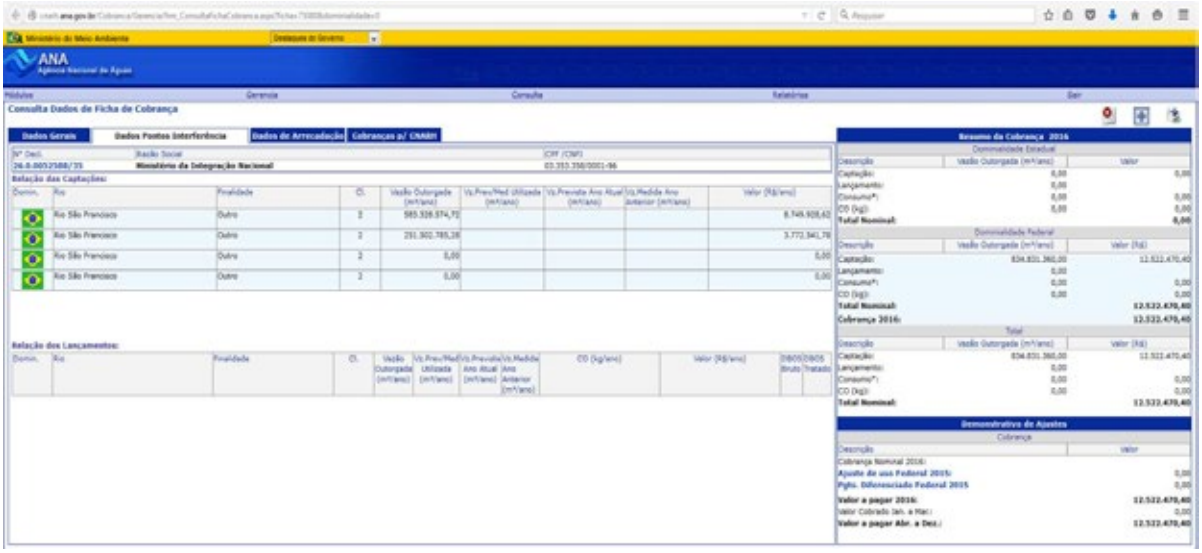


Figura 35 – *Tela do Sistema Digicob com os dados da Cobrança da transposição do Rio São Francisco para as bacias do Nordeste Setentrional*

VEJA MAIS: Para saber mais sobre o instrumento Cobrança pelo uso dos recursos hídricos, consultar o Volume 7 desta série de Cadernos.

SISTEMA DE SUPORTE A DECISÃO PARA OUTORGA (SDO)

A outorga é o instrumento da política de recursos hídricos que tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e garantir ao usuário outorgado o direito de acesso a este bem, uma vez que regulariza o seu uso em uma bacia hidrográfica. Não é um instrumento de fácil implantação e administração, uma vez que sua análise passa, por um lado, pelo conhecimento da disponibilidade hídrica – diretamente ligada a fenômenos naturais, com comportamentos aleatórios – e por outro lado, no conhecimento e gestão das demandas, em geral crescentes, por recursos hídricos.

Na análise para a emissão de outorgas devem ser considerados também a classe de enquadramento do corpo d'água e as prioridades de uso definidas nos planos de recursos hídricos.

Nesse contexto, os sistemas de suporte à decisão podem se constituir em importantes ferramentas para auxiliar no processo de análise e emissão de outorgas.

Existem diversos modelos de sistemas de suporte à decisão para análises de outorga, variando de estado para estado, por tipo de uso (captação, consumo ou lançamento) e outros. O modelo que apresentaremos é aquele utilizado pela ANA nas análises de suas outorgas em algumas bacias de rios de domínio da União.

Na ANA, a verificação da existência de disponibilidade hídrica no local de uso solicitado consiste basicamente de três etapas (COLLISCHONN & LOPES, 2009):

- determinação da disponibilidade hídrica, através de extrapolação de dados de uma estação fluviométrica próxima, regionalização de vazões, vazão regularizada por reservatório ou modelos chuva-vazão;

- identificação de todas as demandas existentes na bacia a montante do ponto de demanda, podendo ser os usuários outorgados (federais e estaduais) ou usos identificados em planos e estudos;

- cálculo de indicadores, determinando qual a porcentagem da disponibilidade hídrica local é comprometida individualmente pelo usuário e qual é o grau de comprometimento total, considerando todos os usuários.

Convencionalmente, a análise de disponibilidade hídrica é feita de forma individual, de acordo com a frequência de entrada de pedidos de outorga, de forma que cada pedido resulta praticamente em um novo estudo de disponibilidade e demanda. Por exemplo, a identificação de todos os usuários a montante de um determinado trecho de rio requer uma série de procedimentos de geoprocessamento repetitivos, tornando o processo de análise individual pouco ágil. Paralelamente, há um alto potencial de sistematização deste processo devido à possibilidade de padronização e programação dessas análises (COLLISCHONN & LOPES, 2009).

Com base nesta possibilidade, foi desenvolvido na ANA um sistema de apoio à decisão para análise de outorga – o SDO. A Figura 36 ilustra a tela inicial do Sistema.

No sistema, o usuário entra com as vazões captadas e o regime de captação (número de horas por dia e dias por mês), bem como o código do trecho em que se encontra a demanda. Então o sistema lê os valores de disponibilidade hídrica e de demandas acumuladas correspondentes. Simultaneamente, já são calculados os indicadores de comprometimento da disponibilidade hídrica individual e coletivo, e o mês mais crítico do ponto de vista de balanço hídrico é identificado (COLLISCHONN & LOPES, 2009).

Estes indicadores são importantes pois demonstram o grau de comprometimento do corpo hídrico, embasando a decisão de emitir ou não a outorga. Além disso, o grau de comprometimento determina se o pedido de outorga deve ser levado à Diretoria Colegiada da ANA, nos casos em que superar 70%, ou se pode ser aprovada pelo diretor da Área de Regulação[27]. A Figura 37 ilustra um exemplo de uso do SDO.

Se os indicadores calculados apresentarem níveis de comprometimento aceitáveis, a outorga pode ser aceita. Neste caso, deve-se incluir este usuário, e o sistema soma a vazão requerida nas demandas a montante de todos os trechos situados a jusante deste. O balanço hídrico é então atualizado, de forma que futuras análises já levarão em conta a demanda inserida. O sistema também apresenta a opção de geração de relatórios, produzindo arquivos contendo um resumo do balanço hídrico e dos indicadores.

O sistema vem sendo utilizado desde o início de 2008, tendo agilizado significativamente a análise de pedidos de outorga na ANA. Suas maiores vantagens são a facilidade de uso e a interface relativamente amigável. Embora a manutenção e atualização periódica das matrizes de balanço hídrico requeiram algum acompanhamento da equipe de desenvolvimento, o uso do Sistema no dia-a-dia dispensa a necessidade de operações

27 Resolução ANA nº 542/2004 – Delega competência para o deferimento de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências.

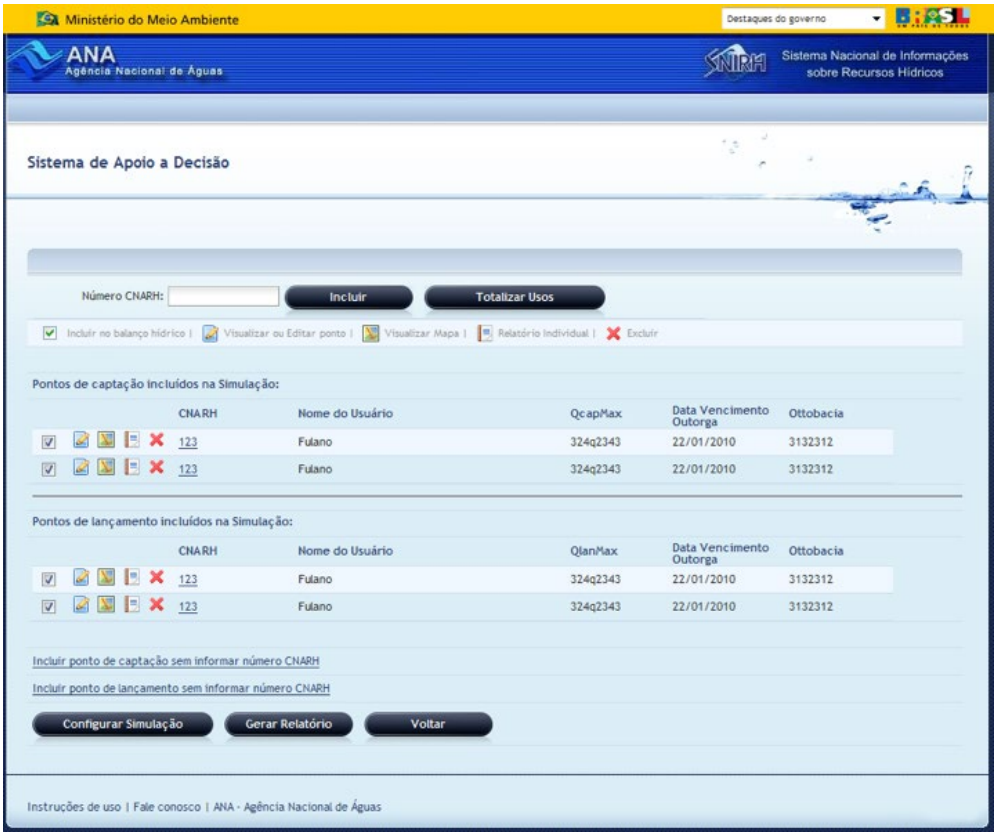


Figura 36 – Tela inicial do Sistema de Suporte a Decisão para Outorga

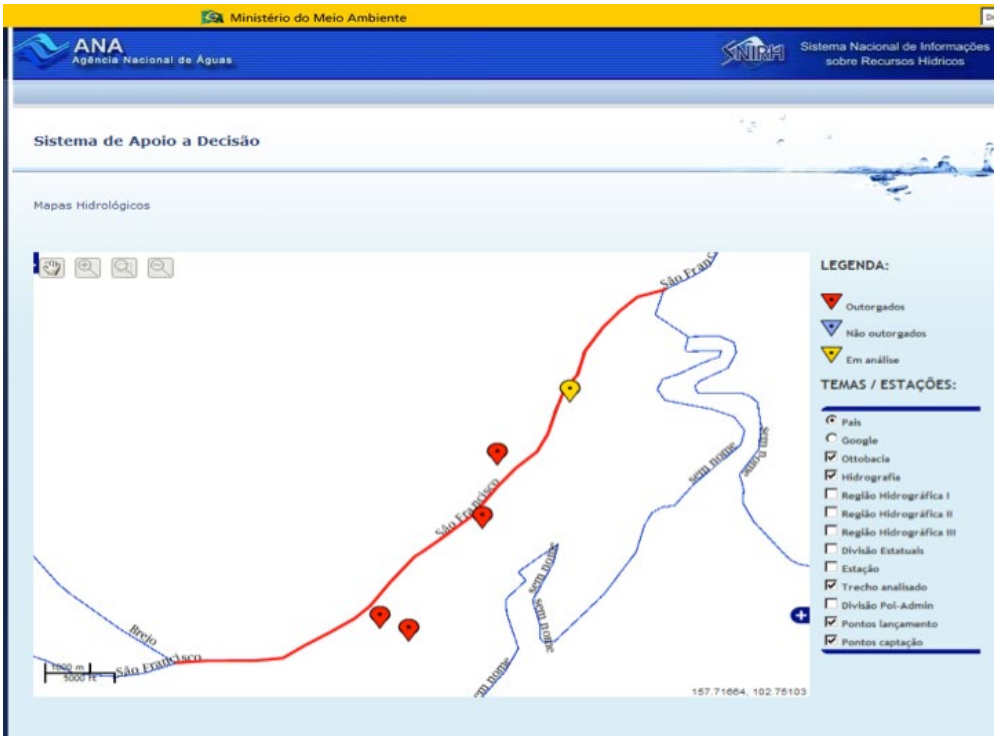


Figura 37 – Exemplo de uso do sistema para análise de outorga de captações

de geoprocessamento e conhecimentos mais aprofundados de hidrologia.

SISTEMA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (SAS)

A partir da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual estabeleceu um novo modelo para a gestão das águas, os estados brasileiros se mobilizaram na tentativa de criar seus próprios regulamentos e implementar os seus sistemas de gerenciamento de recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos. Com essa iniciativa, os órgãos gestores estaduais bem como diversas instituições ligadas ao Singreh foram estimulados a produzirem muitas informações técnicas com a finalidade de dar suporte ao planejamento e à gestão das águas. Entretanto, particularmente em relação a dados sobre águas subterrâneas, poucos estados atualmente possuem mecanismos para sistematizar, armazenar, recuperar e difundir esses dados, o que dificulta a organização e produção de informações para auxílio na definição de estratégias para implementação dos instrumentos técnicos e legais de suas respectivas políticas de recursos hídricos (GONÇALVES *et al.*, 2012).

Nesse sentido, a ANA deu início ao desenvolvimento do Sistema de Águas Subterrâneas (SAS), componente integrante do Snirh. O SAS é um sistema que pode ser operado via *web,* e consiste basicamente de dois módulos: o primeiro se refere a um banco de dados sobre poços e informações relacionadas à licença de perfuração e outorga de direito de uso de recursos hídricos com o objetivo de proporcionar um conjunto de funcionalidades com vistas a dar agilidade ao armazenamento dessas informações. A parte voltada a informações derivadas dos procedimentos administrativos e técnicos relativos à licença de perfuração e à outorga dos poços cadastrados permitirão um melhor controle do acompanhamento e emissão desses instrumentos.

O segundo módulo, denominado de Inteligência Hídrica – IH, oferece uma gama de ferramentas técnicas com o objetivo de auxiliar os gestores de águas subterrâneas na tomada de decisão, especialmente, em relação às análises dos pleitos de autorização para perfuração de poços e de outorga de direito de uso de águas subterrâneas nos estados (GONÇALVES *et al.*, 2012).

A partir do módulo de Inteligência Hídrica é possível realizar: pesquisa de proximidade entre poços, cálculo do raio de influência do cone de rebaixamento, balanço hídrico simplificado, delimitação de perímetro de proteção de poços, análise de interação rio-aquífero e análise de fluxo para poços em meio homogêneo (GONÇALVES *et al.*, 2012).

Convém destacar que está previsto o intercâmbio de informações entre o Snirh e o Siagas, da CPRM, uma vez que boa parte dos campos do Submódulo Cadastro de Poços do SAS corresponde àqueles presentes no SIAGAS. Ambos os módulos interoperam com o subsistema do **Snirh** denominado de Inteligência Geográfica – IG, que permite prover dados e informações geoespaciais de suporte à gestão, tendo uma função integradora também entre os demais subsistemas (GONÇALVES *et al.*, 2012).

O SAS dispõe de ferramentas para visualização e consulta de informações em ambiente *web*, permitindo executar operações básicas de um SIG, e de uma base integrada de dados geoespaciais com informações vetoriais e matriciais relacionadas ao tema águas subterrâneas (GONÇALVES *et al.*, 2012).

Apesar de não ser competência da União a regulação de águas subterrâneas[28], essa iniciativa da ANA tem como objetivo fortalecer a implementação da gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Brasil (GONÇALVES *et al.*, 2012).

28 De acordo com a Constituição Brasileira (Artigo 26, incico I), as águas subterrâneas são de domínio dos estados ou do Distrito Federal.

4.5 SISTEMAS PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (SUBSISTEMA PLANN E CONJUNTURA)

Além dos sistemas que suportam os processos de gestão de recursos hídricos descritos nos itens anteriores, o Snirh também disponibiliza um conjunto de informações sobre recursos hídricos. Essas informações permitem visualizar um panorama dos recursos hídricos e da sua gestão, em escala nacional. O acompanhamento dessas informações é uma maneira eficiente de monitoramento da situação dos recursos hídricos, do ponto de vista da quantidade e da qualidade da água, além de avaliar a evolução da estrutura institucional para gestão desses recursos. Tal conhecimento possui caráter estratégico, pois subsidia a identificação de carências e diretrizes para a definição de ações futuras.

Dentro da estrutura formal do Snirh, o subsistema de planejamento consiste no módulo de divulgação dessas informações, em escala nacional. A sua estrutura tem como principal referência a concepção adotada no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos, elaborado e publicado anualmente pela Agência Nacional de Águas. A forma operacional de publicação das informações do subsistema de planejamento se dá através do portal Snirh, que está em constante atualização pela ANA.

CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Resolução nº 58/2006, atribuiu à ANA a responsabilidade pela elaboração do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, de forma sistemática e periódica. Nesse contexto, a ANA, por atribuição estabelecida na referida Resolução, começou a elaborar os Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, com periodicidade anual e cuja primeira versão foi publicada em 2009.

O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil vem sendo apresentado por meio de dois documentos: o Relatório de Conjuntura, com periodicidade quadrienal, e os Relatórios de Conjuntura – Informes, de periodicidade anual. O Relatório de Conjuntura apresenta o estado da arte e o balanço dos últimos quatro anos. Foi concebido para ser importante apoio para a avaliação do grau de implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como orientar as revisões e atualizações do referido Plano. Os Relatórios de Conjuntura – Informes buscam atualizar as informações do Relatório de Conjuntura no intervalo entre suas edições. Mais compactos, têm como objetivo avaliar, essencialmente, as modificações relativas ao ano precedente, no que diz respeito à ocorrência de eventos hidrológicos extremos, às condições de qualidade das águas superficiais e aos demais fatos relevantes em relação aos usos dos recursos hídricos, além da evolução da gestão. Ao fornecer uma visão atualizada, os Informes têm, adicionalmente, a função de subsidiar a elaboração do Relatório de Conjuntura.

A Figura 38 mostra a relação entre o Relatório de Conjuntura e seus Informes.

Tais relatórios tornaram-se uma referência para o acompanhamento sistemático e periódico da condição dos recursos hídricos e de sua gestão, bem como para a identificação dos resultados da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil. Ressalta-se ainda a apropriação das informações trazidas pelo Relatório de Conjuntura em diversas ações governamentais, como a contextualização de programas que compõem o Programa Plurianual (PPA), a elaboração do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente (RQMA) e o desenvolvimento do Painel Nacional de Indicadores Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima).

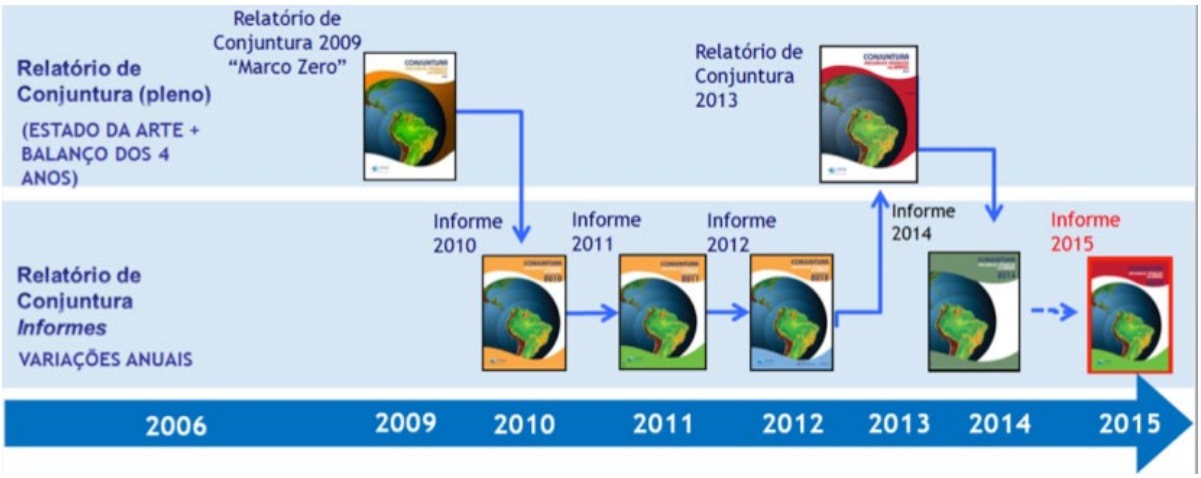


Figura 38 – *Dinâmica de elaboração dos relatórios Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*

Os dados utilizados na elaboração do Conjuntura, com diferentes formatos e períodos de atualização, são coletados na ANA, nos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos e meio ambiente e junto a agentes federais que detêm informações sobre os temas aqui abordados, como o Inmet, a SRHU e a Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF) do MMA, o DNOCS, a Secretaria Nacional de Irrigação (Senir) do Ministério da Integração Nacional (MI), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Fundação Nacional do Índio (Funai), entre outros. O estabelecimento de uma estrutura complexa de apropriação da informação, por meio da articulação de uma "rede de conexões entre iguais", aperfeiçoada a cada ano, constitui importante conquista do Singreh e permite a construção de uma visão do sistema como um todo, consolidando o Relatório de Conjuntura como referência para o acompanhamento sistemático e periódico da condição dos recursos hídricos e de sua gestão.

Assim sendo, o Relatório de Conjuntura está estruturado segundo dois grandes grupos, a saber:

- **Situação dos recursos hídricos:** caracteriza, fundamentalmente, o estado geral dos recursos hídricos sob o ponto de vista quali-quantitativo, abrangendo a ocorrência dos eventos hidrológicos, principalmente precipitação, e seus rebatimentos nas vazões observadas e em eventos críticos (secas e enchentes); a situação dos setores usuários da água; o balanço entre oferta de água e as demandas; e a situação da qualidade das águas superficiais.

- **Situação da gestão dos recursos hídricos:** caracteriza o estado da gestão dos recursos hídricos em escala nacional, com foco nas principais alterações legais verificadas no período; na organização institucional do Singreh; na implementação dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos; nos comitês e agências de água; e nos recursos financeiros provenientes da cobrança pelo uso da água.

A Figura 39 detalha a estrutura adotada no Relatório de Conjuntura 2013.

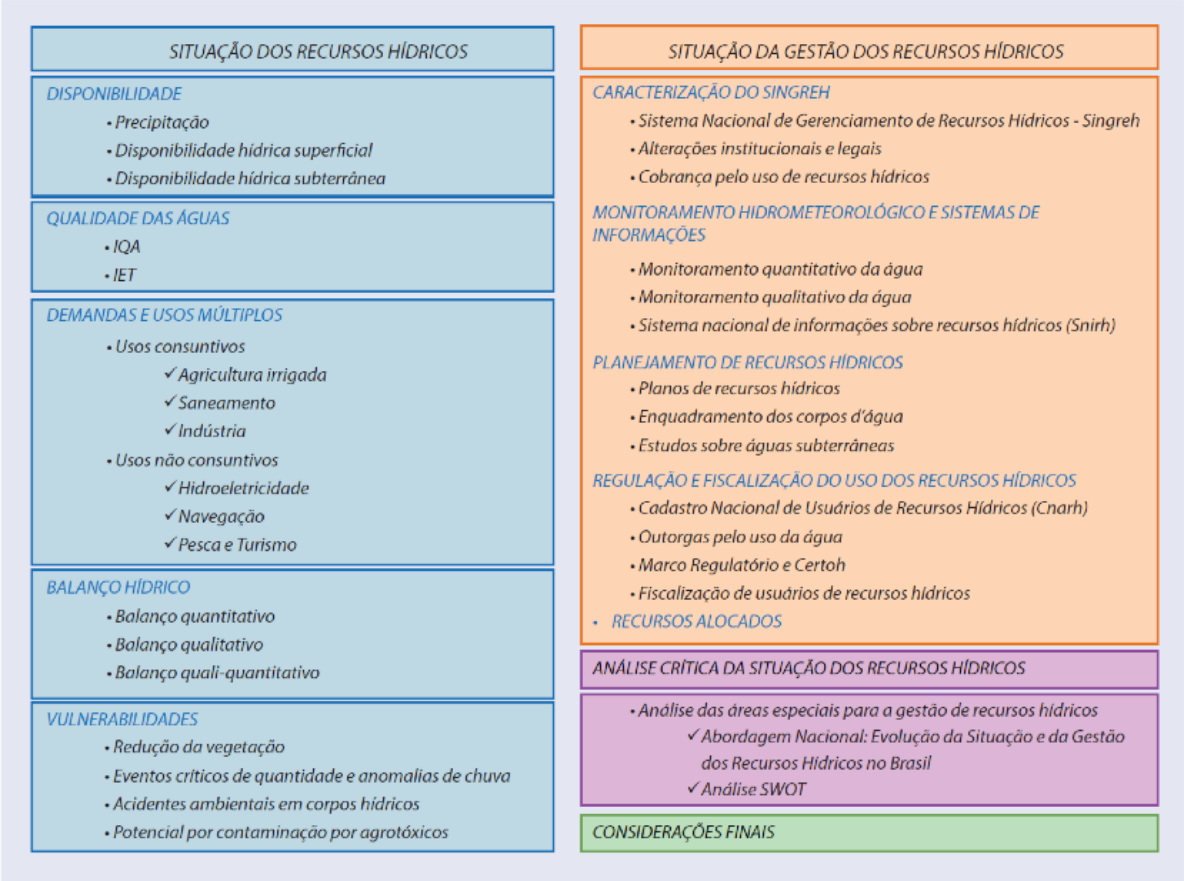


Figura 39 – *Estrutura de temas do Relatório de Conjuntura – 2013*

Importante destacar que a base de dados do Conjuntura contempla as informações geradas nos diversos estudos de planejamento, como por exemplo as informações de abastecimento produzidas no âmbito do Atlas Brasil, e àquelas geradas nos planos de recursos hídricos. O Subsistema de Planejamento e Gestão do Snirh possui então como principal referência as informações consolidadas e atualizadas nessa base do Conjuntura, sendo a sua forma de disponibilização das informações através de um portal com mapas interativos, descrito a seguir.

PORTAL DO SNIRH

Conforme já mencionado, para acesso às informações do Snirh, no âmbito do subsistema de planejamento e gestão, foi construído um Portal na *internet*, onde estão disponíveis diversas informações sobre recursos hídricos. O Portal é composto por um conjunto de mapas interativos relacionados com a temática de recursos hídricos. A seguir são exemplificados alguns dos mapas que compõem o portal atual.

DIVISÃO HIDROGRÁFICA E HIDROGRAFIA

Figura 40 – Divisão de Regiões Hidrográficas

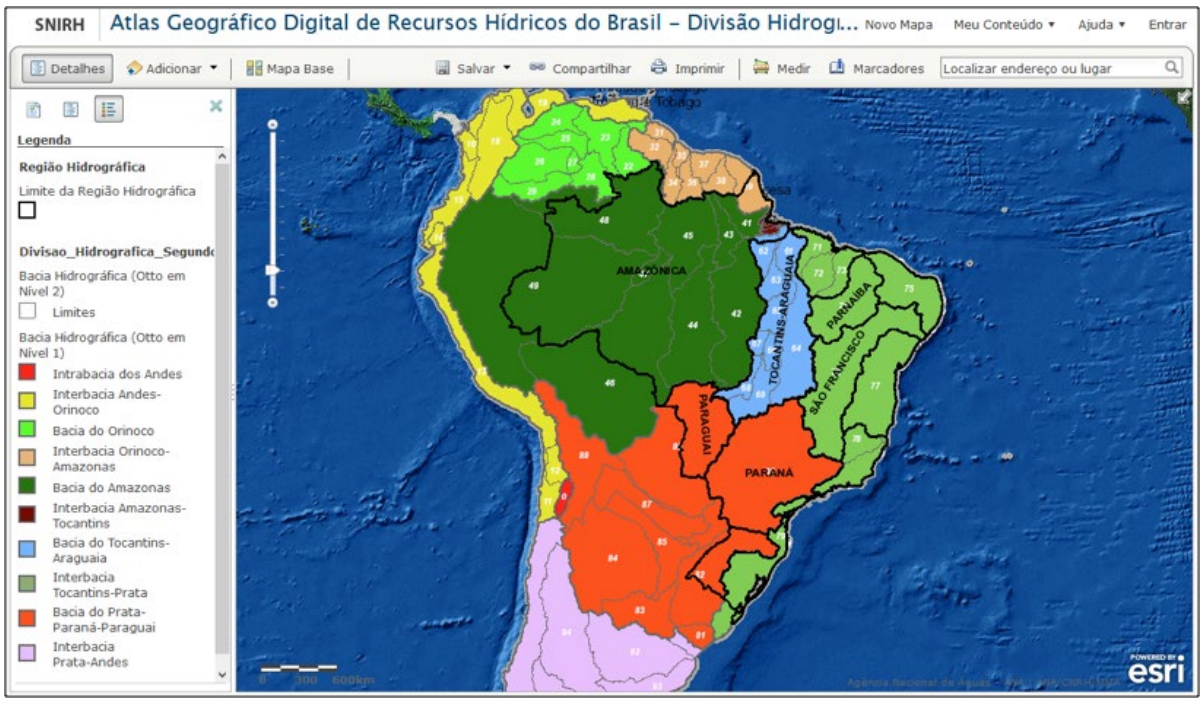


Figura 41 – Divisão Hidrográfica segundo a Metodologia de Ottocodificação

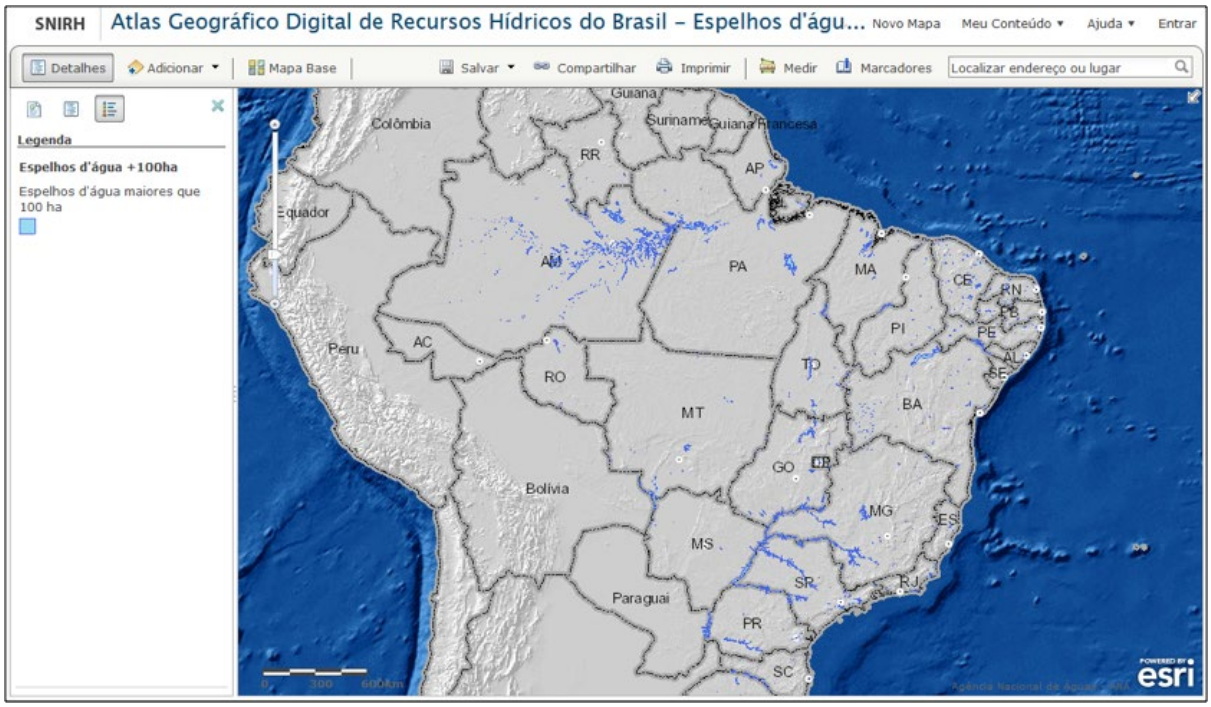


Figura 42 – Espelhos d'água do Brasil

Figura 43 – Principais rios do Brasil

DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

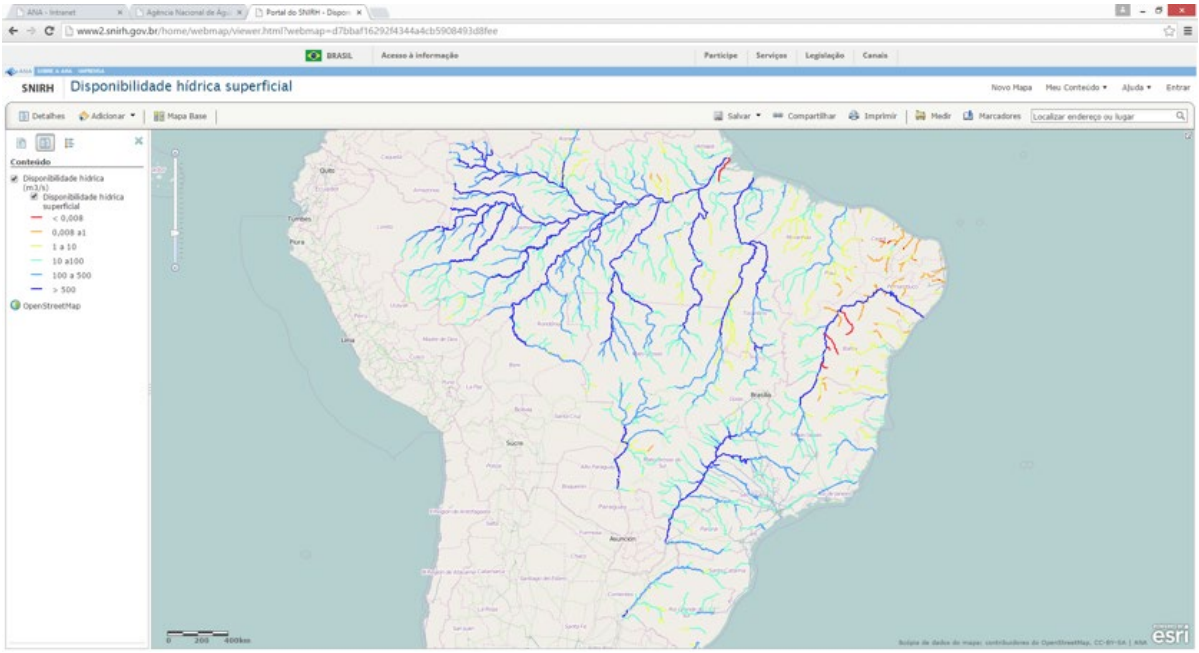


Figura 44 – *Disponibilidade hídrica superficial*

QUALIDADE DAS ÁGUAS

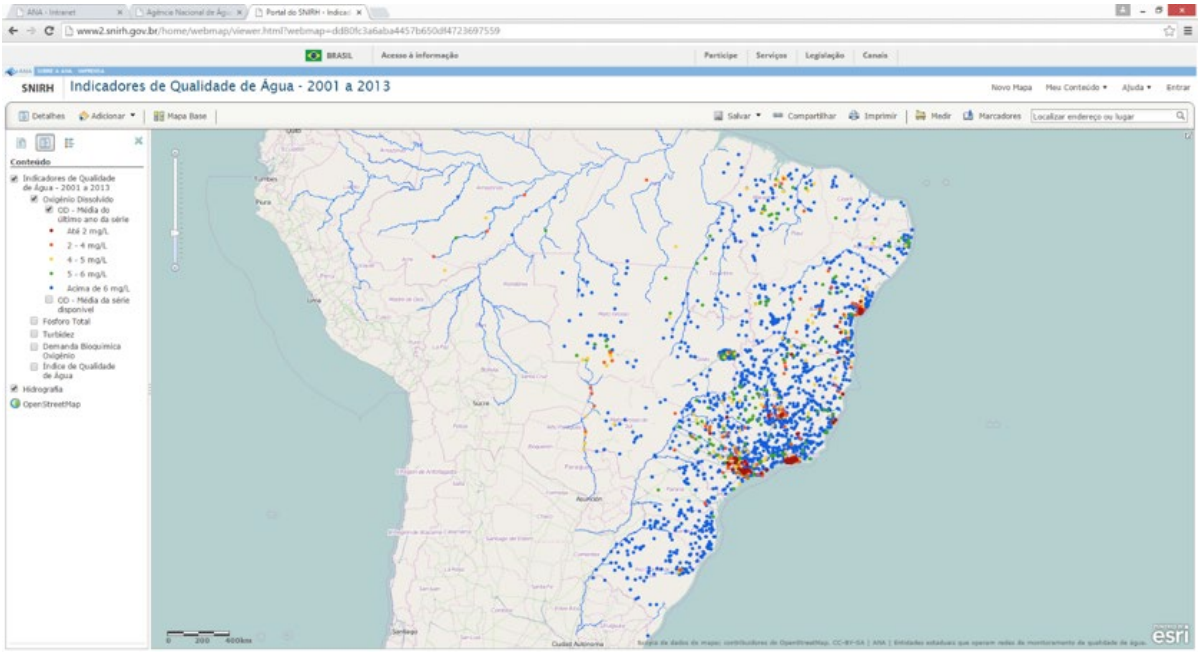


Figura 45 – *Indicadores de Qualidade de Água*

BALANÇO HÍDRICO

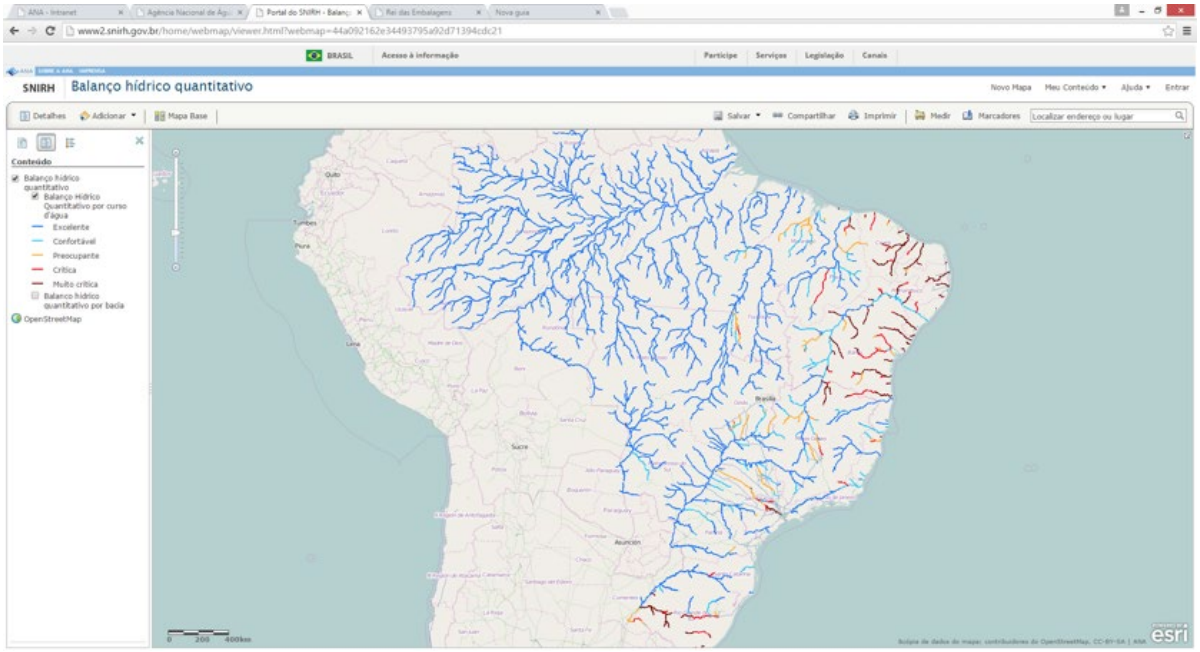


Figura 46 – *Balanço hídrico quantitativo*

COMITÊS DE BACIA

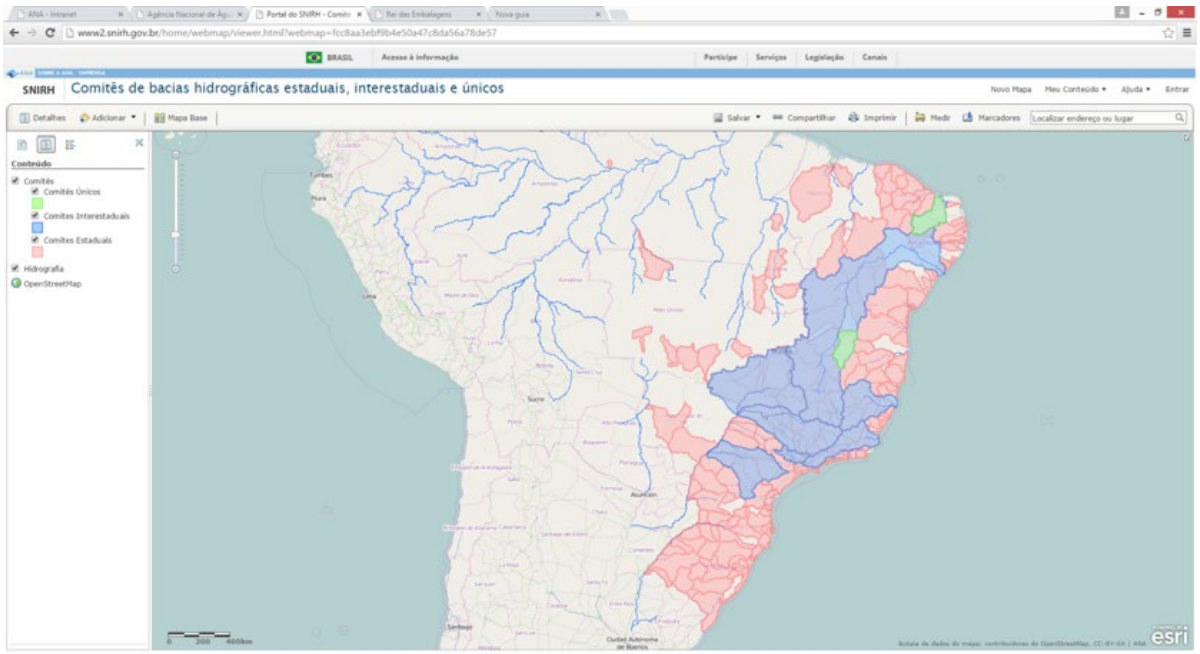


Figura 47 – *Comitês de Bacia Hidrográfica*

OUTORGAS DE USO DA ÁGUA

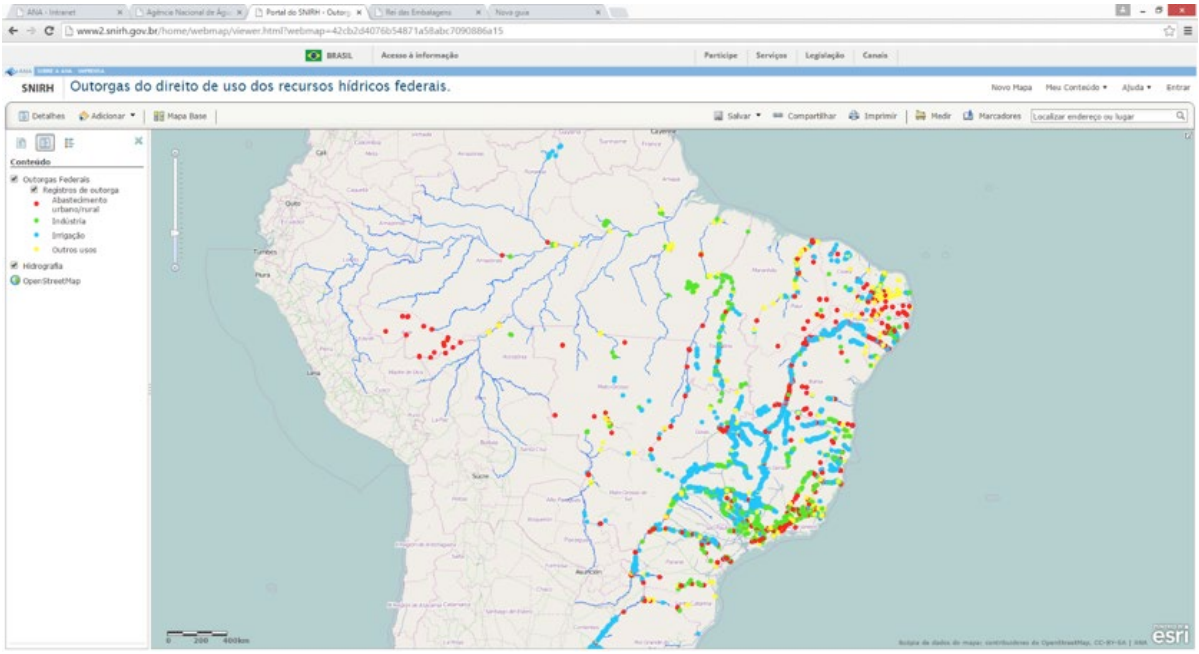


Figura 48 – *Outorgas do direito de uso dos recursos hídricos federais*

Para todos os subtemas estão previstos mapas interativos e acesso aos seus respectivos metadados, com a possibilidade também de *links* a outros subsistemas do Snirh. Também prevê-se a possibilidade de *download* aos arquivos de todas as publicações do Relatório de Conjuntura.

VEJA MAIS: O endereço do Portal do Snirh é http://www.snirh.gov.br.

Portal de Metadados da ANA

O Portal de Metadados Geoespaciais da ANA integra a estrutura do Snirh e foi criado para organizar informações detalhadas alusivas a dados geoespaciais produzidos e utilizados pela Agência visando ao registro padronizado e permanente, e a disseminação e acessibilidade destes dados por meio da *internet*.

O Portal foi construído a partir da customização do aplicativo de código livre "Geonetwork", seguindo as recomendações do Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil, homologado pela Comissão Nacional de Cartografia e parte integrante da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (Inde). No Portal é possível encontrar amplas informações sobre dados georreferenciados, tais como: localização, coordenadas, escala, finalidade, etc. O Portal também permite acesso a **dados em formato vetorial e matricial**. Exclusivamente para os dados produzidos pela Agência Nacional de Águas é possível baixá-los diretamente pelo Portal. Para os demais, há o direcionamento para a página na *internet* de origem da informação.

Atualmente o Portal dispõe de metadados cadastrados para aproximadamente 170 dados produzidos ou utilizados pelos sistemas da ANA, organizados segundo as categorias temáticas do Snirh, como Balanço Hídrico, Quantidade, Qualidade e Usos da Água. Dentre esses, 70 compõem o módulo de Inteligência Geográfica (IG) do Snirh.

O Portal de Metadados Geoespaciais apresenta uma média de 300 acessos diários, e possui uma estrutura robusta para *download* dos dados pelos usuários da informação geoespacial. Os dados mais acessados correspondem aos Mapas Temáticos de Domínio dos Corpos Hídricos Superficiais, Mosaicos de Imagens de Satélite das Unidades da Federação, base de espelhos d'água e base hidrográfica ottocodificada do Brasil.

Os objetivos do GeoNetwork são:

- Melhorar o uso integrado, assim como o acesso aos dados e às informações espaciais;
- Apoiar os processos de tomada de decisão;
- Promover abordagens multidisciplinares para um desenvolvimento sustentável;
- Reforçar a compreensão de benefícios da informação geográfica.

O projeto "GeoNetwork opensource" permite de uma maneira fácil compartilhar informações temáticas georreferenciadas entre várias organizações que constituem instituições vinculadas à Inde, como é o caso da ANA. A Figura 49 apresenta a estrutura do Portal de metadados da ANA.

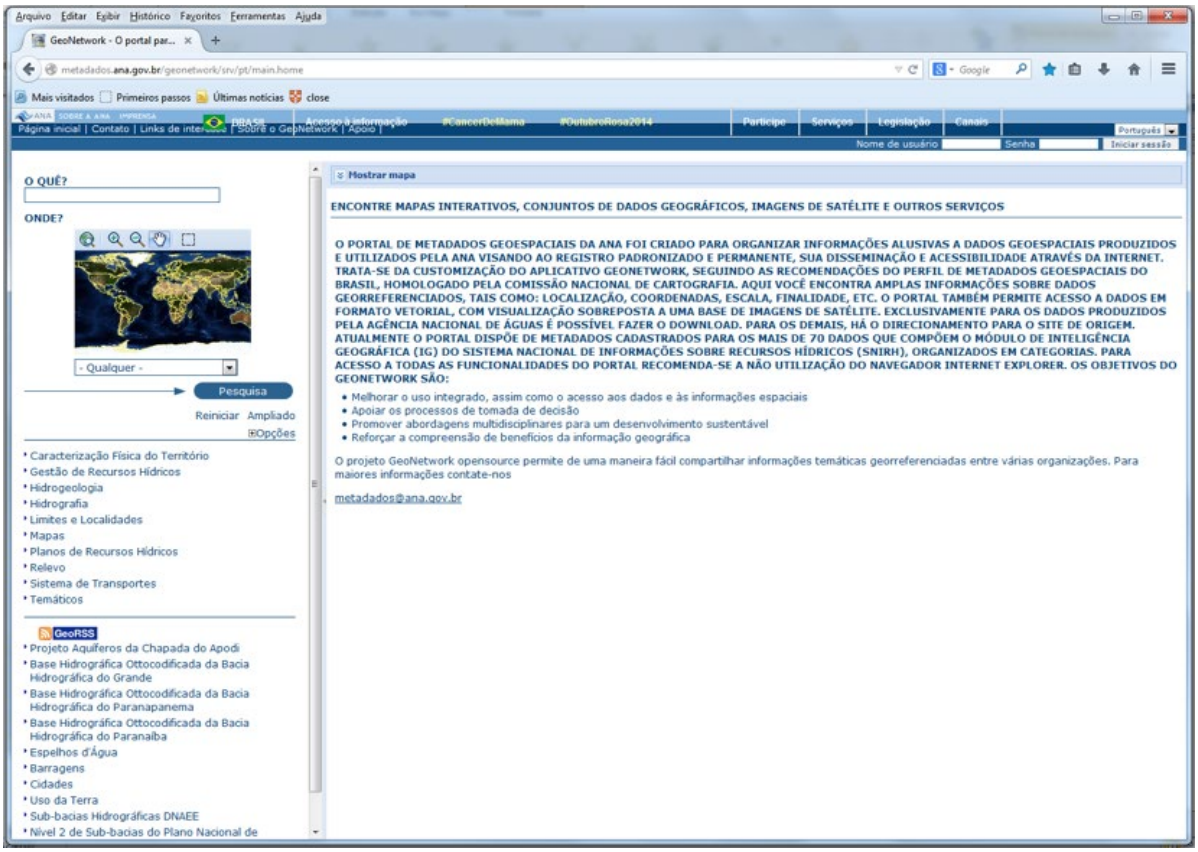


Figura 49 – *Tela inicial do Portal de Metadados da ANA*

VEJA MAIS: O endereço do Portal de Metadados Geoespaciais da ANA é http://www.ana.gov.br/metadados.

Laboratório de análises de água da ETA Itamaraty, Águas Vermelhas/MG.
Autor: Eraldo Peres / Banco de Imagens ANA.

5

Aspersor para irrigação, Jaguariúna/SP
Autor: Tomás May / Banco de Imagens ANA.

OUTRAS EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE ÁGUAS

Com o intuito de aproximar a teoria apresentada nos capítulos anteriores com a prática presente no Brasil, algumas experiências de Sistemas de Informações úteis, de alguma forma, à gestão de recursos hídricos, serão apresentadas neste Capítulo.

5.1 SISTEMAS DE BANCO DE DADOS

Nesta seção apresentaremos alguns exemplos de sistemas que foram desenvolvidos com foco no armazenamento, processamento, disponibilização e manipulação de dados. Cabe ressaltar que muitos sistemas de banco de dados estão inseridos ou se constituem em subsistemas de sistemas maiores, se configurando como base de dados para outros sistemas, embora possam funcionar independentemente destes.

5.1.1 O SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (SIAGAS)

O SIAGAS é um sistema de informações de águas subterrâneas desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) composto por uma base de dados de poços. O Sistema possui módulos capazes de realizar consultas, pesquisa, extração de dados, além de gerar relatórios.

O SIAGAS se baseia no mapeamento e pesquisa hidrogeológica de poços em todo o País e contém informações sobre dados gerais e construtivos dos poços cadastrados, dados sobre os aquíferos, dados geológicos, análise

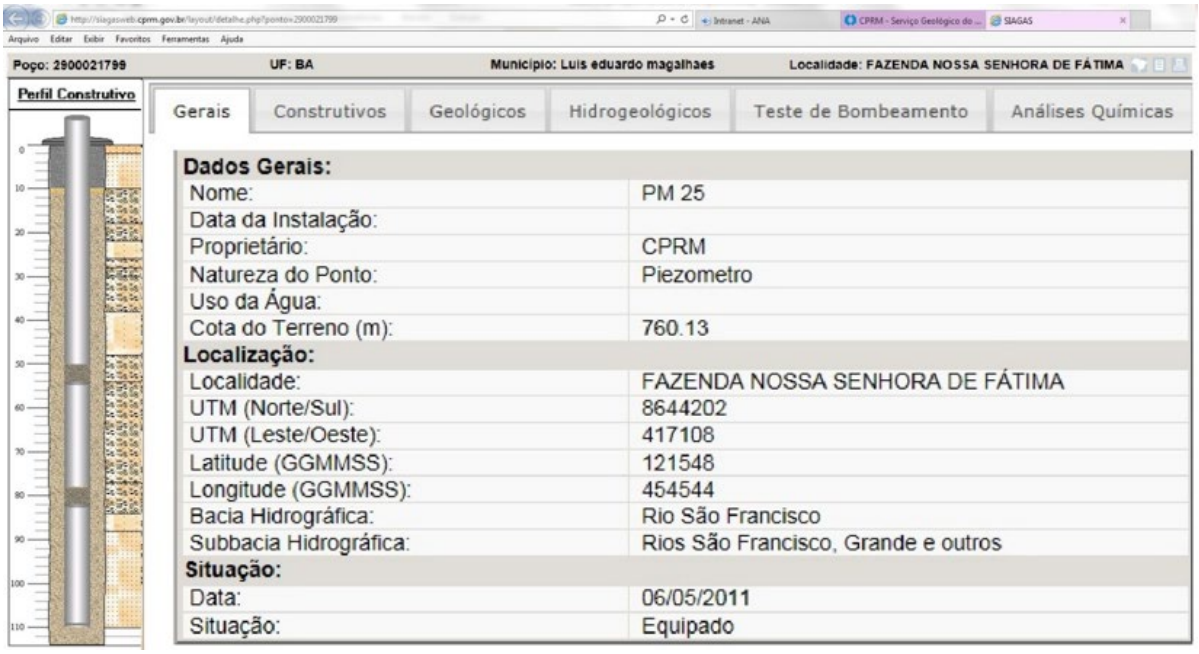


Figura 50 – *Tela resultado de consulta do SIAGAS*

química das águas e dos solos, resultados de testes de bombeamento dos poços, dentre outras. A Figura 50 ilustra uma das abas de consulta do Sistema e algumas das informações constantes do banco de dados.

O SIAGAS permite a sua integração com outros sistemas, conforme recomendação do CNRH[29]. Outra moção do CNRH[30] recomenda a adoção do SIAGAS pelos órgãos gestores estaduais, ANA e usuários de recursos hídricos subterrâneos, reforçando tal Sistema como base nacional compartilhada para armazenagem, manuseio, intercâmbio e difusão de informações sobre águas subterrâneas.

Os principais usuários do SIAGAS são perfuradores de poços, gestores e profissionais que lidam com recursos hídricos e meio ambiente, usuários de água, além de estudantes e pesquisadores do setor.

No SIAGAS é possível se gerar mapas temáticos com informações de interesse relacionadas às águas subterrâneas. Na Figura 51 é apresentado um mapa de domínio hidrogeológico gerado a partir do sistema.

O Sistema disponibiliza também dados e informações oriundas da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – RIMAS por meio de uma janela específica na página do SIAGAS na *internet*.

Até o final de 2014, o Sistema registrava mais de 250 mil poços cadastrados.

VEJA MAIS: Para mais informações acesse http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/.

29 A Moção nº 039, de 7 de dezembro de 2006, do CNRH recomenda a integração entre os sistemas SIAGAS, SNIRH, SINIMA (Meio Ambiente), SIGHIDRO (fontes hidrominerais), SNIS (Saneamento) e SIPNRH (Plano Nacional de Recursos Hídricos).
30 Moção nº 038, de 7 de dezembro de 2006.

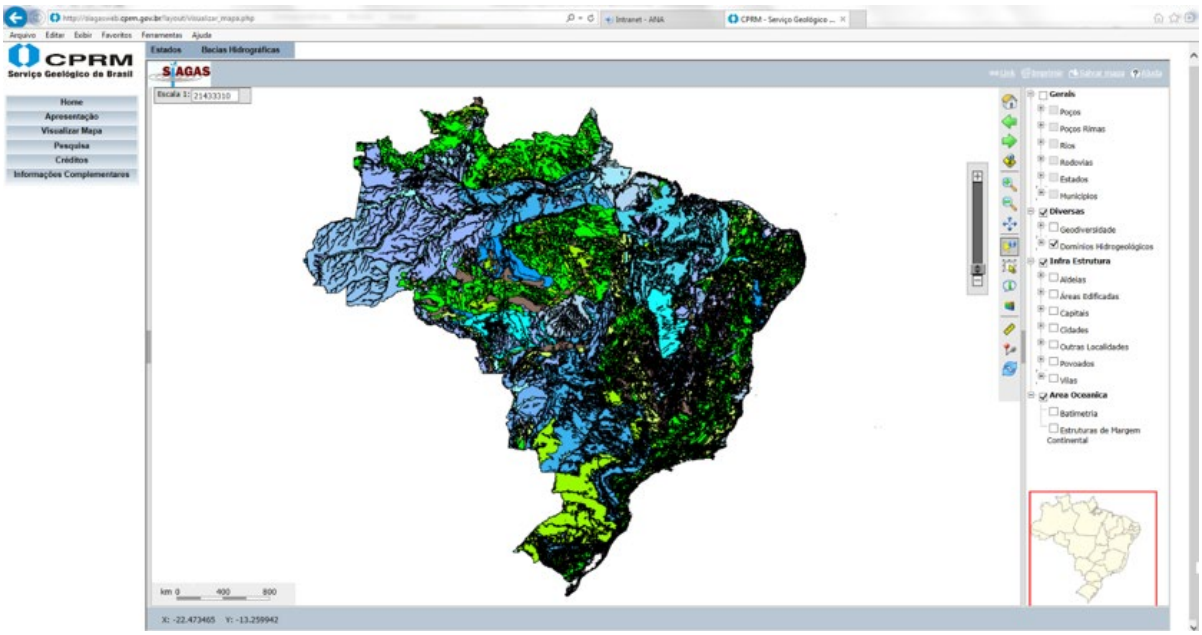


Figura 51 – *Mapa de domínio hidrogeológico gerado a partir do SIAGAS*

5.1.2 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS (SNISB)

O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é um dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida pela Lei Federal nº 12.334, de 2010. Sua finalidade é o registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional. O SNISB está em fase de implementação e compreenderá um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações, devendo contemplar barragens em construção, em operação e desativadas. Assim como os SIRHs na Política de Recursos Hídricos, o SNISB tem como princípios básicos de funcionamento: a descentralização da obtenção e produção de dados e informações; a coordenação unificada do sistema; e o acesso a dados e informações garantido a toda a sociedade.

Como instrumento da PNSB, o SNISB foi objeto de regulamentação pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos quanto às diretrizes para sua aplicação e atuação[31], que estabeleceu inclusive as competências relacionadas ao Sistema. Os responsáveis diretos pelas informações são: a ANA, como gestora do sistema e entidade fiscalizadora da segurança de barragens; os demais órgãos fiscalizadores; e os empreendedores de barragens.

Como gestora do SNISB, compete à ANA: desenvolver a plataforma informatizada; estabelecer mecanismos e coordenar a troca de informações com as demais entidades fiscalizadoras; definir as informações que deverão compor o SNISB, em articulação com os demais órgãos fiscalizadores; e disponibilizar o acesso a dados e informações para a sociedade por meio da Rede Mundial de Computadores (*internet*).

Compete a todas entidades fiscalizadoras: manter cadastro atualizado das barragens sob sua jurisdição; disponibilizar permanentemente o cadastro e demais informações sobre as barragens sob sua jurisdição e em formato que

31 Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012.

permita sua integração ao SNISB, em prazo definido pela ANA em articulação com as demais entidades fiscalizadoras; e manter a classificação das barragens sob sua jurisdição por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, atualizada no SNISB.

Aos empreendedores compete: manter atualizadas as informações cadastrais relativas às suas barragens junto ao respectivo órgão fiscalizador; articular-se com o órgão fiscalizador, com intuito de permitir um adequado fluxo de informações.

O SNISB deverá buscar a integração e a troca de informações, no que couber, com o Sinima; com o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais; com o SNIRH; e com os demais sistemas relacionados com segurança de barragens.

O Sistema apresenta interface de comunicação com a sociedade e é composto por dez módulos: Cadastro; Classificação; Plano de Segurança da Barragem (PSB); Relatório de Segurança de Barragem (RSB); Eventos Adversos; Fiscalizador; Registros Pendentes; Documentação; Consultas e Administração. O SNISB está em fase de implementação pela ANA.

5.1.3 O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

O SNIS é um sistema de informações sobre o setor de saneamento brasileiro, vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCidades). Possui uma base de dados que contém informações e indicadores sobre a prestação de serviços de Água e Esgotos e de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.

Todas as informações do SNIS são fornecidas anualmente pelos prestadores de serviços de água, esgotos e resíduos sólidos urbanos. Por isso, o Sistema é dividido em dois componentes: Água e Esgotos (SNIS-AE) e Resíduos Sólidos (SNIS-RS).

As informações e indicadores do SNIS têm caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água e esgotos e de resíduos sólidos urbanos.

O SNIS tem como objetivos principais auxiliar:

- o planejamento e execução de políticas públicas de saneamento;
- a orientação da aplicação de recursos;
- o conhecimento e avaliação do setor saneamento;
- a avaliação de desempenho dos prestadores de serviços;
- o aperfeiçoamento da gestão;
- a orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e
- o exercício do controle social.

O SNIS publica anualmente (desde 1996 para Água e Esgotos e desde 2002 para Resíduos Sólidos Urbanos) os Diagnósticos da situação da prestação de serviços de saneamento básico, divididos em **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** e **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Para auxiliar a compreensão dos termos, definições e equações adotadas pelo SNIS, são disponibilizados também os Glossários de Informações e de Indicadores. Finalmente, para facilitar a consulta aos dados do SNIS, existe o aplicativo SNIS – Série Histórica, com o qual podem ser visualizados, de forma rápida e fácil, os dados do SNIS a partir de consultas personalizadas a critério do usuário. A Figura 52 apresenta a capa do relatório “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013”.

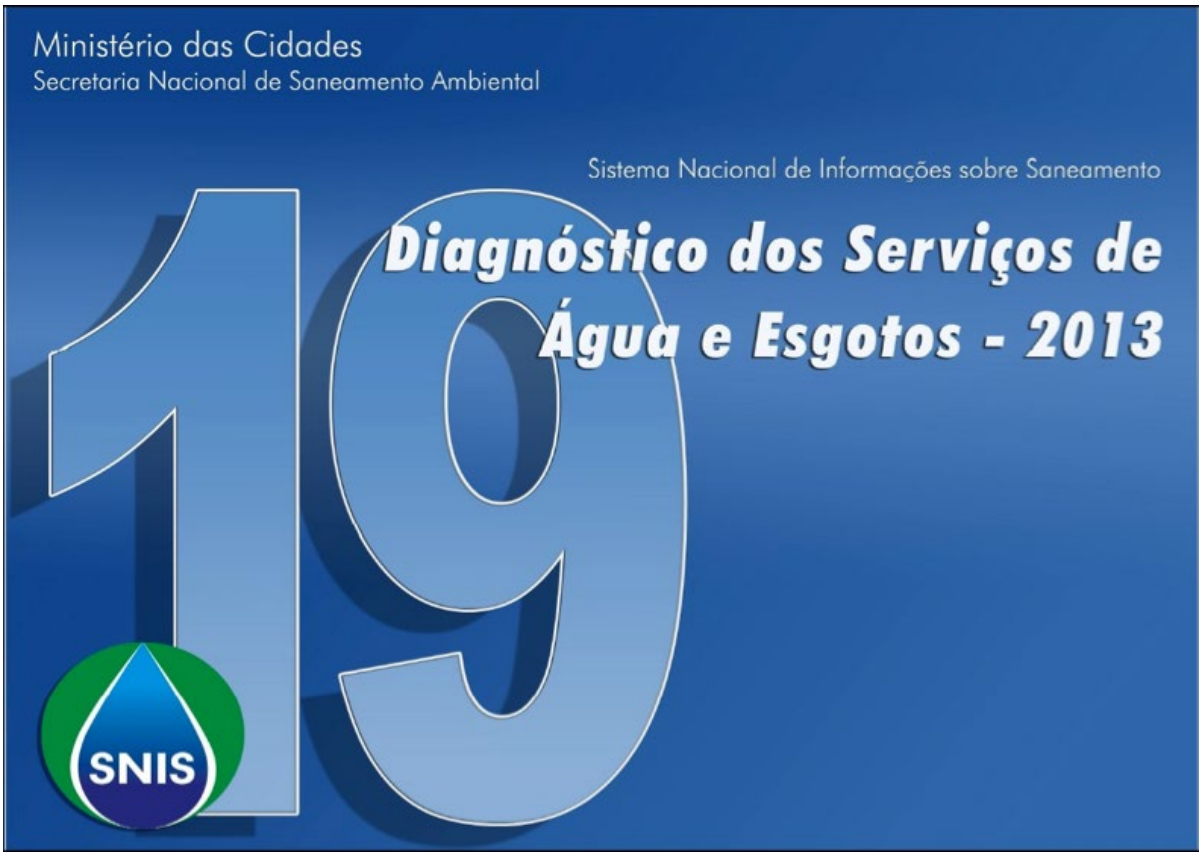


Figura 52 – *Capa do relatório "Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013"*

Todos os dados do SNIS são públicos, atualizados anualmente e disponibilizados gratuitamente a qualquer interessado.

VEJA MAIS: Para mais informações acesse http://www.snis.gov.br/.

5.1.4 O CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (CNUC)

O Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) é mantido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com a colaboração de órgãos gestores federais, estaduais, municipais e particulares. Seu principal objetivo é disponibilizar um banco de dados com informações oficiais do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). O CNUC contém informações sobre as características físicas, biológicas, turísticas, gerenciais e os dados georreferenciados das unidades de conservação (UCs). Assim, a sociedade pode acompanhar os resultados das ações governamentais de proteção do patrimônio biológico nacional.

As principais vantagens da implantação do CNUC são:

- disponibilização de informações oficiais sobre as unidades de conservação do SNUC;
- publicação de relatórios detalhados sobre a situação das UCs, facilitando a realização de diagnósticos, a identificação de problemas e a tomada de decisão;
- possibilidade de criação e acompanhamento de indicadores sobre o estado de implementação do SNUC;

• verificação da conformidade das UCs com normas e critérios de criação estabelecidos na Lei nº 9.985/2000[32];

• disponibilização de informações para o planejamento, administração e fiscalização das UCs.

Os recursos provenientes de compensação ambiental são destinados exclusivamente para UCs reconhecidas pelo CNUC como pertencentes ao SNUC[33]. A Figura 53 ilustra a localização das UCs cadastradas no CNUC.

VEJA MAIS: Para mais informações acesse http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.

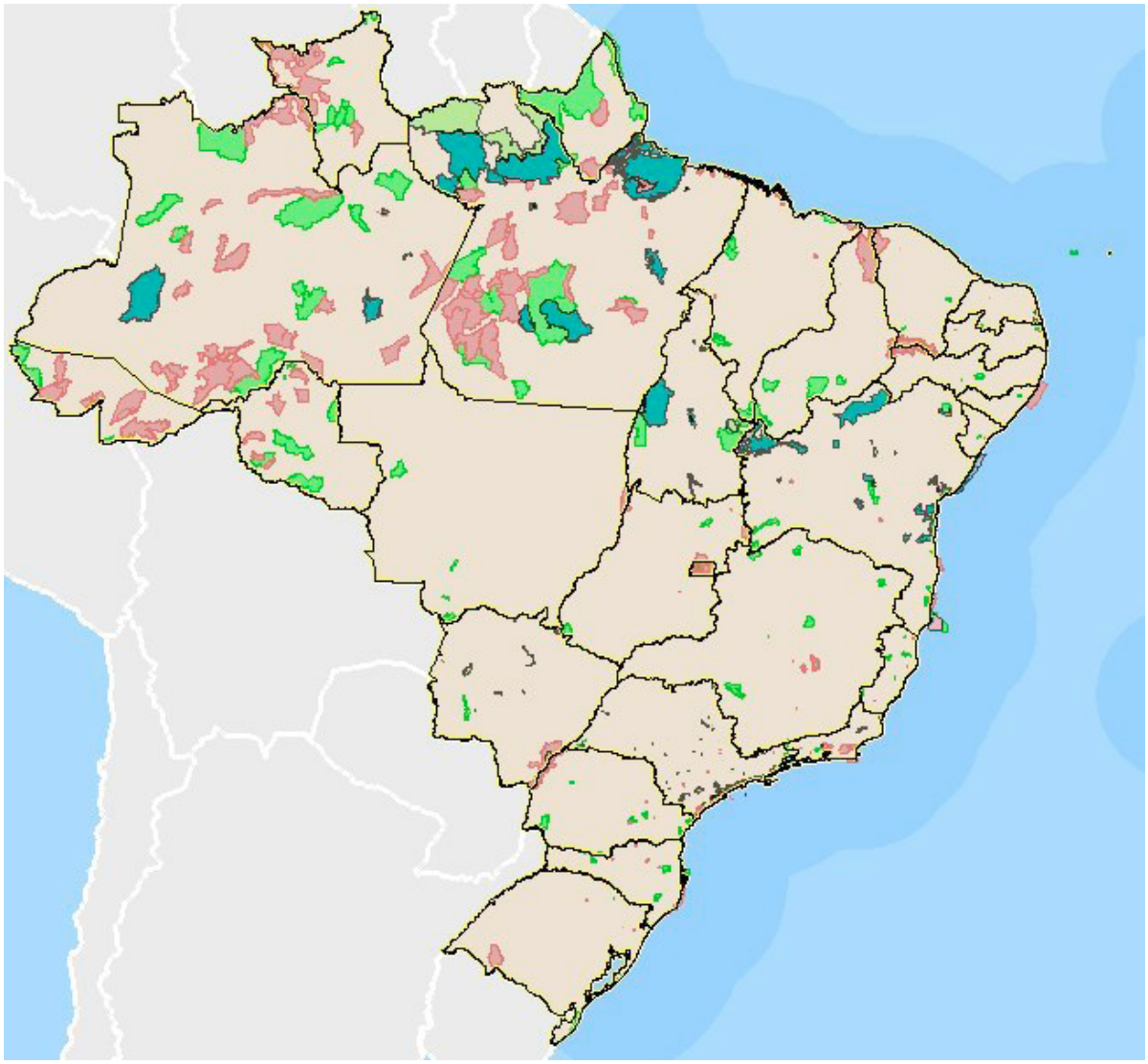


Figura 53 – *Localização das unidades de conservação cadastradas no CNUC*
Fonte: http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs, acesso em 08/10/2015

32 A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

33 Art. 11 da Resolução CONAMA nº 371/2006.

5.2 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Nesta seção apresentaremos alguns exemplos de sistemas que foram desenvolvidos para, de alguma forma, auxiliarem na interpretação, diagnóstico, monitoramento, planejamento e controle de situações relacionadas à gestão de recursos hídricos.

5.2.1 REGULAÇÃO

Nessa seção descreveremos sistemas focados no apoio a ações de regulação do uso dos recursos hídricos, notadamente a outorga de direito de uso e a consequente fiscalização das condições de uso autorizadas pelos órgãos reguladores.

5.2.1.1 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA OUTORGA DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES – O CASO DO ESPÍRITO SANTO

O estado do Espírito Santo instituiu sua Política de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 5.818, de 29 de dezembro de 1998, a qual define também os instrumentos de gestão da água, incluindo nestes a outorga do direito de uso de recursos hídricos.

A **outorga** é o ato administrativo que garante o controle quantitativo e qualitativo do uso da água, especificando o local, a fonte, a vazão em determinado período e a finalidade do uso, garantindo ainda o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos por parte dos usuários interessados (SILVA *et al.*, *apud* DINIZ *et al.*, 2007).

A outorga para lançamento de efluentes deve estimar a quantidade de água necessária para diluição dos resíduos despejados no corpo hídrico, de acordo com os **parâmetros** considerados outorgáveis, e de forma a não alterar a classe de **enquadramento** do corpo de água receptor.

VEJA MAIS: Para saber mais sobre os instrumentos enquadramento e outorga, consultar, respectivamente, os Volumes 5 e 6 desta Série de Cadernos.

PARÂMETROS DE REFERÊNCIA PARA OUTORGA DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Os parâmetros de referência para outorga de lançamento de efluentes podem ser físicos, químicos e biológicos. Os parâmetros mais comumente usados como referência no Brasil para este tipo de outorga são a temperatura e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). No entanto, em locais mais sujeitos a processos de **eutrofização** (tais como lagos e açudes), fósforo e nitrogênio são parâmetros que devem ser considerados na análise de outorga para diluição de efluentes, uma vez que esses elementos servem de nutrientes para plantas aquáticas e podem provocar o crescimento excessivo de algas e prejudicar a qualidade da água do corpo hídrico receptor.

Assim, variáveis como vazão e duração do lançamento, concentração do poluente a ser diluído, caracterização do sistema de tratamento do efluente, devem ser consideradas na análise da outorga de lançamento.

No caso do Espírito Santo, os processos de outorga são divididos, de maneira geral, em quatro etapas (DINIZ *et al.*, 2007):

1. Georreferenciamento e obtenção de dados físicos e geográficos do ponto de uso ou interferência;

2. Realização do balanço entre a demanda e a disponibilidade hídrica para a seção do corpo de água em questão;

3. Avaliação quanto ao uso racional do volume de água requerido;

4. Elaboração de parecer técnico e demais documentos necessários.

A etapa 2 é a mais importante do processo, sendo realizada tanto para as outorgas de usos consuntivos quanto para as de diluição de efluentes, só que com procedimentos diferentes. Em ambas as situações é utilizada uma ferramenta de análise, composta de um sistema de planilhas desenvolvida no aplicativo Microsoft Excel®.

Para análise da outorga para diluição de efluentes em cursos de água, é adotada pelo estado a equação para vazão de diluição, considerando o parâmetro DBO (ROQUES, *apud* DINIZ *et a*l., 2007). Por essa equação quantifica-se a vazão necessária para diluição de um determinado parâmetro para o lançamento em análise, de forma que a concentração deste parâmetro no curso de água receptor seja compatível à concentração permitida para o trecho em questão, conforme a classe de enquadramento estabelecida na Resolução CONAMA nº 357/05.

A concentração de DBO do efluente lançado, a vazão lançada, a concentração máxima permitida de DBO e a concentração natural de DBO para o curso de água receptor são as informações necessárias ao cálculo da vazão de diluição. As informações referentes ao efluente são apresentadas pelo requerente ou estimadas com base em dados de bibliografia (DINIZ *et al.*, 2007).

A vazão de diluição, associada à vazão do efluente lançado, fica indisponível a outros usuários a jusante para diluição do mesmo parâmetro – DBO, e a medida que haja a **autodepuração** do corpo hídrico, mais água pode ser disponibilizada para diluição do mesmo parâmetro a jusante do ponto de lançamento sob análise.

Assim, utilizando-se o modelo matemático desenvolvido por Streeter e Phelps para o cálculo do decaimento da concentração de DBO (autodepuração), a vazão indisponível para o parâmetro DBO em um trecho x, localizado a jusante do lançamento realizado no trecho x_0, é calculada com base na seguinte Equação (DINIZ *et al.*, 2007):

$$Qindisp_x = \frac{(Qe + Qdilui_{x0}).\ Cmax_{x0}.\ e^{-K_1.t}}{Cmax_x}$$

Onde, $\boldsymbol{Qindisp_x}$ é a vazão que se torna indisponível para outras diluições do mesmo parâmetro (em m³/s); ***Qe*** é a vazão de lançamento do efluente (em m³/s); $\boldsymbol{Qdilui_{x0}}$ é a vazão de diluição no trecho onde ocorre o lançamento (em m³/s); $\boldsymbol{Cmax_{x0}}$ é a concentração máxima permitida de DBO para o trecho do corpo receptor onde ocorre o lançamento (em m³/s); $\boldsymbol{Cmax_x}$ é a concentração máxima permitida de DBO para o trecho do corpo receptor onde se quer calcular a vazão indisponível (em m³/s); $\boldsymbol{K_1}$ é o coeficiente de desoxigenação (1/dia)[34] e ***t*** é

34 Para o coeficiente K_1 são adotados valores recomendados na literatura, correspondentes a rios com águas limpas (Von Sperling, *apud* Diniz *et al.*, 2007).

Vazão de diluição			Vazão indisponível			Vazão disponível para o lançamento	Disponibilidade para o lançamento	Comprometimento total	Comprometimento individual
Individual (l/s)	Outros usuários (l/s)	Total (l/s)	Individual (l/s)	Outros usuários (l/s)	Total (l/s)	(l/s)			
		0,0			0,0				
6,8	0,0	6,8	7,9	0,0	7,9	27,0	OK	13 %	13 %
	6,9	6,9		6,8	6,8				

Rio São Félix | Rio Ipanema

Figura 54 *– Tela da Planilha de Lançamento de Efluentes (Diniz et al., 2007)*

o tempo de percurso do trecho de lançamento até o trecho localizado a jusante (em horas).

O cálculo da vazão indisponível conforme a Equação para cada ponto de lançamento ao longo da bacia e a verificação quanto ao atendimento dos critérios de outorga são realizados por meio do **Sistema Planilha de Lançamento de Efluentes** (Figura 54). Portanto, o Sistema automatiza o cálculo da vazão comprometida para a diluição do efluente a ser lançado, com base em modelos matemáticos próprios para cálculo de depuração de DBO.

A análise da outorga para diluição de efluentes em lagos e reservatórios também é obtida com o auxílio do Sistema de Planilhas de Lançamento de Efluentes, muito embora seja adotada uma outra equação para estimativa da carga máxima admissível de fósforo (ROQUES, 2006). Por essa equação quantifica-se a capacidade suporte do lago ou reservatório em termos do parâmetro fósforo, de forma que a concentração deste no corpo de água receptor seja compatível com a concentração permitida, também conforme a classe de enquadramento estabelecida (DINIZ *et al.*, 2007).

Uma vez verificado o atendimento do pleito aos critérios de outorga realiza-se a avaliação da coerência da demanda requerida com a finalidade a que se destina, a chamada avaliação do uso racional da água. Essa análise consiste na comparação do volume de água requerido com aquele necessário para o uso da água pretendido, sendo esse último determinado a partir de índices de consumo indicados em bibliografia específica para cada tipo de uso (DINIZ *et al.*, 2007).

Realizadas as avaliações e verificações citadas anteriormente, o técnico de recursos hídricos elabora o parecer contendo os dados principais do processo de outorga, a descrição das etapas da análise e a conclusão do pedido: deferimento, indeferimento ou necessidade de apresentação de informações complementares. Também compete ao técnico minutar os ofícios a serem encaminhados ao requerente e elaborar a Portaria de Outorga e o respectivo Certificado a serem entregues ao outorgado após a conclusão do processo (DINIZ *et al.*, 2007).

Dessa forma, conclui-se que o uso do Sistema de Planilha de Lançamento de Efluentes agiliza o trabalho dos técnicos responsáveis pelas análises das outorgas e aumenta a confiabilidade dos processos, uma vez que os Sistemas foram estruturados com base em critérios técnicos de análise bem definidos, possibilitando a padronização das avaliações dos pedidos de outorga.

5.2.1.2 SISTEMA DE FISCALIZAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

A Lei nº 12.334/2010 estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e conferiu à ANA novas atribuições relativas à segurança destas obras de engenharia. Assim, a fiscalização da segurança das barragens de acumulação de água é atribuída ao órgão gestor de recursos hídricos que outorgou o

barramento, com exceção daquelas utilizadas para a geração de energia elétrica; ou ao órgão ambiental que licenciou a sua instalação, no caso das barragens para disposição de resíduos industriais; ou ainda ao órgão outorgante de direitos minerários, no caso das barragens de rejeitos de mineração.

Consta atualmente no cadastro de barragens passíveis de fiscalização pela ANA um total de 121 reservatórios para usos múltiplos em rios de domínio da União, que foram identificados com base no levantamento de dados de todos os estados da Federação conforme distribuição apresentada na Figura 55. O cadastro de barragens é revisado à medida em que novos reservatórios sejam identificados ou construídos.

A Superintendência de Fiscalização da ANA elabora anualmente o planejamento das

***Figura 55** – Distribuição espacial das barragens passíveis de fiscalização pela ANA*

campanhas de fiscalização, com base em critérios de priorização previamente estabelecidos que observam, entre outros fatores, a classe de risco e de dano potencial, o nível de perigo, a capacidade de acumulação e a altura da barragem. O Plano Anual de Fiscalização (PAF) contém o detalhamento do período, local e finalidade das campanhas de fiscalização e é implementado no ano seguinte.

As campanhas de fiscalização de segurança de barragens visam acompanhar o atendimento da PNSB, em conformidade com a Lei nº 12.334/2010 e os normativos da ANA. A Coordenação de Fiscalização de Serviços Públicos e de Segurança de Barragens (COFIS/SFI) é a responsável pela execução do PAF. Tais atividades de fiscalização foram iniciadas em 2013 e desde então foi criado um sistema que é responsável pelo acompanhamento das ações decorrentes da ação fiscalizadora.

O sistema foi desenvolvido pela equipe da COFIS/SFI e conta com uma interface de controle baseada em formulários de banco de dados do programa Microsoft Access®, que serve de camada de entrada dos dados que são armazenadas no banco de dados. As telas da interface gráfica são mostradas nas Figuras 56 a 60.

O sistema está dividido em 6 módulos que são responsáveis pelo controle de acesso e gestão das informações do sistema. O principal módulo do sistema é **Módulo de Ocorrências** que permite o acompanhamento e o controle das ações decorrentes da ação fiscalizadora que necessitem de acompanhamento de prazos de atendimento pelo empreendedor, ou seja, autos de infração de advertência, de multa simples ou diária e solicitação de informações complementares de inspeção. O **Módulo de Barragens** permite o acesso aos dados de cadastro das barragens fiscalizáveis. O **Módulo de Inspeções** permite o acesso às informações das inspeções regulares de segurança de barragens e permite a análise das anomalias identificadas na barragem de modo mais eficiente. O **Módulo de Vistorias** permite o acesso a todas as informações das campanhas de fiscalização previstas no Plano Anual de Fiscalização ou eventuais campanhas extras que sejam necessárias. O **Módulo de Relatórios** permite a emissão de relatórios consolidados com todas as informações do sistema, inclusive gerenciais de controle dos prazos das ocorrências a vencer. O **Módulo de Acesso** permite o controle de permissões de acesso dos usuários do sistema. Atualmente o sistema possui um banco de dados próprio, mas com a implantação completa do SNISB, as informações para os módulos de Barragens e Inspeções deverão ser alimentadas a partir dos registros deste último. As Figuras 56 a 60 exemplificam o uso do Sistema de Fiscalização de Segurança de Barragens.

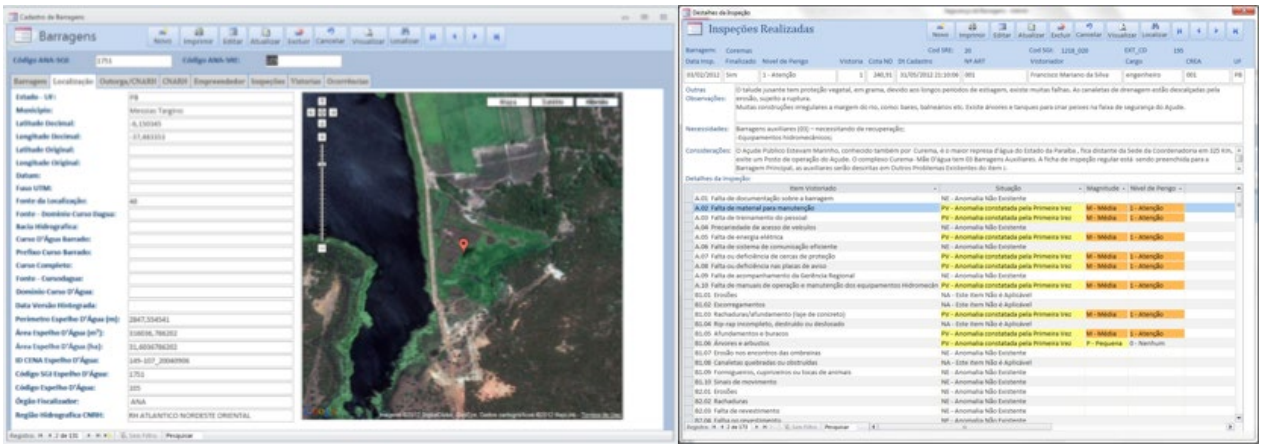


Figura 56 – Exemplo de uso do sistema para acesso ao cadastro de barragens (esq.) e de detalhe das inspeções regulares (dir.)

Inspeções Realizadas

Novo | Imprimir | Editar | Atualizar | Excluir | Cancelar | Visualizar | Localizar

Nº Barrag.	Barragem	Dt Inspeçãc	Dt Cadastro	Finalizado	Nivel Perigo	Prox. Insp.	ART
[illegible]	Caldeirões	31/05/2012	13/06/12 10:21:49	Sim	1 - Atenção	31/05/17	00002003195745003102
3	Caldeirões	27/09/2013	02/12/13 19:54:57	Sim	1 - Atenção	27/09/18	00002003195745003102
4	Cocorobó	29/11/2002	03/12/12 13:25:18	Sim	1 - Atenção	29/11/07	000000000000000000
4	Cocorobó	01/03/2012	19/04/12 16:17:12	Sim	2 - Alerta	01/03/17	000000
4	Cocorobó	26/09/2013	29/10/13 18:30:04	Sim	1 - Atenção	26/09/18	BA2013.319130
4	Cocorobó	02/09/2014	13/10/14 14:12:35	Sim	1 - Atenção	02/09/19	000001
5	Rio Paranã	06/09/2011	13/12/12 10:32:29	Sim	0 - Normal	06/09/16	1020120116677
5	Rio Paranã	15/07/2014	26/09/14 15:31:17	Sim	1 - Atenção	15/07/19	1020140183378

Figura 57 – Exemplo de uso do sistema para análise das inspeções cadastradas pelos empreendedores

Lista de Vistorias

Novo | Imprimir | Editar | Atualizar | Excluir | Cancelar | Visualizar | Localizar

Campanha	Tipo Vistori	Barragem	UF	Nivel Perigo	Inicio	Término	Situação	Dt. Relatório	
2013/001	Programada	051 - Jaburu I (CE)	CE	2 - Alerta	13/12/2012	14/12/2012	Concluída	28/12/2012	Inspeção Regular
2013/002	Programada	019 - Capoeira (PB)	PB	2 - Alerta	03/02/2013	08/02/2013	Concluída	30/04/2013	Inspeção Regular
2013/002	Programada	020 - Coremas (PB)	PB	1 - Atenção	03/02/2013	08/02/2013	Concluída	30/04/2013	Inspeção Regular
2013/002	Programada	025 - Mãe d'Água (PB)	PB	0 - Normal	03/02/2013	08/02/2013	Concluída	30/04/2013	Inspeção Regular
2013/003	Programada	004 - Cocorobó (BA)	BA	2 - Alerta	25/03/2013	27/03/2013	Concluída	24/04/2013	Inspeção Regular
2013/004	Programada	068 - Jaguari (SP)	SP	1 - Atenção	28/05/2013	29/05/2013	Concluída	04/07/2013	Inspeção Regular
2013/005	Programada	037 - Engo Armando Ribeiro Gonçalves (RN)	RN	1 - Atenção	03/04/2013	05/05/2013	Concluída	22/04/2013	Inspeção Regular
2013/006	Programada	046 - Eng. Francisco Saboia (PE)	PE	1 - Atenção	13/05/2013	15/05/2013	Concluída	17/05/2013	Inspeção Regular
2013/007	Programada	003 - Caldeirões (AL)	AL	1 - Atenção	27/05/2013	29/05/2013	Concluída	18/06/2013	Inspeção Regular

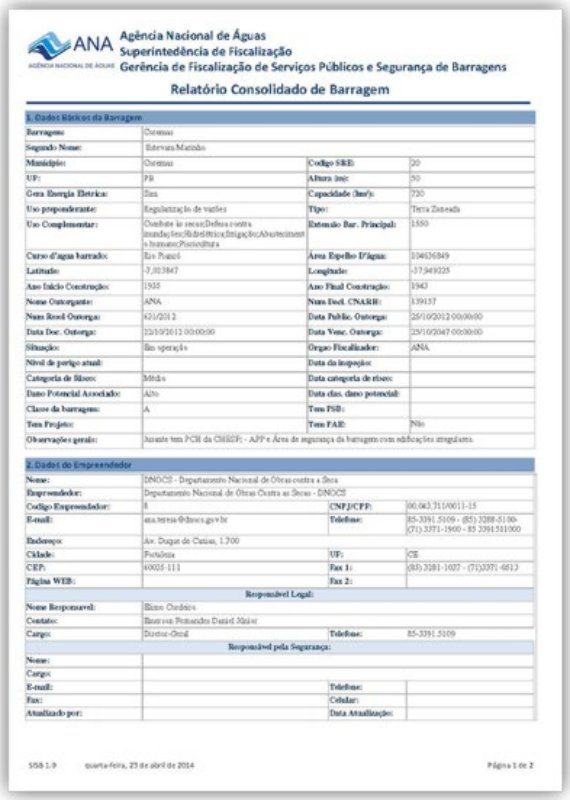
Figura 58 – Exemplo de uso do sistema para cadastro das campanhas de fiscalização (vistorias)

Lista de Ocorrências Pendentes

Novo | Imprimir | Editar | Atualizar | Excluir | Cancelar | Visualizar | Localizar

Tipo	Nº Doc.	Nº AR	Data Final	Situação	Data Situação	Base Legal	Descrição
AI - Advertência	3001	JH4589435E	18/12/14	Pendência Técnica	13/06/2014	Res. 742/2011	AI 3001-Descumprimento da Res. 742/11
AI - Advertência	3002	JH4589435E	18/12/14	Pendência Técnica	13/06/2014	Res. 742/2011	AI 3002 -Descumprimento da Res. 742/11
AI - Advertência	1521	RQ2332985	15/01/13	Enviada	09/10/2012	Res. 742/2011	AI 1521-Descumprimento da Res. 742/11
AI - Advertência	1552	RA1037060	04/09/13	Enviada	28/05/2013	Res. 091/2012	AI 1552-Descumprimento da Res. 91/12.
AI - Multa Simples	1585	RM4259895	24/04/14	Enviada	16/01/2014	Res. 091/2012	DESCUMPRIMENTO DO AI Nº 1552.
AI - Multa Simples	1584	RM4259895	24/04/14	Enviada	16/01/2014	Res. 742/2011	DESCUMPRIMENTO DO AI Nº 1521.
AI - Multa Diária	3004	JG6341678	20/08/14	Pendência Técnica	21/07/2014	Res. 742/2011	DESCUMPRIMENTO DOS AI'S 1521 E 1584.
AI - Multa Diária	3005	JG6341678	20/08/14	Enviada	11/07/2014	Res. 091/2012	DESCUMPRIMENTO DOS AI'S 1552 E 1585.

Figura 59 – Exemplo de uso do sistema para cadastro de ocorrências decorrentes da campanha



ANA Agência Nacional de Águas
Superintendência de Fiscalização
Gerência de Fiscalização de Serviços Públicos e Segurança de Barragens

Relatório Consolidado de Barragem

1. Dados Básicos da Barragem			
Barragem:	Oiticica		
Segundo Nome:	Estevam Martinho		
Município:	Oiticica	Código SRE:	20
UF:	PB	Altura (m):	50
Gera Energia Elétrica:	Sim	Capacidade (hm³):	720
Uso preponderante:	Regularização de vazões	Tipo:	Terra Zoneada
Uso Complementar:	Combate às secas;Defesa contra inundações;Hidroelétrica;Irrigação;Abastecimento humano;Piscicultura	Extensão Bar. Principal:	1550
Curso d'agua barrado:	Rio Piancó	Área Espelho D'Água:	104636849
Latitude:	-7,023847	Longitude:	-37,949225
Ano Início Construção:	1935	Ano Final Construção:	1943
Nome Outorgante:	ANA	Num Decl. CNARR:	139157
Num Resol Outorga:	621/2012	Data Public. Outorga:	26/10/2012 00:00:00
Data Doc. Outorga:	22/10/2012 00:00:00	Data Venc. Outorga:	25/10/2047 00:00:00
Situação:	Em operação	Orgão Fiscalizador:	ANA
Nível de perigo atual:		Data da inspeção:	
Categoria de Risco:	Médio	Data categoria de risco:	
Dano Potencial Associado:	Alto	Data clas. dano potencial:	
Classe da barragem:	A	Tem PSB:	
Tem Projeto:		Tem FAE:	Não
Observações gerais:	Jusante tem PCH da CHESF; - APP e Área de segurança da barragem com edificações irregulares.		

2. Dados do Empreendedor			
Nome:	DNOCS - Departamento Nacional de Obras contra a Seca		
Empreendedor:	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS		
Codigo Empreendedor:	8	CNPJ/CPF:	00.043.311/0011-15
E-mail:	ana.teresa@dnocs.gov.br	Telefone:	85-3391.5109 - (85) 3288-5100- (71) 3371-1900 - 85 3391.5110 00
Endereço:	Av. Duque de Caxias, 1.700		
Cidade:	Fortaleza	UF:	CE
CEP:	60035-111	Fax 1:	(85) 3281-1027 - (71)3371-6812
Página WEB:		Fax 2:	
Responsável Legal:			
Nome Responsavel:	Elano Cordeiro		
Contato:	Rosivan Fernandes Daniel Júnior		
Cargo:	Diretor-Geral	Telefone:	85-3391.5109
Responsável pela Segurança:			
Nome:			
Cargo:			
E-mail:		Telefone:	
Fax:		Celular:	
Atualizado por:		Data Atualização:	

SSB 1.9 quarta-feira, 23 de abril de 2014 Página 1 de 2

ANA Agência Nacional de Águas
Superintendência de Fiscalização
Gerência de Fiscalização de Serviços Públicos e Segurança de Barragens

Relatório Consolidado de Barragem

1. Dados Básicos da Barragem			
Barragem:	Oiticica		
Segundo Nome:	Estevam Martinho		
Município:	Oiticica	Código SRE:	20
UF:	PB	Altura (m):	50
Gera Energia Elétrica:	Sim	Capacidade (hm³):	720
Uso preponderante:	Regularização de vazões	Tipo:	Terra Zoneada
Uso Complementar:	Combate às secas;Defesa contra inundações;Hidroelétrica;Irrigação;Abastecimento humano;Piscicultura	Extensão Bar. Principal:	1550
Curso d'agua barrado:	Rio Piancó	Área Espelho D'Água:	104636849
Latitude:	-7,023847	Longitude:	-37,949225
Ano Início Construção:	1935	Ano Final Construção:	1943
Nome Outorgante:	ANA	Num Decl. CNARR:	139157
Num Resol Outorga:	621/2012	Data Public. Outorga:	26/10/2012 00:00:00
Data Doc. Outorga:	22/10/2012 00:00:00	Data Venc. Outorga:	25/10/2047 00:00:00
Situação:	Em operação	Orgão Fiscalizador:	ANA
Nível de perigo atual:		Data da inspeção:	
Categoria de Risco:	Médio	Data categoria de risco:	
Dano Potencial Associado:	Alto	Data clas. dano potencial:	
Classe da barragem:	A	Tem PSB:	
Tem Projeto:		Tem FAE:	Não
Observações gerais:	Jusante tem PCH da CHESF; - APP e Área de segurança da barragem com edificações irregulares.		

2. Dados do Empreendedor			
Nome:	DNOCS - Departamento Nacional de Obras contra a Seca		
Empreendedor:	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS		
Codigo Empreendedor:	8	CNPJ/CPF:	00.043.311/0011-15
E-mail:	ana.teresa@dnocs.gov.br	Telefone:	85-3391.5109 - (85) 3288-5100- (71) 3371-1900 - 85 3391.5110 00
Endereço:	Av. Duque de Caxias, 1.700		
Cidade:	Fortaleza	UF:	CE
CEP:	60035-111	Fax 1:	(85) 3281-1027 - (71)3371-6812
Página WEB:		Fax 2:	
Responsável Legal:			
Nome Responsavel:	Elano Cordeiro		
Contato:	Rosivan Fernandes Daniel Júnior		
Cargo:	Diretor-Geral	Telefone:	85-3391.5109
Responsável pela Segurança:			
Nome:			
Cargo:			
E-mail:		Telefone:	
Fax:		Celular:	
Atualizado por:		Data Atualização:	

SSB 1.9 quarta-feira, 23 de abril de 2014 Página 1 de 2

Figura 60 – *Exemplo de uso do sistema para emissão de relatório*

O sistema vem sendo utilizado desde o início de 2013, e tem agilizado significativamente o acompanhamento do atendimento das ações decorrentes das ações fiscalizatórias de segurança de barragens da ANA. A principal característica do sistema é a facilidade de uso com uma interface amigável e a possibilidade de integração das informações de outras bases de dados de barragens dentro da ANA.

A manutenção e atualização do sistema exige muito pouco da equipe técnica que fica mais dedicada aos aspectos técnicos da ação de fiscalização, sem preocupação com os aspectos administrativos. Embora a manutenção do sistema requeira algum acompanhamento da equipe de desenvolvimento para eventuais melhorias, o uso do Sistema substitui com vantagens as antigas planilhas de controle usadas.

5.2.2 EVENTOS CRÍTICOS

O Brasil, por suas características geológicas e climáticas, está submetido a ocorrência de três tipos principais de eventos críticos (inundações, secas e deslizamentos de encostas), os quais provocam danos e prejuízos importantes à economia brasileira. No entanto, a distribuição de tais eventos não é uniforme pelo País, uma vez que tais desastres estão intimamente relacionados aos regimes de chuva de cada região. Enquanto na região Nordeste a predominância seja de eventos de seca, no Norte e regiões litorâneas os registros apontam para uma maior incidência de problemas relacionados a enchentes. Na Figura 61 pode-se observar as diferenças regionais brasileiras relacionadas à distribuição de chuvas.

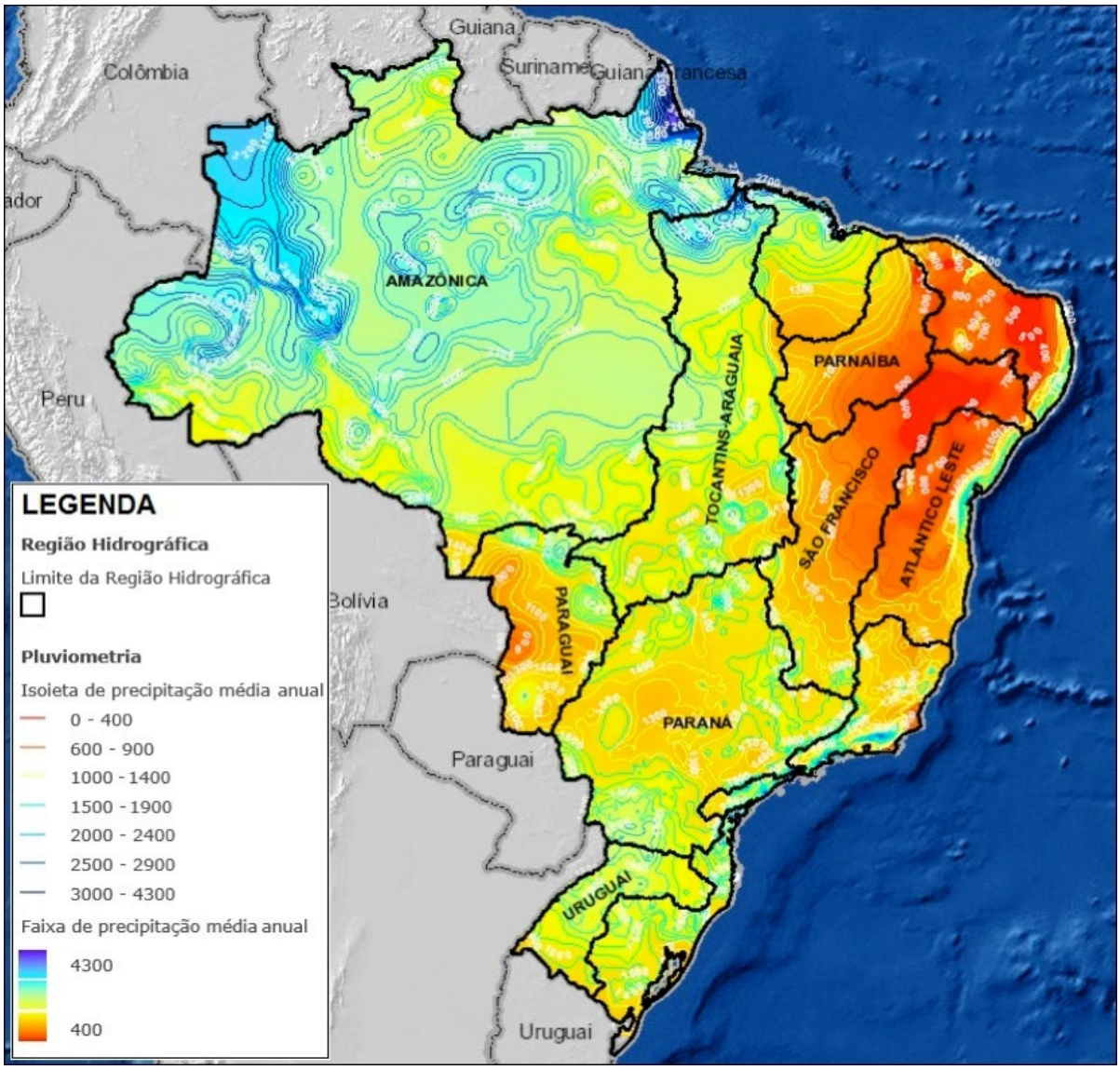


Figura 61 – *Mapa de distribuição de chuvas médias anuais (de 1977 a 2006) no território brasileiro*

Fonte: Atlas Geográfico Digital de Recursos Hídricos do Brasil. ANA, 2013.

Dessa forma, alguns sistemas de informações têm sido desenvolvidos com o objetivo de apoiar processos de tomada decisão relacionados a eventos críticos para a adoção antecipada de medidas mitigadoras dos efeitos de secas, inundações e deslizamentos de encostas. E é desse tema que essa seção se ocupará.

5.2.2.1 SALAS DE SITUAÇÃO

Sala de Situação é um instrumento de planejamento surgido no campo militar com a finalidade de monitorar situações de perigo em que o tempo é a variável fundamental. Intitulavam-na "Sala de Guerra". Nessa concepção, militares a utilizavam para monitorar situações de perigo imediato (ELABORE, 2009).

As mais consistentes referências à aplicação do conceito de "Sala de Situação" vieram a ser publicadas, em 1977, por Carlos Matus, economista chileno, técnico em planejamento da Comissão Econômica para a América Latina (Cepal). Quando publicou seus primeiros estudos utilizando o conceito de "Sala de Situação" no planejamento e acompanhamento de ações governamentais, Matus propunha

nova abordagem do planejamento e tinha como pressuposto básico ampliar a capacidade de gestão governamental (ELABORE, 2009).

Na área de recursos hídricos, as salas de situação funcionam como centros de gestão de situações críticas para identificar ocorrências e subsidiar a tomada de decisão para a adoção antecipada de medidas mitigadoras dos efeitos de secas e inundações. Em muitos casos podem estar atreladas a sistemas de alerta.

Com o avanço tecnológico, novas técnicas de análise e compilação de dados possibilitaram a agregação de novas informações e variáveis aos processos de tomada de decisão, tornando-os mais céleres e auxiliando a prevenção e redução do tempo de resposta a ocorrências climáticas extremas. Além disso, o uso de ferramentas computacionais e de radares meteorológicos permitiu o aperfeiçoamento dos modelos de previsão climática, aumentando as chances de acerto nas previsões.

Dessa forma, as estruturas que compõem as Salas de Situação devem abranger, dentre outros: equipamentos de informática; estações hidrometeorológicas telemétricas, que enviam informações em tempo real de chuva e vazão de rios e níveis de reservatórios; e técnicos capacitados para interpretar as informações recebidas e acionar os sistemas de alerta, caso necessário. Na Figura 62 vê-se a Sala de Situação da ANA.

Figura 62 – *Sala de Situação da ANA, em Brasília/DF*

A Sala de Situação é apenas o início de um processo mais complexo de tomada de decisão. Numa situação de previsão de chuvas fortes ou aumento significativo de vazões de rios de uma região monitorada, mensagens de alerta devem ser enviadas para os órgãos envolvidos na execução das ações de contingência, tais como órgãos de Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. As mensagens de alerta são geralmente enviadas por meio de boletins, com periodicidade adequada ao evento crítico em questão. Em casos mais urgentes e com as novas ferramentas de comunicação, podem ser enviadas por telefone, rádio, *e-mail*, SMS[35], ou ainda por meio de redes sociais. Há ainda sistemas que utilizam sirenes para alertar populações residentes em áreas de risco de ocorrência de deslizamentos de terra ou de alagamentos devidos a fortes chuvas.

A Figura 63 ilustra tipos de alerta utilizados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão responsável pelos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro.

Assim, é da Sala de Situação que parte esse primeiro comando de iniciar a execução de um plano de contingência. Por isso, as informações ali interpretadas devem ter um alto grau de confiança, pois, se se inicia uma operação de contingência desnecessariamente, corre-se o risco de, com o tempo, colocar o Sistema em descrédito; por outro lado, caso haja uma ocorrência climática extrema e o Sistema não alerta da possibilidade desta ocorrência, pode-se questionar a sua utilidade. A Figura 64 ilustra o fluxo de processo para acionamento e execução de um plano de contingência em caso de enchente no distrito de São Sebastião do Paraíba, localizado no município de Cantagalo/RJ.

TIPOS DE ALERTA

ESTÁGIO	SITUAÇÃO
Vigilância	Sem chuvas ou chuvas fracas e esparsas. Nível d'água normal.
Atenção	Previsão de ocorrência de chuvas moderadas a fortes.
Alerta	Registro de chuvas intensas. Subida do nível do rio acima do normal.
Alerta Máximo	Continuação da chuva. Rio atingindo 80% do nível de transbordamento.

***Figura 63** – Tipos de alerta utilizados pelo INEA/RJ*

35 Sigla em inglês para Serviços de Mensagens Curtas (Short Message Service).

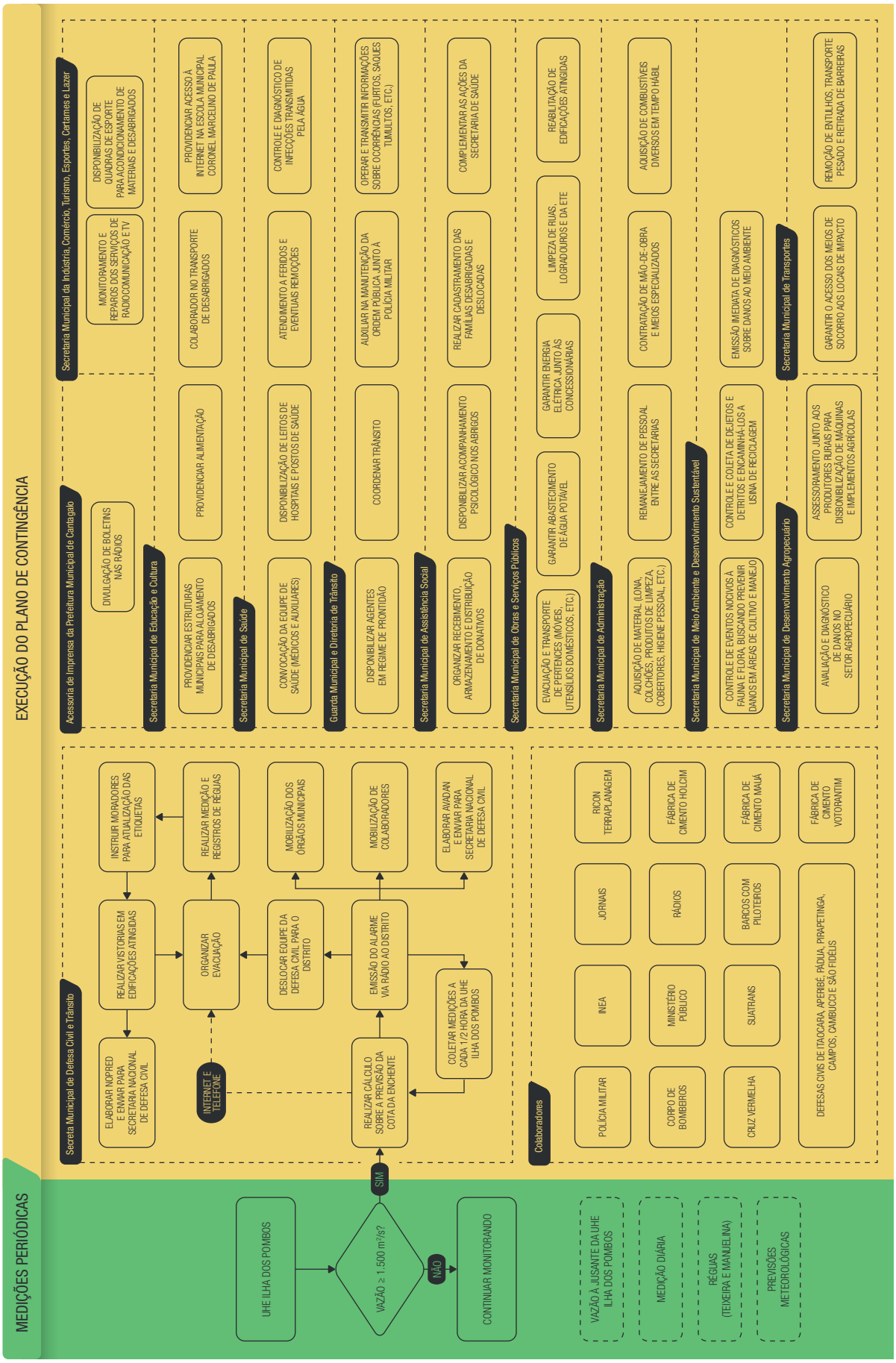


***Figura 64** – Fluxo de processo para acionamento do Plano de Contingência para enchentes em São Sebastião do Paraíba, Cantagalo/RJ*

Recentemente a ANA vem firmando parcerias para instalar Salas de Situação em todos os estados do País, as quais deverão ser conectadas à Sala de Situação da Agência Federal. A montagem de Salas de Situação nos estados integra o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, que tem como uma das ações previstas a modernização do monitoramento hidrometeorológico nacional, com o apoio do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), da Secretaria Nacional de Defesa Civil, da CPRM e dos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos.

5.2.2.2 SISTEMA DE ALERTA DE ENCHENTES – O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

A bacia hidrográfica do Rio Doce abrange territórios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo e, apesar de ser uma região de precipitação média anual da ordem de 900 a 1.500mm[36], está localizada numa região em que, no verão úmido, ocorrem precipitações por períodos prolongados, devidas a deslocamentos de frentes frias para o oceano Atlântico, acarretando em enchentes e inundações (IGAM, 2010).

Além dos fenômenos meteorológicos que provocam as inundações, a bacia do rio Doce teve sua cobertura vegetal removida, principalmente a partir do século XIX, para o cultivo de café e cana-de-açúcar, a exploração madeireira e a formação de pastagens. Tais ações modificam a capacidade de infiltração e armazenamento do solo e podem agravar os efeitos das cheias, principalmente em pequenas bacias. Nos últimos anos, os prejuízos causados pelas enchentes vêm aumentando em função da expansão urbana em áreas de ocupação natural do rio em épocas de chuva (Figuras 65 a 68).

Figura 65 – *Cheia do rio Caratinga, em Caratinga/MG, 2003*

Figura 66 – *Cheia do rio Piranga, Ponte Nova/MG, 2008*

Figura 67 – *Cheia do rio Doce, Governador Valadares/MG, 2012*

Figura 68 – *Rio Bananal/ES, 2013*

36 Para efeitos comparativos, segundo dados do INPE, estima-se em cerca de 2.300mm/ano a precipitação média anual da região amazônica, enquanto que as regiões semiáridas são caracterizadas por chuvas anuais inferiores a 800mm.

Tendo em vista essa situação, iniciou-se em 1997 o Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce, atualmente operado pela CPRM em parceria com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e com a Agência Nacional de Águas (ANA). O Sistema beneficia 15 municípios localizados às margens dos rios Piranga, Piracicaba e Doce, apresentados na Figura 69.

A operação do Sistema é feita 24 horas por dia e consiste das seguintes etapas: coleta de dados hidrometeorológicos de cerca de 40 pontos de observação na bacia; armazenamento de dados; análise dos dados; elaboração da previsão meteorológica e hidrológica; e transmissão das informações para os municípios via fax, *e-mail* e pela *internet*. A Figura 70 ilustra o fluxograma do sistema de alerta.

Figura 69 – *Mapa de localização dos municípios atendidos pelo Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce*

Figura 70 – *Fluxograma do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce*

Na primeira etapa são coletados dados de chuva, nível dos rios em estações hidrometeorológicas e de vazão das usinas hidrelétricas. A Figura 71 apresenta a localização dos pontos de coleta do sistema de alerta.

A previsão meteorológica é elaborada pelo Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (SIMGE/IGAM) e é feita através da utilização de modelos numéricos hierárquicos. Além da previsão meteorológica, o SIMGE/IGAM disponibiliza na *internet* os mapas de **chuva convectiva** total horária estimada. Estes mapas são ferramentas importantes para o acompanhamento da evolução de chuvas intensas em tempo real.

A previsão hidrológica consiste da estimativa da evolução dos níveis dos rios para 13 pontos de monitoramento, com antecedência de 3 a 24 horas, dependendo da localidade. Para algumas cidades consideradas estratégicas foram definidas cotas de alerta e cotas de inundação; estas foram determinadas no campo, através de nivelamento topográfico da cota do início da inundação no ponto mais baixo da cidade. Já as cotas de alerta foram definidas de acordo com o tempo de subida dos **hidrogramas** da cheia de janeiro de 1997, **discretizados** a cada 12 horas. A cota de alerta definida é, no mínimo, 40 centímetros menor do que a cota de inundação. A Figura 72 apresenta a simbologia utilizada na apresentação dos níveis (normal, alerta e inundação) das estações monitoradas e exemplifica uma situação hipotética dos níveis nessas estações.

***Figura 71** – Mapa de localização das estações de monitoramento do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce*

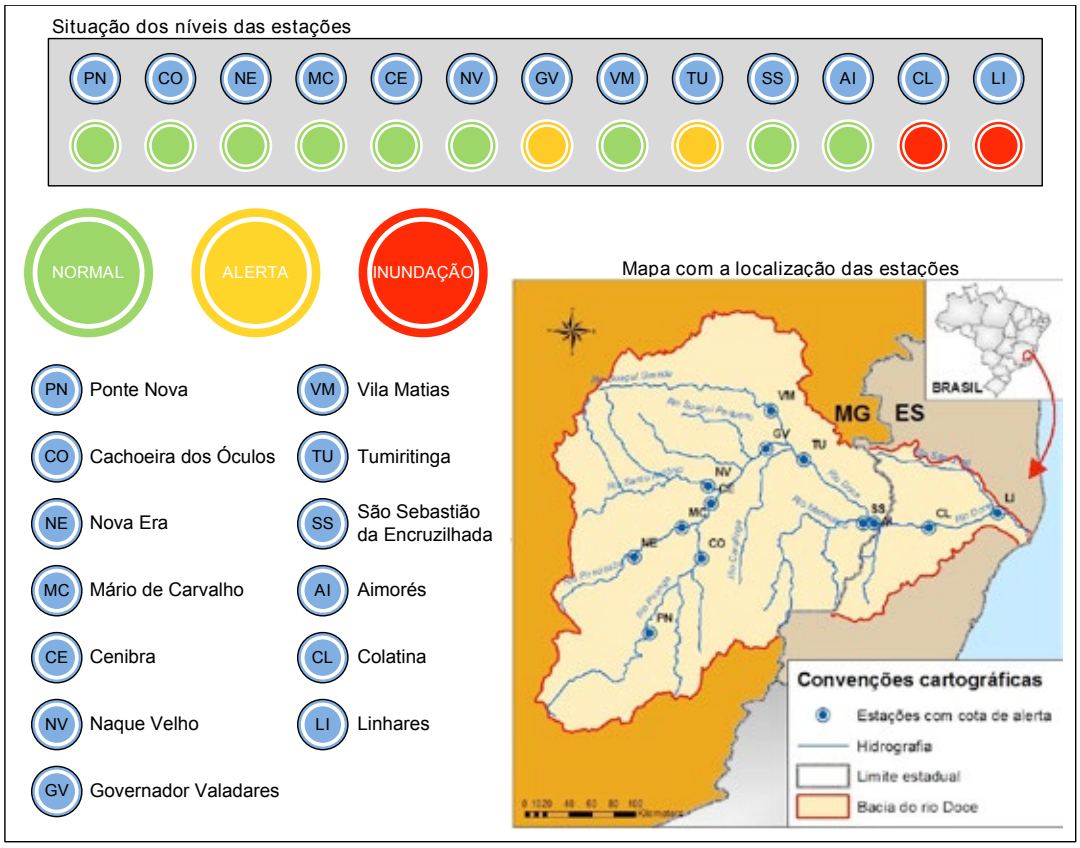


Figura 72 – *Simbologia e mapa de localização das estações com previsão hidrológica do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Doce*

A transmissão da informação é feita por meio de boletim de monitoramento, enviado via fax e correio eletrônico para os municípios beneficiados, defesa civil e outras entidades como ANA, CEMIG, ESCELSA e Belgo-Arcelor; e através da página na *internet* da CPRM, pelo menos uma vez por dia (operação normal) ou vários por dia, dependendo da situação dos municípios atendidos (operação em alerta).

Os dados registrados durante o alerta são armazenados em um banco de dados.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre o Sistema de Alerta da Bacia do Rio Doce, consultar http://www.cprm.gov.br/alerta/site/index.html.

5.2.2.3 SISTEMA DE GESTÃO DE ESCASSEZ NA BACIA DO RIO DOS SINOS (RS)

O rio dos Sinos percorre aproximadamente 200 km desde a nascente até a foz (no lago Guaíba) e sua área de drenagem abrange territórios de 32 municípios gaúchos, incluindo parte da Região Metropolitana de Porto Alegre. Seus principais afluentes são os rios da Ilha, Rolante e Paranhana. Este recebe, desde 1952, águas derivadas da bacia do rio Caí, vizinha ao norte da bacia do rio dos Sinos. A bacia apresenta precipitações bem distribuídas ao longo do ano e média anual acima de 1.500 mm, representando uma boa disponibilidade hídrica.

No entanto, alguns conflitos têm provocado tensões locais ou regionais, principalmente nos períodos de estiagem, quando os problemas de qualidade das águas, devidos

principalmente aos baixos índices de tratamento de esgotos domésticos, se intensificam. Há ainda registros de coincidência de usos concorrentes nas épocas de menor precipitação e maiores temperaturas. Em períodos de grande estiagem, é comum a adoção de racionamento de água, sobretudo nas cidades de São Leopoldo e Novo Hamburgo, cujos sistemas de abastecimento de água requerem ampliações. Na Figura 73 é possível observar a localização e área de abrangência da bacia do rio dos Sinos.

Os principais usos presentes na bacia são o industrial, a irrigação de culturas, principalmente a de arroz, e o saneamento. Mesmo com a diversidade de usos existentes na bacia há décadas, a necessidade de criação de um sistema de alerta de escassez surgiu nos verões de 2004-2005 e de 2005-2006. Estes períodos se caracterizaram pela ocorrência de estiagem excepcionalmente prolongada, causando degradação da qualidade das águas em função da baixa vazão, além da disputa pela água entre arrozeiros e empresas de abastecimento das maiores cidades da bacia, notadamente Novo Hamburgo e São Leopoldo. Nesse contexto, aconteceu a maior mortandade de peixes já registrada na região o que provocou uma grande comoção social e política, com repercussões em todo o País. Tal situação levou à necessidade de uma maior mobilização e rigor por parte do estado na normatização do uso das águas da bacia.

No verão 2004-2005, reunião do Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa da bacia hidrográfica do rio dos Sinos (COMITESINOS)

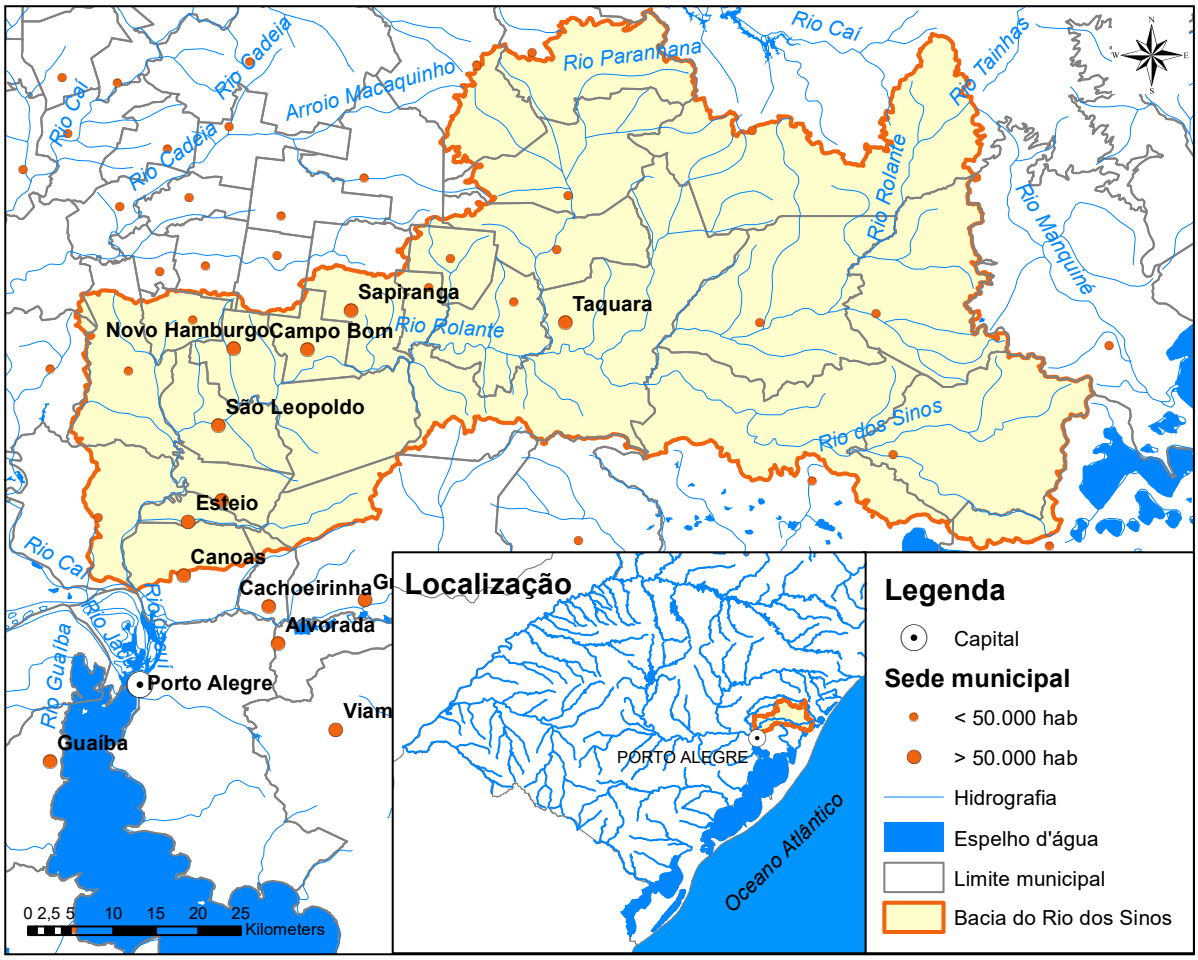


Figura 73 – Mapa da bacia do rio dos Sinos

registrava articulação ocorrida entre os serviços de abastecimento de água e os arrozeiros, com a participação do Ministério Público e de organismos do estado. A demanda dos setores era para que fosse pactuado um acordo de desligamento das bombas de irrigação, uma vez que as empresas de saneamento alegavam dificuldade de captação pelo baixo nível de água no rio. Não havia, até aquele momento, racionamento de água nas cidades (GONTIJO JR, 2013).

Na negociação que tinha sido conduzida anteriormente, os irrigantes se prontificaram a desligar as bombas de sexta-feira a domingo, demandando, entretanto, que os acordos fossem feitos no âmbito do COMITESINOS. Para resolver tal dificuldade política e tratar do tema, foi criado um grupo técnico constituído pelo Departamento de Recursos Hídricos do estado do Rio Grande do Sul – DRH, pela Secretaria de Meio Ambiente de Novo Hamburgo e de Santo Antônio da Patrulha, pelas companhias de saneamento, por representantes dos arrozeiros e pela secretaria-executiva do COMITESINOS (GONTIJO JR, 2013).

Em março de 2005, esse grupo apresentou proposta com 13 ações a serem desenvolvidas para uma melhor convivência com as estiagens. Essas proposições explicitavam as incipiências da gestão das águas na bacia do rio dos Sinos, desde o desconhecimento do comportamento hídrico, passando pelo uso ineficiente dos recursos até a baixa capacidade de fiscalização e regulação dos usuários (GONTIJO JR, 2013).

Em dezembro de 2005, novas proposições foram formuladas para o enfrentamento de situações de emergência que se repetiram na estiagem 2005-2006 e dentre estas estava o **protocolo de alerta entre as companhias de abastecimento e os arrozeiros**. Um balanço dos resultados das proposições realizado pelo COMITESINOS mostrou que, dentre todas as propostas, o protocolo de alerta firmado entre as empresas de abastecimento e os irrigantes foi o que obteve mais sucesso na sua execução (GONTIJO JR, 2013).

A medida emergencial se mostrou tão exitosa que se consolidou em um sistema de gestão, aprimorado ao longo dos anos, que entra em vigor quando se instala a condição de escassez na bacia, da seguinte forma:

- Quando os níveis do rio dos Sinos nas captações das cidades de São Leopoldo, Novo Hamburgo e Campo Bom atingem os níveis de alerta (60 cm, 72 cm e 80 cm respectivamente), os arrozeiros – localizados a montante das captações – devem desligar temporariamente suas bombas (por 48 horas);

- Quando os níveis do rio dos Sinos nas captações citadas atingem um valor mínimo crítico (50 cm, 60 cm e 70 cm respectivamente), os arrozeiros devem interromper totalmente suas irrigações.

A Figura 74 ilustra o fluxo de informações do Sistema de Gestão de Escassez da Bacia do Rio dos Sinos.

A expectativa é que soluções mais estruturantes sejam efetivadas na bacia para diminuir as restrições de uso nos períodos de escassez, mas enquanto tais ações não são efetivamente implementadas, o Sistema de Gestão de Escassez na Bacia do Rio dos Sinos, apesar de muito simples, vem funcionando como um importante instrumento focado na informação para a resolução temporária de conflitos entre usos na bacia do rio dos Sinos.

Figura 74 – *Fluxo de informações do Sistema de Gestão de Escassez da Bacia do Rio dos Sinos*

5.2.3 QUALIDADE DAS ÁGUAS

Por muito tempo, o setor de recursos hídricos se ocupou preponderantemente do monitoramento e das questões que envolviam os aspectos da quantidade de água, renegando a segundo plano as questões relacionadas à qualidade. No entanto, com o aumento dos problemas de poluição das águas e seu consequente rebatimento na diminuição da disponibilidade hídrica nas bacias, esse tema tem conquistado espaço e importância no setor de recursos hídricos. Assim, nessa seção apresentaremos casos exitosos de sistemas relacionados ao controle e gestão da qualidade das águas.

5.2.3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE BALNEABILIDADE EM PRAIAS – O CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O estado do Espírito Santo, apesar de sua pequena área, possui um litoral extenso e é onde se concentra a maior parte de sua população e de suas atividades econômicas. A região costeira capixaba é caracterizada por ambientes sensíveis, mas com grande potencial turístico. Além de atração para os turistas, a utilização das praias como área de lazer é uma das principais formas de recreação nos centros urbanos litorâneos. Assim, conservar a praia mantendo-a em condições próprias para recreação primária e informar aos banhistas das condições de balneabilidade no menor intervalo de tempo possível, tem sido uma das preocupações dos órgãos de meio ambiente e de recursos hídricos do estado.

Para avaliação da balneabilidade, são analisadas amostras de água coletadas nas diversas praias do extenso litoral capixaba. O resultado destas análises é comparado a valores-padrão mundialmente aceitos, que determinam se as condições sanitárias das águas analisadas se encontram apropriadas ou não para banho e outras atividades de contato primário. Para isto, foram criadas classes de balneabilidade para melhor orientação dos usuários, quais sejam: excelente, muito boa, satisfatória e imprópria, além das categorias sistematicamente própria ou imprópria. A cada categoria é associada uma simbologia que facilita o entendimento, por parte do público usuário, das condições de qualidade da água para o lazer (Quadro 2).

***Quadro 2** – Classificação das águas para fins de balneabilidade – IEMA/ES*

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO
EXCELENTE	
MUITO BOA	
SATISFATÓRIA	
IMPRÓPRIA	
SISTEMATICAMENTE PRÓPRIA	
SISTEMATICAMENTE IMPRÓPRIA	

Fonte: Iema, 2014 (http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp, acesso em 09/09/2014).

O parâmetro básico que indica a balneabilidade da praia, em termos sanitários, na maioria dos países do mundo, é a densidade de coliformes fecais na água. A Resolução nº 274/00 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece a seguinte classificação:

***Quadro 3** – Limites de coliformes fecais das categorias das águas para fins de balneabilidade – IEMA/ES*

CATEGORIA		LIMITE DE COLIFORME FECAL (NMP/100 mL)
EXCELENTE	PRÓPRIA	Máximo de 250 em 80% das amostras
MUITO BOA	PRÓPRIA	Máximo de 500 em 80% das amostras
SATISFATÓRIA	PRÓPRIA	Máximo de 1000 em 80% das amostras
IMPRÓPRIA	IMPRÓPRIA	Acima de 1000 em mais de 20% das amostras

Fonte: Iema, 2014 (http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp, acesso em 09/09/2014).

A rede de monitoramento que compõe o Programa de Monitoramento da Balneabilidade do Estado do Espírito Santo está distribuída por todo o litoral do Estado, abrangendo um total de 46 praias em todos os municípios costeiros, com exceção do município de Vitória, que possui um programa próprio de monitoramento, compondo 81 pontos; dentre estes, alguns mais interiores, como em regiões de desembocaduras, rios e lagoas. O Programa compreende as seguintes ações:

- Nos meses de março a outubro é realizado monitoramento semanal de 75 pontos de amostragem, distribuídos pelas principais praias e balneários do Espírito Santo, com exceção do município de Vitória;

- Nos meses de novembro a fevereiro há o incremento de 6 pontos na malha amostral do Programa, em praias e balneários distantes dos centros urbanos e que apresentam baixa frequência de banhistas fora desta época;

- Divulgação da classificação das praias e lagoas do Estado quanto às condições de balneabilidade por intermédio da imprensa e do site do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, mediante a emissão de boletins semanais;

- Manutenção de uma coleção histórica de dados que permite o acompanhamento da evolução da qualidade das águas que se destinam à recreação de contato primário.

O monitoramento da balneabilidade proporciona não só o conhecimento e disponibilização das condições de qualidade das águas das praias e lagoas, como também a detecção de quaisquer irregularidades quanto a lançamentos clandestinos de esgotos, podendo ser utilizada como ferramenta orientadora das ações de fiscalização, além de levar informações ambientais ao conhecimento da população, estimulando a participação desta nos processos decisórios ocorrentes no Estado. A Figura 75 ilustra as informações sobre balneabilidade apresentadas na página do Programa.

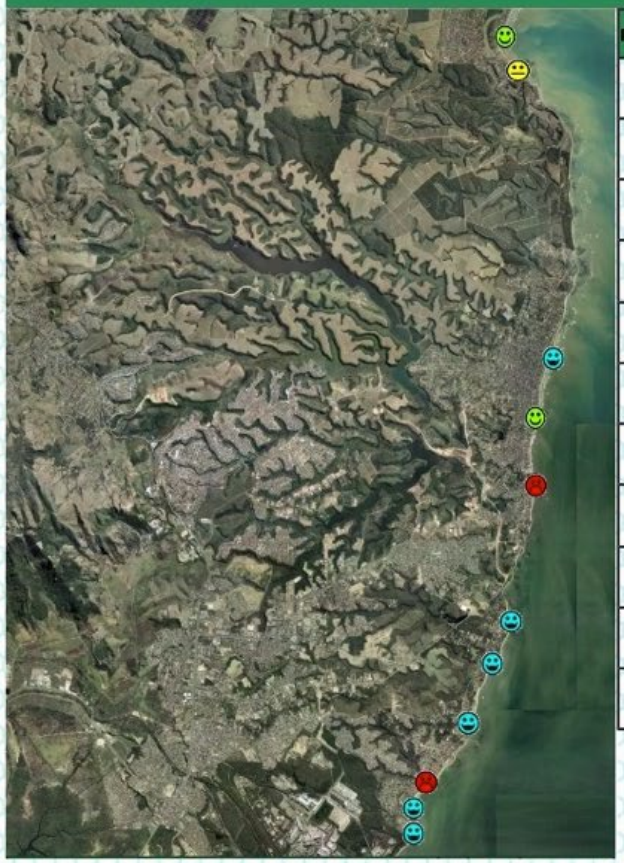
VEJA MAIS: Para maiores informações sobre o Programa de Monitoramento da Balneabilidade do Estado do Espírito Santo, acessar http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp.

iema
Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Diretoria de Recursos Hídricos

Balneabilidade da Praia Segundo a Resolução do CONAMA Nº 274/00

SERRA



Praia - Localização	PERÍODO DE AMOSTRAGEM	CLASSIFICAÇÃO
Nova Almeida - Em frente ao estabelecimento nº 06	5/8/2014 a 2/9/2014	Muito Boa
Nova Almeida - Final do calçadão da orla	5/8/2014 a 2/9/2014	Satisfatória
Jacaraípe - Em frente à residência nº 2449	5/8/2014 a 2/9/2014	Excelente
Jacaraípe - Em frente ao Ed. Marlim Azul	5/8/2014 a 2/9/2014	Muito Boa
Jacaraípe - Colônia de Férias da Vale	5/8/2014 a 2/9/2014	Imprópria
Manguinhos - Em frente ao Residencial AÍDA	5/8/2014 a 2/9/2014	Excelente
Manguinhos - Em frente ao Restaurante Primeira Estação de Manguinhos	5/8/2014 a 2/9/2014	Excelente
Bicanga - Em frente ao Quiosque do Carioca	5/8/2014 a 2/9/2014	Excelente
Lagoa Carapebus - Entre Colônia de Férias e a passarela	5/8/2014 a 2/9/2014	Imprópria
Carapebus - Restaurante QG-Drink's	5/8/2014 a 2/9/2014	Excelente
Carapebus - Colônia de Pescadores	5/8/2014 a 2/9/2014	Excelente

Figura 75 – *Exemplo de informações constantes da página do Iema/ES sobre balneabilidade no município de Serra (acesso em 09/09/2014)*

5.2.3.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE QUALIDADE AMBIENTAL – MONITORAMENTO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS (RJ)

A Lagoa Rodrigo de Freitas é um dos cartões postais do Rio de Janeiro e está localizada numa das regiões mais valorizadas da cidade. A laguna tem um espelho d'água de cerca de 2,2 km², com profundidade média de 2,8 m, e comunica-se com o mar apenas pelo canal de Jardim de Alah, que separa as praias de Ipanema e do Leblon, e tem suas águas classificadas como **salobras**. Por possuir um único canal de ligação com o mar, a Lagoa se enquadra na categoria de sufocada (KJERVE, 1986), condição esta que propicia processos de **eutrofização**, agravados pela intensa ocupação urbana na sua bacia de drenagem, tornando-a um ambiente bastante frágil e sujeito a periódicas mortandades de peixes. Atualmente a Lagoa é monitorada permanentemente e conta com um Plano de Gestão Ambiental (PGALRF) de forma a garantir uma gestão sustentável da bacia hidrográfica de contribuição à Lagoa (FONSECA & SANTORO, 2013). Na Figura 76 pode-se ver uma imagem da Lagoa e a ocupação no seu entorno.

Anemômetro da estação hidrometeorológica da sede da ANA, Brasília/DF.
Autora: Flávia Simões / Banco de Imagens ANA.

Figura 76 – *Imagem de satélite da Lagoa Rodrigo de Freitas*

Fonte: Google Maps, acesso em 08/09/2014

O monitoramento permanente da qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas, dos canais e rios a ela ligados visa acompanhar as alterações físicas, químicas e biológicas decorrentes de atividades antrópicas e de fenômenos naturais, que podem tanto comprometer a qualidade da água para proteção das comunidades aquáticas, como para as práticas esportivas de contato secundário.

São realizados dois tipos de monitoramento na Lagoa:

- **Contínuo**: feito através de **sonda multiparamétrica** instalada em ponto central da Lagoa, com transmissão de dados de hora em hora; e
- **Pontual**: com coletas de amostras duas vezes por semana em seis estações de amostragem.

O monitoramento contínuo possibilita o acompanhamento da variação da qualidade da água da Lagoa em tempo real permitindo uma rápida ação em situações de desequilíbrio. Já o monitoramento pontual permite a avaliação setorizada do corpo hídrico considerando a dinâmica local e as alterações provocadas por cargas de poluição que chegam à Lagoa.

O principal parâmetro de qualidade da água monitorado é o **Oxigênio Dissolvido** (OD) por ser essencial à manutenção e proteção das comunidades aquáticas. Além do OD, também são monitorados contínua e pontualmente os parâmetros: **Temperatura**, **Turbidez**, **Salinidade**, **pH** e

Clorofila a; e apenas pontualmente também são monitorados os seguintes parâmetros: **Nitrogênio Amoniacal**, **Fósforo Total**, **Carbono Orgânico Total**, **Escherichia coli**, **Coliformes Totais** e **Comunidade Fitoplanctônica**.

Além do monitoramento da qualidade da água, também é realizado o monitoramento das condições climáticas, através de uma estação meteorológica, que avalia: **Pluviosidade**, **Radiação Solar**, **Umidade** e **Temperatura do Ar**, **Pressão Atmosférica**, **Velocidade** e **Direção dos Ventos**. O conhecimento das condições meteorológicas proporciona um melhor entendimento dos fenômenos climáticos da região e permite a associação do clima com as alterações da qualidade da água.

Todos os resultados do monitoramento são utilizados na obtenção dos diagnósticos da qualidade da água voltados para as práticas esportivas e para a vida aquática, que, no primeiro caso, podem ser classificadas como "**própria**" ou "**imprópria**", conforme dispõe a Resolução CONAMA nº 357/2005, que classifica, dentre outras, as águas salobras; e com relação à vida aquática, podem receber uma das seguintes classificações:

- **Estado de Equilíbrio**: quando não há risco para as comunidades aquáticas;
- **Estado de Alerta**: quando as condições da Lagoa se encontram em desequilíbrio, com redução dos valores de parâmetros avaliados, principalmente do Oxigênio Dissolvido;
- **Estado Crítico**: quando há risco de mortandade da ictiofauna da Lagoa.

Esta classificação é divulgada em dois pontos às margens da Lagoa, com o hasteamento de bandeira Verde (estado de equilíbrio), Amarela (estado de alerta) ou Vermelha (estado crítico), bem como por meio de boletins informativos. Junto aos mastros são afixados painéis explicativos sobre o significado das bandeiras. Além da divulgação para o público usuário em geral da Lagoa, as informações resultantes do sistema de monitoramento, podem determinar o início de procedimentos de contingência, organizados em um Plano (parte integrante do PGALRF), devidamente discriminados para sete cenários possíveis.

As ações da Prefeitura do Rio de Janeiro que compõem a Gestão Ambiental do Sistema da Lagoa Rodrigo de Freitas envolvem diversos órgãos da administração municipal, responsáveis pelo monitoramento da qualidade da água, pela vistoria das galerias de águas pluviais que desembocam no sistema e pelo manejo das comportas que controlam a vazão dos rios que afluem à Lagoa, bem como o canal de ligação com o mar. O objetivo principal desse Sistema de Gestão é a preservação das condições de lazer e de acessibilidade a um dos principais pontos turísticos da cidade do Rio de Janeiro.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre o Sistema de Gestão Ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas, acessar http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/gestao-da-lagoa-rodrigo-de-freitas.

5.2.4 APOIO AOS SETORES USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS

O caráter transversal da política de recursos hídricos impõe aos seus gestores um diálogo permanente com os vários setores usuários de água, de forma a estabelecer condições mínimas necessárias a conciliação dos diversos interesses, os quais muitas vezes são conflitantes, sobre os recursos hídricos. Desse modo, esta seção se ocupará de sistemas de informações que auxiliam, de alguma maneira, processos de gestão nos principais setores usuários de água.

5.2.4.1 SISTEMA DE ALERTA CONTRA VAZAMENTOS

Na prestadora de serviço de saneamento, o hidrômetro é a balança que mede a mercadoria oferecida: a água, devendo a **micromedição**, com todas as suas funções, estar inserida dentro do contexto do sistema comercial. Utilizando a estrutura de informação do sistema comercial, avalia-se o desempenho do hidrômetro em termos de resultado de faturamento e de incremento dos volumes medidos.

O International Water Association (IWA) classifica as perdas aparentes num sistema de distribuição de água, como o volume de água consumido, mas não contabilizado pelas prestadoras de serviços, decorrentes dos erros de medição nos hidrômetros, nas fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Em suma a água efetivamente consumida e não faturada.

É usual nas prestadoras de serviço de saneamento uma estrutura organizacional com cinco sistemas: planejamento, operação, comercial, financeiro e administrativo. Em paralelo a adaptação e a implantação desses sistemas, deve-se desenvolver a coleta e o processamento das informações, de forma a subsidiar: prioridades, metas, programações, responsabilidades, distribuição de recursos e processos decisórios.

A gestão da informação para a estrutura organizacional da prestadora de serviço de saneamento, internamente (na empresa) deve ser integrada e de acesso amplo a todas as unidades, externamente (consumidores) deve ter fácil acessibilidade, rapidez na transmissão da informação e transparência, permitindo uma boa relação empresa-usuário.

Almejando aferir o consumo, mitigar as perdas e melhorar a relação com o cliente, a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) decidiu pelo uso da tecnologia da telemedição nos hidrômetros dos seus maiores consumidores, focando 220 clientes dentre: empresas do complexo portuário de Suape, hospitais, *shopping centers* e condomínios residenciais, concentrados principalmente na região metropolitana do Recife. Dessa forma, foi desenvolvido um **sistema para gestão das informações de consumo de água** dos grandes clientes, que, nesse caso, abrangeu o desenvolvimento de *hardware* e de *software*.

No pertinente ao *hardware*, conforme mostra a Figura 77, foram necessários os seguintes equipamentos: hidrômetros com acessórios

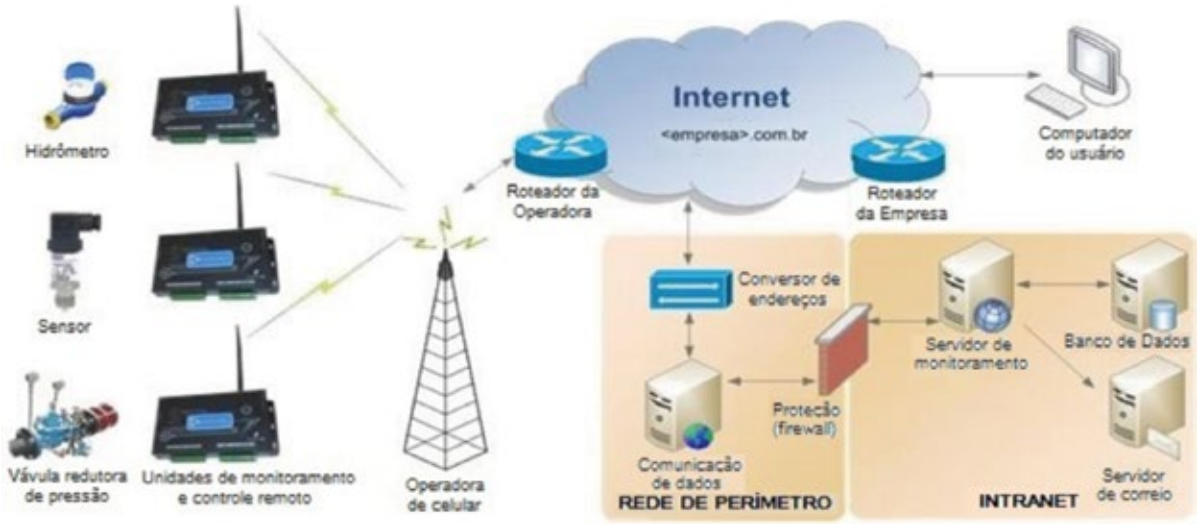


***Figura 77** – Ilustração esquemática do sistema de transmissão de dados*

Fonte: http://www.cesan.com.br/noticias/cesan-e-grandes-clientes-vao-monitorar-consumo-de-agua-em-tempo-real/, acesso em 16/09/2014

para leitura remota, modem para transmissão da informação à distância, celulares para recebimento da informação em tempo real, computadores para gestão do banco de dados e disponibilização das informações, dentre outros.

Quanto ao *software*, esse possibilita: i) o conhecimento do histórico de leitura para cada cliente; ii) o acompanhamento horário do consumo; iii) a detecção de vazamentos ou picos de consumo; iv) a emissão de alertas, em tempo real, ao se fugir do perfil do consumidor; v) a verificação do desempenho da rede de hidrômetros, mitigando-se a submedição e melhorando a vida útil desses equipamentos.

A disponibilização da informação para o usuário é feita por gráficos, tabelas e mensagens via celular, o que confere maior transparência à prestação dos serviços, além de melhorar a percepção do cliente em relação aos serviços prestados pela companhia de saneamento. Somado a melhoria da relação da companhia com o usuário final, o sistema contribui para a redução de perdas físicas e financeiras, além de ajudar a criar e aprimorar rotinas para economizar insumos e reduzir custos.

5.2.4.2 SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA

O Sistema Cantareira é o mais importante dos seis grandes sistemas que abastecem a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e compreende um conjunto de seis represas interligadas por túneis e canais. O Cantareira é responsável atualmente por 50% da vazão de água utilizada por São Paulo e abastece cerca de 19 milhões de pessoas. A Figura 78 ilustra o perfil longitudinal do Cantareira e suas seis represas.

Periodicamente são acionados diversos órgãos de controle das represas do Sistema, compreendendo, sobretudo comportas e válvulas, de forma a manejar as transferências de água entre as represas através dos túneis e propiciar descargas a jusante (Figura 79). Essa operação busca otimizar, mediante o estabelecimento de regras objetivas, o atendimento das demandas de água para a estação de tratamento de água do Guaraú e manter estoques de água nas represas capazes de superar períodos críticos de estiagem e, ainda, propiciar controle de cheias nas épocas chuvosas (WADA & FUMES, 2013).

Figura 78 – *Perfil longitudinal do Sistema Cantareira (Tela do SSD Sabesp)*

O desafio de operar todo o sistema de recursos hídricos sem perder de vista os conflitos provocados pelos múltiplos usos da água e a operação integrada de vários reservatórios, além do cumprimento de exigências ambientais, tornam a análise extremamente complexa e dificultam a tarefa de se estabelecer políticas operacionais eficientes. Dessa forma, o uso de ferramentas de análise que sejam robustas e de fácil utilização, que permitam a leitura de grandes quantidades de dados e que forneçam resultados consistentes para subsidiar a resolução dos conflitos, são fundamentais para uma boa tomada de decisão no processo de gestão integrada dos recursos hídricos do Sistema (FUMES *et al.*, 2011).

Dessa forma, a partir da necessidade de se ter um banco de dados hidrológicos centralizado, de acesso controlado, seguro e acessível, além de ferramentas que permitam consultas e análises rápidas que auxiliem nas tomadas de decisões, que surge o Sistema de Suporte à Decisão para Operação dos Grandes Sistemas Produtores da Sabesp – SSD Sabesp[37] (FUMES *et al.*, 2011).

O SSD Sabesp começou a ser desenvolvido em 1998 e em sua primeira versão era voltada para poucos usuários internos. Em 2003 foi iniciada a migração para uma nova versão mais moderna, cuja estrutura foi alterada para comportar um maior número de usuários, com uma base de dados mais atual e com grande capacidade de armazenamento. Além disso, ouve migração de parte do Sistema para w*eb*[38] (interface de alimentação de dados) e divul-

37 A Sabesp é a companhia concessionária de serviços de saneamento básico de boa parte dos municípios do estado de São Paulo.
38 Web é uma palavra inglesa que significa "teia" que, com o aparecimento da internet, tornou-se um sinônimo para a Rede Mundial de Computadores (world wide web – www).

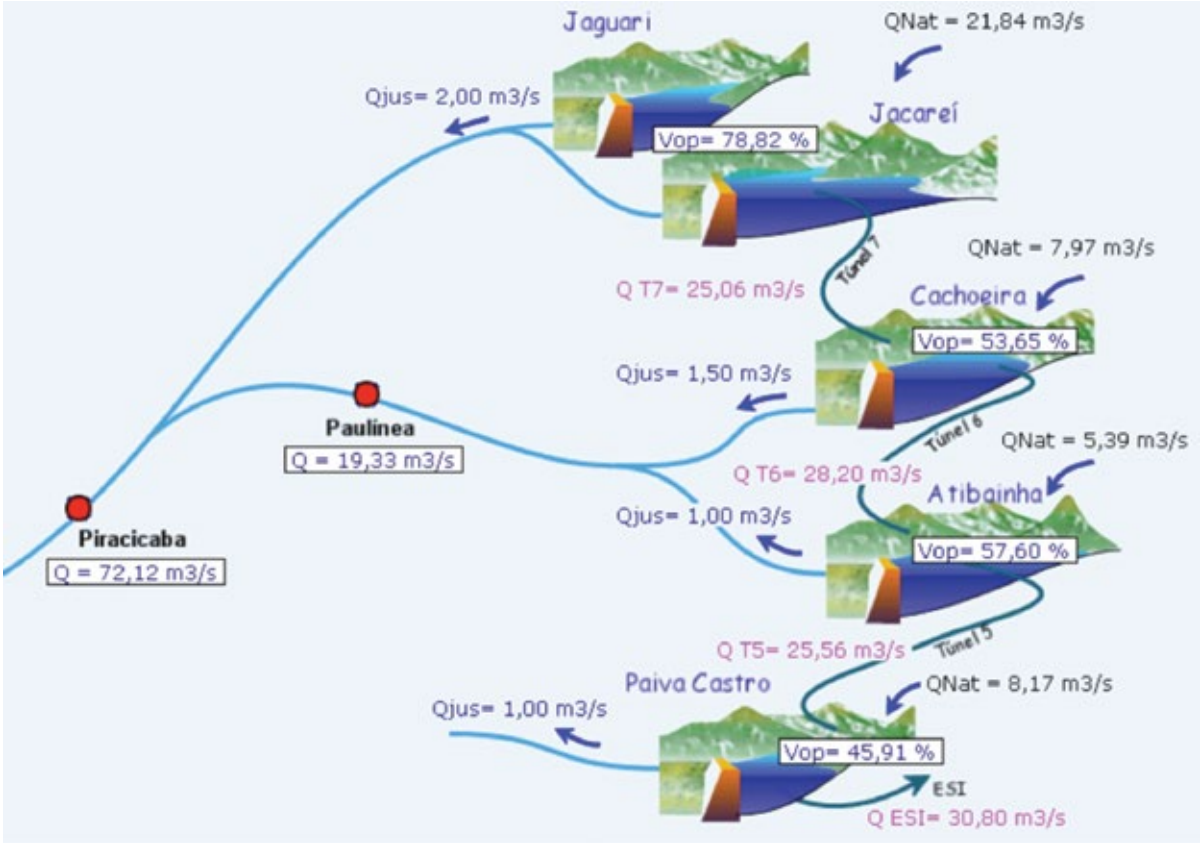


Figura 79 – *Tela do SSD ilustrando o balanço hídrico e as descargas a jusante do Sistema Cantareira*

gação para entidades externas. O Sistema utiliza gerenciadores de banco de dados para manipulação de informações e modelos de otimização e de simulação que usam algoritmos matemáticos específicos baseados em ferramentas de modelagem computacional (FUMES *et al.*, 2011).

Atualmente o SSD é composto por três subsistemas, que utilizam uma mesma base de dados, denominados:

- SSD Desktop: interface SIG e consulta de dados para Windows;
- SSD Web Editor: edição de dados;
- SSD Web Visualizador: divulgação de dados para público interno e externo.

O acesso ao SSD é realizado por *login* e senha onde todo o fluxo de informações está associado à permissão do usuário, o qual tem todas as suas atividades identificadas e armazenadas.

A interface gráfica foi concebida para permitir o acesso de forma rápida as informações mais corriqueiras do cotidiano de seus usuários. A janela principal contém na parte superior duas barras: a de cima é uma barra de acesso rápido aos sistemas produtores da Sabesp; a de baixo é uma barra de ferramentas com quatro grandes grupos de funções: arquivos de configuração, navegação e recursos geográficos, acesso às janelas de informações e atalhos. Na lateral esquerda existe um menu no formato de árvore para acesso a todas as opções, uma escala gráfica e um mini-mapa com indicação da área visualizada no mapa principal. E finalmente na barra de status as informações de localização do cursor sobre o mapa, a escala numérica e outras (Figura 80).

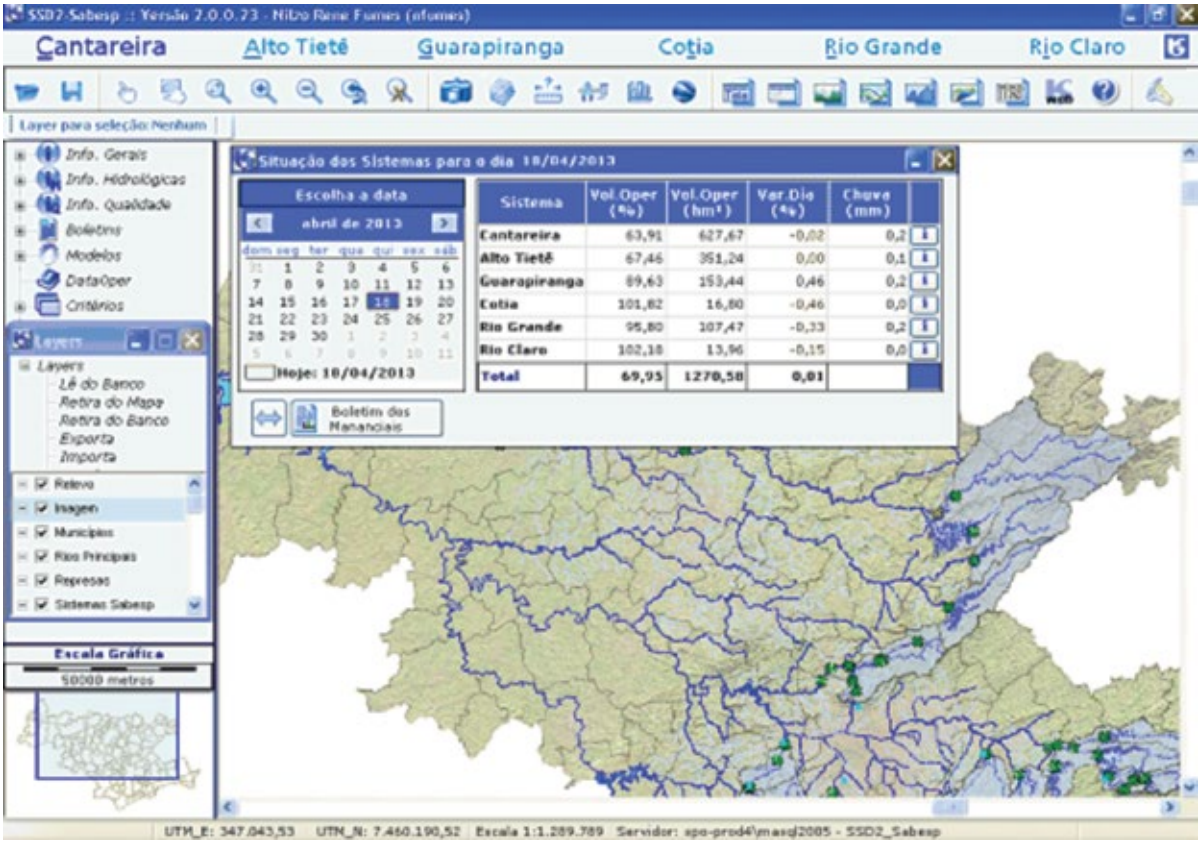


Figura 80 – *SSD Sabesp – desktop*

O SSD Sabesp está integrado à rede telemétrica Sabesp, incluindo o banco de dados. Isso permite que em intervalos de 10 minutos seja possível o monitoramento *on line* de nível, vazão e pluviometria de cada reservatório, rio ou canal, contribuindo para subsidiar as áreas operacionais.

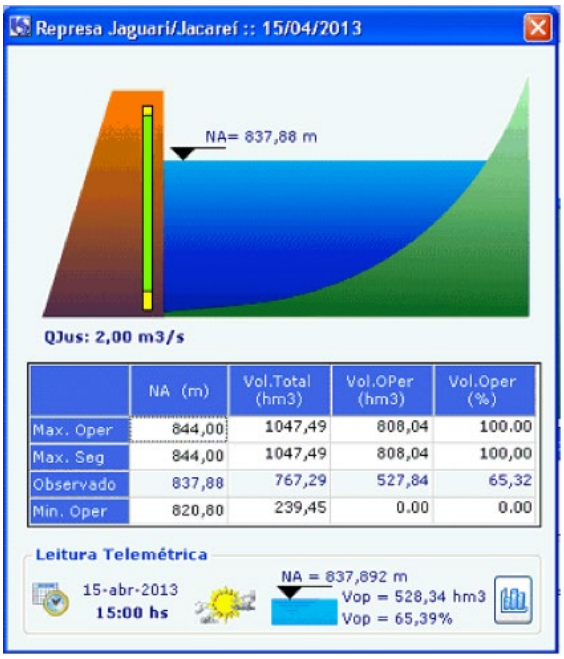
O Sistema permite a realização de diversas análises e incorporação de uma série de indicadores que agilizam e qualificam os processos de tomada de decisão. Além disso, propiciou: melhoria e aumento da segurança dos dados hidrológicos armazenados; a atualização das informações de forma descentralizada e participativa; ampliação do acesso aos dados e informações; e aumento do conhecimento dos técnicos da Sabesp e de outros órgãos operadores sobre o funcionamento e operação do Sistema Cantareira.

Ressalta-se que o SSD Sabesp permitiu uma integração entre as áreas operacionais de recursos hídricos e a área de gestão, na medida em que definem e compartilham as responsabilidades no uso do SSD. No modelo de gestão atual, as áreas operacionais que fazem a coleta diária dos dados são as responsáveis pela atualização do banco de dados e, imediatamente, têm as informações geradas pelo sistema – de responsabilidade da área de gestão (FUMES et al., 2011).

VEJA MAIS*: Informações sobre a situação hídrica do Sistema Cantareira, calculadas a partir do SSD, podem ser acessadas na página da Sabesp em: http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx.*

5.2.4.3 SERVIÇO DE ASSESSORAMENTO AO IRRIGANTE (SAI)

O Serviço de Assessoramento ao Irrigante – SAI é um projeto do Instituto de Pesquisa e



	NA (m)	Vol.Total (hm3)	Vol.OPer (hm3)	Vol.Oper (%)
Max. Oper	844,00	1047,49	808,04	100.00
Max. Seg	844,00	1047,49	808,04	100,00
Observado	837,88	767,29	527,84	65,32
Min. Oper	820,80	239,45	0.00	0.00

Figura 81 – *SSD Sabesp – desktop*

Inovação na Agricultura Irrigada (INOVAGRI) que vem sendo executado no Distrito de Irrigação Baixo Acaraú – DIBAU, no Ceará, cujo principal objetivo é transferir informação a agricultores sobre o manejo da irrigação por meio de mensagens de celular, *e-mail* e pela própria página na *internet*.

O DIBAU possui vocação para a fruticultura e seu projeto foi concebido para utilizar a microirrigação (gotejamento e microaspersão) que, por ser um método de elevada eficiência no uso da água, é particularmente recomendado para áreas com escassez hídrica – que é o caso do Ceará – ou quando a cobrança pelo uso da água impacta significativamente o processo produtivo. Quando adequadamente projetados, instalados, mantidos e manejados, os sistemas de microirrigação podem eliminar os problemas advindos do escoamento superficial, e a consequente erosão do solo, e atingir elevados níveis de eficiência de aplicação e uniformidade de distribuição de água e produtos químicos. Logo, é unânime a concordância de que uma das maiores vantagens desse

método é a economia de água (FRIZZONE *et al.*, 2012).

Mesmo com toda a tecnologia empregada, sistemas de microirrigação mal dimensionados, instalados inadequadamente ou manejados de forma errada podem implicar em baixos índices de uniformidade e eficiência, não justificando o alto valor investido neste tipo de equipamento (LIMA *et al.*, 2013).

O irrigante, para realizar uma boa aplicação de água às plantas, precisa ter conhecimento das seguintes informações: quando (tempo), quanto (lâmina) e como (método-sistema) irrigar. Se ele possui os dois primeiros, mas o método de irrigação não está sendo bem utilizado, podemos considerar que ele tem uma baixa qualidade de irrigação. Certamente, qualquer um dos três fatores interferirá na qualidade da irrigação, mas o SAI foca no aprimoramento do manejo do sistema (LIMA *et al.*, 2013).

Para a realização desse manejo, foi desenvolvido um *software* específico para o SAI. O sistema de computação criado é o Sistema de Assessoramento ao Irrigante – s@i. O *software* funciona na *web*, sem a necessidade de instalação em computador, e possui uma interface bastante amigável. Isto facilita sua utilização por agricultores em lugares diversos do País ou do mundo, bastando apenas ter um ***login*** e senha. A Figura 82 ilustra uma das telas de consulta do s@i e na Figura 83 é apresentado o fluxograma do seu processo.

O Sistema s@i possui um módulo de irrigação que utiliza a base de dados do módulo de assessoramento integrado a uma estação meteorológica automática para calcular e enviar,

Figura 82 – *Tela de consulta do Sistema s@i (LIMA et al., 2013)*

Figura 83 – *Fluxograma do processo do Sistema s@i (baseado em LIMA et al., 2013)*

por meio de mensagens de SMS ou *e-mail*, o tempo de irrigação diário de cada plantio[39]. Este módulo também calcula a uniformidade de emissão de água do sistema com os dados coletados pelo técnico ou até mesmo pelo irrigante que alimenta o sistema. Para se irrigar bem é preciso ter o sistema funcionando adequadamente, pois desta forma haverá uma boa qualidade da irrigação (LIMA *et al.*, 2013).

Ou seja, o SAI, além de possuir um sistema computacional conectado a uma estação meteorológica automática, possui também uma equipe de técnicos que monitora constantemente a qualidade da irrigação referente ao manejo do tempo e do uso adequado do sistema de irrigação.

Estudos (LORITE *et al.*, 2012; CAR *et al.*, 2012 e LIMA *et al.*, 2010) constataram que ocorre um aumento da qualidade do processo de irrigação quando se inicia a atuação do SAI, o qual pode se configurar em um importante instrumento de manejo da irrigação na agricultura.

VEJA MAIS*: Para maiores informações sobre o SAI, consultar http://inovagri.org.br/?projetos=sai-sistema-de-assessoramento-ao-irrigante.*

39 Os dados para determinar diariamente a **evapotranspiração** são obtidos de uma estação do Instituto Nacional de Meteorologia localizada no DIBAU.

5.2.4.4 SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO PARA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS DO SETOR ELÉTRICO – HYDROEXPERT

O HydroExpert é um Sistema de Suporte à Decisão, sob licença *freeware*[40], aplicado à análise da Operação de Sistemas com Multi-Reservatórios. O Sistema permite a análise antecipada das trajetórias das diversas variáveis associadas à operação do sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil – conhecido como Sistema Interligado Nacional (SIN) – e a verificação do atendimento de metas ou limites operativos de níveis, vazões, entre outros, estabelecidos para diversos reservatórios e pontos de controle ao longo de uma bacia hidrográfica (GUILHON & CICOGNA, 2013).

Como ferramenta computacional, o HydroExpert possui uma base de dados relacional denominada HydroData XP contendo dados estáticos (físicos) dos aproveitamentos do SIN. Esta base pode ser editada e expandida a partir das necessidades do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), bem como dos agentes geradores de energia elétrica. O sistema também pode importar dados de bases de operação contendo os dados dinâmicos como, por exemplo, da Base de Dados Técnicos do ONS (GUILHON & CICOGNA, 2013).

40 *Freeware* é qualquer programa de computador cuja utilização não implica no pagamento de licenças de uso.

Por se tratar de um aplicativo que acessa uma base de dados característicos de aproveitamentos hidroelétricos, o HydroExpert permite que, a partir da simulação de dados operativos efetivamente praticados, possa se obter uma verificação dos dados característicos existentes (GUILHON, 2010).

Atualmente, a partir do HydroExpert é possível realizar simulações para representar o efeito de afogamento (ou remanso) e utilização de rotinas de rebaixamento dinâmico de reservatórios, de modo a antecipar decisões de **vertimento** frente a um cenário de cheia, promovendo uma redução no nível do reservatório e alocando volumes vazios para atenuar a possível enchente futura (GUILHON & CICOGNA, 2013).

Além dos casos mencionados, o HydroExpert também pode ser utilizado para auxiliar as tomadas de decisão sobre as defluências, tanto nas vazões turbinadas quanto nas vertidas, principalmente durante o período de controle de cheias.

Um recurso secundário, mas importante, é a portabilidade do *software* e seus estudos, pois o HydroExpert pode ser utilizado a partir de dispositivos móveis de armazenamento como, por exemplo, cartões de memória ou *pendrives* (GUILHON & CICOGNA, 2013).

O simulador hidráulico vem sendo utilizado de forma crescente por empresas do Setor Elétrico e mais especificamente pelo ONS, com as mais diferentes funcionalidades (GUILHON, 2010).

VEJA MAIS*: Para maiores informações sobre o HydroExpert e também para baixar o programa, acesse http://www.hydrobyte.com.br/site/pt-br/hydroexpert.*

5.2.4.5 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DOS TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – SIGTAQ

O Brasil apresenta um imenso potencial para utilização da navegação fluvial, com 64 mil km de rios e lagos/lagoas, distribuídos em todo o território nacional (Figura 84). Deste total, mais de 41 mil km são potencialmente navegáveis. No entanto, segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ (2014), o País apresenta cerca de 22 mil km de vias economicamente navegadas, com significativa concentração na Amazônia (80%), onde os rios não carecem de maiores investimentos e as populações não dispõem de muitas opções de modais terrestres (BRASIL, 2010).

A participação das hidrovias na atual matriz de transporte de cargas é ainda modesta, cerca de 4%, quando comparada com os 58% do transporte rodoviário. Estimativas da ANTAQ (2014) apontam que, atualmente, são transportadas pelo modal hidroviário – consideradas as navegações de cabotagem e longo curso em vias interiores brasileiras – cerca de 80 milhões de toneladas de cargas/ano, enquanto o potencial identificado, para 2015, é, pelo menos, 2,2 vezes maior (ANTAQ, 2014). Nesta perspectiva, a ampliação da navegação no Brasil agregaria benefícios ambientais, econômicos e sociais (BRASIL, 2010).

Nesse sentido, a ANTAQ concebeu o Plano Nacional de Integração Hidroviária (PNIH), lançado em 2013, o qual visa basicamente a dois objetivos centrais: estudo detalhado das hidrovias brasileiras e indicação de áreas propícias para instalações portuárias.

Para atingir aos objetivos, foram desenvolvidos estudos traçando-se diferentes cenários logísticos e buscando-se avaliar a criação de terminais portuários e alternativas de transporte

Figura 84 – *Mapa hidroviário brasileiro*

Fonte: ANTAQ

de navegação interior para escoamento da produção. Para auxiliar a realização dos estudos, foi implantada uma base de dados georreferenciada e desenvolvido o **Sistema de Informações Geográficas dos Transportes Aquaviários – SIGTAQ**.

O SIGTAQ é uma ferramenta que permite a simulação, a análise, a geração de mapas temáticos, entre outros recursos e tem como objetivo primordial o de facilitar a visualização de informações geográficas pertinentes aos modais de transporte, em especial o aquaviário, além de servir como ferramenta para análises regulatórias, logísticas e de planejamento (ANTAQ, 2012).

O sistema é dividido em dois grandes módulos: o primeiro refere-se a parte de informações geográficas (SIG), através da produção de mapas; e o segundo se ocupa das questões de transporte e logística, no qual são desenvolvidos estudos, simulações e análises das hidrovias brasileiras e de seus terminais. A Figura 85 ilustra a tela do SIGTAQ com o resultado de análise de uma de suas funcionalidades (cálculo de caminho mínimo). Esta funcionalidade calcula qual a melhor rota para transporte de produtos, determinando o caminho mínimo com menor custo logístico.

Dentre as diversas ações que puderam ser desenvolvidas com o apoio do SIGTAQ, podem ser destacadas:

- Produção de anuários estatísticos e panoramas aquaviários;

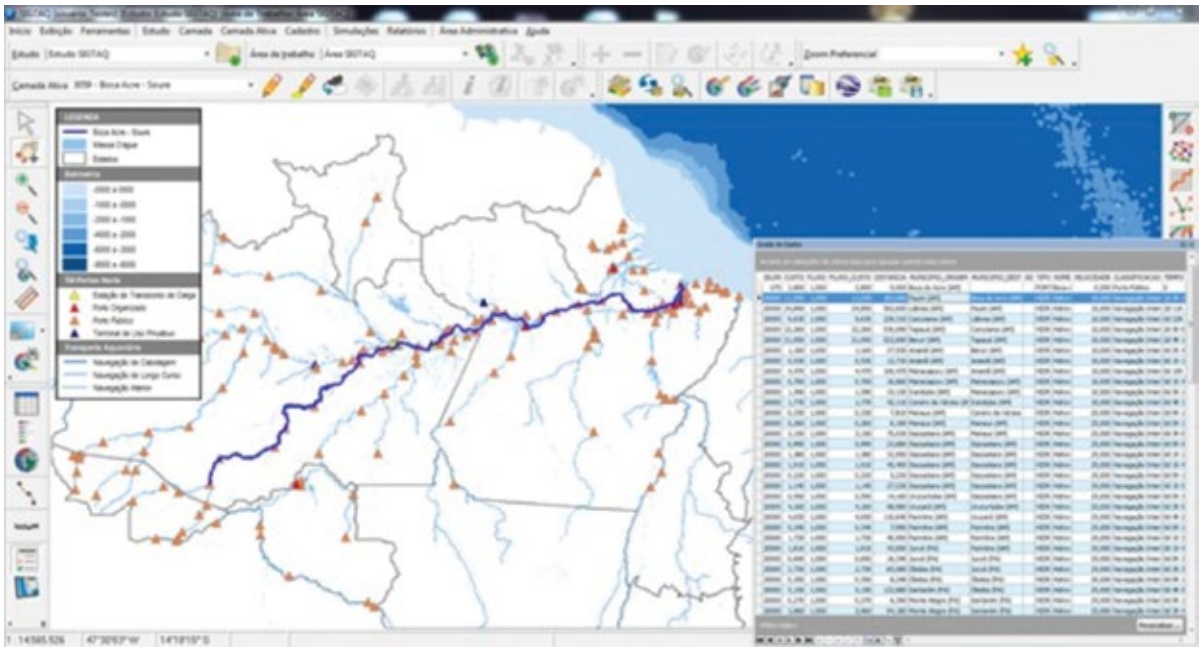


Figura 85 – *Tela com a informação do caminho mínimo de uma hidrovia gerado no SIGTAQ*

- Estudos de hidrovias;
- Estudos de demandas por transportes;
- Estudos de cenários futuros para o setor aquaviário;
- Plano Geral de Outorgas Portuário e infraestrutura aquaviária;
- Avaliação de concorrência entre portos públicos e terminais privativos;
- Visualização de objetos no Google Earth[41].

O SIGTAQ tem se constituído numa importante ferramenta de apoio às ações de planejamento, gestão e regulação da ANTAQ.

41 O Google Earth é um programa de computador desenvolvido e distribuído pela empresa estadunidense Google cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaicos de imagens de satélite obtidas de fontes diversas.

5.3 SISTEMAS COM RECORTE TERRITORIAL

Como vimos no Capítulo 2, a delimitação de SIs por bacia hidrográfica, por estados ou em escala nacional é apropriada à gestão das águas, tanto pelo aspecto **fisiográfico** e sistêmico, quanto pelo político. Portanto, nesta seção apresentaremos exemplos de sistemas estruturados com base em recortes territoriais (por bacia e por estado).

5.3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS – O CASO DO SIG RIBEIRA DE IGUAPE E LITORAL SUL

A bacia hidrográfica do Ribeira abrange a região costeira sul do estado de São Paulo e nordeste do Paraná, conforme ilustra a Figura 86.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (CBH-RB), instalado em 1996, tem como área de atuação a porção paulista da bacia. A região concentra o maior número de Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável do território paulista, tanto que dos seus cerca

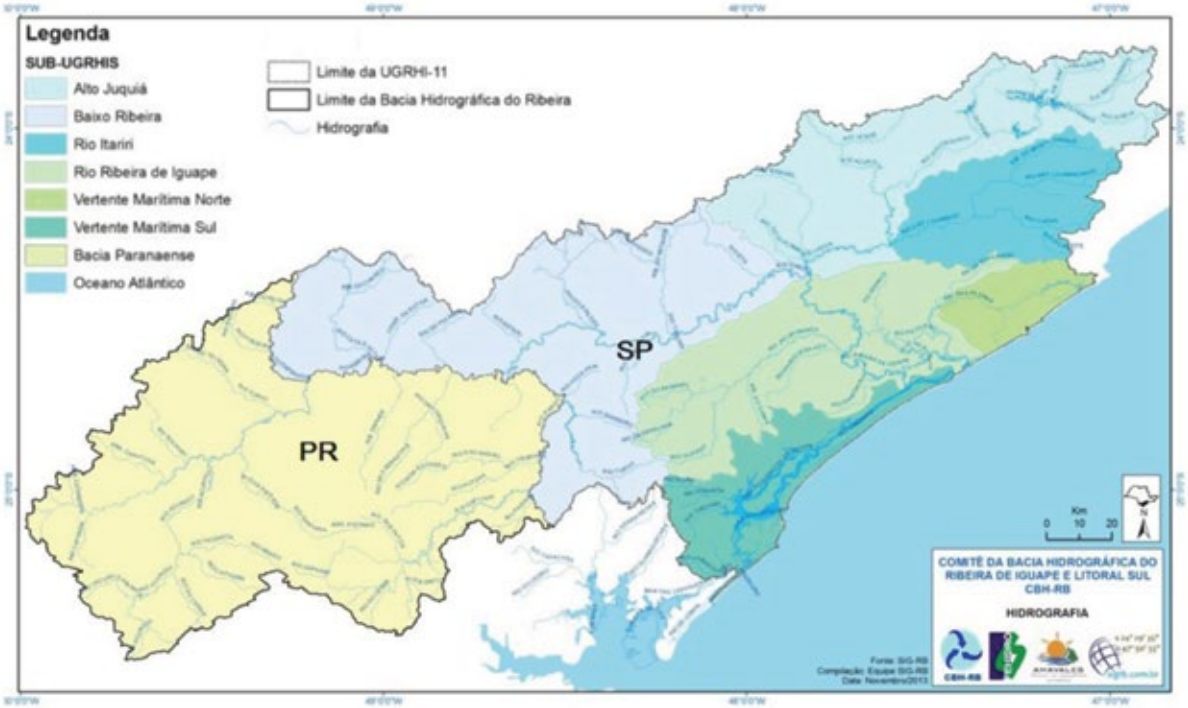


Figura 86 – *Mapa da bacia hidrográfica do Ribeira*

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 11

de 17.000 km², mais de 70% são cobertos por vegetação natural. Dentre as principais atividades econômicas da bacia, podem ser destacadas o setor de serviços, a agropecuária, a mineração (e o setor industrial relacionado a esta), o turismo e a pesca litorânea.

Visando à gestão mais eficaz dos recursos hídricos, o CBH-RB decidiu implementar o Sistema de Informações Geográficas do Ribeira de Iguape e Litoral Sul (SIG-RB). O SIG-RB foi concebido por um grupo de profissionais das áreas de Geologia, Processamento de Dados, Agrimensura, Aerofotogrametria, Engenharia e Biologia, sendo alguns contratados para a execução dos projetos e outros colaboradores, pertencentes a instituições públicas, a organizações da sociedade civil atuantes na região e a universidades (USP, UNESP, UNICAMP).

O grupo do SIG-RB executa não apenas os projetos de SIG, mas projetos da área de Planejamento de Recursos Hídricos (Relatório de Situação, Plano de Bacia) e de apoio à Gestão Territorial e Ambiental e à Defesa Civil.

A partir do Sistema, é possível acessar diversas informações sobre a bacia, tais como: Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, indicadores de disponibilidade hídrica e de qualidade das águas, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, modelos de simulação hidrológica, mapas interativos, arquivos *shapefile*[42] e muitas outras informações. Além disso, na página do SIG-RB na *internet* são apresentadas notícias relacionadas a gestão de recursos hídricos e ambiental realizadas na bacia, bem como os projetos em desenvolvimento no âmbito do SIG-RB.

O Sistema é mantido por meio de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (FEHIDRO) e reúne informações

42 *Shapefile* é um formato popular de arquivo contendo dados geoespaciais em forma de vetor usado por Sistemas de Informações Geográficas (Fonte: Wikipédia).

necessárias para a gestão dos recursos hídricos da bacia, as quais também são úteis para a gestão territorial e ambiental.

VEJA MAIS: Para consultar o Sistema de Informações Geográficas do Ribeira do Iguape e Litoral Sul, acesse http://www.sigrb.com.br/.

5.3.2 SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS – O CASO DO CEARÁ

O estado do Ceará tem mais de 90% de seu território inserido em região semiárida, com praticamente todos seus rios naturalmente intermitentes. Por essa razão, a política estadual de recursos hídricos tem sido baseada na expansão da infraestrutura hídrica, caracterizada por diversos açudes – muitos deles interligados por meio de canais e adutoras – capazes de tornar **perenes** muitos quilômetros de trechos de rios cearenses. O Estado dispõe de uma capacidade de acumulação da ordem de 19 bilhões de m^3, dos quais quase 90% nos grandes açudes, e quase 2.000 km de adutoras.

Além da grande capacidade de reservação e distribuição de água, o estado conta com estrutura para gestão de seus recursos hídricos bastante robusta e complexa para fazer frente aos desafios advindos da intrínseca escassez de água cearense. O Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (Sigerh) é composto por uma série de organismos, cada qual com suas competências, responsáveis pela condução da Política de Recursos Hídricos e implementação dos instrumentos de gestão. A Figura 87 ilustra o organograma do Sigerh do Ceará.

Para a condução da gestão de suas águas, são necessárias diversas informações para subsidiar os organismos gestores nos processos de tomada de decisão. Dessa forma, o Sigerh vem implementando um conjunto de ações integradas, que visam obter e gerar, sistematicamente, informações que subsidiem seus órgãos integrantes no processo de gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos, nos vários níveis da gestão.

As principais entidades provedoras de informações ao Sigerh são: a Secretaria dos Recursos

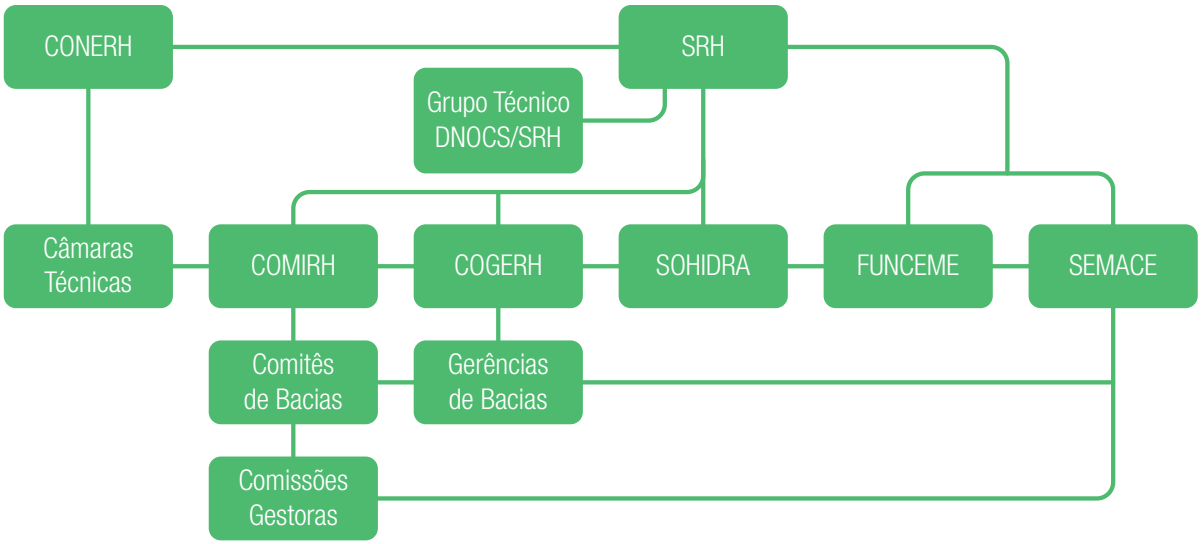


***Figura 87** – Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (Sigerh)*

Fonte: Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará, 2009

Hídricos (SRH), a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh) e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

Dentre as principais atribuições da SRH relacionadas ao provimento de informações destacam-se[43] a implantação e gerenciamento do Sistema de Informações de Recursos Hídricos do estado.

Dentre as principais funções da Cogerh relacionadas ao provimento de informações destacam-se[44]:

- Realizar estudos técnicos para implementação, efetivação e alteração das tarifas pelos usos dos recursos hídricos;

- Manter atualizado o balanço da disponibilidade e demandas de recursos hídricos em sua área de atuação;

- Manter atualizado o cadastro de usuários de recursos hídricos;

- Elaborar os planos de recursos hídricos.

Já a Funceme desenvolve projetos em diversas linhas de pesquisa e, na área de recursos hídricos, abrange os temas de qualidade das águas superficiais e subterrâneas, hidrologia básica, hidráulica de canais, operação de reservatórios, hidrogeologia, sedimentologia, drenagem urbana, interação rio-aquífero, acoplamento de previsão climática a modelagem hidrológica. Como exemplos de produtos úteis aos gestores de recursos hídricos gerados pela Funceme, destacam-se:

- Acoplamentos de Modelos Hidrológicos e Meteorológicos – utilização em conjunto de modelos climáticos e hidrológicos para a previsão de afluências aos principais reservatórios do estado, e o desenvolvimento de algoritmos para a otimização da operação de reservatórios utilizando informações climáticas;

- Mapeamento e avaliação de potencial hídrico subterrâneo de aluviões, com o uso de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e SIG;

- Estudos e caracterização de variáveis hidro-climatológicas, oceanográficas e ambientais de regiões estuarinas, para avaliação do uso potencial e gerenciamento ambiental dessas regiões.

A Funceme desenvolve, ainda, sistemas de suporte os quais englobam todas as aplicações tecnológicas desenvolvidas pela instituição na área de recursos hídricos. Tais sistemas visam dar subsídios às atividades das Secretarias Estaduais e dentre estes destacam-se:

- Modelo MUSAG – utilizado pela Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado no âmbito do Programa Hora de Plantar;

- SIMIC – Sistema de Informações Meteorológicas para a Irrigação no Ceará: programa de conservação de água e energia na agricultura irrigada;

- Sistema de Alerta de Enchentes para bacias hidrográficas urbanas, em parceria com a Secretaria de Justiça e Cidadania/ Defesa Civil;

- Programa de Auxílio à Agricultura em Sequeiro – utiliza cálculos das probabilidades de sucesso na produção agrícola;

- SIGA – Sistema de Informação para o Gerenciamento da Alocação de Água: através da integração de desenho de rede de fluxo, simulação hidrológica, operação de

43 Inciso II do artigo 49 da Lei nº 14.844/2010, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sigerh.
44 Incisos II, V, VI e VII do artigo 51 da Lei nº 14.844/2010, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sigerh.

reservatórios, modelagem de qualidade de água e outros módulos computacionais.

Além das informações de caráter mais técnico e fisiográfico dos recursos hídricos, o estado mantém registro de informações relacionadas aos aspectos legais da Política Estadual de Recursos Hídricos (leis, decretos e normativos infralegais), bem como informações sobre os organismos de gestão participativa (conselho, comitês de bacia e comissões gestoras de reservatório). Todas as informações geradas pelas instituições integrantes do Sigerh estão disponíveis no Portal Hidrológico do Ceará (http://www.hidro.ce.gov.br) ou ainda em suas páginas eletrônicas na *internet*. A Figura 88 ilustra a página de consulta dos volumes armazenados dos reservatórios do estado, disponível no Portal Hidrológico do Ceará.

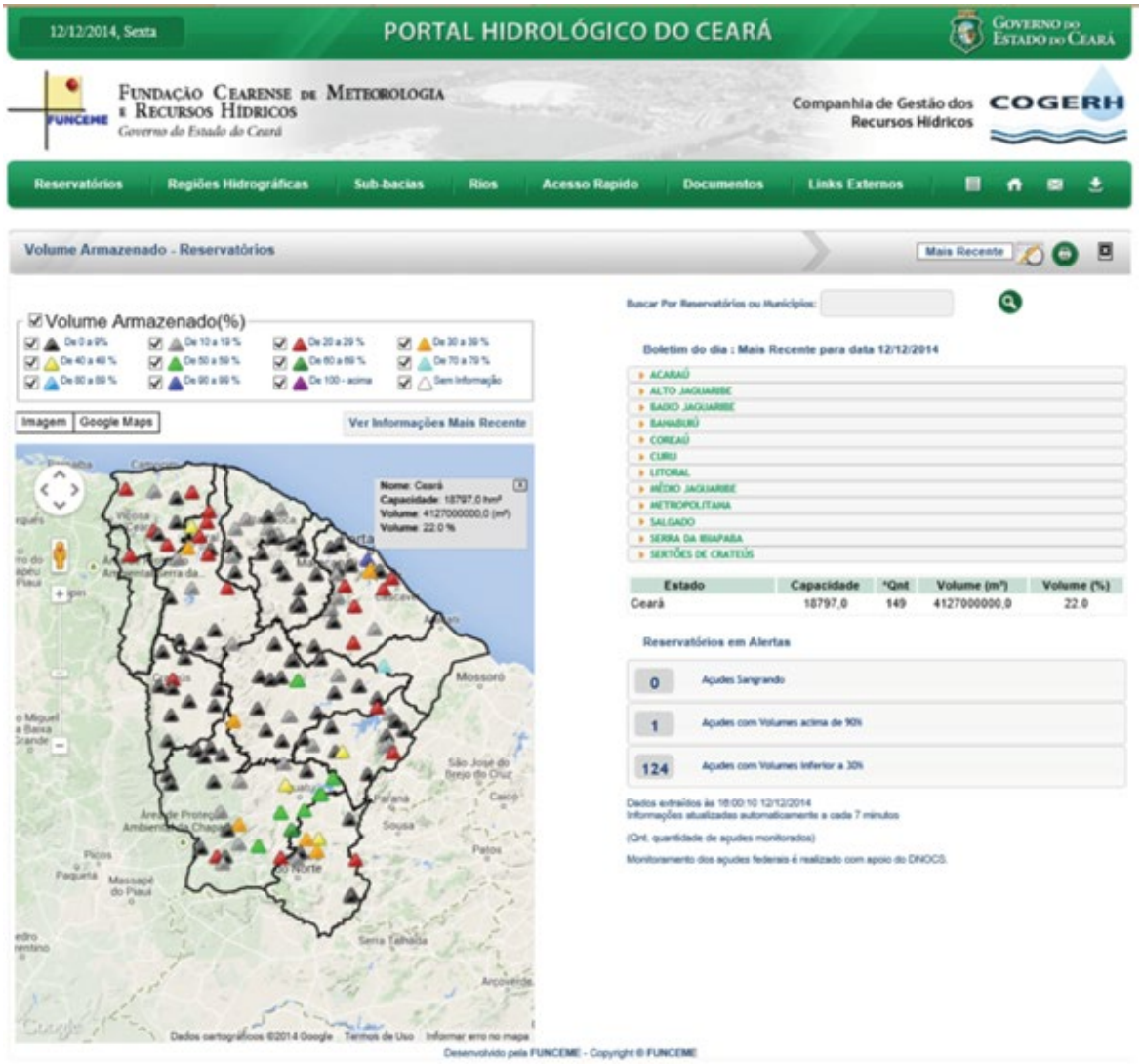


***Figura 88** – Página de consulta da situação dos volumes de água armazenados nos açudes do Ceará*

Fonte: http://www.hidro.ce.gov.br, acesso em 12/12/2014

VEJA MAIS: Para acessar as páginas dos órgãos provedores de informações do Sigerh, acesse http://www.srh.ce.gov.br/, http://portal.cogerh.com.br/ e http://www.funceme.br/.

Além do provimento de informações aos tomadores de decisão no âmbito do Sigerh, o estado tem a responsabilidade de informar a sociedade em geral sobre a situação dos recursos hídricos do Ceará, disponibilizando as informações de forma mais acessível e de fácil compreensão para o público em geral. Nesse sentido, com o objetivo de oferecer à sociedade uma ferramenta de fácil e rápido acesso e manipulação, que possa ser útil em pesquisas referentes a recursos hídricos e obras de infraestrutura hídrica, a Secretaria dos Recursos Hídricos lançou o **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará**.

Por meio do Atlas é possível construir, de forma interativa, mapas com diversas informações sobre os recursos hídricos do estado, bem como fazer consultas tabulares sobre infraestrutura, socioeconomia do estado, gestão dos recursos hídricos, volume dos açudes, dentre muitos outros temas. A Figura 89 ilustra uma das telas resultantes de consulta tabular (abastecimento de água) do Atlas Eletrônico.

Com esse conjunto de informações e ferramentas de apoio a tomada de decisão e de disponibilização de informações, o estado do Ceará tem conseguido subsidiar os órgãos responsáveis pela gestão de suas águas na condução da Política Estadual de Recursos Hídricos e atingir aos objetivos[45] para os quais foi criada.

O ATLAS ELETRÔNICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ

Construído a partir de um Sistema de Informação Geográfico (SIG) via *web*, o Atlas oferece informações sobre a geografia física do Ceará.

A base cartográfica apresenta dados sobre infraestrutura hídrica (açudes, adutoras, eixos de interligação, dessalinizadores, poços); socioeconomia; gestão dos recursos hídricos (balanço hídrico, potencial hídrico, projetos); além de dados de outorga e licenças de uso da água. O Atlas também interliga a outros temas como imagens de satélites, relevo, vegetação, desertificação. A base cartográfica foi construída na escala de 1:100.000.

Para conhecer o Atlas Eletrônico do Ceará, acesse http://atlas.srh.ce.gov.br/.

45 Artigo 2º da Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010.

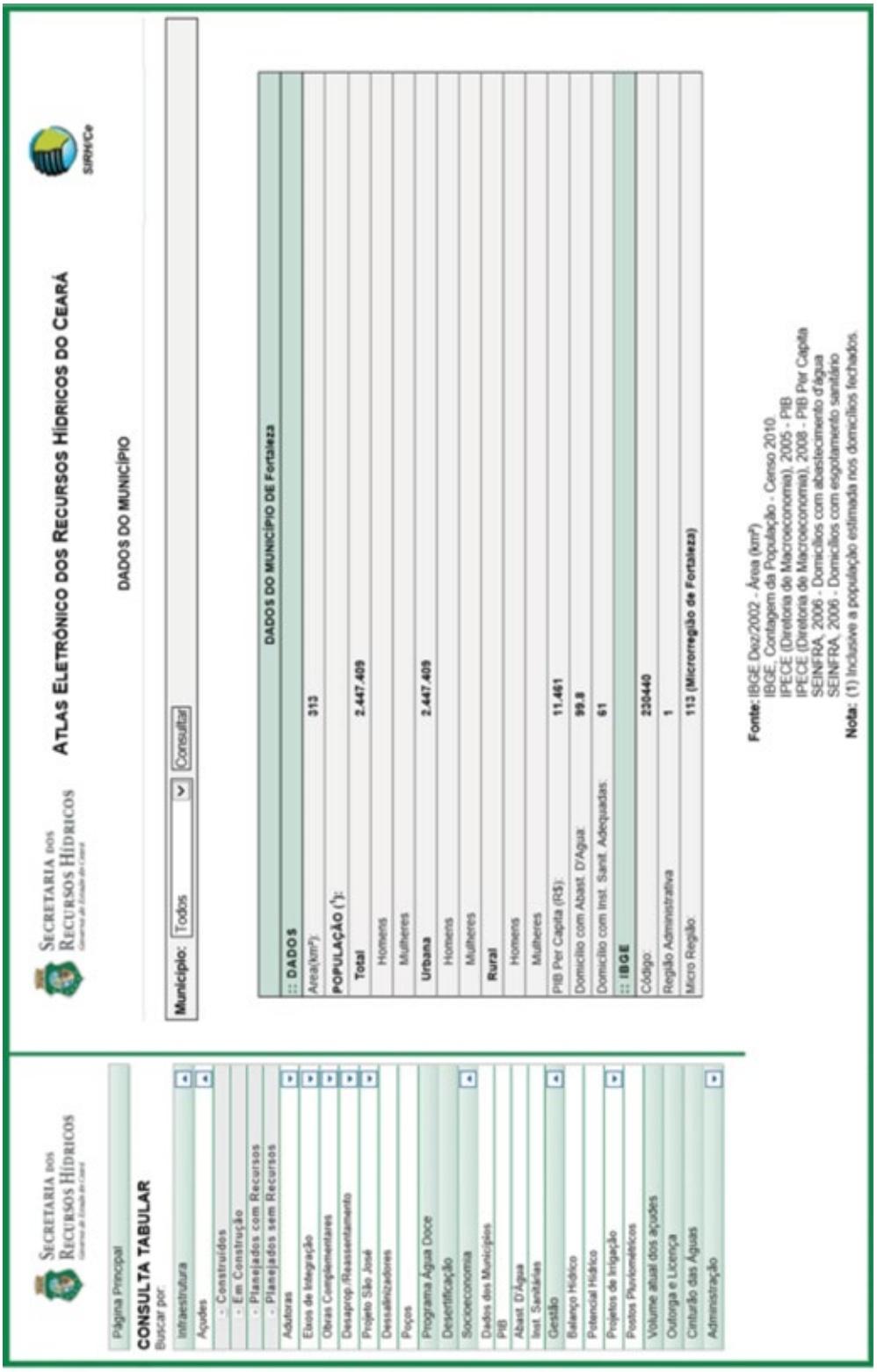


***Figura 89** – Página de consulta tabular da situação da cobertura de abastecimento de água na cidade de Fortaleza*

Fonte: http://atlas.srh.ce.gov.br, acesso em 12/12/2014

Réguas para registro de nível d'água da barragem de Baião, São José do Brejo do Cruz/PB.
Autor: COBA S.A. / Banco de Imagens ANA.

6

Antena para transmissão de dados de PCD, Riacho Fundo/DF
Autor: Raylton Batista / Banco de Imagens ANA.

APRENDIZAGENS E DESAFIOS

De modo geral sim, é verdade que os SIs ainda são incipientes e carecem de amadurecimento sistêmico. Por um lado, persiste a dificuldade de acesso a dados organizados, muitos dos quais continuam sendo produzidos em formatos e mídias de reduzida acessibilidade ou sem subsequente e adequada publicidade. Por outro lado, como os sistemas de informação ambientais constituem um nicho relativamente recente em meios governamentais, e a disponibilidade desses Sistemas requer esforços especializados e recursos financeiros significativos, a formação de uma cultura institucional que torne imprescindível tais sistemas evolui ainda lentamente.

O grande desafio em relação aos SIs no Brasil é a sua integração em redes de amplo acesso interinstitucional e público, como por exemplo, via serviços *web* da rede mundial de computadores mencionados ao longo do texto. Isto possibilita não apenas a disseminação de dados e informações indispensáveis a um entendimento amplo e atualizado das dinâmicas ambientais, como também viabiliza o desenvolvimento de sistemas ainda mais complexos de apoio à decisão, a exemplo dos sistemas de alerta ambiental.

Várias iniciativas nesse sentido estão em andamento, muitas delas em ambiente cooperativo interinstitucional baseados em plataformas de desenvolvimento livres, às quais os agentes e órgãos implicados podem ter acesso sem os habituais elevados custos de *software*. Vale menção, por exemplo, a plataforma Terra_MT, desenvolvida pela Divisão de Processamento de Imagens do INPE (DPI/INPE) para a integração de dados capaz de indicar probabilidades de enchentes, escorregamentos de terra, fogo e diversos tipos de risco ambiental, dispondo também de módulos capazes de disparar alertas para contatos cadastrados de autoridades responsáveis. Embora recentemente disponibilizada, essa plataforma já está sendo utilizada, dentre outros, por governos estaduais como o do Acre para previsão de áreas em risco de inundação, e pelo MMA para sinalizar riscos de fogo em Unidades de Conservação. O fundamento desses sistemas é a disponibilidade das informações "*on line*" na *internet*, seja em arquivos de séries históricas ou em

dados em tempo real, obtidos diretamente de sensores e estações telemétricas.

Outro exemplo relevante em início de implementação, fruto de uma cooperação entre a ANA e o INPE, prevendo a integração de dados de precipitação oriundos de várias fontes/instituições – estações pluviométricas, imagens de sensores orbitais e de radares terrestres rastreadores de nuvens, poderá aprimorar o sistema de previsão de precipitações localizadas e a estimativa de seus impactos, com abrangência nacional.

O Snirh, em desenvolvimento pela Superintendência de Tecnologia da Informação da ANA (STI/ANA), tem a incumbência legal de, em princípio, ser o grande integrador de todos os sistemas referidos neste documento de informação relacionados à gestão dos recursos hídricos. O modelo conceitual proposto para sua implementação comporta tal pretensão, no entanto, ainda há um longo caminho de construção e desenvolvimento a percorrer para que seja atingido um nível adequado de integração operacional entre os diversos módulos previstos, até porque tal sistema não depende dos esforços de uma instituição, mas do amadurecimento do Singreh como um todo.

Nesse aspecto, destaque deve ser dado aos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos e as agências de água (ou **entidades delegatárias** para desempenho de suas funções) que têm papel especialmente importante na integração das bases de dados existentes nas suas áreas de atuação com o Snirh. Aliás, sem a participação de tais entes na administração e operação dos SIRHs, dificilmente o Snirh se consolidará no sistema para o qual foi concebido.

Dessa forma, tanto os órgãos gestores estaduais, quanto as **agências de água** precisam de estruturas minimamente adequadas para enfrentar tais desafios com relação aos SIRHs. Neste tema, as agências de água necessitam de uma atenção ainda maior, uma vez que têm seus orçamentos muitas das vezes condicionados ao avanço da **cobrança pelo uso dos recursos hídricos** que, no momento atual brasileiro, ainda está muito aquém do seu real potencial de alcance dos objetivos para os quais foi criada no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos.

VEJA MAIS: Para maiores informações sobre as agências de água e sobre a cobrança pelo uso de recursos hídricos, consulte os Volumes 4 e 7, respectivamente, desta série.

Isso quer dizer que, não adianta se avançar na ampliação de redes de monitoramento (com novos pontos de coletas e novas estações) e sistemas de informações e análise com novos componentes, se não há recursos (humanos e financeiros) para operá-los. Isto posto, o Singreh tem como grande desafio garantir recursos financeiros perenes, que possam torná-lo sustentável e assegurar a manutenção do funcionamento dos SIRHs, nas suas diferentes escalas de abrangência.

Por outro lado, avanços são também necessários na capacitação dos usuários de SIs, sobretudo os membros dos organismos que compõem o Singreh. Há registros de um grande número de sistemas apropriados, de alguma forma, para subsidiar a tomada de decisão na gestão de recursos hídricos. No entanto, verifica-se que muitos deles ainda são pouco utilizados, seja devido à falta de formação de recursos humanos para operá-los, seja pelo simples desconhecimento de suas existências.

Assim sendo, estratégias de divulgação dos sistemas existentes e de treinamento dos tomadores de decisão nos diversos níveis de gestão dos recursos hídricos para uso de SIs seriam muito bem vindas para o aprimoramento e consolidação deste instrumento basilar da política de águas brasileira.

7

Molinete para medição de velocidade da água, Manacapuru/AM.
Autora: Flávia Rodrigues / Banco de Imagens ANA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Caderno pretende trazer elementos para demonstrar a importância do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos como instrumento essencial no apoio à condução da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como no funcionamento do Singreh. Dessa forma, espera contribuir para o avanço na implementação do instrumento, sobretudo pelos órgãos responsáveis pela coleta, processamento, armazenagem e disseminação de dados e informações relevantes para a gestão das águas no Brasil.

Tanto os conceitos teóricos como as experiências práticas apresentadas podem contribuir nesse sentido, pois a partir destes, supõe-se que os organismos envolvidos com a gestão de recursos hídricos tenham um documento balizador das possibilidades existentes e das condições necessárias para implantação deste instrumento de maneira eficiente e eficaz. Ou seja, não adianta conceber um SI tão grandioso de forma que seus custos de implantação e manutenção inviabilizem sua existência; da mesma forma que SIs subdimensionados podem não atender aos requisitos mínimos para apoiar os processos de gestão em bacias onde há maior complexidade de problemas relacionados ao uso da água.

Portanto, a diversidade de tipos de sistemas deve ser proporcional e ajustada às diversidades setoriais e regionais brasileiras. Isso não quer dizer que sistemas diversos não possam conversar entre si; muito pelo contrário, eles devem prever essa comunicação de modo a tornar a informação cada vez mais acessível ao maior número de pessoas possível e apoiar processos de tomada de decisão nos diversos níveis de gestão existentes nos sistemas de gerenciamento do uso das águas.

Também o presente texto objetiva divulgar as experiências em curso e a importância dos SIRHs para os setores usuários de água e para a sociedade em geral, servindo de modelo para a ampliação de novas práticas a partir do uso dos SIs (sobretudo os sistemas de suporte à decisão e de alerta) no uso mais racional e parcimonioso da água.

Não obstante configurar-se em instrumento apoiador na aplicação dos demais instrumentos (planos de recursos hídricos, enquadramento, outorga e cobrança), o SIRH depende que estes estejam funcionando a contento para que possa fornecer informações fidedignas e consolidadas para os tomadores de decisão. Nesse tema merece destaque a cobrança pelo uso da água que pode se constituir numa possível fonte de financiamento das ações relacionadas à manutenção e implementação de SIRHs, sobretudo aqueles focados nas bacias hidrográficas como recorte territorial.

Por fim, com os temas abordados e, principalmente, com a disseminação dos desafios a serem vencidos para a consecução plena deste instrumento, espera-se avançar na articulação das entidades integrantes do Singreh na produção, consolidação, organização e disponibilização à sociedade das informações referentes aos recursos hídricos brasileiros.

Estação hidrometeorológica da sede da ANA, Brasília/DF.
Autora: Flávia Rodrigues / Banco de Imagens ANA.

REFERÊNCIAS E INDICAÇÕES DE LEITURA

Agência Nacional de Águas (ANA). **Base hidrográfica ottocodificada**. Brasília: ANA, 2009.

_____. **GEO Brasil recursos hídricos:** componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil: resumo executivo. Brasília: ANA; PNUMA, 2007. 59 p. (GEO Brasil Série Temática: GEO Brasil Recursos Hídricos).

_____. **HIDRO – Sistema de Informações Hidrológicas, Versão 1.0 – Manual do Usuário**. Brasília: ANA, 2002. 71 p.

_____. **Topologia Hídrica**: Método de Construção e Modelagem da Base Hidrográfica para Suporte à Gestão de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, SGI, 2006.

Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). **Plano Nacional de Integração Hidroviária – Treinamento** SIGTAQ. Laboratório de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina. Brasília, 2012.

_____. **Anuário estatístico do transporte aquaviário de 2013**. Brasília, 2014.

Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. **Plano estratégico dos recursos hídricos do Ceará**. Fortaleza: INESP, 2009.

BAZZOTTI, Cristiane; GARCIA, Elias. A importância do sistema de informação gerencial na gestão empresarial para tomada de decisões. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, Cascavel, v. 6, n. 11, 2006.

BORTOLIN JÚNIOR., Sérgio Antônio Martini. **Sistema de Apoio à Decisão**. Disponível em: <http://www.al.urcamp.tche.br/infocamp/edicoes/nov05/Apoio%20a%20Decisao.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2014.

BOSTELMANN, Jumara Bernert; CUNHA, Maria Alexandra V. C. da; PAHL, Maria Teresa

Rodrigues. **Desenvolvimento de sistemas específicos versus pacotes de mercado**. Jornal Bate Byte, Paraná 1991. Disponível em: <http://www.batebyte.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=380>. Acesso em: 16 jan. 2014.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente; Fundação Banco do Brasil & Fundação de Apoio à Universidade de Viçosa (FUNARBE). **Desenvolvimento de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil – Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada.** Brasília/DF, outubro, 2011.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Programas Nacionais e Metas. Brasília: MMA, 2006. 4 v.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Panorama e Estado dos Recursos Hídricos do Brasil. Brasília: MMA, 2006. 1 v.

Brasil. Ministério dos Transportes. **Diretrizes da Política Nacional de Transporte Hidroviário**. Ministério dos Transportes. Brasília, 2010.

BRUSCHI, Adriano Gheller; BREVE, Fabrício Aparecido; GIORDANO, Luís Gustavo. **Construindo Sistemas de Apoio à Decisão**. Disponível em: <http://www.fabriciobreve.com/trabalhos/sad.php#.U3JbllpOWmQ>. Acesso em: 13 mai. 2014.

CAR N. J., CHRISTEN E. W., HORNBUCKLE J. W., MOORE G. A. **Using a mobile phone Short Messaging Service (SMS) for irrigation scheduling in Australia** – Farmers' participation and utility evaluation, Computers and Electronics in Agriculture, 84, 132-143, 2012.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI-11.** Registro: SIG-RB, 2013. 103 p. Disponível em: < http://www.sigrb.com.br/app/pdf/RELATORIO_DE_SITUACAO_RB_2013.pdf. Acesso em: 2 out. 2014.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013**. Recurso eletrônico. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte1.pdf.> Acesso em: 28 jan. 2015.

COLLISCHONN, B.; LOPES, A. V. Sistema de Apoio à Decisão para análise de outorga na bacia do rio Paraná. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009.

DIAS JR., Hipólito Araújo. **Apostila de Banco de Dados**. V.1.0, 2007. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA0xYAH/apostila-banco-dados>. Acesso em: 09 mai. 2014.

DINIZ, M. G. M.; ROQUES, T. V. P.; GONÇALVES, M. V. C.; IGREJA, G. C. A implantação e a evolução do instrumento da outorga no Espírito Santo. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007.

ELABORE, Assessoria Estratégica em Meio Ambiente. **Projeto Refinaria Premium I – Sala de Situação**. São Luis, 2009. Disponível em: <http://www.elabore.com.br/sala/docs/sala_situacao.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2014.

EVOLUÇÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL. Brasília: ANA, 2007-

FALSARELLA, Orandi M.; CHAVES, Eduardo O. C. **Sistemas de Informação e Sistemas de Apoio à Decisão**. Disponivel em: <http://

www.chaves.com.br/TEXTSELF/COMPUT/sad.htm>. Acesso em: 12 mar. 2014.

FARRENY, Henri. **Les Systèmes Experts: principles et exemples**. Toulouse: CEPADUES – Editions, 1985.

FONSECA, P. L.; SANTORO, A. L. **Atualização do Plano de Gestão Ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas (PGALRF)**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras, Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro – RIOÁGUAS. Setembro, 2013.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da irrigação com uso de técnicas de otimização. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 24–49, dez. 2007.

FUMES, N. R.; WADA, C. T.; SCHARDONG, A. Sistema de Suporte a Decisões da Sabesp. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2011.

GONÇALVES, M. V. C.; GASPAR, M. T. P.; OLIVEIRA, F. R.; DANTAS, C. G.; CARDOSO, F. B. F.; ALMEIDA, L.; NASCIMENTO, F. S. N. & FERREIRA, A. N. P. Desenvolvimento de sistema para apoio à gestão de recursos hídricos subterrâneos: Sistema de Águas Subterrâneas – SAS. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Bonito/MS, outubro, 2012.

GONTIJO JÚNIOR, W. C. **Uma avaliação da política brasileira de recursos hídricos baseada em dez casos de estudo**. 2013. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2013.

GUILHON, L. G. F.; OLIVEIRA, G. L. C. P. de; ALEXANDRINO, M. Aplicação do simulador hidráulico Hydroexpert à bacia do rio Iguaçu. In: XI EDAO, 2010, Florianópolis.

GUILHON, L. G. F. & CICOGNA, M. A. Uso do simulador hidráulico Hydroexpert na programação da operação de controle de cheias. XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). **Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce e planos de ações para as unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos no âmbito da bacia do rio Doce**: relatório executivo. Belo Horizonte: Ecoplan, 2010.

KJERVE, B. **Comparative oceanography of coastal lagoons**. In: SOARES *et al.*, D.A (Ed.). Estuarine Variability. Academic Press, New York: 63-81, (1986).

KROENKE, D. **Management information systems**. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Management information systems: a contemporary perspective**. New York: MacMillan, 1996.

LIMA, S. C. R. V.; FRIZZONE, J. A.; DOS SANTOS NETO, A. M.; BELTRÃO JR., J. A.; RODRIGUES JR., F. M.; NUNES FILHO, J. L. N. Evolução da qualidade da irrigação após as atuações do Serviço de Assessoramento ao Irrigante. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 91–101, 2013.

LIMA, S. C. R. V.; FRIZZONE, J. A.; MATEOS, L.; FERNANDEZ. M. S. Desempenho da Irrigação em um Projeto Hidroagrícola no Sul da Espanha: metodologia para análise da eficiência de uso da água. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, p. 59-77, 2010.

LOPES, W. T. A.; LEMOS, G. M.; SILVA, L. R. S.; SILVA, M. C. A. M. da; PISCOYA, R. C. C.; GOMES, A. O.; SANTOS, A. G. dos. Sistema para análise de dados hidrológicos – SiADH. XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves.

LORITE I. J.; GARCÍA-VILA M.; CARMONA M. A.; SANTOS C.; SORIANO M. A. **Assessment of the Irrigation Advisory Services' Recommendations and Farmers' Irrigation Management**: A Case Study in Southern Spain Water Resources Management 26:2397–2419, 2012.

LVOVSKY, Kseniya. **Better Environmental Decisionmaking – The DSS/IPC.** Pollution Management in Focus, Discussion Note Number 3. The World Bank, March, 1999.

O´BRIEN. James. A. **Sistemas de Informação e as decisões gerenciais na era da internet**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

ONEMA – Ministère chargé de l'écologie. **Schéma National des Données sur l'Eau** (SNDE). França, Agosto, 2010.

PEREIRA, Maria José Lara de Bretãs; FONSECA, João Gabriel Marques. **Faces da Decisão**: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão. São Paulo: Makron Books, 1997.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de Bacias Hidrográficas. **Estudos Avançados**, Vol. 22, n**º 63. São Paulo, 2008.**

PME Negócios. **Como conceber um sistema de informação na empresa**. Manual de Gestão – Planeamento e estratégia. Disponível em: <http://www.pmelink.pt/manuais/planeamento-e-estrategia/como-conceber-um-sistema-de-informacao-na-empresa>. Acesso em: 20 nov. 2013.

REZENDE, Denis Alcides; CASTOR, Belmiro Valverde Jobim. **Planejamento estratégico municipal**: empreendedorismo participativo nas cidades, prefeituras e organizações públicas. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RODRIGUES, Sérgio. **Conceitos básicos de bancos de dados**. Apostila BDI, UFRJ. Disponível em: http://www.sergiorodrigues.net/aulas/downloads/bd1/bd1_apostila1_conceitosBasicos.pdf. Acesso em: 28/04/2014.

SANCHES, André Rodrigo. **Fundamentos de Armazenamento e Manipulação de Dados**. USP, 2005. Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~andrers/aulas/bd2005-1/aula5.html>. Acesso em: 29 abr. 2014.

SILVA, S. C. da & RIBEIRO, M. M. R. **Enquadramento dos corpos d'água e cobrança pelo uso da água na bacia do rio Pirapama – PE**. Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 11, nº 4. Rio de Janeiro, ABES, out/dez 2006.

SILVA, L. M C. da; MONTEIRO, R. A. **Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: uma das possíveis abordagens**. Gestão de Águas Doces/Carlos José Saldanha Machado (Organizador). Capítulo V, p. 135-178. Rio de Janeiro: Interciência. 2004.

SILVA, Ubirajara Patrício Álvares da; COSTA, Antônio Martins da; LIMA, Gianni Peixoto B.; LIMA, Berthyer Peixoto. **A experiência de alocação negociada de água nos vales do Jaguaribe e Banabuiú**. VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2012.

SOUSA, F. M. L. e, CAMPOS NETO, V. S., PACHECO, W. E., BARBOSA, S. A. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: sistematização conceitual e modelagem funcional.** XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande: ABRH, 2009.

SPRAGUE Jr, R.H.; WATSON, H.J. **Decision Support Systems – Putting Theory into Practice**. Prentice-Hall, Inc. 1989.

STAIR, R. M. **Principles of information systems: a managerial approach**. 2th ed. USA: Thomson Publishing, 1996.

WADA, C. T.; FUMES, N. R. **Monitoramento e controle do Sistema Produtor Cantareira**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves: ABRH, 2013.

SITES CONSULTADOS

www.ana.gov.br

http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A-9dia:P%C3%A1gina_principal

http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php

http://www.fabriciobreve.com/trabalhos/sad.php#.U3Iih1pOWmQ

Baliza de referência para medição de vazão em grandes rios, Manacapuru/AM.
Autora: Flávia Simões / Banco de Imagens ANA.

Laboratório de meteorologia de Campina Grande/PB.
Autor: Eraldo Peres / Banco de Imagens ANA.

GLOSSÁRIO

Açude – lago ou reservatório formado pelo barramento de um curso de água.

Afluente (ou tributário) – curso d'água que desemboca num curso maior ou num lago[46].

Á**guas subterrâneas** – são aquelas que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo[47].

Alocação negociada – é o processo de divisão de água entre usos e usuários, pactuado de forma coletiva, com a participação dos interessados.

Aquífero – formação permeável com capacidade de armazenar quantidades apreciáveis de água[7].

46 MMA. Glossário de Termos referentes à gestão de recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços.
47 Definição segundo a Resolução CNRH nº15 de 11 de janeiro de 2001.

Autodepuração – processo natural de recuperação de um corpo de água que recebe lançamentos de material biodegradável. Essa recuperação natural pode ocorrer por processos físicos, químicos e/ou biológicos.

Balanço hídrico – balanço das entradas e saídas de água no interior de uma região hidrológica bem definida (uma bacia, um lago, etc.), levando em conta as variações efetivas de acumulação.

Batimetria – medição do contorno e da profundidade dos mares, rios, lagos, represas e canais.

Capacidade de suporte – níveis de utilização dos recursos hídricos, garantindo os usos múltiplos e o respeito aos padrões de qualidade da água.

Carbono Orgânico Total – é a concentração de carbono orgânico oxidado até a forma de gás carbônico (CO_2), em um forno a alta

temperatura, e quantificado por meio de analisador infravermelho. Existem dois tipos de carbono orgânico nos ecossistemas aquáticos: carbono orgânico particulado e carbono orgânico dissolvido[48].

Chuva convectiva – é a chuva causada pelo movimento de massas de ar mais quente que sobem e, devido à diferença de temperatura, condensam. É caracterizada por ser uma chuva de curta duração, porém de alta intensidade e com pequenas áreas de abrangência.

Clorofila-a – parâmetro utilizado como indicador da quantidade de biomassa fitoplanctônica (algas).

Coliformes Fecais ou coliformes termotolerantes – parâmetro que mede, em determinado meio, a concentração de três gêneros de bactérias (*Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*), as quais habitam o intestino de animais de sangue quente e são capazes de fermentar a lactose a 45ºC. Indicam contaminação de origem fecal e são largamente utilizados na avaliação da qualidade das águas (a detecção de coliformes na água indica a existência de possíveis microorganismos patogênicos que podem transmitir doenças, seja pelo uso ou pela ingestão da água, tais como a febre tifoide, febre paratifoide, disenteria e cólera).

Coliformes Totais – parâmetro que mede, em determinado meio, a concentração de bactérias na forma de bastonetes, as quais habitam o intestino de animais de sangue quente e são capazes de fermentar a lactose a 35ºC. Indicam contaminação de origem fecal e são largamente utilizados na avaliação da qualidade das águas.

Comitê de Bacia Hidrográfica – fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica contando com a participação dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada, das demais esferas de governo (estaduais e federal), e destinado a agir como o "parlamento das águas da bacia".

Comunidade fitoplanctônica – termo utilizado para se referir à comunidade de vegetais microscópicos que vivem em suspensão nos corpos hídricos, os quais servem de indicadores da qualidade da água, uma vez que respondem rapidamente às alterações ambientais e podem indicar o **estado trófico** de um corpo hídrico.

Condutividade elétrica – capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água.[49]

Curva-chave – é a curva que indica a relação entre cota e vazão para um dado curso d'água. O gráfico é desenvolvido a partir de inúmeros dados históricos, e tem como objetivo facilitar a determinação da vazão a partir de um nível de água medido.

Curva cota x volume – representação gráfica que auxilia a determinação dos volumes de reservatórios com base nas cotas (níveis) de água.

Dados em formato matricial – são dados expressos por meio de células de igual dimensão, frequentemente denominadas também como pixels, a exemplo das imagens de sensoriamento remoto.

Dados em formato vetorial – são dados expressos por meio de pontos, linhas (arcos e outros elementos lineares) e polígonos, identificados por pelo menos um par de coordenadas.

48 Relatório Cetesb, disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes-/-relatorios.

49 http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) – parâmetro de medição da qualidade da água que representa o consumo de oxigênio na degradação da matéria orgânica[15].

Derivação – ação de derivar ou de desviar as águas do curso que seguiam[50].

Derivação de água – é toda retirada de água, proveniente de qualquer corpo hídrico, ou seja, é toda água desviada do seu curso natural destinada a um uso como o abastecimento doméstico, irrigação, industrial, entre outros.

Descentralização – gestão e tomada de decisão no âmbito local sem que a administração central seja preponderante.

Desenvolvimento sustentável – desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atendimento às gerações futuras.

Discretizar – dividir ou fracionar um todo em partes com menor complexidade, com a finalidade de facilitar cálculos.

Disponibilidade hídrica – quantidade de água disponível para determinado uso, na qualidade necessária, em um trecho de corpo hídrico, durante um determinado tempo.

Efluente – água residual que flui de um reservatório ou de uma estação de tratamento.

Enquadramento de corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água – instrumento de gestão de recursos hídricos que visa o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. Tem o objetivo de assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, bem como diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanentes.

Entidade delegatária – organismo que recebe a delegação para execução de funções.

Escherichia coli – bactéria do grupo coliforme que possui a capacidade de crescer e fermentar a lactose em temperaturas mais elevadas, tem seu habitat quase que exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente, e indica a contaminação do meio por fezes.

Estação (ou posto) fluviométrica(o) – local de coleta de informações relativas a medição de níveis d'água, velocidades e vazões nos rios.

Estação (ou posto) pluviométrica(o) – local de coleta de informações relativas a quantidade de chuvas. Algumas podem conter informações de intensidades da chuva, medidas por meio de pluviógrafos.

Estado trófico – quantidade de nutrientes decorrente do crescimento excessivo de algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Eutrofização – aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos que tem como consequência o crescimento excessivo de plantas aquáticas, que, dependendo da sua intensidade, pode levar o corpo hídrico ao colapso.

Evapotranspiração – quantidade de água transferida da superfície para a atmosfera, por evaporação das superfícies e por transpiração das plantas.

Fisiográfico – refere-se à geografia física.

Fósforo Total – é a quantidade total de fósforo presente no meio. O fósforo pode se

50 Dicionário Aurélio Buarque de Holanda.

apresentar nas águas sob três formas diferentes: os fosfatos orgânicos que são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo; os ortofosfatos que são representados pelos radicais que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas; e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, que são polímeros de ortofosfatos. O fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, por ser exigido em grandes quantidades pelas células. Nesta qualidade, torna-se parâmetro imprescindível em programas de caracterização de efluentes[51].

Geoprocessamento – processamento, por meio de ferramenta computacional, de dados georreferenciados.

Georreferenciado – que possui uma referência (coordenada) geográfica, ou seja, possui uma posição espacial conhecida.

Hidráulica – estudo do comportamento da água e de outros líquidos quer seja em repouso, quer seja em movimento.

Hidrografia – parte da geografia física que estuda as águas do planeta, abrangendo, portanto, rios, lagos, mares, oceanos, dentre outros.

Hidrograma – gráfico representativo das variações das vazões de água ao longo do tempo numa determinada seção de um rio.

Hidrologia – ciência que trata das águas da Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e suas reações com o meio ambiente, incluindo suas relações com a vida.

Informatizado – adaptado ao uso de sistemas computadorizados na aplicação de métodos tradicionais de trabalho ou desenvolvimento de atividades.

Interveniente – órgão da administração pública ou entidade privada que compartilha obrigações com outras entidades.

Jusante – ponto abaixo de outro ponto em um curso d'água, no sentido da foz; sentido rio abaixo.

Login – termo utilizado na área da informática para designar a identificação de um usuário de um sistema. Origina-se do termo inglês *log in* que significa conectar-se.

Montante – ponto acima de outro ponto em um curso d'água; sentido rio acima.

Nitrogênio amoniacal – soma do gás amônia (NH_3) e do íon amônia (NH_4) presentes no meio e, por serem de fácil decomposição até a forma de nitrato, esse parâmetro indica a contaminação recente por matéria orgânica.

Outorga de direito de uso da água – ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo[52].

Oxigênio Dissolvido – valor referente à concentração de oxigênio dissolvido no meio, expresso em mgO_2/L. Seus valores de referência variam de acordo com a pressão atmosférica e com a temperatura do meio e é fator limitante para a manutenção da vida aquática.

Perene – que dura muitos anos, incessante, ininterrupto; rio que não seca naturalmente.

pH – valor absoluto do logaritmo decimal da concentração de íons de hidrogênio. Utilizado

51 Baseado na definição utilizada pela Cetesb (CETESB, 2014).

52 Site da ANA <http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/Outorga/default2.asp>

como indicador de acidez da água (pH menos que 7) ou da sua alcalinidade (pH maior que 7).

Sólidos em suspensão ou sólidos suspensos – é a medida da quantidade de pequenas partículas sólidas que se mantém suspensas na água, que podem ser orgânicas ou inorgânicas.

Salinidade – medida da quantidade de sais presentes em um meio qualquer.

Salobra – água que contém sal numa proporção significativamente menor que a água do mar. A concentração do total de sais dissolvidos está normalmente compreendida entre 1000 – 10.000 mg/L.[1]

Sensoriamento remoto – técnica de obtenção de informações sobre um objeto, uma região ou um fenômeno, sem que haja contato físico. Atualmente a maior parte dessas informações são obtidas por meio de satélites.

Sonda multiparamétrica – equipamento utilizado para medição e análise *in loco* ou por transmissão remota de diversos parâmetros (físicos, químicos ou biológicos) de qualidade da água.

Subsidiariedade – princípio segundo o qual a decisão deve ser tomada pela autoridade (normativa, política ou econômica) mais próxima possível ao objeto do problema.

Turbidez – indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.) presentes na água[53].

Vazão – volume de água que passa por uma determinada seção de um rio ou um canal, por unidade de tempo. Usualmente é dado em litros por segundo (L/s), em metros cúbicos por segundo (m^3/s) ou em metros cúbicos por hora (m^3/h).

Vertimento – abertura das comportas do vertedouro de um reservatório para liberação de água.

53 www.pnqa.ana.gov.br.

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Banco Mundial
The World Bank

PROÁGUA
NACIONAL

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ISBN 978-85-89629-98-0