



cgée

Prospecção Tecnológica

Recursos hídricos

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Prospecção Tecnológica

Recursos Hídricos

COORDENAÇÃO GERAL

Marcio de Miranda Santos (Diretor Executivo – CGEE)

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA

Carlos Eduardo Morelli Tucci – IPH-UFRGS
(Coordenador)

Oscar de Moraes Cordeiro Netto – UNB

Brasília, novembro 2005

Prospecção Tecnológica em Recursos Hídricos

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Evando Mirra de Paula e Silva

Presidente

Marcio de Miranda Santos

Diretor Executivo

Paulo Afonso Bracarense

Diretor

Projeto gráfico e design: Anderson Moraes

SCN Q. 2 Bl. A Corporate Financial Center, sala 1102

70712-900 Brasília, DF - Tel: (55.61) 3424-9600 - Fax: (55.61) 3424-9661

www.cgge.org.br

e-mail: info@cgge.org.br

Prospecção Tecnológica em Recursos hídricos / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

Brasília: CGEE, 2005

100 p.

1. Prospecção tecnológica 2. Recursos hídricos 3. Foresight 4. Meio ambiente
5. Planejamento em CT&I

CDU 556.18:62.001.76

Impresso em Brasília, 2005

Prospecção Tecnológica

Recursos Hídricos

COORDENAÇÃO GERAL

Marcio de Miranda Santos (Diretor Executivo - CGEE)

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA

Carlos Eduardo Morelli Tucci - IPH-UFRGS (Coordenador)

Oscar de Moraes Cordeiro Netto - UNB

ASSESSORIA TÉCNICA CGEE

Lélio Fellows Filho (Chefe)

Anderson Lopes de Moraes

José Deocleciano de Siqueira Silva Junior

Nathalia Kneipp Sena

Tatiana de Carvalho Pires

MEMBROS DO GRUPO CONSULTIVO

Marcio de Miranda Santos (CGEE)

Dalci Maria dos Santos (CGEE)

José Galizia Tundisi (IIE)

Oscar de Moraes Cordeiro Netto (UNB)

Carlos Eduardo Morelli Tucci (IPH-UFRGS)

Benedito Braga (ANA)

Maria Manuela Martins Alves Moreira (SRH-MMA)

Paulo Canedo de Magalhães (UFRJ-FINEP)

Mauro Zackiewicz (UNICAMP)

Gilberto De Martino Jannuzzi (UNICAMP)

Sumário

Especialistas Consultados	7
Instituições Participantes	9
1. Resumo Executivo	11
2. Apresentação	15
3. Introdução	17
4. Panorama dos Recursos Hídricos no Brasil.	19
4.1 Uso dos Recursos Hídricos e Conservação	19
4.2 Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos	20
5. Recursos Hídricos, Ciência e Tecnologia	23
6. Aspectos Metodológicos	29
7. Resultados Alcançados	37
7.1 Tópicos Tecnológicos.	38
7.2 Integração dos Tópicos e Grupos Temáticos	38
7.3 Lista de tópicos tecnológicos por grupo	39
7.4 Resultados do ordenamento dos tópicos	44
8. Recomendações e Sugestões	51
8.1 Recomendações	51
8.2 Sugestões.	52
9. Recomendações Finais	61
Anexo A – Tópicos tecnológicos x critérios	63
Anexo B – Tabelas de Classes	79

Especialistas Consultados

Participantes dos Painéis de Especialistas

Racionalização do Uso da Água no Meio Rural – realizado nos dias 15 e 16 de outubro de 2003

Antonio Felix Domingues (ANA)

Demetrios Christofidis (MIN)

Helvécio Mattana Saturnino (APDC)

Washington Luiz de Carvalho e Silva (CNPQ-Embrapa)

Andrés Troncoso Vilas (CGEE)

Clima e Recursos Hídricos – realizado nos dias 16 e 17 de outubro de 2003

Francisco de Assis de Souza Filho (FUNCEME)

Javier Tomasella (CPTEC-INPE)

Pedro Leite da Silva Dias (USP)

Robin Thomas Clarke (UFRGS)

Waldemar Santos Guimarães (ANA)

Francisco de Assis Diniz (INMET-MAPA)

Expedito Rebello (INMET-MAPA)

Produtos e Equipamentos – realizado no dia 5 de novembro de 2003.

Gre de Araújo Lobo (DAEE-SP)

Marcos Dias da Silva (INPE)

Paulo Garcia (ANA)

Paulo Kroeff Souza (UFRGS)

Saneamento – realizado no dia 6 de novembro de 2003.

Leo Heller (UFMG)

Mario Takayuki Kato (UFPE)

Mauricio Ludovice (CAESB-DF)

Nilo de Oliveira Nascimento (UFMG)

Sérgio Koide (UnB)

Qualidade da Água, realizado no dia 18 de novembro de 2003.

Luis Fernando Alves (INPA)

Luizalice Labarrere (IBAMA-MMA)

Mauro César Lambert de Brito Ribeiro (IBGE-DF)

Monica Ferreira do Amaral Porto (USP)

Regilene Coutinho de Souza (CPRM-MME)

Qualidade da Água Subterrânea – realizado no dia 26 de novembro de 2003.

Eduardo Mediondo (USP)

Marco Antonio Ferreira Gomes (CNPMA-EMBRAPA)

Ricardo Aoki Hirata (USP)

Aldo Rebouças (USP)

Carlos Eduardo Morelli Tucci (UFRGS)

José Cláudio Viegas (CPRM-MME)

Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral (UFPE)

Participantes do Workshop realizado em 17 de dezembro de 2003

Alexandre C. Dias (SQUITTER do Brasil)

Andres Troncoso Vilas (CGEE)

Arléa Oliveira (HOBECO Ltda)

Carlos Eduardo Morelli Tucci (UFRGS)

Claverson Vitorio Andreoli (SANEPAR)

Francisco de Assis de Souza Filho (FUNCEME)

Gre de Araújo Lobo (DAEE-SP)

Helvécio Mattana Saturnino (APDC)

Henrique Leite Chaves (ANA)

Jaíldo Pereira (SRH-MMA)

Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral (UFPE)

Javier Tomasella (CPTEC-INPE)

José Galizia Tundisi (IIE)

Juscelino Antonio de Azevedo (CPAC-EMBRAPA)

Lawson Francisco Souza Beltrame (UFRGS)

Leo Heller (UFMG)

Luis Fernando Alves (INPA)

Maria Manuela Martins Alves Moreira (SRH-MMA)

Mônica Ferreira do Amaral Porto (USP)

Ney Albert Murtha (SRH-MMA)

Nilo de Oliveira Nascimento (UFMG)

Oscar de Moraes Cordeiro Neto (UNB)

Paulo Canedo de Magalhães (FINEP)

Paulo Kroeff Souza (UFRGS)

Pedro Leite da Silva Dias (USP)

Ricardo Aoki Hirata (USP)

Robin Thomas Clarke (UFRGS)

Sandra Maria Fleciano de Oliveira e Azevedo (UFRJ)

Silvio Crestana (CNPDIA-EMBRAPA)

Valdemar Santos Guimarães (ANA)

Vicente de Paulo Pereira Barbosa Vieira (UFC)

Instituições participantes

Agência Nacional de Águas	Instituto Internacional de Ecologia
Associação do Plantio Direto no Cerrado	Instituto Nacional de Meteorologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Companhia de Saneamento do Paraná	Ministério da Integração Nacional
Companhia de Saneamento do Distrito Federal	Secretaria de Recursos Hídricos - Ministério do Meio Ambiente
Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo	Serviço Geológico do Brasil
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Instrumentação Agropecuária	Sociedade Consignatária HOBECO Ltda
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Cerrados	SQUITTER do Brasil
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Hortaliças	Universidade de Brasília
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Instrumentação Agropecuária	Universidade de São Paulo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Meio Ambiente	Universidade Federal de Minas Gerais
Financiadora de Estudos e Projetos	Universidade Federal de Pernambuco
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos	Universidade Federal do Ceará
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE - DF	Universidade Federal do Rio de Janeiro
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1. Resumo Executivo

Panorama dos recursos hídricos

No Brasil, o uso dos recursos hídricos está voltado, principalmente, para:

- produção de energia hidrelétrica (79% do total da energia produzida),
- irrigação (mais de 60% do volume de água retirado de mananciais);
- saneamento básico (20% do consumo de água).

Por outro lado, os ambientes aquáticos continentais abrigam um grande e variado número de espécies animais e vegetais que deve ser preservado. O país se ressent, ainda, de uma indústria apta a produzir os produtos e equipamentos capazes de atender as demandas do setor. Só a partir da última década, foram criadas entidades supra-setoriais para promover o ordenamento e a integração no uso dos recursos hídricos no país que se encontra em fase de implementação dos elementos previstos na legislação das águas.

Trabalhar a interface entre os setores de meio ambiente, saneamento, agricultura, energia, mineração, transporte e saúde constitui o maior desafio a ser enfrentado para a concreta implementação da gestão integrada dos recursos hídricos.

Problemas identificados

- deterioração da água no meio urbano e necessidade de desenvolvimento do conhecimento integrado voltado para a busca da sustentabilidade hídrica nesse meio;
- necessidade de embasamento técnico para a gestão integrada dos recursos hídricos;
- risco climático de curto, médio e longo prazos associado à sustentabilidade do fornecimento de água para as populações;
- necessidade de melhoria da capacitação técnica e científica no país;
- necessidade de desenvolvimento de empresas de produtos e serviços para dar suporte ao desenvolvimento tecnológico.

Objetivo do estudo

Elaboração de uma agenda em ciência, tecnologia e inovação, consubstanciada em um conjunto de tópicos tecnológicos abrangendo seis temas selecionados pelo Comitê Gestor do CT-Hidro para investimentos futuros e que foram aprofundados por meio de estudos prospectivos: Qualidade da água superficial; Racionalização do uso da água no meio rural; Qualidade da água subterrânea; Produtos e equipamentos; Clima e recursos hídricos; Saneamento.

Metodologia

A metodologia foi pautada nas características do setor e nas necessidades levantadas pelo Comitê Gestor do Ct-Hidro. A abordagem desenhada foi orientada a encontrar tópicos tecnológicos mais relevantes para solucionar ou mitigar problemas relacionados aos recursos hídricos no país em um horizonte de 10 anos.

A abordagem utilizada teve forte identificação com os princípios do foresight e envolveu uma combinação dos seguintes componentes: (a) realização de painéis de especialistas para discussão e validação de textos de referência encomendados, por tema; (b) cruzamento das recomendações advindas de cada painel com os resultados do Delphi Prospectar/Recursos Hídricos e outras informações de âmbito nacional e internacional; (c) Workshop para apresentação, discussão e priorização, de forma integrada, dos resultados obtidos.

Resultados

Destacam-se como resultados finais:

- a construção de uma agenda em CT&I, pela identificação de 69 tópicos tecnológicos;
- um conjunto de recomendações, indicando propostas de ação, necessidades de desdobramentos e aprofundamentos futuros em temas e questões concernentes à área de recursos hídricos;

- consensos e comprometimentos em torno de tópicos e estratégias para o fortalecimento da área de recursos hídricos no país.

Os tópicos tecnológicos identificados e recomendações resultantes constituem subsídios técnicos para uma tomada de decisão no âmbito do CT-Hidro e agências de fomento do sistema de CT&I, que possuam interface com a área de recursos hídricos.

Recomendações

Considerando que o país encontra-se em um processo de intensa evolução institucional, na busca da gestão integrada dos recursos hídricos, com ênfase para a implementação de um novo marco legal, ressaltam-se como principais questões:

- a racionalização do uso da água para o aumento da disponibilidade hídrica em áreas urbanas e rurais sujeitas a condicionamentos críticos. Esta racionalização envolve o desenvolvimento tecnológico que apóie a concretização de metas associadas aos objetivos do Projeto Milênio das Nações Unidas sobre a água, que são relacionadas principalmente com o saneamento ambiental;
- a redução da vulnerabilidade do país ao efeito da pressão pelo uso do solo agrícola em diferentes biomas nacionais e da variabilidade climática em setores estratégicos como o de energia e agricultura que dependem fortemente do clima;
- a melhoria das informações hidrológicas voltadas para o desenvolvimento, criando empresas de serviços e tecnologia neste setor;

- o desenvolvimento da gestão institucional voltada para o controle e mitigação da cadeia de impactos urbanos e rurais, essenciais para atingir o desenvolvimento sustentável.

Apesar de estes resultados formarem um consenso dentro de um grupo altamente qualificado, recomenda-se que o processo tenha continuidade de modo a:

- divulgar e difundir estes resultados de forma a se obter uma avaliação mais ampla desta exercício prospectivo junto à comunidade científica;
- elaborar e contratar nova proposta de exercício prospectivo na área de recursos hídricos, com vistas ao aprofundamento de questões levantadas e discutidas neste relatório bem como permitir a incorporação de novos temas de interesse para o sistema de fomento em CT&I;
- identificar a capacidade instalada no país e as deficiências de capacitação, em processos prospectivos de mapeamento de competências, que não foram realizadas neste exercício prospectivo;
- aprofundar a discussão e estudo dos tópicos selecionados de modo a promover a discussão quanto a mecanismos de investimentos, metas, procedimentos de transferência de tecnologia e/ou formação de incubação tecnológica.

2. Apresentação

O presente relatório apresenta o esforço despendido pelo CGEE, ao longo do segundo semestre de 2003, na mobilização de competências na área de Recursos Hídricos, com vistas à elaboração de uma agenda em ciência, tecnologia e inovação, consubstanciada em um conjunto de tópicos tecnológicos abrangendo seis temas selecionados, reunidos em três grupos afins.

Este processo, financiado com recursos do FNDCT, por encomenda do Comitê Gestor do Fundo Setorial de Recursos Hídricos, foi estruturado de forma a facilitar a construção de consensos e promover a interação de um elenco selecionado de especialistas. Sua condução envolveu a participação de cerca de 53 especialistas na área de recursos hídricos, oriundos de 29 instituições de pesquisa e empresas do setor.

Estudos sobre os temas racionalização da água no meio rural, qualidade da água subterrânea e superficial, produtos e equipamentos, clima e recursos hídricos, e saneamento foram produzidos e debatidos por especialistas em painéis, desenhados especificamente para este fim. As questões mais relevantes foram organizadas em tópicos tecnológicos e, finalmente, transformadas em uma agenda em CT&I, que foi discutida e priorizada em oficina de trabalho que contou com a participação das mais representativas competências nacionais nestes temas.

O CGEE agradece ao grupo de instituições e especialistas envolvidos nestetrabalhodeprospecçãotecnológica, caracterizado por um clima de grande entusiasmo, de compartilhamento de idéias, informação e conhecimento e, principalmente, pela expectativa de implementação de uma agenda que conduza à inserção estratégica da área de recursos hídricos na agenda do desenvolvimento sustentável do Brasil. Em particular, a equipe CGEE agradece a imensa colaboração e firme orientação científica recebidas dos Drs Carlos Eduardo Morelli Tucci e Oscar de Moraes Cordeiro Netto.

3. Introdução

Os Fundos Setoriais constituem uma proposta recente de investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação. Diferenciam-se em relação ao cenário pré-existente de investimentos e baseiam-se principalmente nos aspectos seguintes:

A *permanência* do investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação, garantindo aos projetos investimentos contínuos, com vistas ao atendimento de seus objetivos acadêmicos e, principalmente, de desenvolvimento de tecnologias que possam ser apropriadas pelo mercado na forma de produtos e processos inovadores;

A *indução* da pesquisa orientada para a solução de problemas relevantes, em resposta às necessidades da sociedade. Diferentemente de outras estratégias de fomento, os fundos setoriais foram concebidos para a promoção da inovação tecnológica, o que implica, necessariamente, na discussão integrada de prioridades com os setores acadêmico, empresarial e governamental.

As diretrizes estratégicas do CT-Hidro apontam para *programas e projetos* nos quais ficam claramente identificados os objetivos, necessidades e desafios das áreas prioritárias para investimento. Por outro lado, foram nomeados temas que, apesar da sua importância, necessitavam de maior aprofundamento na identificação de oportunidades e gargalos tecnológicos, para o estabelecimento de uma agenda de prioridades em CT&I.

Um estudo de prospecção tecnológica foi encomendado para o atendimento destes objetivos, envolvendo os temas listados a seguir: qualidade da água superficial; racionalização do uso da água no meio rural; produtos e equipamentos; saneamento; qualidade da água subterrânea; e clima e recursos hídricos.

Este exercício de prospecção tecnológica visou, portanto, identificar e priorizar um conjunto de tópicos tecnológicos na área de recursos hídricos, especialmente no tocante aos seis temas selecionados, assim como fornecer recomendações sobre ações estratégicas, como forma de alertar os diferentes atores interessados sobre questões consideradas importantes.

4. Panorama dos Recursos Hídricos no Brasil

4.1 Uso dos recursos hídricos e conservação

A água é base para vida na Terra. É elemento vital para saúde e bem-estar dos homens e para equilíbrio dos ecossistemas, além de se constituir em fator de produção para várias atividades humanas.

O Brasil conta com um dos maiores parques hidrelétricos do mundo. Cerca de 79% de toda energia elétrica produzida no país é de origem hidrelétrica, com uma potência instalada de cerca de 65 mil MW.

A agricultura irrigada é uma atividade econômica expressiva no país, tendo em vista sua importância como insumo para a produção de bens exportáveis e na geração de cerca de 4.8 milhões de empregos diretos e indiretos gerados pelo setor¹. Por outro lado, trata-se do setor que mais consome água no país - mais de 60% do volume de água retirado de nossos mananciais superficiais e subterrâneos são usados na agricultura irrigada.

Estima-se que o setor de saneamento básico seja responsável por cerca de 20% do consumo de água no Brasil. Essa utilização reveste-se de particular importância, na medida em que provoca uma mudança substancial nas condições de qualidade da água

¹ Conforme Plano Nacional de Recursos Hídricos, 2002. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/srh/index.cfm>. Acesso em 08/02/2004.

dos mananciais superficiais e subterrâneos, uma vez que o setor capta água bruta, mas devolve águas servidas. O setor de saneamento básico é hoje o maior responsável pela poluição generalizada de rios, lagos, represas, estuários, praias e lençóis subterrâneos no país dado que, na grande maioria dos casos, ou não existe tratamento de esgotos ou ele é feito de forma muito ineficiente.

Os ambientes aquáticos continentais abrigam, por outro lado, um grande e variado número de espécies animais e vegetais. Dada a extensão territorial do país, as bacias hidrográficas brasileiras apresentam uma grande diversidade de espécies da fauna e da flora aquática. Preservar a qualidade da água, superficial e subterrânea representa, também, preservar essa rica biodiversidade, um dos maiores objetivos das políticas de gestão do meio ambiente.

O país se ressent, também, de uma indústria apta a produzir os produtos e equipamentos capazes de atender as demandas das instituições de pesquisa e de gestão integrada de recursos hídricos. Trata-se de um setor usuário de equipamentos e produtos em grande medida importados, especificados para ambientes e condições diferentes daquelas em que serão utilizados. Eliminar esta dependência, por meio de processos e produtos inovadores, constitui-se em objetivo estratégico para a gestão dos recursos hídricos nacionais.

Portanto, buscar conciliar as diferentes funções e demandas exercidas sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos é um crescente desafio para a sociedade, que deve se apoiar em ações de CT&I.

4.2 Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos

Na maior parte dos países ocidentais, o período do pós-guerra até 1970 caracterizou-se por um grande crescimento industrial e econômico que se processou sem levar em consideração a conservação do meio ambiente e de seus recursos naturais, em particular, os recursos hídricos. A partir dos anos 70, intensificaram-se os movimentos ambientalistas, que lograram consolidar a conservação ambiental como um objetivo de sociedade, contrapondo-se ao princípio de desenvolvimento econômico-industrial a qualquer custo. Nesse período, foi elaborada a maior parte da legislação ambiental nos países industrializados, processo que veio a se refletir no Brasil apenas nos anos 80.

Sob o ponto de vista ambiental, os anos 80 foram marcados pela preocupação com os efeitos globais sobre o meio ambiente, tais como o desmatamento, as mudanças climáticas, entre outros. O acidente de Chernobyl é um exemplo marcante de como um acidente local transformou-se em um problema de escala mundial, o que veio a reforçar a necessidade de se estabelecerem mecanismos globais de proteção ambiental. No Brasil, a reversão dos investimentos internacionais para construção de hidrelétricas,

por pressão de Organizações Não-Governamentais - ONGs sediadas em países industrializados, refletia a preocupação da sociedade mundial com os impactos sobre o meio ambiente causados por lagos de grande porte formados para geração de energia, em detrimento dos benefícios potenciais da energia hidráulica na sustentação do desenvolvimento sócio-econômico.

Os anos 90 presenciaram a formulação do princípio do desenvolvimento sustentável, consolidado por ocasião da Conferência Rio-92. Esse princípio reconhece a necessidade de harmonização entre desenvolvimento econômico-social e conservação ambiental. No mundo todo, as sociedades passaram a rever suas políticas de desenvolvimento, de conservação ambiental e de ocupação do território. Novas tecnologias foram desenvolvidas, voltadas, por um lado, para reduzir os passivos ambientais e, por outro, para implantar projetos de menor consumo de recursos naturais e com menor geração de impactos ambientais. No Brasil, na área de recursos hídricos, a década ficou marcada pela aprovação, em 1997, da lei das águas². Foi criada, assim, a Secretaria de Recursos Hídricos³, no âmbito do Ministério de Meio Ambiente e, três anos depois, a Agência Nacional das Águas⁴. Do mesmo modo, a maior parte dos estados brasileiros logrou aprovar uma legislação específica sobre água.

O novo milênio se inicia orientado pelos objetivos identificados pelas Nações Unidas, relacionados com a redução da pobreza e a melhoria de qualidade de vida. Nesse sentido, foram estabelecidas metas visando ao aumento dos índices de cobertura

² Lei no. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências.

³ Lei no. 9.433.

⁴ Lei no. 9.984, de 17 de julho de 2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas.

dos serviços de água potável e de tratamento de efluentes domésticos. Iniciativas internacionais, como *Global Water Partnership*, *World Water Council*, *Internacional Water Resource Association*, entre outras, têm como meta a real implementação do princípio de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (*IWRM – Integrated Water Resource Management*), que envolve o melhor aproveitamento destes recursos no espaço integrado das bacias hidrográficas, aliado a mecanismos sustentáveis de conservação do meio ambiente.

No Brasil, até os anos 90, a questão da água era tratada sob o ponto de vista setorial. O aproveitamento dos grandes rios era ditado pelo setor energético, enquanto o aproveitamento dos rios de menor porte e das águas subterrâneas se dava a partir de demandas urbanas e da irrigação. Só a partir da última década, foram criadas entidades supra-setoriais para promover o ordenamento e a integração no uso dos recursos hídricos no país. O cenário atual encontra o país em uma fase de implementação dos elementos previstos na legislação das águas, como os comitês e as agências de bacia, a cobrança pelo uso da água ou sistemas de outorga.

Trabalhar a interface entre os setores de meio ambiente, saneamento, agricultura, energia, mineração, transporte e saúde constitui-se no maior desafio a ser enfrentado para a concreta implementação da gestão integrada dos recursos hídricos. A Secretaria de Recursos Hídricos (SRH-MMA), a Agência Nacional de Águas (ANA) e entidades estaduais têm buscado modificar o

perfil de tratamento 'setorial' dado à questão da água no país, mas as decisões quanto aos investimentos ainda são realizadas sob esse enfoque.

5. Recursos Hídricos, Ciência e Tecnologia

Até o início desta década, o investimento em pesquisa e desenvolvimento na área de recursos hídricos vinha sendo realizado de forma pulverizada e com grupos disciplinares fortemente concentrados na engenharia civil. Uma mudança nesse processo ocorreu no final dos anos 90, a partir do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT, por meio do Subprograma de Ciências Ambientais – CIAMB, no qual os investimentos eram, obrigatoriamente, realizados em projetos interdisciplinares. No entanto, tais projetos eram ainda selecionados enfatizando a capacidade de pesquisa das instituições, em detrimento a um processo seletivo orientado pela demanda, baseado no suporte à implementação de políticas públicas ou problemas mais urgentes da sociedade.

Esse panorama começa a ser modificado a partir da criação do Fundo Setorial de Recursos Hídricos⁵. Com base nos trabalhos desenvolvidos desde então, puderam ser definidas bases de investimentos em CT&I orientadas por demandas estratégicas definidas pelo governo, em estreita interação com os setores acadêmico e empresarial. As demandas identificadas levaram em consideração as seguintes preocupações:

- a deterioração da água no meio urbano e a necessidade de desenvolvimento do conhecimento integrado voltado para a busca da sustentabilidade hídrica nesse meio, considerando que mais

⁵ Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que define percentuais da distribuição da compensação financeira; Lei no. 9.993, de 24/07/200, que destina recursos da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos; Decreto no. 3.874, de 19/07/2001, que regulamenta a Lei no. 8.001 e Lei no. 9.993, e trata do Comitê Gestor do CT-Hidro.

de 80% da população brasileira já se concentram nos centros urbanos;

- a necessidade de embasamento técnico para a gestão integrada dos recursos hídricos, em suporte às entidades estaduais e federais responsáveis pela regulação do uso da água no país;
- o risco climático de curto, médio e longo prazos associado à sustentabilidade do fornecimento de água para as populações, com a qualidade e na quantidade requeridas;
- a melhoria da capacitação técnica e científica no país, com ênfase na redução da desigualdades regionais;
- o desenvolvimento de empresas de produtos e serviços para dar suporte ao desenvolvimento tecnológico do país nessa área.

Adicionalmente, o Comitê Gestor do CT-Hidro identificou seis temas para investimentos futuros e que deveriam ser aprofundados por meio de estudos prospectivos, conforme termos de referência resumidos apresentados a seguir:

Qualidade da Água Superficial

Um dos grandes problemas da sociedade brasileira é decorrente das diferentes fontes de poluição que atuam sobre a qualidade da água utilizada pela população, bem como sobre a qualidade das águas necessárias à conservação ambiental dos sistemas hídricos brasileiros. Existe a necessidade, em primeiro lugar, de conhecer a real qualidade da água dos sistemas hídricos, as fontes de impactos e, quando houver políticas de controle de poluição, os resultados dessas medidas. Os principais aspectos

desse tema envolvem: (a) monitoramento da qualidade da água de sistemas hídricos; (b) definições de indicadores; (c) qualidade da água para a saúde humana; e (d) infra-estrutura de apoio.

Os objetivos dessa ação visam identificar áreas prioritárias de desenvolvimento tecnológico para que as decisões a serem tomadas pelo sistema de gerenciamento de recursos hídricos sejam melhores e mais eficientes quanto à qualidade da água dos sistemas hídricos, como também, mais especificamente, adquirir conhecimentos para o monitoramento adequado dos sistemas hídricos brasileiros, associados às fontes de contaminação, como base para a tomada de decisão.

Qualidade da Água Subterrânea

O desenvolvimento urbano e industrial brasileiro tem produzido grandes impactos sobre os mananciais superficiais e subterrâneos. Com a pressão sobre o controle dos mananciais superficiais, muitos efluentes urbanos e industriais têm sido despejados diretamente nas águas subterrâneas, tais como: efluentes industriais dos pólos petroquímicos, efluentes dos postos de gasolina, efluentes urbanos industriais genéricos e o próprio despejo de efluentes da população urbana, entre outros. Geralmente, esses impactos ocorrem em áreas onde parte da população retira água desses mananciais subterrâneos poluídos para uso humano, gerando riscos e impactos na saúde da população. A capacidade de avaliação desses processos e o seu próprio entendimento

exigem uma combinação de conhecimentos sobre geohidrologia, características de fluidos oleosos, composição química e suas reações no sistema físico e biológico, entre outros. Essa ação propõe identificar as necessidades de desenvolvimento de conhecimento científico para uma abordagem integrada dos principais tipos de contaminação nas águas subterrâneas encontradas na realidade brasileira.

Saneamento

O investimento em CT&I desenvolvido por meio de vários programas em diferentes entidades do país, nos últimos anos, tem mobilizado uma grande produção de conhecimento voltada para a realidade brasileira nas áreas de recursos hídricos e saneamento ambiental, mas a assimilação desses conhecimentos no cotidiano das empresas, projetistas e entidades municipais e estaduais é ainda um grande desafio. Os investimentos atualmente realizados necessitam de mecanismos eficientes de transferência para a sociedade dos resultados obtidos tanto em projetos apoiados pelos Fundos Setoriais, quanto àqueles projetos financiados por outras instituições.

De outro lado, o desenvolvimento de CT&I na área de saneamento dentro do CT-Hidro necessita de desafios voltados à moderna gestão integrada dos recursos hídricos, tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras.

Produtos e Equipamentos

Os equipamentos utilizados para o monitoramento de recursos hídricos são praticamente todos importados. Em outras atividades da área, observa-se, também, grande quantidade de equipamentos importados que não atendem, necessariamente, à realidade brasileira. De outro lado, produtos relacionados com um melhor desempenho em estudos e projetos em recursos hídricos, como sistemas de suporte à decisão e modelos de simulação/otimização não apresentam componentes de transferência adequados para os profissionais de recursos hídricos. A demanda por esse conjunto de produtos no gerenciamento dos recursos hídricos tende a se incrementar com o desenvolvimento institucional no Brasil. Essa ação propõe identificar produtos e equipamentos necessários ao gerenciamento dos recursos hídricos, com definição de investimentos necessários para aumentar o desempenho, o grau de nacionalização e o conteúdo tecnológico desses produtos e equipamentos.

Clima e Recursos Hídricos

Os sistemas hidro-ambientais brasileiros são pouco conhecidos quanto às interações dos seus diferentes conhecimentos. A disponibilidade de dados é limitada, considerando os desafios de desenvolvimento do espaço e dos recursos hídricos. Existem várias ações estaduais e federais que atuam na observação de variáveis hidrológicas e ambientais nos diferentes biomas brasileiros dentro

de uma visão setorial de seus interesses. Assim, os fundos de investimentos em pesquisa têm sido solicitados para financiar várias ações, que de alguma forma não constituem função de um fundo de pesquisa, como a implementação de rede e compra de equipamentos para monitoramento. Além disso, observa-se a necessidade de melhor conhecimento das necessidades setoriais dentro de uma visão mais completa e integrada do monitoramento e observação dos ambientes brasileiros visando obter informações que subsidiem o desenvolvimento do espaço e dos recursos hídricos e a conservação ambiental.

Racionalização do Uso da Água no Meio Rural

A irrigação é o maior usuário de água tanto em nível mundial como no Brasil. As práticas de utilização da água na irrigação têm mostrado, nos últimos anos, que o desperdício é muito alto na distribuição e na drenagem dos sistemas, com grande aumento da evapotranspiração. Dessa forma, uma parcela importante de terras produtivas não pode ser utilizada por falta de água. Torna-se, assim, muito importante para a definição de novos projetos do CT-Hidro, a identificação de pesquisas voltadas para o aumento da disponibilidade hídrica e para o uso racional da água em perímetros de irrigação, por meio do desenvolvimento e do aprimoramento de equipamentos, da adoção de práticas agrícolas sustentáveis e do uso da previsão da disponibilidade de água.

6. Aspectos Metodológicos

A execução do exercício de prospecção tecnológica em Recursos Hídricos foi pautada nas características do setor e nas necessidades levantadas pelo Comitê Gestor do Fundo Setorial de Recursos Hídricos. A abordagem desenhada foi do tipo “orientada a problemas”, aproximando-a dos chamados *roadmaps*⁶ tecnológicos, ou seja, a metodologia empregada foi orientada a encontrar tópicos tecnológicos mais relevantes para solucionar ou mitigar problemas relacionados aos recursos hídricos no país em um horizonte de 10 anos.

Além de orientada a problemas, a abordagem utilizada teve forte identificação com os princípios do *foresight*⁷, valorizando intensamente a participação e a convergência de diferentes atores e pontos de vista em torno da problemática levantada. O caráter intrinsecamente multidisciplinar e multi-setorial dos problemas e das tecnologias relacionadas a recursos hídricos torna indispensável explorar as mais diferentes facetas envolvidas e investir grande esforço para convergir em prioridades e consenso.

Ressalta-se que os exercícios de prospecção tecnológica não visam substituir o planejamento, nem a definição de políticas ou, ainda, a tomada de decisão. A força destes exercícios está em articular as sobreposições existentes entre essas funções e dar sentido coletivo à construção do futuro, sendo conduzidos em torno de uma base comum que consiste em: (a) esforço de aquisição, tratamento e gestão da informação; (b) promoção e

⁶ Roadmaps constituem uma ferramenta de planejamento tecnológico cooperativo, orientada a problemas, que inclui a identificação do produto que será objeto do estudo, os requisitos críticos do sistema e suas metas, a especificação das áreas tecnológicas, seus condicionantes e seus objetivos e as tecnologias alternativas. (Garcia, M.L.; Bray, O.H., 2004. Disponível em <http://www.sandia.gov/roadmap/home.htm>. Acesso em: 28/01/2004.)

⁷ Processo de desenvolvimento de visões de possíveis caminhos através dos quais o futuro pode ser construído, entendendo que as ações do presente contribuirão com a construção da melhor possibilidade do amanhã. (Coates, 1995; Horton, 1999; Martin, 1999; Barré, 2002)

difusão da capacidade analítica e reflexiva; e (c) negociação de múltiplas interpretações.

Metodologia utilizada

O modelo teórico organizado para nortear este processo no âmbito do CGEE, a partir da criação de ambientes de prospecção, é apresentado na figura 1. De conformidade com este modelo, o CGEE buscou implementar um ambiente de prospecção em recursos hídricos organizado em torno da articulação entre o conjunto de temas selecionados e sua posterior integração.

A metodologia proposta para este exercício envolveu uma combinação dos seguintes componentes: (a) realização de painéis de especialistas para discussão e validação de textos de referência encomendados, por tema; (b) cruzamento das recomendações advindas de cada painel com os resultados do Delphi Prospector/Recursos Hídricos e outras informações relevantes de âmbito nacional e internacional; (c) Workshop para apresentação, discussão e priorização, de forma integrada, dos resultados obtidos.

Para orientar este exercício foram contratados dois especialistas de notório saber na área de recursos hídricos e, em seguida, constituído um Grupo Consultivo formado por especialistas na área de recursos hídricos e representantes das agências diretamente relacionadas ao fomento e à formulação e implementação de

políticas para a área, com ampla visão da problemática e do desenvolvimento científico e tecnológico que a área enfrenta na atualidade. A coordenação geral do exercício ficou a cargo da Diretoria Executiva do CGEE.

Cada um dos seis temas selecionados foi objeto de um documento de referência elaborado por um ou mais consultores conforme apresentado na tabela 1. Estes documentos foram discutidos em painéis de especialistas por tema e, posteriormente, em conjunto, em um workshop onde participaram 29 especialistas de diferentes áreas e os resultados finais foram acrescentados ao artigo sobre o tema.

Tabela 1 – Temas e especialistas responsáveis pela elaboração dos documentos de referência

Tema	Especialista
Qualidade da água superficial	Mônica Ferreira do Amaral Porto – Universidade de São Paulo – USP
Racionalização do uso da água no meio rural	Andrés Troncoso Vilas – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE
Qualidade da água subterrânea	Carlos Eduardo Morelli Tucci – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral – Universidade Federal do Pernambuco – UFPE Aldo Rebouças – Universidade de São Paulo – USP
Produtos e equipamentos	Paulo Kroeff Souza – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Saneamento	Leo Heller – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG Nilo de Oliveira Nascimento – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Clima e Recursos Hídricos	Pedro Leite da Silva Dias – Universidade de São Paulo – USP Robin Thomas Clarke – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

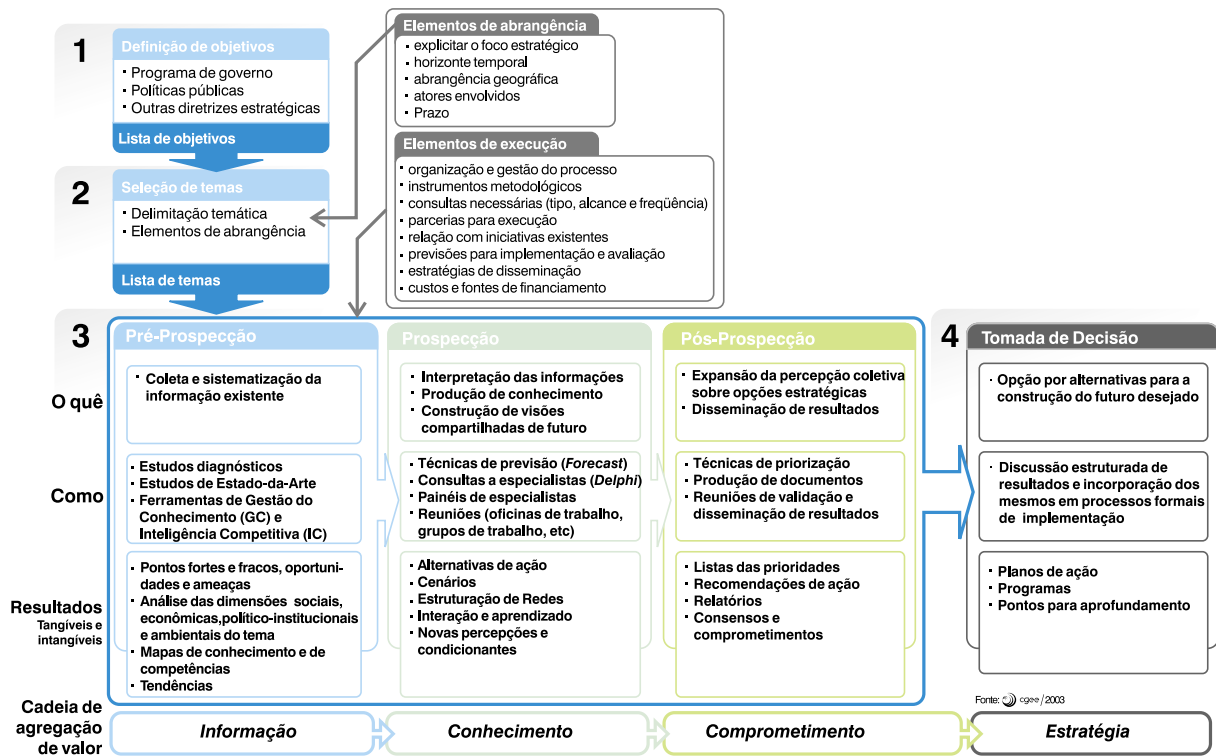


Figura 1 – Modelo teórico organizado para nortear o processo prospectivo no âmbito do CGEE

Para o desenvolvimento do workshop foram preparados documentos síntese acerca de cada tema, bem como foi apresentada uma lista de tópicos tecnológicos, compilada e organizada a partir das informações contidas em cada documento-síntese como referência inicial para discussão em grupos de trabalho.

A figura 2 apresenta a estrutura metodológica deste exercício de prospecção, de acordo com as premissas consideradas pelo modelo de prospecção adotado pelo CGEE em conformidade com as especificidades do(s) tema(s) e peculiaridades do setor.

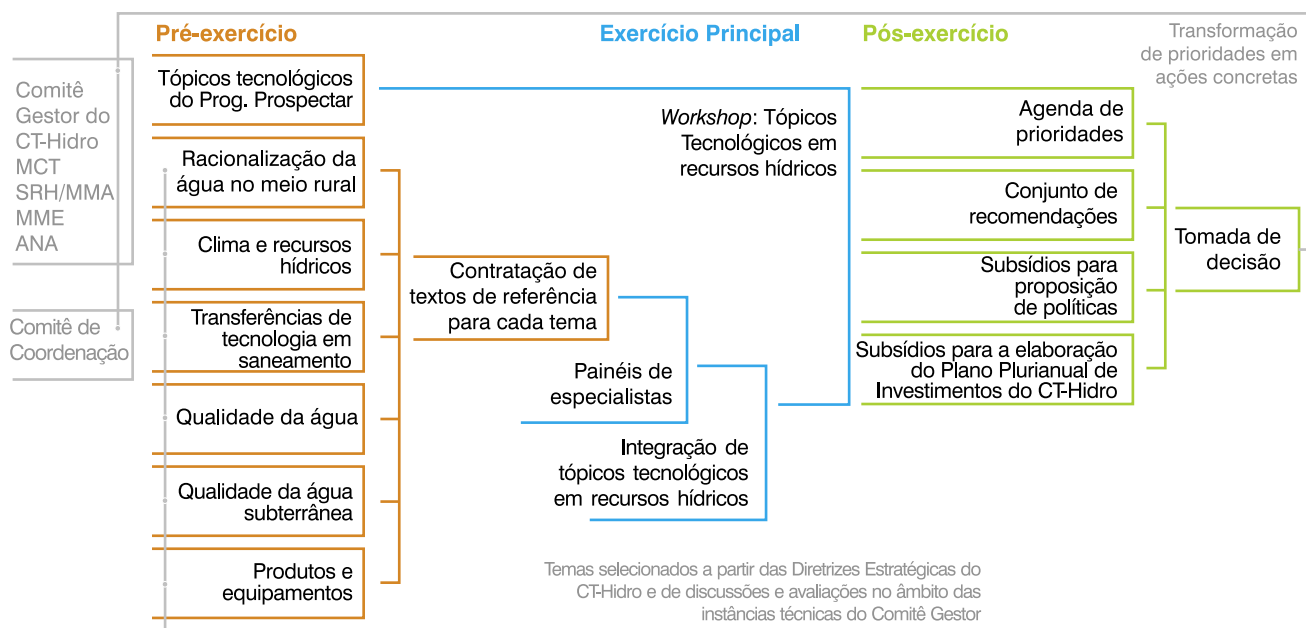


Figura 2 – Estrutura metodológica utilizada para o exercício prospectivo em recursos hídricos

Critérios e Priorização dos Tópicos Tecnológicos

A partir da lista preliminar de tópicos tecnológicos identificados após a realização dos seis painéis de especialistas, foi realizado exercício para a priorização dos mesmos, por meio de duas avaliações feitas pelos participantes do workshop, a saber:

- a. avaliação individual – realizada com base a lista preliminar de tópicos, por grupo, com vistas a avaliar a relevância de cada tópico mediante os critérios abaixo descritos por meio de uma escala qualitativa, em três níveis (baixa - média - alta).
- b. avaliação em grupo – realizada tomando-se por base a lista de tópicos por grupo, no sentido de identificar os 05 tópicos mais importantes dentre os temas tratados em um horizonte de 10 anos. Refere-se, portanto, à importância futura do tópico, na percepção do grupo de especialistas consultados.

Avaliação individual – Priorização dos tópicos

Para a avaliação individual, cada especialista participante do workshop levou em consideração um conjunto de três critérios pré-definidos, na avaliação de cada tópico tecnológico identificado. Estes três critérios são apresentados abaixo:

Adequação sócio-ambiental – medida dos impactos esperados a partir do desenvolvimento do tópico para a melhoria da qualidade de vida da população e das variáveis ambientais;

Factibilidade técnico-científica – medida da possibilidade de realizar rapidamente o desenvolvimento previsto dadas as com-

petências nacionais e as dificuldades técnicas envolvidas;

Atratividade de mercado – medida do interesse que o mercado teria no tópico, considerando a viabilidade econômica das soluções depois de desenvolvidas.

Os resultados dessa avaliação foram analisados estatisticamente considerando a escala qualitativa (alto=3, médio=2, e baixo=1) de modo a garantir um ordenamento de tais tópicos conforme sua pontuação (maiores esclarecimentos poderão ser encontrados no anexo A, ao final do presente relatório). Este ordenamento foi realizado levando-se em consideração a média aritmética dos valores médios obtidos pela pontuação individual dos três critérios avaliados pelos especialistas presentes no workshop, neste relatório, referenciada como “pontuação no agregado”.

Optou-se por utilizar a pontuação 2,40 como faixa de corte para a montagem das tabelas de tópicos prioritários que serão apresentadas neste relatório.

Avaliação em grupo – Visão de futuro

Para esta avaliação, realizada em conjunto por três grupos de trabalho envolvendo os especialistas participantes do workshop realizado no dia 17 de dezembro de 2003, os 69 tópicos tecnológicos identificados foram reunidos em três grupos afins (Grupo I – qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento; Grupo II – produtos e equipamentos e clima e recursos hídricos; e Grupo III – racionalização da água no

meio rural). Deste modo, solicitou-se que cada grupo ordenasse a lista de tópicos apresentada de acordo com a importância futura dos mesmos em um horizonte de 10 anos.

Ordenamento por Classes de tópicos

Adicionalmente, foi realizado um ordenamento dos tópicos em classes de forma a permitir o agrupamento dos mesmos em três grupos afins, de acordo com: Classe A – tópicos que ainda requerem investigação científica básica; Classe B – tópicos que indicam necessidade de desenvolvimento tecnológico; e Classe C – tópicos que se referem a aspectos de gestão.

Esta classificação permite diferenciar tópicos que irão requerer maior esforço e, eventualmente, maior tempo para se realizarem no país, de outros cuja natureza tecnológica aponta para uma realização em um horizonte mais curto de tempo. Além disso, julgou-se necessário diferenciar os tópicos de natureza científica e tecnológica (Classes A e B) de outros igualmente importantes, mas que se referem a ações de gestão (Classe C). A relação dos tópicos de acordo com sua classificação está apresentada no anexo B, ao final do presente documento.

7. Resultados Alcançados

Destacam-se como resultados finais deste exercício de prospecção em recursos hídricos:

- a construção de uma agenda em CT&I, pela identificação de 69 tópicos tecnológicos;
- conjunto de recomendações, indicando propostas de ação, necessidades de desdobramentos e aprofundamentos futuros em temas e questões concernentes à área de recursos hídricos;
- consensos e comprometimentos em torno de tópicos e estratégias para o fortalecimento da área de recursos hídricos no país.

Os tópicos tecnológicos identificados e recomendações resultantes desta atividade constituem subsídios técnicos para uma tomada de decisão no âmbito do CT-Hidro e agências de fomento do sistema de CT&I, que possuam interface com a área de recursos hídricos.

7.1 Tópicos Tecnológicos

Em atenção à encomenda feita pelo Comitê Gestor do CT-Hidro, este exercício prospectivo foi planejado para oferecer à tomada de decisão um conjunto de tópicos tecnológicos, obtidos por meio de ampla consulta a especialistas da área de recursos hídricos, conduzida de forma inclusiva e participativa.

O processo de identificação dos 69 tópicos tecnológicos identificados nesta atividade iniciou-se a partir da elaboração de seis

documentos de referência para cada um dos temas selecionados, da produção de documentos-síntese a partir dos seis painéis de especialistas e da realização de um workshop para discussão e consolidação dos tópicos preliminarmente identificados, conforme processo descrito anteriormente. A identificação dos tópicos levou em consideração, também, os elementos obtidos a partir da análise dos resultados do Programa Prospector nas áreas de Recursos Hídricos, Energia, Agropecuária e Saúde.

7.2 Integração dos Tópicos e Grupos Temáticos

Dadas as expressivas interfaces existentes entre os seis temas selecionados optou-se pela integração dos tópicos identificados em três grupos afins, conforme descrito abaixo:

Grupo I: Tópicos de *Qualidade da Água Superficial, Qualidade da Água Subterrânea e Saneamento* (temas que guardam forte interface, uma vez que o objetivo primordial do saneamento é melhorar a qualidade da água efluente dos ambientes urbanos em direção aos sistemas hídricos superficiais e subterrâneos).

Grupo II: Tópicos de *Clima e Recursos Hídricos e Produtos e Equipamentos* (temas que, igualmente, possuem interações fortes, especialmente porque foi dada ênfase para o monitoramento hidrológico no tema *Produtos e Equipamentos*).

Grupo III: Tópicos de *Racionalização do uso da Água no Meio Rural*.

A tabela 2 abaixo sintetiza os grupos, os temas, e os especialistas participantes em cada grupo, o número de tópicos preliminares identificados por grupo e o número de tópicos resultantes consolidados durante o workshop.

Tabela 2 - Resumo dos grupos, participantes e tópicos

Grupos	Temas	Especialistas	Nº de Tópicos Tecnológicos	
			Preliminar	Consolidado
I	Qualidade da água superficial, subterrânea e saneamento	12	33	35
II	Clima e recursos hídricos, produtos e equipamentos	11	19	15
III	Racionalização da água no meio rural	6	17	19
	Total	29	69	69

7.3 Lista de tópicos tecnológicos por grupo

Grupo I: Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento

1. Pesquisa e desenvolvimento de produtos químicos para o saneamento
2. Aprimoramento de metodologias de avaliação de qualidade/quantidade de água em meios urbanos e riscos associados à saúde humana e à qualidade ambiental para fins de planejamento
3. Pesquisa e avaliação de eutrofização e contaminação química e biológica e seu impacto na saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento

4. Pesquisa e desenvolvimento em técnicas de tratamento de chorume
5. Desenvolvimento de arranjos institucionais e de instrumentos de planejamento urbano e sua integração com o planejamento do saneamento ambiental com controle social
6. Desenvolvimento de materiais para sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de drenagem urbana
7. Desenvolvimento de instrumentos técnicos e institucionais para redução de poluição urbana difusa, incluindo resíduos sólidos urbanos
8. P&D de tecnologias inovadoras para o monitoramento hidrológico e da qualidade de água no meio urbano
9. Desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão em saneamento ambiental, incluindo águas subterrâneas
10. P&D em técnicas inovadoras de tratamento de esgotos sanitários em centros urbanos
11. P&D e avaliação de efetividade do desempenho de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo a disposição dos resíduos dos processos de tratamento
12. Desenvolvimento de instrumentos técnicos, legais e institucionais para a gestão de áreas de mananciais
13. P&D de redes, métodos, padrões e índices para sistemas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficial, incluindo bioindicadores, bioacumuladores e potenciais riscos à saúde humana adaptados às especificidades regionais
14. Avaliação da capacidade instalada de laboratórios de qualidade da água e desenvolvimento de procedimentos de integração (intercalibração e padronização)

15. P&D de sistemas de informação de bacias hidrográficas, incluindo qualidade da água (integrados a sistemas mais abrangentes)
16. Avaliação de mudanças hídricas em aquíferos causadas pela urbanização
17. Avaliação da superexploração de aquíferos (vazão total x recarga, recarga induzida e interferência entre captações) e fluxo de base em rios
18. Pesquisa e avaliação em recargas induzida e artificial de aquíferos
19. P&D em gestão de aquíferos, com prioridade para os de grande exploração
20. P&D em hidrogeologia de aquíferos fraturados com vistas à otimização para localização de poços/captação e para a determinação de recarga
21. Pesquisa e avaliação de comportamento de aquíferos costeiros, do Semi-árido e do Cerrado
22. Desenvolvimento de métodos de mapeamento hidrogeológico em situação de baixa densidade de dados a partir de informes pontuais para abrangência regional
23. Pesquisa e avaliação de características geoquímicas das águas subterrâneas (As, Cr, F, Fe, Mn, Ba)
24. Pesquisa e avaliação sobre comportamento de contaminantes em meios saturado e não-saturado, com desenvolvimento de metodologias para avaliação de descontaminação
25. P&D nas áreas de remediação de aquíferos e atenuação natural dos contaminantes
26. P&D em técnicas de aproveitamento de água subterrânea em áreas de risco sanitário

27. P&D em técnicas de infiltração e armazenamento para compensação dos efeitos da urbanização no escoamento superficial
28. Metodologias de avaliação de impactos de espécies invasoras e de desenvolvimento de técnicas de controle
29. Aperfeiçoamento de técnicas de saneamento ambiental em áreas especiais (rurais, indígenas e de urbanização precária)
30. P&D em reuso da água
31. P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água
32. P&D em equipamentos para uso eficiente da água em habitações, indústrias e edificações diversas
33. P&D em aproveitamento da água de chuva
34. P&D em instrumentos técnicos e indicadores para a gestão das águas
35. P&D em técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais

Grupo II: Clima e recursos hídricos e produtos e equipamentos

36. Ampliação das observações da camada superior do Atlântico Sul que permitam melhorar a estimativa de modelos climáticos
37. Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais
38. Integração de dados hidroclimáticos e ambientais de diferentes sistemas de aquisição em sistemas de informação georeferenciados de acesso público
39. Previsão e predição da variabilidade climática natural e antrópica

- sobre os sistemas hídricos e seus efeitos no desenvolvimento econômico e social, incluindo potenciais medidas de mitigação
40. Avaliação dos efeitos da alteração hidrometeorológica em ambientes urbanos
 41. Desenvolvimento e aprimoramento de métodos para estimar a evapotranspiração nas condições de clima tropical
 42. Desenvolvimento e aprimoramento do conhecimento da inter-relação entre as variáveis ambientais e as hidrológicas, para o prognóstico de impactos antrópicos e climáticos
 43. Desenvolvimento do conhecimento dos processos hidroclimáticos em diferentes escalas temporais e espaciais
 44. Desenvolvimento de métodos para tratamento das séries não estacionárias visando o planejamento do desenvolvimento sócio-econômico
 45. Desenvolvimento de sensores, instrumentos e sistemas para monitoramento hidrometeorológico, sedimentológico e qualidade de água para atender mercados que viabilizem a industrialização local
 46. Desenvolvimento de normas para projeto de itens de infra-estrutura (ex. bóias e torres submersas) e normas para procedimentos e padrões ligados à medição (ex. transmissão de dados e procedimentos de calibração)
 47. Desenvolvimento de novos sistemas e métodos de medição tais como vazão por radar e evapotranspiração
 48. Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso
 49. Desenvolvimento de sistemas para transmissão de dados adequados à realidade nacional

50. Desenvolvimento de sistemas de informação para melhoria da consistência e assimilação de grandes massas de dados através do desenvolvimento de novos modelos

Grupo III: Racionalização da água no meio rural

51. Desenvolvimento e adaptação de cultivares eficientes no uso da água, com ênfase para ambientes com deficiência hídrica
52. Desenvolvimento de sistemas de plantio direto para recuperação de pastagens degradadas com vistas à conservação dos recursos hídricos
53. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica para o uso da água
54. Zoneamento agroecológico em escala regional
55. Desenvolvimento de metodologias e instrumentos para o monitoramento e avaliação de sistemas agrícolas irrigados
56. Estabelecimento das relações água e sistemas agro-silvo-pastoris, como elemento para a gestão da água
57. Previsão climática e da disponibilidade hídrica como subsídio para a avaliação de risco e seguro agrícola
58. Técnicas alternativas de manejo e conservação do solo que promovam o aumento da infiltração da água
59. Metodologias para monitoramento e avaliação dos impactos de sistemas e práticas agrícolas na quantidade e qualidade de água, em nível de bacias hidrográficas
60. Técnicas de captação e armazenamento de água "in situ", em pequenas propriedades do semi-árido

61. Desenvolvimento de técnicas alternativas de armazenamento, conservação e manejo da água para a regularização da disponibilidade hídrica
62. Tratamento e reuso de efluentes da produção agropecuária e avaliação do seu impacto na bacia hidrográfica
63. Tratamento e reuso de águas residuárias urbanas e industriais na agropecuária
64. Processos de dessalinização de águas no semi-árido nordestino e disposição e aproveitamento de resíduos
65. Sistemas de suporte à decisão para o aumento das eficiências técnica e econômica do uso da água no meio rural
66. Instrumentos econômicos, legais e gerenciais promotores do uso eficiente da água no meio rural
67. Estabelecimento de necessidades hídricas de culturas irrigadas
68. Sistemas de caracterização, monitoramento e gestão de riscos (hidrológicos, econômicos, ambientais e gerenciais)
69. Alternativas de manejo da água em lavouras de arroz irrigado por inundações

7.4 Resultados do ordenamento dos tópicos

As tabelas 3, 4 e 5 apresentadas a seguir apresentam o resultado do exercício de priorização realizado durante o workshop de especialistas. Arbitrariamente, somente são apresentados os tópicos com valores médios iguais ou superiores a 2,40, valor referente à média dos valores de pontuações médios dos três critérios empregados (adequação sócio-ambiental, factibilidade técnico-científica e atratividade de mercado).

Tabela 3 - Tópicos priorizados para o Grupo I - Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento

Tópico	Referência do tópico na lista geral ⁸	Pontuação no agregado
P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água	31	2,72
P&D em reuso de água	30	2,61
P&D em sistemas de informação de bacias hidrográficas, incluindo qualidade da água (integrados à sistemas mais abrangentes)	15	2,57
Pesquisa e avaliação de eutrofização e contaminação química e biológica e seu impacto na saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento	3	2,56
Aprimoramento de metodologias de avaliação de qualidade/quantidade de água em meios urbanos e riscos associados à saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento	2	2,56
Desenvolvimento de materiais para sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de drenagem urbana	6	2,55
P&D em técnicas de infiltração e armazenamento para compensação dos efeitos da urbanização no escoamento superficial	27	2,54
P&D em equipamentos para uso eficiente da água em habitações, indústrias e edificações diversas	32	2,53
P&D em técnicas de aproveitamento de água subterrânea em áreas de risco sanitário	26	2,49
Desenvolvimento de arranjos institucionais e de instrumentos de planejamento urbano e sua integração com o planejamento do saneamento ambiental com controle social	5	2,49
P&D de redes, métodos, padrões e índices para sistemas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficial, incluindo bioindicadores, bioacumuladores e potenciais riscos à saúde humana adaptados às especificidades regionais	13	2,47
Desenvolvimento de instrumentos técnicos, legais e institucionais para a gestão de áreas de mananciais	12	2,45
P&D e avaliação de efetividade do desempenho de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário	11	2,45
P&D em técnicas inovadoras de tratamento de esgotos sanitários em centros urbanos	10	2,42

⁸ Vide item 7.3 do presente Relatório.

Tabela 4 – Tópicos priorizados para o Grupo II - Clima e recursos hídricos; produtos e equipamentos

⁹ Vide item 7.3 do presente Relatório.

Tópico	Referência do tópico na lista geral⁹	Pontuação agregado
Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais	37	2,62
Desenvolvimento de sistemas de informação para melhoria da consistência e assimilação de grandes massas de dados através do desenvolvimento de novos modelos	50	2,58
Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso	48	2,57
Integração de dados hidroclimáticos e ambientais de diferentes sistemas de aquisição em sistemas de informação georeferenciados de acesso público	38	2,49
Avaliação dos efeitos da alteração hidrometeorológica em ambientes urbanos	40	2,45
Desenvolvimento de sensores, instrumentos e sistemas para monitoramento hidrometeorológico, sedimentológico e qualidade da água para atender mercados que viabilizem a industrialização local	45	2,41

Tabela 5 – Tópicos priorizados para o Grupo III – Racionalização do uso da água no meio rural

¹⁰ Vide item 7.3 do presente Relatório.

Tópico	Referência do tópico na lista geral¹⁰	Pontuação no agregado
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica para o uso da água	53	2,56
Desenvolvimento de sistemas de plantio direto para recuperação de pastagens degradadas com vistas à conservação dos recursos hídricos	52	2,44

Avaliação em grupo – Visão de futuro

As tabelas 6, 7 e 8 a seguir, apresentam o ordenamento dos tópicos dos Grupos I, II e III, de acordo com a percepção coletiva dos especialistas dos grupos de trabalho constituídos durante a realização do workshop deste exercício prospectivo, em relação à importância futura destes tópicos em um horizonte de 10 anos. Este ordenamento foi confrontado com a pontuação recebida por estes tópicos em relação à avaliação individual baseada nos três critérios mencionados neste relatório.

Desta forma, é importante destacar que, em muitos casos, tópicos bem avaliados em relação à sua importância futura (primeira coluna à esquerda nas tabelas 6, 7 e 8) foram, igualmente, bem avaliados em relação aos três critérios utilizados na avaliação individual (coluna à direita nas tabelas 6,7 e 8), combinando, portanto, duas dimensões de prioridade.

Tabela 6 – Tópicos mais importantes em um horizonte de 10 anos
– Grupo I (qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento)

¹¹ Vide item 7.3 do presente Relatório.

Posição do tópico no quesito 'Importância futura'	Descrição	Referência do tópico na lista geral¹¹	Posição no agregado de tópicos
01	Aprimoramento de metodologias de avaliação de qualidade/quantidade de água em meios urbanos e riscos associados à saúde humana e à qualidade ambiental para fins de planejamento;	2	5
02	Desenvolvimento de arranjos institucionais e de instrumentos de planejamento urbano e sua integração com o planejamento do saneamento ambiental com controle social;	5	10
03	P&D de redes, métodos, padrões e índices para sistemas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficial, incluindo bio-indicadores, bio-acumuladores e potenciais riscos à saúde humana adaptados às especificidades regionais;	13	11
04	Pesquisa e avaliação de eutrofização e contaminação química e biológica e seu impacto na saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento – os problemas vão desde identificação de situações em algumas regiões do Brasil até desenvolvimento de processos de controle/mitigação;	3	4
05	Desenvolvimento de instrumentos técnicos, legais e institucionais para a gestão de áreas de mananciais;	12	12
06	P&D de sistemas de informação de bacias hidrográficas, incluindo qualidade da água (integrados a Sistemas mais abrangentes);	15	3
07	P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água;	31	1
08	Avaliação da super-exploração de aquíferos (vazão total x recarga, recarga induzida e interferência entre captações) e fluxo de base;	17	26

Tabela 7 – Tópicos mais importantes em um horizonte de 10 anos – Grupo II – Clima e Recursos Hídricos – Produtos e Equipamentos

Posição do tópico no quesito 'Importância futura'	Descrição	Referência do tópico na lista geral ¹²	Posição no agregado de tópicos
01	Previsão e predição da variabilidade climática natural e antrópica sobre os sistemas hídricos e seus efeitos no desenvolvimento econômico e social, incluindo potenciais medidas de mitigação.	39	7
02	Desenvolvimento do conhecimento dos processos hidroclimáticos em diferentes escalas temporais e espaciais	43	10
03	Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais.	37	1
04	Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso.	48	3
05	Desenvolvimento de sensores, instrumentos e sistemas para monitoramento hidrometeorológico, sedimentológico e qualidade de água para atender mercados que viabilizem a industrialização local.	45	6
06	Desenvolvimento de sistemas de informação para melhoria da consistência e da assimilação de grandes massas de dados climáticos e hidrológicos, através do desenvolvimento de novos modelos	50	12

¹² Vide item 7.3 do presente Relatório.

Tabela 8 – Tópicos mais importantes em um horizonte de 10 anos
– Grupo III – Racionalização do uso da água no meio rural

Posição do tópico no quesito 'Importância futura'	Descrição	Referência do tópico na lista geral¹³	Posição no agregado de tópicos
01	Previsão climática e da disponibilidade hídrica como subsídio para a avaliação de risco e seguro agrícola.	57	5
02	Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica para o uso da água.	53	1
03	Tratamento e reuso dos efluentes da produção agropecuária e avaliação do seu impacto na bacia hidrográfica.	62	12
04	Desenvolvimento de sistema de plantio direto com vistas à conservação dos recursos hídricos em áreas degradadas.	52	2
05	Processos de dessalinização de águas no semi-árido nordestino, e disposição e aproveitamento de resíduos.	64	17
06	Instrumentos econômicos, legais e gerenciais promotores do uso eficiente da água no meio rural.	66	13

¹³ Vide item 7.3 do presente Relatório.

8. Recomendações e Sugestões

8.1 Recomendações

Durante a realização dos painéis de especialistas e do workshop para discussão e priorização dos tópicos tecnológicos, os especialistas envolvidos registraram um conjunto de recomendações de natureza geral que visam soluções para gargalos de natureza sistêmica para a pesquisa e gestão integrada dos recursos hídricos no país.

Estas recomendações, a serem consideradas na elaboração de programas e projetos associados aos tópicos identificados, encontram-se listadas a seguir:

- (a) Capacitação de recursos humanos em áreas e questões específicas (mestres, doutores e treinamento técnico àqueles profissionais de nível médio que atuam na operação de sistemas);
- (b) Formação de redes de pesquisadores, com perfil multidisciplinar, que busquem a formação de grupos emergentes com fixação regional, preferencialmente com componentes internacionais;
- (c) Desenvolvimento de projetos-piloto que representem a realidade brasileira;
- (d) Necessidade de estimular a criação de uma indústria nacional no setor e desenvolvimento da produção de equipamentos, apoiadas em pesquisas de mercado e dos grupos de pesquisa, que permitam reduzir os custos e produzir equipamentos voltada para o ambiente brasileiro;

- (e) Necessidade de apoiar as empresas existentes, que já foram produtoras de equipamentos, com fundos para desenvolvimento de produtos em parceria com entidades de pesquisa ou ainda na forma de encomendas a empresas e grupos de pesquisa;
- (f) Gerar o desenvolvimento de produtos que, de forma integrada, tornem eficiente a coleta, processamento e avaliação dos dados hidrológicos dentro de um conjunto de atividades, priorizando a inovação tecnológica em todo o processo de aumento da produtividade;
- (g) Avaliação da capacidade instalada da rede de monitoramento, laboratórios e pessoal no país, complementando os estudos já realizados. Esta avaliação deve identificar as necessidades de monitoramento (coleta, análise e banco de informações) ideais e o estágio atual; proposta de procedimentos padrões a serem desenvolvidos no âmbito de CT&I quanto a: parâmetros indicadores e índices, metodologia de monitoramento e análise; necessidade de investimento em infra-estrutura;
- (h) Investimentos em infra-estrutura de laboratórios ligados a instituições de CT&I;
- (i) Pesquisas sobre propostas de instrumentos para gestão da qualidade da água e instrumentos aplicados à realidade brasileira.

8.2 Sugestões

As sugestões abaixo descritas constituem exemplos de como os seis tópicos identificados, em sua maioria, avaliados como prioritários, poderiam ser apropriados pelo sistema de fomento ligado ao CT-Hidro. Trata-se de uma seleção de sugestões feitas a

partir das interações com os especialistas envolvidos, formuladas pela equipe responsável pela coordenação deste exercício.

Grupo I – Qualidade da água superficial, subterrânea e saneamento

Tópico: P&D em ações para racionalização do uso da água em áreas urbanas

Descrição: São inúmeros os exemplos no país de desperdício de água tratada nos sistemas de abastecimento de água. Há casos de sistemas de grandes cidades brasileiras em que menos de 30% do volume captado pelo prestador de serviços de abastecimento são cobrados dos consumidores. Essas perdas de água podem ocorrer por vazamentos no sistema ou por ligações clandestinas no sistema. Sistemas eficientes de abastecimento de água devem apresentar índices de menos de 15% de perdas. A simples redução dessas perdas promoveria impactos sócio-econômicos e ambientais bastante positivos: menor consumo de energia e insumos, menor pressão sobre os recursos naturais, adiamento de novos investimentos em infra-estruturas, entre outros. Observa-se, também, que não é sistemático nem eficiente o eventual recurso a outras fontes de água, como água de chuva e água subterrânea, que poderiam suprir certas demandas urbanas de água. Os benefícios sociais e econômicos que poderiam advir no curto prazo justificariam essa proposta de ação. Há poucas limitações de natureza técnica a serem superadas, contudo,

existem ainda importantes gargalos de natureza normativa e institucional a serem eliminados.

Mecanismos: A formulação de um programa de CT&I em Uso Eficiente da Água nas Cidades é sugerida na forma de uma rede cooperativa, com duração limitada, em um processo competitivo para sua formação. São numerosas as instituições com experiência no tema e com potencial de desenvolvimento. Indústrias de equipamentos na área de saneamento e empresas de consultoria devem participar da rede. Este programa poderia estruturar-se em duas componentes: uma incorporando aspectos normativos, institucionais, econômico-financeiros e de transferência de tecnologia, além de outra englobando P&D de processos. Essa última componente tecnológica seria composta de subgrupos temáticos. Dois temas já foram identificados como prioritários no exercício de prospecção. a) P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água e b) P&D em coleta e aproveitamento de água de chuva.

Objetivos: Ao final do programa, haveria, no País, uma rede mais numerosa de instituições habilitadas para P&D nessas áreas, com atuação de indústrias e empresas de consultoria e a conseqüente adesão de cidades e aglomerações urbanas a programas locais de uso eficiente da água. Espera-se contar, também, com um número expressivo de unidades demonstrativas sobre boas práticas de uso eficiente da água em cidades. Esse cenário deve estar associado a um ambiente regulatório que permita a implementação das soluções propostas, assim como à existência de políticas de divulgação científico-tecnológica, de transferência de tecnologia e de crédito.

Tópico: P&D em reuso da água

Descrição: Em todo mundo, a prática do reuso vem se impondo como alternativa para uso eficiente e sustentável da água. São muitas as possibilidades de reuso: desde o uso de águas servidas para demandas menos exigentes em termos de qualidade de água (como lavagem de piso e irrigação) até a reutilização de águas servidas, após tratamento, em sistemas de abastecimento de água. Com os custos crescentes de acesso à água de boa qualidade e maiores exigências relativas aos padrões ambientais, o reuso de águas servidas pode constituir-se em interessante alternativa econômico-financeira, desde que limitações técnicas e legal-institucionais hoje existentes sejam superadas.

Mecanismos: Dada a existência de um certo número de centros de pesquisa que vêm desenvolvendo atividades na área e de algumas experiências empresariais bem sucedidas, seria razoável propor um programa de rede cooperativa, com duração limitada, que poderia estruturar-se a partir de 3 subgrupos: a) aspectos normativos e legais do reuso, b) desenvolvimento e avaliação de processos e c) difusão e transferência de tecnologia.

Objetivos: Espera-se que ao final do programa, o país possa contar não só com pesquisadores e técnicos mais capacitados na área, com uma rede de instituições habilitadas para P&D, com um número expressivo de experimentos-piloto e unidades demonstrativas sobre reuso, como também com a formulação de propostas de políticas de divulgação científico-tecnológica, de transferência de tecnologia e de crédito para reuso.

Grupo II – Clima e Recursos Hídricos e Produtos e Equipamentos

Tópico: Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais.

Descrição: Existe pouco conhecimento sobre o comportamento hidroambiental das bacias hidrográficas nos principais biomas nacionais. Considerando que os processos apresentam grande variabilidade de escala temporal e espacial é necessária a observação de variáveis climáticas tais como: precipitação, radiação solar, temperatura, insolação, etc e variáveis hidrológicas como: umidade do solo, escoamento, infiltração, entre outros em diferentes tamanhos das bacias e ao longo do tempo. Estas variáveis devem estar associadas ao bioma e ao tipo e uso do solo. Estes elementos são essenciais para melhor conhecer a sustentabilidade dos biomas brasileiros quanto ao uso do solo e melhor conhecer a sua disponibilidade hídrica. O maior conhecimento sobre o comportamento hidroclimático dos ambientes brasileiros permitiria melhor planejar o uso do solo, mitigar seus impactos e desenvolver de forma sustentável o espaço do território brasileiro. Considerando o tamanho do território brasileiro e o número de biomas, caso seja necessário priorizar os biomas em função dos investimentos, recomenda-se os investimentos na seguinte ordem de prioridade: Cerrado, em função da grande área potencial de expansão agrícola; Costeiro: pela grande pressão de ocupação urbana e desmatamento; Semi-árido pelas condições de escassez de água; Amazônia pela pressão de desmatamento sobre a região; Pantanal: pela preservação do equilíbrio uso do espaço e conservação. Seguem-se os biomas do Sul e Sudeste.

Mecanismos: O mecanismo recomendado para este tópico é o uso de uma rede de grupos de pesquisa. Cada grupo próximo a cada bioma poderia desenvolver o monitoramento e pesquisas associadas criando uma base de conhecimento regional sobre cada bioma, aproveitando-se as capacidades existentes, criando capacidade em regiões desprovidas de pesquisadores através de parcerias com grupos de pesquisadores consolidados.

Objetivos: Busca-se o estabelecimento de relações das variáveis climáticas com diferentes usos do solo, impacto sobre o escoamento em termos de quantidade do escoamento superficial, mudança no lençol freático e no escoamento subterrâneo, quantidade de sedimentos e qualidade da água. Um dos objetivos fundamentais é a qualificação de pesquisadores experimentais nos diferentes biomas do país.

Tópico: Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso

Descrição: As redes hidrológicas de observação estão fortemente desatualizadas no Brasil e apresentam baixa produtividade. Não existe produção de equipamentos e quando se deseja os mesmos os preços são muito altos. O investimento na produção de equipamentos de forma isolada provavelmente não permitirá a formação de uma indústria nacional devido a problemas relacionados com a capacidade de competitividade nacional. Atualmente a parcela importada é muito alta na área de hardware e pequena na área de serviços. Considerando estes dois aspectos, deveria se buscar o aumento da produtividade das redes de observação brasileira através de aprimoramento de equipamentos, serviços de coleta de dados,

processamento e desenvolvimento de softwares associados, além do aprimoramento de equipamentos. Desta forma, seria possível criar empresas de serviços que se associassem a empresas de hardwares dentro de um foco dos interesses e características nacionais. A definição dos projetos pilotos deveria se basear no perfil amostral dos tipos de redes do Brasil: (a) redes em áreas de difícil acesso como Amazônia e Pantanal e com variáveis de pequena variação com o tempo; (b) redes tradicionais em rios de grande e médio porte; (c) redes de pequenas bacias rurais e urbanas.

Mecanismos: Seria recomendável realizar encomendas a grupos consolidados de pesquisa que atuam no desenvolvimento de equipamentos para hidrometria e que preferencialmente se associem a empresas de serviços e/ou de equipamentos. Dever-se-ia promover a competitividade entre os grupos através dessas encomendas.

Objetivos: Viabilizar a criação de empresas de serviços associada à produção de equipamentos voltada para o mercado nacional; manter grupos de pesquisas ativos no desenvolvimento de equipamentos ligado a recursos hídricos, permitindo a sua diversificação na medida que outras demandas sejam agregados a estes objetivos.

Tópico: *Previsão e predição da variabilidade climática natural e antrópica sobre os sistemas hídricos e seus efeitos no desenvolvimento econômico e social, incluindo potenciais medidas de mitigação.*

Descrição: A previsão é entendida como a estimativa de curto (horas até poucos dias) e de longo prazo (até nove meses) de

variáveis como precipitação e vazão, enquanto que a predição é entendida como sendo a estimativa estatística destas variáveis, sem um referencial temporal. Os projetos de recursos hídricos têm sido estabelecidos com base em séries estacionárias com implicações em toda a infra-estrutura de recursos hídricos: água e saneamento, energia, transporte, irrigação. Observa-se a tendência de variabilidade climática e de alteração do uso do solo que tem transformado estas séries em não estacionárias. Em diferentes setores da sociedade como produção de energia, agricultura, abastecimento de água e transporte, a disponibilidade hídrica é o insumo básico. Na energia, 93% da produção são provenientes de hidrelétricas, o que mostra uma forte dependência hídrica da produção energética e, portanto, de sua variabilidade. Na agricultura a maior produção natural é de sequeiro e depende da umidade do solo (que é função da precipitação) em diferentes períodos de plantio. A disponibilidade hídrica para abastecimento da população mostra que em áreas de grande densidade de ocupação o risco de racionamento de água é grande, da mesma forma que no semi-árido. Toda esta infra-estrutura já apresenta limitações, que associadas às alterações das bacias hidrográficas e à variabilidade climática podem produzir estrangulamentos sérios ao desenvolvimento do país. O aprimoramento das técnicas de previsão e predição permite minimizar os riscos destes processos, observando-se duas prioridades bem definidas dentro da realidade brasileira: previsão e predição voltada para produção energética e para a gestão da produção agrícola.

Mecanismos: O desenvolvimento desta área requer grupos de pesquisa interdisciplinares, sendo poucas as equipes no Brasil que atuam nestes tópicos. Seria recomendável, portanto, que fossem realizadas encomendas a grupos integrados em instituições cujo

foco esteja voltado à previsão climática, previsão hidrológica e da operação de sistemas energéticos de longo prazo e de curto prazo; e, previsão climática e hidrológica da umidade do solo e o manejo agrícola integrado para as principais áreas de produção.

Objetivos: Integração de grupos interdisciplinares; desenvolvimento de tecnologia (softwares e conhecimento) de apoio ao planejamento energético e agrícola para as entidades públicas e privadas; internalização dos produtos nos meios produtivos do país.

Grupo III - Racionalização da água no meio rural

Tópico: *Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica do uso da água.*

Descrição: A área irrigada brasileira tem se expandido, principalmente no centro-oeste, semi-árido brasileiro e no sul com a irrigação de arroz. Existem ainda muitas deficiências tecnológicas que resultam em perda de água que pode comprometer e ampliar conflitos em muitas regiões brasileiras existindo assim a necessidade de buscar eficiência do uso da água com técnicas adequadas a cada realidade.

Existe no mercado um conjunto de tecnologias de irrigação e métodos internacionalmente conhecidos. O foco aqui sugerido seria buscar de um lado, melhor desenvolver as adaptações às diferentes realidades brasileiras e, de outro lado, ser inovador na busca de soluções próprias que permitam aumentar a produtividade e a redução da água utilizada.

Mecanismo: O mecanismo recomendado para o investimento

neste tipo de projeto é o de identificar as principais áreas de irrigação no país e convocar os grupos de pesquisa a desenvolver produtos voltados para eficiência nas mesmas.

Objetivos: Obtenção de redução do consumo de água na agricultura e o aumento da produtividade com mitigação ambiental.

Tópico: Técnicas alternativas de manejo e conservação do solo que promovam o aumento da infiltração da água

Descrição: O desenvolvimento agrícola produz alteração no ciclo hidrológico natural da bacia hidrográfica pelo aumento do escoamento superficial, erosão de solo fértil, transporte de compostos químicos utilizados nos plantios, entre outros. O impacto faz com o lençol freático das bacias se reduza diminuindo a regularização natural e a redução da disponibilidade hídrica nos períodos secos e aumentando durante as inundações. Para a própria cultura, isto traz efeitos danosos, pois requer maior quantidade de pesticidas, redução da umidade do solo e sustentabilidade da planta. Nos últimos anos várias práticas de sucesso têm sido incluídas, destacando-se o plantio direto. Dever-se-ia buscar desenvolver conhecimento sobre práticas agrícolas que priorizassem o retorno das condições naturais do ciclo hidrológico.

Mecanismos: Seria recomendável a estruturação de redes, preferencialmente, através da integração entre grupos interdisciplinares.

Objetivos: Os resultados esperados devem ser no sentido de desenvolver práticas agrícolas sustentáveis em diferentes biomas e condicionantes brasileiros que permitam a transferência destas práticas através de programas de extensão rural. Um dos objetivos deveria ser o desenvolvimento de manuais de práticas agrícolas e cursos práticos.

9. Recomendações Finais

Como foi destacado na introdução deste documento, o país encontra-se em um processo de intensa evolução institucional, na busca da gestão integrada dos recursos hídricos, com ênfase para a implementação de um novo marco legal para esta área. Neste sentido, torna-se fundamental serem atacados os problemas críticos existentes dentro desta nova realidade, com base nos condicionantes institucionais criados.

Nesse contexto destacam-se como principais questões:

- a racionalização do uso da água para o aumento da disponibilidade hídrica em áreas urbanas e rurais sujeitas a condicionamentos críticos. Esta racionalização envolve o desenvolvimento tecnológico que apóie a concretização de metas associadas aos objetivos do Projeto *Millenium* das Nações Unidas sobre a água, que são relacionadas principalmente com o saneamento ambiental;
- a redução da vulnerabilidade do país ao efeito da pressão pelo uso do solo agrícola em diferentes biomas nacionais e da variabilidade climática em setores estratégicos como o de energia e agricultura que dependem fortemente do clima;
- a melhoria das informações hidrológicas voltadas para o desenvolvimento, criando empresas de serviços e tecnologia neste setor;
- o desenvolvimento da gestão institucional voltada para o controle e mitigação da cadeia de impactos urbanos e rurais, essenciais para atingir o desenvolvimento sustentável. O conjunto de tópicos identificados neste exercício de prospecção traduz a perspectiva estratégica na qual se assenta a base do CT-Hidro, que é a pesquisa voltada para o problema.

Apesar destes resultados formarem um consenso dentro de um grupo altamente qualificado, o processo não se encerra, e, **recomendamos que o mesmo tenha continuidade de modo a:**

- (a) divulgar e difundir estes resultados de forma a se obter uma avaliação mais ampla deste exercício prospectivo junto à comunidade científica;
- (b) elaborar e contratar nova proposta de exercício prospectivo na área de recursos hídricos, com vistas ao aprofundamento de questões levantadas e discutidas neste relatório bem, como permitir a incorporação de novos temas de interesse para o sistema de fomento em CT&I;
- (c) identificar a capacidade instalada no país e as deficiências de capacitação, em processos prospectivos de mapeamento de competências, que não foram realizadas neste exercício prospectivo. Este é um importante processo para que os mecanismos de investimentos sejam os mais eficientes no sentido de incentivar a competitividade, a permanência de grupos de excelência e o resultado acadêmico-tecnológico;
- (d) aprofundar a discussão e estudo dos tópicos selecionados de modo a promover a discussão quanto a mecanismos de investimentos, metas, procedimentos de transferência de tecnologia e/ou formação de incubação tecnológica.

Anexo A - Tópicos tecnológicos x critérios

Grupo I – Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
1. Pesquisa e desenvolvimento de produtos químicos para o saneamento	1,92	2,42	2,50	2,28
2. Aprimoramento de metodologias de avaliação de qualidade/ quantidade de água em meios urbanos e riscos associados à saúde humana e à qualidade ambiental para fins de planejamento	3,00	2,50	2,17	2,56
3. Pesquisa e avaliação de eutrofização e contaminação química e biológica e seu impacto na saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento	2,92	2,50	2,27	2,56
4. Pesquisa e desenvolvimento em técnicas de tratamento de chorume	2,18	2,45	2,00	2,21
5. Desenvolvimento de arranjos institucionais e de instrumentos de planejamento urbano e sua integração com o planejamento do saneamento ambiental com controle social	2,83	2,55	2,09	2,49
6. Desenvolvimento de materiais para sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de drenagem urbana	2,25	2,50	2,91	2,55
7. Desenvolvimento de instrumentos técnicos e institucionais para redução de poluição urbana difusa, incluindo resíduos sólidos urbanos	2,75	2,17	1,60	2,17
8. P&D de tecnologias inovadoras para o monitoramento hidrológico e da qualidade de água no meio urbano	2,64	2,33	2,00	2,32
9. Desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão em saneamento ambiental, incluindo águas subterrâneas	2,50	2,50	2,10	2,37

continua

continuação

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
10. P&D em técnicas inovadoras de tratamento de esgotos sanitários em centros urbanos	2,58	2,42	2,27	2,42
11. P&D e avaliação de efetividade do desempenho de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo a disposição dos resíduos dos processos de tratamento	2,58	2,45	2,30	2,45
12. Desenvolvimento de instrumentos técnicos, legais e institucionais para a gestão de áreas de mananciais	2,83	2,42	2,10	2,45
13. P&D de redes, métodos, padrões e índices para sistemas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficial, incluindo bioindicadores, bioacumuladores e potenciais riscos à saúde humana adaptados às especificidades regionais	2,67	2,33	2,42	2,47
14. Avaliação da capacidade instalada de laboratórios de qualidade da água e desenvolvimento de procedimentos de integração (inter calibração e padronização)	2,42	2,50	2,09	2,34
15. P&D de sistemas de informação de bacias hidrográficas, incluindo qualidade da água (integrados à sistemas mais abrangentes)	2,67	2,67	2,36	2,57
16. Avaliação de mudanças hídricas em aquíferos causadas pela urbanização	2,33	2,00	1,73	2,02
17. Avaliação da super-exploração de aquíferos (vazão total x recarga, recarga induzida e interferência entre captações) e fluxo de base em rios	2,50	2,25	1,91	2,22
18. Pesquisa e avaliação em recargas induzida e artificial de aquíferos	2,08	2,17	1,70	1,98
19. P&D em gestão de aquíferos, com prioridade para os de grande exploração	2,45	2,20	2,11	2,26

continua

continuação

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
20. P&D em hidrogeologia de aquíferos fraturados com vistas à otimização para localização de poços/captação e para a determinação de recarga	2,50	2,45	2,18	2,38
21. Pesquisa e avaliação de comportamento de aquíferos costeiros, do Semi-árido e do Cerrado	2,42	2,36	2,00	2,26
22. Desenvolvimento de métodos de mapeamento hidrogeológico em situação de baixa densidade de dados a partir de informes pontuais para abrangência regional	2,08	2,27	1,60	1,99
23. Pesquisa e avaliação de características geoquímicas das águas subterrâneas (As, Cr, F, Fe, Mn, Ba)	2,08	2,08	1,58	1,92
24. Pesquisa e avaliação sobre comportamento de contaminantes em meios saturado e não-saturado, com desenvolvimento de metodologias para avaliação de descontaminação	2,42	2,00	1,82	2,08
25. P&D nas áreas de remediação de aquíferos e atenuação natural dos contaminantes	2,33	1,92	2,00	2,08
26. P&D em técnicas de aproveitamento de água subterrânea em áreas de risco sanitário	2,75	2,50	2,22	2,49
27. P&D em técnicas de infiltração e armazenamento para compensação dos efeitos da urbanização no escoamento superficial	2,58	2,67	2,36	2,54
28. Metodologias de avaliação de impactos de espécies invasoras e de desenvolvimento de técnicas de controle	2,58	2,33	2,10	2,34
29. Aperfeiçoamento de técnicas de saneamento ambiental em áreas especiais (rurais, indígenas e de urbanização precária)	2,67	2,36	1,73	2,25
30. P&D em reuso da água	2,67	2,58	2,58	2,61
31. P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água	2,75	2,75	2,67	2,72

continua

continuação

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
32. P&D em equipamentos para uso eficiente da água em habitações, indústrias e edificações diversas	2,58	2,58	2,42	2,53
33. P&D em aproveitamento da água de chuva	2,42	2,67	1,83	2,31
34. P&D em instrumentos técnicos e indicadores para a gestão das águas	2,33	2,33	2,00	2,22
35. P&D em técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais	2,25	2,33	1,75	2,11

Respondentes do questionário: 12 – Tópicos por tema: Saneamento: 12 tópicos; Qualidade da água superficial: 3 tópicos; Qualidade da água subterrânea: 20 tópicos – Total de tópicos no grupo: 35 (Escala utilizada: Baixo=1; Médio=2; Alto=3)

Grupo II: Clima e Recursos Hídricos e Produtos e Equipamentos

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
32. P&D em equipamentos para uso eficiente da água em habitações, indústrias e edificações diversas	2,58	2,58	2,42	2,53
33. P&D em aproveitamento da água de chuva	2,42	2,67	1,83	2,31
34. P&D em instrumentos técnicos e indicadores para a gestão das águas	2,33	2,33	2,00	2,22
35. P&D em técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais	2,25	2,33	1,75	2,11

Respondentes do questionário: 12 – Tópicos por tema: Saneamento: 12 tópicos; Qualidade da água superficial: 3 tópicos; Qualidade da água subterrânea: 20 tópicos – Total de tópicos no grupo: 35 (Escala utilizada: Baixo=1; Médio=2; Alto=3)

Grupo II: Clima e Recursos Hídricos e Produtos e Equipamentos

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
1. Ampliação das observações da camada superior do Atlântico Sul que permitam melhorar a estimativa de modelos climáticos	2,36	2,00	1,70	2,02
2. Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais	2,73	2,73	2,40	2,62
3. Integração de dados hidroclimáticos e ambientais de diferentes sistemas de aquisição em sistemas de informação georeferenciados de acesso público	2,82	2,55	2,10	2,49
4. Previsão e predição da variabilidade climática natural e antrópica sobre os sistemas hídricos e seus efeitos no desenvolvimento econômico e social, incluindo potenciais medidas de mitigação	2,91	2,27	2,00	2,39
5. Avaliação dos efeitos da alteração hidrometeorológica em ambientes urbanos	2,82	2,55	2,00	2,45
6. Desenvolvimento e aprimoramento de métodos para estimar a evapotranspiração nas condições de clima tropical	2,09	2,36	1,70	2,05
7. Desenvolvimento e aprimoramento do conhecimento da inter-relação entre as variáveis ambientais e as hidrológicas, para o prognóstico de impactos antrópicos e climáticos	2,73	2,27	2,00	2,33
8. Desenvolvimento do conhecimento dos processos hidroclimáticos em diferentes escalas temporais e espaciais	2,55	2,55	1,50	2,20
9. Desenvolvimento de métodos para tratamento das séries não estacionárias visando o planejamento do desenvolvimento sócio-econômico	2,36	2,36	1,70	2,14

continua

continuação

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnica científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
10. Desenvolvimento de sensores, instrumentos e sistemas para monitoramento hidrometeorológico, sedimentológico e qualidade de água para atender mercados que viabilizem a industrialização local	2,18	2,45	2,60	2,41
11. Desenvolvimento de normas para projeto de itens de infra-estrutura (ex. bóias e torres submersas) e normas para procedimentos e padrões ligados à medição (ex. transmissão de dados e procedimentos de calibração)	2,00	2,55	2,30	2,28
12. Desenvolvimento de novos sistemas e métodos de medição tais como vazão por radar e evapotranspiração	2,00	2,09	2,10	2,06
13. Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso	2,80	2,80	2,11	2,57
14. Desenvolvimento de sistemas para transmissão de dados adequados à realidade nacional	2,73	2,45	2,55	2,58
15. Desenvolvimento de sistemas de informação para melhoria da consistência e da assimilação de grandes massas de dados climáticos e hidrológicos, através do desenvolvimento de novos modelos	2,20	2,45	1,60	2,08

Respondentes do questionário: 11 participantes – Tópicos por tema: Clima e Recursos Hídricos: 9 tópicos; Produtos e Equipamentos: 6 tópicos – Total de tópicos no grupo: 15 (Escala: Baixo=1; Médio=2; Alto=3)

Grupo III: Racionalização do uso da água no meio rural

Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
1. Desenvolvimento e adaptação de cultivares eficientes no uso da água, com ênfase para ambientes com deficiência hídrica	1,83	2,33	2,67	2,28
2. Desenvolvimento de sistemas de plantio direto para recuperação de pastagens degradadas com vistas à conservação dos recursos hídricos	2,50	2,33	2,50	2,44
3. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica para o uso da água	2,50	2,50	2,67	2,56
4. Zoneamento agroecológico em escala regional	2,33	2,83	1,83	2,33
5. Desenvolvimento de metodologias e instrumentos para o monitoramento e avaliação de sistemas agrícolas irrigados	2,00	2,33	1,33	1,89
6. Estabelecimento das relações água e sistemas agro-silvo-pastoris, como elemento para a gestão da água	2,33	2,50	1,50	2,11
7. Previsão climática e da disponibilidade hídrica como subsídio para a avaliação de risco e seguro agrícola	2,50	2,17	2,33	2,33
8. Técnicas alternativas de manejo e conservação do solo que promovam o aumento da infiltração da água	2,50	2,67	1,83	2,33
9. Metodologias para monitoramento e avaliação dos impactos de sistemas e práticas agrícolas na quantidade e qualidade de água, em nível de bacias hidrográficas	2,33	2,17	1,50	2,00
10. Técnicas de captação e armazenamento de água "in situ", em pequenas propriedades do semi-árido	2,83	2,33	1,83	2,33

continua

continuação

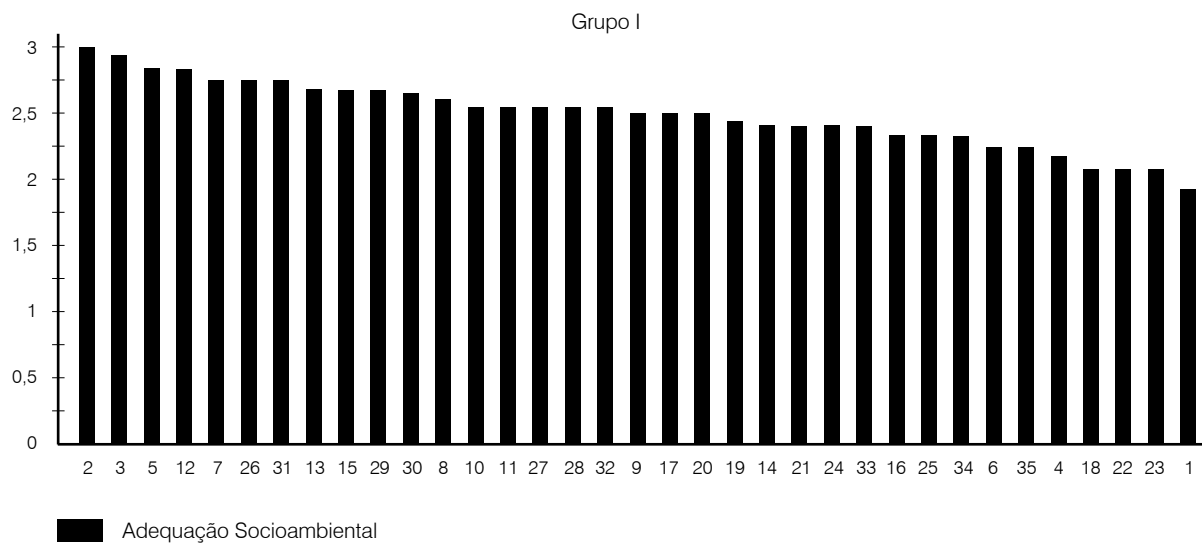
Tópicos	Critérios			
	Adequação sócio-ambiental	Factibilidade técnico científica	Atratividade de mercado	Agregado de tópicos
11. Desenvolvimento de técnicas alternativas de armazenamento, conservação e manejo da água para a regularização da disponibilidade hídrica	2,50	2,67	2,00	2,39
12. Tratamento e reuso de efluentes da produção agropecuária e avaliação do seu impacto na bacia hidrográfica	2,50	1,83	2,17	2,17
13. Tratamento e reuso de águas residuárias urbanas e industriais na agropecuária	2,50	1,83	2,00	2,11
14. Processos de dessalinização de águas no semi-árido nordestino, e disposição e aproveitamento de resíduos	2,17	2,00	2,00	2,06
15. Sistemas de suporte à decisão para o aumento das eficiências técnica e econômica do uso da água no meio rural	2,00	2,50	2,33	2,28
16. Instrumentos econômicos, legais e gerenciais promotores do uso eficiente da água no meio rural	2,33	2,17	2,00	2,17
17. Estabelecimento de necessidades hídricas de culturas irrigadas	2,33	2,50	2,17	2,33
18. Sistemas de caracterização, monitoramento e gestão de riscos (hidrológicos, econômicos, ambientais e gerenciais)	2,33	1,83	2,17	2,11
19. Alternativas de manejo da água em lavouras de arroz irrigado por inundações	2,33	2,17	2,33	2,28

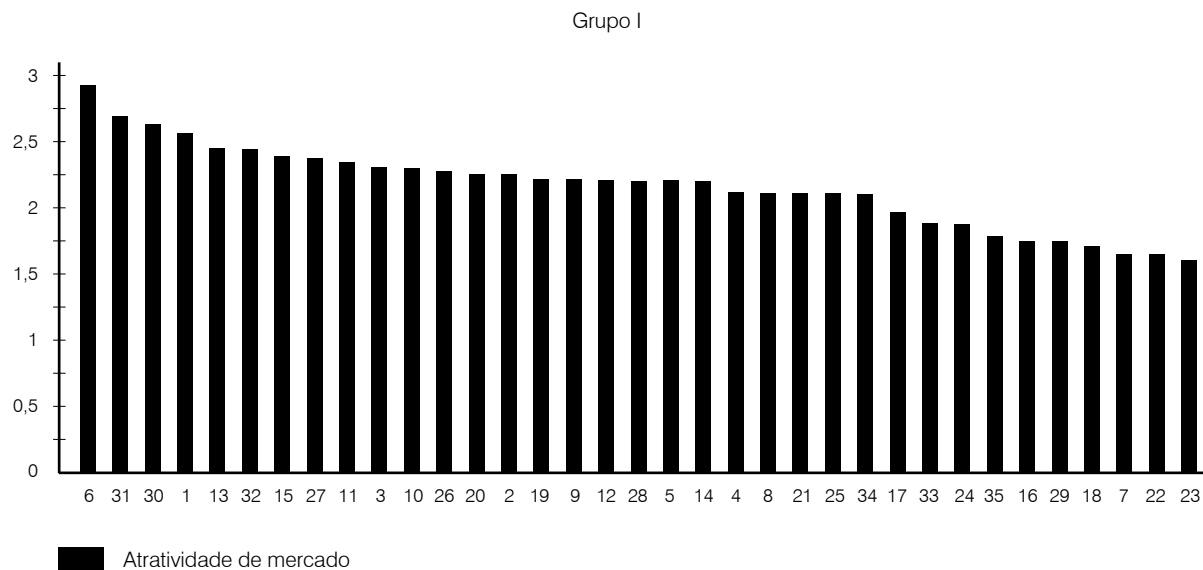
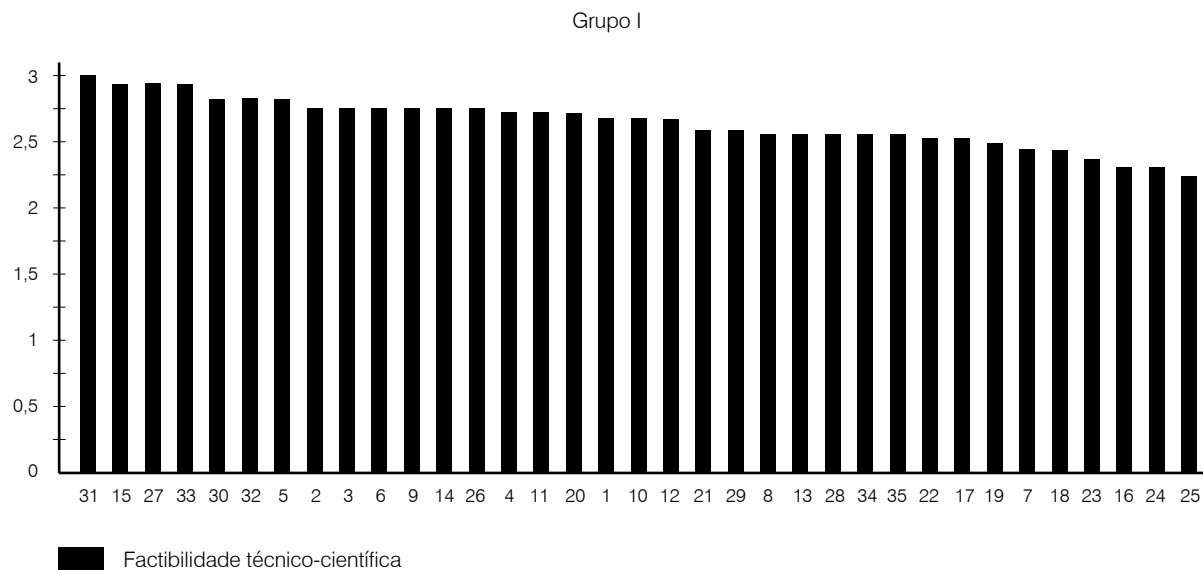
Respondentes do questionário: 6 participantes – Tópicos por classificação? : Demanda por água na atividade de irrigação: 6 tópicos; Oferta de água na irrigação: 5 tópicos; Qualidade da água na irrigação: 3 tópicos; Gestão: 5 tópicos – Total de tópicos no grupo: 19 (Escala: Baixo=1; Médio=2; Alto=3)

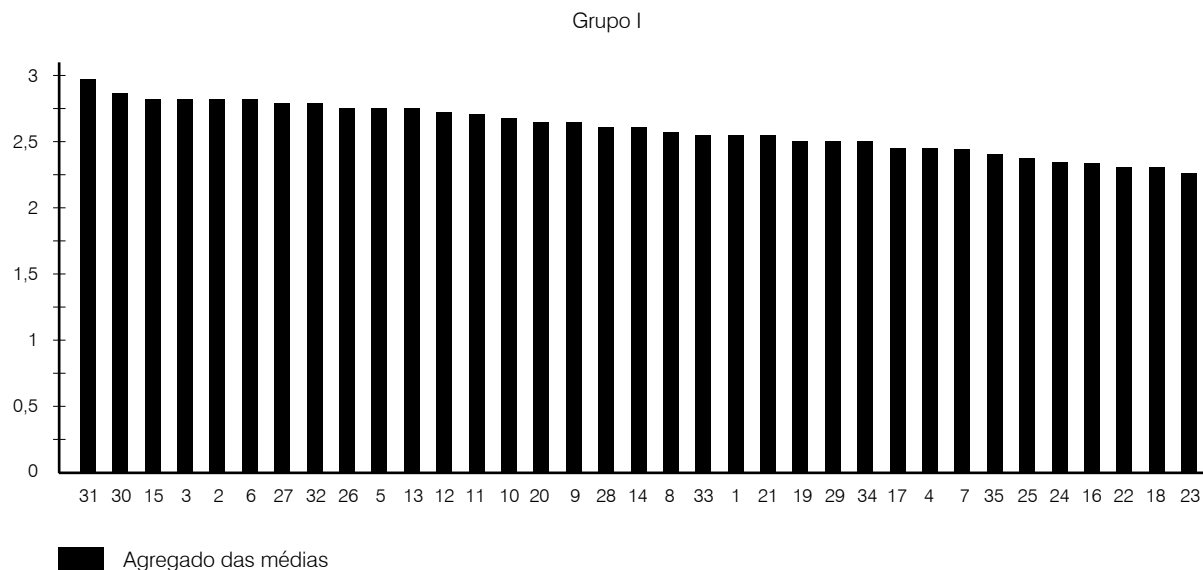
Gráficos

Os gráficos abaixo apresentam o ordenamento dos tópicos em cada critério considerado e o agregado das médias, por grupo. A correspondência entre o número indicado na linha e o título do tópico é apresentada ao final de cada grupo de tabelas.

Grupo I: Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento







Grupo I: Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento

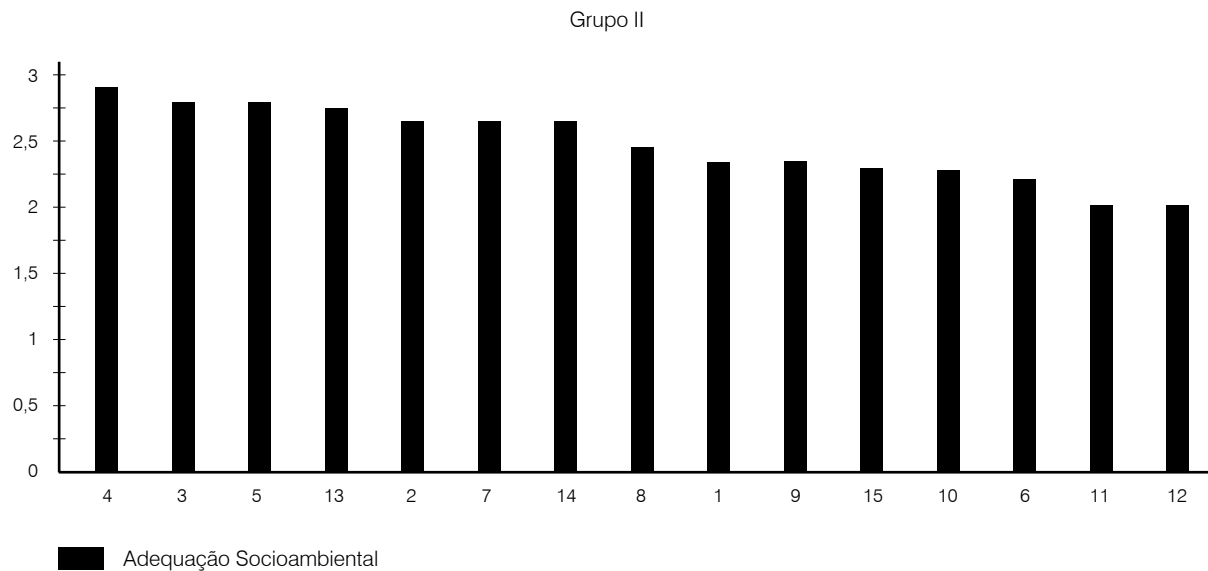
1. Pesquisa e desenvolvimento de produtos químicos para o saneamento
2. Aprimoramento de metodologias de avaliação de qualidade/ quantidade de água em meios urbanos e riscos associados à saúde humana e à qualidade ambiental para fins de planejamento
3. Pesquisa e avaliação de eutrofização e contaminação química e biológica e seu impacto na saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento
4. Pesquisa e desenvolvimento em técnicas de tratamento de chorume
5. Desenvolvimento de arranjos institucionais e de instrumentos de planejamento urbano e sua integração com o planejamento do saneamento ambiental com controle social

6. Desenvolvimento de materiais para sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de drenagem urbana
7. Desenvolvimento de instrumentos técnicos e institucionais para redução de poluição urbana difusa, incluindo resíduos sólidos urbanos
8. P&D de tecnologias inovadoras para o monitoramento hidrológico e da qualidade de água no meio urbano
9. Desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão em saneamento ambiental, incluindo águas subterrâneas
10. P&D em técnicas inovadoras de tratamento de esgotos sanitários em centros urbanos
11. P&D e avaliação de efetividade do desempenho de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo a disposição dos resíduos dos processos de tratamento
12. Desenvolvimento de instrumentos técnicos, legais e institucionais para a gestão de áreas de mananciais
13. P&D de redes, métodos, padrões e índices para sistemas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficial, incluindo bioindicadores, bioacumuladores e potenciais riscos à saúde humana adaptados às especificidades regionais
14. Avaliação da capacidade instalada de laboratórios de qualidade da água e desenvolvimento de procedimentos de integração (intercalibração e padronização)
15. P&D de sistemas de informação de bacias hidrográficas, incluindo qualidade da água (integrados à sistemas mais abrangentes)
16. Avaliação de mudanças hídricas em aquíferos causadas pela urbanização

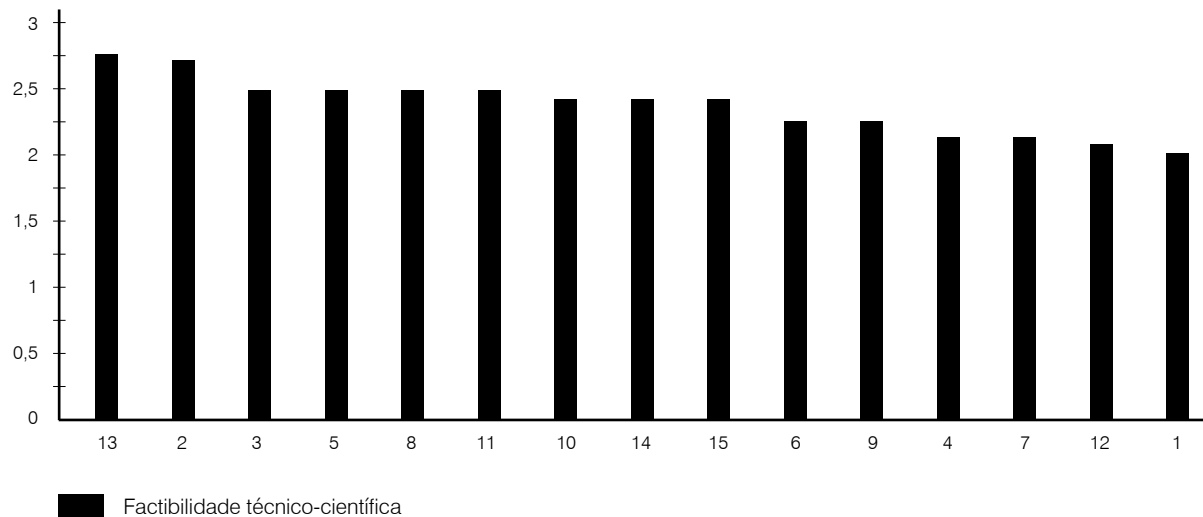
17. Avaliação da super-exploração de aquíferos (vazão total x recarga, recarga induzida e interferência entre captações) e fluxo de base em rios
18. Pesquisa e avaliação em recargas induzida e artificial de aquíferos
19. P&D em gestão de aquíferos, com prioridade para os de grande exploração
20. P&D em hidrogeologia de aquíferos fraturados com vistas à otimização para localização de poços/captação e para a determinação de recarga
21. Pesquisa e avaliação de comportamento de aquíferos costeiros, do Semi-árido e do Cerrado
22. Desenvolvimento de métodos de mapeamento hidrogeológico em situação de baixa densidade de dados a partir de informes pontuais para abrangência regional
23. Pesquisa e avaliação de características geoquímicas das águas subterrâneas (As, Cr, F, Fe, Mn, Ba)
24. Pesquisa e avaliação sobre comportamento de contaminantes em meios saturado e não-saturado, com desenvolvimento de metodologias para avaliação de descontaminação
25. P&D nas áreas de remediação de aquíferos e atenuação natural dos contaminantes
26. P&D em técnicas de aproveitamento de água subterrânea em áreas de risco sanitário
27. P&D em técnicas de infiltração e armazenamento para compensação dos efeitos da urbanização no escoamento superficial
28. Metodologias de avaliação de impactos de espécies invasoras e de desenvolvimento de técnicas de controle

- 29. Aperfeiçoamento de técnicas de saneamento ambiental em áreas especiais (rurais, indígenas e de urbanização precária)
- 30. P&D em reuso da água
- 31. P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água
- 32. P&D em equipamentos para uso eficiente da água em habitações, indústrias e edificações diversas
- 33. P&D em aproveitamento da água de chuva
- 34. P&D em instrumentos técnicos e indicadores para a gestão das águas
- 35. P&D em técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais.

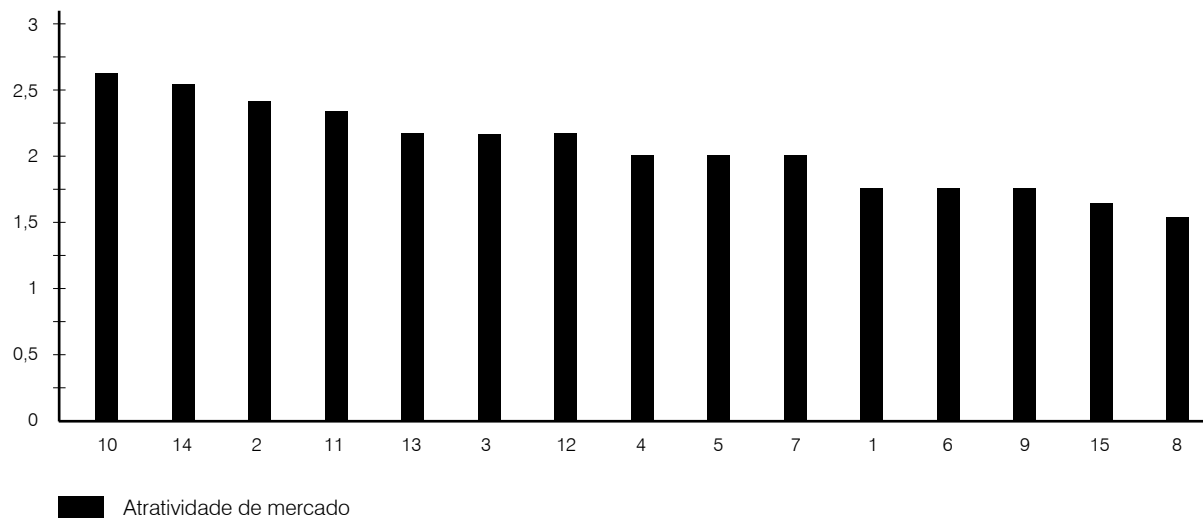
Grupo II: Clima e Recursos Hídricos e Produtos e Equipamento

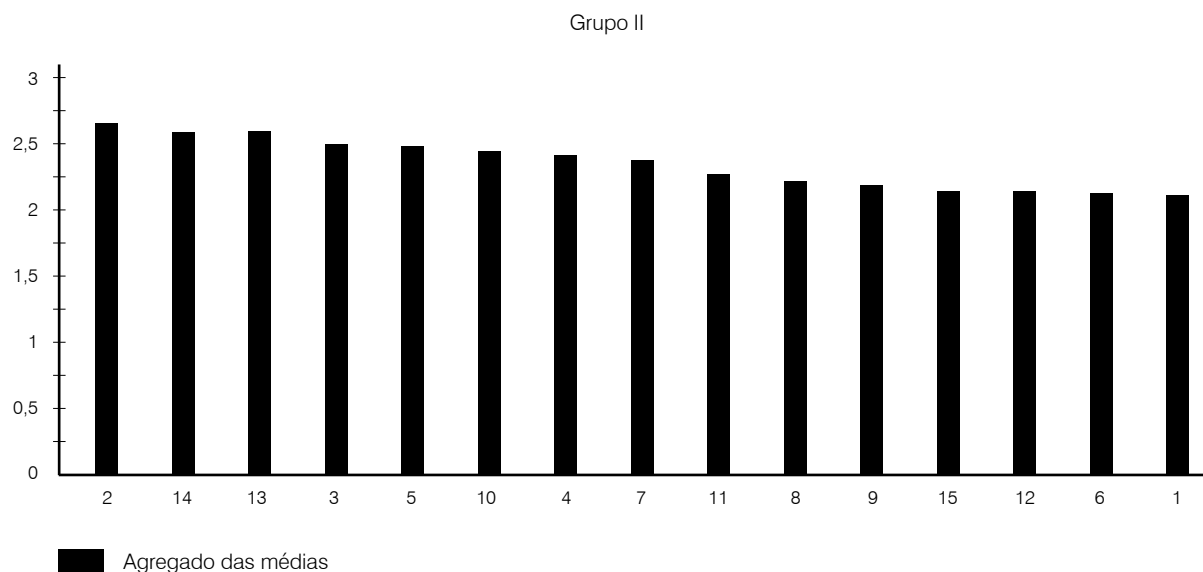


Grupo II



Grupo II



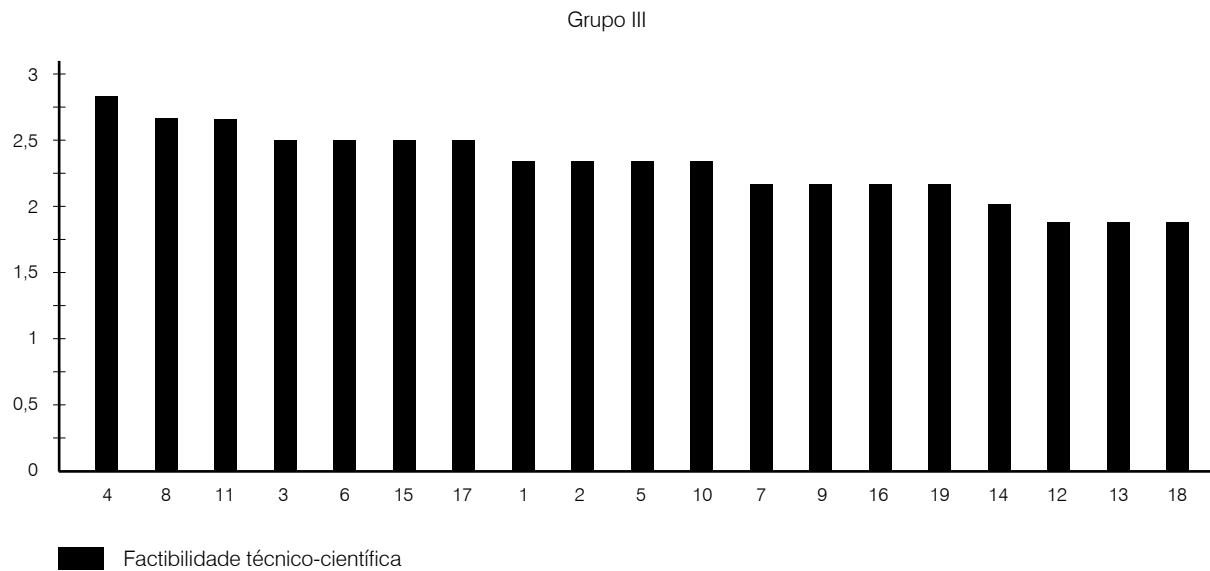
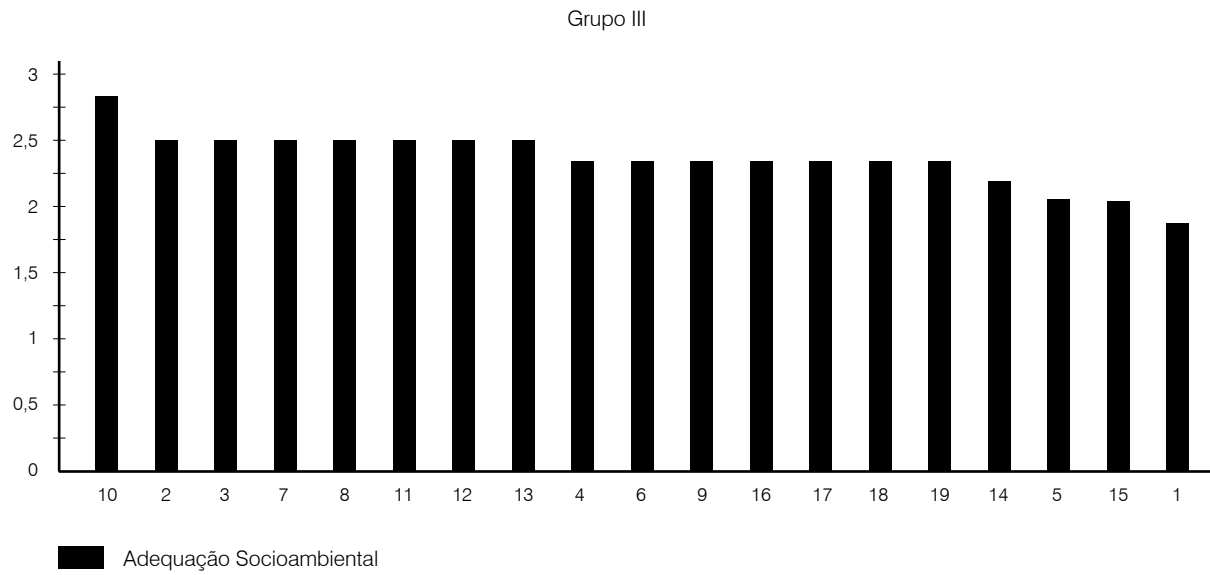


Grupo II: Clima e Recursos Hídricos e Produtos e Equipamentos

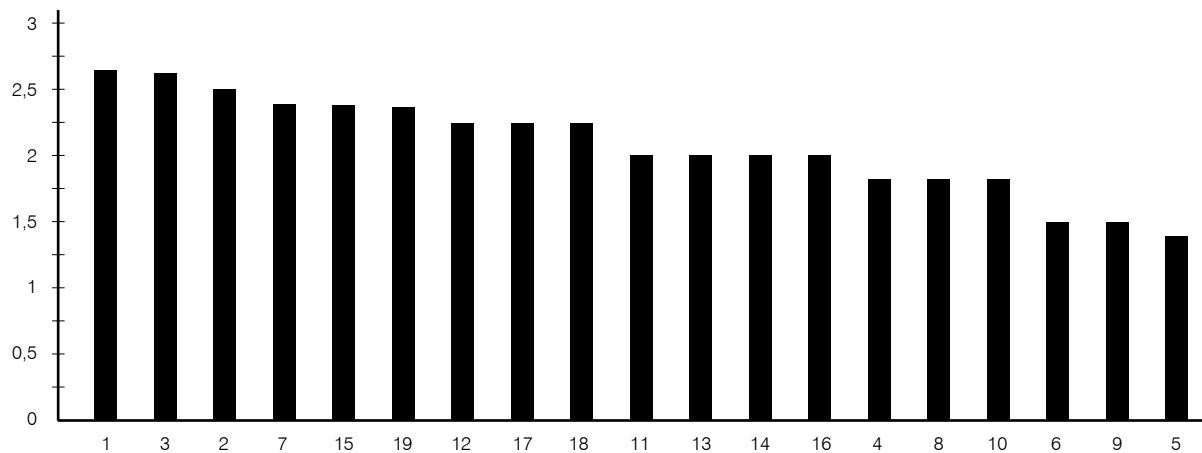
1. Ampliação das observações da camada superior do Atlântico Sul que permitam melhorar a estimativa de modelos climáticos
2. Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais
3. Integração de dados hidroclimáticos e ambientais de diferentes sistemas de aquisição em sistemas de informação georeferenciados de acesso público
4. Previsão e predição da variabilidade climática natural e antrópica sobre os sistemas hídricos e seus efeitos no desenvolvimento econômico e social, incluindo potenciais medidas de mitigação
5. Avaliação dos efeitos da alteração hidrometeorológica em ambientes urbanos
6. Desenvolvimento e aprimoramento de métodos para estimar a evapotranspiração nas condições de clima tropical

7. Desenvolvimento e aprimoramento do conhecimento da inter-relação entre as variáveis ambientais e as hidrológicas, para o prognóstico de impactos antrópicos e climáticos
8. Desenvolvimento do conhecimento dos processos hidroclimáticos em diferentes escalas temporais e espaciais
9. Desenvolvimento de métodos para tratamento das séries não estacionárias visando o planejamento do desenvolvimento sócio-econômico
10. Desenvolvimento de sensores, instrumentos e sistemas para monitoramento hidrometeorológico, sedimentológico e qualidade de água para atender mercados que viabilizem a industrialização local
11. Desenvolvimento de normas para projeto de itens de infra-estrutura (ex. bóias e torres submersas) e normas para procedimentos e padrões ligados à medição (ex. transmissão de dados e procedimentos de calibração)
12. Desenvolvimento de novos sistemas e métodos de medição tais como vazão por radar e evapotranspiração
13. Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso
14. Desenvolvimento de sistemas para transmissão de dados adequados à realidade nacional
15. Desenvolvimento de sistemas de informação para melhoria da consistência e da assimilação de grandes massas de dados climáticos e hidrológicos através do desenvolvimento de novos modelos

Grupo III: Racionalização da água no meio rural

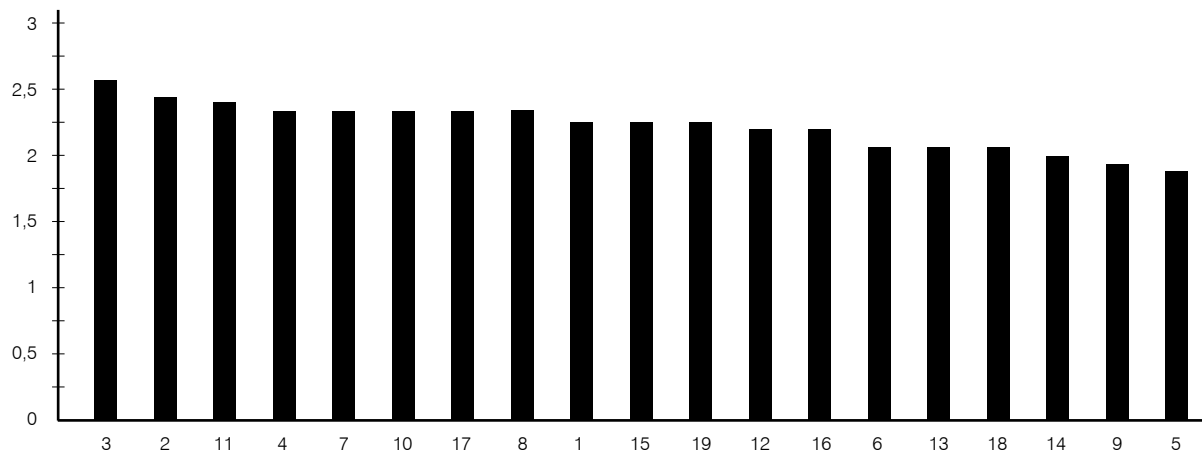


Grupo III



■ Atratividade de mercado

Grupo III



■ Agregado das médias

Grupo III: Racionalização da água no meio rural

1. Desenvolvimento e adaptação de cultivares eficientes no uso da água, com ênfase para ambientes com deficiência hídrica
2. Desenvolvimento de sistemas de plantio direto para recuperação de pastagens degradadas com vistas à conservação dos recursos hídricos
3. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica para o uso da água
4. Zoneamento agroecológico em escala regional
5. Desenvolvimento de metodologias e instrumentos para o monitoramento e avaliação de sistemas agrícolas irrigados
6. Estabelecimento das relações água e sistemas agro-silvo-pastoris, como elemento para a gestão da água
7. Previsão climática e da disponibilidade hídrica como subsídio para a avaliação de risco e seguro agrícola
8. Técnicas alternativas de manejo e conservação do solo que promovam o aumento da infiltração da água
9. Metodologias para monitoramento e avaliação dos impactos de sistemas e práticas agrícolas na quantidade e qualidade de água, em nível de bacias hidrográficas
10. Técnicas de captação e armazenamento de água "in situ", em pequenas propriedades do semi-árido
11. Desenvolvimento de técnicas alternativas de armazenamento, conservação e manejo da água para a regularização da disponibilidade hídrica
12. Tratamento e reuso de efluentes da produção agropecuária e avaliação do seu impacto na bacia hidrográfica

13. Tratamento e reuso de águas residuárias urbanas e industriais na agropecuária
14. Processos de dessalinização de águas no semi-árido nordestino e disposição e aproveitamento de resíduos
15. Sistemas de suporte à decisão para o aumento das eficiências técnica e econômica do uso da água no meio rural
16. Instrumentos econômicos, legais e gerenciais promotores do uso eficiente da água no meio rural
17. Estabelecimento de necessidades hídricas de culturas irrigadas
18. Sistemas de caracterização, monitoramento e gestão de riscos (hidrológicos, econômicos, ambientais e gerenciais)
19. Alternativas de manejo da água em lavouras de arroz irrigado

Anexo B – Tabelas de Classes

Classe A: tópicos que requerem investigação científica básica

Classe B: tópicos que indicam necessidade de desenvolvimento tecnológico

Classe C: tópicos relacionados a gestão

Tópicos da Classe “A”

Nº do tópico*	Descrição
Grupo I – Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento	
02	Aprimoramento de metodologias de avaliação de qualidade/quantidade de água em meios urbanos e riscos associados à saúde humana e à qualidade ambiental para fins de planejamento
03	Pesquisa e avaliação de eutrofização e contaminação química e biológica e seu impacto na saúde pública em áreas urbanas e rurais e suas formas de tratamento
15	P&D de sistemas de informação de bacias hidrográficas, incluindo qualidade da água (integrados à sistemas mais abrangentes)
17	Avaliação da super-exploração de aquíferos (vazão total x recarga, recarga induzida e interferência entre captações) e fluxo de base em rios
23	Pesquisa e avaliação de características geoquímicas das águas subterrâneas (As, Cr, F, Fe, Mn, Ba)
Grupo II – Clima e recursos hídricos, produtos e equipamentos	
36	Ampliação das observações da camada superior do Atlântico Sul que permitam melhorar a estimativa de modelos climáticos
37	Monitoramento de bacias hidrográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais, das variáveis hidroclimáticas e ambientais representativas dos biomas nacionais
38	Integração de dados hidroclimáticos e ambientais de diferentes sistemas de aquisição em sistemas de informação georeferenciados de acesso público
40	Avaliação dos efeitos da alteração hidrometeorológica em ambientes urbanos
42	Desenvolvimento e aprimoramento do conhecimento da inter-relação entre as variáveis ambientais e as hidrológicas, para o prognóstico de impactos antrópicos e climáticos
43	Desenvolvimento do conhecimento dos processos hidroclimáticos em diferentes escalas temporais e espaciais
44	Desenvolvimento de métodos para tratamento das séries não estacionárias visando o planejamento do desenvolvimento sócio-econômico

* ver item 7.3 do presente Relatório

Tópicos da Classe “B”

Nº do tópico*	Descrição
Grupo I – Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento	
01	Pesquisa e desenvolvimento de produtos químicos para o saneamento
04	Pesquisa e desenvolvimento em técnicas de tratamento de chorume
06	Desenvolvimento de materiais para sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de drenagem urbana
08	P&D de tecnologias inovadoras para o monitoramento hidrológico e da qualidade de água no meio urbano
09	Desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão em saneamento ambiental, incluindo águas subterrâneas
10	P&D em técnicas inovadoras de tratamento de esgotos sanitários em centros urbanos
11	P&D e avaliação de efetividade do desempenho de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo a disposição dos resíduos dos processos de tratamento
13	P&D de redes, métodos, padrões e índices para sistemas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e superficial, incluindo bioindicadores, bioacumuladores e potenciais riscos à saúde humana adaptados às especificidades regionais
16	Avaliação de mudanças hídricas em aquíferos, causadas pela urbanização
18	Pesquisa e avaliação em recargas induzida e artificial de aquíferos
19	P&D em gestão de aquíferos, com prioridade para os de grande exploração
20	P&D em hidrogeologia de aquíferos fraturados com vistas à otimização para localização de poços/captação e para a determinação de recarga
21	Pesquisa e avaliação de comportamento de aquíferos costeiros, do Semi-árido e do Cerrado
22	Desenvolvimento de métodos de mapeamento hidrogeológico em situação de baixa densidade de dados a partir de informes pontuais para abrangência regional
24	Pesquisa e avaliação sobre comportamento de contaminantes em meios saturado e não-saturado, com desenvolvimento de metodologias para avaliação de descontaminação
25	P&D nas áreas de remediação de aquíferos e atenuação natural dos contaminantes
26	P&D em técnicas de aproveitamento de água subterrânea em áreas de risco sanitário
27	P&D em técnicas de infiltração e armazenamento para compensação dos efeitos da urbanização no escoamento superficial
28	Metodologias de avaliação de impactos de espécies invasoras e de desenvolvimento de técnicas de controle

continua

continuação

Nº do tópico*	Descrição
29	Aperfeiçoamento de técnicas de saneamento ambiental em áreas especiais (rurais, indígenas e de urbanização precária)
30	P&D em reuso da água
31	P&D em controle de perdas em sistemas de abastecimento de água
32	P&D em equipamentos para uso eficiente da água em habitações, indústrias e edificações diversas
33	P&D em aproveitamento da água de chuva
Grupo II – Clima e recursos hídricos, produtos e equipamentos	
39	Previsão e predição da variabilidade climática natural e antrópica sobre os sistemas hídricos e seus efeitos no desenvolvimento econômico e social, incluindo potenciais medidas de mitigação
41	Desenvolvimento e aprimoramento de métodos para estimar a evapotranspiração nas condições de clima tropical
45	Desenvolvimento de sensores, instrumentos e sistemas para monitoramento hidrometeorológico, sedimentológico e qualidade de água para atender mercados que viabilizem a industrialização local
47	Desenvolvimento de novos sistemas e métodos de medição tais como vazão por radar e evapotranspiração
48	Projetos piloto para aumento da produtividade e da qualidade das informações produzidas por redes de monitoramento e disseminação do uso
49	Desenvolvimento de sistemas para transmissão de dados adequados à realidade nacional
50	Desenvolvimento de sistemas de informação para melhoria da consistência e da assimilação de grandes massas de dados climáticos e hidrológicos através do desenvolvimento de novos modelos
Grupo III – Racionalização do uso da água no meio rural	
51	Desenvolvimento e adaptação de cultivares eficientes no uso da água, com ênfase para ambientes com deficiência hídrica
52	Desenvolvimento de sistemas de plantio direto para recuperação de pastagens degradadas com vistas à conservação dos recursos hídricos
53	Desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias de irrigação e métodos de certificação, para o aumento das eficiências técnica e econômica para o uso da água
57	Previsão climática e da disponibilidade hídrica como subsídio para a avaliação de risco e seguro agrícola
58	Técnicas alternativas de manejo e conservação do solo que promovam o aumento da infiltração da água
60	Técnicas de captação e armazenamento de água "in situ", em pequenas propriedades do semi-árido
61	Desenvolvimento de técnicas alternativas de armazenamento, conservação e manejo da água para a regularização da disponibilidade hídrica

continua

continuação

Nº do tópico*	Descrição
62	Tratamento e reuso de efluentes da produção agropecuária e avaliação do seu impacto na bacia hidrográfica
63	Tratamento e reuso de águas residuárias urbanas e industriais na agropecuária
64	Processos de dessalinização de águas no semi-árido nordestino, e disposição e aproveitamento de resíduos
68	Sistemas de caracterização, monitoramento e gestão de riscos (hidrológicos, econômicos, ambientais e gerenciais)
69	Alternativas de manejo da água em lavouras de arroz irrigado por inundações

ver item 7.3 do presente Relatório

Tópicos da Classe “C”

Nº do tópico*	Descrição
Grupo I – Qualidade da água superficial, qualidade da água subterrânea e saneamento	
05	Desenvolvimento de arranjos institucionais e de instrumentos de planejamento urbano e sua integração com o planejamento do saneamento ambiental com controle social
07	Desenvolvimento de instrumentos técnicos e institucionais para redução de poluição urbana difusa, incluindo resíduos sólidos urbanos
12	Desenvolvimento de instrumentos técnicos, legais e institucionais para a gestão de áreas de mananciais
14	Avaliação da capacidade instalada de laboratórios de qualidade da água e desenvolvimento de procedimentos de integração (inter calibração e padronização)
34	P&D em instrumentos técnicos e indicadores para a gestão das águas
35	P&D em técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais
Grupo II – Clima e recursos hídricos, produtos e equipamentos	
46	Desenvolvimento de normas para projeto de itens de infra-estrutura (ex. bóias e torres submersas) e normas para procedimentos e padrões ligados à medição (ex. transmissão de dados e procedimentos de calibração)
Grupo III – Racionalização do uso da água no meio rural	
54	Zoneamento agroecológico em escala regional

continua

continuação

Nº do tópico*	Descrição
55	Desenvolvimento de metodologias e instrumentos para o monitoramento e avaliação de sistemas agrícolas irrigados
56	Estabelecimento das relações água e sistemas agro-silvo-pastoris, como elementos para a gestão da água
59	Metodologias para monitoramento e avaliação dos impactos de sistemas e práticas agrícolas na quantidade e qualidade de água, em nível de bacias hidrográficas
65	Sistemas de suporte à decisão para o aumento das eficiências técnica e econômica do uso da água no meio rural
66	Instrumentos econômicos, legais e gerenciais promotores do uso eficiente da água no meio rural
67	Estabelecimento de necessidades hídricas de culturas irrigadas

* ver item 7.3 do presente Relatório.