

Uso da água nas terras secas da Iberoamérica: indicadores de eficiência hidro-ambiental e sócio-econômica

A.P. Carneiro¹, H.P. da Silva², E. Abraham³, J. Morató, A. Subirana⁴, M. Tomasoni⁵

(1) Laboratorio de Microbiología Sanitaria y Medioambiental de la Cátedra UNESCO en Sostenibilidad, Colom 1, 08222 Barcelona, UR Politécnica de Cataluña EUETIT, Barcelona.

(2) Laboratório de Estudos Ambientais e Gestão de Territórios – LEAGET, Departamento de Geografia, Rua Barão de Jeremoabo, Cam CEP: 40170-115, Universidade Federal da Bahia, Salvador- Bahia – Brasil.

(3) Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial, Casilla de Correo 507 (5500) Mendoza, Instituto Argentino de Investigacións Áridas – IADIZA, Mendoza, Argentina.

(4) Laboratorio de Microbiología Sanitaria y Medioambiental de la Cátedra UNESCO en Sostenibilidad, Colom 1, 08222 Barcelona, UR Politécnica de Cataluña EUETIT, Barcelona.

(5) Laboratório de Estudos Ambientais e Gestão de Territórios – LEAGET, Departamento de Geografia, Rua Barão de Jeremoabo, Cam CEP: 40170-115, Universidade Federal da Bahia, Salvador- Bahia – Brasil.

Uso del agua en tierras secas de Iberoamérica: indicadores de eficiencia hidro-ambiental y socio-económica. Las tierras secas comprenden una superficie sustancial de Iberoamérica (25% de América Latina y el Caribe, o más de la mitad del estado español). En este contexto, Brasil posee una porción significativa de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Sin embargo, en su territorio se encuentran áreas semi-áridas, con extrema escasez hídrica, que comprenden 1300 municipios (cerca del 25% del total de municipios del país), distribuidos en 9 estados, en los que viven más de 22,5 millones de habitantes. Estos se encuentran afectados directa o indirectamente por una situación de severa escasez de recursos hídricos agravada por cambios climáticos, consecuencia del calentamiento global. Resulta importante conocer el acervo de tecnologías tradicionales y no tradicionales para captar, almacenar, y utilizar el agua adaptadas a las diferentes situaciones socio-económicas e hidro-ambientales, así como indicadores del uso eficiente del agua, validados e homologados como herramienta estratégica de gestión en políticas y programas de seguridad hídrica. Este trabajo tiene como objetivo conocer el estado de nuestro conocimiento sobre dichos indicadores y discutir el caso del semi-árido brasileño en el contexto de las tierras secas de Iberoamérica, y del Plan Nacional de Recursos Hídricos del Estado de Bahía.

Palabras clave: Uso eficiente del agua, seguridad hídrica, tecnologías hídricas, desarrollo sostenible, tierras semi-áridas de Brasil.

Uso da água nas terras secas da Iberoamérica: indicadores de eficiência hidro-ambiental e sócio-econômica. As terras secas abrangem expressiva superfície da Iberoamérica (25% da América Latina e Caribe, mais da metade do território Espanhol). Neste contexto, o Brasil é um país que possui significativo volume do total mundial de recursos hídricos superficiais e subterráneos. Porém, em seu território existem áreas semi-áridas com extrema escassez hídrica abrangendo mais de 1300 municípios (cerca de 25% do total de municípios do país), distribuídos em 9 estados, onde vivem mais de 22,5 milhões de habitantes, afetados direta ou indiretamente por situação de extrema escassez de recursos hídricos agravada pelas mudanças climáticas, em consequência do aquecimento global. É importante conhecer o acervo de tecnologias tradicionais e não tradicionais para captação, estocagem e uso da água, apropriadas para distintas situações socio-econômica e hidro-ambiental e, indicadores de uso eficiente da água, validados e homologados como ferramenta estratégica de gestão em políticas e programas de segurança hídrica. Este trabalho tem como objetivos buscar conhecer o estado da arte sobre indicadores e discutir o caso do semi-árido brasileiro no contexto das terras secas da Iberoamerica, com base no Plano Nacional de Recursos Hídricos e no Plano de Gestão de Recursos Hídricos do Estado da Bahia.

Palavras chave: Uso eficiente da água, segurança hídrica, tecnologias hídricas, desenvolvimento sustentável, terras semi-áridas de Brasil.

Use of water in the Iberoamerican dry lands: hydro-environmental and socioeconomic efficiency indicators. The dry lands comprise an expressive surface of Iberoamerican (25% of Latin American and Caribbean and more than half of the Spanish territory). In this context, Brazil is a country that possesses significant volume of the world superficial and underground water resources. However, more than 1300 municipal districts (about 25% of the total of municipal districts of the country), distributed in 9 states are directly or indirectly affected by extreme shortage of water resources which has been worsened by the climatic changes, as a consequence of the global warming. It is important to know the acervo of traditional and not traditional technologies for reception, storage and use of the water, adapted for different socioeconomic and hydro-environmental situations and approve and validate indicators of water use efficiency, as a management strategic tool for water security politics and programs. This work aimed to understand the state of the art on indicators and to discuss the Brazilian case of the semi-arid in the context of the Iberoamerican dry lands, based on the National Plan of Water Resources and on the State of Bahia Plan for Water Resource Management.

Key words: water use efficiency, water security, water technologies, sustainable development, semi-arid lands of Brazil.

Introdução

Uma análise do estado atual das questões climáticas e hídricas no planeta Terra, considerando o aquecimento global, pode inferir sobre implicações diretas, em escala espacial e temporal, no índice de aridez, podendo resultar na ampliação de terras secas e redução significativa de oportunidades de captação, estocagem e usos da água nas terras secas, o que torna mais grave a questão da segurança hídrica e da desertificação.

Este cenário hidro-climatológico mundial requer, de parte dos gestores públicos, pesquisadores que estudam a produção hídrica, dos usuários da água, organismos de governo, organizações não governamentais, de programas e de agências internacionais empenho no sentido de definir, validar e homologar indicadores de referência para planejamento estratégico e gestão eficaz das múltiplas demandas e restritas disponibilidades de recursos hídricos nas terras secas.

A adoção de indicadores de referência validados com função de avaliar, em tempo real, cenários dinâmicos de função disponibilidades x demandas considerando séries temporais significativas, é uma necessidade reconhecida por estes gestores públicos que atuam na formulação e implementação de políticas e programas de segurança hídrica.

Indicadores validados, calibrados e homologados são valiosas ferramentas orientadoras de estratégias para regular as demandas, melhorar a eficiência e a eficácia do uso produtivo da água como bem público de valor social, ambiental e econômico, proteger a qualidade, além de manter estoques hídricos seguros e acessíveis, com equanimidade para múltiplos usos e usuários. Os indicadores devem ser adequados às características do meio ambiente, sócio-econômico e cultural dos habitantes de zonas afetadas por escassez hídrica severa.

Modelo de desenvolvimento que estimula comodites e consumo sem preocupação com a capacidade de suporte do patrimônio natural gera passivos ambientais. O estado da situação ambiental do planeta Terra analisado à luz dos indicadores, de sinais e sintomas de degradação dos sistemas naturais é preocupante e requer um novo paradigma de desenvolvimento com sustentabilidade do patrimônio natural e dos assentamentos humanos.

A compreensão da diversidade dos sistemas ambientais e a complexidade de suas sinergias, impõe-se como um grande desafio no âmbito científico, como também para aqueles que direta ou indiretamente *manejam* o patrimônio ambiental, de maneira especial para aqueles que *tomam as decisões finais* sobre a efetiva transformação/produção do espaço.

Em 1993, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizou em Genebra (Suíça) um encontro com a finalidade de validar indicadores ambientais, criando importantes diretrizes para a sua formulação. Em 1996 em Bouni (França) foi realizado outro importante colóquio internacional.

Um histórico sobre a gênese de indicadores, informação e conhecimentos ambientais

No Brasil, em que pese a existência de centros de excelência de referência internacional e legislação reguladora dos recursos naturais, a informação ambiental apresenta lacunas de ordem temporal e metodológica, pois não há regularidade relativa a apresentação de relatórios ou em sua estruturação, o que dificulta o acompanhamento do estado do ambiente. O primeiro Relatório de Qualidade do Meio Ambiente (RQMA), instituído pela Lei 6.938/81, foi produzido em 1984 e atualmente existe uma segunda edição.

Outros documentos de referência foram produzidos como: “Desafio do Desenvolvimento Sustentável” publicado na Rio+20 relatório do “Diagnóstico da Gestão Ambiental no Brasil” publicado pelo Ministério do Meio Ambiente, (2001), “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil, 2002” publicado pela IBGE, (2002) e o “GEO Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil” (GEO Brasil, 2002).

Não obstante os indicadores sociais e econômicos possuem um certo grau de sedimentação, dada a natureza dos dados que aferem, estes não podem ser meramente somados ao conjunto de indicadores ambientais de ordem biofísica.

Sachs (2000), para fins de análise e compreensão, aborda a sustentabilidade em 9 dimensões, a saber: ecológica,

econômica, social, política, demográfica, cultural, espacial e institucional, embora muitos autores adotam a divisão princípio clássico do conceito de desenvolvimento sustentável abordado pelo Relatório Brundtland, que abarca as dimensões econômica, social e ambiental. Mais recentemente agregou-se a dimensão institucional que define o grau de internacionalização da base operativa das políticas e ações no âmbito do território. Assim, um indicador de gestão dos usos sustentáveis do território hídrico de um território deve buscar relacionar tais dimensões.

Dos quatro aspectos, aqui tratados como dimensões da sustentabilidade, é necessário considerar que existem algumas questões chave a serem identificadas para se alcançar aproximações mais realistas. A primeira delas refere-se à escolha das variáveis possíveis a serem tratadas em cada dimensão; a segunda questão refere-se a escolha de quais são as variáveis importantes na qualificação do problema tratado; o terceiro aspecto diz respeito ao peso e importância de cada uma no contexto avaliado e quarto, compreender aspectos relativos a sinergia que estas exercem reciprocamente. Assim, questiona-se se o simples somatório dos variados indicadores setoriais resultaria por certo, em uma equação distorcida, representa uma aproximação adequada da realidade.

Melo e Souza (2003), faz importante observação relativa aos conceitos aplicados, mostrando que as dimensões relacionadas ao domínio conceitual da pesquisa ao passo que os parâmetros, reportam-se à aferição das dimensões, os indicadores resultam desse encontro conceitual com a realidade representada pelos dados coletados. Outra questão fundamental em relação à informação ambiental é relativa à escala espaço-temporal de sua representação e acompanhamento, especialmente por tratar com fenômenos cíclicos e atemporais de ocorrência variada e imbricações espaciais também complexas, como o ciclo hidrológico e hidrogeológico.

Historicamente, o planejamento estratégico e a necessidade de monitoramento de processos e aspectos do desenvolvimento demandou indicadores como, Produto Interno Bruto (PIB) e PIB per capita. Na década de 1960, a crescente discussão sobre questões sociais, trás a consolidação da noção de que o desenvolvimento sustentável deve ter em conta tanto os resultados econômicos quanto os resultados sociais. Neste sentido, foi instituído em 1967 o Programa Nacional de Amostragem por Domicílio (PNAD) para dimensionar os resultados do crescimento econômico, em escala de visibilidade, indicando como está distribuído o desenvolvimento na sociedade. Outro fato importante nesta mudança de concepção sobre crescimento e desenvolvimento, se dá com o Relatório de Estocolmo (1972) e a publicação dos "Limites do crescimento" (Meadows, 1972), enfocando o passivo ambiental do crescimento e as limitações de recursos para o contínuo processo de produção da riqueza econômica. Ao longo do século XX e principalmente após 1992, com a Rio-92 a ampliação das preocupações ambientais ganha vulto e a noção de desenvolvimento é fortemente questionada, visto que mesmo conseguindo elevados padrões de renda e/ou bem-estar em muitos países o fizeram dilapidando o patrimônio ambiental em outros territórios.

Estruturação, hierarquização e tratamento da informação na construção de indicadores

Em uma ordem hierárquica crescente associada a um nível de condensação de informação temos os índices. Já em níveis decrescentes existem os dados originais. Estes dados originais, compõem a base da pirâmide de informação (Fig. 1). De um nível superior, onde os dados analisados são parametrizados e ordenados segundo critérios mais ou menos estabelecidos, resultam os indicadores que isolados ou combinados entre si, buscam refletir uma condição do sistema e no ápice aparecerão os índices, que sintetizam toda uma vasta quantidade de informação.



Figura 1. Pirâmide da informação.
Fonte: GOMES et al, 2000:11.

Do ponto de vista dos usuários da informação, podemos estabelecer minimamente três categorias diferenciadas de saber: científica, política e social. No contexto científico, interessa muito mais a origem, agrupamento e métodos dos parâmetros, do que o resultado final destes, pois o que está em jogo é o método e sua validação. Ao político as decisões os indicadores são mais importantes, pois definem aspectos específicos da realidade, bem como “alvos” a serem melhorados ou mitigados. E por fim, a sociedade de modo geral, dependendo de sua classe e função social, o que é o produto final desta avaliação, ou seja, os índices, que do ponto de vista da informação são uma representação simétrica comparativa da realidade.

Ainda no que tange as características dos indicadores, estes podem ser escalares ou vetoriais. Segundo Dahl (1999:2005:46), “um vetor consiste na generalização de uma variável e um índice escalar é um simples número gerado de dois ou mais valores”. Desta forma, é possível representar os vetores como elementos gráficos, pois apresentam características fundamentais: magnitude e direção, que para Bellen (2005), retrata melhor a realidade, pois expressa o movimento rumo a uma meta, o que segundo ele, livra o julgamento de valor sobre o desenvolvimento sustentável. Esta característica revela-se muito importante no que tange a divulgação de resultados, bem como a utilização do mesmo no planejamento, pelo fato de possibilitar a arquitetura de cenários projetivos.

Informações, índices e indicadores de referência aplicados na gestão dos usos da água no Estado da Bahia

Segundo MMA (2004), apesar do semi-árido brasileiro ser uma região onde já se desenvolveram diversos estudos, ainda é restrito o acervo de informações sobre a complexa relação entre oferta e uso dos recursos naturais, especialmente a água. A maioria das regiões afetadas por escassez hídrica severa apresenta os piores índices de pobreza, quando comparadas com regiões com disponibilidades hídricas abundantes e seguras em quantidade e qualidade. Cerca de 75% dos municípios das áreas secas susceptíveis à desertificação se encontram entre os 1000 piores IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Médio) no caso do Brasil. Portanto, o desenvolvimento de pesquisas que contribuam para a reversão deste quadro, como a apresentada neste estudo, colabora para resolver um dos problemas sociais mais graves do Brasil e das Terras Secas da maioria dos países Iberoamericanos.

O presente trabalho está focado na preservação, conservação e gestão estratégica participativa dos recursos hídricos, na necessidade de promoção do desenvolvimento sustentável, atuando como indutor da inserção social, da eficiência na conservação ambiental e da valorização cultural nas Terras Secas da Iberoamérica. Tanto o conhecimento técnico quanto o saber acumulado pela população das Terras Secas da Iberoamérica são considerados como elementos relevantes, pois qualquer ação que vise o desenvolvimento sustentável na região deve priorizar as linhas de pesquisa voltadas para o melhor conhecimento dos mecanismos de uso da água estabelecidos culturalmente pelas populações locais (Silva et al, 2003).

Diante da diversidade de tecnologias de uso da água e a necessidade de otimizar os recursos disponíveis, destaca-se a importância da adoção de indicadores de eficiência para a seleção das alternativas mais adaptadas para cada situação de realidade local. Os indicadores de eficiência constituem uma poderosa ferramenta no auxílio à tomada de decisão. Para sua determinação deve-se considerar não apenas a eficiência tecnológica das alternativas de uso da água, como também os aspectos relacionados com os impactos ambientais (positivos e/ou negativos), os desdobramentos sociais e a viabilidade econômica.

O objetivo deste trabalho é apresentar a etapa atual dos estudos multidisciplinares realizados para a determinação dos indicadores de eficiência do uso da água em terras secas da Iberoamérica, com destaque para o semi-árido brasileiro e a avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais.

O presente trabalho está sendo realizado em consonância com o projeto “**Indicadores e Tecnologias Apropriadas para o Desenvolvimento Sustentável da Água em Terras Secas da Iberoamérica**”, promovido pelo Projeto XVII.1 “Indicadores e tecnologías sustentables del agua y tecnologías apropiadas en tierras secas de Iberoamerica” do Programa CYTED. Este projeto foi concebido no ano de 2003 e conta com a participação de mais de 50 pesquisadores, distribuídos em 10 grupos de trabalho multidisciplinares de oito países (Brasil, Espanha, Argentina, Chile, Cuba, Equador, Peru e Portugal). Seu enfoque é baseado na premissa que a água é um bem estratégico para o desenvolvimento das áreas susceptíveis à seca. Nesta ótica, o presente trabalho tem como objetivo a determinação de indicadores e a seleção de tecnologias de uso sustentável das águas nas terras secas dos países da região.

Iberoamérica, que permitem auxiliar os gestores na tomada de decisão sobre a mitigação dos impactos das secas nos assentamentos humanos e patrimônio natural agravadas pelas mudanças climáticas.

Neste trabalho, se apresenta de forma resumida a situação atual das terras secas na Iberoamérica, analisando o processo de degradação social, econômica e ambiental e as alternativas para o uso eficiente dos recursos hídricos. Seguida, se apresenta uma breve revisão sobre indicadores de eficiência para o uso de água, se descreve e se avalia Indicadores adotados no Brasil (escala nacional) e na Bahia (escala regional).

Estado da situação das Terras Secas na Iberoamérica

As Terras Secas, segundo a definição adotada pela Convenção da Organização das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (MMA, 2004), compreendem as regiões áridas, semi-áridas e sub-áridas (excluindo as regiões polares e subpolares) com Índice de Aridez entre 0,05 e 0,65, conforme metodologia estabelecida por Thornthwaite (1948). As áreas secas têm em comum o fato de serem caracterizadas pela ausência, escassez, frequência reduzida, quantidade limitada e má distribuição das precipitações pluviométricas, associadas a elevadas taxas de evaporação. Além disto, as zonas áridas e semi-áridas do mundo são seriamente afetadas pela desertificação, fenômeno natural agravado pela forte pressão e uso inadequado dos recursos naturais (solo, água e vegetação), que provoca a perda da capacidade produtiva, erosão, assoreamento, exaustão do solo, entre outros impactos (Matallo Jr, 1999).

As Terras Secas ocupam mais de 37% de toda superfície do planeta, estando predominantemente distribuídas entre o norte de África e o sudoeste da América do Sul. Estas regiões secas abrigam 2,3 bilhões de pessoas, ou seja, 38% da população mundial. Estas regiões, em geral, apresentam situações críticas de escassez de água e baixo nível de renda e de desenvolvimento econômico (Cirelli y Volpedo, 2002).

Na América Latina e Caribe as Terras Secas ocupam 5,7 milhões de km², ou seja, mais de ¼ da sua superfície total. As áreas susceptíveis a secas abrangem a quase totalidade dos países latino-americanos, contudo com intensidades e extensões bastante distintas. Os principais países desta região afetados pela aridez e semi-aridez são Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Cuba, Equador, México, Países do Caribe e Peru (Abraham y Fernandez Cirelli, 2003).

O panorama das Terras Secas na Iberoamérica se completa com a situação, ainda mais grave, dos países da península Ibérica. Espanha e Portugal têm 80% da população vivendo em terras secas. Na Espanha, as zonas áridas e semi-áridas abrangem mais da metade do território. Diante deste cenário, estes países, com apoio da União Européia, vêm implantando medidas de gestão e alternativas tecnológicas de uso da água que têm possibilitado significativos avanços econômicos e sociais nessas regiões (Fernandez Cirelli, 2002).

No Brasil, as áreas secas compreendem porções territoriais dos Estados da Bahia, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Minas Gerais. O semi-árido brasileiro abrange mais de 1300 municípios, com 1.130 mil km² de superfície (equivalente à soma dos territórios da Alemanha e França), o que corresponde a 13% do território nacional. No ano 2000, residiam nesta região 22,5 milhões de habitantes, ou seja, cerca de 14% da população brasileira (MMA, 2004). Esta região é considerada como um dos espaços semi-áridos com maior densidade demográfica do planeta (Ab'Saber, 1987), abriga um bioma com singulares características, a Caatinga.

Em termos relativos, o semi-árido brasileiro tem uma pluviosidade maior que outras regiões semelhantes do planeta, portanto, a disponibilidade de água na região (seja ela superficial ou subterrânea). Contudo, deve-se adotar mecanismos de gestão e tecnologias de uso e manejo adequadas às características das terras secas, de modo a promover seu aproveitamento otimizado.

Processos de degradação social, econômica e ambiental nas Terras Secas

As áreas secas, tanto no Brasil quanto no restante da Iberoamérica, caracterizam-se por longos períodos de seca seguidos por outros de chuvas intensas. Ambos os processos, secas ou chuvas intensas, costumam provocar significativos prejuízos econômicos, sociais e ambientais que tendem a atingir com maior rigor a parcela da população menos favorecida (MMA, 2004).

O modelo de desenvolvimento empregado ao longo de várias décadas nestas regiões tem contribuído para o estabelecimento de graves processos de degradação sócio-econômica-ambiental. Como consequência, ampliam-se as mazelas sociais e se reduz a capacidade produtiva, fazendo com que, na atualidade, as áreas secas apresentem um quadro de baixo dinamismo econômico.

estagnação da atividade econômica, com o conseqüente agravamento de problemas sociais (Garrido, 2002).

Durante o processo de degradação ocorrem significativas alterações sociais, tecnológicas e ambientais dos padrões de uso da terra. Essas mudanças atuam como fatores de resposta das populações às condições cada vez mais adversas, resultando em intensos processos migratórios, urbanização acelerada e intensificação dos padrões inadequados de apropriação e uso dos recursos naturais, principalmente da água (Projeto Aridas, 1995).

Os recursos naturais das áreas secas também passam por um processo constante de degradação, pois são geralmente utilizados sem os devidos cuidados em relação aos padrões de sustentabilidade, conservação ambiental e racionalidade econômica. A deterioração dos recursos naturais agrava a escassez de água e traz, como conseqüência, quebra de produção, perdas no rebanho e extrativismo inadequado, o que fragiliza ainda mais as economias locais, principalmente nos pequenos municípios (Carneiro et al, 2002).

As áreas secas, por sua situação atual, têm sido vistas como “áreas problemas” ou “deprimidas”, requerendo políticas e tratamentos e intervenções de caráter emergencial ou práticas assistencialistas. Estas medidas emergenciais obrigam o uso de vultosos recursos públicos para a gestão das conseqüências. Estimativas do Banco Mundial apontam que o Governo Brasileiro gastou, no último grave período de seca (anos de 1998 e 1999), mais de 4 bilhões de reais, apenas para conter os seus efeitos. A maioria dos recursos aplicados não buscou a solução das causas da escassez hídrica, e sim a mitigação imediata dos seus efeitos. Ações como estas são insustentáveis do ponto de vista econômico-social (Banco Mundial, 2000).

Alternativas para o uso eficiente da água em Terras Secas

As áreas secas no Brasil e demais países da Iberoamérica devem se transformar em espaços dinâmicos e de desenvolvimento econômico e social. Nesta nova perspectiva, estas áreas passam a ser vistas como capazes de contribuir, de maneira eficiente, para o desenvolvimento do País. Para atingir esta meta é fundamental a utilização de tecnologias adequadas para o uso racional dos escassos recursos naturais, principalmente a água.

As tecnologias adequadas para o uso da água em terras secas têm como requisito básico a promoção do desenvolvimento econômico endógeno local e devem contribuir para a criação e dinamização de atividades econômicas ligadas a cadeias produtivas baseadas em processos que não degradem o ambiente de forma significativa (Valls et al, 2003).

A sociedade demorou séculos para dar-se conta de que não se pode “combater a seca” e começou a afirmar as possibilidades de “**Convivência com a escassez hídrica como cultura de vida**”. Atores sociais e instituições governamentais vêm implementando ações inovadoras centradas em tecnologias apropriadas para as áreas sujeitas a esta situação. Isto representa não só a possibilidade de viver com dignidade nas terras secas, mas também a oportunidade de - conhecidas, respeitadas, dinamizadas e aprimoradas as condições ambientais e socioeconômicas ali existentes - haver progresso e geração de riqueza para seus habitantes e para a nação.

Percebe-se, ainda, a inadequação, para a realidade das zonas secas, dos padrões e modelos convencionais de uso da água fundamentados na transposição direta de tecnologias de regiões sujeitas a menores restrições hídricas. Um exemplo é a irrigação convencional, que apesar de constituir uma prática que tem agregado benefícios à agricultura, quando é utilizada sem os cuidados adequados (sistema de drenagem, manejo eficiente, etc), produz impactos indesejáveis, sobretudo em áreas secas. Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação informam que de 20 a 30% das áreas irrigadas em regiões áridas e semi-áridas necessitam de reforço de drenagem para evitar a salinização (FAO, 1998).

As **tecnologias convencionais** mais utilizadas para a captação, armazenamento, transporte e uso dos recursos hídricos em Terras Secas da Iberoamérica são: açudes, barragens convencionais, poços, captação direta em cursos d’água, captação em superfície aberta (em terra ou concreto), irrigação por aspersão (estacionária, pivô central e canhão central) e irrigação por gravidade (sulcos, valas e canteiros). Nestas alternativas, significativa quantidade de água é “perdida”, principalmente pela evaporação e infiltração no solo, questionando-se, em alguns casos, a eficiência da adoção destas tecnologias (Sanchez y Galarraga, 1998).

Buscando combater este problema, algumas **tecnologias não convencionais** de manejo da água também têm sido desenvolvidas e implantadas nestas regiões, como por exemplo: o aproveitamento das águas de chuva, uso de cisternas, dessalinização de águas salobras, reuso de águas residuais tratadas, barragens subterrâneas, barragens com pequeno espelho d’água, captação em aquíferos profundos, adutoras (por gravidade ou com bombeamento), reservatórios subterrâneos / elevados, chafarizes, irrigação localizada de precisão (gotejadores e micro-aspersores), entre outras. Estas alternativas apresentam aspectos positivos e negativos para cada aplicação, reforçando a necessidade de serem utilizados critérios para a seleção das mesmas (FAO, 1998).

tecnologias de uso da água mais adequadas para cada situação (Medeiros et al, 2001).

Diante da diversidade de tecnologias de uso da água, da realidade socio-econômica-ambiental e da necessidade de recursos disponíveis, Pereira (2002) destaca a necessidade da adoção de indicadores de eficiência do uso de água. Indicadores são relevantes ferramentas para o auxílio à tomada de decisão, que podem contribuir para a melhor alocação de limitados recursos humanos, financeiros e naturais nas Terras Secas da Iberoamérica.

Indicadores de eficiência para o uso de água

Indicador é um parâmetro ou valor calculado, fundamentado no conhecimento do modelo conceptual da dinâmica de um fenômeno natural e/ou de construção e regulamento de comportamentos antrópicos. Um indicador descreve o fenômeno e suas tendências, considerando as ações que regulam a dinâmica e afetam o fenômeno estudado. Os indicadores ajudam a refletir e comunicar uma idéia complexa. São úteis para observar, descrever e avaliar estados atuais, formular desejados ou comparar um estado atual com um desejado para o futuro. Os indicadores podem ser descritivos ou quantitativos e podem (ou não) serem aplicáveis a distintas dimensões temporais e espaciais (WWAP, 2003).

Segundo FGV (2000), os indicadores para a gestão de recursos hídricos devem possuir as seguintes características:

- **Pertinência política e utilidade para os usuários:** deve representar de forma *confiável* as condições ou o estado do meio ambiente, as pressões, os impactos e as respostas; deve ser *simples*, fácil de interpretar e capaz de simular/prever tendências; deve *refletir o estado do meio ambiente* correlacionado com as ações antrópicas; deve ter *de referência* para comparação e validação na escala de trabalho definido (bacia hidrográfica, território nacional ou internacional); deve estar referenciado a um conjunto de valores de significado prático, *acessível à compreensão* dos tomadores de decisão, gerentes e usuários da água.
- **Exatidão e análise:** deve estar referenciado por *fundamentos teóricos* consistentes em termos científicos, socioeconômicos e culturais; deve ser *aceito* por expertos nacionais e internacionais quanto a sua validade e aplicabilidade; pode reportar-se aos modelos econômicos e aos sistemas de previsão usados na tomada de decisões estratégicas.
- **Mensurabilidade:** deve ser acessível, disponível e resultar de uma *relação custo / benefício razoável*; deve ser *revisado e atualizado* em intervalos regulares.

O enfoque dos indicadores de referência para o uso sustentável da água deve identificar e valorar as ações sobre o meio ambiente que afetam o balanço hídrico local nos seus aspectos quantitativos, qualitativos e de acesso seguro a água (WWAP, 2003).

Descrição dos indicadores adotados no Brasil

Na busca de estruturar um modelo de gestão sustentável dos recursos hídricos, os países Ibero-americanos vêm, na última década, avançando em orientações político-filosóficas, instrumentos técnicos, marcos de regulamento, formações institucionais para a formulação, atualização e implementação de políticas públicas apropriadas para a gestão e para o uso social sustentável dos recursos hídricos.

Neste caminho, se elaborou o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) do Brasil aprovado em janeiro de 2000. Este teve como referência o estado da arte da questão hídrica no mundo, que recomenda a necessidade de mudanças para uma nova cultura hídrica que considere a multidimensionalidade do recurso água, no seu simbolismo místico e religioso, seu valor ecológico, social, econômico, político e cultural.

Na estruturação do PNRH, foram realizadas oficinas e discussões técnicas para a compilação de indicadores ambientais e a definição de indicadores apropriados à gestão dos recursos hídricos e uso eficiente da água.

De acordo com o Plano Hidrológico, os indicadores são ferramentas fundamentais que possibilitam estudos prospectivos e previsão de eventos aleatórios e redução dos riscos. Portanto, são elementos importantes de apoio ao processo de tomada de decisão. Os indicadores servem para diminuir as incertezas quanto ao futuro respeitando a complexidade e organização envolvidas na gestão da água.

Com base nestas premissas, o Plano Nacional de Recursos Hídricos apresenta as seguintes variáveis para a definição

indicadores sobre o tema (MMA, 2006):

- **qualidade da água superficial e subterrânea** definida pelas condições físico-química e biológica adequadas para usos múltiplos;
- **quantidade da água superficial**, definida pelo regime de caudais do rio;
- **quantidade da água subterrânea**, definida pelo regime de recarga e potencial de exploração;
- **mudanças no regime natural dos mananciais** de água por efeito de atividades antrópicas: impermeabilização do solo, canalização, dragagem, represas, diques, erosão, transposição de caudais, etc;
- **eventos hidrológicos críticos** caracterizados pelo excesso ou escassez hídrica (cheias ou secas), frequência e intensidade de ocorrências;
- **regime climático** considerando a interação entre os elementos de clima (precipitação, temperatura, umidade relativa da superfície do mar, evaporação, regime de chuvas, sua frequência, intensidade e duração - variabilidade climática e mudanças climáticas);
- **caudal ecológico** necessário para a manutenção dos ecossistemas, disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para a manutenção do biota associada;
- **bio-invasão**: introdução intencional ou acidental de organismos estranhos (macro ou microscópicos) em ambientes aquáticos;
- **conservação da biodiversidade**: representa o estado de conservação dos biomas, a variação dos tipos de vegetação, considerando a permanência, superfície, a dimensão e distribuição dos territórios, a fauna e as práticas dos recursos naturais associadas aos diferentes biomas;
- **dinâmica de uso e ocupação do solo** da bacia (urbanização, pecuária, agricultura, solos degradados e/ou processos de desertificação);
- estado de **conservação dos sistemas estuarinos** e a sua correlação com a gestão dos recursos hídricos, a ocupação do solo e as atividades antrópicas;
- mortalidade e invalidez causadas por **doenças relacionadas com a qualidade da água**;
- **desenvolvimento humano** (exclusão social, salário, longevidade, acesso a educação);
- **saneamento ambiental** (esgotos e resíduos sólidos de origem doméstica e/ou industrial);
- **segurança hídrica**, acesso da população à água segura;
- **segurança alimentar e nutricional** hídrica (hidroquímica e bacteriologia da água);
- **diversidade social e respeito às particularidades culturais** dos grupos sociais tradicionais, organização e suas influências na gestão dos recursos hídricos;
- nível de **organização institucional** da sociedade e sua consciência sobre os temas relacionados às questões da água e do ambiente.
- **acesso público à informação** de qualidade, de forma sistemática, estratégica para a tomada de decisões;
- avaliação do **sistema de informação** dos recursos hídricos das zonas homogêneas;
- a **questão de gênero** na gestão da água;
- **dinâmica populacional**;
- a função de demandas hídricas pelas múltiplas **funções sociais e ambientais da água**;
- o **PIB** – Produto Interno Bruto e o mercado da água;
- investimentos em **infra-estruturas**;
- **eficiência e eficácia no uso** da água;
- nível de planejamento atual por zona homogênea;
- processo de **acesso à água**;
- **valoração econômica e o preço da água**;
- **zoneamento ecológico econômico**;
- **identificação e solução de conflitos**;
- produção de conhecimentos e estímulo à educação para uma **nova cultura da água**.

Em escala regional, o órgão responsável pela Gestão dos Recursos Hídricos no Estado da Bahia (Estado do nordeste brasileiro com maior extensão de terras no semi-árido) adota os seguintes indicadores de tomada de decisões sobre o uso da água:

- UB – Unidade de balanço hídrico;
- $Q_{90d.exu}$ – Caudal médio diário com 90% de garantia; $Q_{r.p}$ – Caudal regulado por pequenos reservatórios; $Q_{r.g}$ – Caudal regulado por grandes reservatórios;
- C = Curva típica do regime de caudais;
- MLT = Caudal Médio de Largo período de retorno;
- V = Volume anual médio histórico;
- IAR = Índice de Acumulação Relativa;

- IAP = Índice de Ativação das Potencialidades hídricas;
- Rp = Reserva permanente, igual ao volume hídrico total acumulado no aquífero regulado pela porosidade e coeficiente de armazenamento;
- Rr = Reserva de regulamento explorável, igual ao volume de recarga anual.
- Além disto, o Estado da Bahia adota os seguintes índices de referência de balanço hídrico:
- IAPc – Índice de Ativação das Potencialidades Hídricas, representa a relação entre as disponibilidades hídricas e as potencialidades de cada Unidade de Balanço(UB);
- IUDc – Índice de Uso efetivo das Disponibilidades hídricas pelas demandas consultivas e ecológicas;
- IUP – Índice de Uso das Potencialidades, definido pela relação entre a soma das demandas hídricas consultivas e ecológicas e o caudal médio com garantia de 90%;
- IAS – Índice de Ativação das águas Subterrâneas, indica o nível de exploração dos aquíferos, é representado pelo quociente entre a disponibilidade efetiva instalada que é a potencialidade de exploração da água subterrânea e a Unidade de Balanço.

Avaliação preliminar dos indicadores adotados no Brasil

Os indicadores de eficiência constituem uma poderosa ferramenta no auxílio à tomada de decisão. No entanto, para a determinação deve-se considerar não apenas a eficiência tecnológica das alternativas de uso da água, mas também aspectos relacionados com os impactos ambientais (positivos e/ou negativos), os desdobramentos sociais e a componente econômica.

Os indicadores deverão atender aos seguintes critérios de sustentabilidade:

- **Sustentabilidade Social:** assegurar o acesso adequado das populações menos favorecidas à água com a quantidade necessária para uso doméstico e agricultura;
- **Sustentabilidade Econômica:** assegurar o manejo e uso eficiente da água promovendo o desenvolvimento econômico rural da região;
- **Sustentabilidade Ambiental:** assegurar a adequada proteção dos recursos naturais - solo, vegetação e águas (sobretudo nascentes e aquíferos).

Os indicadores apresentados no PNRH incorporam estes elementos. Por outro lado, os indicadores adotados no Estado da Bahia ainda têm uma visão setorial tecnológica e não incorporam as componentes sociais, econômicas e ambientais.

Neste contexto, percebe-se que o Plano Nacional de Recursos Hídricos apresenta uma proposta norteadora inovadora, estabelecendo diretrizes e foco com ênfase na valoração social da água e suas relações com o conjunto, estoque e qualidade dos demais recursos naturais. Contribui para isto o fato deste documento haver sido recentemente elaborado, data de junho de 2006 e, portanto, incorpora as principais bases filosóficas da nova cultura da água e da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.

Este fato invoca a necessidade imediata de adaptação entre as diretrizes norteadoras dos planos estaduais e nacionais em três dimensões: filosófica, política e tecnológica. Diante disto, o Estado da Bahia deve construir / utilizar indicadores que sejam estas variáveis e que sejam adequados à realidade das terras secas. Destaca-se que este Estado é detentor em seu território de 47% da área da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, que possui terras secas, escassez hídrica, degradação ambiental e amplo quadro de pobreza.

A efetiva participação do Brasil e em especial do Estado da Bahia, no Programa CYTED “Indicadores e Tecnologias Apropriadas para o Uso Sustentável da Água nas Terras Secas de Iberoamérica”, através da Universidade Federal de Pernambuco, tem aportado conhecimentos sintonizados e atualizados sobre o tema. Desta forma, o Estado de forma gradual vem construindo bases sólidas para uma cultura hídrica e política de gestão das águas apropriadas para os povos afetados pela escassez hídrica severas.

A efetiva participação dos atores envolvidos no tema foi um fator de grande relevância para o sucesso do Plano Nacional. A abordagem de tal natureza representa avanço substancial com relação ao planejamento realizado de forma tradicional, pois anteriormente unicamente os aspectos técnicos eram levados em consideração, com imposições que a sociedade deveria aceitar. A participação da sociedade foi, no passado, responsável pelo fracasso de diversos projetos relacionados com a gestão da água (por exemplo: a construção de barragens, transposição de bacias, etc).

Por sua vez, no Estado da Bahia, os indicadores foram definidos de forma centralizada pela Superintendência de Recursos Hídricos, sem a devida participação dos atores envolvidos na temática da água. Apesar de possuir técnicos altamente qualificados, prevalece de forma exclusiva a visão setorial convencional de hidrologias e ciências correlatas. A política de gestão dos recursos hídricos na Bahia deve incorporar de forma mais efetiva a relevante componente da participação e comunicação social.

Destaca-se também que, se por um lado as 32 variáveis apresentadas pelo PNRH cobrem de forma integral as necessidades da GIRH, por outro podem ser consideradas como excessivas em algumas situações / realidades. Por exemplo, pode-se questionar a adequação ou a necessidade para bacias com baixa atividade econômica e/ou Agências de Bacia com poucos recursos técnicos, humanos e financeiros de coletarem dados e analisar informações detalhadas para os 32 parâmetros propostos pelo PNRH.

Neste sentido, cada bacia / agência de água deverá identificar os parâmetros mais representativos para sua realidade e necessidades e avaliar a relação custo benefício para a operacionalização e manejo do sistema deste conhecimento. Por exemplo, para as bacias situadas em terras secas, deve-se analisar com atenção o item 7 que trata do “caudal ecológico”. Nestas regiões a maioria dos cursos de água são intermitentes. Ou seja, “regularizar” a vazão ecológica pode alterar significativamente o ecossistema original com forte presença de plantas com xeromorfismo, ou seja, que estão perfeitamente adaptado a períodos curtos de disponibilidade hídrica seguidos de períodos de seca. Neste sentido, destaca-se a necessidade de estudos, como o apresentado neste trabalho, sobre indicadores de eficiência para uso da água adaptados a realidades das terras secas.

Uma metodologia adequada para o estudo destes indicadores deve iniciar com a identificação dos indicadores que representam os critérios de sustentabilidade social, econômica e ambiental. Na etapa seguinte, deve-se fazer a seleção dos indicadores de eficiência do uso da água de maior representatividade para a realidade das terras secas. Após esta etapa, deverá ser construída a arquitetura do indicador, montada por atributos e escalas de valores quali-quantitativos. Em seguida, os indicadores devem ser avaliados e validados, considerando os critérios de confiabilidade, sensibilidade, acessibilidade, replicabilidade, entre outros. Por fim, deve-se descrever os seus métodos de obtenção, a sua metodologia de aplicação e utilização, seus aspectos positivos e negativos, entre outras questões que consolidam o estudo proposto.

Qualquer estudo de definição e validação de indicadores como ferramenta de tomada de decisões deve partir da premissa de que o principal enfoque deve ser dirigido para a estruturação de um modelo de promoção de ações de sustentabilidade em suas dimensões ecológica, social, cultural, econômica, política e institucional. Por fim, deve-se considerar além da escassez, a degradação da qualidade, a baixa eficiência do uso da água disponível e as atividades antrópicas que afetam a hidrologia de bacias e aquíferos como fatores de redução de disponibilidade (quantitativa e qualitativa) e indutores de escassez.

Considerações Finais

Dentre os resultados deste trabalho, destaca-se a consolidação do conhecimento para a determinação de indicadores de eficiência do uso da água em terras secas, considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Estes resultados são úteis tanto para os gestores públicos quanto para a sociedade civil organizada (Comitê de bacias, usuários da água, etc.). Os resultados obtidos contribuem para:

- A consolidação da base científica para abordagem das questões relativas a gestão dos recursos hídricos e tecnologias aplicadas a áreas secas;
- Manejo racional e equitativo para a otimização do uso da água;
- A mitigação da degradação ambiental e dos processos de desertificação;
- Geração de alternativas econômicas sustentáveis de uso dos recursos hídricos nas áreas susceptíveis à seca;
- Redução da vulnerabilidade e melhoria da qualidade de vida das populações das terras secas.

Os resultados obtidos ao final deste estudo serão utilizados pelo Projeto XVII.1 “Indicadores e Tecnologias Apropriadas para a Sustentável da Água em Terras Secas da Iberoamérica”. O Programa CYTED os utilizará como mais um trabalho de referência para a identificação e seleção de tecnologias adequadas para uso da água nas regiões secas da Iberoamérica. Ao longo do projeto, estes resultados farão parte do documento síntese onde serão apresentadas as recomendações para os tomadores de decisão, visando à formulação de políticas públicas dos países Ibero-americanos. No caso do Governo Brasileiro, as recomendações e proposições deverão ser internalizadas nas agendas que constituem a base da elaboração dos Planos Plurianuais.

Por apresentar alternativas sustentáveis de uso de recursos naturais finitos, um estudo bem sucedido nesta linha tem um significativo impacto na sociedade. Pois, torna disponível, para o governo, agentes de desenvolvimento, ONG's e pesquisadores,

comunidade, informações e tecnologias que podem contribuir para a melhoria das condições sociais, econômicas e das populações carentes que habitam as Terras Secas da Iberoamérica.

Agradecimientos

Este trabalho foi desenvolvido como produto de intercambio científico realizado no marco do Projeto XVII.1 'Indicador de tecnologias de uso sustentable del água y tecnologías apropiadas en tierras secas de Iberoamerica' do Programa C

Referencias

Ab'Saber, Aziz Nacib. 1987. "Nordeste sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo; fragmentos de leituras e autores". In: AB'SABER, Aziz Nacib. "Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida". Estudos Avançados, U de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, vol. 1, nº 1: 7- 68, São Paulo, Brasil.

Abraham, E. y Fernández Cirelli, A. 2003. Hacia el uso sustentable del agua em las tierras secas de Iberoamérica. *IBEROAMÉRICA: Aspectos de la problemática de las tierras secas*, p. 11-17. Buenos Aires, Argentina.

Banco Mundial. 2004. *Impactos e externalidades sociais da irrigação no semi-árido brasileiro*. In: Série Água Brasil. Autores. Brasília, Brasil.

Bellen, Hans Michael Van. 2005. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro, Brasil.

Carneiro, A. Pires et al. 2002. Proposta do CIVJ-BA para gestão de recursos hídricos no semi-árido: sistema de infraestrutura propulsor da mobilização social. In: *II Seminário Internacional CYTED – XVII: Enfoque Integrado Para Gestão Sustentável da Água (Experiências Em Regiões Semi-Áridas)*, 2002, Salvador. Anais... Salvador, Brasil.

Fernández Cirelli, A. y Volpedo, A. V. 2002. Las tierras secas em Iberoamérica. *El Agua En Iberoamérica: De la Escasez a la Desertificación*, p. 11-26. Buenos Aires, Argentina.

Fernández Cirelli, Alicia. 2002. CYTED-XVII: Cooperación científico-tecnológica iberoamericana: una herramienta para aportar soluciones a la problemática de las tierras secas. *El Agua En Iberoamérica: De la Escasez a la Desertificación*, p. 167. Buenos Aires, Argentina.

Fundación Getulio Vargas (FGV). 2000. *Indicadores de Sostenibilidade para a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil*. Gerais, Brasil.

Garrido, R. José. 2002. Sequía y Pobreza. *El Agua En Iberoamérica: De la Escasez a la Desertificación*, p. 45-62. Buenos Aires, Argentina.

Geo Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, Brasil.

Geo Brasil 2007: recursos hídricos: resumo executivo. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, Brasil.

Gomes Filho, José Farias. 2004. *Relatório técnico final de análise da linha temática prioritária intitulada "valorização sociocultural"*; Projeto "Cenários para o Bioma da Caatinga". Recife: Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional-Fadurpe, abril. Recife, Brasil.

Gomes, M. Leonor, Marcelino, M. Margarida e Espada, M. da Graça. 2000. Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Lisboa (Portugal): Graf & Lito, Lda. 2000; ISBN 972-8419 -48- 1, Disponível em: http://www.dga.min_amb.pt

Ibge (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2002. Perfil dos Municípios Brasileiros: Meio Ambiente 2002, Perfil do Estado e Resposta: o meio ambiente em escala municipal. 2002. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/sigepro/1/XI%20Reuniao%20BCDAM%20artigo%2009%20Lima%20Green.pdf>.

Matallo Junior, H. 1999. *Proposta de um Sistema Básico de Indicadores para Identificação e Monitoramento dos Processos de Desertificação na América Latina e Caribe*. Brasília, Brasil.

Meadows, Dennis L. et al. 1972. *Limites do Crescimento*. São Paulo, Brasil.

Medeiros, A. y Y. Pinto 2001. Seleção de tecnologias limpas utilizadas no controle e prevenção dos recursos hídricos no semi-árido do Estado da Bahia. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracajú. *Anais...* Aracajú, Brasil.

Melo e Souza, Rosemeri. 2003. *Redes e Tramas: Identidade Cultural e Gestão Ambiental na APA de Piaçabuçu, Alagoas*. Tese de doutorado, Universidade de Brasília – UnB, CDS, Brasília, Brasil.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2004. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-BRASIL*. Brasília, Brasil.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2006. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos.- Brasília, Brasil.

Pereira, L. Santos. 2002. Conservação e poupança de água para conviver com a escassez e a seca. *El Agua En Iberoamérica: De la Escasez a la Desertificación*, p. 147-160. Buenos Aires, Argentina.

Projeto Áridas. 1995. *Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável*. Brasília, Brasil.

Sanchez, J. y R. Galárraga. 2003. Indicadores y tecnologías apropiadas de uso sustentable del agua en tierras secas de Iberoamérica: condiciones actuales del Ecuador. *El Agua En Iberoamérica: Aspectos de la problemática de las tierras secas*, p. 105-118. Buenos Aires, Argentina.

Sachs, Ignacy. 2000. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, Brasil.

Silva, Heraldo Peixoto e Andrade, Semara de Morais. 2003. Brasil um país de terras secas: problemática, dimensões e alternativas de tecnologias apropriadas para o semi-árido. *El Agua En Iberoamérica: Aspectos de la problemática de las tierras secas*, p. 55-64. Buenos Aires, Argentina.

Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38: 55-94.

Valls, Josep Xercavins. 2003. Globalización e insostenibilidad. En *Ecología y economía para un desarrollo sostenible*, 1a ed. Valencia: Universidad de Valencia, España.

Wwap – UN, 2003. Water for People Water for life - The United Nations World Water Development Report.

Wwap – UN, 2006. Water: a shared responsibility - The United Nations World Water Development Report.