

Biblioteca



M A O O O 6 5

Alto dos Passos

**UNIVERSDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
TECNÓLOGO EM MEO AMBIENTE**

ROSILEA OLYMPIA PATROCÍNIO

RECURSOS HIDRICOS

**JUIZ DE FORA
Julho de 2003**

ROSILEA OLYMPIA PATROCÍNO

RECURSOS HIDRICOS

Monografia de conclusão de curso
apresentado a Universidade
Presidente Antônio Carlos de Juiz
de Fora-MG como obtenção do
título de Tecnólogo em Meio
Ambiente.

JUIZ DE FORA
Julho de 2003

Dedico a todos, que direta e indiretamente favoreceram com que adquirisse conhecimentos com qualidade, proporcionando-me condições de executar o meu trabalho com honestidade e transparência, que com certeza trará grandes retornos e grandes realizações.

AGRADECIMENTO

Agradeço, sinceramente, a todos aqueles que me ajudaram ao longo deste estudo. Não importa de que forma, seja ela intelectual, emocional ou espiritual. Nem importam os nomes!

Obrigado...

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. A ÁGUA.....	11
2.1. CARACTERÍSTICA DA ÁGUA.....	12
2.2. ÁGUA NO BRASIL.....	13
2.3. BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	15
2.4. HIDROVIAS NO BRASIL.....	18
2.5. TRANSPORTES HIDROVIÁRIOS.....	19
2.5.1. PRINCIPAIS HIDROVIAS.....	20
2.6. ENERGIA HIDRICA/ELÉTRICA.....	21
2.6.1. ÁGUA E MEIO AMBIENTE.....	22
2.6.2. IMPACTOS E PROBLEMAS.....	23
2.6.3. INVENTÁRIO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO.....	24
2.6.4. USINAS E RESERVATÓRIOS BRASILEIROS.....	24
3. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA.....	27
4. QUALIDADE DA ÁGUA.....	33
4.1. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS.....	33
4.1.1. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS.....	33
4.1.2. VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS.....	34
4.1.3. ZONA EUFÓTICA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA.....	35
4.1.4. TEMPERATURA DA ÁGUA.....	35
4.1.5. OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	35

4.1.6. PH E ALCALINIDADE.....	37
4.1.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	38
4.1.8. DEMANDA BIOLÓGICA DO OXIGÊNIO (DBO) E DEMANDA QUÍMICA DO OXIGÊNIO (DQO).....	38
4.1.9. MATERIAL EM SUSPENSÃO.....	39
4.1.10. COMPOSTO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO.....	39
4.2. PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	40
4.2.1 COLIFORMES.....	40
4.3. COMUNIDADE PLANCTÔNICA.....	41
5. POLUIÇÃO DAS ÁGUAS.....	42
5.1 OS EFLUENTES INDUSTRIAIS.....	43
5.2. POLUIÇÃO POR COMPOSTOS INOGÂNICOS.....	43
5.3. ATIVIDADES AGRÍCOLAS.....	44
5.4. USO DE AGROTÓXICOS.....	44
5.5. USO DE FERTILIZANTES.....	45
6. AUTODEPURAÇÃO DOS RIOS.....	46
7. A ESCASSEZ DA ÁGUA.....	47
8. GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	54
9. DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA.....	59
10. LEGISLAÇÃO DA ÁGUA.....	61
10.1. RESOLUÇÕES DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS.....	62
11. PROGRAMA ESTADUAL DE USO RACIONAL DE ÁGUA POTÁVEL.....	63

CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

RESUMO

A vida surgiu no planeta há mais ou menos 3,5 bilhões de anos. Desde então, a biosfera modifica o ambiente para uma melhor adaptação. Em função das condições de temperatura e pressão que passaram a ocorrer na terra, houve um acúmulo de água em sua superfície, nos estados líquidos e sólidos, formando-se assim o ciclo hidrológico.

O crescimento populacional e as exigências crescentes por energia e alimentos estão impondo grandes demandas tanto pela quantidade quanto pela qualidade dos suprimentos de água doce.

A evolução subterrânea da água depende fortemente das características geológicas do terreno. Isso se consegue através da regulagem da quantidade de água que entra e sai do corpo d'água.

Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez.

A determinação do oxigênio dissolvido na água pode ser feita do método "Winkler" ou eletrométrico.

A água dos rios e lagos representam apenas 0,3% do total de água doce do planeta.

Cerca de 47% dos recursos hídricos do planeta estão na América do Sul e, desse total, mais da metade (53%) estão no Brasil.

A água faz parte do patrimônio do planeta, e utilização da água implica em respeito à lei.

Através de melhorias na coleta e armazenamento da água, do aumento da reciclagem da água e da eficiência no uso, e da proteção da qualidade da água, estaremos aptos a estender nossos recursos globais de água quase independente; porém, para isso precisamos agir logo.

1. INTRODUÇÃO

O ser humano está sobre a Terra há cerca de 2 a 3 milhões de anos, vivendo em equilíbrio com outras formas de vida. Apenas nos últimos 200 anos as pessoas começaram a afetar o meio ambiente global de forma significativa, e apenas nos últimos 40 anos esse impacto se tornou, de fato, grave ao planeta.

A vida surgiu no planeta há mais ou menos 3,5 bilhões de anos. Desde então, a biosfera modifica o ambiente para uma melhor adaptação. Em função das condições de temperatura e pressão que passaram a ocorrer na Terra, houve um acúmulo de água em sua superfície, nos estados líquidos e sólidos, formando-se assim o ciclo hidrológico.

Novas tecnologias acarretam riscos cada vez maiores; e a escala, a frequência e o impacto de desastres causados ou influenciados pela atividade humana também estão crescendo. Os riscos de um dano irreversível ao sistema natural da Terra estão tornando-se significativos.

Ao contrário do combustível fóssil e do solo, as águas doces são uma fonte renovável. Se forem usadas de forma adequada e cuidadosamente conservadas. Contudo um gerenciamento precário, falta de conservação adequada, poluição e rápidos aumentos na demandas locais gerarão escassez em algumas áreas.

Grande demanda por água pela agricultura, indústria e municípios estão destruindo, rapidamente os suprimentos subterrâneos de água na China, Índia, E.U.A. e em muitos outros países.

O crescimento populacional e as exigências crescentes por energia e alimentos estão impondo grandes demandas tanto pela quantidade quanto pela qualidade dos suprimentos de água doce.

Nos países em desenvolvimento, os problemas com a poluição e esgotamento da água são dominantes.

Sistemas de aviso prévio para prever secas vão possibilitar a implementação de esquemas de preparação contra as secas. Através da conservação de água e solo, e estratégias alternativas de plantação, podem aumentar a capacidade da terra em lidar com a seca e prover necessidades básicas, minimizando assim o número de refugiados e a necessidade de socorro emergencial.

Contudo, problemas com o fornecimento de água doce e com qualidade da água são de importância imediata e fundamental a todos nós.

2. A ÁGUA

A água pura (H₂O) é um líquido formado por moléculas de hidrogênio e oxigênio. Na natureza, ela é composta por gases como oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio, dissolvidos entre as moléculas de água. Também fazem parte desta solução líquida, sais como nitratos, cloretos e carbonatos; elementos sólidos, poeira e areia podem ser carregados em suspensão.

Outras substâncias químicas dão cor e gosto à água. Íons podem causar uma reação quimicamente alcalina ou ácida. As temperaturas apresentam variação de acordo com a profundidade e com o local onde a água é encontrada, constituindo-se em fatores que influenciam no comportamento químico.

Subentende-se água como sendo um elemento da natureza, recurso renovável, encontrado em três estados físicos: sólido (gelo), gasoso (vapor) e líquido.

As águas utilizadas para consumo humano e para as atividades sócio-econômicas são retiradas de rios, lagos, represas e aquíferos, também conhecidos como águas interiores. Conforme mostra o quadro 1

QUADRO 1: CLASSIFICAÇÃO MUNDIAL DAS ÁGUAS.

Classificação Mundial das Águas	
Água Doce	Com apresentação de teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior mg/l.
Salobras	Com (STD) entre 1.000 e 10.000 mg/l.
Salgadas	Com mais de 10.000 mg/l.

FONTE: ANA

Os continentes representam a litosfera; a água existente na Terra forma a hidrosfera; cada um dos pólos (Ártico e Antártico) e os cumes das montanhas mais altas apresentam uma cobertura de gelo e neve denominada criosfera; a massa de ar que cobre a Terra é chamada de atmosfera, e a vida existente no planeta forma a biosfera.

O oxigênio tem por propriedade ser reativo, ou seja, unir-se a quase todos os outros tipos de átomos: o hidrogênio, o carbono e um grande número de metais e metalóides. Em consequência a este fato, quando a Terra se formou, não havia oxigênio livre na atmosfera primitiva, mas somente óxidos voláteis, como gás carbônico, água e outros compostos de hidrogênio, como metano e amoníaco.

A quantidade total de água na Terra é distribuída da seguinte maneira:

- 97,5% de oceanos e mares;
- 2,5 % de água doce;
- 68,9% (da quantidade geral de água doce) formam as calotas polares, geleiras e neves eternas que cobrem os cumes das montanhas altas da Terra;
- 29,9% restantes de água doce constituem as águas subterrâneas;
- %0,9 respondem pela umidade do solo e pela água dos pântanos.

2.1.CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

A caracterização da água começa a se compor ainda em seu trajeto atmosférico. As partículas sólidas e os gases atmosféricos de várias origens são dissolvidos pelas águas que caem sobre a superfície da Terra em forma de chuva, neblina ou neve.

Contudo, muitas destas características são alteradas mesmo que inconscientemente pelo homem. O uso intensivo de insumos químicos na agricultura, as poluições geradas pelas

indústrias e pelos grandes centros urbanos concentram alguns gases na água das chuvas, resultando na chamada chuva ácida, causadora de danos ao ambiente natural e antrópico. Isso ocasiona também a escassez de água para consumo, fazendo com que os aspectos qualitativos da água sejam cada vez mais preocupantes nas regiões muito povoadas.

As fontes hídricas são abundantes, porém mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são bem maiores que a oferta, causando um desequilíbrio nos recursos hídricos disponíveis. Essa situação tem acarretado uma limitação em termos de desenvolvimento para algumas regiões, restringindo o atendimento às necessidades humanas e degradando ecossistemas aquáticos. Os recursos hídricos são de fundamental importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. A água pode representar até 90% da composição física das plantas; a falta de água pode destruir lavouras.

Na indústria, as quantidades de água necessárias são superiores ao volume produzido. A utilização de métodos para o tratamento da água é viável; porém, podem produzir problemas cujas soluções são difíceis, pois que afetam a qualidade do meio ambiente, a saúde pública e outros serviços. Por sua vez, as águas das bacias hidrográficas não são confiáveis e recomendáveis para o consumo da população por não possuírem as características padrões de qualidade ambiental.

2.2. ÁGUA NO BRASIL

As interações do quadro climático com os aspectos geológicos dominam os excedentes hídricos que alimentam uma das mais extensas e densas redes de rios perenes do mundo.

Em três grandes unidades hidrográficas: Amazonas, São Francisco e Paraná estão concentrados cerca de 80% da produção hídrica do país. Estas bacias cobrem cerca de 72% do

território brasileiro, dando-se destaque à Bacia Amazônica, que possui cerca de 60% da superfície do País.

Embora tamanha quantidade de água doce há um grave problema de abastecimento no País, que é devido ao crescimento das localidades e à degradação da qualidade da água. O baixo nível tecnológico-organizacional está em condições primárias de uso, recebendo a contribuição da ocupação rural, que aumenta o desmatamento das bacias hidrográficas. O grande desenvolvimento dos processos erosivos do solo faz com que haja um empobrecimento de pastagens nativas e redução das reservas de águas do solo, assim produzindo a queda da produtividade natural.

O conhecimento das variações de tempo, espaço das chuvas, descargas dos rios, de fatores ambientais, sócio-culturais, condições de uso e conservação dos seus recursos naturais permitem planejar, evitar ou atenuar os efeitos do excesso ou da falta de água.

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica do planeta, ou seja, 13,8% do deflúvio médio mundial. Conforme mostra quadro 2.

QUADRO 2: DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO PLANETA

Regiões	Oferta (Deflúvio médio)1998		Consumo	
	Total (Kg ³ /ano)	Per Capita (m ³ /hab/ano)	Total (Km ³ /ano).	Per Capita (m ³ /hab/ano)
África	3996	5 133.05	1 455.14	202
América do Norte	5 308.60	17 458.02	5 12.43	1798
América Central	1 056.67	8 084.08	96.01	916
América do Sul	10 080.91	30 374.34	106.21	335
Brasil	5 744.91	30374.34	36.47	246
Ásia	13 206.74	3 679.9	1 633.85	542
Europa	6 234.56	8 547.9	455.73	625
Oceania	1 614.25	54 794.12	16.73	591
Mundo	41 497.73	6 998.12	3240	645

FONTE: WRI, 1998C E ANEEL, 1999.

2.3.BACIAS HIDROGRÁFICAS

É a área ocupada por um rio principal e todos os seus tributários, cujos limites constituem as vertentes, que por sua vez limitam outras bacias. No Brasil, a predominância do clima úmido propicia uma rede hidrográfica numerosa e formada por rios com grande volume de água. As bacias hidrográficas brasileiras são formadas a partir de três grandes divisores:

- Planalto Brasileiro
- Planalto das Guianas
- Cordilheira dos Andes

Ressaltam-se oito grandes bacias hidrográficas existentes no território brasileiro; a do Rio Amazonas, do Rio Tocantins, do Atlântico Sul, trechos Norte e Nordeste, do Rio São

Francisco, as do Atlântico Sul, trecho leste, a do Rio Paraná, a do Rio Paraguai e as do Atlântico Sul, trecho Sudeste. Conforme mostra quadro 3.

QUADRO 3: BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS

Bacia Hidrográfica	Área (10 ³ Km ²)	%	População		Vazão (m ³ s)	Disponibilidade Hídrica (Km ³ /ano)
			Em 1996	%		
Amazonas	3900	45,8	6.687.893	4,3	133.380	4206,27
Tocantins	757	8,9	3.503.365	2,2	11.800	372,42
Atlântico do Norte	76	0,9	406.324	0,3	3.660	115,42
Atlântico Nordeste	953	11,2	30.846.744	20	5.390	169,98
São Francisco	634	7,4	11.734.966	7,5	2.850	89,98
Atlântico Leste 1	242	2,8	11.681.868	7,4	680	21,44
Atlântico Leste 2	303	3,6	24.198.545	15,4	3.670	115,74
Paraguai	368	4,3	1.820.569	1,2	1.290	40,68
Paraná	877	10,3	49.294.540	31,8	11.000	346,9
Uruguai	178	2,1	3.837.972	2,4	4.150	130,87
Atlântico Sudeste	224	2,6	12.427.377	7,9	4.300	135,6
Brasil	8512	100	157.070.163	100	182.170	5744,91

FONTE: ANA

Bacia Amazônica: É a maior superfície drenada do mundo. O Rio Amazonas, dependendo da nascente, é considerado o segundo (6.557 Km) ou o primeiro rio mais extenso do mundo. É o rio de maior vazão de água (100.000 m³/s), depositando aproximadamente 15% dos débitos fluviais totais do mundo. Possui uma largura média de 4 a 5 Km, podendo atingir mais de 10 Km em alguns pontos. Nasce na planície de La Raya, no Peru, com o nome de Vilcanota, desce as montanhas, recebendo os nomes de Ucaiali, Urubanda e Marañón. No

território brasileiro, recebe o nome de Solimões e, a partir da confluência com o Rio Negro, próximo a Manaus, é chamado de Amazonas. Dos seus mais de 7 mil afluentes, os principais são: Negro, Trombetas e Jarí (margem esquerda); Madeira, Xingu e Tapajós (margem direita)

A Bacia Amazônica possui cerca de 23.000 Km navegáveis, podendo atingir a Bacia Platina, a Bacia de São Francisco, a Bacia do Orenoco, na Venezuela, e o Rio Madalena, na Colômbia. Hoje, a travessia dessas e de outras passagens naturais ainda é difícil, mas vislumbra-se o dia em que será possível atravessar praticamente todo o continente sul americano. A pesca fluvial apresenta um enorme potencial ainda pouco explorado. Sabe-se da existência de inúmeras espécies de peixes com aproveitamento econômico viável.

Bacia do Tocantins: Com 803.250 Km² de área ocupada, é a maior bacia em território nacional. O principal rio é o Tocantins, que nasce em GO, nas confluências dos Rios Maranhão e Paraná, desaguando na foz do Rio Amazonas. É aproveitado pela Usina Hidrelétrica de Tucuruí, PA.

Bacia do Paraná: Pertence a uma bacia maior, não estando totalmente em território brasileiro, banhando também a Argentina e o Paraguai. No Brasil ocupa 10,1% da área do país. O Rio Paraná nasce da união dos Rios Paranaíba e Grande, na divisa MS/MG/SP; possuem o maior potencial hidrelétrico instalado no país, com destaque para a Usina Binacional de Itaipu, fronteira com o Paraguai. Os principais afluentes do Rio Paraná estão na margem esquerda: Tietê, Paranapanema e Iguçu. Na margem direita, recebe como principais afluentes os Rios Suruí, Verde e Pardo.

Além do potencial hidrelétrico, a Bacia do Paraná é utilizada para navegação, em trechos que estarão interligados no futuro com a construção de canais e eclusas.

Bacia do Uruguai: É formada pela união dos Rios Canoas e Pelotas, correndo em direção oeste, nas divisas dos estados de SC e RS, e em direção ao Sul, na fronteira do Rio Grande do Sul com Argentina. Os principais afluentes são os Rios do Peixe, Chapecó, Ijuí e

Turvo.

Tanto para a navegação como para hidrelétrica, a utilização é pequena em função da irregularidade da sua vazão e topografia do terreno.

Bacia do São Francisco: Nasce em MG, na Serra da Canastra, a mais de 1000m de altitude, atravessa o Estado da Bahia e banha as divisas dos Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe, uma região basicamente semi-árida.

É um rio de planalto; todavia, possui cerca de 2.000 Km navegáveis. Possui bom potencial hidrelétrico e nele está situado a Usina de Paulo Afonso, BA. Atualmente suas águas estão sendo desviadas para irrigação.

Bacia do Norte – Nordeste: Por onde correm os rios do Meio – Norte do país (Maranhão e Piauí), tais como o Paranaíba, o Gurupi, Pindaré, Mearim e Itapicuru. Integrante também dessa bacia os rios intermitentes ou temporários do sertão nordestino: o Jaguaribe, Acaraú, Apodi, Piranhas, Capibaribe, e outros.

Bacia do Leste É formada principalmente pelos Rios Jequitinhonha, Doce, Itapicuru e Paraíba do Sul.

Bacia do Sudeste – Sul: Entrecortada pelos Rios Ribeira do Iguape, Itajaí, Tubarão e Jacuí (que se denomina Guaíba em Porto Alegre).

2.4. HIDROVIAS NO BRASIL

Hoje, a navegação fluvial no Brasil está numa posição inferior em relação aos outros sistemas de transportes. É o sistema de menor participação no transporte de mercadoria no Brasil. Isto ocorre devido a vários fatores. Muitos rios do Brasil são de planalto, por exemplo, apresentando-se encachoeirados, portanto, dificultam a navegação. É o caso dos rios Tietê, Paraná, Grande, São Francisco e outros. São os rios de planície facilmente navegáveis

(Amazonas e Paraguai), os quais encontram-se afastados dos grandes centros econômicos do Brasil.

Nos últimos anos têm sido realizadas várias obras, com o intuito de tornar os rios brasileiros navegáveis. Eclusas são construídas para superar as diferenças de nível das águas nas barragens das usinas hidrelétricas. É o caso da eclusa de Barra Bonita no rio Tietê e da eclusa de Jupuí no rio Paraná, já prontas.

No Rio Grande do Sul foi feita a ligação do rio Jacuí ao Ibicuí, possibilitando assim a navegação de cerca de 300 km a partir de Porto Alegre, numa região próspera e que necessita de um sistema de transporte eficiente e barato.

Existe também um projeto de ligação da Bacia Amazônica à Bacia do Paraná. É a hidrovia de Contorno, que permitirá a ligação da região Norte do Brasil às regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, caso implantado. O seu significado econômico e social é de grande importância, pois permitirá um transporte de baixo custo.

O Porto de Manaus, situado à margem esquerda do rio Negro, é o porto fluvial de maior movimento do Brasil e com melhor infra-estrutura. Outro porto fluvial relevante é o de Corumbá, no rio Paraguai, por onde é escoado o minério de manganês extraído de uma área próxima da cidade de Corumbá.

2.5. TRANSPORTES HIDROVIÁRIOS

O Brasil tem mais de 4 mil quilômetros de costa atlântica navegável e milhares de quilômetros de rios. Apesar de boa parte dos rios navegáveis estarem na Amazônia, o transporte nessa região não tem grande importância econômica, por não haver nessa parte do País mercados produtores e consumidores de peso.

Os trechos hidroviários mais importantes, do ponto de vista econômico, encontram-se no Sudeste e no Sul do País. O pleno aproveitamento de outras vias navegáveis depende da construção de eclusas, pequenas obras de dragagem e, principalmente, de portos que possibilitem a integração intermodal. Entre as principais hidrovias brasileiras, destacam-se duas: Hidrovia Tietê-Paraná e a Hidrovia Taguari -Guaíba.

2.5.1. PRINCIPAIS HIDROVIAS

Hidrovia Araguaia-Tocantins: A Bacia do Tocantins é a maior bacia localizada inteiramente no Brasil. Durante as cheias, seu principal rio, o Tocantins, é navegável numa extensão de 1.900 km, entre as cidades de Belém, no Pará, e Peixes, em Goiás, e seu potencial hidrelétrico é parcialmente aproveitado na Usina de Tucuruí, no Pará. O Araguaia cruza o Estado de Tocantins de norte a sul e é navegável num trecho de 1.100 km. A construção da Hidrovia Araguaia-Tocantins visa criar um corredor de transporte intermodal na região Norte.

Hidrovia São Francisco: Entre a Serra da Canastra, onde nasce, em Minas Gerais, e sua foz, na divisa de Sergipe e Alagoas, o "Velho Chico", como é conhecido o maior rio situado inteiramente em território brasileiro, é o grande fornecedor de água da região semi-árida do Nordeste. Seu principal trecho navegável situa-se entre as cidades de Pirapora, em Minas Gerais, e Juazeiro, na Bahia, num trecho de 1.300 quilômetros. Nele estão instaladas as usinas hidrelétricas de Paulo Afonso e Sobradinho, na Bahia; Moxotó, em Alagoas; e Três Marias, em Minas Gerais. Os principais projetos em execução ao longo do rio visam melhorar a navegabilidade e permitir a navegação noturna.

Hidrovia da Madeira: O rio Madeira é um dos principais afluentes da margem direita do Amazonas. A hidrovia, com as novas obras realizadas para permitir a navegação noturna,

está em operação desde abril de 1997. As obras ainda em andamento visam baratear o escoamento de grãos no Norte e no Centro-oeste.

Hidrovia Tietê-Pará: Esta via possui enorme importância econômica por permitir o transporte de grãos e outras mercadorias de três estados: Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo. Ela possui 1.250 quilômetros navegáveis, sendo 450 no rio Tietê, em São Paulo, e 800 no rio Paraná, na divisa de São Paulo com o Mato Grosso do Sul e na fronteira do Paraná com o Paraguai e a Argentina. Para operacionalizar esses 1.250 quilômetros, há necessidade de conclusão de eclusa na represa de Jupia para que os dois trechos se conectem.

Taguari-Guaíba: Com 686 quilômetros de extensão, no Rio Grande do Sul, esta é a principal hidrovia brasileira em termos de carga transportada. É operada por uma frota de 72 embarcações, que podem movimentar um total de 130 mil toneladas. Os principais produtos transportados na hidrovia são grãos e óleos. Uma de suas importantes características é ser bem servida de terminais intermodais, o que facilita o transbordo das cargas. No que diz respeito ao tráfego, outras hidrovias possuem mais importância local, principalmente no transporte de passageiros e no abastecimento de localidades ribeirinhas.

2.6. ENERGIA HÍDRICA / ELÉTRICA

É a energia proveniente do movimento das águas. Ela é produzida por meio do aproveitamento do potencial hidráulico existente num rio, utilizando desníveis naturais, como quedas de água, ou artificiais, produzidos pelo desvio do curso original do rio.

Normalmente constroem-se diques que represam o curso da água, acumulando-a num reservatório a que se chama barragem. Esse tipo de usina hidráulica é denominado Usina com Reservatório de Acumulação. Em outros casos, existem diques que não param o curso natural

da água, mas a obrigam a passar pela turbina de forma a produzir eletricidade, denominando-se Usinas a Fio de Água.

Quando se abrem as comportas da barragem, a água presa passa pelas lâminas da turbina fazendo-a girar. A partir do movimento de rotação da turbina o processo repete-se, ou seja, o gerador ligado à turbina transforma a energia mecânica em eletricidade.

A energia elétrica gerada é levada através de cabos ou barras condutoras dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão (voltagem) elevada para adequada condução, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Desta forma, através de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequados para o consumo.

2.6.1. ÁGUA E MEIO AMBIENTE

As características físicas e geográficas do Brasil foram determinadas para implantação de um parque gerador de energia elétrica de base predominantemente hídrica.

O Brasil é um país privilegiado em recursos hídricos, e altamente dependente da energia hídrica, cerca de 95% da energia elétrica brasileira provém de rios.

O Brasil detém 15% das reservas mundiais de água doce disponível, porém só utiliza um quarto de seu potencial. E para alcançar a totalidade do potencial hídrico, seria necessário explorar o potencial da Amazônia.

A energia de origem hídrica é hoje a segunda maior fonte de eletricidade no mundo.

2.6.2.IMPACTOS E PROBLEMAS

Por muito tempo a energia hídrica foi considerada uma fonte limpa de energia. No entanto, ela acarreta uma série de conseqüências sócio-ambientais em função do alagamento de grandes áreas.

Construir uma barragem pode implicar em remover cidades inteiras, desalojar pessoas, capturar animais, acabar com florestas e sítios históricos, que ficarão submersos. Após os impactos iniciais, a energia seria limpa, mas a decomposição da biomassa inundada emite gás metano e polui a água com o excesso de matéria orgânica, em algumas usinas. O desmatamento antecipado da área a ser inundada pode evitar esses tipos de impactos.

Além disso, a construção de uma barragem é mais cara que algumas energias e muito demorada. Muitas vezes o curso natural do rio é alterado em função das áreas a serem alagadas, causando interferência nos ciclos naturais, reprodução e dispersão de peixes e outros animais aquáticos.

Atualmente, o impacto da construção de usinas tem sido cada vez mais fiscalizado por organizações não governamentais, associações de populações desalojadas e pela sociedade como um todo. Como conseqüência, muitos projetos de usinas estão atrasados por falta de licenciamento ambiental.

Com o iminente racionamento de energia no Brasil, o governo terá que modificar algumas regras em relação aos empreendimentos hidroelétricos para que não haja prejuízos maiores à sociedade.

2.6.3. INVENTÁRIO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO

A natureza dotou cada região do planeta com um número diferente de opções energéticas. Além disso, criou o desafio para descobri-las, avaliar o volume, desenvolver técnicas para seu uso e empregar todo o seu potencial de utilização econômica.

O conhecimento dos recursos e reservas energéticas é fundamental para se planejar o desenvolvimento nacional.

A cada ano, novas jazidas e novas tecnologias de aproveitamento de reservas energéticas são descobertas. Estas fazem com que o volume total calculado dos recursos e reservas energéticas nacionais seja acrescido.

As fontes primárias foram classificadas, no território brasileiro, em convencionais (térmicas e hidrelétricas) e não-convencionais. No horizonte dos próximos 20 anos, a termelétrica poderá ter uma participação de 10 a 15% nas fontes de energia elétrica, considerando que 35% do potencial hidrelétrico brasileiro situa-se na Amazônia, longe dos maiores centros consumidores: Sul e Sudeste.

Não poderíamos falar em potencial hídrico brasileiro sem considerar a hidrografia. Os fatores que favorecem ou dificultam os aproveitamentos hidrelétricos, que têm especial interesse nas análises, são a diferença de nível ou altura de queda e vazão ou descarga (volume de água médio anual por unidade de tempo: m^3/s).

2.6.4. USINAS E RESERVATÓRIOS BRASILEIROS

Não somente razões técnicas que definem o porte das barragens. A decisão por uma grande, média ou pequena barragem depende do volume do corpo d'água, suas características topo-altimétricas e de uma gama de considerações, com as necessidades do mercado e

oportunidades econômicas, aspectos políticos, avaliações de ordem social e das fragilidades ambientais das localidades+ ao máximo aproveitamento do potencial de um curso d'água. Algumas vezes são usos conciliados que estabelecem a cota máxima da elevação das águas: as barragens destinadas à navegação e de apoio a esta, ou cujo fim é a regularização da vazão e controle de cheias, ou irrigação, aquíicultura e muitos outros casos.

Na maioria das vezes, os custos são os fatores restritivos. Esses custos são tanto os da obra, diretos, como os indiretos e associados, relativos aos aspectos sócio-ambientais, de implantação de usos múltiplos e promoção do desenvolvimento regional, por exemplo.

As diferenças socioambientais entre as pequenas e grandes barragens, no fundo, serão na escala e na intensidade de impactos causados sobre o ecossistema primitivo. Quanto maior o vulto da obra hidráulica construída, tanto maior a modificação das condições naturais anteriores. Essas modificações têm sua maior expressão durante a formação do reservatório, mas não se restringem a esse período em somente à área física alagada.

A Rede Hidrometeorológica Nacional, conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, é composta hoje por 5.138 estações, das quais 2.234 pluviométricas, 1.874 fluviométricas e 1.030 de outros tipos, como sedimentométricas, telemétricas, de qualidade das águas, evaporimétricas e climatológicas.

A energia elétrica atende a cerca de 92% dos domicílios no país. A produção de energia é realizada por usinas hidrelétricas e termoelétricas, sendo que as usinas hidrelétricas respondem, por cerca de 97% da energia elétrica gerada. Conforme mostra o quadro 4.

QUADRO 4: PRINCIPAIS HIDRELÉTRICAS DO BRASIL

USINA	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE (MW)
REGIÃO NORTE		
Tucuruí	Rio Tocantins	3.980
Balbina	Rio Uatumã	250
REGIÃO NORDESTE		
Paulo Afonso	Rio São Francisco	2.460
Sobradinho	Rio São Francisco	1.050
Moxotó	Rio São Francisco	439,2
Itaparica	Rio São Francisco	1.500
Xingó	Rio São Francisco	3.000
REGIÃO SUDESTE		
São Simão	Rio Paranaíba	1.715
Nova Ponte	Rio Araguari	510
Água Vermelha	Rio Grande	1.380
Três Irmãos	Rio Tiête	808
Emborcação	Rio Paranaíba	1.192
Ilha Solteira	Rio Paraná	3.230
Porto Primavera	Rio Paraná	1.854
Jaguará	Rio Grande	426,6
Três Marias	Rio São Francisco	387,6
REGIÃO SUL		
Foz do Areia	Rio Iguaçu	2.511
Capivara	Rio Paranapanema	640
Itaipu	Rio Paraná	12.600
Parigot de Souza	Rio Capivari	246,96
Itaúba	Rio Jacuí	625
Salto Osório	Rio Iguaçu	1050
REGIÃO CENTRO-OESTE		
Ilha Solteira	Rio Paraná	3.230
Itumbiara	Rio Paranaíba	2.080
Jupia	Rio Paraná	1.411,20

FONTE: CEMIG

3. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

A formação das primeiras moléculas orgânicas ocorreu nas águas litorâneas dos oceanos primitivos. Nessa solução começaram a surgir os seres vivos, que nela encontraram os nutrientes necessários ao seu crescimento e evolução.

A água é um líquido inodoro, incolor e insípido, imprescindível para o desenvolvimento dos processos vitais de todos os seres vivos. Uma prova disso é o fato de que aproximadamente setenta por cento do peso do corpo humano é constituído de água.

Composição e estrutura. A água, substância de fórmula química H_2O , compõe-se de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, dispostos nos vértices de um triângulo isóscele. A ligação entre cada átomo de oxigênio e os átomos vizinhos tem caráter parcialmente covalente, de forma que o átomo de oxigênio divide um par de elétrons com cada um dos átomos de hidrogênio.

A localização desses pares de elétrons, no entanto, não é equidistante em relação aos dois átomos que formam a ligação covalente. Como o oxigênio tem maior afinidade por elétrons, isto é, eletronegatividade mais elevada, estes se encontram mais próximos do átomo de oxigênio, gerando uma carga negativa no vértice do triângulo ocupado por ele. Conseqüentemente, nos vértices ocupados pelos átomos de hidrogênio surge uma carga positiva. Por essa razão, diz-se que a molécula da água tem caráter polar, já que apresenta uma distribuição desigual de cargas na sua estrutura.

As moléculas de água, quando nos estados líquidos ou sólidos, tendem a associar-se através de ligações denominadas pontes de hidrogênio -- quando um átomo de hidrogênio ligado a um átomo eletronegativo forma uma ponte para um outro átomo eletronegativo. Embora de intensidade inferior à das ligações covalentes ou iônicas puras, esse tipo de ligação

é suficientemente forte para influenciar decisivamente as propriedades físicas e químicas da água.

Propriedades físicas. A água pura é insípida, inodora e praticamente incolor, apresentando, em grandes volumes, coloração ligeiramente azulada. Seu ponto de fusão é 0°C e de ebulição, 100°C , à pressão de uma atmosfera. A densidade da água varia com a temperatura, sendo seu valor máximo igual a aproximadamente $1,0\text{ g/cm}^3$, a 4°C . Além disso, observa-se que a água, ao congelar-se, sofre uma redução da densidade e, conseqüentemente, uma expansão de volume. Por esse motivo, o gelo -- água sólida -- flutua na água líquida. Essa característica permite que, no inverno, a água do fundo dos rios e lagos dos países frios continue líquida, enquanto a superfície recobre-se com uma camada de gelo, permitindo que peixes e outros seres sobrevivam nessas condições. Algumas anomalias encontradas nas propriedades físicas da água são explicadas pela presença de moléculas associadas. Assim, o ponto de ebulição da água, em comparação com o dos compostos de estruturas semelhantes, é bem mais elevado. A explicação para esse fato é a seguinte: para que a água entre em ebulição é preciso ceder energia para vencer as forças de atração intermoleculares (forças de Van der Waals) existentes entre todas as moléculas conhecidas, e também responsáveis pela associação das moléculas de água, as pontes de hidrogênio.

Propriedades químicas. Nas transformações químicas, a água pode funcionar, principalmente, como solvente e como reagente. A ação solvente é considerada como um processo físico, através do qual a água solubiliza os reagentes, permitindo um contato mais íntimo entre eles e acelerando as reações entre compostos sólidos e gasosos. Isso se dá graças a sua elevada constante dielétrica e à tendência de suas moléculas a se combinarem com íons dos reagentes previamente solubilizados, formando íons hidratados. A constante dielétrica da água, na temperatura ambiente, é de oitenta, isto é, duas cargas elétricas do mesmo módulo e

sinal repelem-se, dentro d'água, com uma força oitenta vezes menor do que o fariam se estivessem no ar. Esse fato é explicado pelo modelo dipolar: no interior de um campo elétrico, as moléculas de água, de caráter polar, orientam-se alinhando seu centro positivo na direção da porção negativa do campo e seu centro negativo na direção positiva. Assim, parte do campo elétrico inicial é neutralizado, tornando-se fraco. Desse modo, os íons dos cristais em meio aquoso podem separar-se do cristal muito mais facilmente que no ar, pois a força de atração eletrostática é oitenta vezes menor. Por essa razão, as soluções aquosas são consideradas boas condutoras de eletricidade. Por outro lado, cada íon negativo, quando em solução aquosa, atrai as extremidades positivas das moléculas de água vizinhas, o mesmo acontecendo com os íons positivos em relação às extremidades negativas. Isso faz com que os íons fiquem como que recobertos por uma camada de moléculas de água solidamente ligadas a eles, o que confere grande estabilidade à solução, sendo esse fenômeno conhecido como hidratação dos íons.

Água e geologia. Na atmosfera, a água se apresenta na forma de vapor, que pode sofrer condensação, precipitando-se como chuva, neve ou granizo, de acordo com as condições climatológicas presentes. Uma vez em contato com o solo, a água pode fluir, constituindo as chamadas águas superficiais, ou se infiltrar na terra, formando as correntes subterrâneas. As águas superficiais, por sua vez, através da ação do calor, evaporam e voltam à atmosfera, de onde o ciclo se reinicia. A evolução subterrânea da água depende fortemente das características geológicas do terreno. Ao atravessar uma camada de areia, por exemplo, seu movimento é muito lento, ao passo que, ao passar por uma zona de rochas calcárias, facilmente solúveis, forma correntes muito velozes, estabelecendo uma rede fluvial subterrânea. Em alguns casos, a água subterrânea pode ficar aprisionada entre duas camadas de rochas impermeáveis. Se essas camadas ou estratos afloram para a superfície, forma-se o que é chamado de fonte ou manancial. Quando isso não ocorre, a massa de água fica retida na

parte inferior do vale que é formado pelas rochas impermeáveis. Esse tipo de estrutura geológica é muito utilizado pelo homem para a construção de poços artesianos. A água é o principal agente geológico causador da erosão ou desgaste das rochas e do transporte de materiais. Quando a concentração dos compostos químicos dissolvidos nas águas naturais alcança um determinado valor, elas passam a chamar-se águas minerais. Se essas impurezas são constituídas de sais de cálcio e magnésio, a água se denomina água dura. A dureza é temporária quando os sais são bicarbonatos e permanente quando o cálcio e o magnésio apresentam-se na forma de outros sais. Além de impedir que o sabão faça espuma esses sais provocam outros inconvenientes. A água dura pode ser amolecida pelo tratamento com água de cal.

Água e os seres vivos. As principais funções da água nos organismos vivos relacionam-se ao transporte das substâncias reguladoras dos processos vitais e à manutenção das estruturas celulares dos tecidos. Dez por cento da água contida no corpo humano se encontra no sangue; vinte por cento se localizam nos interstícios celulares; e os setenta por cento restantes ocupam o interior das células. As membranas celulares são permeáveis à passagem da água, uma vez que é necessário manter as concentrações dos sais dissolvidos em equilíbrio no interior e no exterior da célula. Isso se consegue através da regulação da quantidade de água que entra e sai do corpo. Quando o nível de água no interior das células diminui, os receptores cerebrais localizados no hipotálamo detectam essa variação e ordenam, por meio de impulsos nervosos, a redução da eliminação da água pelos rins e da secreção salivar o que, por sua vez, causa secura bucal e sensação de sede. As plantas utilizam a água para transportar, das raízes até as folhas, as diferentes substâncias necessárias às suas funções vitais. Essa água de transporte constitui cerca de 75% do peso da planta e é eliminada nas folhas, através do processo de transpiração.

Água pesada. Utilizada como moderadora de nêutrons em reatores nucleares, a água pesada foi isolada pela primeira vez por Harold C. Urey, em 1931, através da eletrólise de uma solução de água e hidróxido de sódio. Com uma estrutura molecular semelhante à da água comum, a água pesada apresenta, em sua composição, dois átomos de deutério, -- um isótopo estável do hidrogênio com peso molecular duas vezes superior (P.M.= 2,0 g/mol) -- e um átomo de oxigênio.

A água comum contém cerca de um átomo de deutério para cada 6.760 átomos de hidrogênio. Quando submetida ao processo de eletrólise, a água libera no catodo, de preferência, moléculas de hidrogênio, e a solução fica assim enriquecida em deutério. A redução adequada do volume dessa solução produz óxido de deutério quase puro.

Essa operação, utilizada em larga escala até 1943, foi substituída por processos mais baratos, como, por exemplo, a destilação fracionada. Nesta última, a separação entre as duas substâncias se dá através da concentração, na fase líquida, da água pesada, graças a sua alta volatilidade em relação à da água comum. Embora essas duas substâncias não apresentem nenhuma diferença de comportamento químico, há grande diferença fisiológica entre ambas. Assim sendo, não se deve utilizar a água pesada para beber ou preparar alimentos.

Além de sua utilização em usinas geradoras de energia nuclear, a água pesada é largamente aplicada, em laboratório, como elemento traçador nos estudos das reações químicas e bioquímicas.

Água oxigenada. Composto químico cuja molécula é formada por dois átomos de hidrogênio ligados a dois átomos de oxigênio (H_2O_2). Líquido incolor, de densidade 1,47g/cm³, ponto de fusão -0,43o C e de ebulição 151o C, é poderoso oxidante, e age intensamente sobre as substâncias orgânicas. Empregada como anti-séptico e descolorante de

cabelos, entre outros usos, a água oxigenada comercial contém alguma quantidade de estabilizante para evitar sua decomposição.

Água mineral. Assim se denomina a água natural que se afasta de tal modo da média das águas potáveis de uso comum que pode ser usada com fins terapêuticos ou como água de mesa naturalmente gasosa. São características importantes das águas minerais: composição, temperatura, radioatividade e tonicidade. A classificação dos diversos tipos é bastante complexa, mas em linhas gerais, há dois tipos básicos: (1) água de dominante simples (um princípio químico em proporção muito maior) como as de Caxambu, São Lourenço, Lambari, Cambuquira (carbogasosas); as de Prata, Saltares, Boa Vista (bicarbonatadas); as de Vichy e Vals, na França, as de Caldas de Cipó, Muriçoca, Mosquete e Fervente (cloretadas); e (2) águas de dominante complexa (com mais de um princípio químico em proporção maior) como as de Brejo de Freitas, Pajé, Irai, Prado (bicarbonato-cloretadas); as de Poços de Caldas, Pocinhos, Araxá, Patrocínio, Chapecó (sulfurosas); as ferruginosas de Lambari, Cambuquira, Caxambu, São Lourenço e outras.

A temperatura depende da natureza e da profundidade do veio original. Considera-se termal toda água cuja temperatura é pelo menos 50 C superior à temperatura ambiente. Algumas vezes a temperatura atinge 44o C ou mesmo mais. A água é então chamada hipertermal. Esse é o caso das águas de Caldas de Piratininga e Caldas Novas, em Goiás. Utilizadas em banhos, as águas termais têm efeito comprovado nas dermatoses, artrites, reumatismos etc. Bebidas, têm efeito positivo na remoção de mucosidades, na estimulação gástrica, hepática e pancreática.

4. QUALIDADE DA ÁGUA

As técnicas e, principalmente, o equipamento empregado nas pesquisas hidrobiológicas varia conforme a finalidade do estudo que está sendo realizado, as características ambientais do rio ou lago considerado e, sobretudo, com os recursos disponíveis para a realização do trabalho. Estudos com finalidade técnica ou científica requerem, geralmente, aparelhos de grande complexidade e alta precisão. Para trabalhos em áreas reduzidas e análises de rotina, ou quando não se dispõe de grandes recursos financeiros, pode-se empregar equipamento mais modesto, aumentando o número de dados em poucos pontos de coleta, obtendo-se, dessa forma, uma precisão razoável de resultados, com um mínimo de despesas de material e operação.

A obtenção de informações integradas sobre um reservatório depende basicamente do estudo das interações que ocorrem entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento desse ecossistema. Porém, não se pode esquecer que estas interações estão vinculadas a uma escala temporal, refletindo um comportamento dinâmico e imprevisível, intrínseco a cada ambiente. Dessa forma, cabe ao pesquisador promover um levantamento prévio das características ambientais da área a ser estudada, a fim de definir o melhor ponto, horário e época para a realização dos trabalhos.

4.1. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

4.1.1. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

Os aspectos climatológicos de uma região influenciam diretamente o corpo d'água, provocando sensíveis alterações no seu metabolismo. Num período de maior precipitação pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande porte de material que é carregado

pelas chuvas para o corpo d'água em questão. O vento por sua vez pode provocar uma mistura na água, ocasionando uma suspensão de nutrientes das partes mais profundas.

As variáveis climatológicas podem ser obtidas através de aparelhos como o pluviômetro (precipitação), termômetro, anemômetro (vento) e luxímetro ou actinógrafo (radiação solar). Uma solução prática na falta deste material é a obtenção dos dados numa estação climatológica próxima ao local de estudo.

4.1.2. VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS

Da radiação que atinge a superfície da água, parte penetra e parte é refletida, voltando para a atmosfera. A quantidade de radiação refletida depende das condições da superfície da água (plana ou ondulada) e principalmente do ângulo de incidência da radiação sobre esta.

Ao penetrar na coluna d'água, a radiação é submetido a profundas alterações, tanto na sua intensidade quanto na sua qualidade espectral. Estas alterações dependem de vários fatores: quantidade de material dissolvido e quantidade de material em suspensão. A primeira alteração sofrida é a mudança de direção devido à refração provocada pela redução da velocidade ao penetrar no meio líquido. Em seguida, parte da radiação é absorvida e transformada em outras formas de energia, por exemplo, química pela fotossíntese e calorífica pelo aquecimento da água. Outra parte da radiação sofre dispersão devido ao "choque" com partículas suspensas ou dissolvidas na água. Assim, a absorção e a dispersão são os dois fatores principais, responsáveis pela atenuação da radiação com a profundidade nos ecossistemas aquáticos.

A determinação da radiação solar (na superfície e subaquática) pode ser feita através de um aparelho denominado "Quanta-Meter".

4.1.3.ZONA EUFÓTICA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA

A transparência da coluna d'água pode variar desde alguns centímetros até dezenas de metros. Essa região da coluna d'água é denominada zona eufótica e sua extensão depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática. O limite inferior da zona eufótica é geralmente assumido como sendo aquela profundidade onde a intensidade da radiação corresponde a 1% da que atinge a superfície.

Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez. Sua avaliação de maneira mais simples é feita através de um disco branco de 20 a 30 cm de diâmetro, denominado disco de Secchi. A medida é obtida mergulhando-se o disco branco no lado da sombra do barco, através de uma corda marcada. A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi corresponde àquela profundidade na qual a radiação refletida do disco não é mais sensível ao olho humano. A profundidade obtida em metros é denominada transparência de disco de Secchi.

4.1.4.TEMPERATURA DA ÁGUA

Nos ecossistemas aquáticos continentais, a quase totalidade da propagação do calor ocorre por transporte de massa d'água, sendo a eficiência deste em função da ausência ou presença de camadas de diferentes densidades.

Em lagos que apresentam temperaturas uniformes em toda a coluna, a propagação do calor através de toda a massa líquida pode ocorrer de maneira bastante eficiente, uma vez que a densidade da água nessas condições é praticamente igual em todas as profundidades, sendo o vento o agente fornecedor da energia indispensável para a mistura das massas d'água.

Por outro lado, quando as diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades, que em si já formam uma barreira física, impedindo que se misturem, e

A determinação do oxigênio dissolvido na água pode ser feita através do método "Winkler" ou eletrométrico.

4.1.6. PH E ALCALINIDADE

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade.

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. Às águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. As vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um peagômetro digital.

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados. Esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. A alcalinidade é determinada através da titulação.

4.1.7. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionada por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc.

A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas ($\text{pH} > 9$ ou $\text{pH} < 5$), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o H^+ e o OH^- .

A determinação da condutividade pode ser feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um condutivímetro digital.

4.1.8. DEMANDA BIOLÓGICA DO OXIGÊNIO (DBO) E DEMANDA QUÍMICA DO OXIGÊNIO (DQO)

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas,

na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

O teste de Demanda Química de Oxigênio (DQO) baseia-se no fato de que todos os compostos orgânicos, com poucas exceções, podem ser oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido. Uma das limitações, entretanto é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não biodegradável, a primeira determinada pelo teste de DBO. A vantagem é o tempo de teste, realizado em poucas horas, enquanto o teste de DBO requer no mínimo 5 dias (período de incubação).

4.1.9. MATERIAL EM SUSPENSÃO

Como o próprio nome já diz, o material em suspensão é o material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos (fito e zooplâncton). Sua principal influência é na diminuição na transparência da água, impedindo a penetração da luz.

Os valores para o material em suspensão podem ser obtidos através da filtragem da água com a utilização de filtros especiais e posterior análise espectrofotométrica.

4.1.10. COMPOSTO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO

As águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução e, além disso, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados, tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e

nitritos. Em geral, a presença destes denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças principalmente à presença de bactérias nitrificantes. Por essa razão, constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes.

Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e a sua economia, em uma massa d'água, é de importância fundamental no controle ecológico das algas. Despejos orgânicos, especialmente esgotos domésticos, bem como alguns tipos de despejos industriais, podem enriquecer as águas com esse elemento.

4.2.PARÂMETROS BIOLÓGICOS

4.2.1.COLIFORMES

O rio é habitado, normalmente, por muitos tipos de bactérias, assim como por várias espécies de algas e de peixes. Essas bactérias são importantíssimas porque, alimentando-se de matérias orgânicas, são elas que consomem toda a carga poluidora que lhe é lançada, sendo assim as principais responsáveis pela autodepuração, ou seja, limpeza do rio.

Porém, quando o rio recebe esgotos, ele passa a conter outros tipos de bactérias que não são da água e que podem ou não causar doenças às pessoas que beberem dessa água. Um grupo importante, dentre elas, é o grupo das bactérias coliformes.

Bactérias coliformes não causam doenças. Elas, ao contrário, vivem no interior do intestino de todos nós, auxiliando a nossa digestão. É claro que nossas fezes contêm um número astronômico dessas bactérias: cerca de 200 bilhões de coliformes são eliminados por cada um de nós, todos os dias. Isso tem uma grande importância para a avaliação da qualidade da água dos rios: suas águas recebem esgotos, fatalmente receberão coliformes.

A presença das bactérias coliformes na água de um rio significa, pois, que esse rio recebeu matérias fecais, ou esgotos. Por outro lado, são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças. Assim, se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo micróbios patogênicos. Por isso, a presença de coliformes na água indica a presença de fezes e, portanto, a possível presença de seres patogênicos.

4.3.COMUNIDADE PLANCTÔNICA

O conjunto de alterações que ocorrem num reservatório, ao longo de uma escala temporal variada, desencadeia diferentes respostas por parte da comunidade planctônica, que podem ser utilizadas como parâmetros em estudos limnológicos. A utilização da comunidade fitoplanctônica como bioindicadora de um ecossistema aquático se fundamenta na avaliação da base de uma cadeia alimentar, na qual os efeitos oriundos das alterações ambientais serão refletidos em todos os seus componentes e, conseqüentemente, no bioma como um todo. Mudanças na dinâmica da comunidade fitoplanctônica são reflexos das alterações físicas, químicas ou biológicas que ocorrem num corpo d'água.

5. POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Consideramos poluição como qualquer alteração em suas características físicas, químicas e biológicas, com prejuízo à sua utilização normal, seja como água potável, fonte de alimento (algas, peixes, moluscos e crustáceos). A Partir da Segunda metade do século, as transformações no perfil da economia brasileira e o crescimento demográfico refletiram fortemente sobre o uso de recursos hídricos. O aumento da demanda e na diversificação do uso aumentaram consideravelmente a poluição dos mananciais devido a descargas de afluentes industriais, vazamentos de indústrias, navios e oleodutos, venenos utilizados na agricultura, além de lixo e esgoto doméstico. Devido à precariedade da rede de esgotos sanitários em nosso país, grandes volumes de água contaminada com fezes humanas, restos de alimentos e detergentes são diariamente despejados sem tratamento em córregos, rios e mares, atingindo as formas de vida nesses ecossistemas aquáticos, além de comprometer seriamente a saúde humana. Os esgotos domésticos provocam dois tipos de contaminação das águas:

- Contaminação por bactérias: principalmente por coliformes presentes nas fezes humanas, responsáveis pela grande incidência de diarreias e infecções. Porcentagem considerável da mortalidade infantil no País é atribuída a doenças transmitidas através de água contaminada.
- Contaminação por substâncias orgânicas recalcitrantes, ou de difícil degradação. Como exemplo podemos citar os detergentes sulfônicos, cuja ação tóxica não é muito acentuada, mas os efeitos secundários são graves. Destroem as células dos as células dos microorganismos aquáticos, impedindo a oxidação microbiológica dos materiais biodegradáveis contidos nos esgotos. Reduzem também a taxa de absorção de oxigênio, diminuindo a velocidade de autodepuração dos rios.

5.1.OS EFLUENTES INDUSTRIAIS

O processo de industrialização tem sido historicamente um importante fator de degradação ambiental. O despejo de efluentes industriais nos corpos d'água, sem o devido tratamento, tem provocado sérios problemas sanitários e ambientais. Os principais poluentes de origem industrial são os compostos orgânicos e inorgânicos e metais pesados. Poluição por compostos orgânicos Um dos principais poluentes de águas continentais de origem industrial são os compostos fenólicos, provenientes de indústrias químicas e farmacêuticas e dos esgotos hospitalares que, mesmo em baixas concentrações, alteram a potabilidade da água e o sabor dos peixes contaminados. Outros poluentes importantes são os detergentes para limpeza de equipamentos, utilizados em indústrias diversas, afetando principalmente os peixes. Embora mais freqüentes nos mares e oceanos, existem registros de vazamento de petroleiros e oleodutos, podendo atingir o lençol freático e as águas subterrâneas. As indústrias de celulose e papel despejam nos rios efluentes compostos por fibras, breu, além da celulose, de difícil degradação.

5.2.POLUIÇÃO POR COMPOSTOS INORGÂNICOS

Os principais compostos inorgânicos que ameaçam a integridade dos recursos hídricos são basicamente os metais pesados, provenientes de indústrias químicas e farmacêuticas, de usinas siderúrgicas, indústrias de fertilidade, além das atividades de mineração.

5.3.ATIVIDADES AGRÍCOLAS

Os Esforços para aumentar a produção de alimentos para atendimento da crescente demanda alimentar dos centros urbanos, bem como do mercado externo, tem concorrido para a difusão de práticas agrícolas responsáveis pelo agravamento da poluição das águas continentais. Duas causas principais:

5.4.USO DE AGROTÓXICOS

Tem sido comum, nas últimas décadas, o uso intensivo de inseticidas, herbicidas e fungicidas para proteger as plantações e ataques de pragas que ameaçam as colheitas e os lucros dos produtos rurais. Muitas vezes, sem orientação técnica, os agrotóxicos são indevidamente lançados sobre as plantações e os solo que, levados pela chuva, acabam atingindo, rios, lagos e alcançam finalmente os mares. Mesmo em baixas concentrações, tais substancias podem ser perigosas, principalmente aquelas de difícil degradação e estão sujeitas as contaminações cumulativas, como os produtos organoclorados. O fenômeno de bioacumulação pode atingir cadeias alimentares inteiras a partir de pequenas concentrações tóxicas. Basta que num lago ou rio, por exemplo, microorganismos aquáticos retenham pequena concentração de um clorado, proveniente de uso agrícola. Pequenos peixes que se alimentam, desses microorganismos potencializam essa intoxicação, aumentando a concentração dessas substâncias em seus organismos. Peixes maiores que se alimentam dos pequenos também se contaminam, elevando a referida concentração tóxica, que pode atingir aves em concentrações mais elevadas e o próprio homem, quando se alimentam de peixes contaminados, com graves prejuízos à saúde dos animais e seres humanos.

5.5.USO DE FERTILIZANTES

Para aumentar a produtividade agrícola, tornou-se habitual o emprego de fertilizantes químicos inorgânicos ricos, principalmente em nitrogênio e fósforo. As chuvas se constituem no principal veículo desses nutrientes, principalmente os nitrogenados e os fosfatados que levados dos campos de cultivo para os corpos d'água, contribuem para a proliferação de microorganismos autótrofos, grandes consumidores de oxigênio dissolvido na água, em prejuízo das demais espécies que habitam esses ambientes aquáticos. Os processos de eutrofização podem provocar a morte de peixes e outras espécies aquáticas. Além disso, águas com alto teor de nitrato podem causar problemas de saúde humana, como diminuição da capacidade do sangue transportar oxigênio, pela formação de uma substância denominada metamoglobina, ao invés da hemoglobina, que não possui afinidade com a molécula de oxigênio. O nitrato, reduzido a nitrito no intestino, pode reagir com aminas secundárias e formar nitrosaminas, que são substâncias cancerígenas. Outro problema que pode ser citado é a contaminação por metais pesados, principalmente pelos fertilizantes que contêm micronutrientes, cuja fonte para fabricação são escórias industriais.

6. AUTODEPURAÇÃO DOS RIOS

É o processo de transformação dos esgotos e resíduos orgânicos que são lançados nos cursos de água resultando na formação de pequenas quantidades de sais minerais dissolvidos na água. Podemos dizer que é um processo natural de depuração que depende do volume da carga poluidora, do espaço de tempo e da extensão do rio, fazendo com que as águas voltem às suas características naturais.

Os esgotos e resíduos orgânicos que são lançados a um rio vão pouco a pouco, sofrendo um processo de transformação ou estabilização, da qual resulta a formação de pequenas quantidades de sais minerais dissolvidos na água. O rio, depois de poluído, sofre um processo de autodepuração, mediante o qual ele volta às suas características iniciais. Além da estabilização dos compostos orgânicos, ou seja, transformação de compostos instáveis em estáveis, que não mais se transformam, e de recuperação do oxigênio que foi consumido, a autodepuração compreende, também, a destruição dos organismos patogênicos que foram introduzidos no rio juntamente com os esgotos. Como vimos anteriormente, tais organismos, na água encontra-se em um ambiente desfavorável à sua sobrevivência. Vários são os fatores que concorrem para a sua destruição. Entre estes, devem ser destacados:

Os raios ultravioletas da luz solar; a presença de microorganismos aquáticos que se alimentam de bactérias; a tendência à precipitação, geralmente na forma de flocos gelatinosos que vão ao fundo; as variações de temperatura e a presença de oxigênio no ambiente. A água que uma cidade bebe precisa ter boa qualidade; precisa ser conhecida nos vários caminhos por onde passa até chegar à torneira de uma residência ou de uma indústria.

7. A ESCASSEZ DA ÁGUA

Em menos de 50 anos, mais de quatro bilhões de pessoas, ou 45% da população mundial, estarão sofrendo com a falta de água. O alerta partiu da Organização das Nações Unidas, em relatório apresentado na 7ª Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, realizada no final de 2001, no Marrocos. A entidade afirma que, antes de chegarmos à metade do século, muitos países não atingirão os 50 litros de água por dia necessário para atender às necessidades humanas. Os países em desenvolvimento são os que correm maiores riscos, segundo a ONU, uma vez que a quase totalidade do crescimento populacional previsto para os próximos 50 anos acontecerá nessas regiões. A entidade aponta como causas para a crise de escassez que se avizinha os crescimentos populacionais, hoje são seis bilhões e a previsão é que nos próximos 50 anos a população do planeta chegue a nove bilhões, o desperdício, a poluição e os desmatamentos, que fragilizam o ecossistema nas regiões dos mananciais e impedem que a água fique retida nas bacias. No cenário futuro projetado, a água se tornará um bem escasso e será a mercadoria mais preciosa do século XXI. E, assim como ocorre com o petróleo, o controle de recursos hídricos será causa de conflitos e guerras em diversas partes do mundo.

Em muitas regiões do planeta esse cenário já é uma dura realidade. Exemplos dramáticos ocorrem em alguns países da África, aonde os habitantes chegam a andar cinco horas por dia para levar uma única lata de água suja para casa. É com ela que eles tentarão suprir todas as suas necessidades: matar a sede, cozinhar e, se possível, lavar a roupa e tomar banho. A luta pela posse da água também está por trás de muitos dos conflitos “étnico-religiosos” que acontecem hoje no Oriente Médio, Europa Oriental e no continente africano.

A água já começa a ficar escassa em lugares que, até pouco tempo atrás, nunca tiveram problemas quanto ao seu suprimento. Como, por exemplo, em muitas regiões dos Estados

Unidos. Segundo artigo do jornal The New York Times, publicado no Brasil em agosto do ano passado pelo jornal Estado de São Paulo, a falta de água é tão grave em muitas cidades da Flórida que “pessoas têm sido levadas aos tribunais e multadas por violarem rigorosas metas de racionamento de água”. O artigo diz também que algumas regiões, como a úmida Seattle ou os seis municípios que margeiam o Lago Michigan, uma das maiores reservas de água doce do mundo, estão ameaçados de enfrentar falta de água dentro de 20 anos.

Falar de escassez em um planeta que tem 70% de sua superfície cobertos por água pode parecer um contra-senso. No entanto, a maior parte desse volume (97,5%) encontra-se nos mares e oceanos. Trata-se, portanto, de água salgada, imprópria para o consumo humano e para a produção de alimentos. E os 2,5% restantes de água doce também não estão inteiramente disponíveis para o uso: a maior parte dela (68,9%) encontra-se nas calotas polares e geleiras, 29,9% constituem as águas subterrâneas e 0,9% são relativas à umidade dos solos e pântanos. A água dos rios e lagos representa apenas 0,3% do total de água doce do planeta.

Mesmo pequena essa parcela seria mais que suficiente para atender à demanda da população terrestre, se estivesse distribuída de forma homogênea em todas as regiões. No entanto, isso não acontece. Somente 23 países detêm dois terços das reservas de água potável. Cerca de 47% dos recursos hídricos do planeta estão na América do Sul e, desse total, mais da metade (53%) estão no Brasil. Segundo o pesquisador do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), Otávio Branco, em palestra no VIII Congresso Geral de Energia Nuclear (CGEN), não fosse esse importante detalhe, cada habitante da Terra teria disponível nos rios, atualmente, de seis a sete vezes as quantidades de água estimada como razoável pela ONU.

A conscientização para a questão da água vem crescendo nos últimos anos, na esteira das discussões internacionais em torno da preservação do meio-ambiente e do combate à fome

e à mortalidade infantil. No entanto, a forma como essas discussões vêm sendo conduzidas pelas entidades internacionais é criticada por especialistas. Autoridades em água no país acusam entidades responsáveis de fazerem afirmações alarmistas e sem base concreta, as avaliações divulgadas nos relatórios são baseadas no volume acumulado dos rios e demais fontes de água doce, sem levar em consideração que esse volume é anualmente renovado e reciclado pelas chuvas. De forma que, hoje, a humanidade consome apenas 11% das descargas hídricas, mas o faz de forma danosa e com imenso desperdício.

As entidades internacionais tentam atribuir aos países do Terceiro Mundo a responsabilidade pela escassez de água, na medida em que não possuem nenhum tipo de política de planejamento familiar, poluem os rios e lagos e destroem o meio-ambiente. “O relatório apresentado pela ONU, na reunião de Marrakesh, afirma que, se a taxa de natalidade não diminuir, não haverá água para todo mundo. No entanto, se esquece de dizer que os países desenvolvidos consomem 20 vezes mais água que os subdesenvolvidos, uma vez que são mais industrializados. São esses países que precisam usar a água com mais responsabilidade”. As críticas não poupam a FAO (Food and Agriculture Organization), que também divulgou relatório alertando para a crise mundial de água. Embora a agricultura seja a atividade que mais consome água com um enorme desperdício o relatório não faz nenhuma consideração sobre esse fato e sobre a necessidade de se melhorar a eficiência da produção agrícola.

O Brasil concentra cerca de 15% da água doce do planeta. Mas esse “privilégio” da natureza não impediu que o país venha enfrentando, há muito tempo, situações de escassez localizada. Enquanto em muitas regiões a água é tanta que a população tem hábitos como usar o jato da mangueira para varrer quintais e calçadas (“vassoura hidráulica”, na expressão bem humorada do Prof. Rebouças), ficar horas embaixo do chuveiro e deixar a torneira aberta enquanto escova os dentes, em outras, como o interior do Nordeste, a estiagem seca as

lavouras, mata o gado, provoca doenças, fome e o êxodo da população para áreas mais desenvolvidas.

A escassez de água já está se disseminando para outras regiões, como o desenvolvido Sudeste. A cidade de São Paulo, a segunda maior da América Latina e uma das maiores do mundo são um exemplo. Desde o final da década de 80, a população da cidade vê-se às voltas com períodos de racionamento. Em 2000, mais de três milhões de pessoas foram atingidas pela suspensão temporária do abastecimento. Há bairros de periferia do Rio de Janeiro, onde a água encanada só chega às residências uma vez por semana. Em alguns deles, nem isso. Sem alternativa, a população consome a água de poços de fundo de quintal, geralmente inadequada para o uso humano.

A falta de investimento em saneamento básico é um dos fatores que mais contribuem para reduzir a disponibilidade de água para o abastecimento. O despejo de esgotos in natura e de poluentes e resíduos industriais nos rios torna cada vez mais difícil – e onerosa – a purificação das águas que chegam às estações de tratamento. Um exemplo disso ocorreu recentemente, na cidade do Rio de Janeiro. No final do ano passado, a água que chegava às torneiras dos cariocas exalava odor forte, tinha gosto ruim e provocou enjôos e dor de cabeça em uma boa parte da população. O problema, segundo as autoridades, era causado pela proliferação anormal de uma alga, em decorrência, por sua vez, do aumento da poluição nos rios que abastecem o Reservatório do Guandu.

Outra importante causa da redução da disponibilidade de água é o desperdício. Cerca de 45% da água tratada no país é perdida em vazamentos e ligações clandestinas. A situação é ainda pior em lugares como Fortaleza, onde cerca de 70% da água tratada se perde em vazamentos antes de chegar às torneiras. O desperdício é o grande problema brasileiro. Praticamente mais de 90% dos estados do Brasil têm mais de mil metros cúbicos/ano de água por habitante, o que é uma média excelente. Israel tem 350 metros cúbicos/ano e uma

qualidade de vida muito superior à nossa, assim como o seu PIB/per capita, que também é superior ao brasileiro.

O uso múltiplo além de contribuir para a racionalização do uso da água, a crise de energia também está trazendo à tona um problema antigo: a disputa por recursos hídricos entre três atividades econômicas igualmente essenciais que são a produção de energia, a agricultura e o transporte. Na medida em que esses outros usos passam a competir por um bem que é de domínio público, torna-se imperiosa a necessidade de regulação e ordenamento das atividades.

A falta de água potável em muitas regiões de seu vasto território é um dos principais problemas enfrentados pela China. Para resolvê-lo, o país estuda diferentes estratégias que vão da construção de extensas tubulações, canais e estações de bombeamento, à instalação de grandes centros de dessalinização de água do mar movidos a energia nuclear. Cientistas do Instituto de Engenharia Nuclear da China estão estudando a implantação de instalações com capacidade de até 100 milhões de metros cúbicos por ano, capazes de assegurar as necessidades de água da grande população concentrada no nordeste do país.

Assim como a China, outros países asiáticos, do norte da África e Oriente Médio vêm na dessalinização das águas de mares e oceanos uma alternativa concreta para enfrentar a falta de água potável. Alguns, como a Arábia Saudita, utilizam o processo em larga escala. Todos esses processos utilizam grandes quantidades de energia, e providenciar a energia requerida compõe grande parte do custo total da água produzida por metro cúbico. Justamente por este motivo, o uso da energia nuclear vem sendo cada vez mais considerado para projetos de dessalinização.

No Brasil a dessalinização começa a ser objeto de estudo por parte de órgãos de governo. Ela é um recurso para países como a Arábia Saudita, onde alternativas de água doce são extremamente difíceis. No caso brasileiro, ainda não sabemos se ela se aplica. No entanto,

o assunto tem merecido grande interesse e, nesse sentido, as autoridades vem montando uma plataforma de estudos junto com o Ministério de Ciência e Tecnologia”, explica o diretor da ANA, Benedito Braga.

A região Nordeste tem sido apontada como uma área com grande potencial para a implantação de projetos de dessalinização. Eles beneficiariam principalmente cidades litorâneas, que têm atualmente nos poços artesianos uma importante fonte de abastecimento de água. Com a intensificação do uso desses poços, prevê-se que em futuro próximo, só se conseguirá extrair deles água salobra. Em Recife, por exemplo, a cada ano que passa, percebe-se a dificuldade em conseguir abastecer a cidade durante longos períodos de estiagem.

Estamos diante de uma grave crise hídrica que caminha rapidamente para níveis desastrosos. Sempre tivemos a fantasia que nossos imensos recursos hídricos eram inesgotáveis, que podíamos superexplorar ao infinito. Mas hoje sobram provas de que a água torna-se um recurso cada vez mais escasso.

A crise de energia é a primeira prova indiscutível de nossa incompetência no gerenciamento de bacias. O desmatamento, a ocupação irracional do solo e a superexploração são os mais importantes fatores do esgotamento de nossas bacias, dos reservatórios e dos rios que os abastecem. A floresta é fundamental para o ciclo hidrológico porque a “produção” de água é uma das principais funções da floresta. No entanto, o desmatamento, a ocupação irracional das áreas de mananciais, as queimadas e outras irresponsabilidades crônicas continuam a reduzir a nossa cobertura vegetal, contribuindo para a diminuição da média e da distribuição pluviométrica.

E não adianta ficar empurrando as responsabilidades. É da nossa cultura acreditar que a culpa é sempre do outro. Não é verdade. A culpa é minha, sua, da sociedade, da prefeitura, do estado e da união. Todos nós fazemos parte do problema e devemos contribuir para a

solução. A solução é simples - cada um faz a sua parte da melhor forma que puder. Vamos reduzir e racionalizar o nosso consumo pessoal e familiar. Além disto, devemos cobrar e pressionar os governos, as empresas e os políticos. Pressionar e boicotar se for preciso. Nas eleições, por exemplo, temos a obrigação e a responsabilidade de votar nos candidatos que tiverem claro e verdadeiro compromisso com a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável.

8. GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), criado pela Lei nº 9.433/97, estabeleceu um arranjo institucional claro e baseado em novos princípios de organização para a gestão compartilhada do uso da água.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) é o órgão mais expressivo da hierarquia do SINGREH, de caráter normativo e deliberativo, com atribuições de: promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacionais, regionais, estaduais e dos setores usuários; deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos; acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso. Cabe ao Conselho decidir sobre as grandes questões do setor, além de dirimir as contendas de maior vulto.

Caberá também ao CNRH decidir sobre a criação de Comitês de Bacias Hidrográficas em rios de domínio da União, baseado em uma análise detalhada da bacia e de suas sub-bacias, de tal forma que haja uma otimização no estabelecimento dessas entidades. Para tanto, estabeleceu, através da Resolução nº 05 de 10 de abril de 2000, regras mínimas que permitem demonstrar a aceitação, pela sociedade, da real necessidade da criação de Comitês.

O CNRH é composto, conforme estabelecido por lei, por representantes de Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos; representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; representantes dos usuários dos recursos hídricos e, representantes das organizações civis de recursos hídricos. O número de representantes do poder executivo federal não poderá exceder à metade mais um do total dos membros do CNRH.

A representação dos usuários ficou definida para os setores de irrigantes, indústrias, concessionárias e autorizadas de geração hidrelétrica, pescadores e lazer e turismo, prestadores de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário, e hidroviários.

Dentre as organizações civis de recursos hídricos foram definidas: comitês de bacias hidrográficas, consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas; organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos e, organizações não governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade. Desde a instalação do CNRH, em novembro de 1998, até o momento já foram aprovadas 24 Resoluções.

O CNRH (<http://www.Cnrh-srh.Gov.br>) é o principal fórum de discussão nacional sobre gestão de recursos hídricos, exercendo o papel de agente integrador e articulador das respectivas políticas públicas, particularmente quanto à harmonização do gerenciamento de águas de diferentes domínios.

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia sob regime especial com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. É responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

O projeto de criação da ANA foi aprovado pelo Congresso no dia 7 de junho de 2000, transformando-se na Lei 9.984, sancionada pelo Presidente da República em exercício, Marco Maciel, no dia 17 de julho do mesmo ano.

Além de responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, a ANA deve implementar a Lei das Águas, de 1997, que disciplina o uso dos recursos hídricos no Brasil.

O Comitê de Bacias Hidrográficas é um órgão colegiado, inteiramente novo na realidade institucional brasileira, contando com a participação dos usuários, da sociedade civil

organizada, de representantes de governos municipais, estaduais e federais. Esse ente é destinado a atuar como “parlamento das águas”, posto que é o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas têm, entre outras, as atribuições de: promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia; articular a atuação das entidades que trabalham com este tema; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Comporão os Comitês em rios de domínio da União representantes públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos municípios e representantes da sociedade, tais como, usuários das águas de sua área de atuação, e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

A proporcionalidade entre esses segmentos foi definida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, através da Resolução nº 05, de 10 abril de 2000. Esta norma estabelece diretrizes para formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, representando um avanço na participação da sociedade civil nos Comitês. A Resolução prevê que os representantes dos usuários sejam 40% do número total de representantes do Comitê. A somatória dos representantes dos governos municipais, estaduais e federais não poderá ultrapassar a 40% e, os da sociedade civil organizada ser mínimo de 20%.

Nos Comitês de Bacias de rios fronteirços e transfronteirços, a representação da União deverá incluir o Ministério das Relações Exteriores e, naqueles cujos territórios abranjam terras indígenas, representantes da Fundação Nacional do Índio – FUNAI e das respectivas comunidades indígenas.

Cada Estado deverá fazer a respectiva regulamentação referente aos Comitês de rios de seu domínio. Alguns Estados, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Espírito Santo já estão em estágio bem avançado no processo de regulamentação, com diversos Comitês criados.

As Agências de Águas em rios de domínio da União previstas na Lei nº 9.433, de 1997, atuarão como secretarias executivas do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica.

A criação das Agências está condicionada, em cada bacia, à prévia existência do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e à sua viabilidade financeira.

As principais competências da Agência de Água, previstas na Lei das Águas, são: manter balanço hídrico da bacia atualizado; manter o cadastro de usuários e efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; analisar e emitir pareceres sobre os projetos e as obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sua área de atuação; gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências; promover os estudos necessários para a gestão de recursos hídricos em sua área de atuação; elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; propor ao respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos, o plano de aplicação de recursos e o rateio de custos das obras de uso múltiplo.

A figura jurídica das Agências de Água em rios de domínio da União deverá ser estabelecida por uma Lei específica. A criação desses entes dependerá da autorização do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, ou dos respectivos Conselhos Estaduais de

Recursos Hídricos, mediante solicitação de um ou mais Comitê de Bacia Hidrográfica. A área de atuação das Agências de Água, em rios de domínio federal, deverá ser a bacia hidrográfica do Comitê solicitante. Essa área de atuação poderá se estender a mais de uma bacia hidrográfica, se os Comitês dessas bacias assim desejarem.

Cada Estado brasileiro poderá estabelecer, segundo as especificidades locais, a figura jurídica que melhor provier, para a Agência de Água (ou de Bacia). O Estado de São Paulo, por exemplo, criou através da Lei nº 10.020/98, a figura de Agências de Bacia como Fundação de Direito Privado.

9. DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA

Criado pela ONU em 1992, a partir das recomendações da Conferência do Rio, contidas na Agenda 21, o Dia Internacional da Água vem sendo comemorado anualmente no dia 22 de março, com atividades concretas que promovam a consciência pública sobre o significado d'água. Na atualidade, todo o mundo, os governos, os cientistas, ambientalistas e amplos setores das comunidades vêm demonstrando crescente preocupação com esse elemento natural que dispõe dois terços da superfície da Terra e cuja ocorrência em estado líquido é condição essencial para a existência da vida no planeta.

A Declaração Universal dos Direitos da Água resume a concepção de sua importância no mundo hoje e os caminhos adequados para sua conservação e, por decorrência, da preservação da vida.

A presente Declaração Universal dos Direitos da Água foi proclamada tendo como objetivo atingir todos os indivíduos, todos os povos e todas as nações, para que todos os homens, tendo esta Declaração constantemente presente no espírito, se esforcem através da educação e do ensino em desenvolver o respeito aos direitos e obrigações nela anunciados e assumam, com medidas progressivas de ordem nacional e internacional, o seu reconhecimento e a sua aplicação efetiva.

O texto abaixo merece profunda reflexão e divulgação por todos os amigos e defensores do Planeta Terra, em todos os dias.

A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão, é plenamente responsável aos olhos de todos.

A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura.

Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.

O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.

A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.

A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.

A utilização da água implica em respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.

A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.

O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

Fonte: ONU (Organização das Nações Unidas)

10. LEGISLAÇÃO DA ÁGUA

Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997- Institui a Política Nacional de recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

Lei Estadual 12.726 de 26 de novembro de 1999- Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.

Decreto Estadual 2.314 de 17 de julho de 2000-Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Decreto Estadual 2.315 de 17 de julho de 2000-Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacias Hidrográficas.

Decreto Estadual 2.316 de 17 de julho de 2000-Regulamenta a participação de Organizações Cívicas de Recursos Hídricos no Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Decreto Estadual 2.317 de 17 de julho de 2000-Regulamenta a competência da Secretaria de Estado do meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Decreto Estadual 4.646 de 31 de agosto de 2001-Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos.

Decreto Estadual 4.647 de 31 de agosto de 2001-Aprova o regulamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

Decreto Estadual 4.320 de 28 de junho de 2001-Nomeia os Membros do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Decreto Estadual 5.075 de 28 de novembro de 2001-Retifica o Decreto Estadual N° 4.320 de 28 de junho de 2001.

Decreto Estadual 5.361 de 26 de fevereiro de 2002-Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos.

10.1. RESOLUÇÕES DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Resolução Conama 20/86-Classifica águas conforme uso e estabelece padrões de qualidade de água.

Resolução Conama 274/00-Estabelece critérios para a balneabilidade.

11. PROGRAMA ESTADUAL DE USO RACIONAL DE ÁGUA POTÁVEL

O Programa Estadual de Uso Racional de Água Potável foi instituído em 15/05/01 (Decreto Estadual 45.085/01), com o objetivo de estabelecer uma cultura de uso responsável da água pelos órgãos públicos estaduais, mediante implantação de metodologias, promoção e articulação de ações visando a redução do consumo e o uso racional da água potável.

O Conselho de Orientação do Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável – CORA, colegiado gestor do Programa, é formado por representantes das seguintes Secretarias:

- Recursos Hídricos, Saneamento e Obras (cujo representante exerce a Presidência do Conselho e a Coordenadoria de Saneamento a Secretaria Executiva);
- Governo e Gestão Estratégica;
- Economia e Planejamento;
- Fazenda;
- Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico;
- Meio Ambiente.

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Constituem as atribuições principais do CORA:

- Orientar e coordenar as ações que objetivam o controle do uso racional de água;
- Estabelecer e acompanhar as metas de redução; e
- Fornecer material de apoio institucional.

Para a implementação e o acompanhamento das ações locais foram criadas em cada UA (Unidade Administrativa) as CIRAS – Comissões Internas de Uso Racional da Água Potável.

São atribuições das CIRAS:

- Implantar o Programa Interno de Uso Racional da Água Potável do órgão ou entidade a que pertence, em consonância com o estabelecido no artigo 2º do referido Decreto;
- Identificar o potencial de redução do consumo da água potável resultado da implementação das recomendações de que trata o § 2º do artigo 2º do decreto;
- Empreender ações visando conscientizar e envolver todos os servidores quanto ao Programa Interno de Uso Racional da Água Potável;
- Manter permanente avaliação do consumo de água potável e dos resultados das ações empreendidas;
- Realizar a avaliação dos resultados obtidos, propor novas metas e formular recomendações;
- Submeter ao Conselho de Orientação do Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável - CORA, até o dia 1º de novembro de cada ano, um programa de metas de racionalização do uso da água para o ano subsequente;
- Elaborar e submeter ao Conselho de Orientação do Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável - CORA um relatório de implantação do Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável, quando solicitado.

CONCLUSÃO

O gerenciamento futuro de nossos recursos hídricos exigirá grandes esforços para que a água seja usada de modo mais eficiente e para proteger sua qualidade. Grandes esforços para aumentar a conservação e eficiência são necessários. Nos E.U.A., apenas seis estados possuem programas abrangentes de conservação de água. Em virtude do uso na agricultura responde por grande parte do total de uso de água, a melhoria da eficiência na irrigação é uma das maiores prioridades.

Todavia, os poluidores deveriam contribuir com a maior parcela de recursos necessários para prover água potável e proteger a saúde. Investimentos no futuro devem ser feitos hoje, antes que os custos à sociedade se tornem incontroláveis, e contaminação de nossos suprimentos de água gere uma crise.

Através de melhorias na coleta e armazenamento da água, do aumento da reciclagem da água e da eficiência no uso, e da proteção da qualidade da água, estaremos aptos a estender nossos recursos globais de água quase indefinidamente; porem, para isso precisamos agir logo. Cooperação internacional no uso da água, tecnologia e monitoração são importantes ao sucesso desses esforços.

O estudo da disciplina jurídica das águas enseja algumas considerações. Os instrumentos da Política podem ser classificados em duas finalidades básicas: os de planejamento como forma de orientar o uso das águas e os de controle com intuito de evitar-se o dano.

É digno de nota o rebatimento indireto de instrumentos da Política de Recursos Hídricos no ordenamento do solo, o que suscita uma questão de divisão de competências de caráter constitucional, pois o ordenamento do solo é competência municipal. É necessárias a cooperação e a colaboração, pois o município deverá, necessariamente, na formulação de suas

leis sobre ocupação do solo, organizar-se de acordo com as decisões do Comitê de Bacia Hidrográfica, do qual faz a mesma parte integrante e que representa um interesse geral.

Quanto ao gerenciamento, há os sistemas estaduais e o sistema federal de gerenciamento de recursos hídricos. Dessa forma, é necessariamente que haja cooperação entre União e Estados e entre Estados, com a colaboração dos municípios, no gerenciamento da água, até porque a unidade de planejamento e gerenciamento é a bacia hidrográfica que contém, em muitos casos, águas federais, águas estaduais e o solo, sob competências municipais.

Sendo recente a legislação, e considerando que é necessário um espaço de tempo para implantar um sistema administrativo destinado a executar uma política, a análise sobre a efetividade somente pode ser efetuada a respeito do conteúdo da lei.

A lei fornece os contornos necessários à implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e seu sistema de gerenciamento. Entretanto, é muito mais o que fazer. A lei é adequada, mas não suficiente. É necessário que os usuários se organizem participando dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Deve haver colaboração da população, em geral, devidamente informada dos riscos que se corre em matéria de abastecimento público.

As falhas serão verificadas por meio da poluição, da escassez e de doenças causadas por vetores hídricos, o que contribui para a continuidade do desrespeito às regras, da impunidade, e para o empobrecimento do país.

Os resultados do desrespeito às normas não são de ordem acadêmica ou filosófica: a água que falta para beber atinge o homem em sua necessidade mais básica, o direito à vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, ANA, **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**, 2ª Edição, Brasília, 2001.

MÜLLER, A. C.. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995.

BRANCO, S. M. (1986). **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**, São Paulo, 3 ed., CETESB/ASCETESB, 616 P.

CARMOUZE, J. P. (1994). **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo - Editora Edgard Blücher - FAPESP. 253p. ESTEVES, F. ^a (1988). **Fundamentos de limnologia, Rio de Janeiro**, - Editora Interciência Ltda - FINEP. 574p.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado, **Direito das Águas: disciplina jurídica das águas doces**, Editora Atlas, São Paulo, 2001.

Título disponível em: <crearj@crearj.com.br> .Acesso em 19 março 2004.

Título disponível em: <www.uniagua.org.br> .Acesso em 19 março 2004.

Título disponível em: <www.impactosolo.com.br> .Acesso em 19 março 2004.