CAPÍTULO 1
ASPECTOS GERAIS DA ÁGUA

O ciclo da água

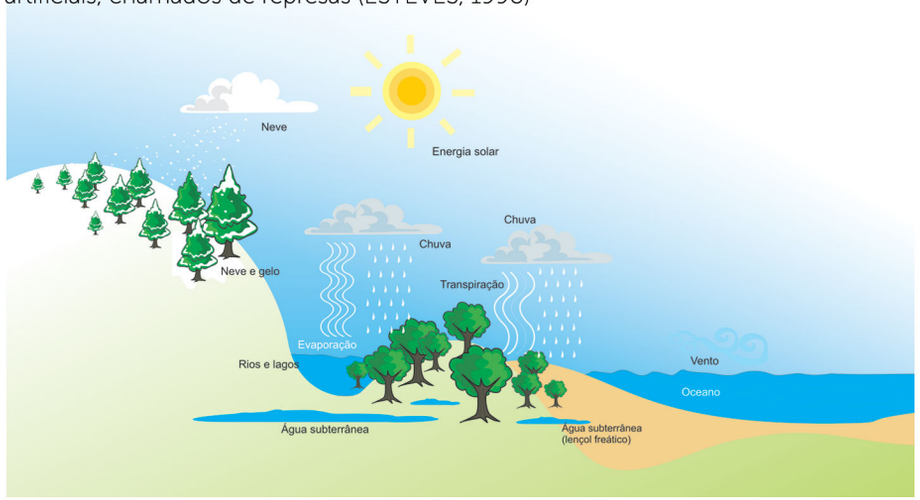
A água é um recurso natural abundante em nosso planeta, porém raro no Sistema Solar e no universo conhecido. De acordo com sua natureza química, a água é uma molécula formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio – H2O. A descoberta da composição química da água foi fruto de pesquisas e experiências, destacando a do francês Antoine Lavoisier (MIRANDA, 2007).

A água pode apresentar-se nos estados líquido, sólido e gasoso. Nos oceanos, mares e rios, no subsolo, na chuva e no orvalho, por exemplo, encontra-se no estado líquido. Na neve, granizo e gelo, no estado sólido. Sob a forma de vapor, a água é invisível e encontra-se no estado gasoso. Grande parte do vapor de água encontra-se na atmosfera e está envolvida em fenômenos climáticos, tais como a formação de nuvens, nevoeiro, chuva ou neve.

Descrição do ciclo da água

Um ciclo é uma série de fenômenos que se sucedem numa ordem determinada, cujo estado inicial é igual ao final. A água faz parte de um ciclo denominado ciclo hidrológico que se constitui, basicamente, em um transporte de massas d´água do oceano para a atmosfera e desta novamente ao oceano, por meio das chuvas, do escoamento e infiltração das águas sobre e sob o solo

Em muitas regiões, o ciclo hidrológico tem sofrido grandes alterações, especialmente nas últimas décadas. Tais alterações resultam das diferentes formas de interferência humana sobre o ambiente, como a construção de grandes cidades, dragagem de extensas áreas alagáveis, devastação de florestas e construção de grandes lagos artificiais, chamados de represas (ESTEVES, 1998)



Os processos do ciclo da água

Precipitação

A precipitação é a queda de água do céu no estado líquido (chuva) ou sólido (neve e granizo). Resulta da condensação do vapor de água que existe na atmosfera. A precipitação é uma parte importante do ciclo hidrológico, sendo responsável por retornar a maior parte da água doce ao planeta.

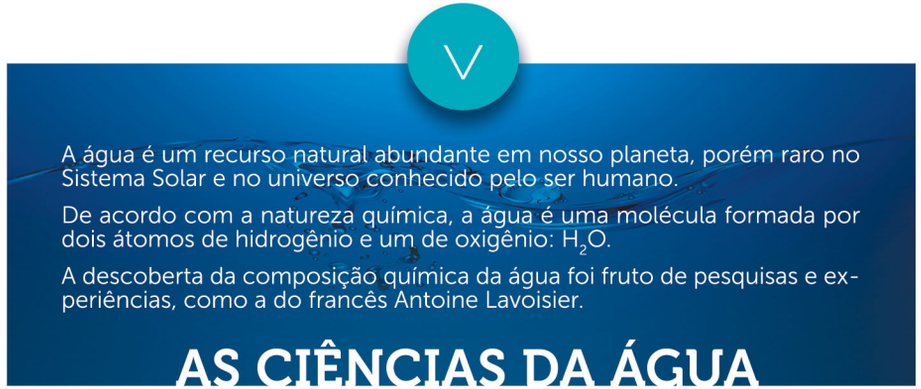
Para se medir a quantidade de precipitação por unidade de superfície, durante um certo intervalo de tempo, utiliza-se um pluviômetro. A medição exprime-se em milímetros de altura (mm) ou em litros por metro quadrado (L/m^2). Cada litro por metro quadrado corresponde a um milímetro de altura.

A precipitação mensal obtém-se com a soma do volume de água caída durante todos os dias de um mês. Do mesmo modo, a precipitação total anual resulta da soma do volume de água caída ao longo dos meses do ano.

Escoamento superficial

Parte da água da chuva retorna novamente à atmosfera, enquanto a outra parte escoa na superfície ou infiltra no solo. Esse processo alimenta e mantém os córregos e rios, retorna aos lagos e mares, os quais lhe deram origem. Uma gota de chuva pode ser interceptada pela vegetação ou cair diretamente sobre o solo. A quantidade de água interceptada somente pode ser avaliada indiretamente, e normalmente é pequena em relação à precipitação total.

A água que atinge o solo poderá evaporar, penetrar no solo ou escoar superficialmente (escorrimento sobre o solo). A quantidade evaporada durante as chuvas intensas é desprezível em relação ao total precipitado.



A água que infiltra poderá ficar retida nas camadas superiores do solo se a capilaridade for mais intensa que a força da gravidade. À medida que o solo se umedece, a força da gravidade passa a prevalecer e a água percola em direção às camadas mais profundas.

Os principais fatores que influem no processo de infiltração do solo são: umidade do solo, geologia, ocupação do solo e topografia.

Evaporação

A evaporação é o processo físico pelo qual uma substância líquida (ou sólida) passa lentamente ao estado de vapor a uma temperatura ambiente.

Na atmosfera, em que a água evaporada é proveniente de superfícies livres líquidas ou sólidas (mares, lagos, cursos de água etc.), a fonte de energia consumida na evaporação natural da água é a radiação solar. Essa evaporação para a atmosfera é condicionada pela temperatura do ar e da superfície evaporante, pela extensão desta e pela umidade do ar.

A evaporação é medida em milímetros, sendo que um milímetro de água evaporada corresponde a um litro de água que se evaporou de uma superfície de um metro quadrado de área, durante um certo intervalo de tempo, normalmente um dia. Para efetuar essa medição são usados os evaporímetros, que podem ser de diferentes tipos.

Transpiração

É o processo pelo qual a água contida em um organismo é eliminada devido a uma elevação de temperatura externa ou interna, permitindo que a água se movimente para a superfície do corpo.

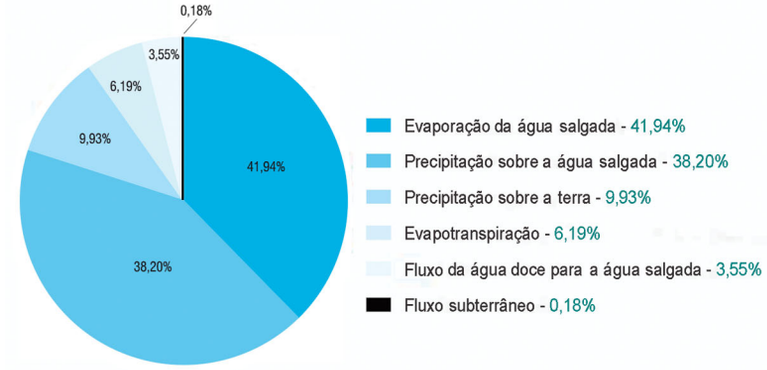
As plantas vasculares possuem estômatos, estruturas localizadas em sua epiderme (principalmente nas folhas), que se abrem e fecham de acordo com as necessidades fisiológicas do vegetal. Quando abertos, promovem a transpiração, que tanto elimina vapor d'água em temperaturas excessivas como permite trocas gasosas entre o meio interno e o ambiente externo. Entretanto, à exceção de algumas espécies aquáticas, todas as plantas deste grupo mantêm seus estômatos fechados nas horas mais quentes do dia.

Evapotranspiração

É a soma da água evaporada e da água resultante da transpiração das plantas, ou seja, o total de água transferida da superfície da Terra para a atmosfera.

Condensação

Esse processo é também conhecido como liquefação. É a fase em que ocorre a transformação da água de estado gasoso para líquido, ocorrendo, normalmente, quando o vapor é resfriado. O vapor d'água é um gás invisível, já os produtos da condensação e deposição de vapor são visíveis. Um dos exemplos que se pode considerar são as nuvens, definidas como conjuntos visíveis de minúsculas gotículas de água ou cristais de gelo, ou uma mistura de ambos.



Volume de água movimentada por processo do ciclo hidrológico em km³ por ano

Processo do ciclo hidrológico	km³ por ano
Evaporação da água salgada	502.800
Precipitação sobre a água salgada	458.000
Precipitação sobre a terra	119.000
Evapotranspiração (do solo e da vegetação)	74.200
Fluxo da água doce para a água salgada	42.600
Fluxo subterrâneo	2.200

FONTE: CLARKE; KING, 2005

Fluxo hidrológico

Dependendo da região e do tipo de floresta ali existente, do total da água que cai sobre a floresta, em média, 56% retorna à atmosfera pela intercepção da copa das árvores, transpiração da vegetação e evapotranspiração da cobertura do solo; 17% escoa superficialmente e 27% escoa subsuperficialmente e infiltra no solo abastecendo as águas subterrâneas.

De acordo com o clima e as características do meio urbano, do total da água que precipita, em média 25% retorna para a atmosfera por meio da evapotranspiração, 30% escoa superficialmente para bueiros e canais abertos, 13% escoa sobre as casas e edificações sendo posteriormente conduzidas para as galerias e canais pluviais, e 32% infiltram no solo.

As graves alterações na paisagem paranaense

Em 1950, Reinhard Maack publicou um Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná, o primeiro do gênero no Brasil. Tal mapa apresenta a distribuição das unidades fitogeográficas mais representativas do Estado do Paraná, sendo: Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), Campos Naturais, Cerrados e Floresta Semidecidual (Floresta Pluvial). Com o processo de ocupação do território paranaense, os ecossistemas originais sofreram alterações, com perdas significativas comparadas à cobertura inicial, conforme pode ser verificado no Quadro "Evolução da área de cobertura vegetal nativa segundo bacias hidrográficas do Paraná", elaborado por IPARDES (2013). Como exceção a esse cenário - de enormes perdas da floresta original - está a região da Bacia Litorânea, onde se encontra a Serra do Mar, a qual mantém extensas áreas de restinga e manguezais, com cobertura vegetal nativa ocupando 80% do território desta bacia. (MAACK, 1950)

As bacias hidrográficas dos rios Paraná 1 e 2, do Paranapanema 4 e do Rio Pirapó tiveram sua cobertura vegetal nativa reduzidas a menos de 5% da original. A bacia do Rio Ribeira possui 21,66% e a do Iguaçu 13% da cobertura original, ressalvando-se que, na Bacia do Iguaçu, encontram-se importantes maciços de Floresta de Araucária e Campos Naturais. Entretanto, na nascente do Rio Iguaçu, na região metropolitana de Curitiba, são graves as pressões de ocupação do território.

Nas demais bacias, a exceção do Paraná 3 e do Tibagi, as coberturas nativas não ultrapassam 10% do total original, demonstrando o alto grau de antropização, com o uso intensivo do solo.

A cobertura vegetal é a expressão máxima e sintética da biodiversidade de uma determinada região. Para se obter a perpetuação das diferentes formas de vida e a conservação dos recursos naturais associados aos ecossistemas, o Paraná precisa aprofundar seus programas de conservação da biodiversidade, em especial o de recuperação da cobertura vegetal.

V

Hidrologia é o estudo da água em todas as suas formas, incluindo sua distribuição, circulação, propriedades e o comportamento hídrico no meio ambiente. Em uma definição mais restrita, a hidrologia passou a ser o estudo da precipitação e do escoamento, isto é, a parte terrestre do ciclo hidrológico.

AS CIÊNCIAS DA ÁGUA

EVOLUÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA VEGETAL NATIVA SEGUNDO BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PARANÁ

BACIAS HIDROGRÁFICAS	DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA VEGETAL NATIVA[1]		
	Cobertura Vegetal Original	2011	
	Área (ha)	Área (ha)	(%)
PARANÁ	19.988.019,70	2.433.615,00	12,18
Cinzas	963.705,25	42.608,00	5,23
Iguaçu	5.498.381,03	745.405,00	13,00
Itacaré	507.521,27	22.487,00	5,03
Ivaí	3.664.054,51	292.936,00	8,32
Litorânea	601.459,16	450.544,00	71,14
Paraná 1	153.074,70	6.563,00	3,96
Paraná 2	304.836,61	5.472,00	2,35
Paraná 3	877.883,21	192.999,00	17,47
Paranapanema 1	125.938,51	9.733,00	6,09
Paranapanema 2	72.685,36	2.429,00	7,02
Paranapanema 3	378.377,85	14.254,00	5,24
Paranapanema 4	426.310,60	12.550,00	4,26
Piquiri	2.425.396,45	113.628,00	5,20
Pirapó	511.106,55	23.519,00	4,42
Ribeira	976.677,55	149.951,00	21,66
Tibagi	2.500.611,09	348.537,00	11,02

FONTE: IPARDES, 2013

(1) A cobertura vegetal nativa refere-se aos remanescentes vegetais:Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa. Estão incluídos nos cálculos de área com Floresta Ombrófila Densa os remanescentes de manguezal e restinga. Não estão incluídos nos cálculos da cobertura vegetal nativa as áreas de Campos Naturais e Cerrado.

Funções hidrológicas da floresta

Dentre as inúmeras funções ecológicas das florestas, destaca-se a proteção da biodiversidade, garantindo hábitat e condições próprias de alimentação, reprodução e evolução para as espécies nativas da flora, da fauna e dos micro-organismos, da conservação dos ecossistemas aquáticos e da biota a eles associada.

As funções das florestas na conservação dos recursos hídricos são exercidas por meio da influência sobre os processos hidrológicos, tais como:

Atenuação dos picos de vazão – o escoamento direto é o volume de água que escoa na superfície, causando o aumento rápido da vazão de microbacias durante e imediatamente após a ocorrência de uma chuva. Em um primeiro momento, a floresta é capaz de segurar a vazão do rio, atenuando as enchentes. Após as chuvas, a água é liberada gradativamente, amenizando as baixas vazões no período de estiagem. Assim, a recuperação da vegetação contribui para o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia, o que eleva o nível de vazão no período de estiagem, se comparada com a que seria gerada na situação de uma área desmatada.

Manutenção da qualidade – a mata ciliar desempenha uma ação eficaz na filtragem superficial de sedimentos e principalmente nas nascentes e nos rios de menor porte. Além disso, pode reter, por absorção, nutrientes e poluentes vindos por transporte em solução durante o escoamento superficial. As florestas, em especial as matas ciliares, desempenham um conjunto de ações eficazes na filtragem superficial de sedimentos.

Ciclagem de nutrientes – a rápida ciclagem de nutrientes em florestas tropicais é decorrente das altas velocidades de decomposição e dos fluxos de água no sistema.

Proteção dos corpos d'água – além do papel desempenhado pelas raízes na estabilização das margens, as florestas abastecem continuamente o rio ou o reservatório com material orgânico, diretamente por meio das folhas e dos frutos que caem na água, ou indiretamente pelo carreamento de detritos e solutos orgânicos de origem local. Ao mesmo tempo, a copa das árvores situadas na franja atenua a radiação solar incidente nas margens do corpo d'água.

Propriedades da água

A associação entre moléculas de água origina um líquido incolor e inodoro, com propriedades específicas, como temperatura de ebulição, viscosidade, tensão superficial, calor específico, entre outros.

A água é considerada o solvente universal, possuindo grande capacidade de dissolver substâncias que são carreadas para os rios e oceanos. Isso é o que torna a água do mar salgada, pois o oceano recebe íons de cloro e sódio que, combinados, formam o cloreto de sódio, o nosso sal de cozinha.

Densidade

A densidade nos informa se a substância de que é feito um corpo é mais ou é menos compacta: os corpos que possuem muita massa em pequeno volume, a exemplo do ouro e da platina, apresentam grande densidade (SILVA, 2007). Quase todos os compostos costumam ser mais densos no estado sólido do que no estado líquido. A água, ao contrário, possui maior densidade no estado líquido do que no estado sólido (gelo). Esse fato tem grande significado para os organismos aquáticos porque se o gelo não flutuasse na água, os lagos e os rios de regiões muito frias se congelariam totalmente durante o inverno, provocando a morte do todos os organismos. A densidade máxima da água ocorre à temperatura de 4^{0}C (ESTEVES, 1998).

Calor específico

Calor específico é a quantidade de energia necessária para aumentar em 1°C a temperatura de 1 kg de água, quando estiver com temperatura de 14,5°C. Esse valor para a água, que é de 4,186 J, é muito elevado se comparado com outros líquidos. Isso significa que a água pode absorver grandes quantidades de calor sem sofrer alterações drásticas de temperatura, permitindo aos ecossistemas aquáticos grande estabilidade térmica. Por exemplo: enquanto temperaturas dos ecossistemas terrestres podem variar de - 40°C a +40°C, alguns ecossistemas aquáticos variam de 0°C a 22°C, entre a menor temperatura do inverno e a maior do verão (ESTEVES, 1998).

Calor de vaporização

Calor de vaporização é a quantidade de calor que deve ser fornecida à água, possibilitando a sua evaporação. Para a água, o valor é muito elevado: a - 10°C, por exemplo, o calor de vaporização é de 590 cal/g e a 100°C é de 540 cal/g. Em consequência desse fenômeno, aproximadamente $^1/_3$ da energia do sol que chega à superfície da Terra é dissipada pela água de rios, lagos e oceanos, o que é muito importante para a manutenção do clima (ESTEVES, 1998).

Tensão superficial

Certos insetos conseguem caminhar sobre a superfície da água, que se comporta como uma película tensa e elástica, apenas deformada nos pontos onde se apoiam as patas do inseto. Essa propriedade dos líquidos, chamada de tensão superficial, provém das forças de atração que as moléculas internas do líquido exercem junto às da superfície (SILVA, 2007). A tensão superficial decresce com o aumento de temperatura e com a quantidade de substâncias orgânicas dissolvidas, além de detergentes e sabões em pó, o que pode prejudicar as comunidades aquáticas que vivem na superfície da água (ESTEVES, 1998).

Viscosidade da água

Nem todos os líquidos são iguais. Alguns são finos e escoam mais facilmente. Outros são espessos e pegajosos. Por exemplo, o mel escorre mais lentamente que a água. A resistência ao escoamento apresentada por um líquido é chamada de viscosidade. Essa propriedade na água irá oferecer resistência ao movimento dos organismos e das partículas nelas presentes.

Importância da água

Apesar da reconhecida importância da água para todos os seres vivos, a sua preservação é bastante complexa e depende de todos nós. Existe uma falsa ideia de que a água é um recurso infinito. É verdade que há muita água no planeta, no entanto, somente 2,5% da água do mundo é doce, dos quais 99% apresenta-se congelada nas

regiões polares ou em rios e lagos subterrâneos, o que dificulta sua utilização pelo ser humano. Além disso, muitas águas encontram-se poluídas, o que é outra forma de torná-las indisponíveis para o uso.

A água e a vida

A água é fundamental para a existência dos seres vivos. Nela, surgiram as primeiras formas de vida, e só mais tarde, a partir das formas aquáticas, é que surgiu a vida no ambiente terrestre. Mesmo na terra, os seres vivos continuaram dependendo da água e só foi possível sobreviver nesse ambiente por meio do desenvolvimento de mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água do meio e retê-la em seus próprios organismos. A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água, e embora haja variação entre a quantidade de água encontrada nos seres vivos, ela representa usualmente mais da metade da composição dos organismos. Nos seres humanos, 70% da estrutura corporal é formada por água. Estima-se que um ser humano pode passar até 28 dias sem comer, mas apenas três dias sem água.

A água é responsável pela sobrevivência de populações inteiras ou grupos de populações (comunidades). Sistemas aquáticos como rios, lagos e até mesmo uma poça d'água funcionam como hábitat de várias espécies, criando o que chamamos de ecossistemas aquáticos. Alguns seres, incluindo formas não-aquáticas, utilizam a água para seu processo de reprodução, como os insetos e anfíbios. Além disso, a água é fonte de nutrientes para organismos aquáticos e terrestres, incluindo o homem, que pode utilizá-la como meio de cultura de alimentos, denominada aquicultura.

V

Hidrometeorologia: é o ramo das ciências atmosféricas (meteorologia) e da hidrologia que estuda a transferência de água e energia entre a superfície e a atmosfera. A hidrometeorologia também investiga a presença de água na atmosfera em suas diferentes fases.

Oceanografia: também chamada oceanologia ou ciências do mar, é a ciência que estuda os oceanos, procurando compreender, descrever e prever os processos que ocorrem neste ambiente. A oceanografia tem caráter multidisciplinar e estuda os oceanos sob quatro aspectos principais: físico, químico, biológico e geológico.

AS CIÊNCIAS DA ÁGUA

A água e a sociedade

A distribuição e a disponibilidade de água potável determinam numerosos aspectos da vida econômica, social, cultural e histórica das populações do mundo. As primeiras civilizações surgiram ao longo de rios e de seus deltas interiores e marítimos. Foi assim no Nilo, no Ganges, no Tigre, no Eufrates, no Mekong, entre outros. Beneficiadas por rios, essas civilizações sofreram com enchentes, secas, salinização das áreas irrigadas, proliferação de mosquitos e doenças de veiculação hídrica, como a dengue, cólera e leptospirose.

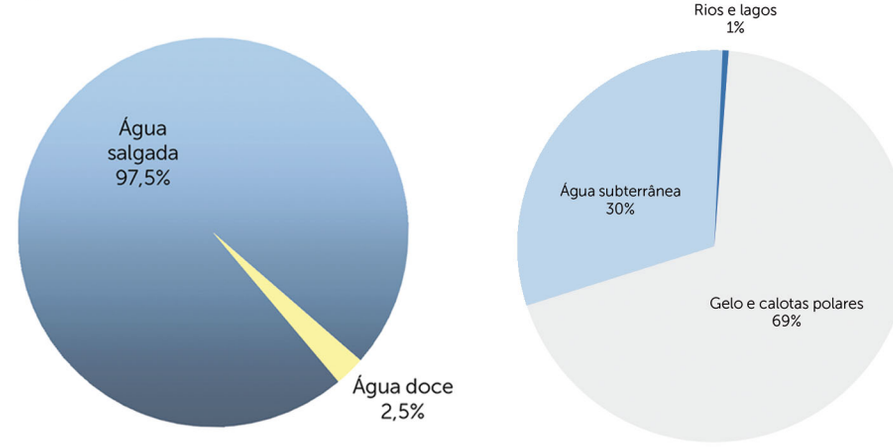
As primeiras povoações viviam em pequenos bandos, tinham de permanecer próximas aos rios e lagos, para garantir um suprimento adequado de água, pois não havia um modo prático de armazená-la e/ou transportá-la.

No entanto, a sua disponibilidade restringiu-se, determinando o progresso da humanidade tanto pelo abastecimento de água como pela produção agrícola.

As divisões políticas geralmente apropriaram-se de limites geográficos. Boa parte dos países, das cidades e dos bairrosforam constituídos considerando-se os rios como divisas.

É praticamente impossível encontrar um produto ou serviço que não necessite de recursos hídricos direta ou indiretamente em ao menos uma de suas etapas de produção. A água abastece a mão de obra empregada em qualquer segmento, como a pecuária, as lavouras e a indústria.

Água no planeta



Fonte: ANA, 2019

A água e a biodiversidade

A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água. A ciência ainda não descobriu seres que consigam se desenvolver e sobreviver sem ela, sendo um dos motivos pelo qual a água é conhecida como o elemento mais importante para todas as formas de vida.

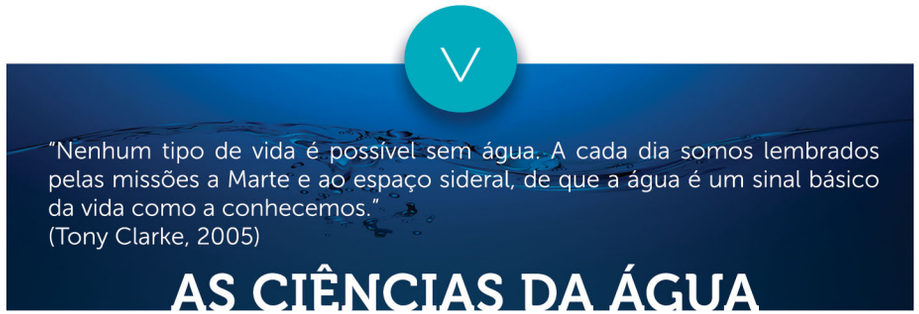
A partir da experiência humana e de pesquisas científicas, aprendeu-se a utilizar os seres vivos como bioindicadores, ou seja, a presença ou ausência de determinados organismos pode fornecer parâmetros e condições sobre a qualidade da d'água amostrada.

Ao alterar as condições física e química de um corpo hídrico, estamos afetando diretamente a vida aquática e indiretamente a cadeia alimentar existente.

Dá-se o nome de diversidade biológica, ou biodiversidade, à variedade de vida no planeta - incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de espécies da flora, da fauna e de microorganismos, a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas, e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos. A biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, e fonte de imenso potencial de uso econômico.

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo, contando com uma participação estimada entre 10 e 20% do número total de espécies do planeta. Daí uma boa relação, pois somos também os detentores da maior quantidade de água doce superficial do mundo (12%). Essa relação fica evidente nas florestas tropicais e subtropicais que, além dos benefícios climáticos, sustenta uma biodiversidade singular no planeta. A Floresta Atlântica é também chamada de Ombrófila Densa. O termo criado por Ellemberg e Mueller-Dombois (1965/6) substituiu Pluvial (de origem latina) por Ombrófila (de origem grega), ambos com o mesmo significado "amigo das chuvas". Comparada com a Floresta Amazônica, a Floresta Atlântica apresenta, proporcionalmente, maior diversidade biológica.

Em função dos elevados índices pluviométricos, a Floresta Atlântica é conhecida internacionalmente por "Rain Forest" (Floresta da Chuva).



Brasil - Biomas

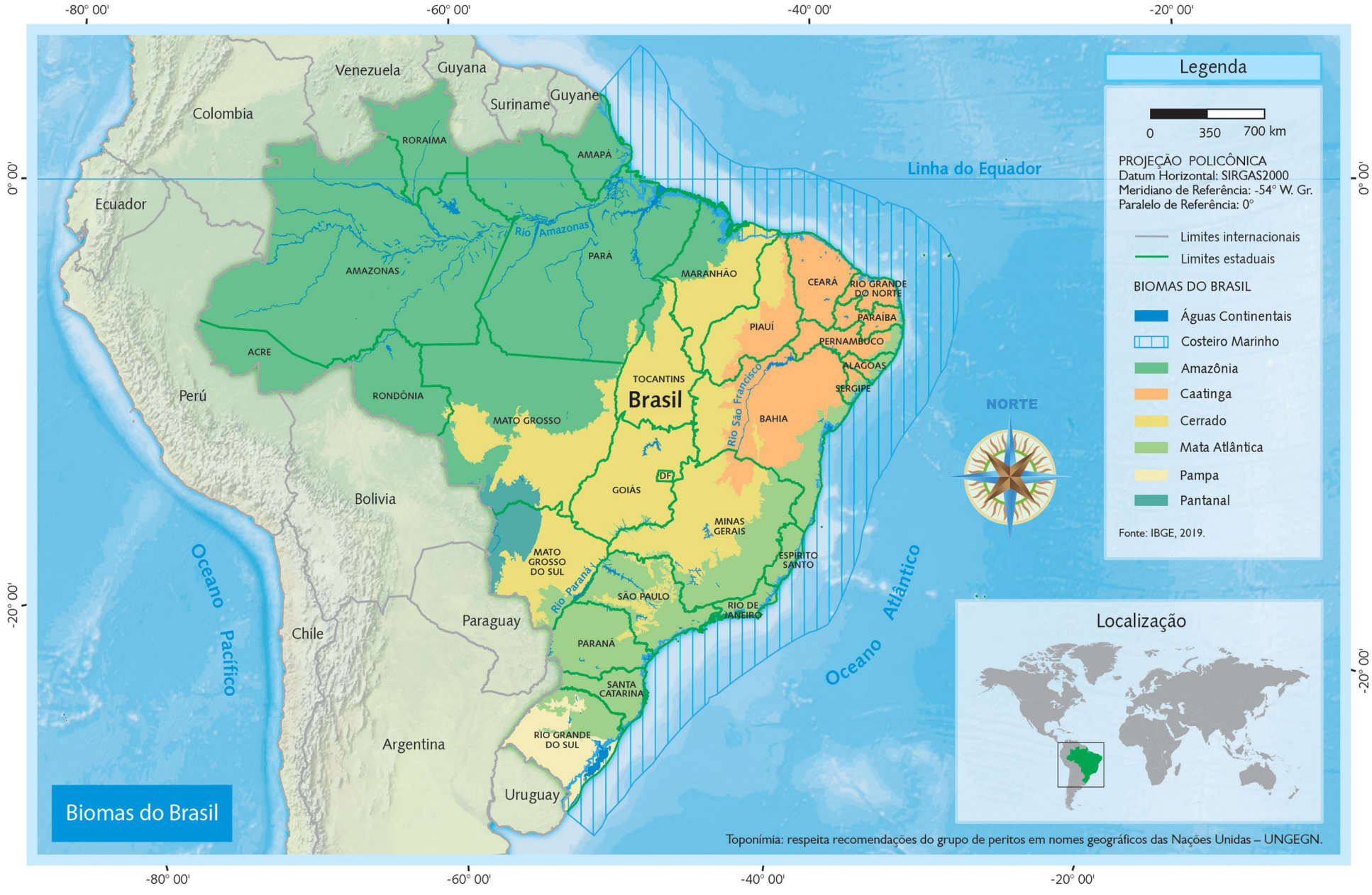
A variedade de biomas reflete a enorme riqueza da biodiversidade brasileira. Um bioma é um conjunto de tipos de vegetação que abrange grandes áreas contínuas, em escala regional, com flora e fauna similares, definida pelas condições físicas predominantes nas regiões. Esses aspectos climáticos, geográficos e litológicos (das rochas), por exemplo, fazem com que um bioma seja dotado de diversidade biológica própria (IBGE, 2004)

No Brasil, os biomas existentes são: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal.

No Paraná, os biomas são: Mata Atlântica (98%), composto pelas ecorregiões Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), Campos Naturais, Floresta Estacional Semidecidual, e Cerrado.

BIOMAS	ÁREA APROXIMADA (km²)	% DE ÁREAS DO BRASIL
AMAZÔNIA	4.196.943	49,29
CERRADO	2.036.448	22,00
MATA ATLÂNTICA	1.110.182	13,04
CAATINGA	844.453	11,00
PAMPA	176.496	2,07
PANTANAL	150.355	1,76

Fonte: BRASL, 2019


-80° 00'
-60° 00'
-40° 00'
-20° 00'
0° 00'
-20° 00'
Venezuela
Guyana
Suriname
Guyane
Colombia
Ecuador
Perú
Bolivia
Paraguay
Chile
Argentina
Uruguay
Oceano Pacífico
Oceano Atlântico
Linha do Equador
Rio Amazonas
Rio São Francisco
Rio Paraná
RORAIMA
AMAPÁ
AMAZONAS
PARÁ
ACRE
RONDÔNIA
TOCANTINS
Brasil
MARANHÃO
PIAUÍ
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
ALAGOAS
SERGIPE
BAHIA
MATO GROSSO
GOIÁS
DF
MINAS GERAIS
ESPÍRITO SANTO
MATO GROSSO DO SUL
SÃO PAULO
RIO DE JANEIRO
PARANÁ
SANTA CATARINA
RIO GRANDE DO SUL
NORTE
Legenda
0 350 700 km
PROJEÇÃO POLICÔNICA
Datum Horizontal: SIRGAS2000
Meridiano de Referência: -54° W. Gr.
Paralelo de Referência: 0°
Limites internacionais
Limites estaduais
BIOMAS DO BRASIL
Águas Continentais
Costeiro Marinho
Amazônia
Caatinga
Cerrado
Mata Atlântica
Pampa
Pantanal
Fonte: IBGE, 2019.
Localização
Biomas do Brasil
Toponímia: respeita recomendações do grupo de peritos em nomes geográficos das Nações Unidas – UNGEGN.