CAPÍTULO 2

*Passageiros a bordo,
fascinados pela
ecologia aquática*

Biocentro Gerdau Germinar
Ouro Branco/MG
Foto: César Félix

CAPÍTULO 2

Vagão 2:

DOI: 10.17648/ufmg-monitoramento2019-2

*Passageiros a bordo,
fascinados pela ecologia
aquática*

Juliana Silva França & Marcos Callisto

CONCEITOS-CHAVE

- 2.1 Ecologia Aquática:** abordagem da ecologia que estuda as interações dos organismos entre si e com as condições físicas e químicas em um ecossistema aquático.
- 2.2 Limnologia:** estudo das condições físicas e químicas dos ecossistemas aquáticos continentais ou águas interiores que afetam a abundância e a distribuição dos organismos que ali vivem.
- 2.3 Ciclo hidrológico:** Ciclo natural da água em diferentes estados físicos e químicos da atmosfera à Terra e vice-versa.
- 2.4 Bacia Hidrográfica:** área geográfica de captação natural dos fluxos de água de um rio e de seus afluentes.
- 2.5 Eutrofização Artificial:** aumento da produtividade em ambientes aquáticos em função da entrada excessiva de nutrientes orgânicos introduzidos em decorrência de atividades humanas, levando à quebra do equilíbrio e perda de bens e serviços ecossistêmicos.

A importância da água nos dias atuais

O destino e as condições da água para utilização humana têm se tornado uns dos principais assuntos da atualidade, em especial quando a abordagem envolve o progresso da humanidade e sua relação com a manutenção dos bens e serviços oferecidos pelos ecossistemas. Como iniciamos nossa discussão no capítulo anterior, o crescimento desordenado de regiões urbanas tem sido uma das principais preocupações sobre as condições ambientais, em particular os ecossistemas aquáticos de água doce. Associados à demanda cada vez maior por água de boa qualidade e às dificuldades na manutenção de sua qualidade, os estudos ecológicos têm avançado em diagnósticos e geração de conhecimentos, mas o que podemos efetivamente fazer para a sustentabilidade e/ou a recuperação dos ecossistemas que já foram degradados?

A crescente demanda da sociedade moderna por água doce preocupa todos os países do mundo e isto envolve a manutenção de atividades básicas como o abastecimento doméstico e industrial e a irrigação de áreas cultivadas para produção de alimentos, por exemplo. Se o aumento das demandas em áreas densamente povoadas é um problema crescente, a falta de manutenção das fontes de abastecimento é um problema talvez ainda maior. O uso indiscriminado do recurso água e o descaso com a manutenção de sua qualidade têm causado vários problemas ambientais. A sociedade moderna sofre com a escassez de água para suas necessidades básicas (abastecimento, higiene, lazer, produção industrial e agrícola, entre outros). Por outro lado, algumas vezes em épocas de fortes chuvas, ocorrem catástrofes devido a desmoronamentos, fortes enxurradas e alagamentos.

Historicamente, a ocupação territorial humana se deu em áreas próximas à água (especialmente rios e lagos) pela facilidade de sua captação justamente pela importância deste recurso para o desenvolvimento das atividades humanas básicas. O surgimento de civilizações antigas, que se desenvolveram como centros de intensa atividade humana ao longo de grandes rios ou outras fontes abundantes de água doce, está intimamente associado à presença de recursos hídricos. Os problemas começam a partir do momento em que, além de sua proximidade facilitar a captação para o uso deste recurso, também facilita o aumento da degradação de suas condições ecológicas (p. ex. lançamentos de lixo bruto e descarte de esgotos sem tratamento, entre outros). Algumas civilizações antigas desapareceram devido a alterações ambientais que levaram à escassez da disponibilidade de água (a civilização Acadiana, devido à seca dos rios Tigre e do Eufrates, p. ex.). Então, mais uma vez, vamos discutir um problema que não é recente, mas com o acelerado crescimento de populações humanas torna-se gravíssimo. Mas, exatamente, por onde devem começar as tentativas para solucionar a escassez de água de boa qualidade? Por que, obviamente, esperamos que haja soluções, não é mesmo?! Que tal nos apoiarmos novamente no conhecimento da ciência que aborda vários aspectos importantes desse recurso indispensável?

Vamos conversar um pouco sobre a Ecologia dos Ecossistemas Aquáticos...

A ECOLOGIA AQUÁTICA é a abordagem ecológica que abrange, especialmente, os conceitos, hipóteses e teorias que se referem aos ecossistemas aquáticos. Esses tipos de ecossistemas são caracterizados por terem água em sua constituição como, p. ex. mares, oceanos, estuários, córregos, rios, lagos, pântanos, fontes naturais de água quente, geleiras, minas ou afloramentos de água e todos os organismos que neles vivem. Apesar dos diferentes tipos e características distintas que cada um desses ecossistemas apresentam, você verá que, ao longo deste capítulo, concentraremos nossa atenção nos ecossistemas de água doce e suas íntimas relações com os problemas decorrentes do progresso da humanidade. Por isso, inicialmente, consideramos importante que você compreenda, mais uma vez, que a Ecologia é abrangente e inclui diferentes subáreas de conhecimento. Você saberia nos dizer como denominar especificamente a ciência que trata dos ecossistemas aquáticos de água doce? Será que esta área da ciência teria uma denominação própria? A resposta é: SIM!

A LIMNOLOGIA é a subárea da ciência ecológica que estuda as águas continentais (também chamadas águas interiores). Estes ecossistemas representam uma pequena fração do volume total de água no planeta Terra. No entanto, as águas continentais abrangem uma grande variedade de tipos, como vimos acima e, para relembrar alguns citamos os lagos, as lagoas, as águas subterrâneas, os rios, os riachos que são distintos entre si, em morfologia e características da água (Figura 2.1).

Riacho Lagartixo – Capela/SE
Foto: Laboratório de Ecologia de Bentos

Rio Pandeiros - Januária/MG
Foto: Isabela S Martins

Lagoa da Pampulha – Belo Horizonte/MG
Foto: Carlos Bernardo M Alves

Pantanal do Rio Pandeiros – Januária/MG
Foto: Isabela S Martins

Lago Dom Helvécio – Marliéria/MG
Foto: Diego MP Castro

Lago Soledade – Ouro Branco/MG
Foto: Marcos Callisto

Figura 2.1 - Exemplos de distintos tipos de ecossistemas aquáticos estudados em limnologia: (A) riacho (rio de pequeno porte); (B) rio (médio ou grande porte); (C) lagoa artificial*; (D) área alagada (pantanal); (E) lago natural e, (F) lago artificial*; *formados pelo represamento de um rio.

As águas continentais proporcionam bem e serviços ecossistêmicos às populações humanas, animais e de plantas, incluindo água de boa qualidade para consumo e irrigação, geração de energia hidrelétrica e alimentos e a manutenção de valores culturais e espirituais. No entanto, devido ao aumento das populações humanas e de suas demandas pelos recursos hídricos, as alterações climáticas, a fertilização dos solos e a poluição colocam em risco a quantidade e a qualidade deste bem e de seus serviços. As consequências dessas alterações, que afetam a disponibilidade de água utilizável, nos obrigam a conhecer melhor as características destes ecossistemas aquáticos para propor alternativas viáveis de gestão responsável desses recursos.

Embora sejam muito mais numerosas na atualidade, as pesquisas sobre os ecossistemas aquáticos não são exclusivamente contemporâneas. No século IV a.C., Aristóteles referenciou animais e plantas em meio aquático de água doce, mas a Limnologia, como ciência, surgiu no início do século XX. Seu marco histórico inicial foi em 1901, com a publicação de um livro de trabalhos realizados por alguns pesquisadores sobre a ecologia do Lago Léman, na Suíça, organizado por François-Alphonse Forel. No Brasil, podemos considerar que a Limnologia se iniciou a partir das pesquisas realizadas pelos cientistas estrangeiros Harald Sioli e Hermann Kleerekoper, entre os anos de 1930 e 1960, na Amazônia e no Nordeste. A época moderna da Limnologia pode ser considerada a partir de 1950 e foi caracterizada por dois acontecimentos: o predomínio da realização de estudos experimentais e sua universalização como ciência. No Brasil, a década de 70 é marcada como a nova era da Limnologia, quando houve a mudança de uma abordagem descritiva para uma abordagem sistêmica quantitativa, além da criação, em 1982, da Sociedade Brasileira de Limnologia (Box 2.1).

Box 2.1 - Histórico de pesquisadores pioneiros e importantes publicações sobre a ciência Limnologia

História dos Animais

Aristóteles (384-322 a.C.)

“referências aos ambientes aquáticos continentais por estudos sobre a fauna e a flora de lagos, rios e brejos”.

Manual da Ciência dos Lagos

Forel (1841-1912)

“uma descrição de todas as observações, leis e teorias que se referem aos lagos em geral”.

Amazônia vivida, amada: viagens de pesquisa na floresta tropical brasileira entre 1940 e 1962

Haroldi Sioli (1910-2004)

“relação dos processos vitais, tanto na floresta Amazônica como nos corpos d’água desta região tremendamente rica em espécies de organismos”.

Fundamentos de Limnologia

Francisco Esteves (1950)

“estimular jovens brasileiros ao estudo da Limnologia e fornecer alicerces para a construção do conhecimento limnológico do país”.

Desde o início de suas abordagens em ecossistemas aquáticos e sua estruturação como ciência até os dias de hoje, muito conhecimento foi adquirido pelos Limnólogos (cientistas ecólogos que estudam a Limnologia). Estes conhecimentos têm levantado questões que desafiam a nossa visão de crescimento urbano e sua associação com a sustentabilidade dos ecossistemas, como já discutimos no Capítulo 1.

A Limnologia tem obtido avanços fundamentais nas últimas décadas e isso se reflete especialmente na pesquisa brasileira. Na atualidade, no cenário científico sul-americano, a Limnologia é considerada uma das subáreas da Ecologia que mais cresce em termos de produção de conhecimentos e formação de recursos humanos. Embora este crescimento intelectual seja evidente, os estudos em Limnologia não estão sendo por si só capazes de contribuir para minimizar o elevado grau de destruição dos ecossistemas aquáticos na América do Sul e no Brasil, especialmente nas áreas de grande concentração urbana. Por isso, além dos estudos limnológicos, é necessária a utilização de outras abordagens desenvolvidas pela ecologia aquática. Por outro lado, é muito importante o comprometimento dos cidadãos em apoiar a ampliação do investimento de dinheiro público (impostos) para estimular a busca de melhoria das condições ambientais dos nossos ecossistemas aquáticos. Para isso, que tal conhecermos melhor algumas questões que envolvam especificamente os ecossistemas aquáticos continentais, e o quanto nós temos compartilhado nossos conhecimentos através de nossas ações?

Em primeiro lugar, vamos pensar juntos sobre o nosso comprometimento pessoal quanto ao uso da água. Você utiliza água no seu dia a dia? Não precisamos nem pensar muito para esta resposta, não é mesmo?! Nesse caso, não há quem discorde da única resposta possível: SIM! Não temos a menor condição de viver sem utilizar água. A água faz parte de nossas ações mais simples, como a manutenção fisiológica (consumo direto), ou das mais complexas como a produção industrial, por exemplo. Por outro lado, é correto dizer que o gasto de água para nosso próprio uso está, muitas vezes, acima de nossa percepção, uma vez que nossas ações para conservação da qualidade de água não fazem parte de nosso dia a dia. E o nosso progresso, como humanidade, seria responsável pelo aumento deste consumo? Acreditamos que sim, principalmente pelo aumento de tecnologias, necessidades pessoais e industriais que a sociedade moderna vem desenvolvendo ao longo dos séculos. Vamos demonstrar isso em números.

Estima-se que a população humana atual consuma 7% da água doce do planeta para seu uso doméstico, 23% para o uso industrial e 70% na produção de alimentos. Você se lembra daquela teoria catastrófica de Malthus que discutimos no Capítulo 1? Lembra-se que esta teoria previa um colapso da humanidade por falta de recursos alimentares causadas pelo aumento exponencial da população? Pois bem, a tecnologia aplicada à indústria alimentícia, nos trouxe a solução para esses problemas e desmistificou a previsão de Thomas Malthus. Mas associado a esta solução para o progresso da humanidade, nós podemos visualizar outro problema grave que, se não controlado, poderia se tornar uma nova previsão de catástrofe. A água disponível e de fácil acesso (economicamente viável) advinda, especialmente, de rios e lagos, é escassa e,

ao mesmo tempo, muito necessária. Será que temos consciência disso? E termos apenas consciência seria o suficiente para controlar e impedir uma possível crise de abastecimento de água de boa qualidade? Então, vamos discutir aquelas questões inerentes ao nosso dia a dia, que são responsáveis por nosso consumo pessoal de água. Você acorda, abre os olhos, se levanta e já está, à procura de água para sua higiene pessoal e sua primeira refeição (porque elas demandam água, correto?!). Ah, você pode até estar pensando: - e se eu nem lavar o rosto de manhã, nem tomar café e sair correndo atrasado para a aula? Mesmo que isso possa acontecer, você não teve que colocar seu uniforme? Precisa de água para se vestir?

Talvez não, mas quanta água foi necessária na indústria de confecções para a produção de seu uniforme? Você poderia mesmo viver sem água? Concordaria que a água está relacionada às mais simples ações do seu dia a dia? Que tal tentar calcular o quanto a realização de nossas atividades básicas diárias custam em litros de água, com base em algumas estimativas de produção de itens utilizados em nosso dia a dia (Figura 2.2 e Tabela 2.1)?

Figura 2.2 - Estimativa de gasto médio de água para produção de itens de necessidade diária e inerentes ao nosso dia a dia.

Tabela 2.1 - Estimativa de consumo médio (água doce necessária) para a produção de diferentes itens de uso comum da sociedade moderna.

Itens	Consumo de água (litros)
1 litro de refrigerante	5
1 folha de papel A4	10
1 kg de açúcar	100
1 computador	1.500
1 hambúrguer	2.400
1 kg de frango	3.900
1 litro de leite	4.200
1 <i>smartphone</i>	12.760
1 tonelada de aço	165.000
1 carro	400.000
1 tonelada de tecido	1.000.000
1 tonelada de plástico	1.320.000

Adaptado de Esteves (2011)

Além da demanda crescente e intrínseca ao nosso dia a dia, agravada pelo aumento de nossas necessidades a partir das novidades tecnológicas que nos são apresentadas pelas ciências, uma questão importante associada à água é sobre sua disponibilidade. Como discutimos anteriormente e, baseado nos números apresentados, a quantidade de água indispensável para a manutenção de nossas necessidades básicas é alta, mas em contraste, sua disponibilidade no planeta é restrita.

Quando falamos em disponibilidade restrita estamos nos referindo, principalmente, ao foco principal de nossos estudos limnológicos: a água doce! E, mais especificamente, aos rios e lagos, que representam a água doce disponível e de mais fácil acesso ou economicamente viável para as populações humanas. Afinal, seria inviável no aspecto financeiro se precisássemos dessalinizar (tirar o sal) da água dos mares e oceanos e/ou criar mecanismos que a trouxesse para nosso uso nas grandes cidades, concordam?! Pois, quando abordamos essa questão, não estamos apenas nos referindo a algumas regiões do planeta, que realmente não têm ou têm pouco acesso a fontes de água doce e necessitam de mecanismos de dessalinização (p. ex. a ilha Curaçao no Caribe). Estamos nos referindo à água de fácil acesso para toda a humanidade e, nesse caso, dessalinizar não seria a solução. Do mesmo modo, seria possível considerar o descongelamento de geleiras? Não, por favor!

Acreditamos que isso também seria inviável, correto?! E se pudéssemos utilizar a água dispersa na atmosfera?! Mais uma vez, a resposta seria: impossível, a princípio! Talvez pudéssemos utilizar a água disponível nos aquíferos. Em alguns casos poderia ser possível, mas teríamos, dessa forma, disponibilidade para suprir a demanda de todos os continentes ou para toda a população mundial?! Com certeza, mais uma vez, não seria viável. Assim, da forma mais simples e econômica possível, a disponibilidade de água utilizável é a dos rios e lagos que, em suas condições naturais, são os melhores fornecedores dos bens e serviços que são oferecidos pelos ecossistemas aquáticos. E o que sabemos da disponibilidade de rios e lagos para nosso uso? Temos muita água no planeta? Sim, temos e inclusive, a estimativa da quantidade de água existente na Terra é quase inimaginável: 1.386 milhões de quilômetros cúbicos. Mas, o quanto dessa quantidade total é, de fato, água doce disponível para distribuição em todo o planeta, é a grande questão.

Segundo Eduardo von Sperling (2006), a Terra contém, aproximadamente, 1.386 milhões de km³ de água (Mkm³), como dito anteriormente. Porém, 97,08% desse total são de água salgada (mares e oceanos) e apenas 2,92% são de água doce. Dessa pequena fração de água doce, a maior parte está contida nas geleiras (1,92%); seguida por águas subterrâneas (0,99%); lagos (0,02%); umidade do solo (0,004%); atmosfera (0,001%); rios (0,0001%) e acumulada nos seres vivos. (0,00007%) (Figura 2.3). E, quando pensamos em nosso uso, estes valores não nos parecem em quantidades aparentemente insuficientes? Pensamos que sim, porém nossa ideia não é causar pânico ou fazer você perder noites de sono, mas que você passe a entender que um recurso tão importante como a água não está tão disponível assim. E é possível que toda esta situação de uso/demanda/disponibilidade seja controlada? Acreditamos que, por meio da construção de conhecimentos sobre boas práticas diárias de uso consciente da água, é possível diminuir os impactos causados pela má utilização da “pouca” e “acessível” água que temos para nossa manutenção e para as futuras gerações.

ÁGUA NO MUNDO – 1 386 Mkm³

Figura 2.3 – Esquema de distribuição de água no planeta Terra onde do total de água (1 386 Mkm³) 97,08% estão contidos em mares e oceanos (água salgada); 2,86% em geleiras e águas subterrâneas e; 0,06% em rios, lagos, biomassa, vapor, etc. (água doce). A escala das imagens não condiz com a realidade, mas é afirmada pelos números.

Apesar dos conhecimentos sobre a disponibilidade de água doce mais facilmente utilizável não serem, necessariamente, uma novidade, ainda é fato que nos preocupamos mais quando falta água em nossas torneiras do que com a situação global, ou seja, com o fato da água ser uma questão mundial. A disponibilidade de água doce não é um problema apenas da atualidade e indagações sobre este recurso já eram mencionadas desde os filósofos dos séculos VI a IV a.C. Uma instigante questão que fez parte de muitas discussões dos filósofos deste período é de como

a água surgiu e como são mantidas suas reservas (rios, lagos, mares, etc.). A partir dessas dúvidas e indagações, surgiram reflexões que, ainda hoje, são bastante importantes em discussões sobre o recurso água. Neste período, Anaxágoras (500-428 a.C.) discutia a importância das chuvas para manutenção hídrica do planeta e a ocorrência de condensação e infiltração, sugerindo a ideia do ciclo hidrológico, então proposto por Heródoto (485-424 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.). E você, será que conhece bem o ciclo hidrológico ou ciclo da água?! Esse assunto tem sido bastante abordado atualmente no ensino básico. Provavelmente, você já teve conhecimento sobre ele, por meio de seus estudos de Ciências mas, mesmo assim, devido a enorme importância que o assunto tem, chamaremos atenção sobre ele aqui também.

O CICLO HIDROLÓGICO é o processo contínuo de transporte de água dos oceanos para a atmosfera e desta novamente para o oceano (precipitações, escoamento superficial, escoamento subterrâneo). Este movimento da água na biosfera ocorre pelos fenômenos de evaporação e de precipitação, que são os principais responsáveis pela circulação da água e também pelo fornecimento de energia pela radiação solar que é fundamental para manter o ciclo hidrológico. A maior parte da energia da radiação solar que chega a Terra é utilizada na evaporação da água dos oceanos que é o maior reservatório de água (salgada) do planeta (Figura 2.4).

Adaptado de Townsend et al. (2010) e Esteves (2011)

Figura 2.4 – Principais etapas do ciclo hidrológico representando os volumes de água nos compartimentos (oceanos, gelo, rios, lagos, águas subterrâneas e atmosfera) e em movimento (precipitação, escoamento, evaporação e transporte de vapor) na unidade de mil km³ ano⁻¹.

Estima-se que, anualmente, a evaporação dos oceanos alcance 420.000 km³ de água, enquanto que a evaporação dos continentes seja de apenas 73.000 km³. A precipitação (neve, chuva ou neblina) pode chegara 386.000 km³ nos oceanos e somente a 110.000 km³ nos continentes. Estes números demonstram um saldo positivo na transferência de umidade dos oceanos para os continentes, o que é importante para manutenção dos biomas e da biodiversidade terrestre e erosão natural da paisagem.

Segundo dados geológicos, o ciclo hidrológico vem sofrendo alterações naturais, especialmente nos volumes estocados em cada um dos reservatórios (oceanos, geleiras, rios, lagos, águas subterrâneas e atmosfera). No entanto, esses mesmos dados indicam que o volume total de água na Terra permanece praticamente constante ao longo de milhões de anos. As principais modificações ocorreram nos períodos glaciais com o aumento das geleiras continentais e diminuição dos níveis da água dos oceanos. Porém, além das alterações naturais, o processo de urbanização e a interferência do homem têm afetado substancialmente o ciclo hidrológico. E, como as atividades humanas tem sido responsáveis pelas alterações artificiais do ciclo hidrológico? Principalmente pelos processos de escoamento, através das modificações causadas pela construção de nossas cidades, impermeabilização do solo, retificação e canalização de rios, destruição de florestas e matas ciliares. Essas modificações alteram as quantidades de água do escoamento superficial, afetando sua infiltração no solo. Essas mudanças são as principais responsáveis pela erosão intensa, transporte de sedimentos para rios e lagos que, por sua vez, perdem profundidade, vazão e, conseqüentemente, sua capacidade de reter novas precipitações. Vocês sabem qual o resultado de tudo isso para nossas vidas?! Sua cidade sofre com enchentes em períodos de chuvas? Caso sofra, você entenderá bem o significado de uma expressão atual: “as águas só estão tentando manter seu curso”, quando não encontram uma saída para seu escoamento natural.

Diante de todas essas e das demais questões associadas ao crescimento urbano e da manutenção de uma apropriada utilização da água, torna-se indispensável a realização de uma gestão eficiente e adequada, embasada em conhecimentos proporcionados por pesquisas científicas. Para solucionar problemas como os discutidos acima (alagamentos por falta de escoamento adequado), é imprescindível considerar as características hídricas da região e planejar os usos da terra na implantação de estratégias de gestão ambiental. Quando a Ecologia Aquática aborda essas questões, você como cidadão, poderá por meio do conhecimento, se tornar um profissional apto para influenciar na tomada de decisões apropriadas para, assim vivermos em harmonia com a nossa disponibilidade do recurso água e com o funcionamento adequado do ciclo hidrológico em nosso planeta.

Por meio dos conhecimentos adquiridos ao longo deste capítulo, especialmente quando abordamos o ciclo hidrológico, podemos compreender que o movimento da água é dinâmico entre os reservatórios naturais, em termos de quantidade e do período que ela permanece em cada ecossistema. Esse tempo de permanência, ou a dinâmica de troca entre os diferentes

reservatórios, é caracterizado pelo que denominamos como tempo de residência das moléculas de água em cada um dos ecossistemas. Esse tempo de residência (ou tempo de retenção de água) se refere ao período em que cada reservatório seria capaz de ter renovada toda a água nele contido. Pode parecer complexo de se calcular ou imaginar, mas antes de passarmos para este ponto, vamos pensar sobre qual seria a sua ideia sobre os reservatórios naturais e o tempo de permanência da água em cada um deles. Pense em dois deles que são fáceis de visualizar e com tempos de residência, certamente, muito diferentes: um rio e um lago. Qual a sua ideia inicial quando diferencia estes dois ecossistemas aquáticos? Por acaso seria: um rio tem águas correntes e um lago águas paradas? Caso este fosse o seu primeiro pensamento, temos que dizer que você está enganado e vamos discutir toda essa história sobre tempo de residência para que este engano não se repita, combinado?

Vamos começar esta explicação com uma frase que nunca perderá o sentido, proposta por um importante filósofo, Heráclito (cerca de 475 a.C.): “Ninguém pode entrar duas vezes no mesmo rio, pois quando nele se entra novamente, não se encontram as mesmas águas...”. Este pensamento de Heráclito, na verdade, apesar de não estar se referindo especialmente apenas ao tempo de residência das moléculas de água e sim ao fato de que tudo está em transformação (você não é o mesmo; as águas que ali passam já não são as mesmas...), destaca bem esta questão do tempo de residência. Afinal, quando você entra em um lago pela segunda vez, você acredita que as águas ali são as mesmas? Claro que não! Pense agora no ciclo hidrológico que você já conhece bem... As águas do lago também não estão evaporando? Sim, elas evaporam, percolam, infiltram, recebem chuvas, não é mesmo? Então, com certeza, um lago não está parado, mas terá um tempo de residência maior que um ambiente com águas correntes, como um rio. E, justamente devido aos seus movimentos de mistura, congelamento, derretimento, evaporação, transpiração, entre outros, que os ecossistemas e os compartimentos no planeta terão diferentes tempos de residência (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Período de residência da água em diferentes compartimentos do planeta Terra.

Água na Biosfera	Período de Residência (em anos)
Solos gelados	10.000
Gelo (polos)	9.700
Águas Subterrâneas	1.400
Oceanos	2.500
Geleiras (montanhas)	1.600
Lagos	17
Pântanos	5
Umidade do Solo	1
Rios	0,04 (16 dias)
Vapor Atmosférico	0,02 (8 dias)
Biomassa	0 (horas)

Adaptado de Esteves (2011)

Como você pode visualizar também através dos diferentes tempos de permanência da água estocada, o bom funcionamento do ciclo hidrológico é indispensável para manutenção adequada dos diferentes reservatórios e da dinâmica do recurso água na manutenção de nossos ecossistemas aquáticos e terrestres. Porém, apesar da manutenção do funcionamento do ciclo hidrológico ser um fator importante para suprir nossas demandas por água em áreas urbanas, nós temos outro fator também importante em termos da distribuição da quantidade deste recurso na Terra. Além da disponibilidade da água doce ser uma pequena parcela do total, como vimos na Figura 2.3, sua distribuição pelo planeta é bastante desigual e, muitas vezes, a densidade populacional nas diferentes regiões agrava os problemas associados às necessidades de seu uso e à velocidade de sua degradação. São vários os fatores que afetam a distribuição geográfica da água: a tipologia e a topografia dos solos e as localizações latitudinal e longitudinal, podem explicar a disponibilidade de umidade de uma determinada região. Associado a isso, a distribuição populacional e a área da bacia de drenagem afetarão diretamente a relação entre a utilização do recurso água e as necessidades de uso pela população (Figura 2.5).

Fonte: The United Nations World Water Development Report, 2003

Figura 2.5 – Disponibilidade de água nos diferentes continentes representada por gotas azuis, e população por continente representada por bonecos vermelhos, onde o tamanho das gotas e bonecos representa as suas proporções com a disponibilidade mundial.

Com base na Figura 2.5, podemos observar que a Ásia, apesar de possuir uma alta porcentagem de água disponível em relação aos demais continentes (36%), apresentará disponibilidade por pessoa reduzida em função do número de habitantes (a Ásia possui 60% da população mundial). Em contraponto, Austrália e Oceania, apesar de possuírem reduzida disponibilidade de água em relação aos demais continentes (4%), apresenta baixa densidade populacional (<1% da população mundial). Na América do Sul a porcentagem de água doce é elevada em relação à disponibilidade mundial (26%), porém concentra, hoje, três megacidades entre as 20 maiores do mundo (> 10 milhões habitantes) e, ainda, 36 cidades com mais de 1 milhão de habitantes. O surgimento das megacidades tem afetado o planeta, tanto por impactos causados pela urbanização, como já discutimos, quanto pela necessidade de utilização da água em função de sua disponibilidade. E, quando abordamos novamente o assunto sobre a questão das grandes concentrações urbanas, associando-o ao problema da escassez hídrica, às mudanças globais e à impossibilidade de desassociar quantidade e qualidade, chegamos a um ponto chave: os conflitos pelo uso da água. Para ilustrarmos esses conflitos, devemos nos basear em nosso conhecimento das divisões administrativas (município, estado, país, continente)? Esta abordagem seria ideal para delimitarmos nossas ações no que diz respeito aos dilemas em relação ao uso indiscriminado e/ou diminuição da qualidade de águas?

Propostas de gestão de recursos hídricos têm sido construídas para bacias hidrográficas e se tornado princípio central das políticas ambientais ancoradas no conceito abrangente de “Gestão Integrada de Recursos Hídricos”. Este formato de construção de planos de ação para controle e manejo de ecossistemas aquáticos, especialmente os continentais, é inspirado em vários modelos gerados por países desenvolvidos, como os Estados Unidos, a Austrália e a França, por exemplo. Portanto, reconhecer que uma determinada região geográfica pertence a uma bacia hidrográfica e não delimitá-la em função apenas de uma unidade administrativa, apresenta-se como uma proposta mais abrangente e mais estratégica para o planejamento e gestão de recursos hídricos. Dessa forma, se pensamos em nos tornar uma sociedade mais participativa, torna-se imprescindível focarmos nossos esforços no reconhecimento de conceitos abrangentes como o de bacia hidrográfica pensada como unidade de estudos e de planejamento na gestão de nossos recursos hídricos continentais.

A BACIA HIDROGRÁFICA é um espaço geográfico correspondente à área total de drenagem de um ecossistema aquático principal, seus afluentes e subafluentes. A ideia de delimitação da área de uma bacia hidrográfica está associada à ocorrência de partes de relevo mais altas (os limites geográficos da bacia) e partes mais baixas (os vales da bacia). Para entender o que

significam esses limites superior e inferior de uma bacia hidrográfica, lembramos que as partes altas são os morros e montanhas de onde afloram as nascentes e as partes fundas são os vales por onde corre o leito do rio principal. Portanto, a ideia de bacia hidrográfica está associada à noção da existência de nascentes, divisores de águas e cursos de água com diferentes características (rios principais e secundários, ou afluentes e subafluentes) (Figura 2.6). Uma bacia hidrográfica abriga um conjunto hierárquico de rios, ou seja, naturalmente se inicia com rios de menor volume de águas (a partir das nascentes) que deságuam em rios de maior volume sucessivamente, até atingirem o maior rio que se encontra encaixado no vale principal.

Figura 2.6 – A bacia hidrográfica como unidade de planejamento considera toda a área de captação de águas de um canal fluvial, onde as partes altas (morros) representam o divisor de águas e o vale (percurso do rio principal) recebe toda a influência da região.

A partir de agora, convidamos você a pensar na região em que vive sob a perspectiva do conceito de bacia hidrográfica e não mais apenas nas unidades públicas administrativas, estado e município. No Brasil, temos 26 estados e o Distrito Federal.

Porém, quando passamos a considerar a divisão do país baseada em bacias hidrográficas, vimos que são 12 as principais bacias hidrográficas brasileiras: Amazônica, Tocantins Araguaia, Paraguai, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Paraná, Parnaíba, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul e Uruguai (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Principais bacias hidrográficas brasileiras e relações de sua localização, seu potencial hídrico e influência urbana da região. Fontes: www.brasil.gov.br; www.brasildasaguas.com.br

Bacia	Área Total (km ²)	População País (%)	Disponibilidade de Água (m ³ /s)	Estados e Distrito Federal
Amazônica	7.008.370	4,5	108.982	AC, AM, RR, RO, MT, PA, AP.
Paraguai	1.095.000	1,0	1.833	MT, MS
Bacia Tocantins-Araguaia	967.059	4,7	15.432	GO, MT, DF, TO, MA, PA.
Paraná	879.860	32,0	10.371	SP, SC, PR, MS, MG, GO, DF.
São Francisco	638.324	8,0	3.037	MG, BA, SE, AL, PE, GO, DF.
Atlântico Leste	374.677	8,0	1.400	MG, SE, BA, ES.
Parnaíba	344.112	2,9	763	CE, MA, PI.
Atlântico Nordeste Oriental	287.348	12,7	813	AL, PE, PB, RN, CE,
Atlântico Nordeste Ocidental	254.100	2,0	2.514	MA, PA
Atlântico Sudeste	229.972	15,1	3.286	MG, ES, RJ, SP, PR.
Atlântico Sul	185.856	6,8	4.129	SP, PR, SC, RS.
Uruguai	174.612	2,3	4.117	SC, RS

O Brasil possui grande potencial hídrico e inclui a bacia Amazônica como a maior bacia hidrográfica do mundo que, apesar de não se situar inteiramente em território brasileiro, tem aproximadamente 65% de sua área em nosso território. Porém, a relação entre a área ou o potencial hídrico de nossas bacias hidrográficas brasileiras e a densidade populacional tem causado problemas recorrentes. Isso porque o país apresenta uma distribuição e qualidade de águas cada vez mais preocupantes, principalmente considerando-se as grandes aglomerações urbanas. Enquanto a bacia Amazônica concentra 81% da disponibilidade de águas do Brasil, sua densidade populacional é 10 vezes menor que a média nacional. Em outra situação, a bacia do rio São Francisco, totalmente inserida no território brasileiro (ocupando 7,5% do território nacional), apresenta densidade populacional dentro da média nacional, com uma importante aglomeração urbana em sua região alta (região metropolitana de Belo Horizonte, ~5,9 milhões de habitantes). Ainda considerando uma situação mais urbanizada (90% de área urbana), a bacia hidrográfica do rio Paraná possui a maior densidade populacional do país (três vezes maior que a média nacional). As águas desta bacia percorrem sete regiões metropolitanas com mais de 500 mil habitantes, incluindo a cidade de São Paulo com seus 12,1 milhões de pessoas¹. Mais uma vez, confirmamos

(1) Estatística IBGE 2018

em números os cenários de conflitos gerados pelos usos desiguais das águas, agora com foco no país como um todo, o que já havíamos chamado atenção quando falamos sobre a questão da água ser mundial.

A disponibilidade de água doce no planeta e sua relação com o aumento da demanda (incluindo aumento populacional), associados à diminuição de sua qualidade (incluindo a falta de fiscalização adequada), leva a conflitos pelo uso da água. Este, na verdade, não é um cenário apenas brasileiro, mas mundial e, por isso, este panorama vem sendo discutido por agências internacionais como a ONU (Organização das Nações Unidas), como mostra o “Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos 2015 – Água para um Mundo Sustentável”. Neste relatório, foi apresentada uma estimativa de que as reservas hídricas seriam reduzidas em 40% até o ano de 2030. Conforme o documento, a crise global hídrica é de governança, até mais do que a própria disponibilidade do recurso, e é preciso trabalhar para reduzir o consumo mundial de água e para que sua utilização seja sustentável por um período mais longo.

Infelizmente, esta ainda é uma realidade distante da atual. Você acha que é possível alcançarmos um padrão mundial de consumo responsável da água? Isso é difícil imaginar se, na maioria das vezes, não conseguimos sequer alcançar um padrão regional e não conhecemos nem mesmo o quanto consumimos diariamente, concordam? Você tem em mente uma previsão de quanto é o seu consumo de água por dia? Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS - Ministério das Cidades), o consumo médio diário no Brasil é de cerca de 160 litros por pessoa (dados do ano de 2010). O estado do Rio de Janeiro é o maior consumidor, com média diária de 236 litros por pessoa, e o estado de Alagoas o menor consumidor, com média diária de 92 litros por pessoa. O recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é que o consumo mínimo seja de 100 litros por pessoa por dia e, dessa forma, o padrão do país tem estado acima do consumo mínimo necessário, bem como mal distribuído entre regiões e suas respectivas disponibilidades. E como faremos para atingir o valor mínimo ou alcançar uma utilização adequada e sustentável em todo o país? Conhecendo as bacias hidrográficas em seu país, seu potencial hídrico e suas taxas de urbanização, através da Tabela 2.3, você conseguiria imaginar que poderíamos alcançar este padrão de consumo no Brasil? E em sua bacia hidrográfica? Agora você é capaz de se localizar e de ter noção a qual bacia hidrográfica pertence, correto? Você sabia que o Brasil criou, em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)? Pois é importante conhecer os fundamentos, objetivos e diretrizes que norteiam a forma de gerenciar os recursos

hídricos no país. Somente a partir do conhecimento e da participação pública efetiva, a implantação adequada de uma política de gerenciamento de ordem nacional pode ser satisfatoriamente realizada e, pelo menos internamente, poderemos apoiar a governança das águas em nosso país. Você pode conhecer a Lei que instituiu a PNRH através do site no Ministério do Meio Ambiente (www.mma.gov.br), mas é indispensável que continue conosco descobrindo a importância dos ecossistemas aquáticos para adquirir uma boa base conceitual que apoie discussões públicas sobre gestão de águas. Esperamos que estas discussões façam parte de suas atividades diárias, em um futuro bem próximo.

Ao considerar a bacia hidrográfica como nossa unidade de estudos, focaremos no contexto da transdisciplinaridade e, portanto, nossa abordagem de forma conjunta, integra diferentes áreas do conhecimento (Geografia, Biologia, Educação, Hidrologia, Sociologia, Política, entre outras). Este é o desafio futuro da sociedade participativa da qual esperamos que você faça parte, buscando integrar conhecimentos na busca de soluções mais abrangentes e viáveis para a solução de nossos problemas hídricos atuais. Para aplicar estes conhecimentos transdisciplinares à nossa realidade e entender um pouco mais sobre as águas que compõem uma bacia hidrográfica urbana, nós como cidadãos que vivemos em centros urbanos, continuaremos nossa discussão falando um pouco mais a respeito dos efeitos de nossas ações sobre os ecossistemas aquáticos.

Os problemas causados pelas *atividades antrópicas sobre as bacias hidrográficas urbanas* normalmente iniciam-se quando as aglomerações urbanas começam a interferir no ciclo hidrológico, como discutido anteriormente. Dessa forma, a estabelecimento de aglomerações urbanas implica na modificação de características naturais específicas do meio aquático. Pensando globalmente, a liberação de gases para a atmosfera produzida por diversas atividades humanas é responsável pelo aumento do efeito estufa, o que altera as condições de emissão de radiação térmica e leva a mudanças climáticas que afetam diversos ecossistemas no planeta. Localmente, obras de engenharia (como as de canalizações e de pavimentação) e o desmatamento afetam diretamente à capacidade de infiltração da água no solo, a evaporação e o escoamento superficial, o que afeta negativamente o funcionamento de bacias hidrográficas. Estas modificações são consequência, principalmente, do processo de urbanização que, de todas as atividades antrópicas, tem sido a que produz as maiores alterações locais do ciclo hidrológico. Neste contexto local, a alteração principal será na relação entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado (Figura 2.7).

Adaptado de Poletto (2014)

Figura 2.7 – Variação nos reservatórios naturais do ciclo hidrológico em: (A) área pouco urbanizada e (B) área em alto processo de urbanização ou impermeabilização do solo. Os tamanhos e largura das setas são representações de menor a maior volume, intensidade ou quantidade de água.

O aumento do escoamento superficial afeta a bacia hidrográfica, o que causa erosão nas áreas de declive, assoreamento de canais (rios e afluentes) e consequente aumento na frequência de inundações urbanas. A perda de permeabilidade do solo nas áreas urbanas é causada por construções (edifícios), pela pavimentação de ruas e calçadas e pela eliminação de áreas verdes (cobertura vegetal). Esta redução de permeabilidade reduz a infiltração de água da chuva, o que aumenta o escoamento superficial.

Associadas às modificações nos processos do ciclo hidrológico, as áreas urbanas afetam os ecossistemas aquáticos e causam diferentes impactos ambientais decorrentes da falta de planejamento estratégico nas bacias hidrográficas e do crescimento desordenado das aglomerações populacionais nas cidades. Os principais impactos sobre os ecossistemas aquáticos, seus efeitos e possíveis soluções estão relacionados nas Figuras 2.8 e 2.9.

Figura 2.8 – Principais exemplos de impactos resultantes da má gestão hídrica relacionados à urbanização.

Figura 2.9 – Principais impactos urbanos, suas consequências, intervenções indicadas e, consequente expectativa da manutenção de serviços ecossistêmicos oferecidos por bacias hidrográficas urbanas.

Os ecossistemas aquáticos continentais vêm, há milhares de anos, sofrendo com impactos e modificações na paisagem que afetam a diversidade de habitats. Estas modificações são o resultado da exposição constante a uma série de fatores estressantes que atuam não somente nos serviços prestados à humanidade, mas em todos os organismos nos ecossistemas. Essa visão é importante para que tenhamos consciência de que as questões associadas à água não dizem respeito somente ao nosso uso, mas que são também fundamentais para garantir a manutenção da biodiversidade (aquática e terrestre). O resultado das constantes modificações dos ecossistemas aquáticos, especialmente em rios e lagos, tem sido a sua homogeneização, o que ocasiona a perda de diversidade física (p. ex. assoreamento, fluxo de água, profundidade), química (mudanças na composição química da água e sedimentos) e biológica (perda de espécies de organismos aquáticos). As influências e ameaças de atividades humanas sofridas pelos ecossistemas naturais têm resultado em declínios populacionais e redução da biodiversidade em ecossistemas de água doce em todo o mundo. Os principais impactos nos ecossistemas aquáticos continentais, como discutimos ao longo desse capítulo, são causados pelo uso desordenado de ocupação da terra e pelo crescimento não planejado de grandes cidades, incluindo desmatamento de florestas

nativas, impermeabilização de solos, mudanças físicas nos ecossistemas aquáticos, remoção de matas ripárias e perda de bens e serviços ecossistêmicos oferecidos por rios urbanos (p. ex., fornecimento de água e proteção de espécies aquáticas destinadas à alimentação humana, como peixes e camarões).

Mudanças nas condições ecológicas de bacias hidrográficas ocorrem devido a inúmeras atividades humanas mal planejadas. A crise da água envolve, portanto, muito mais que a nossa preocupação com a água que chega ou não em nossas torneiras ou o alagamento que é causado em nossas cidades durante a ocorrência de chuvas. A crise da água envolve manter o funcionamento de todos os ecossistemas na biosfera e o nosso modelo de desenvolvimento econômico deve, urgentemente, levar em consideração os valores ecológicos desse recurso como, p. ex. a manutenção da biodiversidade. E quando falamos em biodiversidade, consideramos toda a diversidade de papéis ecológicos (p. ex., a posição do organismo nas cadeias alimentares), a variabilidade genética e filogenética (relações de parentesco entre espécies e populações) e os endemismos (espécies que ocorrem em uma área ou região geográfica restrita). Manter, portanto, os recursos naturais do planeta em nível sustentável envolve conservar os processos ecológicos em funcionamento. Devemos nos conscientizar de que não seremos capazes de acabar com os problemas ou a crise, mas efetuar mudanças em nosso estilo de desenvolvimento que sejam capazes de minimizar os problemas resultantes do nosso progresso. E, mais uma vez, só conseguiremos alcançar um futuro sustentável se conhecermos muito bem o impacto de nossas ações e suas consequências e, além, propormos e executarmos possíveis soluções em prol da manutenção da saúde e da diversidade de ecossistemas aquáticos e terrestres.

Outra importante e crescente consequência do impacto de atividades humanas sobre os recursos hídricos é o enriquecimento de nutrientes por esgotos nas áreas urbanas, ou o escoamento superficial de fertilizantes em áreas de plantações. Esse processo é conhecido como eutrofização e ocorre naturalmente com o aporte constante de nutrientes advindos da superfície terrestre pelo escoamento superficial, para reservatórios naturais e artificiais. Porém, naturalmente, a eutrofização é um processo lento e contínuo e se torna preocupante quando é acelerado artificialmente pela urbanização, por meio da entrada de esgotos domésticos e efluentes industriais sem tratamento e do aumento das atividades agrícolas.

A EUTROFIZAÇÃO ARTIFICIAL é um processo dinâmico que resulta em modificações qualitativas e quantitativas da entrada natural de nutrientes (especialmente nitrogênio e fósforo) nos ecossistemas aquáticos continentais que ocasiona modificações na diversidade aquática. A eutrofização artificial das águas continentais está diretamente relacionada ao aumento da população e da industrialização, ao uso de fertilizantes na agricultura e de produtos de limpeza que contêm polifosfatados (p. ex., sabão em pó e detergentes). O uso destes produtos nas aglomerações humanas resulta no aumento dos nutrientes nitrogênio e fósforo em grandes quantidades e as consequências deste incremento nos ecossistemas aquáticos estão ilustradas na Figura 2.10.

Figura 2.10 – Principais consequências do processo de eutrofização artificial nos ecossistemas aquáticos em função do aumento da entrada de nitrogênio e fósforo por influência da urbanização.

Os ecossistemas aquáticos naturalmente possuem nutrientes dissolvidos em níveis adequados para utilização pelos organismos aquáticos. O processo de eutrofização artificial tem como ponto de partida o aumento do aporte destes nutrientes advindos principalmente do processo de urbanização (esgotos sem tratamento, fertilizantes e detergentes). A maior disponibilidade de nitrogênio e fósforo nos ecossistemas aquáticos favorece a produção de matéria orgânica, especialmente pela proliferação de organismos autótrofos na coluna d'água, como algas e cianobactérias. Em um primeiro momento, há um aumento de recurso para os seres heterótrofos.

Porém, em contraponto, há uma diminuição da entrada de luz causada pela proliferação de algas e cianobactérias, o que reduz a fotossíntese pelos autótrofos que vivem no fundo do ecossistema aquático (plantas aquáticas enraizadas e pelo fitoplâncton). A partir desse ponto, o ecossistema aquático terá plantas autótrofas enraizadas e fitoplâncton na superfície. O ecossistema, portanto, terá menos oxigênio dissolvido e alta produção de matéria orgânica causada pela morte de organismos (autótrofos e heterótrofos) por falta de oxigênio suficiente.

O acúmulo de matéria orgânica é processado por invertebrados e bactérias anaeróbicas que consomem o pouco oxigênio dissolvido disponível e liberam metano, gás sulfídrico, amônia e metano (odor desagradável). Apesar dos autótrofos da coluna d'água continuarem a realizar fotossíntese e a produzir oxigênio, a maior parte desse gás é liberada para a atmosfera por difusão. Os ecossistemas aquáticos tornam-se, então, anóxicos (anoxia = falta de oxigênio) e, portanto, os organismos dependentes de oxigênio (aeróbicos) tendem a morrer. Dessa forma, as consequências do processo de eutrofização artificial (acelerada pelo impacto urbano) são:

- perda de diversidade pela falta de luz para seres autótrofos e falta de oxigênio para todos os organismos;
- liberação de gases (metano, gás sulfídrico e amônia) pela decomposição anaeróbia no fundo, o que provoca odor desagradável;
- proliferação de algas azuis (ou cianobactérias) que produzem toxinas que afetam os demais organismos (incluindo o homem);
- ecossistemas aquáticos impróprios para consumo humano, incluindo pesca e contato, mesmo após tratamento;
- proliferação de doenças de veiculação hídrica (como desinterias e hepatite).

Imaginamos que sua cabeça esteja fervilhando de informações e, ao invés de estar satisfeito, deve estar cheio de dúvidas e curiosidades. Um turbilhão de informações acaba gerando mais sede por conhecimento e queremos que esta leitura seja inspiradora para você. Finalizando o Capítulo 2, esperamos ter, realmente, aguçado a sua sede por mais conhecimentos. Você acaba de terminar uma curta viagem pelo Fantástico Mundo dos Ecólogos Aquáticos (os cientistas que estudam a Ecologia Aquática)! Até breve!

Vamos exercitar nossos conhecimentos?

Você pode calcular sua “pegada hídrica” em www.epal.pt utilizando o simulador de consumo e verificar o quanto de água você demanda para manter o seu estilo de vida atual. A partir daí, que tal discutir com sua turma e/ou sua família como podemos nos tornar mais sustentáveis também em relação aos ecossistemas aquáticos (demandando menos água e agindo de forma mais sustentável pela sua manutenção)?

Você sabia que...

No dia 17 de julho de 2016, o conjunto arquitetônico da Lagoa da Pampulha em Belo Horizonte (MG) foi considerado Patrimônio Mundial da Humanidade pela UNESCO. Este título é fruto das obras arquitetônicas projetadas por Oscar Niemeyer, sob encomenda de Juscelino Kubitschek (prefeito municipal na época). Além de toda a paisagem cultural deste patrimônio localizado no entorno da Lagoa da Pampulha, este ecossistema vem sofrendo com muitos dos impactos decorrentes da urbanização da 3ª maior região metropolitana do Brasil (quase 6 milhões de habitantes). A lagoa, que na verdade é um reservatório, fruto do represamento do ribeirão Pampulha na década de 40 e que, até o início dos anos 80, era palco de atividades recreativas. A partir de então, a lagoa começou a apresentar os efeitos da urbanização, especialmente em função das influências humanas em sua bacia hidrográfica, principalmente pelos córregos Ressaca e Sarandi. Nos últimos 40 anos, a lagoa perdeu, pelo menos, 45% do seu volume de águas original e 1/3 de sua área, principalmente pelo assoreamento. Além do assoreamento, a represa é influenciada, há alguns anos, pelos efeitos da poluição por esgotos domésticos e industriais, contaminação por metais tóxicos, acúmulo de lixo doméstico, introdução de espécies exóticas e consequente perda de sua diversidade (peixes, pássaros, invertebrados, entre outros). A represa da Pampulha é um caso típico de eutrofização artificial e sua recuperação não exige apenas obras de paisagismo e dragagem, mas ações que minimizem os impactos que ela recebe dos córregos afluentes, incluindo-se aí investimentos em pesquisa ecológica e monitoramento contínuo.

Este exemplo de um importante ecossistema aquático urbano nos chama a atenção para os conhecimentos adquiridos neste Capítulo 2. Você, com certeza, a partir de agora, tem muito mais conhecimento de ecologia aquática para entender, discutir e propor ações que apoiem o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos por meio de seus conhecimentos na busca para garantir água de boa qualidade para a sua geração e para as futuras.

Conceitos Importantes em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos – Capítulo 2

Abordagem descritiva: abordagem que utiliza a descrição dos fatos e não necessita de passar por etapas metodológicas de pesquisa clássica como, p. ex. uma pesquisa de opinião.

Abordagem sistêmica: abordagem fundamentada nos princípios do expansionismo, ou seja, todo fenômeno é parte de outro maior, preocupando-se com o global e com o total (utilização de métodos e experimentações).

Afluente (Tributário): cursos de água de menor porte que deságuam em rios principais.

Alterações Climáticas (Mudanças Climáticas): variação do clima em escala global ou dos climas regionais da Terra ao longo do tempo.

Antrópico: relativo à espécie humana ou ao seu período de existência na Terra.

Assoreamento: acúmulo de sedimentos finos (terra, areia, argila, detritos, entre outros) na calha de um rio como resultado de erosão e carreamento de solos.

Bioma: espaço geográfico cujas características são definidas pelo clima, fisionomia da vegetação e do solo, e altitude, dentre outros critérios.

Canal fluvial: leito encaixado em um vale por onde escoam um fluxo de águas, permanente ou temporariamente.

Cianobactérias (Algas Azuis): bactérias fotossintéticas. Inclui espécies fixadoras de nitrogênio e simbiontes de invertebrados e de plantas.

Condensação: fase de transformação de matéria do estado gasoso para o estado líquido (compare com Evaporação).

Crise hídrica (Crise da água): evento que se refere ao momento crítico no qual a redução de oferta de água atingiu estágios preocupantes e ainda não observados na história da humanidade.

Declive: superfície cuja altura diminui gradualmente à medida que é percorrida.

Densidade Populacional: medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território. Dito de outra forma, o número de habitantes por Km².

Efeito Estufa: aumento na média global das temperaturas em função do incremento da concentração de dióxido de carbono e de outros gases absorventes de calor na atmosfera.

Erosão: processo de desgaste ou corrosão de terras.

Escoamento: fluxo de água que escorre pela superfície do solo quando este se encontra saturado de umidade.

Evaporação: fase de transformação de matéria do estado líquido para o estado gasoso (compare com Condensação).

Escassez Hídrica (Escassez de Água): problema ambiental que envolve a falta do recurso água para realização de atividades básicas.

Fertilização: utilização de produtos químicos sintéticos (fertilizantes) que visam a melhoria de produção da agricultura.

Fósforo (P): elemento químico que atua no metabolismo dos seres vivos, tais como o armazenamento de energia e a formação da membrana celular.

Gestão de Águas (Gestão Hídrica): conjunto de ações destinadas a regular os usos, o controle e a proteção de recursos hídricos, em conformidade com a legislação ambiental.

Governança de Águas: administração de recursos hídricos visando o desenvolvimento sustentável.

Hábitat: local ou ambiente físico onde um organismo normalmente vive.

Infiltração: processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo.

Matas Ciliares: vegetação que se encontra paralelamente às margens dos ecossistemas aquáticos continentais (p. ex. córregos, rios, lagos, represas) e no entorno de nascentes e olhos d'água. Áreas de Preservação Permanente segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal N° 12.651 de 2012).

Morfologia do ecossistema: configuração e estrutura próprias de qualquer ecossistema; estudo da forma do ecossistema.

Nitrogênio (N): elemento químico importante no metabolismo de ecossistemas aquáticos e na formação de proteínas.

Paisagem: área geográfica que consiste em um mosaico de diferentes e diversos habitats.

Pântano: tipo de ecossistema aquático constituído de planícies inundadas (parcial ou totalmente) cobertas com vegetação densa e grande quantidade de matéria orgânica em decomposição.

Percolação: movimento descendente (de cima para baixo) da água no interior do solo; avanço descendente da água na zona não saturada.

Polifosfatos: sais formados a partir de unidades de fosfato (forma dissolvida de fósforo) ligados pelo compartilhamento de átomos de oxigênio.

Precipitação: processo pelo qual a água cai da atmosfera sob a Terra em forma de chuvas.

Retificação e Canalização: processo de modificação do canal natural do ecossistema aquático com a retirada de contornos e/ou curvas e utilização de canos e/ou pavimentação.

Vazão: volume e/ou massa de água que passa pelos ecossistemas aquáticos por unidade de tempo.

Para acrescentar seus conhecimentos em Ecologia aquática...

Referências Bibliográficas - Sugestões de Leitura:

Conservação para o ensino médio. www.ecologia.ib.usp.br – acesso em 18 fev. 2019.

Esteves, F. 2011. Fundamentos de Limnologia. 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência.

Hidrografia. 2017. Rios e bacias do Brasil formam uma das maiores redes fluviais do mundo. <http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2009/10/rios-e-bacias-do-brasil-formam-uma-das-maiores-redes-fluviais-do-mundo> - acesso em 18 fev. 2019.

Laura, G. 2008. A Lagoa encolheu. Boletim UFMG 1.612. Ano 34. <https://www.ufmg.br/boletim/bol1612/4.shtml> – acesso em 18 fev. 2019.

Pinto-Coelho, R.; Santos, S. 2012. Atlas da Qualidade de Água do Reservatório da Pampulha. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora Recóleo.

Poleto, C. 2014. Bacias hidrográficas e recursos hídricos. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência.

Projeto Brasil das Águas. Regiões hidrográficas. www.brasildasaguas.com.br – acesso em 18 fev. 2019.

Roland, F.; Marinho, M.; Cesar, D. 2005. Lições de Limnologia. 1ª edição. São Carlos: Editora Rima. Simulador de Consumo de Água. www.epal.pt – acesso em 18 fev. 2019.

Towsend, C.; Begon, M.; Harper, J. 2010. 3ª edição. Porto Alegre: Editora Artmed.

Consumo mínimo é de cem litros por dia. <http://www.ihu.unisinos.br/noticias/518665-consumo-minimo-e-de-cem-litros-por-dia#> - acesso em 18 fev. 2019.

Von Sperling, E. 2006. Afinal, quanta água temos no planeta? RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 11 (4): 189-199.