

Hidrogeografia

Hidrogeografia

Cristiane Dambrós

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi Camila Cardoso Rotella Danielly Nunes Andrade Noé Grasiele Aparecida Lourenço Isabel Cristina Chagas Barbin Lidiane Cristina Vivaldini Olo Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Daniela Resende de Faria

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora) Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente) Elmir Carvalho da Silva (Coordenador) Leticia Bento Pieroni (Coordenadora) Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Dambrós, Cristiane D156h Hidrogeografía / Cristiane Dambrós. – Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018 184 p.

ISBN 978-85-522-0621-7

1. Hidrogeografia. I. Dambrós, Cristiane. II. Título.

CDD 745

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

Sumário

Unidade 1 Hidrologia básica	7
Seção 1.1 - Características da hidrosfera	10
Seção 1.2 - Águas superficiais: precipitação e escoamento	22
Seção 1.3 - Águas subterrâneas	36
Unidade 2 Bacias hidrográficas	51
Seção 2.1 - Águas superficiais fluviais	53
Seção 2.2 - Bacias hidrográficas brasileiras	65
Seção 2.3 - Uso dos recursos hídricos superficiais	77
Unidade 3 Recursos hídricos e meio ambiente	95
Seção 3.1 - Água e meio ambiente	97
Seção 3.2 - Recursos hídricos: usos x conflitos	110
Seção 3.3 - Perspectivas para o uso da água	123
Unidade 4 Gestão dos recursos hídricos	139
Seção 4.1 - Gestão dos recursos hídricos no brasil	1/11
Seção 4.2 - Legislação sobre o uso e aproveitamento da água I	
Seção 4.3 - Legislação sobre o uso e aproveitamento da água II	168

Palavras do autor

A disciplina de Hidrogeografia é uma das áreas de conhecimento fundamentais para a sua completa formação na Geografia, pois ela compõe uma das grandes áreas de estudos do meio físico, juntamente com a Geomorfologia, Climatologia e Biogeografia. Estudar a água é de extrema importância, tanto em seus aspectos naturais, que viabilizaram o surgimento da vida na Terra, até sua influência na organização sociocultural dos seres humanos, considerando desde os primórdios de sua existência até a sua consolidação em grupos, atualmente.

Nosso objetivo é o aprofundamento dos estudos conceituais, metodológicos e técnicos para a formação e consolidação de nosso conhecimento sobre a água e a Hidrogeografia. Além disso, esses estudos conduzirão à uma formação profissional de qualidade, estimulando a ampliação e o aprofundamento de pesquisas sobre a água e sobre os recursos hídricos em âmbito local, regional, nacional e global.

O recorte espacial que mais será trabalhado é o que se refere às bacias hidrográficas, pois é dessa forma que a maioria dos órgãos públicos (governamentais e técnicos) e trabalhos acadêmicos realizam estudos e criam normatizações e leis a respeito da água. Ao final da disciplina, você será capaz de compreender a dinâmica do ciclo hidrológico e analisar os impactos causados pela atividade antrópica.

Durante seu percurso, abordaremos assuntos que construirão seus conhecimentos sobre Hidrogeografia. Inicialmente, trataremos da hidrologia básica, ou seja, o conhecimento sobre a dinâmica das águas superficiais, subterrâneas e sua distribuição no mundo e no Brasil.

A segunda unidade abordará os aspectos que envolvem a dinâmica das águas superficiais, tendo como base e estrutura de análise a bacia hidrográfica. Envolverá desde estudos teóricos, de classificação e hierarquização dos cursos d'água, até o estudo das grandes bacias hidrográficas brasileiras e seus principais usos.

A unidade três trata a temática da distribuição dos recursos hídricos bem como as formas e as perspectivas de uso, conflitos

e impactos que poderão ser estabelecidos devido ao uso humano. Também, nessa unidade, compreenderemos como a água se torna um recurso natural, além de pensarmos acerca de seu futuro.

E, na quarta unidade, abordaremos questões referentes à gestão dos recursos hídricos e os planos de gestão que vigoram no território brasileiro. Iniciaremos pelas políticas que gerenciam os recursos hídricos no Brasil, perpassando pelas questões atuais e que estão em debate, como, por exemplo, a cobrança da água.

Portanto, a água é uma das temáticas mais atuais no cenário nacional e internacional. Conhecer e compreender sua dinâmica na natureza, bem como sua gestão, proporcionará um salto de qualidade em nossa atuação profissional. Destaca-se ao longo desta disciplina, é possível chegar a algumas conclusões, sendo sobre a principal delas: a água é um recurso natural renovável, não renovável ou nenhum dos dois? Motivados a construir conhecimento juntos, vos convidamos a se desprender de conceitos prévios e mergulhar nessa incrível especialidade geográfica, a Hidrogeografia. Sejam bem-vindos!

Hidrologia básica

Convite ao estudo

É sabido da importância da ciência geográfica, bem como que a sua contribuição para a formação cidadã ultrapassa a relação sociedade/natureza, haja vista que o espaço geográfico envolve todos os elementos que a constituem. A hidrogeografia é uma das especialidades da Geografia, e é de extrema importância nos dedicarmos aos estudos da água, pois, na atualidade, tal recurso se trata de um dos temas mais comentados e discutidos pela comunidade civil, acadêmica e autoridades políticas.

Sua dedicação a esta disciplina contribuirá para que você seja um professor ou professora de Geografia capaz de suprir as possíveis carências dos materiais didáticos disponíveis para a formação de crianças, jovens e adolescentes. Neste sentido, esta unidade terá como foco o suprimento das necessidades teóricas para a construção do conhecimento sobre a disponibilidade de água no planeta.

Reconhecer, no dia a dia, a importância de nossas atitudes profissionais e pessoais nos torna responsáveis. Isso significa participar e despertar em outras pessoas a necessidade de cobrar das autoridades políticas ações mais eficazes no que tange à gestão dos recursos hídricos. E, para que a gestão ocorra de forma eficiente, é necessário o domínio das categorias geográficas de estudo e de análise da realidade espacial, tais como a categoria "lugar".

Essa categoria é importante para localizarmos e descrevermos as características eminente:, por exemplo, onde o nosso objeto de estudo (município, Estado ou país) se localiza e a disponibilidade de água. Assim, faz-

se necessário o estudo detalhado do balanço hídrico (precipitação, interceptação, evaporação, evapotranspiração, infiltração, escoamento, armazenamento superficial e subsuperficial) das bacias hidrográficas que compõem a área de estudo, e, portanto, nós, professores de Geografia, temos grande responsabilidade, como formadores de opinião, de trabalharmos com informações técnicas e científicas e de instigarmos o processo de construção do conhecimento, a constante busca pelo saber, para que sejamos responsáveis pela formação de estudantes críticos, responsáveis e atuantes no meio em que vivem.

O cotidiano dos professores da educação básica, tanto da rede de ensino particular quanto da rede pública, inclui o desafio diuturno de planejar uma rotina que envolva a preparação das aulas e das atividades de ensino que fomentem uma aprendizagem significativa. Além da costumeira rotina enfrentada pelos docentes, há de se considerar outros aspectos que precisam ser levados em conta, não somente o que se refere aos conteúdos/conceitos e ao planejamento das atividades de ensino e aprendizagem.

Nesta unidade, acompanharemos os desafios profissionais enfrentados pela professora Illana, que leciona Geografia na Escola Municipal de Ensino Fundamental "Esther Couto", em Teresina/Piauí. Com a implantação de políticas públicas para o público alvo da educação especial, como previsto na LDB nº 9.394/96, Illana, juntamente com demais professores da escola, participou de treinamentos de formação docente inicial e continuada, além de cursos que possibilitaram o acolhimento de estudantes, público alvo da educação especial. Do ponto de vista teórico, essa temática provoca, a cada dia, mais reflexões sobre a educação, bem como demanda à preparação do professor. Para Pietro (2006, p. 57) "a formação continuada de docentes é um compromisso dos sistemas de ensino que estejam comprometidos com a sua qualidade".

A capacitação de professores tem como finalidade identificar os domínios de conhecimentos e suas diferentes

necessidades nos processos de aprendizagem dos alunos. Além disso, de elaborar atividades, criar ou adaptar materiais e formas de avaliação que sirvam como meio de aprimorar o trabalho desenvolvido junto aos alunos.

Nesta unidade, iniciaremos os estudos de hidrogeografia, abordando, de modo específico, aspectos relacionados à hidrologia. De modo mais detalhado, trabalharemos características da hidrosfera, além das singularidades das águas subterrâneas e superficiais, bem como as principais formas de coletas de dados e informações que contribuirão para a aplicação de políticas públicas para uso dos recursos hídricos.

A turma do 9° ano é composta por 18 alunos, dos quais um aluno apresenta deficiência visual, um deficiência auditiva e outro aluno apresenta a dislexia como dificuldade de aprendizagem. Por saber antecipadamente as características gerais dos alunos, Illana pensou em preparar uma série de materiais didáticos que contribuirão na compreensão das temáticas que serão trabalhadas, por exemplo: textos em braile, aprimoramento da comunicação através da LIBRAS, construção de maquetes, atividades que envolvam encontrar palavras, relacionar palavras, entre outros.

Seção 1.1

Características da hidrosfera

Diálogo aberto

Nesta unidade, acompanharemos o trabalho da professora Illana, que leciona Geografia em uma escola municipal, em Teresina, no Estado do Piauí. Essa escola é notoriamente conhecida pelo trabalho que realiza com o público alvo da educação especial. Seu primeiro desafio, na turma do nono ano, será o trabalho com as aulas sobre as questões hidrológicas. A sala conta com 18 alunos, dos quais três constituem o público alvo da educação especial: dois apresentam deficiências visual e auditiva, e um deles apresenta dislexia, uma dificuldade de aprendizagem. Pensando nas dificuldades que os alunos terão com os conceitos relacionados ao ciclo hidrológico e nos alunos que são do público alvo da educação especial, a professora Illana resolve que a melhor alternativa para tanto é a produção do próprio material didático, para o trabalho com o tema. Na primeira aula sobre ciclo hidrológico, a professora guestiona se alguém da sala já pensou como a água que consumimos diariamente chega até nossas casas. Muitos falam sobre o ciclo da água, porém Laura, uma das alunas, questiona como isso é possível, já que o ciclo da água não "inclui" nossas casas?. Diante desse questionamento, a Professora Illana começa a refletir sobre quais seriam os melhores materiais e recursos para se trabalhar tais conceitos e temas, sabendo das dificuldades de apreensão do tema e também como proceder para proporcionar uma sequência de ensino e aprendizagem que seja efetivamente significativa, que viabilize a formação de indivíduos autônomos e críticos acerca de sua realidade.

Vamos acompanhar a professora Illana nesse processo.

Não pode faltar

Balanço da distribuição da água no planeta

O planeta Terra se formou há mais de 4,5 bilhões de anos, consequentemente sua composição química passou a ser cada vez mais complexa, permitindo a formação de moléculas de água

em quantidades mais significativas, mantendo a mesma quantidade de água quase intacta até os dias atuais, o que proporcionou o surgimento dos primeiros seres vivos há, aproximadamente, 3,8 bilhões de anos. Nesse período, até os dias atuais, ocorreram mudanças climáticas, porém a quantidade de água não variou: acontece que a concentração de água foi maior em outro estado, que não o líquido. Por exemplo, no período glacial, a quantidade de água no estado sólido era muito maior que a quantidade de água sólida que observamos na atualidade.

Considerando o espaço geográfico terrestre, a distribuição da água é bastante irregular, sendo os mares e oceanos os responsáveis pelo armazenamento da maior quantidade de água (mais de 95%). Esta, por sua vez, apresenta alta concentração de sais e é imprópria para o consumo direto (necessita da retirada de sais da água) aos seres humanos. Já a água que é passível ao consumo direto, a água doce e potável, compõe cerca de 0,26% do estoque global. O Quadro 1.1 apresenta os principais reservatórios de água do planeta. Observe que a maior concentração de água salgada está nos oceanos e as maiores concentrações de água doce, nas áreas congeladas e na Antártida.

Quadro 1.1 | Distribuição da água na Terra

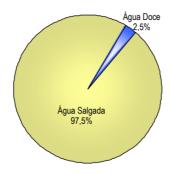
Reservatórios	Volume (km3)	% do volume total de água	% de água doce
Oceanos	1.338.000	96,5379	-
Água subterrânea	23.400	1,6883	-
Água doce	10.530	0,7597	30,0607
Água salgada	12.870	0,9286	-
Umidade do solo	16,5	0,0012	0,0471
Áreas congeladas	24.064	1,7362	68,6971
Antártida	21.600	1,5585	61,6629
Groenlândia	2.340	0,1688	6,6802
Ártico	83,5	0,0060	0,2384
Montanhas	40,6	0,0029	0,1159
Solos congelados	300	0,0216	0,8564
Lagos	176,4	0,0127	-
Água doce	91	0,0066	0,2598
Água salgada	85,4	0,0062	-

Pântanos	11,5	0,0008	0,0328
Rios	2,1	0,0002	0,0061
Biomassa	1,1	0,0001	0,0032
Vapor d'água na atmosfera	12,9	0,0009	0,0368
Total de água salgada	1.350.955,4	97,4726	-
Total de água doce	35.029,1	2,5274	100
Armazenamento total	1.385.984,5	100	-

Fonte: Machado; Torres (2012, p. 12).

Se representarmos a distribuição de água de outra forma, visualizamos espacialmente a relação entre a quantidade de água doce e a quantidade de água salgada.

Figura 1.1 | Distribuição de água salgada e doce na Terra



Fonte: Setti et al. (2000, p. 47).

Nosso organismo pode sobreviver vários dias sem comer, porém não conseguimos sobreviver por mais de três dias sem água. Esta é uma das grandes preocupações para o futuro da humanidade: a falta de gestão (controle de uso) irá provocar a escassez de água para mais de três bilhões de pessoas até 2025, ou seja, a água não terminará, mas sim a água potável, pois a má gestão e investimento em saneamento inexistem, tornando a água imprópria para o uso humano.

Exemplificando

No ano de 2014, a crise hídrica no Estado de São Paulo, principalmente na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP –, foi notícia no jornalismo mundial. Porém, quando os repórteres chegavam para noticiá-la, se deparavam com rios com caudal significativo e represas cheias de água. Então, por que faltava água na RMSP? Isso ocorreu graças aos altos índices de componentes poluidores, sendo inviável a sua descontaminação em curto prazo. Portanto, não houve falta de água na RMSP, houve gestão irregular e, consequentemente, restrição na água potável a ser fornecida para a população.

Descrição geral do ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico, juntamente com o do nitrogênio, carbono, fósforo, entre outros, faz parte da constituição dos ciclos biogeoquímicos, estes, por sua vez, realizam a ciclagem envolvendo aspectos da biosfera.



Ciclos biogeoquímicos: são os fluxos de energia que permitem o desenvolvimento da vida e que desencadeiam os ciclos de matéria/nutrientes que fazem parte da composição bioquímica dos ecossistemas. Esse processo corresponde à transferência de nutrientes do solo e da atmosfera para os seres vivos, os quais são devolvidos ao solo e à atmosfera após a morte do organismo vivo. Os ciclos de nutrientes são denominados de ciclos biogeoquímicos (FIGUEIRÓ, 2015).

O ciclo hidrológico configura-se no movimento da água, em seus estados líquido, gasoso ou sólido, na biosfera. Esta complexa movimentação permite que a água, em suas diferentes formas de armazenamento, seja renovada. A Figura 1.2 demonstra os principais estágios do ciclo hidrológico, e a Figura 1.3 apresenta o período médio para a sua renovação, nas principais formas de armazenamento natural da água na Terra.

Figura 1.2 | Principais fases do ciclo hidrológico ou ciclo da água



Fonte: https://goo.gl/RDgTuL>. Acesso em: 10 set. 2017.

Figura 1.3 | Período de renovação da água em diferentes reservatórios na Terra

Reservatórios	Período médio de renovação
Oceanos	2.500 anos
Água subterrânea	1.400 anos
Umidade do solo	1 ano
Áreas permanentemente congeladas	9.700 anos
Geleiras em montanhas	1.600 anos
Solos congelados	10.000 anos
Lagos	17 anos
Pântanos	5 anos
Rios	16 dias
Biomassa	algumas horas
Vapor d'água na atmosfera	8 dias

Fonte: Setti et al. (2000, p. 48).

É possível observarmos na Figura 1.3 que o movimento da água pode ser rápido (algumas horas), mas também pode se estender por milhares de anos. Porém, a quantidade de água que chega aos oceanos (forma líquida) é a mesma que retorna dos oceanos para os continentes (forma gasosa).



Reflita

Se a quantidade de água é praticamente invariável há mais de 3 bilhões de anos, o ciclo hidrológico é responsável pelo movimento da água no planeta. Seria possível que, com o processo de ciclagem, a água que estava presente em rios e lagos há 100.000 anos nos molhasse em uma chuva na atualidade?



Reflita

Também observamos que, com o ciclo hidrológico, toda a água do planeta está conectada e em movimento. Um exemplo: os oceanos são os maiores armazenadores de água, sobre eles se formam as massas de ar úmidas, resultando nas precipitações em áreas continentais. Portanto, é possível afirmar que abastecemos nossos reservatórios de água doce e que bebemos a água dos oceanos?

O ciclo hidrológico permite o movimento da água na Terra. Sabese que este processo é bastante complexo e, para tanto, em seu estudo, abordaremos, de forma detalhada, as fases mais importantes do ciclo hidrológico. São elas: precipitação, interceptação, evaporação, evapotranspiração, infiltração e armazenamento.

Precipitação, interceptação, evaporação e evapotranspiração

Precipitação – envolve todos os tipos de água condensada que chega à superfície da Terra a partir da atmosfera: na forma de orvalho, chuva, granizo e neve, ou seja, a precipitação pode ocorrer na forma líquida ou sólida (Figura 1.4).





Fonte: https://goo.gl/Smmhb1>. Acesso em: 3 out. 2017.

Interceptação – é o processo pelo qual a água ou o gelo precipitado não atingem a superfície terrestre, evaporando durante a queda ou ficando retidos pela vegetação, que, por sua vez, varia conforme a densidade folhar das copas das árvores e arbustos (Figura 1.5).

Figura 1.5 | Vegetação interceptando a neve



Fonte: https://goo.gl/fBhNEX>. Acesso em: 3 out. 2017.

Evaporação – consiste na transformação da água em estado líquido ou sólido para o estado gasoso, ocorrendo devido à radiação solar, ou seja, a energia advinda do sol chega à superfície na forma de calor, possibilitando a evaporação (Figura 1.6).

Figura 1.6 | Processo de evaporação da água de um lago



Fonte: https://goo.gl/TRJhQm. Acesso em: 3 out. 2017.

Evapotranspiração – este processo só é possível com a adição de dois fenômenos: a evaporação (água de rios, mares, lagos etc.) e a transpiração (suor da biomassa = seres vivos (plantas e animais)). Na Figura 1.7 é possível observar essa dinâmica. Também é interessante destacar que a água, que não entra no processo da

evapotranspiração, é direcionada para outros processos como o escoamento e a infiltração.

Evapotranspiração = transpiração + evaporação

Transpiração

Árvores Gramíneas

Evaporação

Evaporação

Recarga de água subterrânea

Figura 1.7 | Processo simplificado da evapotranspiração

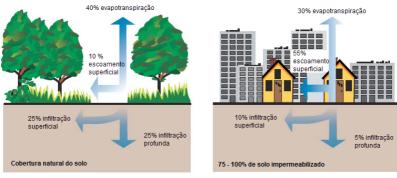
Fonte: https://goo.gl/i5u5vb>. Acesso em: 10 set. 2017.

Infiltração e armazenamento

Infiltração – é a capacidade que a superfície terrestre tem de percolação de água. Esta pode variar, a partir do tipo de solo, relevo e rochas, mas também pode ocorrer intervenção de forma artificial, por exemplo nas áreas urbanizadas, as quais têm mais de 75% de sua superfície impermeabilizada (Figura 1.8).

A infiltração pode ocorrer em duas condições: a superficial, na qual a água percola poucas profundidades e abastece os aquíferos livres, permitindo a umidade no solo; e a infiltração profunda, que permite a recarga de aquíferos profundos e com maior grau de confinamento.

Figura 1.8 | Processo de infiltração da água



Fonte: https://goo.gl/18sbVK>. Acesso em: 10 set. 2017.

Armazenamento – o armazenamento de água consiste no seu acúmulo em lugares de maior depressão, devido ao processo de escoamento. As áreas alagadas e lagos são exemplos de armazenamento da água superficial; os aquíferos, para o armazenamento de águas subterrâneas. Neles, sabemos que há maior concentração e capacidade de armazenamento em solos e rochas que apresentam poros em sua estrutura. O armazenamento da água só é possível devido ao processo de infiltração da água (Figura 1.9).

Figura 1.9 | Banhado (área alagada), exemplo de armazenamento superficial



Fonte: https://goo.gl/51Cjo4. Acesso em: 3 out. 2017.

Pesquise mais

Assista ao vídeo *Planeta Terra, Planeta Água*, nele é possível entendermos um pouco mais sobre a distribuição da água no nosso Planeta. Também, será possível observar a dinâmica da água em pequena escala: o exemplo é a Lagoa da Pampulha.

Este vídeo foi premiado na 7ª edição do Prêmio Águas da Pampulha.

Fonte: PLANETA Terra, Planeta Água. Produção de Leo Aureliano. Realização de Núcleo Manuelzão. Intérpretes: Lourival Reis e Carla Wstane. Roteiro: Carla Wstane. Belo Horizonte, MG, 2010. Son., color. Vídeo educativo criado para exibição durante a premiação dos trabalhos classificados da 7ª Edição do Prêmio Águas da Pampulha. Disponível em: http://www.beatsloop.com/video/C-U6wg8xC7g. Acesso em: 10 set. 2017.

Sem medo de errar

A professora Illana leciona Geografia em uma escola municipal de Teresina, para uma turma de nono ano, com 18 alunos, dos quais três são da educação especial. O tema da aula de hoje será o ciclo hidrológico e a professora Illana tem uma preocupação pertinente: como trabalhar esses conteúdos, que normalmente costumam apresentar dificuldades a partir da realidade dos estudantes? E, em relação aos materiais disponíveis para tanto: será que é possível promover momentos de aprendizagem significativa a todos os alunos da turma? Com base nessas indagações, Illana iniciou a aula questionando sobre o ciclo hidrológico, e logo uma aluna apresenta uma conclusão: se nossas casas não fazem parte do ciclo da água, como é que água chega até elas?

Para tanto, para que todos pudessem apreender os conteúdos envolvidos na aula, a professora Illana resolveu produzir seu próprio material didático, e a escolha foi a maquete. Como ela precisa lidar com um aluno com deficiência visual, um com deficiência auditiva e com um aluno com dislexia, a partir da construção da maquete do bairro no qual a escola está localizada, ela garantiu a participação de todos. Para tanto, ela se utilizou dos métodos da Cartografia Táctil, através da qual se constroem maquetes voltadas para indivíduos com deficiência visual ou baixa visão. Além disso, com um modelo tridimensional do relevo, foi possível inserir objetos, como casas,

prédios, a escola, entre outros e, assim, visualizar como a água entra e sai no sistema. Assim é possível compreender a questão colocada pela aluna "como é que a água chega até nossas casas?". As cores e legendas foram adicionadas à maquete, para que pessoas com deficiência auditiva sejam capazes de identificar as diferenças. Nesse sentido, também se adicionou sistemas de sons para que cada etapa do ciclo da água fosse identificada por um som diferente. Imagem, cor, som e tridimensionalidade em um mesmo produto cartográfico evidenciam diferentes linguagens, algo mais acessível para aqueles que possuem dislexia, e, assim, a professora Illana conseguiu trabalhar complexos conceitos relacionados ao ciclo hidrológico de uma forma diferenciada. Com isso, proporcionou momentos de reflexão ao grupo, e a produção do próprio material garantiu uma aprendizagem significativa.

Faça valer a pena

- **1.** Considerando que toda molécula de água presente na biosfera contribui para a distribuição de água da Terra, marque V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas:
- () O planeta Terra se formou há, aproximadamente, 4,5 bilhões de anos, e nas últimas glaciações houve aumento na quantidade de água.
- () Uma das maiores concentrações, em reservatório natural, de água doce do planeta Terra pode ser encontrada na Antártida.
- () Os oceanos armazenam a maior quantidade de água do planeta, correspondendo a 40% do volume total de água da Terra.
- () Assim como nós, seres humanos, muitos vegetais apresentam em sua estrutura grandes quantidades de água.

Marque a alternativa que corresponda à sequência correta apresentada no texto:

- a) V, V, V, V.
- b) V. F. V. F.
- c) F. V. F. V.
- d) F, V, V, F.
- e) F, F, F, F.
- **2.** Toda água presente no sistema Terra passa, obrigatoriamente, pelo processo de ciclagem natural, ou seja, pertence ao ciclo hidrológico, que,

por sua vez, envolve a água em seus diferentes estados — líquido, sólido e gasoso — que se apresentam em constante movimento.

Marque a alternativa correta relativamente ao tipo de movimentação do ciclo hidrológico:

- a) O ciclo hidrológico configura-se na movimentação constante das águas na biosfera.
- b) O ciclo hidrológico configura-se na movimentação constante das águas na ionosfera.
- c) O ciclo hidrológico configura-se na movimentação constante das águas na litosfera.
- d) O ciclo hidrológico configura-se na movimentação constante das águas na atmosfera.
- e) O ciclo hidrológico configura-se na movimentação constante das águas na mesosfera.
- **3.** O ciclo hidrológico apresenta grande complexidade em sua organização. Isto é perceptível nos diferentes processos, bem como na sua escala de tempo e de dimensão espacial. Um dos processos tem como principal função a redução do escoamento e depende diretamente da cobertura vegetal disponível no terreno, sendo mais eficaz em áreas de vegetação arbórea com densas copas.

A partir da leitura do texto, marque a alternativa que corresponda ao processo descrito:

- a) Evaporação.
- b) Infiltração.
- c) Precipitação.
- d) Escoamento.
- e) Interceptação.

Seção 1.2

Águas superficiais: precipitação e escoamento

Diálogo aberto

Illana leciona Geografia para uma sala do nono ano do ensino fundamental e, em sua turma de 18 alunos, conta com alguns estudantes que constituem público-alvo da educação especial, sendo que um deles apresenta deficiência visual, outro auditiva e um outro apresenta a dislexia como dificuldade de aprendizagem. Assim, ela prossegue com os estudos sobre hidrologia e, agora, tem como tema as águas superficiais. Para tanto, a Professora Illana elencou como temas principais a precipitação e algumas consequências que dela derivam, tais como as enchentes. Como as enchentes ocorrem em muitas cidades brasileiras, inclusive em Teresina, a professora idealizou uma atividade prática, que previa a montagem e a instalação de um pluviômetro na escola, a fim de melhorar a compreensão da temática.

No entanto, para desenvolver sua proposta, a Professora Illana deve refletir como trabalhar esta proposta com todos seus alunos, pensando em todas as etapas, desde a confecção dos pluviômetros até a apresentação dos resultados finais.

Quais são as melhores estratégias para o desenvolvimento dessa atividade? Quais os materiais pedagógicos mais adequados para tanto? Como Illana deve proceder para que todos os seus estudantes que constituem público-alvo da educação especial tenham sua aprendizagem garantida e assegurada em tal atividade?

Não pode faltar

Aquisição e processamento de dados: redes hidrológicas

A aquisição de informações sobre a distribuição das águas superficiais, na sua maioria, tem como área de estudo uma bacia hidrográfica. Devido ao aumento da demanda de água, mas também da quantidade de resíduos, para suprir as necessidades do homem, a eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos passa a ser extremamente necessária.

Assim, a obtenção de dados ao longo de toda a rede hidrográfica, tanto instantâneos como aqueles que consideram um período histórico, é quase impossível. Os postos de observação são denominados de estações hidrológicas. Quando há vários postos em observação, eles constituem uma rede hidrológica. É necessário lembrar que rede hidrológica é o conjunto dos postos de observação, e que rede hidrográfica são os cursos d'água que compõem uma bacia hidrográfica (Figura 1.10).

Figura 1.10 | Principais rios que compõem a Bacia Hidrográfica Amazônica



Fonte: https://goo.gl/wZ3e8S>. Acesso em: 15 out. 2017.



Segundo Pinto et. al. (1976) e Tucci (2007), hidrologia é a ciência que estuda a água na Terra, considerando todas as formas de ocorrência e distribuição, bem como os fenômenos que permitem a circulação e sua interação com o meio, porém estudos sobre a água só são possíveis a partir da coleta de dados, informações e na observação dos processos envolvidos.

Dentre as estações hidrológicas mais comuns, estão:

- Postos de hidrometria geral são responsáveis pelo monitoramento e coleta de informações contínuas dos cursos d'água em todas as formas de descarga. Estas estações medem o comportamento diário de um curso d'água;
- Postos de alerta e gestão os instrumentos de monitoramento e coleta de informações são instalados para um objetivo específico, por exemplo: se houver um aumento no nível da água, para o controle das enchentes ou cheias catastróficas;
- Postos temporários são postos instalados durante um período limitado e se destinam a estudos específicos. São muito utilizados para pesquisas acadêmicas ou para observação do comportamento do curso d'água pelo órgão gestor.

Considerando a dimensão territorial do Brasil, ainda são poucos os postos de monitoramento, além disso, sua alocação no território brasileiro é concentrada nas regiões Sudeste e Sul. É a Agência Nacional de Águas – ANA –, a autarquia responsável pela gestão e monitoramento dos recursos hídricos no Brasil. Esta é vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Na Figura 1.11, é possível verificar a distribuição dos postos de monitoramento da qualidade da água que se enquadram nas estações de hidrometria geral.

AGENCAMACIONAL DE AGUAS

PARAMA

COSTA RICA

Estações Qualidade

Estações Qualidade

Estações Qualidade

Dados Comencia

Dados

Figura 1.11 | Espacialização dos postos de monitoramento de qualidade da água no Brasil

Fonte: adaptada de: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 20 set. 2017.

Pesquise mais

A Agência Nacional de Águas – ANA – disponibiliza, em sua página, um banco de dados sistematizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH. Nele, é possível construir seus próprios mapas ou baixar, no formato de planilha, dados sobre as estações de monitoramento da ANA.

O tutorial de uso está disponível em: https://portal1.snirh.gov.br/ tutorialmapainterativo/>. Acesso em: 21 out. 2017.

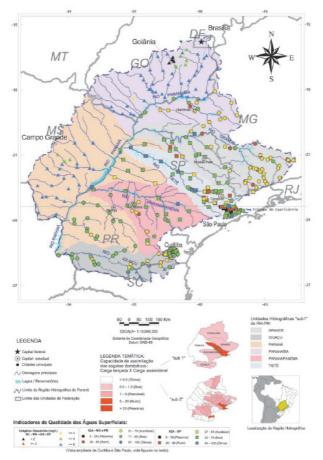
A partir das informações coletadas nas estações, é possível construir um banco de dados com auxílio de softwares, que permitem agilidade na verificação do comportamento de uma bacia hidrográfica, possibilitando, assim, a aplicação de modelos matemáticos que contribuirão para o planejamento e gerenciamento de dados com maior rapidez e precisão.



Na Figura 1.12, observamos que o banco de dados da ANA permite verificar, automaticamente, o comportamento fluviométrico. Os dados são coletados na Estação Fluviométrica instalada no Rio Paraná, por exemplo, em seu posto localizado na Ponte da Amizade (que liga Foz do Iguaçu/Brasil e Ciudad del Este/Paraguai); a entidade responsável pela estação e coleta das informações é a Itaipu Binacional. Destaca-se que tal estação é responsável pelo levantamento de informações de dados, tanto de vazão como de qualidade, da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná ao deixar o Brasil e seguir o seu curso na Argentina.

Cada estação tem o seu banco de dados. No caso, a Figura 1.13 demonstra, demonstra, através do gráfico, o nível médio do Rio Paraná no ano de 1996. A ANA também disponibiliza os dados em planilha, o que possibilita aos pesquisadores realizarem outras análises e comparações.

Figura 1.12 | Informações geográficas sobre a localização do posto/estação de monitoramento



Fonte: http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023747.pdf. Acesso em: 23 set. 2017.

Figura 1.13 | Banco de dados demonstrando o nível médio do Rio Paraná no ano de 1996



Fonte: adaptada de: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 20 set. 2017

Aquisição e processamento de dados de precipitação

Precipitação é toda forma de água que advém do meio atmosférico, em forma de água ou gelo. Esta, por sua vez, advém do vapor de água que evaporou de superfícies aquosas (rios, lagos, oceanos, entre outros) ou da respiração dos seres vivos. A atmosfera é considerada um vasto reservatório de água, e é a disponibilidade de precipitação o fator determinante para a quantificação e posterior gerenciamento de uso do recurso hídrico (TUCCI, 2007).

Os mapas sinóticos e as cartas atmosféricas são capazes de demonstrar a movimentação destas massas de água. Esses métodos nos auxiliam a entender os fenômenos meteorológicos e as suas correlações. Devido à grande instabilidade desses fenômenos, pesquisadores construíram modelos para esquematizar os principais, possibilitando tanto a previsão do tempo como medições dos índices de precipitação. A precipitação é medida a partir de quatro variáveis:

- Altura pluviométrica a unidade de medida é o milímetro de chuva, que corresponde ao volume de 1 litro por m^2 de superfície. Por exemplo, em uma chuva de 100 mm, em $1m^2$ acumulou-se uma lâmina de água de altura de 100 milímetros.
- Duração a unidade de medida mais frequente são minutos e hora, então, a duração corresponde ao tempo pelo qual ocorreu a

precipitação. Por exemplo, a precipitação de neve ocorreu por 30 minutos:

- Intensidade corresponde à relação da altura pluviométrica e do tempo. Pode ser expressa por mm/h ou mm/min. Por exemplo, na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, entre os dias 15 e 20 de janeiro de 2016, o acúmulo de chuva ultrapassou os 40 mm/h. Dentro da classificação, isso pode ser enquadrado como uma intensidade forte;
- Frequência de probabilidade e tempo de recorrência após a obtenção de informações capazes de formar um banco de dados, alimentado de forma contínua, é possível estimar uma probabilidade média do fenômeno. Então, quando tais valores estão abaixo da média, pode-se dizer que há uma estiagem.

A obtenção dos dados de precipitação ocorre através da instalação de estações pluviométricas, que se dividem em estações analógicas (anotações das informações 3 vezes por dia), semiautomáticas (existem equipamentos analógicos e automáticos) e estações automáticas (são estações com equipamentos automáticos, que obtêm informações em minutos e horas, diariamente).

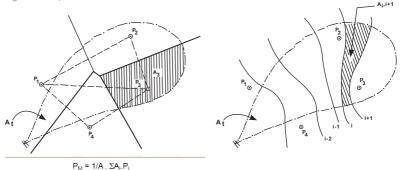
A análise dos dados de precipitação deve sempre iniciar pelo estudo das informações coletadas, ou seja, identificação e correção de possíveis erros. Os dois principais problemas estão no preenchimento de falhas (período sem anotação das informações. Para tanto, pode-se utilizar o método de ponderação regional ou de regressão linear) e na análise da consistência das séries pluviométricas (quando houver correção de falhas, realizar análise de consistência, comparando com dados de estações vizinhas).

A partir dos dados coletados pelos postos meteorológicos, os métodos mais comuns de espacialização da precipitação média de uma bacia hidrográfica são:

- O <u>método de isoietas</u>: linhas traçadas indicando igual precipitação em um determinado ponto e
- O <u>método dos polígonos de Thiessen</u>: que divide a bacia em polígonos e assim determina a precipitação ponderada para cada polígono.

Observe a Figura 1.14a e 1.14b:

Figura 1.14 | a) método de Thiessen; b) método de isoietas



Fonte: Tucci (2007, p. 197-198).



Para melhor compreensão da aplicabilidade dos métodos de Thiessen e isoietas, sugerimos a leitura do texto "Unidade 3 – Aplicação de dados hidrológicos em séries históricas e estudos", entre as páginas 9 a 14. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/66/6/Unidade_3.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

Aquisição e processamento de dados de escoamento

É importante compreendermos que existem formas principais de escoamento: o escoamento superficial livre, o escoamento superficial (rede de drenagem, por exemplo), o escoamento subsuperficial ou hipodérmico e o escoamento subterrâneo. Considerando a dinâmica natural dos fenômenos, é possível verificar alguns fatores que influenciam diretamente no escoamento. São eles: intensidade e duração da precipitação; precipitação antecedente; umidade, permeabilidade e capacidade de infiltração do solo; topografia e uso da terra da bacia hidrográfica e obras hidráulicas (barragens e reservatórios).

Para a obtenção dos dados de escoamento, é necessário medir o nível (cotas) e a vazão. No Quadro 1.2, sistematiza-se os principais métodos e procedimentos que contribuem para a obtenção de informações e processamento dos dados de escoamento.

Quadro 1.2 | Quadro sistematizado sobre a medição de cotas e de vazão; aspectos necessários para a determinação dos dados de escoamento

	Medição de Cotas	Medição de Vazão
Métodos	<u>Teóricos</u> – equações gerais da hidráulica. <u>Experimentais</u> – estabelece a curva-chave* a partir de mensurações experimentais regulares.	Exemplos: Capacidade. Velocidade do fluxo da água; Traçador. Fórmulas hidráulicas e/ou dispositivo hidráulico.
Obtenção dos dados	Linímetro – régua vertical (1 metro) – leitura dos dados de forma analógica (1 ou mais vezes por dia). Linígrafo – aparelho automático associado a régua – leitura automática dos dados (informações em tempos variados de segundos a hora).	Vertedouro triangular (método de vazão por capacidade) — pequenos canais (método mais preciso). Molinete (método da velocidade do fluxo da água) — com haste ou lastro. Flutuadores naturais ou artificiais (método de traçadores) — para casos de alta velocidade ou deficiência de equipamentos. Barco móvel — para rios de grande largura (acima dos 500 metros).
Processamento dos dados	A partir do nível de referência (nível do curso d'água no início do registro dos dados) se constrói um diagrama do período, que, por sua vez, permite visualizar os eventos de cheias e estiagem.	A obtenção de dados varia devido ao método aplicado, porém a maioria é obtida a partir de dados analógicos (as medições com vertedouros podem ser automatizadas). O valor de escoamento deriva da combinação do nível e da vazão de um curso d'água.
Importância	Acompanhar os períodos de cheias, auxiliando a Defesa Civil se houver risco à população ribeirinha (enchente). Planejamento e gestão da ocupação humana nas áreas ribeirinhas, após o término da área de APP**. Promover a conscientização da comunidade, sobre o dinamismo de uma bacia hidrográfica e de seus cursos d'água.	Identificar a capacidade de vazão e a velocidade de um curso d'água. Mapear as possíveis áreas de risco (principalmente em áreas urbanas), por exemplo: intensificação dos processos erosivos, deposição ou carreação de sedimentos. Planejamento e gestão no uso do recurso hídrico, respeitando sua capacidade de produção, principalmente nos períodos de estiagem.

^{*} Curva-chave – relação entre o nível da água e a vazão de um curso d'água.

Fonte: adaptada de Tucci (2007, p. 496-507).

^{**} APP – Área de Preservação Permanente.

Previsão de enchentes, circulação e movimentos oceânicos

As enchentes correspondem ao aumento abrupto do nível e da vazão de água de uma rede de drenagem, devido ao concentrado e elevado índice pluviométrico. Além das características climatológicas, as características físicas de uma bacia hidrográfica também são determinantes na intensidade do evento.

A previsão das enchentes ocorre através da previsão do tempo, obtido por radar ou sensoriamento remoto; posteriormente, estimase a vazão e o nível por modelo matemático, permitindo, assim, simular a vazão que a drenagem irá atingir após a precipitação.

O controle das inundações pode ser realizado através de duas formas:

- <u>Estruturais</u>: modifica-se o sistema fluvial para diminuir os prejuízos decorrentes das enchentes. Por exemplo: controle da cobertura vegetal, erosão do solo, diques, modificação do canal fluvial e reservatórios;
- <u>Não estruturais</u>: os prejuízos são diminuídos através da conscientização da população, por exemplo: zoneamento das áreas inundáveis, construções à prova de enchentes, seguros contra enchentes, previsões e alertas.

Segundo Tucci (2007, p. 626), "é ingenuidade do homem imaginar que poderá controlar totalmente as inundações; as medidas sempre visam minimizar as suas consequências".



Reflita

Hoje em dia, sabemos que as enchentes são eventos naturais, passíveis de previsão a partir de técnicas de sensoriamento remoto para previsão do tempo. Os riscos passam a existir, portanto, a partir da ocupação humana em áreas que sabidamente podem ser alagadas. A partir disso, o que leva à ocupação antrópica sistemática (habitações, recreação, uso agrícola, industrial ou comercial) em áreas com risco de inundação?

Estudos mais detalhados referem-se a bacias hidrográficas que apresentam alto grau de ocupação humana em seu leito maior, pois em eventos de alta precipitação podem ocorrer inundações. Nos últimos anos, a preocupação também envolve a dinâmica oceânica, devido ao aumento de população no litoral, que, por

consequência, intensifica a especulação imobiliária e a construção em áreas inadequadas (área de dunas móveis, diminuindo a linha de praia). Esse fenômeno interfere na circulação e no movimento dos oceanos, que por sua vez, intensifica os processos erosivos litorâneos (Quadro 1.3).

Quadro 1.3 | Sistematização da dinâmica oceânica

Circulação oceânica	Movimentos oceânicos
Movimento circulatório que envolve: - Densidade (salinidade); - Ventos; - Pressão atmosférica. E são afetados pelos efeitos de Coriólis e da continuidade (fluxos).	Os oceanos se movimentam através de: <u>Ondas</u> – provocadas pelos ventos ou tsunamis. <u>Marés</u> – influência gravitacional da Lua e do Sol. Ocorrem diariamente, a cada 6 horas, e classificam-se em maré alta e maré baixa. <u>Correntes</u> – frias (superficiais, mais densas e lentas) e quentes (profundas, menos densas e rápidas).

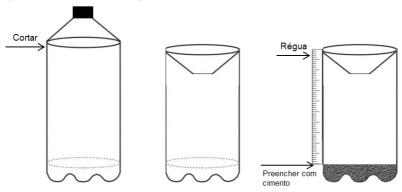
Fonte: elaborada pela autora.

Sem medo de errar

Para desenvolver a proposta de estudo das águas superficiais de modo a garantir a aprendizagem de todos os seus estudantes, Illana propôs a construção de um pluviômetro na escola e a realização de quinze dias de observação, com anotações diárias às 10 horas da manhã. Para a confecção do pluviômetro, ela utilizou uma garrafa PETde 2 litros, régua, cola, areia e cimento.

A atividade inicia com a confecção do pluviômetro. Todos os estudantes, auxiliados pela professora, procedem ao trabalho. Para tanto, é necessário cortar a garrafa PET e, posteriormente, misturar 3 colheres de areia com cimento e água; então, colocar a mistura dentro da garrafa. Isto fará com que a base do pluviômetro fique plana. Com cola se anexa a régua na parede da garrafa PET e, por fim, coloca-se a parte superior da garrafa PET invertida, dentro da parte inferior (Figura 1.15).

Figura 1.15 | Pluviômetro de garrafa PET



Fonte: elaborada pela autora.

A temperatura do ar é medida com um termômetro simples. A insolação e ocorrência de nuvens podem ser determinadas pelos estudantes através de observação, e a direção do vento é identificada através da observação de um anemoscópio, com o qual a escola já contava. Se a escola não dispuser de um, é bem fácil de se construir: para tanto, é preciso papelão, 2 palitos de churrasquinho ou bambu, areia e tubo de caneta.

No papelão, desenhe duas setas e cole uma de cada lado de um palito de churrasquinho. Perpendicularmente, anexar o outro palito de churrasquinho; deverá, então, passar por dentro do tubo de caneta que estará fixado na areia, em um recipiente (Figura 1.16).

Figura 1.16 | Anemoscópio



Fonte: https://sites.google.com/site/portaldifusaocnpqvale/home/primeira-oficina. Acesso em: 8 set. 2017.

Com os equipamentos construídos e instalados, os estudantes passaram a realizar as anotações diárias das variáveis solicitadas pela professora Illana e, depois, foi possível comparar com os dados obtidos no site do INMET.

Após a finalização das observações, Illana realiza uma atividade interdisciplinar com a professora de Matemática, buscando uma melhor forma para que todos os seus alunos tenham acesso aos dados coletados, assim como à sua interpretação. Nesse sentido, a turma construiu gráficos em relevo e com inscrições em Braille. As áreas que sofreram com enchentes foram apresentadas através de mapas táteis e maquetes. Estes por sua vez, acompanhados de legendas em Braille. Associando-se também à tecnologia, os pontos onde as enchentes ocorreram são sensíveis ao toque, o que resulta em sons e explicação do que está acontecendo em determinado ponto, que também é explicado por um intérprete em LIBRAS, em um tablet que pode ser acionado ao lado dos modelos.

Faça valer a pena

- **1.** Considerando aspectos referentes à rede hidrológica, leia as assertivas que seguem:
- I As aquisições de informação são pontuais, denominadas estações ou postos de observação hidrológicos.
- II A compilação de todas as estações hidrológicas em um determinado território, denomina-se de rede hidrológica.
- III Postos de alerta e gestão são responsáveis pelo monitoramento de um curso d'água e não têm objetivo específico.
- IV Postos temporários têm como objetivo a pesquisa e o monitoramento de um curso d'água contínuo.

Em relação às assertivas anteriores, marque a alternativa na qual encontramos somente aqueles itens que estão corretos:

a) I, II.

d) I, III.

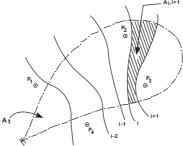
b) IV. II.

e) III, IV.

- c) II, III.
- **2.** Na maioria das pesquisas sobre precipitação, é comum que os estudos correspondam a uma bacia hidrográfica, pois o resultado de uma precipitação influenciará diretamente a sua. Desse modo, após a análise

numérica dos dados (gráficos e tabelas), é comum sua espacialização e, para tanto, existem dois métodos, sendo que um deles está representado na Figura 1.17:

Figura 1.17 | Método aplicado em espacialização da precipitação em uma bacia hidrográfica



Fonte: Tucci (2007, p. 198).

A partir da leitura do texto e da figura, assinale a alternativa que apresenta o método descrito:

- a) Método de Thiessen.
- b) Método numérico.
- c) Método de isoietas.
- d) Método dos momentos.
- e) Método linear.

3. Leia atentamente as frases seguintes, julgando-as como (V) verdadeiras ou (F) falsas:

- () Estações fluviométricas aferem a precipitação.
- () Linígrafo afere a vazão de um rio.
- () O vertedouro triangular obtém dados precisos.
- () As ondas formam-se devido à salinidade.
- () As enchentes podem ser controladas.

A partir da leitura das frases anteriores, escolha a alternativa que apresenta a sequência correta de (V) verdadeiros e (F) falsos:

- a) V; V; V; F; F.
- b) F; F; V; F; F.
- c) V; F; V; F; F.
- d) F; F; V; V; V.
- e) F; F; V; F; V.

Seção 1.3

Águas subterrâneas

Diálogo aberto

Já sabemos que a Escola "Esther Couto" é referência, tanto na avaliação nacional do ensino fundamental como nas políticas e ações de inclusão. Illana leciona Geografia nessa escola e agora enfrentará mais um desafio (talvez o maior deles): ela precisa desenvolver o conteúdo sobre águas subterrâneas com a sua turma do nono ano, composta por 18 alunos, dos quais três representam o público-alvo da educação especial (um apresenta deficiência visual, outro, deficiência auditiva, e o terceiro possui dislexia como dificuldade de aprendizagem). Para tanto, precisará encontrar ferramentas para trabalhar um tema que trata de algo que não conseguimos ver, porém sabemos da existência. Durante o processo de planejamento da aula, a professora Illana pensa em diferentes atividades no laboratório da escola, mas sempre esbarra na falta de algum material ou de algum recurso diversificado que possa tornar a aprendizagem mais significativa.

Sabendo que a turma possui alunos que se constituem no público-alvo da educação especial e que o conteúdo que ela precisa trabalhar é notoriamente complicado, quais estratégias de ensino seriam as mais adequadas para a professora Illana promover uma aprendizagem significativa? Como garantir que todos façam parte desse processo, sabendo que a escola não possui materiais para tanto?

Vamos acompanhar a professora Illana e verificar como ela trabalha os conceitos relacionados às águas subterrâneas com a turma do nono ano.

Não pode faltar

Água subterrânea: infiltração e armazenamento

Compartilhando a ideia de água subterrânea com Tood (1967) e Manoel Filho (2008), entende-se que sua definição compreende

toda água contida na zona saturada de solos ou em rochas. Esta água advém de um processo denominado infiltração, fenômeno este que consiste na penetração da água (na maioria das vezes oriunda da precipitação) no solo devido à ação da gravidade, se movendo para baixo até atingir uma camada (menos porosa) capaz de reter uma porcentagem elevada dessa água que infiltra, permitindo o acúmulo e o surgimento da zona saturada.

No quadro seguinte, é possível observar e compreender, de modo mais claro, os principais fatores que, segundo Martins (2005) e Machado e Torres (2012), determinam e são influenciadores no processo de infiltração da água superficial para as camadas subsuperficiais.

Quadro 1.4 | Quadro com os principais fatores que influenciam na infiltração

Fenômeno	Influência
Tipo de solo	Porosidade, tamanho das partículas e o estado das fissuras das rochas.
Retenção superficial e espessura da camada saturada	No início da precipitação o solo não está saturado, por isso, a água infiltra com maior facilidade; ao passo que a espessura da camada saturada aumenta, a infiltração diminui e o escoamento superficial aumenta.
Grau de umidade	No início da precipitação, há maior infiltração se o solo estiver mais seco, devido à ação da capilaridade.
Ação da precipitação sobre o solo	Nos solos com grãos mais finos é importante haver cobertura vegetal, pois o impacto das gotículas de água contribui para a compactação.
Compactação	Nas áreas de utilização intensa pelo homem, como estradas, cidades e pastagens, por exemplo, a compactação é maior e é possível que se torne impermeável.
Macroestrutura do terreno	Capacidade de infiltração elevada, por exemplo, escavações feitas por animais, decomposição das raízes formando canais, ação da geada, sol e processos agrícolas (aração e cultivo).
Cobertura vegetal	Atenua ou elimina a compactação e contribui à infiltração.
Temperatura	Influi na viscosidade da água, ou seja, nos meses mais frios a infiltração é menor em relação aos meses mais quentes.

Presença do ar	Contribui para o retardamento da infiltração, pois a água comprime o ar que se encontra entre os grãos de solo.	
Variações da capacidade de infiltração	As variações na capacidade de infiltração devem-se a: ação de animais, desmatamento, alteração das rochas, estágios de desenvolvimento de vegetação, temperatura e precipitação.	

Fonte: adaptado de Martins (2005, p. 46-48) e Machado e Torres (2012, p. 120-122).

A partir da infiltração de água no subsolo e da constituição da zona saturada, o processo de armazenamento é estabelecido e, assim, há a formação dos aquíferos, que são estruturas geológicas capazes de armazenar e fornecer água em quantidades expressivas, passíveis de explotação (exploração de recursos naturais para fins econômicos) e economicamente viáveis, sendo as rochas sedimentares as principais formações capazes de armazenamento de água (GRABHER et al., 2006).

As condições físicas de um aquífero para outro podem ser muito diferentes. Os aquíferos com características livres ou não confinados apresentam superfície freática em equilíbrio com a pressão atmosférica. Para Oliveira e Souza (2008), esses são os aquíferos mais comuns, explorados pelas populações (através de poços escavados e cacimbas) e, por apresentarem baixa profundidade, são os que mais apresentam problemas de contaminação (Figura 1.19).

Já os aquíferos confinados estão isolados da atmosfera devido à formação geológica impermeável que permite a condição confinante. Geralmente estão submetidos a pressões maiores que a atmosférica. Tanto em aquíferos livres como em confinados, há presença de zona vadosa, zona saturada e franja capilar, no entanto, é no aquífero livre que as forças capilares são mais eminentes e definidas (Figura 1.19).

Área de Recarga Lençol Freático Superfície Potenciométrica Superfície Poço em Aquífero Suspenso Aquífero em Lencol Suspenso Aquífero não confinado Camadas Cisterna ou Poço Camada mpermeável Aquífero Confinado Poço Artesiano (saída expontânea) (saída por bombeamento) @2007 National Ground Water Association

Figura 1.19 | Diferentes tipos de aquíferos confinados e não confinados

Fonte: Pinto-Coelho; Havens (2015, p. 90).

Diante do que se discorre aqui, destaca-se, de acordo com Albuquerque (2007), que as águas subterrâneas (até mesmo as mais profundas) estão ligadas às superficiais. Esta condição permite a compreensão do ciclo hidrológico, como um complexo e perfeito sistema capaz de se reequilibrar e se auto-organizar.



É preciso ter a consciência de que água subterrânea é um segmento do ciclo hidrológico, intimamente relacionada com as águas fluviais. A exploração de um segmento tem reflexos imediatos na exploração do outro. Sem o conhecimento desta relação quantitativa, a gestão de recursos hídricos ficará seriamente comprometida, resultando em problemas futuros (ALBUQUERQUE, 2007, p. 37).



O armazenamento de água é determinado pela porosidade do material. Quanto maior a porosidade, maior a capacidade de armazenamento (Figuras 1.20 e 1.21).

Figura 1.20 | Variações da porosidade entre um solo constituído por argila, areia ou silte



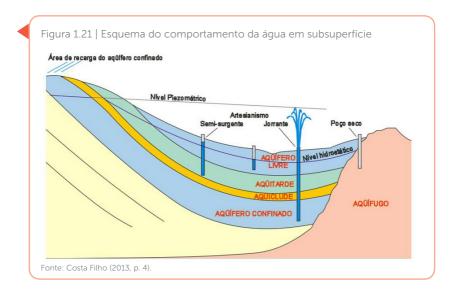
Fonte: Antônio (2009, p. 74).

Leinz e Amaral (1975) determinaram a variação da porosidade:

Material	Porosidade
Areia grossa e cascalho	20 a 40%
Arenito Botucatu	18%
Argila	Até 50%
Granito	0,5 a 2%

O armazenamento específico é a quantidade de água entregue por um aquifero. O armazenamento é considerado constante; o coeficiente de armazenamento é o produto do armazenamento específico pela espessura do aquifero (metros).

A capacidade de armazenar ou não água advém de sua composição litológica e é a água da precipitação (chuva, gelo e neve) a responsável pela recarga. A permeabilidade é responsável pelo fluxo, ou seja, pelo deslocamento da água, e a porosidade é a capacidade armazenar água em seus poros vazios. Por exemplo, as diferentes porosidades permitem a formação de distintas formas de armazenamento, como o aquiclude, aquifugo, aquitardo e os aquiferos.



Água subterrânea no Brasil

Estima-se que no Brasil as reservas de água subterrânea aproximem-se a 112 trilhões de m³, sendo que 2,4 trilhões de m³ contribuem anualmente para a vazão dos rios, mantendo a perenidade da maior rede hidrográfica do mundo (REBOUÇAS, 1988; BRASIL, 2003). No Brasil, há um número elevado de grupos populacionais que são abastecidos com água subterrânea. O maior volume ainda é destinado ao abastecimento público, mesmo com a indústria e a irrigação utilizando volumes consideráveis. Sabendo que nem toda água subterrânea é passível de explotação, as vazões dos poços variam, em média, de 1 a pouco mais de 1000 m³/h.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA – (BRASIL, 2003), há municípios nos quais o abastecimento subterrâneo chega a quase 100% da população. No Maranhão, mais de 70% dos municípios são abastecidos por água subterrânea; em São Paulo e no Piauí, 80%. Os Estados, com maior número de poços perfurados cadastrados são: São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Ceará e Piauí. Nos estudos realizados em 2003 pelo MMA, foi possível estruturar os aquíferos já identificados no território brasileiro, sendo estes representados na Figura 1.22.

Figura 1.22 | Mapeamento dos principais aquíferos já identificados no território brasileiro



Fonte: Brasil (2003, p. 33).

As bacias sedimentares, por apresentarem maior concentração de poros, apresentam melhor capacidade de armazenamento de água. O Sistema Aquífero Guarani – SAG (que abrange parte do território do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai) – era considerado o maior do mundo, no que se refere ao tamanho e volume de água. Porém, em 2013, o Aquífero Alter do Chão passou a ser o maior reservatório de água subterrânea, após pesquisas mais detalhadas e precisas identificarem disponibilidade hídrica muito maior que se pensava. Destaca-se que sua abrangência territorial é de exclusividade do Brasil.

Recurso hídrico subterrâneo: superexplotação

Com a crescente demanda e poluição das águas superficiais, há intenso uso dos reservatórios de água subterrânea, graças às condições estruturais das rochas. Os arenitos apresentam maiores chances de conter água armazenada e, portanto, de serem explotados. A exploração da água subterrânea está condicionada

a fatores quantitativos (condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento), qualitativos (composição rochosa, condições climáticas e renovação das águas) e econômicos (profundidade do aquífero e condições de bombeamento) (OLIVEIRA; SOUZA, 2008). O entendimento das condições das águas a serem explotadas se faz necessário, já que contribuirá para o correto planejamento e gestão de uso do recurso. A principal preocupação está em saber não apenas se há ou não e até quando haverá disponibilidade de água, mas também em que condição se encontra e como se deve devolvê-la ao ambiente.

Conway (1997) diz que a sustentabilidade só ocorre se a taxa de extração da água ficar abaixo da taxa de recarga de onde a água foi retirada. Em outra oportunidade, em sua obra, cita Ajit Banerjee (1993), destacando que a tecnologia só é boa se for sustentável e só é sustentável se incluir pessoas, porque as pessoas são partes do meio ambiente. A gestão participativa foi bem-sucedida porque se baseou na crença de que as pessoas são importantes e devem ser envolvidas nas soluções dos problemas.

A sustentabilidade é apenas um dos indicadores de um ecossistema, sendo eles: produtividade (rendimento), estabilidade (constância de produtividade em face de flutuação), sustentabilidade (capacidade do sistema manter a produtividade) e equitatividade (igualdade de distribuição aos beneficiários) (CONWAY, 1997). Assim, em uma análise conjunta dos três primeiros indicadores, referidos pelo autor, pode-se saber quanto produz e quanto produzirá um determinado sistema, no caso, o sistema de áqua subterrânea.

Feitosa et al. (2008, p. 180), destacam que "devido à grande variação no comportamento dos aquíferos, os estudos são muito mais lentos, trabalhosos e caros, de que quando reportamos aos estudos de águas superficiais". Esta heterogeneidade dos aquíferos se dá pela variação das formações rochosas e, principalmente, por não se ter uma visualização direta de sua área de abrangência. Feitosa et al. (2008) resumem esta dificuldade ao "alto grau de complexidade de um Sistema de Reservatório Subterrâneo".

Sua exploração sem correto gerenciamento o torna vulnerável a situações como: superexplotação, poluição de esgotos in natura, agroquímicos e chorumes. A necessidade de disponibilidade de água para abastecimento humano, produção de alimentos e industrial deve ser pensada seriamente, uma vez que os municípios incentivam o crescimento e o desenvolvimento socioeconômico, provocando aumento de programas de fiscalização e cuidados quanto à preservação, manutenção ou conservação dos recursos hídricos.



O caso mais comum para exemplificar o que ocorre quando há superexplotação das águas subterrâneas é o da Cidade do México. A retirada de água dos aquíferos varia de 30% a 65% acima dos índices de recarga. Esta condição está contribuindo para o solapamento do solo, em média de 1 metro/ano. Além disso, a expansão urbana contribui para maior impermeabilização da região. Atualmente, em algumas áreas o solo já rebaixou mais de 76 metros do nível original. Este fenômeno ocorre porque os poros que estavam ocupados por água são comprimidos, ocorrendo acomodação das camadas de solo.

Especificidades das águas subterrâneas: mineralizadas, térmicas e ácidas

A presença de águas subterrâneas, embora comum, não se encontra uniformemente distribuída e em igual profundidade na superfície terrestre. De igual modo a sua composição química pode variar, sendo mais ou menos mineralizada. Esta variação de lugar, profundidade e composição indica que deve haver controle inteligente e de uso pensado em termos de sustentabilidade dos recursos, como bem lembra Rebouças (1988).

As águas subterrâneas termais estimulam o turismo em cidades como Caldas Novas, em Goiás, Araxá e Poços de Caldas, em Minas Gerais. Além disso, atualmente, a água mineral é amplamente usada pelas populações dos centros urbanos, por sua qualidade (BRASIL, 2003). Mesmo em casos de elevado teor salino, como nas áreas de ocorrência dos sistemas aquíferos fissurados do semiárido nordestino, as águas subterrâneas constituem, não raro, a única fonte de suprimento permanente (LEAL, 1999).

Quadro 1.5 | Sistematização das águas subterrâneas mineralizadas, térmicas e ácidas, quanto a sua origem e influência na saúde humana

Águas subterrâneas			
Mineralizadas	Térmicas	Ácidas	
Enriquecimento natural químico: gasocarbônicas; hipossalinas; cloretadas; bicarbonatadas etc.	Aquecimento da água subterrânea por gradiente geotérmico ou vulcanismo.	A água torna-se ácida devido aos componentes químicos advindos das rochas ou do vulcanismo: sulfetos.	
Propriedades tanto beneficentes quanto nocivas à saúde humana.	Propriedades tanto beneficentes quanto nocivas à saúde humana.	Propriedades nocivas à saúde humana.	

Fonte: Adaptado de Domenico e Schwartz (1990).



Tanto mineralização como termas são características que podem ser nocivas à saúde humana. Sabe-se que quando as doses são menores, no caso das águas mineralizadas, e a temperatura não é tão alta nem a composição química é ácida, as águas podem auxiliar, inclusive, na cura de doenças. Considerando tais características, é possível encontrar no Brasil ambientes que dispõem desses recursos? Onde eles se localizam? Por que apresentam tal localização?

Pesquise mais

Recomenda-se a leitura do texto elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente. Nele você ampliará seu conhecimento sobre as águas subterrâneas, desde a sua distribuição e participação no ciclo hidrológico, tipos de aquíferos, propriedades químicas e impactos, que podem impossibilitar o consumo, bem como seu panorama e gestão das águas subterrâneas no Brasil:

MMA/BRASIL. **Águas subterrâneas**: um recurso a ser conhecido e protegido. MMA - Brasília, 2007. http://www.mma.gov.br/estruturas/167/_publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf>. Acesso em: 24 set. 2017.

Sem medo de errar

Levando em consideração que a turma de nono ano da escola Esther Couto conta com alunos que representam o público-alvo da educação especial, Illana definiu atividades que sejam capazes de garantir e assegurar o ensino e a aprendizagem de todos os integrantes da turma. Com apoio dos estudantes, a professora propôs a construção de um perfil de solo no entorno de caixas de papelão de diversos tamanhos. Nelas, é possível demostrar como diferentes materiais se comportam, devido à diferença de textura.

Figura 1.23 | Modelo de perfis de solo construídos envoltos de caixas de diferentes tamanhos



Fonte: http://3.bp.blogspot.com/-31CBeQw8bwg/T43Bhsmjtxl/AAAAAAAAAQQ/DIzKqr4kRPQ/s1600/caixinhas.JPG. Acesso em: 2 fev. 2018.

O material foi construído no laboratório da escola. Lá, a professora explicou que seriam utilizadas diferentes composições de solos e, posteriormente, com cola, eles seriam fixados nas paredes das caixas. Estes miniperfis contribuíram para que o estudante que possui deficiência visual, através do toque, manuseasse e compreendesse como é o comportamento de um perfil de solo; os diferentes tamanhos e texturas de grãos permitiram que ele identificasse como é que se dá o armazenamento de água e a constituição de um aquífero.

A utilização de objetos, por exemplo, olhos e boca, permite maior proximidade de integração das crianças com os materiais que estão construindo, contribuindo para a construção de uma legenda interativa, que pode até mesmo incluir sons, que podem ser acoplados a ela.

Com isso, notamos que a professora Illana confeccionou seu próprio material, bastante acessível, e isso integrou a todos os estudantes em sala; o diálogo entre eles ao longo do processo, com certeza, foi fundamental, e isso aliado à mediação da professora foram, sem dúvida, elementos essenciais na conceitualização.

Faça valer a pena

- **1.** Analise as assertivas seguintes e indique quais são as informações verdadeiras (V) e quais são falsas (F).
- () Solos, que apresentam alta infiltração, podem dispor de aquíferos com considerável capacidade de fornecimento de água.
- () A compactação do solo de forma antrópica ocorre, principalmente, nas áreas urbanizadas e nas áreas destinadas à pecuária.
- () Os solos que apresentam menor índice de umidade dispõe de maior capacidade de infiltração no início de uma precipitação.
- () Cobertura vegetal, alta temperatura e macroestruturas do terreno são algumas características que permitem maior infiltração de água no solo. Marque a alternativa que corresponde à sequência correta de verdadeiros e falsos:
- a) F; F; F; F.
- b) V; F; V; F.
- c) F; V; F; V.
- d) V; V; V; V.
- e) F; V; V; V.
- **2.** Segundo Machado e Torres (2012), as rochas apresentam diferentes capacidades de armazenamento e de fornecimento de água. Quando essas propriedades são mensuradas, são expressas em porcentagem. A propriedade que permite a circulação de água no solo e em rochas é denominada de permeabilidade.

Marque a alternativa que corresponda ao material que apresenta maior permeabilidade:

- a) Silte.
- b) Argila.
- c) Areia.
- d) Granito.
- e) Arenito.

- **3.** É sabido que há grande quantidade de água subterrânea em muitos lugares no mundo, porém, nem sempre essa água é passível para consumo, pois alguns tipos de rochas, bem como as atividades vulcânicas ativas, podem interferir na composição química e na temperatura da água. Leia o texto e marque a alternativa que se refere às águas subterrâneas de forma correta:
- a) As águas subterrâneas próximas às áreas de vulcanismo ativo, além de apresentarem temperaturas elevadas, podem apresentar altos índices de acidez.
- b) Águas subterrâneas termais estão a cada dia sendo menos usadas para a medicina natural, além da situação de baixos investimentos em turismo para regiões com termas.
- c) No Brasil, a maioria dos aquíferos apresenta elevados graus de mineralização, fato que contribui para o agravamento de doenças renais.
- d) Nas regiões calcárias, as rochas bicabornatadas não influenciam na composição química das águas subterrâneas armazenadas nesses ambientes.
- e) As alterações que ocorrem nas águas subterrâneas, tanto na sua composição química como na sua temperatura, não causam danos à saúde humana.

Referências

ALBUQUERQUE, J. do P. T. Água subterrânea no planeta água. IG. Série B. **Estudos e Pesquisas**, v. 17, p. 23-39, 2007.

ANTÔNIO, A. de C. Solos. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

BANERJEE, A. Initiation of social forestry projects. **Himalaya, the Journal of the Association for Nepal and Himalayan Studies**: Vol. 13: n. 1, Article 18, 1993.

COSTA FILHO, W. D. Águas subterrâneas: suporte para uma revolução agrícola no Nordeste. BRASIL/ABAS. **II Fórum NORDESTE 2030**: Visão Estratégica de Longo Prazo. 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Ministério do Meio Ambiente. Documento Base de Referência, Minuta, Revisão 01, abril/2003.

CONWAY, G. **The doubly green revolution**: food for all in the twenty-first century. London: Penguin Books, 1997.

DOMENICO, P. A.; SCHWARTZ, F. W. **Physical and chemical hydrogeology**. New York: Wiley, 1990.

FEITOSA, F. A. C. et al. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM/LABHID-UFPE, 2008.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia**: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficinas de Textos, 2015.

GRABHER, C.; BROCHI, D. F.; TABAI, F. C. V.; LAHÓZ, F. C. C.; GOTARDI, K. R.; BATISTA, M.; RAZERA, S. **Termos técnicos em gestão de recursos hídricos**. Americana/SP: Consórcio Intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2006.

INSTITUTO DA ÁGUA/CENTRO DE GEOLOGIA. **Glossário de termos hidrogeológicos**. Lisboa: CG, 2000.

KENITIRO, S. Água. Ribeirão Preto: Holos, Editora 2006.

LEAL, A. S. **As águas subterrâneas no Brasil**: ocorrências, disponibilidades e usos, o estado das águas no Brasil. (Série Estudos e Informações Hidrológicas e Energéticas. ÁGUA), ANEEL, Brasília. CDROM. 1999.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1975.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. Introdução à hidrogeografia. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

- MANOEL FILHO, J. Contaminação das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM/LABHID, 2008, Capítulo 5.3, p. 381-404.
- MARTINS, S. G. Erosão hídrica em povoamento de eucalipto sobre solos coesos nos Tabuleiros Costeiros, ES. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, 2005.
- OLIVEIRA, E.; SOUZA, J. C. S. Água subterrânea: conservação e gerenciamento. In.: MACHADO, R. (Org.). **As ciências da terra e sua importância para a humanidade:** a contribuição brasileira para o Ano Internacional do Planeta Terra-AIPT. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia/Livros Textos, 2008.
- PIETRO, R. G. Atendimento escolar de alunos com necessidades educacionais especiais; um olhar sobre as políticas públicas de educação no Brasil. In: MANTOAN, M. T. E.; PIETRO, R. G.; ARANTES, V. A. (Org.). Inclusão Escolar: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2006.
- PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo; Edgard Blücher, 1976.
- PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Crise nas águas**: educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas. Belo Horizonte: Recóleo, 2015.
- REBOUÇAS, A. C. Groundwater in Brazil. **Episodes** v. 11, 3. 1988.
- SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.
- TODD, D. K. **Hidrologia de águas subterrâneas**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1967.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2007.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 2009.

Bacias hidrográficas

Convite ao estudo

Caro estudante, nesta unidade teremos a oportunidade de apreender conceitos, definições, características, metodologias e técnicas que auxiliaram na compreensão da dinâmica natural e das influências que incidem em uma bacia hidrográfica. Priorizaremos a compreensão conceitual e empírica sobre aspectos que envolvem a distribuição no espaço geográfico brasileiro das bacias hidrográficas.

Na primeira seção, vamos compreender a diferença de bacia e região hidrográfica e qual é a sua importância no contexto de planejamento e gestão. Posteriormente, abordaremos diferentes metodologias de estudo que envolvem a classificação da rede de drenagem.

Na segunda seção, detalharemos as principais características das regiões hidrográficas, considerando suas singularidades e especificidades, no que se refere à sua distribuição e importância para a população, para o desenvolvimento econômico, bem como os aspectos que envolvem o equilíbrio e a conservação ambiental.

Na terceira seção, trabalharemos a importância que as bacias e regiões hidrográficas representam para garantir o desenvolvimento socioeconômico. Isso inclui uma discussão sobre seus principais usos, por exemplo, a produção de energia elétrica, irrigação, abastecimento humano e industrial e navegação.

Para a compreensão da complexidade que envolve esse tema, partiremos de um contexto de aprendizagem que envolve uma adolescente de 13 anos, chamada Vanessa, filha de empresários, que passou a maior parte da vida na região metropolitana de São Paulo, mas, devido ao trabalho dos pais, mudou-se para o interior do estado, para um município chamado Barra Bonita, que tem sua área urbana organizada às margens do rio Tietê. As mudanças foram marcantes, e Vanessa está em processo de adaptação tanto à nova organização social da qual passa a fazer parte como à nova escola. É nela, juntamente com seus colegas e professores, que Vanessa buscará respostas para muitos de seus questionamentos.

Seção 2.1

Águas superficiais fluviais

Diálogo aberto

Vanessa é uma estudante de 13 anos, de uma escola estadual localizada no município de Barra Bonita/SP, cujo atrativo turístico principal é a localização da área urbana às margens do rio Tietê e a eclusa da Usina Hidroelétrica de Barra Bonita. Vanessa viveu a maior parte de sua vida na região metropolitana de São Paulo e, no último ano, mudou-se com seus pais para o interior do estado.

Assim, ela está em processo de adaptação à escola, aos novos colegas e à nova realidade circundante. Nas últimas aulas de Geografia, o tema debatido versa sobre a água, mais especificamente sobre as bacias hidrográficas, que eram estudadas através do uso de mapas em diferentes escalas, tomando como exemplo o rio Tietê. Vanessa contribui com o debate, compartilhando com os colegas a sua experiência sobre o Tietê e as características muito distintas no município de São Paulo em relação àquelas de Barra Bonita. A professora Clara passou a ser mediadora de um debate que tomou lugar em sua sala e notou que os alunos, ao observarem os mapas, buscavam fundamentar suas argumentações. Nesse contexto, eis que surge um questionamento sobre o rio Tietê: aos alunos parecia claro que o maior distanciamento da capital era condição para a melhoria da qualidade das suas águas. Porém, ao observarem outras redes de drenagem do estado nos produtos cartográficos propostos por Clara, os estudantes questionaram como é que a poluição acumulada na área metropolitana não chega até Barra Bonita.

Vamos acompanhar Vanessa, a professora Clara e os demais estudantes em sua busca por conceitos que sejam capazes de trazer respostas.

Não pode faltar

Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas

O termo bacia hidrográfica passa a ser amplamente discutido no Brasil a partir da década de 1970. Nesse período, já se entendia que uma bacia hidrográfica é um sistema ecológico, cujos rios e a topografia seguem uma hierarquia natural de organização espacial. A separação das unidades ocorre topograficamente e a linha de divisão é chamada de divisor de águas ou divisor topográfico.

Alguns estudiosos conferem ao conceito de bacia hidrográfica aspectos geomorfológicos, como Lima (1986) e Lima e Zakia (2000), que consideram uma bacia hidrográfica como um sistema geomorfológico aberto em um delicado equilíbrio transicional ou dinâmico, em contínua troca de energia, mesmo quando perturbado por ações antrópicas. Já para Christofoletti (1980), uma bacia hidrográfica é definida como a composição de um conjunto de cursos de água organizadas pelas condições geomorfológicas. Os elementos variáveis estão no tamanho da área e nos processos naturais atuantes.

Guerra (1978), Silva (1995) e Barrella (2001) definem bacia hidrográfica, como uma área drenada por um rio principal e seus afluentes, delimitada pelos divisores topográficos. Para o Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (1997), uma bacia hidrográfica é a unidade territorial de planejamento.

O governo brasileiro, para melhor planejar e gerenciar, reuniu as bacias hidrográficas em 12 regiões hidrográficas, considerando as grandes diferenças paisagísticas, além dos aspectos econômicos, sociais e culturais (Figura 2.1). A legitimação das regiões hidrográficas se deve à Resolução n° 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que foi homologada no dia 15 de outubro de 2003.



Considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. (Parágrafo único, Resolução nº 32/2003 – CNRH)

Figura 2.1 | Regiões hidrográficas do Brasil



Fonte: CNRH (2003, p. 2).

Pesquise mais

Todas as regiões hidrográficas do Brasil são detalhadamente descritas e explicadas em cadernos específicos, publicados pelo Ministério do Meio Ambiente. A formação de nosso conhecimento deve transcender o livro didático e outros materiais recomendados por nossos professores. A internet deve ser nossa grande aliada nesse sentido. Por isso, indicamos alguns materiais que são essenciais à sua formação que estão disponíveis para download na página. Disponível em: http://www.mma.gov.br/publicacoes/agua/category/42-recursos-hidricos?start=40>. Acesso em: 30 set. 2017.

Além dos textos de cunho teórico, recomendamos a leitura de resoluções, decretos e leis que normatizam o uso e o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. A Resolução nº 32/2003, bem como outras resoluções aprovadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, está disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 30 set. 2017.

Exemplificando

Utilizaremos o estado do Rio Grande do Sul como exemplo. No contexto do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, o Rio Grande do Sul é dividido em duas regiões hidrográficas: a Região Hidrográfica do Atlântico Sul e a Região Hidrográfica do Uruguai, porém, dentro da política estadual de gestão dos recursos hídricos, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, para melhor gerenciamento, optou em dividir o estado em três regiões hidrográficas: Região Hidrográfica do Uruguai, Região Hidrográfica do Guaíba e Região Hidrográfica do Litoral (Figura 2.2).

Figura 2.2 | Localização das regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul



Fonte: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/regioes_hidro.asp. Acesso em: 30 set. 2017.

Das três regiões hidrográficas, detalhamos a Região Hidrográfica do Uruguai, da qual o rio principal é o Uruguai, cujas nascentes então nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Esse último é composto por nove bacias hidrográficas (Figura 2.3), sendo a bacia hidrográfica do rio Ibicuí a maior e mais importante, já que é responsável pela irrigação das principais lavouras de arroz do estado.



O Quadro 2.1 sistematiza as principais variáveis que devem ser levadas em consideração nos estudos de bacias hidrográficas. Essas variáveis contribuirão para a compreensão da dinâmica e do comportamento de uma bacia hidrográfica, e quais suas variações se houver intervenções humanas, por exemplo, impermeabilização do canal fluvial.

Quadro 2.1 | Sistematização das principais variáveis para estudar uma bacia hidrográfica

Características paisagísticas	Padrões	Fatores físicos
Bacia hidrográfica florestada Bacia hidrográfica semiárida Bacia hidrográfica urbana	Bacia hidrográfica grande Bacia hidrográfica pequena Microbacias hidrográficas	- Uso do solo - Capacidade de infiltração - Escoamento superficial - Área da bacia - Topografia - Nível do lençol freático

Fonte: elaborada pela autora.

Hierarquia fluvial

Uma das características consideradas nos estudos das bacias hidrográficas refere-se à sua hierarquia. Através dela, é possível

aprofundar estudos morfométricos a respeito da bacia hidrográfica. A técnica mais utilizada é a mensuração e hierarquização do canal através da carta topográfica. Atualmente, a tecnologia nos permite a mensuração através de imagens orbitais e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.



A morfometria pode ser também denominada de morfoestrutura. Segundo o dicionário geológico do IBGE, é a "Feição em que a forma de relevo e a drenagem estão estreitamente relacionadas à estrutura geológica, seja ela de caráter dobrado, falhado ou lineagênico, podendo apresentar feição positiva ou negativa, ou ainda estar à superfície ou então inumada por espessa seguência sedimenta" (IBGE, 1999, p. 138).

Os dois modelos mais utilizados para hierarquizar uma bacia hidrográfica foram propostos por Horton (1945) e Strahler (1952). Como os métodos são diferentes, sistematizamos para melhor compreensão das informações (Quadro 2.2).

Quadro 2.2 | Sistematização comparada entre as propostas de Horton e Strahler

Hierarquia fluvial	Horton (1945)	Strahler (1952)
Canais de 1ª ordem	Não possuem tributários	Não possuem tributários
Canais de 2ª ordem	Recebem apenas tributários de 1ª ordem	Formam-se a partir da confluência de dois canais de 1ª ordem e recebem apenas tributários de 1ª ordem
Canais de 3ª ordem	Recebem tributários de 2ª ordem e podem receber também tributários de 1ª ordem	Formam-se a partir da confluência de dois canais de 2ª ordem e podem receber tributários de 1ª e 2ª ordem
Canais de 4ª ordem	Recebem tributários de 3ª ordem e podem receber também tributários de 2ª e 1ª ordem	Formam-se a partir da confluência de dois canais de 3ª ordem e podem receber tributários de 1ª, 2ª e 3ª ordem.

Fonte: adaptado de Horton (1945) e Strahler (1952).

Padrões de drenagem

A rede de drenagem de uma bacia hidrográfica pode apresentar estruturas e padrões diferenciados, por exemplo, formas paralelas, dendríticas, radiais, entre outros. Essas variações devem-se, principalmente, às características litológicas e climáticas (Quadro 2.3).

Do ponto de vista climático, nas regiões onde a precipitação é maior, a capacidade de intemperismo tambémée, por consequência, haverá influências na dinâmica fluvial. Do ponto de vista geológico, linhas de fraturas apresentam cursos-d'água retilíneos e, nas regiões de rochas calcárias, a drenagem, normalmente, é irregular, devido à capacidade de diluição das rochas em contato com a água.

Quadro 2.3 | Sistematização dos principais padrões de drenagem

Padrão de drenagem	Condicionantes	Subdivisões	Características
Dendrítico	Rochas geologicamente	Subdendrítico	Fraco controle estrutural
关答		Pinado	Sedimentos argilosos
das cla	homogêneas das classes sedimentares e ígneas	Festonado	Planícies de inundação, deltas, mangues, meandros
		Distributário	Leques aluviais e deltas
Paralelo	Ocorre geralmente em rochas sedimentares	Subparalelos	Baixa declividade
		Colinear	Dunas e cordões litorâneos
Radial	Vulcões, domos, morfoestruturas circulares	Centrípeto	Crateras, caldeiras, depressões
		Centrifugo	Domos (atentar-se à drenagem subsequente)

Padrão de drenagem	Condicionantes	Subdivisões	Características
Treliça	Sistemas de fraturas paralelas de	Subtreliça, treliça direcional, falha e recurvada	Feições estruturais subparalelas, homoclinais, dobras
	rochas igneas ou sedimentares	Treliça junta	Juntas ou falhas
Retangular	Retangular Fraturas em ângulos retos	Reticular	Fraturas (forma de rede)
		Retangular- dendrítico	Ângulos retos e oblíquos
Anular	Estruturas circulares (stocks)		

Fonte: adaptada de Howard (1967).

Regimes fluviais

Um regime fluvial é medido através da variação do volume de água de um rio durante um ano hidrológico. A oscilação do volume de água pode ocorrer devido à precipitação, ou seja, os regimes fluviais são influenciados pelos regimes: pluvial (chuvas), nival (neve), glacial (geleiras) ou dois ou mais regimes combinados.

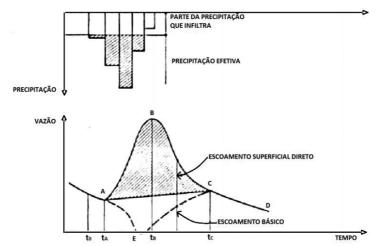


Sabemos que em uma bacia hidrográfica há influências de dois ou mais regimes fluviais. Por exemplo, as nascentes do rio Reno, um dos principais rios da Europa, localizam-se nos Alpes Suíços e apresentam dois regimes: regime nival (a montante) e regime pluvial (a jusante). Como podemos classificar o rio Amazonas e o rio São Francisco em relação aos regimes fluviais?

<u>Observação</u>: A montante: em direção à nascente do rio. A jusante: em direção à foz do rio.

Considerando que o regime fluvial está diretamente relacionado às cheias, faz-se necessário compreender a dinâmica do evento de cheia. Uma forma para tanto é o estudo do hidrograma de cheias. Esse gráfico abrange toda a bacia hidrográfica a partir do seu ponto de análise (montante) (Figura 2.4).

Figura 2.4 | Modelo de hidrograma de cheias relacionado com a chuva que o causou



Fonte: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/66/2/Unidade_1.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Para definir a propagação da cheia, é necessário identificar o intervalo de tempo da precipitação e da resposta com o aumento do volume de água em dada seção do rio. Esse tipo de estudo é mais recorrente em bacias hidrográficas que atravessam cidades e em rios nos quais foram construídos reservatórios, cujo objetivo é obter informações da velocidade e da vazão de resposta do cursodrágua após uma precipitação. Tal processo é denominado de propagação de cheias.

Destaca-se que em rios com grande declividade ou sinuosos há maior dificuldade de aplicação do modelo matemático. Hoje, com implementações e recursos tecnológicos, é mais fácil a execução da modelagem e a precisão dos dados obtidos também é igualmente maior.

Sem medo de errar

Estamos acompanhando o processo de adaptação de Vanessa a uma nova realidade: ela se mudou, com a família de São Paulo, capital, para Barra Bonita, no interior do estado. Tal cidade, como pontuamos, está localizada às margens do rio Tietê que, para Vanessa, apresentava somente a imagem com a qual ela estava acostumada na capital paulista: muita poluição e sujeira.

Apesar de ela e de seus colegas conhecerem as duas realidades do mesmo rio, a única coisa que conseguiam compreender era que quanto mais ele se afastava da metrópole paulistana, melhor eram suas condições. Mas somente a distância em relação à metrópole não pode explicar plenamente a situação do rio em Barra Bonita. Apesar das muitas contribuições de Vanessa sobre alguns aspectos do rio e de seus colegas sobre outros, a professora Clara ainda precisava orientar e mediar esse debate a fim de mostrar outros argumentos para a compreensão de como e por que isso ocorre.

Para tanto, ela utilizou o seguinte mapa:



Figura 2.5 | São Paulo: hidrografia

Fonte: fent-sub-redfent-sub-red<a href="fent-sub-re

A partir da análise do mapa da Figura 2.5, nota-se que rio Tietê aumenta de tamanho durante seu percurso de São Paulo em direção à Barra Bonita. Ao identificar a hierarquia fluvial ocupada pelo Tietê

no contexto da bacia hidrográfica do rio da Prata, e baseando-se nos modelos utilizados para hierarquizar uma bacia hidrográfica propostos por Horton (1945) ou Strahler (1952), sabemos que é um rio de primeira ordem. Além disso, a professora Clara coloca que ele é o único rio do estado de São Paulo que corre no sentido Oeste, ou seja, de sua nascente, em Salesópolis (SP), até sua foz, no rio Paraná, perfaz um caminho montante-jusante diferenciado, o que permitiu sua utilização como via de penetração para o interior.

Faça valer a pena

1. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, no dia 15 de outubro de 2003, no uso de suas atribuições, aprovou a Resolução de nº 32. Essa, por sua vez, institui uma divisão hidrográfica nacional e tem como finalidade orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

A partir da leitura do texto, marque a alternativa que corresponde à divisão hidrográfica proposta:

- a) Bacias hidrográficas.
- b) Regiões hidrográficas.
- c) Sub-bacias hidrográficas.
- d) Microbacias hidrográficas.
- e) Minibacias hidrográficas.
- **2.** Analise as assertivas seguintes, indicando com "V" as verdadeiras e "F" as falsas:
- () Horton e Strahler consideram que canais de 1ª ordem possuem tributários.
- () Strahler diz que os canais de 4ª ordem se formam a partir de tributários de 3ª ordem
- () Horton diz que canais de $2^{\underline{a}}$ ordem podem receber tributários de $1^{\underline{a}}$ e $2^{\underline{a}}$ ordem
- () A hierarquia fluvial só é possível a partir de canais de $3^{\underline{a}}$ ordem.

Fonte: adaptada de Horton (1945, p. 295-300) e Strahler (1952, p. 1120-1141).

Marque a alternativa que corresponda à sequência correta de (V) verdadeiros e (F) falsos:

- a) V; V; V; V.
- b) F; F; V; V.
- c) V; V; F; F.
- d) F: V: F: F.
- e) F; F; F; F.
- **3.** Considerando os tipos de padrões de drenagem estudados, observe a imagem e identifique as principais características da rede de drenagem do rio da Prata. Lembre-se de que é possível apresentar estruturas e padrões diferenciados, que corresponderão às características litológicas e climáticas presentes na bacia hidrográfica.



Fonte: Google Earth (2017).

A partir da leitura do texto, analise a imagem e marque a alternativa que corresponda ao padrão de drenagem correto:

- a) Dendrítico.
- b) Anular.
- c) Paralelo.
- d) Treliça.
- e) Retangular.

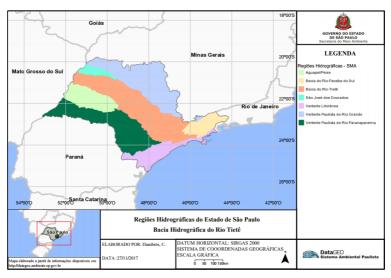
Seção 2.2

Bacias hidrográficas brasileiras

Diálogo aberto

Vanessa tem 13 anos, estuda em uma escola localizada no município de Barra Bonita, no interior de São Paulo, e, nas últimas aulas de Geografia, ela e seus colegas analisaram os diferentes aspectos que estão presentes nas bacias hidrográficas, através de atividades de ensino e aprendizagem propostas pela professora Clara. Hoje, o assunto envolverá a compreensão da dinâmica das grandes bacias hidrográficas do Brasil. Para melhor gestão, o governo brasileiro organizou o território em regiões hidrográficas: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste, Ocidental e Oriental, Parnaíba, Atlântico Leste, Sudeste e Sul, São Francisco, Paraguai, Paraná e Uruguai. Um dos temas de aulas anteriores foi justamente a bacia hidrográfica do rio Tietê, que corta o estado de São Paulo, percorrendo de leste a oeste 1100 km (Figura 2.6).

Figura 2.6 | Mapa das regiões hidrográficas do estado de São Paulo, entre elas a bacia hidrográfica do rio Tietê



Fonte: http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>. Acesso em: 26 nov. 2017.

Em contexto nacional, o rio Tietê comparado a outros rios, apresenta considerável importância, no que se refere à navegação, produção de energia e uso industrial. Após retomar esse assunto em sala de aula, Vanessa argumenta que, considerando a extensão da bacia do rio Tietê e sua importância em âmbito econômico, por que ela não é identificada como uma das grandes bacias hidrográficas brasileiras.

Não pode faltar

O Brasil é privilegiado em diversos aspectos em relação ao meio natural, com destaque à biodiversidade (fauna e flora) e aos recursos abióticos, tais como minerais e água. Para melhor dinamismo e correlação das informações, organizamos os dados referentes às bacias hidrográficas em quadros. Esses por sua vez, demonstram as principais características das grandes bacias e regiões hidrográficas brasileiras totalmente nacionais e também os transfronteiriços (aquelas cujos limites extrapolam os do território nacional).



Região hidrográfica é "o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vista a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos" (Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003 do CNRH).

Bacia hidrográfica é o "conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes" (GUERRA, 2008, p. 76).

Bacias hidrográficas do rio Amazonas e do rio Tocantins-Araguaia

As bacias hidrográficas do Amazonas e do Tocantins-Araguaia se localizam na porção norte do território brasileiro, ou seja, na abrangência da zona tropical. Destaca-se que as nascentes do Tocantins-Araguaia e dos afluentes do rio Amazonas (os rios Xingu e Tapajós) estão na região central do Brasil, onde a concentração de chuvas ocorre entre outubro e abril. Já os demais meses apresentam baixíssimos índices de umidade relativa do ar, características típicas que configuram a localização de suas nascentes, no Cerrado brasileiro

Na Figura 2.7, é possível localizar as bacias hidrográficas do Amazonas e do Tocantins-Araguaia, além de analisar a dinâmica e o comportamento da rede de drenagem, bem como sua área de abrangência.

Unidades Hidrográficas ARAGUAIA **TOCANTINS**

Figura 2.7 | Bacias hidrográficas do rio Amazonas e do rio Tocantins-Araguaia

Fonte: Brasil (2015, p. 18 e 143).

Bacia hidrográfica do rio Parnaíba e das regiões hidrográficas do Atlântico Ocidental e Oriental

As bacias hidrográficas do rio Parnaíba, Atlântico Ocidental e Oriental envolvem o território dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Pode-se afirmar que essas três bacias hidrográficas demonstram a dinâmica de transição da paisagem do bioma amazônico para o bioma da Caatinga (Figura 2.8).

Figura 2.8 | Bacias hidrográficas do rio Parnaíba e regiões hidrográficas do Atlântico Ocidental e Atlântico Oriental



Fonte: Adaptada de: https://goo.gl/GMyFTe. Acesso em: 23 nov. 2017.

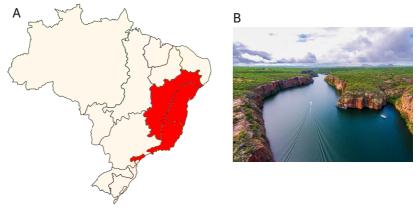


Sabemos que o bioma da Caatinga ocupa a maior parte da área da Região Nordeste do Brasil, por isso a maioria dos cursos-d'água desse lugar apresenta característica intermitente. Como é suprida a demanda de água nessas regiões tanto para consumo humano como industrial e para a produção de energia?

Bacia hidrográfica do rio São Francisco e das regiões hidrográficas do Atlântico Leste e Sudeste

Na Figura 2.9a, é possível observar a localização das bacias hidrográficas do rio São Francisco, Atlântico Leste e Atlântico Sudeste. É importante destacar que o rio São Francisco é o rio principal que abastece a Região Nordeste. Sua nascente é na Serra da Canastra (bioma da Mata Atlântica), município de São Roque de Minas/MG, mas a maior parte de seu percurso ocorre no Cerrado e na Caatinga, o que gera uma série de conflitos dentro e fora da bacia hidrográfica (transposição) (Figura 4b). Já as bacias hidrográficas do Atlântico Leste e Sudeste concentram regiões metropolitanas bastante adensadas, como no caso do estado do Rio de Janeiro. Destacamos que também há grande concentração de população flutuante, devido ao turismo litorâneo.

Figura 2.9 \mid a) Localização da bacia hidrográfica do rio São Francisco e das regiões hidrográficas do Atlântico Leste e Sudeste; b) trecho de cânion do rio São Francisco



Fonte: adaptada de: https://goo.gl/wpCShL. Acesso em: 28 nov. 2017.

A região hidrográfica do Atlântico Sudeste está representada na Figura 2.10. Nela, é possível identificar seus rios principais, bem como os trechos navegáveis. No contexto de ocupação do território, temos duas capitais: Vitória/ES e Rio de Janeiro/RJ, além da Região Metropolitana da Baixada Santista, entre outras aglomerações urbanas. Há também outras características, como o intenso turismo litorâneo (períodos de pico no réveillon e no carnaval), localização de usina nuclear (em Angra dos Reis, RJ), o principal porto brasileiro – Porto de Santos – e uma das principais regiões históricas do Brasil colonial.

Figura 2.10 | Principais bacias hidrográficas que compõem a região hidrográfica do Atlântico Sudeste



Fonte: https://goo.gl/YHfZjZ. Acesso em: 8 nov. 2017.

Pesquise mais

A região hidrográfica do Atlântico Sudeste tem como uma das bacias hidrográficas principais a bacia hidrográfica do rio Doce, que apresenta algumas barragens. Uma delas, em 2015, foi rompida e rejeitos da empresa de mineração Samarco atingiram o distrito de Bento Rodrigues, pertencente ao município mineiro de Mariana, alcançando o leito do rio Doce. Esse evento se constituiu em um dos maiores desastres ambientais do Brasil e do mundo, devido à alta concentração de metais pesados (Figura 2.11).



Bacias hidrográficas dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai e região hidrográfica do Atlântico Sul



O maior rio do mundo está no Brasil, localizado na Região Norte e é denominado de rio Amazonas. É também no Brasil que se encontra um dos rios com maior potencial hidrelétrico do mundo, porém não é o rio Paraná, onde se localiza uma das maiores usinas hidrelétricas do mundo, mas o rio Uruguai, com capacidade de produção de 40,5 KW/km².

Na Figura 2.12, é possível observar a dinâmica da rede de drenagem dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai. Em território brasileiro, são três bacias hidrográficas distintas, porém, observando seus percursos em território paraguaio, argentino e uruguaio, verificamos que se trata de uma única bacia hidrográfica, denominada de bacia hidrográfica do rio da Prata.

Figura 2.12 | Bacia hidrográfica do rio da Prata



Fonte: https://goo.gl/ykiFXL>. Acesso em: 8 nov. 2017.

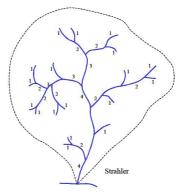
Também é importante ressaltar que no dia 23 de abril de 1969 foi assinado, em Brasília, o Tratado da Bacia do Prata, que passou a vigorar em 14 de agosto de 1970. Esse tratado foi assinado por Bolívia, Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, institucionalizando a exploração integrada da bacia hidrográfica, que foi palco de muitas guerras, a saber: Primeira Guerra Cisplatina ou Guerra contra Artigas (1816 a 1820), Guerra da Cisplatina ou Guerra do Brasil (1825 a 1828), Guerra Grande ou Guerra Civil do Uruguai (1839 a 1851), Guerra contra Oribe e Rosas ou Guerra do Prata (1851 a 1852), Guerra contra Aguirre ou Guerra do Uruguai (1864 a 1865) e Guerra do Paraguai ou Guerra da Tríplice Aliança (1864 a 1870).

Sem medo de errar

Estamos acompanhando o dia a dia de Vanessa, e o questionamento que ela fez à professora de Geografia, Clara, relaciona-se às dimensões da bacia hidrográfica do rio Tietê. Sua extensão considerável, sua importância socioambiental, associada ao fato de se localizar em uma área de grande destaque socioeconômico, faz com que Vanessa não entenda os motivos pelos quais ela não é identificada como uma das grandes bacias hidrográficas brasileiras.

A professora Clara sugere uma atividade prática, na qual, através da via conceitual, ela realiza a mediação do conceito de hierarquia fluvial, a partir do qual é possível verificar que o rio Tietê se encontra no contexto da bacia hidrográfica do rio da Prata. Para tanto, Clara desenvolve, com a turma, o método de determinação da hierarquia dos rios que toma como base a proposta de Strahler (1918-2002), que pode ser observada na Figura 2.13:

Figura 2.13 | Sequência organizacional do modelo de Strahler



Fonte: http://www.dpi.inpe.br/cursos/tutoriais/modelagem/cap2_modelos_hidrologicos.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.

Analisando a Figura 2.14, utilizada por Clara durante a atividade, é possível compreender a dinâmica da bacia do rio da Prata, desde o rio principal até os rios de ordens inferiores conhecidos como afluentes. No exemplo, a bacia hidrográfica do rio Tietê, esse último é afluente do rio Paraná que, por sua vez, é afluente do rio da Prata, que é identificado como rio de 1ª ordem. Nela, é possível observar e constatar que o rio Tietê está hierarquicamente abaixo do rio da Prata.

Figura 2.14 | Bacia do Prata



Fonte: https://goo.gl/fRmg90>. Acesso em: 20 nov. 2017.

Faça valer a pena

1. Parágrafo único. Considera-se como ______ o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos ______.

Fonte: BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – (CNRH). Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, p. 1. Disponível em: <www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman@task=doc_download@gid=74>. Acesso em: 8 nov. 2017.

A partir da leitura do texto, escolha alternativa que completa corretamente as lacunas:

- a) região hidrográfica; recursos hídricos;
- b) bacia hidrográfica; recursos hídricos;
- c) região hidrográfica; recursos sociais;
- d) bacia hidrográfica; recursos sociais;
- e) região hidrográfica; bacia hidrográfica.
- **2.** Leia atentamente as assertivas seguintes, tomando como base a Figura 2.15:
- I As regiões hidrográficas do Paraná, Paraguai e Uruguai contribuem na

formação da bacia hidrográfica do rio da Prata.

- II A região hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental contempla áreas em duas regiões: a Norte e a Nordeste.
- III A região hidrográfica do São Francisco refere-se somente à bacia hidrográfica do rio São Francisco.
- IV A região hidrográfica Amazônica é composta, territorialmente, apenas pela bacia hidrográfica do rio Amazonas.

Figura 2.15 | Divisão hidrográfica nacional

DIVISÃO HIDROGRÁFICA NACIONAL



Fonte: BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, p. 1. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 8 nov. 2017.

Assinale a alternativa que apresenta somente assertivas corretas:

- a) l e II.
- b) Le III
- c) le IV.
- d) II e III.
- e) III e IV.

3. Leia atentamente o quadro que segue:

- (1) Região hidrográfica do Atlântico Sul
- (2) Região hidrográfica do Atlântico Leste
- (3) Região hidrográfica do Atlântico Sudeste
- () Encontra-se na região a foz do rio Doce e concentra as maiores áreas contínuas da Mata Atlântica.
- () Encontra-se na região a Laguna dos Patos, o vale do rio Capivari, manquezais e restingas.
- () O norte do Espírito Santo compõe esta região. Nela, encontramos a presença de Mata Atlântica.

Analise a relação entre as colunas e marque a alternativa que corresponde à sequência correta de associação da primeira com a segunda:

- a) 1, 2, 3.
- b) 2, 1, 3.
- c) 1, 3, 2.
- d) 3, 2, 1.
- e) 3, 1, 2.

Seção 2.3

Uso dos recursos hídricos superficiais

Diálogo aberto

Vanessa é estudante de 13 anos em uma escola estadual, localizada no município de Barra Bonita/SP. O tema das últimas aulas de Geografia versou sobre bacias hidrográficas, rede de drenagem e seus múltiplos usos. A professora Clara propôs um trabalho em sala de aula que envolvia análise de desenhos e o estudo de canções sobre o transporte fluvial, através dos quais os estudantes deverão dialogar e refletir acerca dos diferentes usos e aproveitamento dos recursos hídricos, tais como os usos doméstico e industrial, irrigação e produção de energia, além do fornecimento de alimento e o transporte.

Uma das canções que a professora trabalhou com os alunos foi "Balseiros do rio Uruguai". Observe:

Balseiros do rio Uruguai

(Cenair Maicá)

Amanhã eu vou m'embora pros rumo de Uruguaiana vou levando na minha balsa cedro, angico e canjerana.

Quando chegar em São Borja, dou um pulo a Santo Tomé só pra ver as correntinas e bailar um chamamé.

Oba, viva veio a enchente o Uruguai transbordou vai dar serviço pra gente.
Vou soltar minha balsa no rio,
vou rever maravilhas
que ninguém descobriu.

Se chegar ao Salto Grande me despeço deste mundo, rezo a Deus e a São Miguel e solto a balsa lá no fundo. Quem se escapa deste golpe, chega salvo na Argentina. Só duvido que se escape do olhar das correntinas.

Oba, viva veio a enchente
o Uruguai transbordou
vai dar serviço pra gente.
Vou soltar minha balsa no rio,
vou rever maravilhas
que ninguém descobriu.
Fonte: shttps://www.letras.mus.br/cenair-maica/174315/>, Acesso em: 5 dez. 2017.

Clara destaca que esta canção refere-se ao sistema de transporte no rio Uruguai, que divide os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e o Brasil (Rio Grande do Sul) da Argentina. A partir dessas informações, os estudantes procederam com a leitura e análise da canção, indicando que nela há referência ao percurso que uma balsa faz no rio Uruguai, abordando, simultaneamente, algumas características sociais, tanto da paisagem cultural (chamamé, estilo de dança típico dos gaúchos (brasileiros, argentinos e uruguaios) como da paisagem natural. E, tanto no refrão como na segunda parte da música, a professora Clara destaca as dificuldades e o percurso realizado pelos balseiros, no trecho "...viva veio a enchente; o Uruguai transbordou; vai dar serviço pra gente. Vou soltar minha balsa no rio...", o qual evidencia um empecilho à navegação, que, assim, só é possível em períodos de cheia.

Tal "empecilho" é mencionado no próximo trecho: "[...] Se chegar ao Salto Grande; me despeço deste mundo,; rezo a Deus e a São Miguel e; solto a balsa lá no fundo.; Quem se escapa deste golpe,; chega salvo na Argentina." Aqui, verificamos a existência de uma queda-d'água: trata-se do Salto do Yucumã (Figura 2.16), também conhecido como Salto Grande, o maior salto longitudinal do mundo, 1800 metros de comprimento, chegando até 20 metros de altura. A estrofe "solto a balsa lá no fundo" diz respeito a um local onde o rio faz uma curva e os balseiros tentavam manter a balsa o mais próximo à borda da curva aberta do rio, já que desse lado às quedas-d'água são mais baixas e a balsa consegue passar.

Figura 2.16 | Salto do Yucumã/Salto Grande – município de Derrubadas/RS



Fonte: https://goo.gl/39pkgT. Acesso em: 6 dez. 2017.

Ao longo da aula, surge um questionamento: se a tecnologia evoluiu bastante até nossos dias, deve haver maneiras de os navios trafegarem normalmente todos os dias por rios com quedas-d'água, sem ser necessário esperar períodos de cheias. Contudo, sabemos que rios com quedas-d'água são mais favoráveis à construção de usinas hidrelétricas. Sendo assim, é possível o aproveitamento de um rio tanto para a geração de energia quanto para o transporte?

Se sim, nos rios com usinas hidrelétricas, como é possível seguir o percurso em condições hidroviárias?

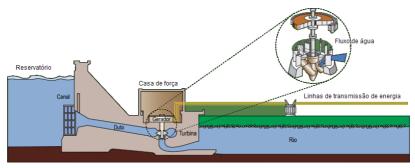
Vamos acompanhar a professora Clara, Vanessa e seus colegas nessa jornada.

Não pode faltar

Energia hidroelétrica

Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), a energia hidroelétrica ou hidrelétrica é gerada pelo "aproveitamento do fluxo das águas em uma usina" (BRASIL/ANEEL, 2008, p. 53). O desnível do relevo e a coluna de água formada pelo reservatório permitem que a água alcance um nível de pressão capaz de girar turbinas, sendo que esse movimento transforma a energia potencial em cinética e o gerador é responsável por transformar a energia cinética em elétrica (Figura 2.17).

Figura 2.17 | Modelo esquemático da estrutura de uma usina hidroelétrica



Fonte: BRASIL/ANEEL (2008, p. 50).

Dentro do cenário mundial, das cinco maiores usinas hidroelétricas do mundo, duas são de exclusividade brasileira (Usina de Tucuruí I e II e Usina de Belo Monte) e a Usina Hidrelétrica de Itaipu, de caráter binacional (Brasil/Paraguai). Já a maior hidrelétrica do mundo está localizada no rio Yang-tsé, na China, a Usina Hidroelétrica de Três Gargantas.



Em 2012, a Usina Hidroelétrica de Itaipu Binacional perdeu o posto de maior do mundo para a Usina de Três Gargantas, construída no rio Yangtsé na China. Porém, Itaipu ainda impressiona. Vamos acompanhar uma visita à usina e entender como ela está estruturada.

Assista à reportagem: **Fontes renováveis de energia 2 – Hidrelétrica**s. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=STUA5MOcpjw>. Acesso em: 30 nov. 2017.

A produção de energia através de usinas hidroelétricas pode ser classificada de duas formas. A primeira ocorre através de acumulação de água em reservatórios, como podemos observar na Figura 2.18, em Itaipu. A segunda se dá pela usina hidroelétrica a fio-d'água, ou seja, não existem grandes reservatórios de água. Esse processo ocorre na Usina Hidrelétrica de Belo Monte e nas Usinas de Santo Antônio e Jirau no rio Madeira, onde a produção de energia varia com a vazão normal do rio.

Figura 2.18 | Usina hidroelétrica de Itaipu – Usina Binacional Brasil/Paraguai



Fonte: . Acesso em: 8 fev. 2018.



Leia o artigo "Um debate sobre Sete Quedas". Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/rec/_umdebatesobresetequedasr. arquivo.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

Esse texto relata como as Sete Quedas foram submersas para produção de energia com a construção da Usina Hidroelétrica de Itaipu. A partir desse artigo, podemos perceber o grande impacto ambiental que a construção da usina causou nas comunidades e povoados inundados, bem como à fauna e à flora local.

Depois do ano de inauguração da Usina Hidroelétrica de Itaipu, dia 5 de maio de 1984, houve algumas alterações na legislação ambiental brasileira. Portanto, nos dias de hoje, a construção dessa usina seria aprovada?



Exemplificando

Há também outras formas de produção de energia elétrica a partir de águas superficiais. Por exemplo, energia produzida pela força de mares e oceanos, denominadas de maremotriz, ondomotriz e energia cinética das correntes marítimas.

Maremotriz – energia produzida através dos movimentos das marés. Pode ser obtida tanto através da força das correntes superficiais marítimas como da diferença de altura entre as marés baixas e altas. As principais usinas estão localizadas na França e na Rússia.

Ondomotriz – energia produzida através da movimentação das ondas marinhas. Esse tipo de energia é produzido, de forma comercial, desde os anos de 1970 na Europa (Portugal, Noruega e Reino Unido) e Japão. Na América Latina, a primeira usina experimental foi instalada em 2012, no quebra-mar do Porto do Pecém, localizado no estado do Ceará/Brasil.

Energia das correntes marítimas – obtida através da energia cinética (energia produzida através do movimento de um objeto, muito parecida com a energia eólica) das correntes oceânicas. A Corrente do Golfo é a mais estudada para produção de energia. Segundo pesquisadores estadunidenses, ela tem grande capacidade de transportar um fluxo de água 50 vezes superior ao volume médio de todos os rios de água doce do planeta, produzindo 21.000 vezes mais energia que as Cataratas do Niágara (localizada na fronteira entre os EUA e o Canadá).

Hidrovias - eclusas

As hidrovias compõem, juntamente com aerovias, ferrovias e rodovias uma série de meios de transporte e deslocamento de pessoas e/ou mercadorias, todas com uma rota previamente definida. As hidrovias são responsáveis pelo deslocamento aquático, ou seja, aquele que se utiliza do leito do rio como caminho. Devido à sua capacidade, os grandes rios são utilizados, mundialmente, para o transporte de cargas.

No Brasil, a principal rede hidroviária está localizada na bacia hidrográfica do rio Amazonas. Na Figura 2.19 é possível observar três características que demonstram a importância da hidrovia. Em primeiro plano, verificamos que a cidade inclui o rio em sua dinâmica, como ocorre com o Porto de Manaus. No segundo plano, observamos uma fila de caminhões que mostram a importância do transporte de cargas e, no terceiro plano, pequenas embarcações e dois transatlânticos, que remetem ao uso da hidrovia para o deslocamento de pessoas, desde a escala local/regional até a escala global.



Figura 2.19 | Maior porto flutuante do mundo: o Porto de Manaus/Amazonas

Fonte: https://goo.gl/EmEFTQ>. Acesso em: 30 out. 2017.

Em regiões onde o leito do rio apresenta desnível do relevo, para que a hidrovia mantenha seu percurso é construído um sistema de eclusa, que, na maioria das vezes, está associada a um desnível provocado pelo represamento de um rio para produção de energia elétrica. Outro caso de construção de eclusas é o Canal do Panamá. Nele, para vencer barreiras naturais, represamentos foram construídos para ligar o Oceano Atlântico ao Pacífico.

No Brasil, a concentração de eclusas está na bacia hidrográfica do rio Paraná. Apenas no rio Tietê são seis. Sua importância é fundamental para o setor agroexportador brasileiro; estima-se que para o ano de 2017, elas contribuirão com o deslocamento de aproximadamente 7 milhões de toneladas de grãos e 4 bilhões de litros de etanol (equivale a mais de 40 mil caminhões) (Figura 2.20) (BRASIL/DNIT/AHRANA, 2016).

Figura 2.20 | Localização das eclusas na bacia hidrográfica do rio Paraná, com destaque ao rio Tietê

Bacia Tietê - Paraná

GOIÁS

São

Destandos

Emborcação

Destandos

Emborcação

Destandos

Emborcação

Destandos



Fonte: https://goo.gl/YG1zoi>. Acesso em: 30 out. 2017.

Projetos de irrigação – transposição de cursos d'água

No Brasil, os projetos de irrigação são gerenciados pelo Ministério de Integração Nacional - MIN. Segundo o mapeamento realizado pela Secretaria Nacional de Irrigação - SENIR/MIN -, o estado que mais utiliza água para irrigação é o Rio Grande do Sul, com destaque à metade sul do estado, destinada à produção de arroz irrigado.

Na sequência, temos a bacia hidrográfica do rio São Francisco (Bahia, Minas Gerais), bacia hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia (Tocantins e Goiás) e a bacia hidrográfica do rio Paraguai (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul).

Devido aos projetos vinculados ao MIN, mas também a outros órgãos governamentais, busca-se através da transposição de cursos-d'água, levar mais água para algumas regiões deficitárias, como a Região Nordeste. Nesse caso, o rio São Francisco seria responsável por fornecer água para as bacias hidrográficas intermitentes e a reservatórios de água. Esse é o maior projeto brasileiro de transposição.

Outro projeto não menos importante e que também traz muitas críticas é a transposição de água dos afluentes do rio Paraíba do Sul para os afluentes do Alto Tietê, com a intenção de abastecer a Região Metropolitana de São Paulo, porém esse rio já abastece 15 milhões de pessoas, incluindo a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Destaca-se que, no início do ano de 2017, a justiça de São Paulo interviu na construção da obra, alegando falta de dados no Estudo de Impacto Ambiental.

Por outro lado, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) já recebe água através da transposição do Sistema Cantareira, retirando água das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Bacias PCJ). É importante ressaltar que a última crise de abastecimento da RMSP deveu-se à falta de planejamento e gestão. A RMSP necessita melhorar a qualidade hídrica de suas bacias hidrográficas: os rios Tietê e Pinheiros, que atravessam a cidade de São Paulo, se menos poluídos fossem, poderiam auxiliar no abastecimento e diminuir a sobrecarga das bacias PCJ (Figura 2.21).

Figura 2.21 | Esquema de transposição das Bacias PCJ para a Região Metropolitana de São Paulo — Sistema Cantareira



Fonte: https://goo.gl/8SCtTK. Acesso em: 30 out. 2017.

Sistemas de abastecimento para uso humano doméstico e industrial

Está garantido pela Constituição Brasileira e pela Política Nacional de Recursos Hídricos o direito de uso da água, preconizando o abastecimento humano (doméstico), permitindo também o uso para dessedentação animal, uso industrial, irrigação, navegação, entre outros. Entre todos os usos, no Brasil, a irrigação é o principal, constituindo mais de 60% do uso desse recurso, seguido pelo abastecimento doméstico (13%) e pela indústria (10%) (BRASIL/ANEEL, 2008).

Considera-se abastecimento doméstico a água que é destinada ao consumo humano, higiene pessoal e outros usos domésticos. A água que chega às residências deve ser isenta de substâncias químicas para que não comprometa a saúde dos usuários e seja adequada para uso doméstico, com baixo índice de agressividade e dureza, além de ser esteticamente agradável, ou seja, ausência de organismos vivos, baixos teores de turbidez, cor, sabor e odor.

Já a água que abastece as indústrias será incorporada em alimentos, bebidas e outros produtos da indústria alimentícia.

Nesse caso, a água deve estar isenta de substâncias químicas, organismos vivos e esteticamente desagradáveis. Nos casos em que a água entra em contato com o produto, a qualidade pode variar conforme o tipo do mesmo a ser fabricado e, nos casos onde a água não entrará em contato com o produto (uso para aquecimento ou refrigeração), a exigência é apenas que a água tenha baixo índice de agressividade e dureza.



Assimile

Agressividade – relaciona-se à possibilidade de corrosão de materiais colocados em contato com a água, por exemplo, o ferro.

Dureza – deriva da alcalinidade; a dureza correspondente ao elevado índice de carbonato na água. Pode ocorrer de modo natural (rochas calcárias) ou antropogênico (exclusivo de resíduos industriais).

Turbidez – capacidade de os raios de luz atravessarem uma coluna de água. A turbidez corresponde à existência de sólidos em suspensão, podendo ocorrer de modo natural ou antropogênico.

Organismos vivos – patogênicos, por exemplo, as bactérias, cianobactérias, vírus, protozoários, helmintos, entre outros.

Sem medo de errar

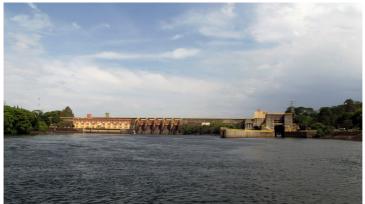
Como vimos, a professora Carla propôs a Vanessa e aos demais alunos o estudo de uma canção cuja letra apontava a dificuldade e o temor das pessoas em navegar pelo rio Uruguai em uma área na qual ele apresenta quedas-d'água. Nessa letra, a travessia segura era recomendada somente em tempos de cheia. Os estudantes levantaram questionamentos sobre o uso de tecnologias para transpor quedas-d'água sem precisar esperar um período de cheia, ou depois da construção de uma usina hidrelétrica.

A partir desse contexto, Clara destaca, pela via conceitual, utilizando-se de fotos e documentários, como houve a evolução tecnológica em hidrovias, desde os sistemas de dragagem, dos quais os sedimentos eram retirados para aumentar a profundidade do leito do rio e possibilitar a passagem de navios maiores, até um sistema hidráulico complexo que funciona como um grande elevador, para transpor barreiras naturais e artificiais, permitindo a navegabilidade de navios e balsas em qualquer momento.

A professora Clara lembrou que, a poucos metros da escola, há o rio Tietê, sendo que nele há um represamento e a Usina Hidroelétrica de Barra Bonita. A ela acoplada há uma das várias eclusas que se encontram ao longo do rio. Buscando uma aprendizagem significativa, Clara organizou uma atividade de campo, convidando o professor de Física, e levou os estudantes para um passeio de barco que envolvia atravessar a eclusa.

Na Figura 2.22, observa-se a Usina Hidroelétrica de Barra Bonita/ SP, sendo que a sua direita é perceptível o vão de passagem da eclusa. Já na Figura 2.23, é possível observar a estrutura interna da eclusa.





Fonte: https://static.panoramio.com.storage.googleapis.com/photos/large/81025561.jpg. Acesso em: 8 fev. 2018.

Figura 2.23 | Imagem interna da eclusa de Barra Bonita/SP



Fonte: https://goo.gl/eVphc2. Acesso em: 30 out. 2017.

Nessa atividade interdisciplinar, juntamente com o professor de Física, os estudantes compreendem empiricamente os aspectos geográficos e os princípios físicos que envolvem o funcionamento de uma eclusa, que se trata de uma obra de engenharia hidráulica cujo princípio de funcionamento está na gravidade. Nela, existem válvulas que, quando fechadas, permitem a elevação do nível da água dentro da eclusa e, quando abertas, seu esvaziamento. Quando a eclusa está cheia, abre-se a comporta a montante e, quando vazia, abre-se a comporta a jusante, permitindo a saída do navio e a superação do desnível.

Faça valer a pena

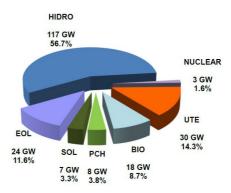
1. Leia atentamente o excerto de texto seguinte:

O Plano Decenal de Expansão 2024 (PDE 2024) adotou como uma das principais diretrizes a priorização da participação dessas fontes renováveis para atender ao crescimento do consumo de energia elétrica no horizonte decenal, compatibilizando esta participação com o atendimento à carga de forma segura e tendo em vista o compromisso brasileiro de manter seu crescimento econômico apoiado em uma matriz energética limpa.

77

Fonte: TOLMASQUIM, M. T. Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. (Coord.). Rio de Janeiro: EPE, 2016, p. 29-30.

A figura indica a expansão das fontes geradoras de energia no Brasil previstas para o ano de 2024, segundo os dados do PDE 2024 (Plano Decenal de Expansão):

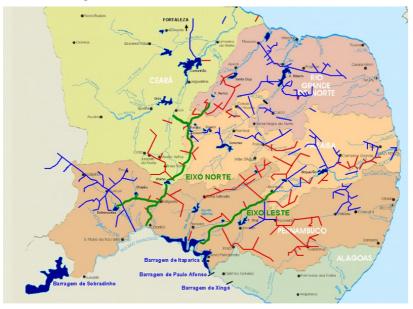


Fonte: TOLMASQUIM, M. T. Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica (Coord.). Rio de Janeiro: EPE, 2016, p. 31. Disponível em: http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20 -%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2017.

Após leitura do texto e a análise da figura, marque a alternativa correta:

- a) Ao analisar os dados do PDE 2024, a capacidade de geração de energia bioelétrica expandirá 56,7% até 2024.
- b) Ao analisar os dados do PDE 2024, a capacidade de geração de energia hidroelétrica expandirá 56,7% até 2024.
- c) A expansão de pequena centrais hidroelétricas será de, aproximadamente, 56,7%, segundo dados do PDE 2024.
- d) A expansão de pequenas centrais de energia solar será de, aproximadamente, 56,7%, segundo dados do PDE 2024.
- e) Ao analisar os dados do PDE 2024, a capacidade de geração de energia nuclear expandirá cerca de 56,7% até 2024.
- **2.** A primeira vez o projeto de transposição do rio São Francisco foi documentado foi em 1847. Por pelo menos mais sete vezes, esse projeto veio à tona, estudos foram realizados, mas em todas as situações foram arquivados. Somente no ano de 2003, iniciam-se um novo estudo e efetivação da obra. Estima-se que a finalização ocorra em 2025, abrangendo 12 milhões de pessoas. A transposição tem como nome oficial Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

Observe a imagem:



Legenda Eixos de Integração Adutoras Construídas e em Funcionamento Adutoras Planejadas e em Construção

Fonte: https://goo.gl/vmTno7>. Acesso em: 30 out. 2017.

Assinale a alternativa que contém a afirmativa verdadeira sobre a transposição do Rio São Francisco:

- a) O projeto de transposição do rio São Francisco é realizado na Região Sudeste
- b) Os pontos de retirada de água do rio São Francisco ficam entre Bahia e Ceará.
- c) Os pontos de retirada de água do rio São Francisco ficam entre Bahia e Pernambuco.
- d) A transposição do rio São Francisco beneficiará todos os estados da Região Nordeste.
- e) O projeto de transposição do rio São Francisco não é realizado na Região Nordeste.
- **3.** Considerando aspectos do abastecimento de água doméstico e industrial, enumere a coluna da direita com base nas informações da coluna da esquerda:
 - () Os sistemas de abastecimento doméstico exigem critérios que estão estabelecidos e garantidos pela Lei nº 9.433/1997.
 () É medida através do turbidímetro, equipamento que analisa o espalhamento de um feixe de luz ao passar por
 - de água industrial

 3. Qualidade da
 água

 () Dependendo de seu uso, não necessita de tratamento, sendo indispensável o controle da agressividade e dureza.
 - () Segundo especialistas da ANA, pode ser uma alternativa para garantir que um curso de água mantenha melhor qualidade.
 - () Associam-se à transmissão de doenças, por exemplo, hepatite A, disenteria, cólera, febre tifoide e leptospirose.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta de associação:

a) 2; 3; 5; 4; 1.

organismos 5. Turbidez da água

d) 3; 4; 2; 5; 1.

b) 3; 5; 1; 2; 4.

e) 3; 5; 2; 1; 4.

c) 4; 5; 2; 1; 3.

Referências

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial – Brasília: ANA, 2015. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-deconteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **RESOLUÇÃO nº 32, de 15 de outubro de 2003**. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 8 nov. 2017.

BRASIL/ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008.

BRASIL/DNIT/AHRANA. **Relatório de operação 2016**. São Paulo: AHRANA, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Bertrand, 1980.

CNRH. **Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003**. Anexo I. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative geomorphology. **Geologycal Society American Bulletin**, Colorado, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

HOWARD A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 51, p. 2246-2259, 1967.

IBGE. **Glossário geológico**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

IBGE/BRASIL. **Brasil**: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2016.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1986.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

MMA. **GEO Brasil**: recursos hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2007.

PNRH. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, DF: Presidência da República – Casa Civil, 2003.

RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. **Conceitos básicos de modelagem hidrológica** [s.d.]. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/cursos/tutoriais/modelagem/cap2_modelos_hidrologicos.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017.

SILVA, A. M. **Princípios básicos de hidrologia**. Departamento de Engenharia. Lavras/MG: Ed. UFLA. 1995.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geologic Society American Bulletin**, Colorado v. 63, n. 10, p. 1117-1142, 1952.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Araraquara, SP: **Revista Uniara**, n. 20, 2007, p. 137-156. Disponível em: http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11. pdf>. Acesso em: 22 nov. 2017).

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável**: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica (Coord.). Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: http://antigo.epe.gov.br//Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf. Acesso em: 29 jan. 2018.

Recursos hídricos e meio ambiente

Convite ao estudo

Caros estudantes, esta unidade será dedicada aos estudos sobre recursos hídricos no contexto ambiental. Dentre os assuntos, priorizaremos a compreensão conceitual e as análises empíricas que envolverão aspectos que compõem o espaço geográfico brasileiro, destacando os usos, conflitos, distribuição e o futuro da água para o Brasil e para o planeta.

Na primeira seção, abordaremos os principais usos da água, com destaque ao abastecimento humano. As diferenças entre a escassez e o estresse hídrico serão estudadas em conjunto aos principais problemas e as causas da poluição hídrica. Além disso, veremos como é possível reverter essa situação através da desinfecção e aproveitamento das águas servidas.

Na segunda seção, detalharemos os usos e os principais conflitos devido à disponibilidade hídrica, tanto em escala mundial como nacional. Bem como questões referentes ao saneamento básico que deveria abranger 100% da população mundial, ou seja, a água potável e o recolhimento e tratamento de esgotos/águas servidas deveriam estar disponíveis para todos.

Na terceira seção, trabalharemos as perspectivas futuras do uso da água. Destacamos que a água não irá acabar no planeta, porém, a falta de gestão pode comprometer a disponibilidade de água potável para o consumo. Diante disso, abordaremos os impactos que a urbanização, não planejada, provoca nos sistemas de drenagem, colocando em risco, principalmente, populações menos favorecidas. Um exemplo são os eventos de alta precipitação, que causam inundações. Outro tema que será abordado é a balneabilidade, ou seja, se a água de um

determinado rio, lago ou praia está em condições de banho e de realização de atividades esportivas e recreativas.

Para auxiliar na compreensão desses assuntos, tomaremos como exemplo algumas atividades desenvolvidas por uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis de um município do interior do estado de São Paulo. Essa cooperativa é reconhecida internacionalmente e algumas de suas lideranças estão ligadas ao Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR).

Além das atividades nas escolas, a cooperativa realiza alguns cursos e treinamentos. O próximo curso a ser realizado diz respeito ao uso e conservação dos recursos hídricos. Dentre os temas que serão abordados, destacam-se a disponibilidade, demanda e usos da água, poluição, escassez e a busca por um ambiente mais sustentável. Para que tal atividade fosse possível, os associados da cooperativa recorreram à Diretoria de Ensino e solicitaram auxílio dos professores da rede municipal, para que assim fosse firmada uma parceria entre a cooperativa e os docentes, multiplicando o conhecimento desses cursos e treinamentos, e mais, viabilizando a sua inserção nas comunidades através das escolas.

Seção 3.1

Água e meio ambiente

Diálogo aberto

A cooperativa de catadores de materiais recicláveis em questão propôs a realização de uma série de cursos, com auxílio de professores da rede de ensino municipal, a fim de treinar e ampliar as possibilidades de atuação de seus cooperados, além de disseminar o conhecimento sobre o uso e conservação dos recursos hídricos. Murilo, professor de Geografia dos ensinos Fundamental e Médio, representante dos docentes da rede municipal, propôs o desenvolvimento de uma atividade que se refere ao sistema de saneamento básico. Inicialmente os professores e cooperados envolvidos realizaram uma caminhada em um percurso próximo à sede cooperativa, na periferia da cidade. Durante o percurso, temas sobre poluição, desinfecção e reutilização da água surgiram, e Murilo os vinculava à realidade observada, às paisagens geográficas, já que era notória a falta de saneamento nas periferias, que não tem disponível a coleta de esgoto. João, um dos cooperados, questiona o professor Murilo: Haveria alguma proposta que pudesse ser implementada a fim de promover a construção de um sistema de tratamento de esgoto, e, assim, melhorar a qualidade de vida de nossa comunidade? Como o grupo de professores, representados por Murilo e cooperados poderiam, em conjunto, trabalhar para tanto?

Vamos acompanhar o professor Murilo, seus colegas e o cooperados nessa jornada.

Não pode faltar

Uso múltiplo da água

Os usos e consumo de água são bastante variáveis no desenvolvimento das atividades humanas em função da diversidade dos aspectos culturais, hábitos regionais e das características dos países.

Tundisi (2009) destaca que o consumo de água no mundo – para o desenvolvimento de atividades econômicas – a partir da década de 1940 – mostrou um exponencial crescimento, principalmente após os anos 1980, ultrapassando os 5700 km³ de água ao ano. O autor destaca que a atividade humana que mais consome água é a agropecuária, com destaque do uso para irrigação e produção de suínos e aves, ultrapassando os 3500 km³/ano. Em seguida, está o uso industrial com 1500 km³/ano, as economias municipais e represas, que totalizam 750 km³/ano de água.

Para as atividades relacionadas à manutenção das funções vitais dos seres humanos, Tundisi (2009) apud Gibbons (1987) e Postel (1997) sistematizam a quantidade de uso diário de água de uma família de classe média em países desenvolvidos. É importante salientar que nos países considerados subdesenvolvidos, os valores seguintes podem ser reduzidos a 3 litros/dia por família. (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 | Sistematização do uso de água em ambiente doméstico de países desenvolvidos.

	Litros/dia			
Consumo no interior da casa	Banheiros	126		
	Banho e uso pessoal	84 280		
	Lavanderia e cozinha 56		200	
	Água, beber e cozinhar	14		
Consumo	Lavagem e irrigação do quintal	Quantidades		
externo da casa	Piscina variáveis		280	
	Lavagem de carro			
Total	560			

Fonte: Tundisi (2009, p.28).



Conceituando desenvolvimento e subdesenvolvimento com base em Furtado (2000):

O <u>desenvolvimento</u> está vinculado à dimensão histórica. No entanto, vale ressaltar que não existem fases pelas quais todas as sociedades passariam a fim de alcançar os padrões de industrialização europeus.

O <u>subdesenvolvimento</u> não é uma etapa da evolução econômica, mas uma condição para definir países periféricos.

O desenvolvimento e o subdesenvolvimento ocorrem simultaneamente e interagem, produzindo uma relação dicotômica na Geografia: centro e periferia.

A transição do subdesenvolvimento para o desenvolvimento só ocorre quando há uma ruptura do sistema, já que as bases do subdesenvolvimento estão na dominação, de natureza econômica, cultural e política. Ou seja, a transição para o desenvolvimento só ocorre a partir de transformações estruturais (sociais e políticas).

Outros usos da água estão relacionados à navegação, recreação e ao turismo, os dois últimos bastante comuns no interior dos continentes. Há também a sua utilização no processo de mineração, nas fases de purificação do minério, resfriamento e descargas de materiais. Para atividades mineradoras, às vezes é preciso retirar água do local, processo que é conhecido como rebaixamento do nível da água subterrânea.



Segundo Domingues, Boson e Alípaz (2006, p. 98) grandes volumes de água subterrânea são bombeados das jazidas em mineração. No Brasil, cerca de 109 bilhões de m³/ano em cada mina. Comparando com uma cidade de 9 milhões de habitantes (segundo estimativa do IBGE, em 2017, a população do estado do Pernambuco é de 9.473.266 milhões de habitantes), o consumo de água gira em torno de 1 bilhão de m³/ano (DOMINGUES, BOSON e ALÍPAZ, 2006, p. 98). Sabendo que a indústria e a agricultura são as atividades que mais utilizam água e estão em um *ranking* superior ao usado pela mineração, por que somente o abastecimento humano sofre racionamento de água?

Há também uso na produção de energia, através das hidroelétricas. O Brasil, por exemplo, supri mais de 80% da energia elétrica necessária a partir dessa fonte. Para cada quilowatt produzido, demandam-se 16 mil litros de água.

Escassez e estresse hídrico

Parte-se da premissa de que água é fundamental a qualquer tipo de vida. Além disso, ela é insubstituível em algumas atividades humanas, sendo responsável pela manutenção do equilíbrio do meio ambiente. Problemas de escassez de água podem ocorrer por diversos motivos, como o aumento de população humana, crescimento industrial, instalação de sistema de irrigação em áreas agrícolas, entre outros.



Reflita

Sabemos que a quantidade de água presente no planeta Terra se mantém a mesma por milhões de anos, porém a sua distribuição no espaço geográfico é irregular. Por exemplo, as regiões com florestas densas tendem a apresentar uma maior disponibilidade hídrica do que as regiões áridas. Assim, quais seriam os motivos pelos quais a região Norte do Brasil, com elevadíssimos índices de disponibilidade de água, é uma das regiões com menos acesso à água?

A escassez pode não ocorrer pela ação do homem, mas por fenômenos naturais. É aceitável que em regiões de baixa disponibilidade de água, ela se torne escassa. Porém, em regiões de alta disponibilidade, esse fenômeno também pode acontecer devido, principalmente, a elevação da demanda, provocando sua escassez.

No Brasil, a escassez hídrica está sempre associada a algum tipo de degradação da qualidade da água, do ambiente que propiciava seu armazenamento e/ou a precipitação e exagerado aumento das demandas, vinculadas ao crescimento populacional em áreas concentradas (urbanização), industrial e agropecuário.

O estresse hídrico se refere à disponibilidade de um volume mínimo de água para garantir a qualidade de vida de uma pessoa. Setti et. al. (2001, p.52) apud Beekman, 1999, salientam que, para suprir todas as necessidades domésticas seriam necessários 100 litros de água por dia (36,5 m³/ano). Destacam, ainda, que países que produzem grandes quantidades de *commodities* (recursos agropecuários, minerais, entre outros vinculados ao setor primário), os valores podem variar de 5 a 20 vezes mais que 36,5 m³/ano. Para melhor aplicação experimental em diferente locais no mundo, definiram-se alguns parâmetros (Quadro 3.2).

Quadro 3.2 | Sistematização dos patamares específicos para determinação de estresse hídrico.

Volume disponível <i>per</i> capita - m³/hab/ano	Situação	
> 1.700	- Ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta de água.	
1.000 - 1.700	- O estresse hídrico é periódico e regular.	
500 - 1.000	 A região está sob o regime de crônica escassez de água. Nesses níveis, a limitação na disponibilidade começa a afetar o desenvolvimento econômico, o bem-estar e a saúde. 	
< 500	- Considera-se que a situação corresponde à escassez absoluta.	

Fonte: Setti et. al. (2001, p.52) apud (BEEKMAN, 1999).



Os países que apresentam os piores índices de escassez de água são: Mauritânia, Jordão, Tunísia e Uzbequistão, com disponibilidade abaixo de 500 m³/hab./ano, e, Argélia, Paquistão e Líbano, com volume hídrico entre 500 e 1.000 m³/hab./ano.

O Brasil dispõe de grandes reservas de água doce, porém a sua distribuição territorial é desigual. São históricos os problemas que a região Nordeste enfrenta devido à baixa disponibilidade de água, o que se deve também à dinâmica natural, com períodos de estiagem.

Já os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, abastecidos pelas bacias hidrográficas do Paraná e do Atlântico Leste, podem apresentar falta de água em um futuro próximo devido à combinação entre má-gestão dos recursos hídricos e alta concentração populacional. Essa condição é visível no gráfico, apresentado na Figura 3.1, no qual também se nota a concentração hídrica na Bacia Hidrográfica do rio Amazonas.

Figura 3.1 | Informações sobre as bacias hidrográficas brasileiras: comparação entre a porcentagem da disponibilidade hídrica e da população que habita cada bacia hidrográfica. Disponibilidade hídrica x população Atlântico Sudeste Uruquai Paraná Paraguai Atlântico Leste São Francisco Atlântico Norte/Nordeste **Tocantins** Amazônica 10 20 30 60 70 80 90 ■ Disponibilidade hídrica (%) ■ População (%) Fonte: Adaptado de Setti et. al. (2001, p. 61).

Poluição hídrica

A poluição, juntamente com a baixa disponibilidade de água, em áreas áridas ou com baixos índices de precipitação, é o principal responsável para que um país ou região se preocupe com o gerenciamento dos recursos hídricos. Nesse processo, os governos buscam diminuir o impacto ou solucionar os problemas, e, durante a implementação do projeto de recuperação de corpos d'água comprometidos, são necessárias ações que localizem as causas, tanto explícitas e implícitas.

O solo, por exemplo, é um recurso que pode ser gerido dentro dos limites da propriedade privada, diferente de um curso d'água que, por sua fluidez e mobilidade, se desloca amplamente, ou seja, as consequências de sua poluição serão identificadas a longas distâncias. Já seu causador, não sofrerá grande influências.

Um exemplo é o rio Tietê, cujos resíduos jogados em seu leito na região metropolitana de São Paulo são localizados no município de Salto, no interior do estado, a cerca de 100 km de distância da capital. Observe a figura 3.2:

Figura 3.2 | Espuma formada pela poluição no rio Tietê, município de Salto/SP.



Fonte: https://goo.gl/D9GjPN>. Acesso em: 27 fev. 2018.

Desinfecção e aproveitamento de águas servidas

A desinfecção da água está relacionada à retirada de fungos, bactérias e outros materiais que podem causar alguma patologia aos seres humanos. Na maioria das vezes, esse processo antecede o aproveitamento das águas servidas.

A desinfecção da água por microrganismos pode ocorrer de três formas diferentes: destruição da estrutura das células, intervenção metabólica ou na biossíntese dos organismos infectantes. Para o tratamento da água, destaque-se o procedimento através da destruição da estrutura das células.

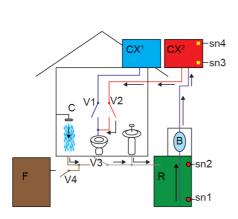
Os métodos de desinfecção mais utilizados pelas estações de tratamento de água são realizados por dois meios: químico (cloro ozônio) e físico (calor e radiação ultravioleta). Destaca-se que a desinfecção deve ocorrer tanto na água potável, que irá ser distribuída para as residências da rede, como na água residual, coletada das residências.

Com o avanço nos diálogos acadêmicos sobre o conceito de aproveitamento com fins múltiplos, formulou-se também o conceito

de aproveitamento de fontes múltiplas, que, por sua vez, está vinculado à reutilização de águas subterrâneas, superficiais, dessalinizadas ou salobras e de águas servidas.

Um dos principais fatores que contribuíram para o aproveitamento de águas servidas está vinculado à intensificação da escassez dos recursos hídricos. Além da diminuição dos gastos, já que, com a reutilização, podemos passar economizar até 70% dos gastos com água. O exemplo proposto por Oliveira, Teixeira e Jacinto (2016, p. 3) demonstra, na Figura 3.3, um modelo simples de funcionamento do reaproveitamento de águas servidas em uma casa.

Figura 3.3 | Sistema de reaproveitamento de águas servidas.



CX ²	Caixa d' água reaproveitada
R	Reservatório
CX ¹	Caixa d' água limpa
F	Fossa
	Uso de água limpa
V4	Váuvula da fossa
V3	Váuvula do reservatório
V2	Váuvula d' água Reaproveitada
V1	Váuvula de água limpa
sn	Sensores

Fonte: Oliveira, Teixeira e Jacinto (2016, p. 3).

A água obtida pelo reaproveitamento poder ser direcionada para diferentes usos, de modo geral:

- Reúso agrícola: muito importante, pois dentre os usos da água, esse é o mais dispendioso. A água pode ser reutilizada na irrigação, e os resíduos sólidos, na produção de adubos;
- Reúso industrial: água utilizada nas caldeiras e/ou nos tanques de refrigeração;

 Reúso no ambiente: irrigação de jardins, abastecimento de chafariz, lagos e rios artificiais (ornamentação). As águas de reúso que alcançaram bons índices de desinfecção podem retornar ao fluxo natural (rios, córregos, oceano).

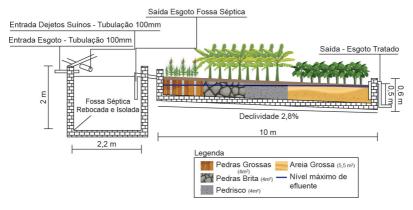


A reportagem **Matéria de Capa - Água, escassez e soluções**, veiculada na TV Cultura, destaca a importância da água, os problemas de escassez, os impactos da poluição e a reutilização desse recurso. A reportagem também aborda a utilização da água do mar para abastecer populações sem disponibilidade de água doce. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=lYT2odOomAA. Acesso em: 27 fev. 2018.

Sem medo de errar

Estamos acompanhando o desenvolvimento de uma atividade proposta pela Diretoria de Ensino de uma cidade do interior do estado de São Paulo em parceria com a cooperativa dos catadores de material reciclado. A primeira é representada por um grupo de professores, liderado pelo professor Murilo, que leciona Geografia, e a segunda é formada por um grupo de cooperados. Ao caminharem pelo espaço circundante à cooperativa, uma área periférica da cidade, notaram uma falta de infraestrutura generalizada, problema do qual se destaca a falta de um sistema de saneamento básico. Com base nesses guestionamentos, Murilo, os demais docentes e cooperados propuseram a construção de um sistema natural de tratamento de esgoto, que é barato e eficiente. Ele foi inicialmente desenvolvido para propriedades rurais, porém se houver espaço também pode ser realizado em áreas urbanas. Para tanto é necessário construir um tanque para entrada dos dejetos, como ilustrado na Figura 3.4, que toma como base dejetos de suínos, porém, o método é o mesmo para dejetos humanos. A fossa deve estar isolada (concreto e outro material impermeabilizante); sua saída do esgoto passará pelo sistema de filtragem natural, sendo este papel realizado pelas plantas. Na Figura 3.5, é possível verificar um sistema de filtragem recém-construído, os diferentes tamanhos de material filtrante (seixos, brita e areia), os canos para que as plantas alcancem o esgoto e os canos que estão circulados, utilizados para controle da eficiência do sistema.

Figura 3.4 | Sistema de tratamento de esgoto natural ou sustentável.



Fonte: Santos, et. al. (2015, p. 4).

Figura 3.5 | Parte do sistema que é responsável pelos processos de filtragem do esgoto.



Fonte: Santos, et. al. (2015, p. 4).

Figura 3.6 | Sistema de tratamento de esgoto natural em funcionamento.



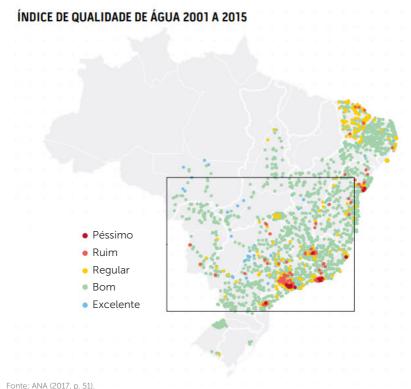
Fonte: Disponível em: https://goo.gl/mj7q9W. Acesso em: 27 fev. 2018

Para a implementação desse sistema, pode-se firmar um convênio entre a Prefeitura (Diretoria de Ensino) e a Cooperativa, trabalhando em sistema de mutirão, envolvendo alunos e familiares interessados em, juntamente com os cooperados, instalarem o sistema. O professor Murilo ficou incumbido de levar a proposta para as unidades escolares e assim as equipes docentes verificarem como trabalhá-la com seus alunos e comunidade escolar. As lideranças da cooperativa farão o mesmo com seus membros, portanto, o trabalho será realizado em conjunto, promovendo momentos de integração social e aprendizado significativo. Os cooperados sentiram-se contemplados e aprovaram o sistema, sendo esta uma alternativa bastante interessante para solucionar o problema da inexistência da rede de coleta de esgoto.

Faça valer a pena

1. Considerando os aspectos referentes à qualidade da água, observe o mapa e identifique as afirmações verdadeiras (V) e as falsas (F).





Fonte: ANA (2017, p. 51)

- () O retângulo marcado no mapa indicam as principais regiões metropolitanas com boa qualidade da água.
- () A Bacia Hidrográfica do Amazonas apresenta pouquíssimos pontos de coleta e análise da qualidade da água.
- () O estado de Santa Catarina, localizado na Região Sul, concentra o maior número de pontos de análise.
- () Comparado a Bacia hidrográfica do Paraná, a do rio São Francisco apresenta bons índices de qualidade da água.

Marque a alternativa que corresponda à sequência correta de verdadeiros (V) e falsos (F):

- a) V; V; V; V.
- b) V; V; F; F.
- c) F; F; V; V.
- d) F; V; F; V.
- e) F; F; F; F.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 2. ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. p.57.

A partir da leitura do texto, assinale a alternativa que completa correta e respectivamente as lacunas.

- a) urbanização, industrialização; expansão agrícola.
- b) mineração, industrialização; expansão industrial.
- c) urbanização, industrialização; expansão turística.
- d) mineração, industrialização; expansão agrícola.
- e) industrialização, desmatamento; expansão agrícola.
- **3.** Segundo Rebouças, Braga e Tundisi (2006), o uso de tecnologias contribui para a desinfecção, auxilia na conjunção de ações que melhoram a eficiência do uso da água e o controle de sua demanda. A estratégia básica para a solução de problema da falta de água passa pela reutilização das águas servidas.

REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B. TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 291.

A partir da leitura do texto, marque a alternativa em que apresente uma afirmação correta.

- a) A escassez de água é restrita às regiões áridas devido à baixa disponibilidade de água.
- b) A reutilização de águas servidas, advinda do esgoto, é proibida pela legislação brasileira.
- c) A escassez hídrica não é restrita às regiões com pouca disponibilidade de água.
- d) A reutilização de esgoto como adubo agrícola não é recomendada na agricultura.
- e) A desinfecção não é necessária na disponibilização para reúso das águas servidas.

Seção 3.2

Recursos hídricos: usos x conflitos

Diálogo aberto

Iniciamos esta unidade acompanhando o projeto estabelecido entre uma cooperativa de coleta e reciclagem de materiais e a Secretaria Municipal de Educação de um município localizado no interior do estado de São Paulo. Tal parceria tem como objetivos ir além da capacitação dos cooperados, para desenvolver projetos que envolvam a comunidade escolar, docentes, discentes e a cooperativa, tratando de temas que envolvam a conservação dos recursos hídricos.

As atividades acontecem de forma bastante dinâmica, em um processo de construção do conhecimento que envolve atividades diárias dos cooperados em parceria com a comunidade escolar, ocorrendo de forma significativa.

Murilo é um professor de Geografia e coordena as atividades e, desta vez, o curso trata sobre os conflitos que a água causa em escala mundial, nacional e local. As atividades iniciaram com uma reportagem sobre os principais locais de conflitos de água no mundo e no Brasil, bem como um resgate histórico dos mais importantes conflitos entre os povos em tempos remotos. Posteriormente, foi organizada uma roda de conversa, em que o objetivo era elencar os principais conflitos, no Brasil, e os fatores que os condicionaram ao aumento de 150% dos conflitos entre os anos de 2011 e 2016, segundo Canuto; Luz; Andrade (2016, p. 20).

Para tanto, o professor Murilo apresentou aos cooperados o seguinte infográfico (Figura 3.8):



Figura 3.8 | Infográfico: Desafios da Gestão da água no Brasil.

Fonte: Adaptado de http://rede.novaescolaclube.org.br/planos-de-aula/serie-sobre-aguaplano-de-aula-4-gestao-das-aguas>. Acesso em: 27 fev. 2018.

Sabendo que o Brasil apresenta abundantes recursos hídricos, os cooperados notaram que há déficit de água e esgoto no país, isso é uma contradição? É uma causa de conflitos? Como o professor Murilo pode se utilizar de estratégias para que os cooperados compreendam, de forma significativa, como os conflitos relacionados aos recursos hídricos ocorrem no Brasil e em outras localidades, mesmo havendo abundância de água? Vamos acompanhá-lo nessa jornada.

Não pode faltar

Guerra pela água: conflitos pela posse de recursos hídricos no mundo

A disponibilidade de água potável já causou grandes conflitos, bem como a morte de muitas pessoas por contaminação ou por desidratação. Esse tema, tanto no contexto da Geografia quanto de outras componentes curriculares, é de cunho transdisciplinar, ou seja, envolve tanto aspectos voltados à Hidrogeografia como também à Geopolítica e os contextos históricos e socioeconômicos.

Sabemos que a água, enquanto elemento, apresenta uma volumetria estável desde os primórdios da formação da vida no planeta. Suas formas de uso, a contaminação e a falta de tratamento criam um efeito dominó, que leva à inutilização da água em função do elevado índice de contaminantes.



Alguns exemplos de rios que estão contaminados e que não permitem a retirada de sua água para uso são o rio Pinheiros e o rio Tietê, na região metropolitana de São Paulo; rio Matanza-Riachuelo em Buenos Aires, na Argentina; rio Karachay na Rússia; rios Yamuna e Ganges na Índia; rio Gowanus em Nova Iorque/EUA.

Portanto, em algumas regiões do mundo a disponibilidade de água é restrita, e com o aumento do consumo, o conflito pode ser inevitável. Há, porém, em muitas outras regiões, disponibilidade hídrica, mas a falta de gerenciamento no tratamento de resíduos (domésticos e industriais) torna tais lugares regiões com baixa disponibilidade de água.

Exemplificando

Os conflitos pela água se configuram em diferentes usos, um deles é a navegação, tanto em rio como em oceano. Por exemplo, o Paraguai entrou em guerra com a Argentina pelo privilégio da navegação pelo rio Paraná, e, assim, ter saída para o Atlântico, em território argentino.

Como exemplos de conflitos pela navegação em oceano há o caso da Bolívia, cujo acesso ao Pacífico resultou em um embate entre esse país, Chile e Peru. Nesse sentido, há também os casos dos países do Oriente: em busca do acesso ao Pacífico, a China, por exemplo, precisa seguir pelos territórios marinhos da Coreia do Sul e do Japão.

Guerra pela água: conflitos pela posse de recursos hídricos no Brasil

O Brasil é um país no qual os conflitos pela água resultaram em embates civis e governamentais. No entanto, é sabido que quem mais se beneficia no processo de distribuição de água são as classes econômicas mais abastadas ou o grupo que detém o poder em determinada região.

No Brasil, a região que mais sofre com escassez de água é a do Nordeste, tanto que nela há muitos investimentos por parte do governo federal, desde perfuração de poços, construção de açudes e represas, além do questionado projeto de transposição do rio São Francisco. Muitas dessas obras foram realmente feitas e beneficiaram povoados inteiros que sofriam com a falta de água, no entanto, houve grandes desvios de verbas públicas e beneficiamento particular nesses empreendimentos.

Por outro lado, a região Norte, que dispõe de abundância de água, poderá sofrer com o desabastecimento em algumas cidades, pois o fornecimento de água está comprometido, graças à falta de planejamento e tratamento das águas servidas.

Mas é, principalmente, na região Sudeste que os conflitos se acirram. Nesse sentido, os principais pontos de embate são o abastecimento humano, abastecimento industrial e irrigação agrícola, destacando-se a Bacia Hidrográfica do rio Tietê. No quadro 3.3, é possível observar a sistematização de informações referente a conflitos por água no Brasil no ano de 2016. Ela aborda os três principais fatores que permitiram a concretização de 172 conflitos no

Brasil. O principal deles foi a construção de barragens e açudes, com destaque para a região Norte, ou seja, comprova-se a ocorrência de conflitos relacionados aos megaprojetos de construção das usinas hidrelétricas. Já o segundo fato, uso e preservação, causou 101 conflitos, concentraram-se ocorrências na região Sudeste, onde se destaca o acidente de Mariana (Minas Gerais). Em relação ao terceiro fato, apropriação particular, tem como destaque o impedimento ou a limitação de acesso à água. Aqui o destaque fica com o agronegócio, que compromete a sobrevivência de 1660 famílias, retroalimentando a "indústria da seca". Destaca-se que as 44.471 famílias estão envolvidas diretamente com algum dos tipos de conflito mencionados.

Quadro 3.3 | Síntese dos conflitos pela água no ano de 2016, em território brasileiro.

	Total Conflitos	Total Famílias	Barragens e açudes	Famílias	Uso e preservação	Famílias	Apropriação particular	Famílias
Norte	29	17.108	20	16.474	06	510	03	124
Nordeste	42	7.451	12	4.082	21	1.709	09	1.660
Centro- Oeste	16	2.249						
	07	1.528	04	65	05	656		
Sudeste	80	15.120	12	3.475	68	11.645	-	-
Sul	05	2.543	03	2.405	02	138	-	-
Brasil	172	44.471	54	27.964	101	14.067	17	2.440

Fonte: Canuto, luz e andrade, (2016, p.128).



A região metropolitana de São Paulo está localizada em uma área rica em disponibilidade hídrica. Porém, a alta carga de resíduos depositados nos dois principais rios, o rio Tietê e o rio Pinheiros, não possibilitam a captação de água para abastecimento, resultando em conflitos. Além disso, o racionamento torna-se constante no cotidiano da população que vive na região. Há medidas técnicas e de legislação a serem tomadas? O que pode ser feito para reverter essa situação? Existe reversão para tanto? Será que o rio Tietê e o rio Pinheiros teriam alguma chance de retorno à situação original?

Saneamento: tratamento de água

Considerando o sistema de saneamento básico, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) se apresentam como o principal meio de distribuição de água para os habitantes de uma cidade. Para muitos, elas são denominadas ou conhecidas como "fábricas" que produzem água potável. Por exemplo, a região metropolitana de São Paulo conta com 28 ETAs que contribuem para o fornecimento de água potável.

O tratamento realizado por uma ETA exige uma sequência de processos, além de normatizações para uso de produtos químicos. Os processos de purificação da água, segundo a Sabesp (2017) são:

Quadro 3.4 | Processos percorridos pela água em uma ETA.

1	Represa/Rio	Local onde é captada a água.		
2	Captação e bombeamento	Local onde a água é captada e bombeada para as Estações de Tratamento de Água (ETA).		
3	Pré-cloração	Assim que a água retirada de um corpo d'água chegar a uma ETA, é adicionado cloro, permitindo a retirada de matéria orgânica e alguns metais.		
	Pré-alcalinização	Na sequência, é adicionado cal ou soda, responsáveis por ajustar o pH da água (para consumo humano, recomenda-se pH básico ou alcalino, entre 6 e 9,5).		
	Coagulação	Adiciona-se algum coagulante (cloreto férrico, sulfato de alumínio), que, ao agitar a água, facilita a agregação de partículas de sujeira.		
4	Floculação	Após a agitação, diminui-se a velocidade de movimento da água, permitindo a formação de flocos, agregação das partículas.		
5	Decantação	A água passa por tanques para separar os flocos de sujeira por decantação.		
6	Filtração	O filtro é formado de pedaços de rochas, areia e carvão antracito; esse processo retém a sujeira que restou da decantação.		
7	Pós-alcalinização	Realiza-se novamente a correção do pH da água.		
	Desinfecção	Adição de cloro, para garantir a eliminação de vírus e bactérias.		
	Fluoretação	Adição de flúor, que contribui na prevenção de cáries.		

8	Reservatório	Local de armazenamento da água para a distribuição.		
9	Distribuição	A água do reservatório é enviada por adutoras para uma rede de reservatórios de menor capacidade.		
10	Rede de distribuição	A partir desses reservatórios menores ou caixas- d'água que estão espalhadas pela área urbana, é direcionada a água às residências.		
11	Cidade	Quando a água chega às residências, é de responsabilidade do proprietário fazer a manutenção e limpeza do sistema de armazenamento individual e do encanamento.		

Fonte: Sabesp (2017). Disponível em: http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47 - Acesso em: 14 dez. 2017.

A Figura 3.9 demonstra a imagem do sistema de coleta, tratamento e distribuição de água. A numeração que nela consta corresponde à numeração indicada no quadro 3.4.

Figura 3.9 | Sistema de coleta, tratamento e distribuição de água.

Fonte: Sabesp (2017). Disponível em http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47. Acesso em: 14 dez. 2017.

Terminando o processo de tratamento da água, é realizada a distribuição para os setores de consumo. Dentre os setores de distribuição, destacam-se o uso doméstico da água (para cozinhar e preparar alimentos, realizar a higiene pessoal e da casa, lavar roupas e assim por diante), há também uso comercial, industrial e hospitalar.

Saneamento: tratamento de esgoto

Após a utilização da água potável, seu resíduo é denominado de esgoto ou água residual. É fato que a maior concentração de esgoto se localiza em áreas urbanas e sua origem pode ser do uso doméstico e/ou industrial; as águas pluviais advindas da chuva também são consideradas águas residuais.

É importante ressaltar que os diferentes usos necessitam de tratamentos específicos. Quando não tratado, o esgoto, por conter altas cargas de poluentes, desde vírus e bactérias até metais pesados, pode comprometer a saúde de uma determinada população. Por exemplo, a água da chuva não necessita de tratamento pesado se ela não estiver carregada de partículas poluentes que estavam suspensas no ar, já o esgoto industrial e domiciliar necessita de tratamento com maior concentração de produtos desinfetantes.

Um sistema de coleta e tratamento de esgoto eficiente garante melhor qualidade ambiental de vida do lugar. Um percurso simples para exemplificar um sistema de coleta pode ser exemplificado pelo resíduo líquido: ele é coletado de casas e indústrias, depois é transportado por tubulações cujos entroncamentos se ligam a tubulações maiores, formando uma rede coletora. Ao final dessa rede de tubulações, que normalmente estará próxima a rios, há a conexão a uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Em uma ETE, o esgoto passa por diferentes tanques de decantação. Por fim, há a purificação e a devolução da água com baixos índices de poluentes ao ambiente, ao leito do rio, que finaliza a purificação ao longo do seu curso.



Figura 3.10 | Índices de cobertura de esgotos no Brasil

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA) (2017, p.30).

Considerando o sistema de saneamento básico, tratamento e distribuição de água e recolhimento e tratamento dos resíduos líquidos e sólidos, o setor que mais necessita de atenção e estruturação dos processos de gerenciamento hídrico é o esgotamento sanitário. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) (2017, p.14), "o déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras tem resultado em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d'água, causando implicações negativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos". Esta realidade pode ser observada em diferentes lugares no Brasil, a figura 3.11 retrata uma rua na periferia do Distrito Federal que apresenta falta de instalação do sistema de coleta dos resíduos líquidos (esgoto).

Os resíduos do esgoto são responsáveis por doenças, contaminação do solo e das águas subterrânea e superficial – lagos, rios, oceanos. Estes últimos são mais difíceis de se descontaminar devido às grandes massas de água que se deslocam a longas distâncias, formando o sistema de movimento e circulação oceânica. Como exemplo, podemos citar o recente desastre ambiental de Mariana, ocorrido em novembro de 2015, quando os rejeitos de minério chegaram ao mar, não houve apenas a contaminação na praia onde está a foz do rio Doce, mas a contaminação se espalhou da camada de água superficial até as mais profundas, comprometendo toda a região, impactando diretamente a biodiversidade do arquipélago de Abrolhos. Alguns jornais afirmam que os contaminantes presentes na lama chegaram ao Caribe.



Figura 3.11 | Rua sem coleta de esgoto no Distrito Federal

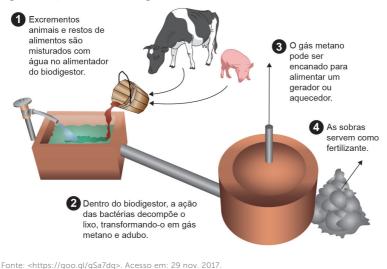
Fonte: https://goo.gl/zsJYDL>. Acesso em: 5 dez. 2017.

Nas áreas rurais, a dificuldade de instalação de um sistema de coleta de resíduos sólidos torna-se ainda mais difícil. O abastecimento de água ocorre por instalação de cisternas, construção de açudes, poços escavados ou perfurados ou a água é obtida diretamente em fontes/nascentes. O esgoto, por sua vez, em sua maior parte, é jogado a céu aberto ou em poços/fossas negros, esses, por sua vez, se constituem em buracos feitos no solo, onde o esgoto é jogado, sem nenhum tipo de filtragem, resultando no contato direto do chorume com o solo e com a água subterrânea, cujos resultados são desastrosos. Nos últimos anos, um trabalho do governo federal, juntamente com setores de saúde da família e órgãos que prestam serviços de extensão rural, está mudando um pouco essa realidade, ao propor a construção de fossa séptica ou sistema de biodigestores.



Biodigestores são equipamentos herméticos e impermeáveis dentro dos quais se deposita material orgânico para fermentar por um determinado tempo de retenção. Nele ocorre um processo bioquímico denominado biodigestão anaeróbica, que tem como resultado a formação de biofertilizantes e produtos gasosos, principalmente o metano e o dióxido de carbono. (MAGALHÃES, 1986 apud FERREIRA, 2013, p. 8)

Figura 3.12 | Modelo um biodigestor.



Pesquise mais

Recomenda-se a leitura da Revista *Em Discussão!*. Nela, uma publicação intitulada: "Escassez de água: cada gota é preciosa", Ano 5 - nº 23 - dezembro de 2014. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua. Acesso em: 27 fev. 2018.

Os textos que compõe a revista abordam diferentes temáticas, por exemplo, o desperdício, a poluição, o planejamento, a escassez e políticas públicas. Além de usarem como referência de análise dois lugares críticos no Brasil, a região Nordeste e a região metropolitana de São Paulo, também buscam o exemplo de Israel, país que dispõe de baixa disponibilidade hídrica doce e que buscaram nas águas do mar uma possiblidade de mudança. Esse projeto, que apresenta alto grau de funcionalidade, mostra os avanços no processo de dessalinização da água.

Sem medo de errar

Diante da abundante disponibilidade de água existente no Brasil, o professor Murilo precisava encontrar meios e materiais para mostrar aos cooperados que, mesmo contando com enormes bacias hidrográficas, muitos recursos hídricos disponíveis, há um sério problema na gestão e no uso deles. Murilo, através da via conceitual, coloca que as águas sofrem com a contaminação oriunda dos coliformes fecais. Para que os cooperados visualizassem o problema, ele trouxe a lupa eletrônica da escola à sede da cooperativa e junto algumas amostras de água de um córrego próximo, extremamente poluído, localizado no município. Sua intenção é compará-la a uma amostra de água da torneira. Murilo inicia atividade, explicando que o termo coliforme fecal gradativamente está sendo substituído pela comunidade científica para coliforme termotolerante, porém as duas nomenclaturas estão corretas. O professor passa então a explicar que os coliformes termotolerantes são bactérias que habitam o intestino de seres humanos e outros animais de sangue quente (Figura 3.13).

Todos observam as colônias de bactérias de coliformes termotolerantes em diferentes lentes de aproximação, a olho nu e com a lupa de mão. Nesta última, era apenas possível observar uma mancha, mesmo depois que se estimulou a multiplicação de bactérias através do aumento da temperatura.

Figura 3.13 | Imagem de uma pequena colônia de coliformes termotolerantes.



Fonte: https://goo.gl/nCDUWQ>. Acesso em: 27 fev. 2108.

Os cooperados ficaram impressionados e perceberam o quão grave são as condições do córrego, destacando o papel da comunidade de cobrar do poder público a resolução da questão. Como é uma área de expansão urbana, se não houver instalação de rede e tratamento do esgoto, provavelmente, a sujeira no córrego se intensificará, dificultando e encarecendo progressivamente a sua revitalização e desinfecção. Sem contar no aumentando dos problemas de impacto ambiental e também no número de doenças e mortes resultantes do contato com a água infectada.

Ao finalizar a atividades, todos concordaram e entenderam a importância do poder público, no planejamento e na gestão eficiente, em todos os âmbitos, do econômico ao cultural, do social ao político, que resultará na melhoria da qualidade ambiental e na qualidade de vida. Enquanto isso, os cooperados e a comunidade, com o apoio do professor Murilo, desenvolveram ações de coleta de materiais recicláveis nas áreas próximas ao córrego, além de promoverem ações nas escolas da cidade.

Faça valer a pena

1. Leia atentamente ao excerto de texto seguinte:

Alocação negociada da água é a normatização de regras de uso da água acordadas entre diferentes _______ de ______ de uma determinada bacia (ou bacias) hidrográfica em situações de ______ pelo uso da água, devido à insuficiência de água para atender aos diversos usos (demanda maior que a disponibilidade hídrica).

Fonte: ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016. Brasília: ANA, 2016, p.68.

A partir da leitura do excerto anterior, escolha a alternativa que completa, respectivamente, as lacunas nele existentes:

- a) usuários; recursos hídricos; conflitos.
- b) tipos; recursos hídricos; distribuição.
- c) usuário; recursos minerais; conflitos.
- d) tipos; recursos minerais; distribuição.
- e) usuários; recursos hídricos; distribuição.
- **2.** Considerando que um sistema de saneamento básico envolve o tratamento e a distribuição de água à população, podemos realizar a seguinte afirmação: o uso do cloreto férrico ou sulfato de alumínio contribuem para a agregação de partículas de sujeira que possam estar misturadas à água coletada no rio/lago/represa.

A partir da leitura do texto, marque a alternativa que corresponda corretamente ao processo de tratamento da água citado.

- a) Filtração.
- b) Coaqulação.
- c) Fluoretação.
- d) Floculação.
- e) Decantação.

3. Correlacione corretamente as lacunas

Correlatione corretamente as tacunas.			
(1) Sistema de Tratamento de Água e Esgoto.	() é a unidade operacional, que através de processos físicos, químicos ou biológicos removem as cargas poluentes, em conformidade		
(2) Disponibilidade hídrica.	exigida pela legislação.		
(3) Conflitos pela água.	() A água, quando restrita, torna-se um recurso de poder. Diante disso, deve-se compreender como a		
(4) Escassez de água.	água é capaz de alterar as tradicionais relações de poder entre povos que a compartilham.		
	() Ocorre quando a demanda excede a oferta. Essa situação é intensificada quando o setor econômico exerce grande influência e corrompe as instituições públicas.		
	() Seus índices são avaliados a partir das descargas médias observadas nos rios, que compõem uma determinada bacia hidrográfica, e comparadas com a demanda projetada.		

Considerando as respostas obtidas, marque a alternativa que corresponde, respectivamente, à sequência correta dessa correlação.

- a) 1; 2; 3; 4.
- b) 1; 3; 4; 2.
- c) 4; 3; 2; 1.
- d) 2; 3; 4; 1.
- e) 3; 4; 1; 2.

Seção 3.3

Perspectivas para o uso da água

Diálogo aberto

O projeto que vincula uma Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e a Secretaria de Educação de um município, localizado no interior do estado de São Paulo, está chegando ao fim. Uma das últimas intervenções de Murilo, professor de Geografia e coordenador do projeto, refere-se a uma atividade mais ampla que envolve questões sobre a poluição da água, depósitos irregulares de resíduos sólidos, impactos da urbanização, a busca por um ambiente mais limpo e por uma cidade mais igualitária.

O curso teve início com a reportagem da Repórter Saneamento Básico (TVE-RS), (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1NtLX19aW4E>. Acesso em: 27 fev. 2018), que aborda questões referentes ao saneamento básico, a partir dos graves problemas de poluição dos recursos hídricos no Rio Grande do Sul até mostrar os investimentos para a melhora da qualidade de água.

Após a finalização da reportagem, muitos cooperados pediram a palavra e, na maioria das vezes, compararam o município que residem a outros que já residiram ou conhecem, permitindo que Murilo e sua equipe organizassem um cartaz elencando os pontos negativos e os pontos positivos levantados pelos cooperados.

Dentre os assuntos que foram abordados sobre o saneamento básico, ainda não estavam claras algumas questões sobre a água pluvial. Uma das cooperadas questionou Murilo se o esgoto está ligado a uma rede que tem como ponto final uma estação de tratamento e se existe uma rede de coleta de água da chuva, perguntando também o porquê de alguns pontos ficarem alagados quando chove? Vamos acompanhar a equipe de Murilo e os cooperados na busca pelas respostas.

Não pode faltar

Impactos da urbanização e drenagem urbana

A urbanização, quando não planejada, pode ser um dos principais agravantes para a ocorrência de impactos ambientais em uma bacia hidrográfica (erosão, contaminação do solo e da água, inundações). Considerando os processos de expansão urbana, até mesmo aqueles que ocorrem de forma legalizada, a drenagem urbana é apenas lembrada nos momentos mais críticos, já que é negligenciada durante as obras de instalação dos equipamentos públicos essenciais, como a iluminação e a rede de água. Além disso, as obras relacionadas à drenagem urbana são contabilizadas como gastos para a prefeitura, para a construtora e/ou proprietário do terreno.

Os impactos de uma área urbanizada são diretamente proporcionais ao seu sistema de drenagem; se ele for deficitário, os impactos negativos se sobressairão, desencadeando uma série de problemas sociais e ambientais. Se o sistema de drenagem for eficiente, a cidade apresentará uma paisagem na qual prevalecerá a qualidade ambiental e de vida.

Os sistemas de drenagem se configuram no conjunto de ações (saneamento, rede elétrica, telefônica, pavimentação, passeios/calçadas, orlas, parques, praças entre outros), cuja construção é de responsabilidade do poder público. O sistema de drenagem urbana tem como função realizar o escoamento da água pluvial que reduz, drasticamente, a capacidade de se infiltrar no solo, devido à impermeabilização urbana. Porém, há uma peculiaridade: toda precipitação tem parte de seu total escoado superficialmente, independentemente da existência de um sistema de drenagem.

A mensuração da qualidade de um sistema de drenagem é estimada através dos danos e prejuízos ou benefícios à população. Também é possível mensurar a eficiência de um sistema de drenagem contrapondo seus dados aos de outros equipamentos públicos essenciais. Por exemplo, após uma chuva torrencial, verifica-se a eficácia da rede de drenagem ao escoar a água, o que inibirá os alagamentos. De posse desses dados, é possível comparar com a eficiência da rede elétrica, se houve, por exemplo, queda de energia. No Brasil, os índices de cobertura da rede de drenagem são muito baixos. No quadro 3.5, é possível verificar a extensão dela no país. Destaca-se que a região

Norte apresenta os menores índices, porém, sua pluviosidade é muito elevada, acarretando constantes alagamentos.

No quadro 3.5 são apresentados dois tipos de drenagem: as macros/mesodrenagens, que se refere à drenagem contínua, por exemplo, nascentes, córregos, riachos, rios, que foram canalizados ou alterados em seu percurso natural. Já as microdrenagens, são os caminhos construídos para escoar a água pluvial, por exemplo, calhas, valas, bueiros, galerias, entre outros.

Quadro 3.5 | Extensões dos tipos de rede de drenagem no Brasil e nas Grandes Regiões.

Variável - Extensão da rede de drenagem urbana (Km)				
Brasil e Grande	Tipo de rede de drenagem			
Região	Total	Macro/Mesodrenagem	Microdrenagem	
Norte	2.375	446	1.825	
Nordeste	8.257	1.334	6.901	
Centro-Oeste	7.856	2.927	4.843	
Sul	36.300	4.875	28.077	
Sudeste	50.118	9.169	36.827	
Brasil	104.906	18.751	78.473	

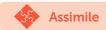
Fonte: Elaborado pela autora a partir de IBGE - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2000). Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2238#resultado: Acesso: 18 dez. 2017.

Para um sistema de drenagem funcionar adequadamente, devese compreender que ele faz parte da paisagem urbana. As várzeas/banhados são áreas naturalmente alagadas e devem ser protegidas. Se aquelas, presentes nas áreas urbanas, forem aterradas ou drenadas, em eventos de altos índices de precipitação, ocorrerão alagamentos, isso é inevitável. É necessário pensar locais de destinação da água escoada. Uma saída interessante é a construção de lagos, em cujo entorno seja edificado um parque, de modo que o lago acumulará a água e a dispersará aos poucos. Além desse modelo, há também poços e tanques de infiltração e tecnologias recentes que instalam asfalto permeável.

Uma perspectiva de uso da água pode se vincular ao abastecimento humano, em escala pontual (residência, prédio comercial) ou regional (um bairro, uma cidade). Realiza-se a coleta

da água da chuva e seu tratamento, conectando-a à rede de distribuição de água. Destaca-se que esse procedimento só será útil se a drenagem não se ligar à rede de esgoto. Portanto, essa é uma alternativa para as áreas em que ocorre o déficit de água para o abastecimento humano, industrial, e/ou áreas de lazer.

É importante salientar que, em regiões planas, tanto no interior do continente como no litoral, o processo de escoamento da água é bastante lento, devido à baixa declividade. No caso de algumas regiões litorâneas, como nos EUA, o sistema de drenagem conta também com a construção de diques de contenção, que se tornam imprescindíveis no controle das fortes e altas ondas nos períodos de furacões, em que as grandes massas de ar carregadas de vento e chuva conseguem empregar uma força na superfície marinha e as ondas alcançam dimensões maiores.



Algumas terminologias, presentes na seção, apresentam as sequintes conceituações:

<u>Alagamento</u> – compreende toda área capaz de acumular água, dependendo da capacidade de concentração de água e de escoamento, é possível causar muitos prejuízos.

<u>Enchente</u> – é o fenômeno de aumento do nível da água de um rio até o limite do leito, após uma ocorrência de chuva. Nesse caso, não ocorrem danos à população, porém se a chuva continuar e a vazão do rio aumentar, haverá o extravasamento do leito e o início de inundações.

<u>Inundação</u> – é quando um rio extravasa o nível da água de seu leito. Nesse caso, as áreas inundadas podem causar danos ou comprometer a dinâmica de uma cidade, pois são áreas habitualmente não submersas. (Unesco, 1983, p. 58).

Controle de Inundação: controle realizado através de ações estruturais, quando o homem modifica o curso d'água, ou por ações não estruturais, quando o homem convive com o curso d'água. No primeiro caso, estão as medidas que envolvem obras hidráulicas, como barragens, diques e canalização, entre outros. No segundo caso, as medidas são preventivas, tais como zoneamento de áreas de inundação, sistema de alerta ligado à Defesa Civil e seguros. (Agência Nacional de Águas – ANA, 2014, p. 22).

Eventos críticos: enchentes e inundações

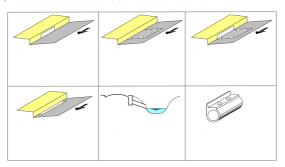
Estudamos, nesta seção, a destinação da água que resulta da chuva. Como a maior parte dos problemas relacionados à precipitação está nas cidades, é nela que vamos nos concentrar. Entende-se que se não houver um sistema de drenagem, após uma chuva intensa, ocorrem alagamentos e quase 100% da água escoa para a drenagem natural, resultando nas enchentes. No entanto, se o acúmulo de água for muito superior à capacidade drenante do rio, ocorrerá uma inundação.

Esses processos sucedem em um efeito dominó: quando uma cidade está no estágio de inundação do leito maior (toda área plana próxima ao rio), se a intensidade de precipitação se mantiver e o sistema de drenagem estiver ligado ao rio, provavelmente algumas áreas da cidade serão alagadas. Isso ocorrerá porque a água deve escoar pelos bueiros e galerias, mas isso não acontece, uma vez que a água dentro das galerias sofre pressão da água do rio, que precisará escoar por algum lugar. Isso significa que a água sairá pela entrada dos bueiros e bocas de lobo, aumentando o nível de água das ruas, contribuindo para o alagamento de áreas maiores e causando mais danos às residências afetadas



As "boca de lobo" são estruturas de concreto ou ferro (Figuras 3.14 e 3.15), dispostas nas ruas e avenidas, capazes de coletar a água. Elas têm como função receber as águas, principalmente pluviais, que correm pela sarjeta e direcioná-las à rede de drenagem.

Figura 3.14 | Modelos de boca de lobo mais comuns no Brasil.



Fonte: LIMA (2007, p. 6).

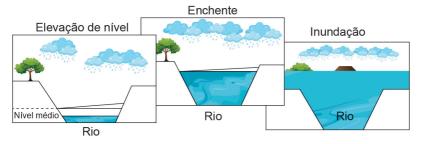
Figura 3.15 | Boca de lobo com proteção para chuvas.



Fonte: https://goo.gl/Hn6Fhv. Acesso em: 23 dez. 2017.

Na figura 3.16, é possível observar três estágios do nível de água no rio. Atente para o nível do rio quando está normal, e depois com o acumulo da água da chuva, que escoa superficialmente, causando enchentes e posteriormente inundações.

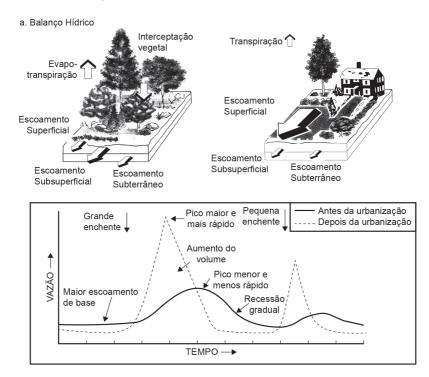
Figura 3.16 | Modelo diferenciando um rio em seu nível normal médio, em condição de enchente e de inundação.



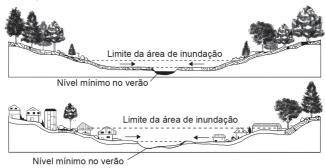
Fonte: Adaptado de Kobiyama et. al. (2006, p. 46).

Os modelos observados na figura 3.17 permitem verificar a mudança de uso do solo e como ela influencia na ocorrência e na área inundada. Na representação dos três modelos, o primeiro indica a modificação do uso do solo; o segundo mostra a curva de vazão do rio em um evento de alto índice de precipitação e o terceiro, a espacialização da diferença de área alagada, considerando a mudança de uso do solo.

Figura 3.17 | Representação das modificações que ocorrem na drenagem considerando uma área rural ou parcialmente urbanizada e uma área urbanizada.



c. Resposta da geometria do escoamento



Fonte: DEP/POA (2005, p.7)

Balneabilidade

A balneabilidade é considerada para áreas permitidas, para as quais as pessoas se deslocam para se banhar em momentos de lazer. Nesse caso, a qualidade da água é verificada, levando-se em conta as possibilidades de contato primário (mergulho, natação, esqui-aquático, *surf* e outros). Seus critérios de avaliação abrangem os indicadores microbiológicos, com destaque aos índices de coliformes fecais.



Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 274/2000, a balneabilidade de um determinado lugar é definida como próprio ou impróprio para banho. Na condição própria para banho, a praia é ranqueada em: excelente, muito boa e satisfatória. Sua identificação ocorre através de placas que alertam para as condições da áqua.

Já uma área imprópria é determinada após a avaliação de alguns critérios, como o valor superior a 2.500 coliformes fecais, 2.000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos para cada 100 ml de água, elevada incidência de enfermidades transmitidas pela água, presença de resíduos (esgoto e óleos por exemplo), pH < 6 ou > 9 (exceto quando for uma condição natural), floração de algas ou outros organismos que ofereçam riscos são alguns exemplos de fatores identificados pelo órgão fiscalizador competente (Resolução Conama nº 274/2000, p. 257).

Sabe-se que é a falta de saneamento básico em muitas cidades do litoral contribui para a descarga de grandes quantidades de esgoto no oceano. Devido à movimentação das correntes oceânicas, o esgoto pode percorrer grandes distâncias e ser identificado em praias de baixíssima influência antrópica direta, muitas vezes, conhecidas como "desertas".

Há outros fatores que permitem a presença de esgoto nas praias, um exemplo são os rios que passam por cidades e, durante seu percurso continental, recebem altas taxas de esgoto, que, ao chegarem ao oceano, seguem as correntes de movimentação. Durante o período de veraneio, alguns locais recebem um número

de turistas muito maior que a capacidade determinada, e, nesses casos, a balneabilidade do lugar se modifica dentro desse período.

Um elemento desconsiderado em muitas situações é a fisiografia da praia, ou seja, quais características litológicas e geomorfológicas que nela atuam, tais como, a extensão da faixa de areia, tamanho do grão de areia, presença de blocos de rochas, litoral recortado ou aberto. Diferentes características contribuem na concentração ou não de água com esgoto. Por exemplo, praias cujo fluxo das ondas é considerado "calmo", indicando que a força de movimentação oceânica está baixa, o que permite a permanência e decantação de resíduos.

A concentração e a intensidade das chuvas permitem a diluição de esgoto na água. Assim, uma menor quantidade de chuvas provavelmente levará ao aumento dos índices de coliformes presentes nas águas. E, por fim, as marés são responsáveis pela flutuação cíclica dos níveis das águas. Por influência gravitacional da Lua e do Sol, esse fenômeno permite o avanço da água sob o continente e se ela eventualmente alcançar algum ponto de descarga de esgoto, a poluição torna-se contínua.

No Brasil, a balneabilidade é, portanto, mais conhecida nas áreas litorâneas, já que o país dispõe de um extenso litoral. No entanto, ela também é medida em rios, represas e lagoas, locais conhecidos como praias de água doce. A atenção às identificações e a ação do poder público é imprescindível para o bem-estar da população.



O Brasil é um país com uma extensa faixa litorânea e que dispõem de paisagens variadas, áreas com geossistemas únicos, cidades históricas e modernas, praias em grandes centros urbanos até praias com pouquíssimos habitantes, entre outras tantas características. É através do litoral que se exporta a maior parte da produção agroindustrial brasileira, sendo que o maior porto da América Latina é o Porto de Santos. Todas essas alterações na paisagem original do litoral resultaram em uma série de desequilíbrios ambientais, por exemplo, a balneabilidade. Alguns meios de comunicação têm veiculado uma série de reportagens sobre o aumento de áreas consideradas impróprias para banhos, principalmente, nas praias mais movimentadas

(áreas urbanas e próximas a portos). Como nossa legislação aborda questões relacionadas à conservação dos geossistemas litorâneos? Você costuma se questionar se os municípios litorâneos cumprem a legislação? Quando frequentamos a praia, obedecemos às poucas normas que são exigidas?

O futuro dos recursos hídricos

Os desafios vinculados à gestão e à disponibilidade dos recursos hídricos tornam-se ainda maiores devido à sua demanda para a manutenção da nossa saúde e sobrevivência, por exemplo, o solo e a água. Como nosso foco aqui é a água, é nela que vamos ater nossas argumentações, é importante salientar que a água, enquanto elemento da natureza, não se esgota na Terra. O que poderá sim se esgotar são os recursos hídricos (toda água passível de captação, distribuição e comercialização), devido à falta de planejamento do seu uso e/ou uso indevido. Sabe-se da disponibilidade de água, porém o uso desse recurso, muitas vezes, pode ser incontrolado e irresponsável, colocando em xeque o futuro das próximas gerações.

Ao procurar por notícias sobre o assunto, vamos nos deparar com uma série de apontamentos regionais, tais como exemplos de soluções para a crise hídrica em Brasília, em São Paulo ou no Nordeste. Sim, essas são ações importantes, mas não serão elas, de forma isolada e apenas quando o evento se agrava, a nossa maior preocupação.

O Brasil dispõe de um sistema de planejamento e gestão de recursos hídricos muito interessantes, capazes de suprir todas as demandas do nosso país. No entanto, uma série de ajustes é necessário e o primeiro deles é o controle e o uso mais eficaz da água destinada à agropecuária, indústria e mineração. Quando chegamos a esse patamar, as ações parecem estagnar, já que a maior parte dos proprietários de mineradoras, indústrias e latifúndios parece ser muito influente, o que dificulta as mudanças necessárias.

Outro ponto de atenção diz respeito à melhoria do saneamento básico. Um exemplo é o rio Iguaçu, onde se localiza as Cataratas do Iguaçu. Em função do atrativo que elas exercem, se constituem em uma fonte de recurso devido ao grande apelo turístico. Esse mesmo rio carrega o título de segundo mais poluído do Brasil, atrás somente do rio Tietê. A impressionante carga de poluentes que o rio

Iguaçu recebe advém da região metropolitana de Curitiba, pois suas nascentes estão na vertente continental da serra do mar. Portanto, o abastecimento humano é impossibilitado e nas regiões onde se captam suas águas para irrigação, o resultado é a poluição do solo e a contaminação das águas subterrâneas.

É preciso que todos, população e órgãos fiscalizadores, cumpram seu papel. Taxas de uso são medidas para preservação e conservação assim como a punição financeira aos descumpridores da lei e aqueles que não respeitarem a legislação brasileira. É inadmissível que, mesmo com a distribuição desigual dos recursos hídricos no território brasileiro, haja demanda de água.

O descaso pelos recursos hídricos ocorre de norte a sul do Brasil, mesmo com legislações robustas e pagamento de altas multas com a confirmação da denúncia. Em todas as regiões do Brasil, a gestão de recursos hídricos deve-se voltar imediatamente à necessidade de ampliação da rede de tratamento de esgotos.

A fiscalização necessita de fato notificar as fábricas e mineradoras quando os rejeitos são jogados sem tratamento dos resíduos. Nesse caso, a fiscalização deve ser periódica, solicitando a instalação de um sistema de tratamento de resíduos em cada polo industrial espalhado pelo território brasileiro.

Já para as atividades agrícolas e de pecuária extensiva, não é possível fazer o tratamento, já que os produtos são espalhados sobre determinada plantação ou utilizados na própria prática da pecuária (trato do gado, higiene, abate). Uma solução para esses casos é a recuperação das Áreas de Preservação Permanente por parte dos responsáveis, que também deveriam pagar uma taxa relativa ao dano ambiental, uma vez que se trata de uma poluição difusa, atingindo também as populações que residem à jusante de sua propriedade. Para as atividades de pecuária intensiva, realizar fiscalização e instalar um sistema de tratamento de resíduos.

No caso da região Nordeste, mais precisamente, no polígono das secas, com um correto gerenciamento, os problemas seriam bem menores, uma vez que já é sabido que muito água que seria destinada ao abastecimento humano, é utilizada por fazendeiros no processo de irrigação de suas atividades agropecuárias, comprometendo os demais usos da região. Portanto, o futuro dos recursos hídricos no Brasil dependerá muito de como a sociedade respeitará as normas

e como o poder público fiscalizará e notificará os problemas para serem resolvidos.



Assista à entrevista com um especialista da Agência Nacional de Águas, na qual há uma discussão sobre as políticas públicas que visam à preservação de recursos hídricos no Brasil.

O especialista da ANA trata detalhadamente da importância de ações para garantir a disponibilidade de água para a população, diferenciando cada região do Brasil. Também discute o grande desafio da gestão dos recursos hídricos no Brasil, que é o problema da qualidade da água e o tratamento de esgotos.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Gmt3rodAvo0>. Acesso em: 27 fev. 2018

Sem medo de errar

Estamos acompanhando um profícuo diálogo entre os cooperados e a equipe do professor Murilo. Nesse momento, há uma dúvida de uma das cooperadas, que se refere às áreas de alagamento: por que acontecem? Há como resolver? Muitas famílias perdem tudo durante esse período e a ideia é que o professor Murilo, juntamente com os esforços de todos os envolvidos, seja capaz de encontrar caminhos para tanto.

Murilo mostra diferentes fotografias para os cooperados e solicita que eles escolham aquelas que representam um alagamento, argumentando e mediando as discussões sobre o que eles acreditavam que havia acontecido para que o fenômeno ocorresse.

Pela via conceitual, o professor Murilo coloca que, na maioria dos casos, os alagamentos ocorrem nas cidades devido à falta de drenagem urbana, ou mal planejamento dela, o que resulta na incapacidade de escoamento da água pluvial em situações de chuvas torrenciais.

A fim de ilustrar com alguns exemplos, Murilo apresenta uma imagem de como ficou um trecho da cidade de Nova Orleans/ EUA, após a passagem de um furacão Katrina, evento extremo ocorrido em agosto de 2005 (que pode ser obtida em: https://goo.gl/13HctX>. Acesso em: 27 fev. 2018.).

Alagamentos dessa natureza acontecem devido à força do vento e chuva. Nas regiões litorâneas, a inundação também advém das altas ondas e movimentação que ocorre no oceano. No Brasil, alagamentos por eventos extremos de ordem climática também ocorrem em função de ressacas e tempestades.

Outro caso de alagamento colocado por Murilo ocorreu no Pantanal Mato-grossense (disponível em: https://goo.gl/Kut2Tc. Acesso em: 27 fev. 2018), caso em que as características climáticas fazem com que os moradores locais identifiquem um período seco e período chuvoso ao longo do ano, e os maiores índices pluviométricos se concentram de novembro a fevereiro.

Mas e os alagamentos e inundações aqui do bairro, onde reside a maioria dos cooperados? Para responder a esse questionamento, o professor Murilo organiza uma caminhada pelo bairro, em especial, na região próxima ao riacho que o atravessa. Lá, o professor Murilo, pela via conceitual, mostra que o responsável pelas inundações são as altas precipitações associadas à falta de gerenciamento e planejamento do bairro. Enquanto caminha com todos até uma das pontes, ele mostra o que que é considerado o limite entre enchente e inundação, continuando o percurso para verificar até onde ocorre esta última.

Após a compreensão desses fenômenos, os cooperados mostraram para o professor algumas ruas em que a água da última chuva ainda estava acumulada. Assim, passam a dialogar sobre sua origem e se ela deveria estar ali.

Coletivamente, eles concluem que o sistema de drenagem do bairro não está adequado, e, por isso, na próxima chuva, a água que já está acumulada contribuirá para um alagamento ainda maior.

A partir do entendimento de como ocorrem os problemas, os cooperados agora conseguem se organizar melhor para solucionálos a partir de duas premissas. A primeira, envolve o trabalho de todos, na busca da limpeza das ruas, retirada de entulhos e instalação de lixeiras. A segunda, envolve um trabalho maior e em prazo mais estendido, que é a cobrança dos órgãos públicos,

a fim de que a gestão dos recursos hídricos seja adequada para que os alagamentos não mais aconteçam. Essa parceria tornou-se fundamental, e os alunos do professor Murilo, em conjunto com os cooperados, organizaram apresentações visuais com dados do bairro e com exemplos trabalhados no curso, visando um debate acerca do tema e em busca de soluções.

Faça valer a pena

1. O rio Piracicaba, localizado no estado de São Paulo, tornou-se famoso a partir de músicas compostas para homenageá-lo. Uma delas é intitulada "Rio de Lágrimas", de Lourival dos Santos, de 1970, que se tornou famosa com a dupla Tião Carreiro e Pardinho.

Leia o trecho da música Rio de Lágrimas:

"O rio de Piracicaba

Vai jogar água pra fora

Quando chegar a água

Dos olhos de alguém que chora."

Fonte: Disponível em: https://www.letras.com.br/tiao-carreiro-e-pardinho/rio-de-lagrimas>. Acesso em: 27 dez. 2018.

A música trata das inundações, que fortes chuvas causam, na cidade de Piracicaba. Marque a alternativa que apresenta argumentação correta para tal fenômeno.

- a) Lixo espalhado e falta de lixeiras nas ruas não são responsáveis pelo acúmulo de lixo nos bueiros e galerias.
- b) A impermeabilização das cidades diminui o escoamento superficial, e, por consequência, o risco a inundações.
- c) Lagos e parques têm grande apelo paisagístico, porém, não há relação com o sistema de drenagem urbana.
- d) A não impermeabilização do solo é mais importante que o sistema de drenagem no combate às inundações.
- e) A retirada de mata ciliar, em áreas urbanas, não influencia, diretamente, os riscos de enchentes e inundações.

2.	"Como em	o impacto da urbanização é transferido
par	a jusante, quem produz o impac	to, geralmente, não é o mesmo que sofre
0 _	Portanto, para um d	lisciplinamento do problema é necessário à
inte	erferência da açãoatra	avés da regulamentação e do planejamento.

Fonte: DEP/POA - Departamento de Esgotos Pluviais de Porto Alegre. Plano diretor de drenagem urbana: Manual de drenagem urbana. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2005, p. 9.

A partir da leitura do texto, marque a alternativa que preencha as lacunas correta e respectivamente.

- a) drenagem urbana; impacto; pública
- b) enchentes; impacto; judicial
- c) drenagem urbana; impacto; judicial
- d) saneamento; impacto; pública
- e) inundações; impacto; pública

3. Leia atentamente à notícia que seque:

Dez praias da Baixada Santista estão impróprias para banho: confira a lista. Quem vai aproveitar o fim de semana no litoral deve ficar atento às condições do mar.

Quem vai aproveitar o final de semana [...] na Baixada Santista precisa ficar atento às condições das praias. De acordo [...] com a Cetesb [...] estão impróprias para o banho de mar [...] Santos, São Vicente, Praia Grande, Guarujá e Mongaguá. Já [...] Peruíbe, Itanhaém ou Bertioga [...] estão em condições favoráveis.

A classificação das praias é feita de acordo com as densidades de bactérias fecais [...]. Pelo critério adotado pela Cetesb para águas marinhas: densidades superiores a 100 UFC/100 mL, em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco semanas, ou valores superiores a 400 UFC/100 mL na última amostragem.

Fonte: A TRIBUNA. Dez praias da Baixada Santista estão impróprias para banho: confira a lista. Quem vai aproveitar o fim de semana no litoral deve ficar atento às condições do mar. Santos/SP: A Tribuna. Publicado em 16/12/2017. Disponível em:

<http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalhe/cidades/dez-praias-da-baixada-santista-estao-improprias-para-banho-confira-a-lista/?cHash=2c254a1c036c3dc9d7823b223abcd63d>. Acesso em: 27 fev. 2018.

Após a leitura do texto, indique a alternativa que apresenta a argumentação correta em relação à balneabilidade.

- a) A notícia destaca que Guarujá e Bertioga estão entre as praias impróprias ao banho.
- b) As análises de qualidade da água medem a concentração de *Escherichia coli*.
- c) Em uma análise identificou-se o valor de 280 UFC/100 ml, esta praia está própria.
- d) Em uma análise identificou-se o valor de 280 UFC/100 ml, esta praia está imprópria.
- e) Uma praia, considerada imprópria, proíbe automaticamente o banho em suas águas.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017.

BEEKMAN, G. B. Gerenciamento integrado dos recursos hídricos, IICA, Brasília, 1999.

DOMINGUES, A. F.; BOSON; P. H. G.; ALÍPAZ, S. (Org.) **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Agência Nacional de Águas/Instituto Brasileiro de Mineração. Brasília: ANA, 2006.

FURTADO, C. Teoria e política do desenvolvimento econômico. 10ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2000.

GIBBONS, D. The economic value of water. Resouces for the future Inc., 1987.

IBGE (Brasil). **Panoramas estaduais**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama Acesso em: 13 dez. 2017.

OLIVEIRA, J.; TEIXEIRA, L.; JACINTO, A. Simplificando o reaproveitamento de águas servidas: um enfoque na automação. **Anais...** Maceió: XI CONNEPI. 2016. p. 1-8.

POSTEL, S. Last Oasis: facing water scarcity. WW Norton & Campany, The Worldwacth Environmental Alert Séries, New York. 1997.

REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B. TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

SANTOS, J. R.; RUBIO, F.; MEZALIRA, V. P.; CURCEL, M.; SANTOS, F.T. DOS; LORIN, H. A. F. Implantação de sistema alternativo para tratamento de esgoto doméstico associado a dejetos suínos em propriedades rurais. **Anais...** IV SIGERA. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2015.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001.

TUNDISI, J. G. Aguas no Século XXI: enfrentado a escassez. São Paulo: RiMa, IIE, 2009.

Gestão dos recursos hídricos

Convite ao estudo

Caros estudantes, trabalharemos, nessa unidade, aspectos que envolvem a gestão dos recursos hídricos, levando em consideração os conceitos, definições e normas técnicas que corroboram a estrutura da legislação brasileira que contempla o gerenciamento da água. Dentro do contexto dessa unidade, abordaremos aspectos institucionais em escala nacional até a local, englobando as deliberações que ocorrem em um Comitê de Bacias Hidrográficas, por exemplo.

Na primeira seção, abordaremos a distribuição dos recursos hídricos no território brasileiro e, a partir disso e dos usos de tais recursos que se fazem necessários ao longo dos anos, o processo de estruturação da legislação. A partir da necessidade de se conhecer e normatizar os usos da água no Brasil, elaborou-se o Código de Águas e, posteriormente, criam-se o Plano Nacional dos Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Águas – ANA, responsáveis por nortear o gerenciamento e alimentar o Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos.

Na segunda seção, o conteúdo a ser trabalhado envolve questões referentes à gestão integrada e como os Comitês de Bacias se organizam em situações mais complexas, tais como de uma bacia hidrográfica transfronteiriça. Já na terceira seção abordaremos questões internas de um Comitê de Bacias, que envolvem aspectos de enquadramento, outorga e cobrança, além de destacar a importância da valoração da água enquanto recurso natural.

A gestão dos recursos hídricos tornou-se de extrema importância, pois o uso não sustentável já provoca crises

hídricas em diferentes regiões do Brasil, independentemente da disponibilidade de água. Nós somos parte de uma sociedade e desejamos viver em um lugar com qualidade de vida e, como geógrafos, temos o dever de contribuir para que isso de fato ocorra.

Joana formou-se em Geografia e foi aprovada em um concurso para professor no município de Corumbataí/ SP. Muito preocupada com as questões ambientais, logo começou a desenvolver Projetos de Educação Ambiental na escola em que trabalha.

Com o sucesso de seus projetos, foi eleita conselheira na Câmara Técnica de Educação Ambiental do Comitê de Bacias em que seu município está inserido, o Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba — Capivari — Jundiaí, conhecido como Comitê PCJ. Joana não restringe seus projetos apenas à escola em que trabalha, mas direciona atividades para todas aquelas que se interessam por eles. Vamos acompanhar os desafios de Joana como professora e conselheira do Comitê PCJ de Corumbataí, município do interior de São Paulo.

Seção 4.1

Gestão dos recursos hídricos no brasil

Diálogo aberto

Joana é professora de Geografia em uma escola no município de Corumbataí/SP e foi eleita como conselheira na Câmara Técnica de Educação Ambiental – Comitês PCJ. Uma de suas funções consiste em assistir o planejamento das ações a serem realizadas pela Câmara Técnica e, a partir disso, auxiliar escolas que pertencem aos Comitês. Seu trabalho também inclui a apresentação de atividades e projetos que envolvam Educação Ambiental a diferentes instituições públicas ou privadas. A primeira ação de Joana foi a realização de um projeto envolvendo escolas: ela reuniu diretores(as) e docentes de algumas escolas que manifestaram interesse. Inicialmente ela apresentou a Lei das Águas, os Comitês de Bacias e os projetos que poderiam ser desenvolvidos, tais como a obtenção de informações do banco de dados, reflorestamento, horta comunitária, construção de pluviômetro artesanal, além de solicitar opiniões aos diretores(as), referente ao Comitê de Bacias.

O professor Dirceu, que participava da reunião, ficou bastante motivado com as ideias dos projetos propostos por Joana e questionou a possibilidade de realizar atividades diversificadas com estudantes, a fim de motivá-los e incentivá-los na compreensão da importância dos recursos hídricos e sua preservação/conservação. A ideia inicial, pensada coletivamente, propôs o acesso ao banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos - SNIRH para o desenvolvimento de atividades nas escolas, iniciativa apoiada pelo professor Dirceu. Desse modo, os estudantes e os professores conhecerão novas ferramentas de pesquisa e obtenção de informações. Joana e Dirceu ficaram encarregados de pensar em atividades de aprendizagem que envolvam o trabalho com o SNIRH e que não se restrinjam a uma mera consulta de dados/ informações, mas sim sejam capazes de promover a aprendizagem significativa dos estudantes da rede municipal de Corumbataí. Vamos acompanhá-los nesse processo.

Não pode faltar

Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil

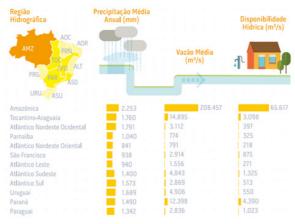
Devemos ter claro que água não é sinônimo de recurso hídrico; a água é um elemento da natureza, já o termo recurso a vincula à sua possibilidade de comercialização. Por esses motivos, destacamos que a água não irá acabar. A possibilidade de esgotamento se refere ao recurso hídrico, ou seja, a má gestão contribui para a sua contaminação, inviabilizando seu uso, por exemplo, quando ocorre o descarte de metais pesados na água.

O Brasil é conhecido por apresentar a maior disponibilidade de água doce do mundo (12% do total existente na Terra), porém a sua maior parte está concentrada na Região Norte. Já na Região Nordeste, devido à baixa concentração de corpos d'água perenes e do clima semiárido, é muito comum verificar municípios decretar estado de calamidade pública devido à falta de água.

É importante ressaltar a discrepância da Bacia do Rio Amazonas para com as demais, ou seja, não há uma distribuição uniforme no território, há regiões mais e outras menos servidas pelo recurso.

Na Figura 4.1, agrupam-se três diferentes variáveis: precipitação média, vazão média e disponibilidade hídrica, para que se analise, do ponto de vista sistêmico, uma região hidrográfica. Comprovase a superioridade da disponibilidade hídrica na Região hidrográfica da Bacia Amazônica: 65.617 m³/s. Em contraponto, a Região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental apresenta o índice mais baixo de disponibilidade hídrica, 218 m³/s. Destaca-se que esses valores correspondem à disponibilidade hídrica do recurso dentro da região hidrográfica.

Figura 4.1 | Precipitação e vazão médias e disponibilidade hídrica por região

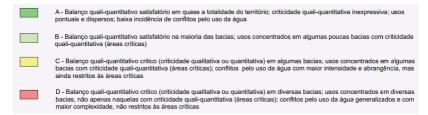


Fonte: ANA (2017, p. 27)

A distribuição hídrica no Brasil é bastante discrepante, como já foi constatado na Figura 4.1. Diante disto, a Figura 4.2 demonstra a disposição do balanço quali-quantitativo nos estados brasileiros. É perceptível que aqueles que mais dispõem de água apresentam índices melhores, porém, é surpreendente verificar que a Região Sudeste apresenta índices quali-quantitativos mais críticos que a Região Nordeste, que, em tese, é a que menos dispõe de recursos hídricos.

Figura 4.2 | Distribuição dos índices quali-quantitativos nos estados brasileiros





Fonte: ANA (2016, p. 63).

Código de Águas; Agências Nacional de Águas

O Código de Águas é o nome dado ao Decreto Nº 24.643, de 10 de julho de 1934 (Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm - acesso em 19 jan. 2018). Este documento foi elaborado com o intuito principal de regular e incentivar o aproveitamento industrial das águas, através do aval dos órgãos governamentais. Entretanto, os primeiros registros regulamentando o uso das águas foram em 1904, quando se inicia o processo de construção de hidroelétricas no Brasil.

O Decreto Nº 24.643/34 aborda uma série de aspectos importantes, desde a posse do poder público até a posse particular de um recurso hídrico, discutindo os usos, concessões, penalidades e autorizações de uso e aproveitamento da água pela sociedade brasileira. Portanto o Código de Águas torna-se o marco legal para regulamentação dos recursos hídricos no Brasil:



(...) Considerando que o uso das águas no Brasil tem se regido até hoje por uma legislação obsoleta, em desacordo com as necessidades e interesses da coletividade nacional; Considerando que se torna necessário modificar esse estado de causas, dotando o país de uma legislação adequada que, de acordo com a tendência atual, permita ao poder público controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas; Considerando que, em particular, a energia hidráulica exige medidas que facilitem e garantam seu aproveitamento racional; (...) Resolve decretar o seguinte Código de Águas... (BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 — Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm - Acesso em 10 jan. 2018.)

Em relação a aspectos relacionados à contaminação dos corpos d'água, os Art. 109, 110 e 112 (BRASIL, Decreto nº 24.643/1934) determinam que ninguém possui o direito de contaminação, independente da sua utilização e localização. Ao se constatar tal infração, os responsáveis responderão criminalmente, sendo obrigados ao pagamento de multas a serem definidas pelas autoridades competentes. No caso de contaminação por uso agrícola ou industrial, o tratamento e purificação da água são de responsabilidade do proprietário, além de indenizar qualquer indivíduo, União, Estados, Municípios que se sintam lesados.

É importante salientar que em 1934, era o Ministério da Agricultura o responsável por gerenciar os recursos hídricos no Brasil. Na década de 1970 é criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente vinculada ao Ministério do Interior. Em 1985, com o Ministério do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente, houve algumas mudanças de nomenclatura e a partir de 1999, a denominação passa a ser Ministério do Meio Ambiente. Vale salientar que durante os anos de 1990 a 1992, durante o governo de Fernando Collor de Melo, o Ministério do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente regredia à categoria de Secretaria, vinculada à Presidência da República.

No ano de 1999, o Ministério do Meio Ambiente realiza uma série de reuniões; uma delas foi o Seminário "Água, o desafio do próximo milênio". Nesse evento se estruturam as bases para a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, através da Lei Nº. 9.984, de 7 de junho de 2000 e regulamentada pelo Decreto Nº 3.692, de 19 de dezembro de 2000 (Figura 4.3), autarquia autônoma e responsável por fazer valer a Lei nº 9.433/1997 de gestão dos recursos hídricos.





Fonte: http://www3.ana.gov.br/>. Acesso em: 21 dez. 2017.

A ANA é conduzida por cinco diretores, formando a Diretoria Colegiada, sendo um deles diretor-presidente. No Quadro 1 é possível observar a estrutura interna da ANA. Além dos superintendentes há também Procurador, Gerentes, Coordenadores, Assessores, Auditor, Corregedor e Chefe de Gabinete.

Quadro 1 | Estrutura interna da ANA, a partir da Diretoria Colegiada

Estrutura Interna da ANA - Diretoria Colegiada				
Área de Administração	Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas			
Área de Hidrologia	Superintendência de Operações e Eventos Críticos Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica			
Área de Gestão	Superintendência de Implementação de Programas e Projetos Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH			
Área de Planejamento	Superintendência de Tecnologia da Informação Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos			
Área de Regulação	Superintendência de Regulação Superintendência de Fiscalização			

Fonte:fonte:fonte:fonte:/http://arquivos.ana.gov.br/institucional/ana/Organograma_INTERNET.pdf?v3. Acesso em: 21 dez. 2017.

Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi regulamentada pela Lei Nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm - acesso em 19 jan. 2018), mais conhecida como Lei das Águas. Contudo, no ano de 2000, com a criação da ANA, é que de fato começa a ser colocada em prática de modo mais efetivo.

Após sua aprovação, a Lei das Águas passa a substituir o Código de Águas, cuja vigência ocorria desde 1934. Além de novos temas a serem gerenciados e das questões elétricas, a própria estrutura se reinventa, passando para um processo de gestão descentralizada e

participativa, ou seja, as decisões ocorrem tanto em âmbito nacional como local.



Gestão descentralizada – A gestão descentralizada é definida por Uga (1991, p. 97) como: [...] um processo de distribuição de poder que pressupõe, por um lado, a redistribuição dos espaços de exercício de poder ou dos objetos de decisão - isto é, das atribuições inerentes a cada esfera de governo e a redistribuição dos meios para exercitar o poder, ou seja, os recursos humanos, financeiros, físicos.

Os principais destaques da Lei das Águas estão em considerar a água como um bem de domínio público e a garantia da gestão do uso múltiplo do recurso. Já em situação de escassez, o abastecimento humano deve ser priorizado.

O Art. 3º destaca as diretrizes que são necessárias para a implantação da Lei de Águas. Dentre elas, salienta a importância da gestão sistemática, sem dissociar aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos, considerando o respeito pela diversidade física, biótica, econômica, demográfica, social e cultural presente no território brasileiro. Nesse sentido, coloca a necessidade de articulação da gestão de recursos hídricos com outros setores, como o planejamento territorial, como a gestão ambiental e de uso do solo, além de vincular o sistema de gestão das bacias hidrográficas aos sistemas litorâneos, tais como os sistemas estuarinos.

O trabalho desenvolvido pela ANA, seguindo a evolução da gestão dos recursos hídricos, regido pela Lei das Águas, pode ser acompanhado através de documentos periodicamente publicados, além do balanço de como a sociedade está respondendo à implementação de alguns instrumentos de gestão, como a Outorga de Uso, por exemplo.

Exemplificando

Um exemplo de documentos periodicamente publicados pela ANA é o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos, divulgado a cada quatro anos (Figura 4.4). Tal relatório tem como objetivo sistematizar e divulgar resultados do ano precedente, quanto a eventos hidrológicos

extremos, à qualidade das águas superficiais e a evolução da implantação do sistema de gestão dos recursos hídricos no país. Observe:

Figura 4.4 | Demonstração dos Relatórios já publicados pela ANA



Fonte: http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos. Acesso em 21 dez. 2017.



O Brasil já dispõe de um sistema de legislação estruturado para a gestão dos recursos hídricos. No entanto, tal sistema apresenta problemas, tanto na gestão como na fiscalização. Que fatores comprometem a aplicabilidade das leis no Brasil? Como a não aplicação da legislação poderá afetar os recursos hídricos?

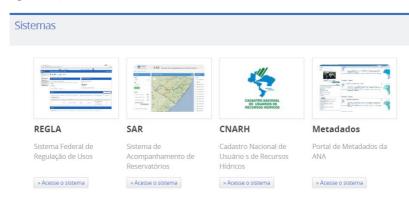
Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos

O Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos – SNIRH - é compreendido como um dos instrumentos da Lei das Águas, sendo a ANA responsável por sua gestão. O SNIRH é encarregado da coleta, tratamento, armazenamento e recuperação das informações sobre recursos hídricos, além de outros fatores que contribuam para a gestão dos mesmos.

O SNIRH tem como princípio descentralizar a obtenção de dados e informações, sendo tais inseridos em um banco unificado

e disponível para o acesso de toda sociedade. Esse banco de dados é organizado por sistemas computacionais, que estão organizados em três sistemas principais: Sistema para gestão e análise dos dados hidrológicos; Sistema para regulação dos usos e Sistema para planejamento e gestão dos recursos hídricos (Figura 4.5).

Figura 4.5 | Sistemas de acesso ao banco de dados do SNIRH



Fonte: http://www.snirh.gov.br/ Acesso em 19 jan. 2018.

Dentre as informações disponíveis no banco de dados, temos: divisão das bacias hidrográficas, qualidade e quantidade e usos das águas, disponibilidade hídrica, eventos hidrológicos, planos, regulação, fiscalização e programas direcionados à gestão dos recursos hídricos. O intuito é buscar a ampla divulgação, obter dados cada vez mais consistentes, contribuir para a atualização de informações sobre recursos hídricos e com pesquisas científicas.



Dentro do contexto de análise que realizamos, a ANA, através do SNIRH, é responsável por compilar informações sobre as águas superficiais. Destaca-se que a CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil), através do SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, compila informações sobre as águas subterrâneas. A partir das informações desses dois sistemas, inicia-se o processo de gerenciamento integrado. No entanto, não há um sistema que monitora as águas do território oceânico que pertence ao Brasil. Sendo assim, como é realizada a obtenção dessas informações?

Um livro interessante e que contribuirá nesse sentido é o Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil. Publicados pelo IBGE e pela Marinha do Brasil em 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf Acesso em 16 jan. 2018.

Sem medo de errar

Estamos acompanhando Joana, a professora de Geografia que ocupou um dos cargos de conselheira na Câmara Técnica de Educação Ambiental – Comitê PCJ, e o professor Dirceu, da rede municipal da mesma cidade, que, logo na primeira reunião com os diretores(as) e docentes das escolas, se interessou em realizar projetos de educação ambiental. Para tanto, ele levantou a possibilidade de uso do banco de dados do SNIRH no desenvolvimento de atividades voltadas para uma aprendizagem significativa.

Assim, Joana e Dirceu organizam o grupo em duplas e partem para uma sala de informática, a fim de proporcionar, inicialmente, um momento de estudo acerca das informações que o SNIRH dispõe. Eles levantam a possibilidade de trabalhos interdisciplinares com o banco de dados. Um exemplo é a construção de gráficos e de mapas com dados de qualidade ou de quantidade de água, informações que estão disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb, que, em 2016, contava com mais de 3 milhões de fichas técnicas de campo (ANA, 2017, p. 27).

As informações de quantidade de água são obtidas através de radar, em atividades voltadas para a determinação do nível do rio. Nos dados sobre qualidade, os índices de sedimentos são estimados, assim como os de clorofila e turbidez. Essas informações são coletadas em 251 pontos/estações disponíveis no portal HidroSat.

Há possibilidades de determinação da quantidade de água demandada em cada uso, nesse caso Joana propõe uma atividade prática. Inicialmente é necessário acessar o SNIRH e posteriormente buscar o banco de dados, referente aos usos da água. Ao escolher um uso, é possível montar o próprio banco de dados e, em seguida, representar em um mapa, tabela ou gráfico. Nesse caso, optou-se em

demonstrar através de gráfico e foi escolhida a irrigação, como o uso a ser analisado.

Ao analisar a Figura 4.6, é possível verificar que o aumento das Regiões Geográficas irrigadas no Brasil se inicia na década de 1960. Porém, na Região Centro-Oeste, a instalação de sistemas de irrigação ocorre a partir de 1985, período em que o agronegócio (cultivo de soja) toma força, concomitante ao processo de ocupação da região por imigrantes advindos do Sul do Brasil.

2,709,342 Sudeste

1,693,743 Sul
1,216,061 Nordeste
1,183,973 Centro-Oeste
1960 1970 1975 1980 1985 1996 2006 2015

Figura 4.6 | Evolução da área total irrigada por Região Geográfica

Fonte: ANA (2017, p. 59).

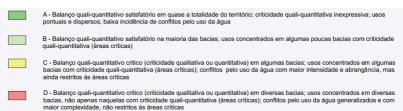
Dirceu faz a observação de que, além de desenvolver o sentido investigativo dos estudantes, é uma forma interessante de se conhecer melhor como ocorre o gerenciamento e o uso dos recursos hídricos no Brasil. Além disso, reforçamos a necessidade de trabalho com a temática em um contexto interdisciplinar. Joana agradece a presença e o interesse de todos e reafirma a importância do trabalho nas escolas para a formação cidadã e a consciência conservacionista da água.

Faça valer a pena

1. A verificação dos dados quali-quantitativos para cada estado brasileiro permitiu identificar o cenário em que se encontra a disponibilidade hídrica e projetar possíveis melhorias, para crumprir a demanda hídrica de cada estado. A Figura 4.7 permite verificar espacialmente o comportamento atual dos índices quali-quantitativos para cada Estado.

Figura 4.7 | Distribuição dos índices quali-quantitativos dos estados brasileiros





Fonte: ANA (2016, p. 63).

Analise a representação espacial, atentando para o Balanço qualiquantitativo crítico em algumas bacias. Com isso, marque a alternativa que indica corretamente os estados afetados.

- a) Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Espírito Santo, São Paulo.
- b) Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Espírito Santo, Paraná.
- c) Ceará, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Distrito Federal, Acre.
- d) Bahia, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Tocantins.
- e) Bahia, Espírito Santo, Pernambuco, Roraima, Paraíba, Distrito Federal.
- **2.** No ano de 1999, as bases para a Lei N° 9.984, de 7 de junho de 2000, são estruturadas e é homologada a criação da Agência Nacional de Águas

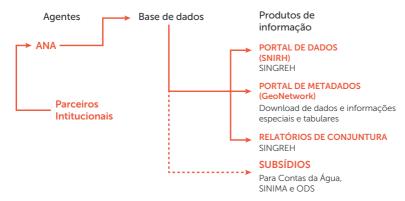
- ANA. Ela é responsável pelo sistema de informação e gerenciamento dos recursos hídricos do Brasil. Para que, efetivamente, ocorra a gestão dos recursos hídricos, a autarquia foi dividida em cinco Diretorias Colegiadas, que se desdobram em superintendências. Com base nessas informações, associe corretamente as colunas:
- (1) Diretoria de Administração.
- (2) Diretoria de Hidrologia.
- (3) Diretoria de Gestão.
- (4) Diretoria de Planejamento.
- (5) Diretoria de Regulação.
- () Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas.
- () Superintendência de Tecnologia da Informação.
- () Superintendência de Implementação de Programas e Projetos.
- () Superintendência de Operações e Eventos Críticos.
- () Superintendência de Fiscalização.

A ANA está organizada em cinco Diretorias, que por sua vez, estão subdivididas em superintendências. Assinale a alternativa que mostra correta e respectivamente a associação entre as colunas:

- a) 1; 4; 3; 2; 5.
- b) 1; 3; 2; 5; 4.
- c) 1: 5: 4: 2: 3.
- d) 1: 2: 4: 3: 5.
- e) 1; 4; 3; 5; 2.
- **3.** As informações coletadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos SNIRH são organizadas em um fluxo contínuo desde a coleta de dados até a determinação dos indicadores e o fornecimento das informações, o que possibilita monitorar e gerenciar os recursos hídricos. Na Figura 4.8 é possível observar o processo e o monitoramento das informações sobre a água.

Figura 4.8 | Gestão da informação sobre água

Entrada e Produção de Informações sobre Água Processamento, atualização e bases de dados Publicação e disponibilização de informações



Fonte: ANA (2017, p. 14).

A partir do texto e da análise da Figura 4.8, marque as alternativas que correspondam ao SNIRH:

- a) O SNIRH é um instrumento de gestão dos recursos hídricos que organiza o sistema de tecnologia da informação da ANA.
- b) O SNIRH é um instrumento de monitoramento dos recursos hídricos que organiza o sistema administrativo e operacional da ANA.
- c) O SNIRH é um instrumento de monitoramento dos recursos hídricos que organiza a disposição dos postos de coleta de informações.
- d) O SNIRH é um instrumento de gestão dos recursos hídricos que organiza o sistema administrativo e de fiscalização da SINGREH.
- e) O SNIRH é um instrumento de gestão dos recursos hídricos que organiza o banco de dados e contribui na regulação de seus usos.

Seção 4.2

Legislação sobre o uso e aproveitamento da água I

Diálogo aberto

Joana é professora no município de Corumbataí/SP e, por se dedicar a projetos de Educação Ambiental, ela passou a fazer parte do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba – Capivari – Jundiaí, o Comitê PCJ. Inicialmente ela fez uma reunião com os diretores e professores de escolas interessados em projetos relacionados à educação ambiental. Um dos projetos envolve o plantio de árvores nas margens de rios, riachos e nascentes que se localizam no município a que a escola pertence.

Joana inicia o projeto em seu próprio município, mobilizando todas as escolas e associações beneficentes interessadas, fazendo um grande mutirão em um final de semana, que envolveu estudantes, professores, pais e demais pessoas interessadas da comunidade.

Durante a atividade, a estudante Julia questiona a professora Joana sobre o processo de formação de um ecossistema, já que eles plantavam árvores em vários lugares, algo que, para ela, parecia sem sentido. Julia salienta que até nas aulas da própria professora Joana, ela destaca que para ocorrer preservação é preciso que isso ocorra em grandes áreas, permitindo assim o equilíbrio de um ecossistema. Outro questionamento que Julia faz à professora é como as árvores ali plantadas contribuirão para a preservação dos recursos hídricos. O desafio de Joana é, assim, mostrar como se processa a gestão de recursos hídricos e como tais ações são de fundamental importância para tanto.

Não pode faltar

Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no Brasil

Nas últimas duas décadas, o Brasil apresentou avanço considerável na gestão dos recursos hídricos. O início se dá com a Lei das Águas e o grande desafio em levantar informações a respeito dos valores gastos na indústria, agricultura e abastecimento humano, e assim, projetar as demandas futuras e garantir a distribuição de água para todos os setores.

No primeiro ano após a criação da ANA, o trabalho se concentrou na organização de sua sede física e de seu quadro de funcionários. Os primeiros temas que foram objeto de pesquisa e de aproximação com a população foram a compreensão da dinâmica natural do semiárido e o combate à poluição de qualquer corpo d'água.



A palavra integrada do GIRH (Gestão Integrada dos Recursos Hídricos), de acordo com MMA (2006), tem vários significados: a integração entre o social e o natural; a terra e a água na gestão do espaço urbano e rural; o ambiente da bacia hidrográfica e o costeiro; as águas superficiais e subterrâneas; quantidade e qualidade da água; condições de montante e jusante numa bacia hidrográfica; setores de desenvolvimento econômico-social e institucional: privado e público, setores da água, legislação integrada, gestão com visão integrada, entre outros; todos os elementos da água no meio urbano e visão integrada dos efeitos econômicos da cadeira produtiva da água. (DOMINGUES; MELLO, 2017, p. 3).

Em 2001, a ANA estruturou seu plano de ação para os anos subsequentes, em quatro eixos:



1. Implantação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos Instrumentos Técnicos e de Regulação: Outorga, Cobrança, Fiscalização Integrada, Sistemas de Informações de Recursos Hídricos, Planos de Recursos Hídricos e Uso Múltiplo de Reservatórios; 2. Implantação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos Instrumentos Institucionais: Implementação e operação de Comitês de Bacia Hidrográfica, Capacitação de recursos humanos e viabilização de novas tecnologias para o gerenciamento de recursos hídricos; 3. Projetos Indutores: Despoluição de Bacias Hidrográficas, Controle de inundações, Oferta Sustentável de Água no Nordeste e Conservação e Uso Racional da Água; 4. Descentralização da Gestão Integrada

dos Recursos Hídricos: Convênios de Integração com Estados e Agências de Bacia para gestão integrada de recursos hídricos na bacia hidrográfica e Convênios de Cooperação com Estados, Municípios e outras instituições públicas e privadas para fortalecimento institucional dos sistemas estaduais. (ANA, 2002, p. 34 e 35).

Diante disso, pode-se afirmar que a ANA está intrinsecamente relacionada à gestão integrada. Um exemplo é a formação das regiões hidrográficas como alternativa de melhor organização dos sistemas de informações adquiridos nos territórios e respeitando a dinâmica hidroclimática de cada região. Inicialmente, a ANA se detinha aos estudos das necessidades de demanda em relação à disponibilidade hídrica superficial e, posteriormente, passou a estudar a disponibilidade hídrica subterrânea e o monitoramento da precipitação meteórica.

Essas informações estão asseguradas pela Resolução do CNRH Nº 15/2001, "Art. 2. Na formulação das diretrizes para a implementação da PNRH deverá ser considerada a interdependência das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas". Já o Art. 3 determina a incorporação de medidas que assegurem, no momento de autorização ao direito de uso, considerar as normas de gestão integrada garantindo o não comprometimento qualitativo e quantitativo das águas superficiais e subterrâneas, que se apresentam interligadas.

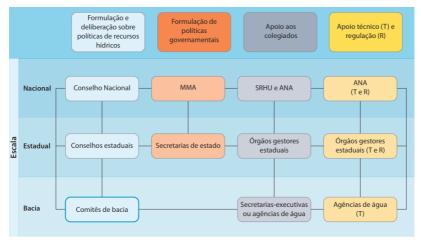
Mesmo diante de todos esses avanços, a ANA tem muito a percorrer para constituir uma rede de coleta de informações, que envolva todo o território brasileiro. Porém, sabe-se que a gestão integrada é um modo de ação que se constrói no dia a dia e a necessidade maior é focar nas regiões mais críticas.

Comitês de Bacias Hidrográficas

Os Comitês de Bacias contribuem para a base do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH (Figura 4.9) juntamente com os Conselhos Estaduais e Nacional, e têm fundamental importância deliberativa e na gestão integrada. Diferente de outros meios participativos, onde a sociedade é

apenas consultada, nos Comitês de Bacias, a sua organização é dada no formato de colegiado, onde a sociedade também tem poder de decisão através de seus representantes, juntamente com o poder público.

Figura 4.9 | Matriz institucional do SINGREH



Fonte: ANA (2011, p. 24).

A principal responsabilidade do Comitê de Bacias é a aprovação do Plano de Recursos Hídricos, resolvendo questões conflituosas entre usuários, discutindo e determinando normas e sugerindo valores que serão estabelecidos na cobrança pelo uso da água, entre outras questões que envolvem a Bacia Hidrográfica a que o Comitê pertence.

Os Comitês de Bacias surgiram antes mesmo da Lei das Águas e da ANA. A consolidação se inicia com um grupo de técnicos gaúchos que trabalhavam e estudavam o rio Guaíba, e foram buscar auxílio na forma com que a França, EUA, Alemanha e Inglaterra gerenciavam seus recursos hídricos.

O método francês foi o que mais agradou, haja vista que o comitê poderia deliberar sobre seus conflitos e ações de melhorias. A primeira experiência brasileira seguindo o modelo francês foi o Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa da Bacia do Rio dos Sinos, localizado no Rio Grande do Sul, através do Decreto Estadual Nº 32.774/1988, porém sua estruturação se inicia após

algumas denúncias de contaminação que datavam do ano de 1985. Assim a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM propôs um seminário para discutir a questão no ano de 1987 e foi a partir deste evento que se criou o Comitê Sinos. O segundo foi o Comitê PCJ – Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no ano de 1993, e depois desta data surgiram vários outros comitês.

Na Figura 4.10 é possível observar a evolução da criação dos Comitês de Bacias no Brasil. No primeiro, que ilustra os Comitês criados em 1988, temos apenas o Comitê Sinos, localizado na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. No ano de 2000, todo o Estado de São Paulo já tinha criado seus Comitês de Bacias, e no ano de 2010 observamos total concentração nos estados das regiões Sul, Sudeste e nos estados do Nordeste que apresentam problemas de escassez de água. Salienta-se que os contornos em azul são as Regiões Hidrográficas, os polígonos em cor marrom claro são os Comitês de Bacias criados, e os contornos em verde, os Comitês de Bacias Interestaduais.

Comités em 1988

Comités em 2000

Comités em 2010

Figura 4.10 | Evolução dos Comitês de Bacias Hidrográficas no Brasil

Fonte: ANA (2011, p. 25).

Desafios dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Uma bacia hidrográfica é compreendida como unidade territorial de gestão, que, por sua vez, é gerenciada pelo Comitê de Bacias, cujos representantes reúnem as várias instituições que pertencem a uma bacia hidrográfica. Após a consolidação do comitê, é necessário que ele seja efetivamente público, desde o equilíbrio entre os representantes até a transparência e equitatividade nas

decisões, ou seja, a gestão de um comitê deve ser descentralizada e participativa. Para tanto, é importante um sistema de avaliação/ fiscalização e planejamento eficiente, que permitam a estruturação do comitê como um fórum integrador de planos e políticas, promovendo a gestão sustentável dos recursos naturais e hídricos das bacias hidrográficas.

Exemplificando

Um exemplo que desafia os Comitês de Bacias Hidrográficas são as bacias onde a demanda e o consumo de água são superiores ao que a bacia hidrográfica pode oferecer. Desse modo é necessário reorganizar seu sistema de gestão, o que, certamente, será um desafio, instalando conflitos entre os usuários.

Por exemplo, as bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí – que formam o Comitê PCJ, apresentam valores bastante críticos e no limite de sua capacidade. Segundo informações disponíveis nos relatórios do Comitê, a captação de água nas Bacias PCJ supera vazão de 35 m3/s, sendo que a outorga o direito de uso do sistema é até 36 m3/s. Esse valor (de direito de uso) é avaliado mês a mês, pois durante o período de estiagem a disponibilidade hídrica não ultrapassa 38 m3/s, e o máximo de captação de água deve garantir o mínimo de manutenção dos ecossistemas aquáticos (Comitês PCJ, 2015).

Os comitês de bacias hidrográficas, juntamente com a ANA, apresentam as três principais metas que desafiam o gerenciamento dos recursos hídricos, a saber:

- Aperfeiçoamento do capital social que representa entidades nos conselhos deliberativos dos comitês de bacias - a capacitação permeia desde conhecimento das diretrizes nacionais até as diretrizes de atuação do representante, propondo ações e estudando previamente a pauta das reuniões. Isso permitirá um debate mais aprofundado, ampliando a comunicação entre o representante e seus representados.
- Reduzir as desigualdades entre os representantes no SINGREH

 nessa meta o objetivo está em investir no capital social, e a prioridade está na capacitação técnica, diferenciar atividades voluntárias das atividades profissionais, ampliar as redes

de informação através de suporte técnico especializado. Além disso, os representantes devem dispor de tempo para se dedicar ao cargo que lhes foi confiado, balanceando a representatividade, já que apresentam interesses diferentes (por exemplo, associação de usuários apresenta interesses pontuais com pautas específicas; já as ONGs apresentam interesses difusos com pautas amplas).

 E, por fim, os desafios do SINGREH que influenciam os Comitês de Bacias Hidrográficas – desconcentração e reorganização da gestão dos recursos hídricos (em âmbito nacional, estadual e de bacias hidrográficas), aperfeiçoar a gestão dos recursos hídricos em nível estadual, gestão participativa, estabelecer e ampliar o diálogo com as políticas ambientais, sociais, de uso do solo, entre outras, e difundir a importância da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Desafios da Gestão Transfronteiriça de água

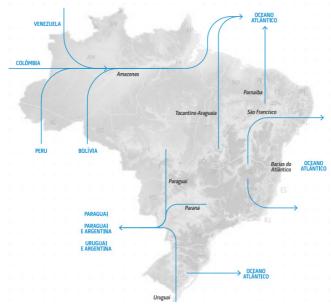
A gestão de bacias hidrográficas transfronteiriças, por parte da legislação brasileira, parte da Lei das Águas, no Artigo 39, § 2º, infere que as bacias hidrográficas transfronteiriças devem dispor de gestão compartilhada e dentre os representantes brasileiros, deve constar um integrante do Ministério das Relações Exteriores.



Sabe-se que os recursos hídricos não estão apenas disponíveis na superfície terrestre, mas também em subsuperfície. As áreas onde se encontram águas subterrâneas acumuladas e com capacidade de serem exploradas são denominadas de aquíferos. Nesse sentido, o Sistema Aquífero Guarani é considerado uma das maiores reservas hídricas subterrâneas do mundo e abrange parte do território do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai. Como se configura o sistema de gestão das águas subterrâneas transfronteiriças?

Na Figura 4.11 é possível verificar as bacias hidrográficas transfronteiriças e também os países, que, junto ao Brasil, partilham a sua gestão.

Figura 4.11 | Bacias hidrográficas transfronteiriças no território brasileiro



Fonte: ANA (2017, p. 8).

Exemplificando

Dentre as ações transfronteiriças, é possível assistir, no vídeo a seguir, ações e preocupações sobre a Amazônia expostas durante a Rio +20, realizada em 2012, além do objetivo que permite a união dos países representada pelo Pacto Amazônico, esse pacto defende os interesses econômicos, sociais, culturais e ambientais da região.

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=VoGBDM9EbQY>. Acesso em: 5 fev. 2018.

Pesquise mais

Para aprofundar os estudos sobre a gestão dos recursos hídricos que o Brasil compartilha com outros países, recomendamos a leitura do livro elaborado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos, vinculada à Presidência da República do Brasil, que aborda questões referentes ao arcabouço legal e os tratados efetuados entre o Brasil e os dez países sul-americanos que compartilham recursos hídricos. As informações

disponíveis neste trabalho têm subsidiado as ações da Câmara Técnica de Gestão de Recursos Transfronteiriços, que se dedica ao plano estratégico regional, para a concretização do planejamento, gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos da fronteira.

BRASIL. Superintendência de Assuntos Estratégicos da Presidência da República do Brasil. Água e Desenvolvimento Sustentável: Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços do Brasil, 2013. Disponível em: http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/noticias/publicacao_agua_sae.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

Sem medo de errar

Joana está encabeçando uma série de ações voltadas à educação ambiental. Em uma das atividades, a estudante Julia questiona qual a relação que existe entre as árvores que estão sendo plantadas e como elas contribuem para a preservação dos recursos hídricos. Inicialmente Joana mostra uma imagem do ciclo hidrológico (Figura 4.12), e solicita aos estudantes que analisem a imagem e se tal ciclo pode ser observado em uma escala menor, a de uma bacia hidrográfica.

Julia lembra de uma das aulas de Geografia, ministradas pela professora Joana, a água percorre um caminho que se chama ciclo, no contexto do planeta é o que a Figura 4.12 representa, mas isso também ocorre em uma bacia hidrográfica?



Figura 4.12 | Ciclo da água ou ciclo hidrológico

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ciclo_da_%C3%A1gua.jpg. Acesso em: 5 fev. 2018.

Sim, coloca a professora Joana! Com isso, ela, através da via conceitual coloca que os recursos hídricos contemplam a água disponível em uma bacia para que possamos utilizar nas mais diversas atividades. Como a demanda é cada vez maior, é necessário realizar o gerenciamento de seu uso. Além disso, nós, seres humanos, por muito tempo, poluímos, desmatamos e superexploramos esses recursos, e hoje precisamos correr atrás do prejuízo que causamos ao sistema, nesse caso, ao ciclo hidrológico.

Algumas formas de reparo estão no tratamento de resíduos líquidos e sólidos, no uso racional da água e na atividade que acabamos de realizar, o replantio de árvores nas áreas que originalmente eram florestas. A substituição das florestas por cidades e áreas agrícolas contribuiu para uma série de problemas ambientais relacionados à bacia hidrográfica, por exemplo, a impermeabilização do solo nas áreas urbanas e a erosão nas áreas rurais.

Um exemplo bastante interessante ocorreu na cidade do Rio de Janeiro, por volta do ano de 1850, a bacia hidrográfica que abastecia a cidade estava totalmente transformada, a imensa floresta foi substituída por café e cana-de-açúcar. A água começou a faltar e o que havia disponível estava com elevado grau de contaminação. Assim, D. Pedro II ordenou que a área fosse reflorestada, e aos poucos, a nascente que tinha deixado de existir passou a contar com água corrente novamente, além de purificar a água que abastece o Rio de Janeiro. Na Figura 4.13 é possível verificar a Floresta da Tijuca, bem como outras áreas que são preservadas.

PARQUE ESTADUAL
DA PEDIA BRANCA
PARQUE MATURAL
MARCHA MATURAL

Figura 4.13 | Imagem dos parques/florestas localizados na cidade do Rio de Janeiro

Fonte: http://www.uezo.rj.gov.br/mais_noticias/2016/dezembro/areas-verdes-corredor-transcarioca.html. Acesso em: 31 jan. 2018.

A partir do exemplo do Rio de Janeiro, Joana conseguiu despertar na turma a importância que as árvores desempenham na regulação do ciclo hidrológico e que a gestão dos recursos hídricos perpassa pelo cuidado também da cobertura do solo, é através dela que iremos combater a erosão, diminuir o escoamento superficial e aumentar a infiltração, sendo esta responsável por alimentar as nascentes e rios de uma bacia hidrográfica. Com a realização dessa atividade, ela e seus alunos têm subsídios para produzir um relatório de pesquisa sobre a gestão dos recursos hídricos no Brasil, partindo da experiência e desse estudo de caso.

Faça valer a pena

1. A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos é conhecida por ser um conceito prático, formulado a partir de esforços globais sobre as diferentes problemáticas do uso da água e dos problemas de escassez. Os esforços atrelados a essa temática iniciam-se na primeira Conferência Mundial da Água, que ocorreu em 1977, em Mar del Plata, na Argentina.

De acordo com o texto, no que se refere à Gestão Integrada de Recursos Hídricos, marque a alternativa correta:

- a) Ela auxilia na tomada de decisões sobre o complexo sistema que envolve os recursos hídricos.
- b) Ela permite que um determinado uso não influencie os demais em uma bacia hidrográfica.
- c) Ela contribui na eliminação de ações do poder econômico na determinação dos usos da água.
- d) Ela permite que a tomada de decisão sobre os usos múltiplos priorize o uso industrial.
- e) Ela se vincula aos processos decisórios e aos diferentes acordos econômicos para o uso da água.
- **2.** Órgão colegiado, criado em 1988, pertencente ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa instituição visa a integração, entre municípios e até entre nações, baseada em decisões democráticas, permitindo que todos os setores da sociedade, que apresentem interesse no uso da água, possam ser representados e ter direito a voto sobre a gestão dos recursos hídricos.

A partir da leitura do texto, marque a alternativa que corresponda corretamente àa definição nele citada.

- a) Gestão Integrada.
- b) Comitês de Bacias.
- c) Sistema de Monitoramento.
- d) Plano de Recursos Hídricos.
- e) Lei das Águas.
- **3.** Um exemplo de Bacia Hidrográfica Transfronteiriça é a do Rio Amazonas. Rios com tal característica necessitam de um sistema de gestão diferenciado, já que eles envolvem questões que abrangem territórios de diferentes países. Assim, os planos de gestão são considerados internacionais e, além de representantes da ANA, fazem-se necessários também aqueles do Ministério de Relações Exteriores, para firmar acordos de cooperação.

Figura 4.14 | Países da América do Sul que abrangem a Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Amazonas. Acesso em: 23 jan. 2018.

A partir da leitura do mapa, marque a alternativa que indica corretamente alguns países que, junto com o Brasil, compartilham a Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas:

- a) Equador, Venezuela, Guiana Francesa e Peru.
- b) Guiana, Colômbia, Uruguai, Peru e Equador.
- c) Paraguai, Bolívia, Colômbia, Venezuela e Peru.
- d) Venezuela, Equador, Colômbia, Peru e Bolívia.
- e) Colômbia, Equador, Chile, Guiana e Peru.

Seção 4.3

Legislação sobre o uso e aproveitamento da água II

Diálogo aberto

Estamos acompanhando as ações de educação ambiental que Joana desenvolve junto às escolas do município de Corumbataí, no interior de São Paulo. Uma de suas atividades está relacionada ao plantio de árvores no entorno de riachos (APP – Áreas de Preservação Permanente), já que a área urbana dispõe de espaços restritos para o plantio de árvores. Depois do plantio das árvores, Joana reúne os estudantes e os convida a relatar as experiências vivenciadas durante a atividade e o que foi uma descoberta para eles. Ao final de todas as colocações, Joana pondera sobre a importância das árvores para a água e como tudo está interligado em um ecossistema, de forma dinâmica e integrada. É importante valorarmos cada árvore, cada copo de água que consumimos, para que assim nossa bacia hidrográfica se recupere, um pouquinho, dos danos que causamos a ela. Stela, que atentamente ouvia a professora, logo a interrompe e diz: professora, é valorizar e não valorar. Diante do comentário de Stela, Joana guestiona os(as) estudantes sobre o conceito de valorar e valorizar. Eles são diferentes ou podemos usar como sinônimos? Podemos falar em valores quando tratamos de recursos naturais e/ ou bens naturais? Vamos acompanhar o desfecho desta história.

Não pode faltar

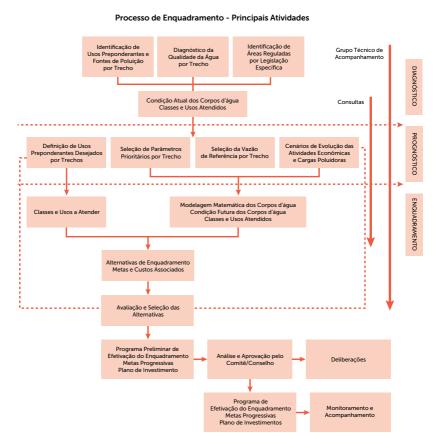
Enquadramento dos cursos d'água; Princípio poluidorpagador; Qualidade e monitoramento da água associado ao uso

O enquadramento dos cursos d'água envolve uma análise sistêmica das condições atuais da rede de drenagem que compõe uma bacia hidrográfica. A partir dessas informações cria-se um cenário futuro das condições que se deseja para tal bacia. Há,

no entanto, alguns entraves, em sua maioria de ordem técnica, econômica e/ou política, provocando a abertura de um diálogo entre os interessados, que pode resultar no cenário possível para um período de curto e/ou médio prazo.

Para que o enquadramento seja estabelecido é necessária uma estrutura, bem como a compreensão de que os cursos d'água devem seguir prioridades de uso: primeiro, a manutenção da biodiversidade aquática, abastecimento doméstico; posteriormente, dessedentação animal, irrigação e indústria. Na Figura 4.15 é possível analisar o processo necessário para a realização do enquadramento.

Figura 4.15 | Processo de enquadramento – principais atividades



Fonte: http://www.sigrh.sp.gov.br/enquadramentodoscorposdagua>. Acesso em 5 fev. 2018.



Enquadramento: "estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo; " (Resolução CONAMA 357, Art. 2, XX).

Controle de qualidade da água: "conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água; " (Resolução CONAMA 357, Art. 2, XIV).

Monitoramento: "medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;" (Resolução CONAMA 357, Art. 2, XXV).

Estabelecido o enquadramento, é necessário compreender que haverá destinos diferentes para o uso da água. Na maioria dos usos, para suprir demandas dos seres humanos, o resíduo ou a água resultante do processo é poluída e, se retornar nessas condições, a rede de drenagem comprometerá a biodiversidade aquática.

Nesse sentido, criam-se outros setores ligados à instituição que é responsável pelos recursos hídricos. Um deles é encarregado do monitoramento da qualidade da água que se destina a algumas das atividades humanas. Após alguns estudos, espelhados nas legislações de outros países, determinou-se no Brasil, os valores máximos de elementos químicos e biológicos que podem estar presentes na água.

Por exemplo, um curso de água é considerado de ótima qualidade (sem comprometer a biodiversidade aquática) quando o oxigênio dissolvido (OD) for maior que 6 mg/L, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) for de no máximo 3 mg/L, a turbidez for de 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e o cobre for de no máximo 0,009 mg/L. Um dado interessante sobre o cobre é que para a dessedentação animal o valor máximo permitido é de 0,5 mg/L, porém para o abastecimento humano ele sobe para 2 mg/L (ANA, 2010, p. 14).

Dentro do contexto do uso da água, há usuários que acabam provocando danos irreparáveis ou que levará um longo período

para recuperação da área ou do curso d'água. Deste modo, a legislação brasileira determina o princípio poluidor-pagador, que, a partir da ECO 92, passa a vigorar em todos os países que assinaram tal acordo, denominado Agenda 21. O princípio parte da premissa de que todo poluidor seja responsabilizado pela recuperação do dano, bem como o pagamento de multa pelo mesmo. Assim, a sociedade como um todo se isenta em pagar pela recuperação da água/área, através de seus impostos. O princípio poluidor-pagador está garantido pela Lei Nº 6.938/1981 (Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm - acesso: 06 jan. 2018), impondo ao pagador e ao poluidor a obrigatoriedade de recuperar e/ou indenizar os danos causados por utilizar o recurso ambiental para fins econômicos.



Um exemplo atual dentro do contexto de poluidor-pagador foi o desastre ambiental de Mariana, interior de Minas Gerais. O causador, a empresa Samarco, deverá pagar pelos danos causados e não a sociedade que sofreu com as consequências do desastre.

Logo após o desastre houve um acordo entre o Ministério Público Federal e a Samarco, a finalidade é custear medidas emergenciais, como pode ser observado na reportagem "Samarco vai pagar R\$ 1 bilhão por desastre ambiental em MG". Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=nuCulgA9Cfk>. Acesso em: 7 fev. 2018.

Instrumentação dos processos de outorga de direito de uso

Para efetivar um pedido de outorga é necessário conhecer as condições qualitativas e quantitativas da bacia hidrográfica. Esse monitoramento ocorre através de estudos de séries históricas e, no Brasil, os critérios outorgantes são bastante variados. A ANA (2005, p. 80) determina como a vazão máxima outorgável até 70% da Q95, ou seja, 70% de 95% da vazão média do curso d'água.



A outorga é um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos brasileiros, garantido pela Lei 9.433/97. A Agência Nacional de Águas – ANA entende outorga como um instrumento de alocação de água entre os mais diversos usos dentro de uma bacia hidrográfica. Nesse sentido, a sua análise deve objetivar o alcance de alguns itens mínimos, a saber:

- atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais por água;
- redução ou eliminação dos conflitos entre usuários da água; e
- possibilidade de que as demandas futuras também sejam atendidas.

(ANA, 2011, p. 14).

Esses valores determinados pela ANA (2005, p. 80) são os máximos outorgáveis, porém, devido à grande diversidade do Brasil, a legislação permite que a gestão da quantidade de água captada seja regida por diretrizes locais ou regionais. Assim, cada estado ou até mesmo cada Comitê de Bacia hidrográfica pode criar as suas próprias normas de uso.

A outorga de uso pode ser individual, para uso privado, como também para uso público. Essas normativas permitem que a água de um curso d'água seja usada até certo limite, depois disso, se a demanda for mantida ou aumentada, será necessário replanejar o uso, e é nesses casos que ocorrem os conhecidos períodos de racionamento de água, principalmente, aquela destinada ao uso doméstico.

É importante salientar que a outorga não é apenas para uso das águas superficiais; ela vale também para o uso da água subterrânea. Assim, antes de um indivíduo perfurar um poço, é preciso solicitar a outorga de uso, assim como para fins de lazer, aquicultura, navegação, entre outras atividades que não envolvem a retirada de água, porém cujos efeitos podem comprometer o equilíbrio da biodiversidade aquática.

Exemplificando

Um exemplo de uso outorgado está representado na Figura 4.16. Nesse certificado podemos analisar que o governo de Minas Gerais, no ano de 2013, foi o outorgante. O direito de uso (o outorgado) é a SAAE de Itabirito, empresa que realiza os serviços de saneamento básico (água e esgoto) para o município de Itabirito. Dentro dos termos técnicos, pode-se observar que o prazo de outorga foi até o ano de 2016 e a vazão outorgada foi de 47L/s, a captação de água ocorre no Córrego Carioca, que pertence à Bacia Hidrográfica Estadual Rio das Velhas e da Bacia Hidrográfica Nacional do Rio Santo Francisco.

Figura 4.16 | Certificado de outorga de direito de uso de águas públicas estaduais



Fonte:http://www.saaeita.mg.gov.br/wp/wp-content/uploads/2015/09/385.1997-Carioca-ponto-1.jpg>. Acesso em: 3 fev. 2018.

Cobrança do uso da água

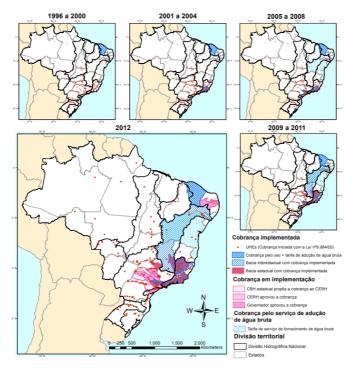
Juntamente com a evolução da legislação e das normas para realizar o processo de enquadramento e outorga de uso da água, surgiu também a necessidade de se estabelecer a cobrança pelo uso, já que muitas bacias hidrográficas passam a ter uma demanda muito maior que a sua disponibilidade hídrica. Exemplo disso é o

Comitê de Bacias Piracicaba – Capivari – Jundiaí (Comitês PCJ), o primeiro a estabelecer cobrança em toda a sua rede de drenagem. Isso ocorreu em função da sua importância: é responsável pelo abastecimento da população da Região Metropolitana de São Paulo, bem como do maior polo industrial do Brasil.



Ao pagar uma conta de água, no Brasil, pagamos pelo seu fornecimento, coleta do esgoto e dos resíduos sólidos. Nos últimos anos, o governo, juntamente com a comunidade (através dos Comitês de Bacias), está implantando o sistema de cobrança pelo uso da água. Você concorda com a cobrança da água que é consumida em sua casa? Na Figura 4.17 é possível verificar a evolução da cobrança pelo uso da água no Brasil até o ano de 2012.

Figura 4.17 | Evolução do sistema de cobrança pelo uso de Recursos Hídricos no Brasil



Fonte: https://goo.gl/7PGJFK>. Acesso em: 8 fev. 2018.

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída no Brasil pela Lei Nº 9.433/97 (Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm - Acesso: 06 fev. 2018) e nela constam os objetivos para que a cobrança pelo uso seja realizada: determinar ao usuário um valor pelo uso da água, incentivar a racionalidade no uso da água e obter recursos que serão revertidos na recuperação da bacia hidrográfica. É importante que fique claro que a cobrança não se configura como um imposto, mas sim como uma remuneração pelo uso de um bem público e é determinada pelo próprio Comitê de Bacias Hidrográficas (CBHs).

Para as bacias hidrográficas transfronteiriças, nos casos que ultrapassam os limites de um estado, a cobrança só passa a ter validade após aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. As bacias transfronteiriças que envolvem outros países necessitam de um acordo de uso da água estabelecido, já que a cobrança externa ao Brasil dependerá da legislação lá vigente.

Valoração da água enquanto recurso natural

A valoração de um recurso natural - no caso, a água - se configura em uma condição um pouco distinta do sistema de cobrança pelo uso do recurso. A valoração resulta na determinação de valor monetário para alguns bens e serviços que, até então, não o têm ou o valor determinado pelo mercado é distorcido.

A valoração se dá de forma diferente, dependendo da disponibilidade do recurso naquele lugar. Por exemplo, a valoração da água em uma área desértica ou cuja demanda esteja no limite de sua disponibilidade, apresentará valores diferentes daqueles onde é abundante para o consumo humano e para as demais necessidades ecossistêmicas. Esse é um dos motivos que levam o governo brasileiro a direcionar aos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) a decisão pelo valor da cobrança do recurso hídrico. É importante destacar que o reconhecimento da valoração e a determinação de métodos para o contexto brasileiro ainda não são regulamentados.



Para a compreensão de uma das formas de valoração das zonas costeiras, recomenda-se a leitura do artigo:

VEIGA LIMA, F. A. da; ALMEIDA, F. B. de; TORRES, R. P.; SCHERER, M.

E. G. Modelo conceitual de avaliação de ameaças sobre serviços ecossistêmicos de sistemas de dunas. Estudo de caso: os campos de dunas da Ilha de Santa Catarina/SC, Brasil. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente. Vol. 38, agosto 2016. P. 199-211. Disponível em: http://revistas.ufpr.br/made/article/view/46992/29121 Acesso em 4 fev. 2018.

Este artigo demonstra a elaboração de um modelo conceitual para serviços ecossistêmicos das dunas. Ou seja, no contexto do estudo de caso, os autores explicam como devemos entender o processo de valoração das dunas e da zona costeira da Ilha de Santa Catarina.

Sem medo de errar

Joana, a engajada professora de Geografia, propôs um desafio a Stela e seus colegas. Inicialmente, Stela questionou a professora acerca dos conceitos de valorização e valoração. Joana, pela via conceitual, coloca que tanto valorização como valoração existem, porém são diferentes. Valorizar algo se relaciona ao preço agregado, por exemplo, quando compramos uma fruta em sua época de produção, encontramos seu preço a R\$ 2,00 por quilograma. Já durante a época do ano na qual ela não é produzida, o preço é de R\$ 3,00, ou seja, houve uma valorização de R\$ 1,00.

Quando pensamos em valorização, nem sempre um produto é mais valorizado quando a oferta é menor que a procura, ou seja, no exemplo mencionado, a fruta em questão deveria ser mais barata no período de sua safra, já que a procura é maior, porém, os comerciantes, sabendo que a procura será maior, costumam aumentar o preço e, consequentemente, seus lucros.

A valoração é o processo que determina um valor justo para algo. Se ganharmos um presente muito significativo, ele terá um valor para nós que talvez não corresponda àquele que está indicado na prateleira de uma loja. Nesse sentido, o mesmo presente pode apresentar valores diferentes para as pessoas.

Joana coloca como exemplo um pacote de bombons, outro de balas e outro de pirulitos. Ela divide a turma em três grupos, cada um

recebe um dos pacotes de doces e a professora pergunta ao grupo que tem o bombom, quantas balas correspondem a um bombom, repetindo a pergunta ao outro grupo que estava com os pirulitos.

Após grande debate e negociações, chegou-se ao valor que todos concordavam, no caso, 1 bombom por 5 balas ou 2 pirulitos. Assim Joana constrói com eles o conceito de valoração, mostrando empiricamente o processo de se definir valor de uma coisa em relação a outra.

Assim, ela pondera que quando valorizamos as coisas, atribuímos valor. Agora, quando se trata de recursos naturais que sofreram danos, ou seja, modificações, devemos proceder com o processo de valoração: por exemplo, se retirarmos água do rio, o seu nível irá baixar e, por isso, o valoramos, propondo que seu uso seja mais consciente a partir de então, mediante o dano e a mitigação do mesmo.

Faça valer a pena

1. Leia atentamente ao fragmento de texto que segue:

O PPP é um princípio típico do Estado social que obriga a criar normas que alterem a ordenação espontânea de valores que gera através das regras do mercado (ordenação essa que redunda na subjugação da parte mais fraca à mais forte), contribuindo assim para alcançar o bem-estar e a justiça social (ARAGÃO, 1997, p. 212).



ARAGÃO, M. A. de S. O princípio do poluidor-pagador. Pedra angular da política comunitária do ambiente. São Paulo: Coimbra, 1997.

A partir da leitura do fragmento de texto anterior, marque a resposta que está de acordo com o princípio poluidor-pagador:

- a) O princípio poluidor-pagador não contabiliza o pagamento para o uso de práticas que causam danos ambientais.
- b) O princípio poluidor-pagador está desvinculado dos princípios essenciais do Direito Ambiental.
- c) Permite que as vítimas de poluição sejam indenizadas pelos responsáveis causadores do dano.

- d) A indenização permite que o responsável pelo dano não seja responsabilizado judicialmente.
- e) O princípio poluidor-pagador desestabiliza a função socioambiental e o princípio normativo.
- **2.** Correlacione corretamente as colunas seguintes, sobre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos:
 - () É o instrumento de gestão, determinado a partir de um acordo entre sociedade civil, usuários e o poder público. Tem como um dos objetivos estimular os usuários a consumirem a água de maneira racional, pois através dele é possível compreender o seu real valor.
 - I. Enquadramento
 - II. Outorga
 - III. Cobrança

- () É o instrumento de gestão que possibilita assegurar a qualidade da água ajustado ao uso, amortecendo os gastos de combate à poluição através de ações preventivas; também monitora os níveis de qualidade para atender aos múltiplos usos dos recursos hídricos.
- () É o instrumento de gestão que permite ao consumidor a utilização das águas sob seu domínio; sua concessão é feita pelo órgão gestor de recursos hídricos do Estado. Em casos de descumprimento das normas o direito é suspenso.

A partir da correlação das colunas, marque a alternativa que indica a sequência respectiva e correta.

- a) I, II, III
- b) III, II, I
- c) II, I, III
- d) III, I, II
- e) I, III, II

3. O Sistema de gestão de recursos hídricos no Brasil segue uma série de normativas legitimadas através da Política Nacional de Recursos Hídricos; ele é instituído pela Lei Nº 9.433/97. Dentre seus fundamentos, destaca-se que água é um bem de domínio público e cuja gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

A partir dessa reflexão, marque a alternativa que expressa corretamente as diretrizes determinadas pela Lei 9.433/97.

- a) A gestão das bacias hidrográficas está integrada aos sistemas estuarinos e zonas costeiras
- b) A gestão de recursos hídricos não está adequada aos aspectos demográficos, sociais e culturais.
- c) O planejamento de recursos hídricos é unissetorial, o que permite maior integração na sua gestão.
- d) O uso do solo/terra não é levado em conta no planejamento e na gestão integrada dos recursos hídricos.
- e) A gestão sistemática dos recursos hídricos dissocia os aspectos de quantidade e qualidade da água.

Referências

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2016. Brasília: ANA, 2016.

Agência Nacional de Águas – ANA (Brasil). **O Comitê de Bacia Hidrográfica:** o que é e o que faz? Brasília: SAG, 2011.

Agência Nacional de Águas – ANA (Brasil). **A evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Outorga de direito de uso de recursos hídricos.** Diretrizes e Prioridades. Brasília: ANA, 2005.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Enquadramento dos corpos d'água.** Brasília: ANA, 2010.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: SAG, 2011.

Agência Nacional de Águas – ANA (Brasil). **Lista de termos:** para o thesaurus de recursos hídricos. Brasília: ANA, 2014.

ARAGÃO, M. A. de S. **O princípio do poluidor-pagador**. Pedra angular da política comunitária do ambiente. São Paulo: Coimbra, 1997.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Publicado no D.O.U. Nº 053, de 18 de março de 2005**, p. 58-63. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459 Acesso em: 02 fev. 2018.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivos/areas_protegidas/snuc/Livro%20SNUC%20PNAP.pdf. Acesso em: 31 jan. 2018.

BRASIL. Criação da Agência Nacional de Águas - Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.

BRASIL. Superintendência de Assuntos Estratégicos da Presidência da República do Brasil. **Água e Desenvolvimento Sustentável:** Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços do Brasil, 2013. Disponível em: http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/noticias/publicacao_agua_sae.pdf. Acesso em: 28 jan. 2018.

COMITÉS PCJ. Os Comités PCJ e a segurança hídrica nas Bacias PCJ. Ed. 10. Relatório, 2015. Disponível em: http://aguasdobrasil.org/edicao-10/os-comites-pcj-e-a-seguranca-hidrica-nas-bacias-pcj.html Acesso 31 jan. 2018.

Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH - Resolução Nº 15, de 11 de janeiro de 2001.

DOMINGUES, L. M.; MELLO, C. E. F. de. Gestão integrada de recursos hídricos – aplicação dos conceitos de GIRH no caso da bacia hidrográfica do Rio Doce. 2017. p. 1-17. Disponível em: https://www.iwra.org/member/congress/resource/PAP00-5009.pdf Acesso 23 jan. 2018.

MMA. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente / SQA. Brasília: MMA, 2006.

UGA, M. A. **Descentralização e democracia:** o outro lado da moeda. Planejamento e Políticas Públicas. Brasília, n. 5, 1991.

Anotações

Anotações

Anotações

