An aerial photograph of the Serra de Ouro Branco region in Minas Gerais, Brazil. The image shows a town with red-tiled roofs nestled in a valley, surrounded by rolling hills and a large reservoir. A network diagram with white lines and circular nodes is overlaid on the image. One large node is positioned over the town, while others are placed over the surrounding landscape and distant hills. The title 'CAPÍTULO 4' is written vertically in white, with the number '4' being significantly larger than the word 'CAPÍTULO'.

CAPÍTULO 4

*Primeira parada:
Estação usos e
ocupação da terra*

CAPÍTULO 4

Vagão 4:

DOI: 10.17648/ufmg-monitoramento2019-4

*Primeira parada:
Estação usos e
ocupação da terra*

Juliana Silva França, Diego Rodrigues Macedo & Marcos Callisto

CONCEITOS-CHAVE

- 4.1 Hierarquia de rios:** conjunto de rios dispostos em categorias crescentes de porte e volume, com base em sua posição em uma bacia hidrográfica (ordenação a partir de nascentes - 1ª ordem).
- 4.2 Mata ciliar:** é a vegetação que acompanha as margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes.
- 4.3 Áreas de referência:** ecossistemas com características minimamente alteradas por atividades humanas.
- 4.4 Aspectos geomorfológicos:** são as formas do relevo resultantes de combinações do tipo de rocha e interações com aspectos climáticos, formação de solos e fluxo das águas em uma determinada região, como importantes influenciadores no uso e ocupação da terra.

E

ste capítulo representa o início de um novo Módulo deste livro que é voltado para apresentação de metodologias científicas adaptadas para que possam ser utilizadas por vocês em um projeto de avaliação ecológica de qualidade de águas urbanas. É importante que vocês tenham sempre em mente a importância do “arcabouço teórico” como discutimos no Capítulo 3. E este arcabouço deve considerar tudo o que foi discutido no Módulo anterior de Bases Teóricas. Nossa proposta retoma alguns conceitos e traz novas informações que serão úteis no desenvolvimento de seus projetos em “Ecologia Aquática” na escola. Esperamos que este seja o início de uma futura carreira científica, e que vocês se sintam incentivados, por meio das experiências aqui propostas, a desenvolver o seu lado investigativo e curioso, seja qual for a carreira que venham a seguir no futuro. Que comecem nossa experiência científica! E que seja uma excelente experiência para você e seus colegas de turma!

A bacia hidrográfica é nosso território

Para dar início a este novo capítulo, vamos retomar um assunto abordado em nosso Capítulo 2, a bacia hidrográfica. E isto é um indício que a nossa leitura possa se tornar repetitiva? Não, na verdade nossa proposta é que, a partir deste momento, comecemos a utilizar os conceitos discutidos ao longo dos três primeiros capítulos com um foco mais direcionado para a nossa realidade, incluindo nosso território. E iniciaremos a primeira parada de nossa viagem científica pela nossa bacia de drenagem.

A bacia hidrográfica, como discutimos no Capítulo 2, é a área de drenagem de uma região delimitada pelas formas de relevo, onde a água que escorre pelas partes mais altas alcança o vale, no qual se encaixa um rio principal. Esta estrutura é formada por desníveis dos terrenos e orienta uma hierarquização de ecossistemas aquáticos, desde nascentes, passando por riachos e rios menores, até um rio principal. Este último é, naturalmente, mais caudaloso (maior corrente e fluxo de águas) no ponto mais baixo da paisagem. Entender a bacia hidrográfica como nosso território nos remete à compreensão da multiplicidade de conflitos de interesses que envolvem essa região. Atividades humanas podem, em qualquer área deste território geográfico, influenciar toda a região de drenagem da bacia. Isto já foi um pouco discutido e apresentado no Capítulo 2, quando abordamos os efeitos de atividades antrópicas sobre bacias hidrográficas urbanas.

E é neste ponto, como moradores de bacias hidrográficas que sofrem múltiplas influências urbanas, que gostaríamos que você começasse, junto conosco, a pensar em todas as informações que discutimos nos capítulos anteriores, mas considerando seu território. Que tal pensarmos em nossas bacias hidrográficas e suas influências? Primeiro, vamos lembrar a informação também adquirida no Capítulo 2, sobre a grande bacia hidrográfica brasileira à qual pertencemos. Você localiza a bacia hidrográfica de seu município? Caso não, recorra à Tabela 2.3 e confirme os estados que estas bacias percorrem desde a nascente até a foz. Pronto, você, morando em território brasileiro, deve conseguir encaixar sua região em uma destas bacias de drenagem, correto?

Agora que você se localizou em uma bacia hidrográfica brasileira, vamos tentar nos localizar dentro desta bacia e pensar juntos em nossa posição geográfica, que tal?! Para dar início, vamos deixar claro dois termos que utilizaremos com frequência em nossa proposta de pesquisa em rios urbanos: montante e jusante. E lembre-se de começar a usar seus olhos, neste momento, sob o ponto de vista de um cientista em “Ecologia Aquática”. Sob os nossos olhos, ou seja, sob nossa observação de um córrego ou rio, montante e jusante serão pontos referenciais que iremos utilizar. Assim consideramos: montante como tudo que está acima do seu referencial, ou a parte alta, na direção da nascente, e jusante, como tudo o que está abaixo do seu referencial, ou parte baixa, em direção à foz. De posse destes dois termos, a nossa proposta é que você comece a se localizar em sua bacia hidrográfica, inicialmente discriminando três tipos de trechos (Figura 4.1):

TRECHO ALTO A: é a região mais próxima às nascentes do rio principal da bacia. Esta região normalmente é caracterizada por um relevo mais elevado e acidentado, e determina a direção das águas, no sentido à jusante. Qualquer impacto ocorrido nesta região influenciará toda a bacia local e à jusante, na direção da foz.

TRECHO MÉDIO B: é a região média entre as nascentes e a foz, relacionada ao curso do rio principal. Esta região, normalmente, é caracterizada por um relevo alto lateralmente, de onde recebe os tributários ou afluentes. Esta região é influenciada por impactos urbanos locais, vindos da região alta e com influência na parte baixa da bacia, recebendo de montante (trecho Alto) e influenciando a jusante (trecho Baixo).

TRECHO BAIXO C: é a região mais próxima à foz do rio principal da bacia. Esta região, normalmente, é caracterizada por um relevo mais baixo e plano, com partes altas lateralmente de onde são recebidos tributários ou afluentes. Além dos impactos urbanos locais, esta região recebe a influência de toda a bacia à montante, advinda dos trechos Alto e Médio.

Figura 4.1 – Determinação dos trechos à montante e à jusante com base em um referencial (posição de uma pessoa), e delimitação conforme trechos (A) alto; (B) médio; e (C) baixo de uma bacia hidrográfica, marcadas pelas regiões em cores fortes.

Esta delimitação ajudará no entendimento de que pertencer a uma bacia hidrográfica requer considerar as influências oriundas de outras regiões à montante, bem como as influências locais que serão determinantes nas regiões à jusante. A partir do conhecimento de onde estamos inseridos e qual nossa influência (ou de nossa cidade ou estado) para a grande bacia hidrográfica a qual pertencemos, vamos começar a determinar e conhecer formas de entender o nosso território. Este território será, a partir deste Capítulo 4, um de nossos “problemas” a ser investigado em nossa maratona científica. Neste ponto é importante rever o que seria, para nosso método científico, um problema, com base na Figura 3.2. E, para dar início à nossa maratona científica, começaremos a trabalhar da menor escala (impactos locais em nossa região) para uma escala mais ampla (impactos regionais em nossa bacia hidrográfica). Partindo do local, começaremos a detalhar as características morfológicas (ou estruturais) dos ecossistemas aquáticos, mais especificamente dos ecossistemas com menor tempo de residência (riachos e rios). E, nesta proposta, iremos hierarquizar nossos rios dentro de nossa bacia hidrográfica.

E que tal entendermos um pouco sobre essa hierarquização de rios?

Vamos começar percebendo uma área científica que também pode ser um importante apoio em nossos estudos, a hidrologia. A Hidrologia é a área da ciência que estuda a ocorrência de água em determinados locais, sua circulação e movimentação no planeta. Com base na hidrologia, tentaremos entender a hierarquização de rios em bacias hidrográficas, segundo a proposta de ordem sequencial de Arthur Strahler (1957).

A hierarquização de rios pode ser descrita, para facilitar nossa visualização, como uma árvore e sua complexidade de ramificações. Neste caso, os galhos representariam as nascentes e riachos, e o tronco representaria o rio principal conforme esquematizado na Figura 4.2.

Adaptado de Strahler (1957)

Figura 4.2 - Representação de hierarquia de rios definida por Strahler (1957), na qual os números representam a ordenação crescente de ecossistemas aquáticos.

A HIERARQUIA DE RIOS ou hierarquia fluvial corresponde, portanto, à ordenação de diferentes canais fluviais (nascentes, riachos, rios, etc.) dentro de uma bacia hidrográfica, isso baseado na hierarquização da rede de drenagem proposta por Strahler em 1957. Porém existem outras hierarquias menos utilizadas. Nesta proposta, consideramos como canais de 1ª (primeira) ordem aqueles que não apresentam tributários, isto é, são nascentes (ou canais de cabeceiras de drenagem). Os canais de 2ª (segunda) ordem são os canais imediatamente após o encontro de dois canais de primeira ordem (ou encontro de duas nascentes), e assim sucessivamente. A confluência de um canal com outros canais de ordem hierárquica menor não altera a hierarquização da rede. Tente visualizar, acima e à direita de nossa Figura 4.2: quando duas nascentes (que hierarquicamente são de 1ª ordem) se encontram, há a formação de um riacho de 2ª ordem, mas quando uma nascente (1ª ordem) se encontra com um trecho de 2ª ordem, este manterá a classificação hierárquica mais alta. A ordem sequencial proposta por Strahler definirá também o tamanho de um trecho de rede fluvial, baseado na hierarquia de afluentes. Enfim, é possível você imaginar que um rio de 1ª ordem quando se junta a outro rio de 1ª ordem formará, logo à frente, um rio de 2ª ordem que seja mais largo e profundo e que tenha mais volume de águas (recebendo influência de, pelo menos duas nascentes)? E, continuando neste raciocínio,

um rio de 2ª ordem, por sua vez, quando encontra outro rio de 2ª ordem, formará um novo rio de 3ª ordem, correto?! E este último terá recebido, pelo menos, influência de quatro nascentes e terá, portanto, um volume maior de água que as ordens anteriores, e assim sequencialmente? Agora, com base neste raciocínio, e conhecendo a proposta de hierarquização de rios, que tal pensarmos um pouco sobre as bacias hidrográficas em nosso território?

Você já se localizou dentro de uma bacia hidrográfica brasileira, correto?! Com base nos estados que esta bacia hidrográfica percorre você é capaz de se localizar entre os trechos alto, médio ou baixo?! E, de forma mais específica, você acha que em seu território (estado, cidade, bairro, rua) você está mais próximo de rios de baixa ordem (1ª a 3ª ordens de Strahler) ou rios de maior ordem (4ª ordem em diante, segundo a classificação de Strahler)? Você concorda que não é tão claro ou fácil assim, não é mesmo?! Afinal, além de nossas cidades possuírem diferentes rios e riachos que podem ser classificados em diferentes ordens, a maioria deles pode estar “invisível” para nós. Você sabia que existem milhares de quilômetros de rios escondidos debaixo de nossas avenidas, ruas, becos, entre outras obras urbanas das grandes cidades? É bem provável que, inclusive, você nem tenha certeza se passa um rio perto de sua casa ou da sua escola... e é bem provável que exista sim um rio subterrâneo, afinal a rede hidrográfica é naturalmente tão complexa que em cada bairro de sua cidade pode haver pelo menos um rio ou riacho escondido debaixo das ruas e edificações. Para você ter uma ideia melhor desta complexidade, estima-se que 60 a 80% de uma bacia hidrográfica seja formada por rios de baixa ordem (1ª a 3ª ordens, ou seja, nascentes e riachos de cabeceira). E, a partir do momento que você conhece a hierarquização de rios proposta por Strahler, será que temos ideia real desta complexidade? Para você, p. ex. a partir deste conhecimento adquirido até aqui, qual a ordem dos nossos grandes rios, como Amazonas e São Francisco, por exemplo? Inimaginável? Pois não, devido justamente à complexidade de ramificações das bacias hidrográficas e de que um rio só muda de ordem quando encontra outro rio de mesma ordem, podemos estimar que um rio de grandes proporções, como o rio Amazonas, alcance, no máximo, 12ª ordem. Parecia ser muito mais que isso, não é mesmo? Na verdade podemos pensar em classificar nossos rios com base nas características de descarga (ou volume de água na foz), área de drenagem e largura, para termos uma ideia de como seriam classificados nossos distintos tipos de rios e como seria sua classificação hierárquica (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Classificação de rios com base em características de descarga, área de drenagem e largura.

Classificação do Rio	Descarga Média (m³/s)	Área de Drenagem (km²)	Largura Média (m)	Classificação segundo Strahler
Nascentes/ Cabeceiras	< 0,1	< 10	< 1	1-3
Córregos	0,1 – 1,0	10 – 100	1 – 8	2-5
Riachos	1 -10	100 – 1.000	8 – 40	3-6
Ribeirões	10 – 100	1.000 – 10.000	40 – 200	4-7
Rios Pequeno Porte	100 – 1.000	10.000 – 100.000	200 – 800	6-9
Rios Médio Porte	1.000 – 10.000	100.000 - 106	800 – 1.500	7-11
Rios Grande Porte	> 10.000	> 106	> 1.500	> 10

Adaptado de Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008)

É importante que você compreenda que, em relação à nossas diferentes redes hidrográficas, quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes e maior será a extensão da bacia hidrográfica. E, se estamos tentando trazer essa informação para nossa realidade, tentaremos sempre clarear algumas dúvidas que você possa ter sobre esses elementos. Provavelmente, você já escutou termos como microbacia ou sub-bacia e, talvez, não esteja claro o que determinaria esta classificação, estamos certos? Pois bem, a classificação de microbacia ou sub-bacia é bastante controversa e, portanto, também não traremos definições tão determinantes para você. No entanto, podemos considerar uma microbacia como uma bacia de área pequena e uma sub-bacia, como uma área foco de estudos de uma pesquisa. Mas como será definido esse tamanho para microbacia? E, do mesmo modo, como será definido esse foco de estudos para a sub-bacia? A controvérsia é justamente pelo fato de não termos uma área definida para classificarmos ambos os termos. Desta forma, para nós, os termos microbacia e sub-bacia terão uma relação mais direta com a possibilidade de manutenção de uma área, ou seja, a área de atuação na busca de soluções de gestão de uma comunidade ribeirinha local. Isto significa que definiremos microbacia ou sub-bacia como uma área delimitada que influência um rio principal de nosso interesse, e cuja estrutura como um todo estará ao nosso alcance na busca de soluções de problemas, através de ações participativas em parceria com os gestores responsáveis. Isto porque, se focarmos nossas ações de desenvolvimento sustentável em uma área menor e todos os moradores de diferentes bacias menores também o fizerem, a nossa chance de sucesso será maior do que se prevermos trabalhar em uma grande bacia e toda sua complexidade de impactos. Não nos importando um tamanho definido, a microbacia será um trecho cuja área é tão pequena que seja sensível a chuvas e aos usos da terra, independente

das características da rede de drenagem como um todo. Por outro lado, a sub-bacia será toda a área de entorno de um rio de nosso interesse considerando que, politicamente, essa área seja influenciada pelos mesmos programas de planejamento como foco de ações. Para essa proposta, vocês poderão trabalhar em um curso d'água (p.ex. um riacho próximo à sua escola) que recebe outros riachos como afluentes.

Assim, como nossa intenção é que você se localize em uma bacia hidrográfica muito mais pela noção de pertencimento e de influência urbana, independente do tamanho, deixaremos que se sinta confortável para definir, junto com sua equipe de pesquisa, qual nível hierárquico irá trabalhar. E, se nossa proposta é que este trabalho seja um incentivo à participação pública, que você considere o nível de bacia (micro, sub ou bacia) que sua comunidade, bairro ou cidade estejam inseridos, e assim possa ter voz na formulação de políticas públicas. Isso significa que, independente do ecossistema aquático e da área que vocês escolherem para estudo, que nos tornemos parceiros em prol de um movimento único de entender as nossas influências e importância de nossas ações para cada corpo d'água urbano. E que este movimento social seja influência positiva em bacias hidrográficas, desde as nascentes e cabeceiras, até os rios de 10ª ordem ou maiores. E, para perpetuar a importância de se entender a hierarquização de rios, quando se trata de perspectivas de manutenção, tenha sempre em mente que cada ação que afete os menores rios ($< 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ de descarga média) poderá ser fundamental na estrutura e manutenção de grandes rios ($> 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ de descarga média). Por isso é importante que você entenda, através dos próximos conceitos a serem apresentados, as características naturais do entorno de riachos e rios que formam suas bacias hidrográficas. E um dos fatores mais importantes na manutenção do entorno de ecossistemas aquáticos é a presença de vegetação natural. A manutenção das características naturais dos ecossistemas aquáticos está intimamente associada ao termo “mata ciliar” ou mata ripária. Você já escutou algum desses termos? Aposto que sim e vamos começar a discutir a importância das características naturais do entorno de ecossistemas aquáticos continentais através da importância da manutenção das matas ripárias (ou matas ciliares)...

Vamos entender um pouco mais sobre a importância das matas ciliares

As MATAS CILIARES (matas ripárias) podem ser definidas como a cobertura vegetal nativa que acompanha as margens de ecossistemas aquáticos continentais (rios, igarapés, lagos, represas, entre outros). Trata-se de uma vegetação de porte arbóreo-arbustiva (árvores e arbustos) na interface de ecossistemas aquáticos e terrestres, recebendo influência de ambos e, portanto, formando uma faixa de vegetação frondosa e rica em biodiversidade. O nome “mata ciliar” remete aos cílios dos olhos, chamando a atenção para uma importante função deste tipo de vegetação, a de proteção dos corpos d'água (Figura 4.3):

Figura 4.3 – Representação de mata ciliar (cobertura vegetal) ao longo das margens de um rio.

A mata ciliar desempenha importantes papéis na interface de ecossistemas aquáticos e terrestres, incluindo:

a) Ecossistemas Terrestres:

- Estabilidade do solo nas margens;
- Retenção de partículas, formando uma barreira protetora;
- Filtro para poluentes;
- Atenuação de picos de cheia;
- Corredores ecológicos para muitas espécies de animais e plantas;
- Dispersão de sementes e fluxo gênico entre fragmentos de vegetação próximos.

b) Ecossistemas Aquáticos:

- Regulação da entrada de luz do sol e sombreamento;
- Regulação e estabilidade da composição química e física da água do rio;
- Regulação da temperatura da água;
- Redução da sedimentação de partículas carregadas de montante;
- Manutenção de habitats para espécies aquáticas;
- Fornecimento de alimento, abrigo e refúgio para fauna aquática.

c) Ecossistemas Aquáticos e Terrestres (interface ou ecótono):

- Transferência de energia entre ecossistemas;
- Controle da velocidade do fluxo de água pelo solo;
- Controle das taxas de erosão e lixiviação do solo para os corpos d'água;
- Aumento da retenção de nutrientes pelas plantas e solo;
- Aumento do acúmulo de água no lençol freático;
- Aumento das taxas de evapotranspiração;
- Aumento da absorção e fixação de dióxido de carbono;

- Manutenção da quantidade e qualidade das águas que chegam aos corpos d'água;
- Fornecimento de matéria orgânica para os organismos aquáticos e terrestres;
- Filtragem de resíduos, evitando a modificação da qualidade ecológica de corpos d'água.

Em função de sua importância na manutenção de serviços ecossistêmicos, conceito que discutimos no Capítulo 1, as matas ciliares são consideradas no Código Florestal Brasileiro como Áreas de Preservação Permanente (APP). Desta forma, de acordo com a Lei nº 12.727, de 2012, passou a ser obrigatório manter uma área mínima de mata ciliar de acordo com a largura do rio, como ilustrado na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Definição segundo o Código Florestal Brasileiro de área mínima de matas ciliares (valores acima - demarcados pela linha pontilhada vermelha) de acordo com a largura do ecossistema aquático (valores abaixo demarcados pela seta azul).

Como as matas ciliares são comprovadamente importantes fornecedoras de serviços ecossistêmicos, um dos primeiros problemas que afetam os ecossistemas aquáticos é o seu desmatamento. A remoção desta vegetação nativa é atualmente causada, principalmente, por ação humana (p. ex. ampliação de áreas para agricultura ou pecuária, criação ou extração ilegal de madeira, incêndios, expansão urbana, instalação de indústrias e exploração de minérios, entre outros). A remoção das matas ciliares afeta diretamente os ecossistemas aquáticos, dando início ao processo de perturbação (influência de erosão e assoreamento em função da remoção direta da vegetação) até um processo de total degradação (influência direta de poluentes pela retirada da proteção oferecida pela vegetação). Com base nas informações anteriores sobre as bacias hidrográficas serem compostas principalmente por rios de baixa ordem, o deflorestamento de

matas ciliares nas cabeceiras de rios tem sido responsável por afetar diretamente a distribuição e qualidade de águas em toda a bacia. Este efeito negativo é desencadeado pelo impacto ocorrido à montante e influencia toda a bacia à jusante. Em consequência, este tem sido um fator que desencadeia todo o desequilíbrio e amplia os efeitos negativos em toda a extensão de grandes bacias hidrográficas no Brasil.

Que tal falarmos um pouco sobre a degradação das matas ciliares e os processos que serão desencadeados com esta situação? A degradação das matas ciliares não pode ser descontextualizada do uso e ocupação da terra. No Brasil, assim como no planeta como um todo, a cobertura vegetal natural, incluindo matas ciliares, vem sendo perturbada por desmatamentos e queimadas. A expansão agrícola e de centros urbanos, a pecuária, a indústria madeireira e as minerações têm sido importantes fatores de eliminação de vegetação natural, incluindo as áreas ciliares. As queimadas, sejam por incêndios criminosos ou programados (cultivo agrícola), também têm sido um dos grandes problemas associados à manutenção de matas ciliares. As consequências destas ações remetem inicialmente à modificação na capacidade de filtração, afetada pela ausência de vegetação e fazendo as chuvas e enxurradas percorrerem com mais força e velocidade o solo desprotegido. Com a perda da capacidade de filtração, a superfície terrestre desprotegida (sem vegetação) é afetada pela erosão causada pela perda acelerada do solo. A erosão, por sua vez, acarreta o assoreamento de corpos d'água ou acúmulo de sedimentos finos advindos das margens e encostas que podem ocorrer, entre outros fatores, pela ação mecânica e física de águas correntes (Figura 4.5).

Figura 4.5 – Representação de área sem cobertura vegetal ilustrando a remoção de vegetação no entorno (mata ciliar) e, consequentemente o acúmulo de sedimentos finos (assoreamento) em um ecossistema aquático.

Os distúrbios resultantes desta remoção de cobertura vegetal ocasionarão desde uma pequena perturbação no ecossistema aquático até sua total degradação, quando as modificações ocorrem de maneira intensa. A ausência de cobertura vegetal é capaz de alterar as condições locais e determinar desequilíbrios ecológicos de dimensões incalculáveis. A médio e longo prazos, os processos de erosão e assoreamento do leito podem gerar perda de profundidade (afetando a navegação), rebaixamento de lençol freático (em função da diminuição do escoamento) e homogeneização de habitats (ocasionando perda de espécies terrestres e aquáticas por limitação de recursos e abrigo). A partir do momento em que a perturbação afeta os ecossistemas a ponto de não serem capazes de se regenerar naturalmente, o homem é forçado a propor ações de restauração. Não iremos, neste momento, entrar em detalhes sobre os processos de regeneração natural ou sobre ações de restauração porque não propusemos a discutir a manutenção de características naturais do entorno de riachos e rios que formam suas bacias hidrográficas. Salientamos que estas informações podem ser enriquecedoras e até se tornar uma próxima proposta de estudos de sua equipe. Mantenham essa leitura com o propósito de que ela seja um pontapé inicial capaz de trazer novos problemas, novas curiosidades, novos estudos e novos conhecimentos, sempre!

A partir das informações apresentadas sobre as matas ciliares daremos um importante passo na busca do conhecimento sobre o que podemos denominar como “ecossistema natural”. Você acredita que no estado atual de crescimento populacional e urbano, em nosso planeta temos acesso fácil a ecossistemas naturais (ou intocados)? Talvez, a maioria deles já tenha sido descoberto ou “tocado”, a partir do momento em que o homem se aproximou, concorda? Mas você há também de concordar que ainda possuímos alguns locais que mantêm suas características próximas ao que seria natural? Você já conheceu algum parque ecológico em sua cidade? Ou, quem sabe, você tenha tido a oportunidade de conhecer uma área de preservação de proteção integral? Conheça as características de cada uma delas através da Tabela 4.2:

Tabela 4.2 - Classificação de Unidades de Proteção Integral no território brasileiro.

Classificação	Destinação	Permissão de Visitas
Estação Ecológica	Preservação da natureza Realização de Pesquisa Científica	Visitas com objetivo educacional
Reserva Biológica	Preservação da diversidade biológica	Visitas com objetivo educacional
Parque	Preservação de ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica	Atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental
Monumento Natural	Preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica	Diversas atividades de visitação
Refúgio da Vida Silvestre	Proteção de ambientes naturais	Diversas atividades de visitação

Adaptado de www.mma.gov.br

Caso tenha tido oportunidade de visitar alguns destes locais ou saiba de sua existência, você concordará que existem locais que mantêm suas características o mais próximo das naturais. Esta manutenção se deve ao fato de estas áreas terem sido protegidas por possuírem caraterísticas únicas, de terem como foco principal a preservação ambiental de seus ecossistemas, e permitirem a visitação pública controlada. Com base nessa proposta de ambientes preservados e com seu uso controlado, discutiremos um conceito muito importante a fim de manter as características naturais dos ecossistemas. Vamos conversar um pouco sobre a relevância da manutenção de “Áreas de Referência”.

O termo ÁREAS DE REFERÊNCIA é utilizado em estudos ambientais para caracterizar áreas com mínima influência de atividades humanas e que representam o estado ecológico não perturbado, ou o melhor possível, disponível em uma região ou bacia hidrográfica. Estas áreas muitas vezes estão localizadas em Unidades de Conservação e protegidas por lei, como os exemplos citados na Tabela 4.2. Às vezes, localizam-se fora de áreas protegidas mas apresentam baixa influência humana. Áreas consideradas de referência seriam para vocês, novos pesquisadores em Ecologia Aquática, uma “referência” do melhor estado disponível ou o mais próximo ao “intocado” conhecido em sua região ou sua bacia hidrográfica. Por que esta área é tão importante para os seus estudos? Porque ela possui características mais próximas ao natural e permitem que os ecossistemas continuem a fornecer os bens e serviços adequados. Assim, quando chamamos de melhor condição disponível uma região ou trecho de bacia hidrográfica, avaliamos qualidade ambiental de forma comparativa. Portanto, diferentes ecossistemas em uma mesma bacia hidrográfica podem apresentar características naturalmente distintas e bem preservadas. Para que isso fique claro, apresentaremos alguns exemplos de áreas de referência (Figuras 4.6 e 4.7).

Condição Histórica
(anterior à perturbação humana)
Imagem: intergalacticrobot.blogspot.com

Condição minimamente perturbada
(próxima à condição prístina) Rio em condições naturais Japão
Imagem: Max Pixel

Condições menos perturbadas
(melhores condições atuais)
Riacho Serra da Canastra – MG/Brasil
Imagem: Isabela S Martins

Melhor condição atingível
(prática de gestão aplicada) Córrego Nossa Senhora da Piedade-BH/MG – pré e pós-intervenção de restauração do Programa Drenurbs - Imagem: izabelahendrix.edu.br

Figura 4.6 – Áreas que podem ser consideradas “referência” em distintos estados de conservação desde, (A) condições históricas; (B) condição minimamente perturbada; (C) condição menos perturbada e (D) melhor condição atingível.

Como podemos observar na Figura 4.6, ecossistemas aquáticos em condições de referência podem estar em distintos estados de conservação, de acordo com a situação da paisagem local. Estas áreas poderiam ser consideradas desde aquelas “imagináveis”, ou seja, áreas dos períodos pré-históricos, em que o crescimento populacional humano realmente não as teria alcançado como o exemplo da letra A. Em determinadas regiões mais urbanizadas, poderiam ser aquelas que já foram perturbadas, mas que representam a melhor situação hoje em uma bacia hidrográfica, ou seja, sofreram intervenções que a caracterizaram como condição “aceitável”, como o exemplo da letra D. As áreas de referência serão distintas também quando representarem diferentes áreas geográficas e características da vegetação (Figura 4.7). Desta forma, elas podem representar uma variabilidade natural das características de habitats fluviais, qualidade de água e comunidades biológicas.

Igarapé Floresta Equatorial
Igarapé Manacapuru, Amazonas
Imagem: commons.wikimedia.org

Riacho Floresta Tropical
Córrego Garcia, Minas Gerais
Imagem: Laboratório de Ecologia de Bentos/UFMG

Riacho Cerrado
Patrocínio, MG
Imagem: Laboratório de Ecologia de Bentos/UFMG

Riacho Campo Rupestre
Parque Nacional Serra da Canastra, MG
Imagem: Laboratório de Ecologia de Bentos/UFMG

Figura 4.7 – Áreas em condições de referência em diferentes unidades de paisagem (A) floresta amazônica; (B) transição mata atlântica-cerrado; (C) cerrado e, (D) campos rupestres (> 1000 metros de altitude).

O conceito de área de referência deve ser seu aliado nas pesquisas em Ecologia Aquática, na determinação de uma variabilidade natural de características ambientais e biológicas de ecossistemas minimamente perturbados por ações antrópicas. Ecossistemas aquáticos prístinos, provavelmente, inexistem em suas bacias hidrográficas e, portanto, a caracterização de condições de referência locais será um importante apoio em seus futuros estudos ecológicos. A caracterização deste tipo de área pode ser feita através de medidas de um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos e nossa sugestão é que você seja capaz de definir isto com base em nossas propostas metodológicas. Por fim, para implementarmos uma proposta de pesquisa científica em uma bacia hidrográfica próxima à sua escola ainda precisamos falar um pouco mais sobre a influência de aspectos geomorfológicos.

A GEOMORFOLOGIA é a ciência que estuda as formas de relevo, sua origem, desenvolvimento, composição e processos atuantes em sua estrutura. Como sabemos a superfície terrestre não é plana, nem uniforme, caracterizando-se por diversos tipos de formas de relevo (elevações, depressões, ondulações, montanhas, planícies, entre outras estruturas distintas localmente e regionalmente). A geomorfologia local pode ser um fator determinante dos tipos de usos e ocupação da terra e têm grande influência na ocupação humana. O relevo influencia desde o melhor local para construção de moradias e manejo de agricultura e pecuária até instalação de indústrias e obras de engenharia. A estrutura do relevo será determinante inclusive na definição de áreas de conservação (discutidas anteriormente). Historicamente, o homem tende a se instalar em áreas que apresentam maior disponibilidade de águas. Neste contexto, áreas planas e próximas a rios de maior porte (a partir de 4ª ordem) são mais urbanizadas e utilizadas para cultivo. Desta forma, de uma maneira induzida, as áreas de conservação muitas vezes são definidas em locais de pior acesso, o que dificulta a urbanização, mas que as torna menos pressionadas por atividades humanas. De uma maneira geral, se estamos inseridos em regiões mais planas e próximas a rios, provavelmente as influências humanas, incluindo urbanização, agricultura, pastagens, industrialização, entre outras, poderão ser as principais causas de impacto em nossa bacia hidrográfica. Se estivermos inseridos em regiões montanhosas, com pouca disponibilidade hídrica, talvez tenhamos mais chances de viver próximo a áreas conservadas, como parques e áreas protegidas.

A área de entorno dos ecossistemas aquáticos, por meio da qual é definido o escoamento do terreno, também será um fator importante a ser considerado em termos geomorfológicos. As encostas serão responsáveis pelas perdas de solo, de acordo com a declividade do terreno. Dessa forma, quanto maior a declividade da margem de um rio ou riacho, maior deverá ser o escoamento e as chances de apresentarem áreas de erosão caso desmatadas, apresentando aumento do assoreamento. Você pode, inclusive, tentar avaliar mais este fator no rio que está estudando com o apoio do professor de Matemática, trabalhando a transdisciplinaridade. Para isso você utilizará o Teorema de Pitágoras, onde os catetos serão as medidas de altura e distância (em cm) da coluna d'água até a parte mais alta da margem do riacho; e a hipotenusa será uma medida, em cm, da declividade da parte mais alta até a coluna d'água, formando um triângulo retângulo. Em seguida, você poderá calcular o ângulo de inclinação através do seno (seno = cateto oposto), ou altura, dividido pelo valor da hipotenusa. Parece complicado? Que nada! Para você e seu professor de Matemática isso será “moleza”. Se o ângulo calculado for 45° ou mais, o terreno será propenso à perda de solo e o riacho será vulnerável a assoreamento. Mais um fator para chamar a atenção da importância da manutenção das áreas de entorno e sua relação com a qualidade do ecossistema aquático.

Agora, você, com certeza, já tem um robusto arcabouço teórico então, o próximo passo é: mãos à obra!

Bem vindo ao “Projeto Jovem Ecólogo das Águas”!

A partir de agora, separe algum tempo para organizar sua equipe de pesquisa (quem serão os pesquisadores ou cientistas?) e comece a pensar nas etapas do Método Científico. Para isso, você precisa definir a sua unidade de estudo, ou seja, a Bacia Hidrográfica. Você pode utilizar uma nascente, um riacho ou rio que passa perto da escola (na rua, no quarteirão, no bairro, no parque ecológico próximo, perto da casa de algum dos componentes da equipe). Como comentamos no início deste capítulo, sempre haverá um ecossistema aquático perto de nossa casa ou escola. E por que não começar nossa carreira científica estudando nosso território, não é mesmo? Cheguem a um consenso e vamos dar início à nossa aventura ecológica.

A primeira etapa de seu projeto será a identificação dos principais usos e ocupação da terra. Vocês, com certeza, já têm uma ideia sobre as principais atividades humanas desenvolvidas na região que escolheram. Mas lembrem-se de que se estamos propondo desenvolver um projeto científico, então devemos passar pelos passos da Ciência Moderna através da aplicação do Método Científico. E, para dar início ao nosso método científico, nada melhor que começar com o nosso “Mapa Mental”. Façam um esquema com base na Tabela 4.3:

Tabela 4.3 - Principais etapas do Método Científico (ver Capítulo 3), para definição do Projeto 1 “Usos e Ocupação da Terra”.

Etapas do Método Científico		
Evidência		O que vocês observam no ecossistema aquático escolhido para pesquisa?
Pergunta		O que vocês gostariam de saber em relação ao uso e ocupação da terra no entorno?
Hipótese		Que respostas vocês esperam para esta pergunta?
Previsões		O que vocês esperam que suas avaliações demonstrem no entorno do ecossistema caso as respostas previstas estejam corretas?

Agora que vocês já têm suas etapas definidas para apoiar em sua pesquisa, que tal apresentarmos metodologias baseadas nas utilizadas por pesquisadores das universidades e dos centros de pesquisa? Afinal, você agora é um deles, e nada mais justo que iniciar o seu trabalho contando com parceiros que tem conhecimento sobre o assunto!

Mas lembre-se: NUNCA ABANDONE SEU ARCABOUÇO TEÓRICO!

Primeiro, nosso foco de estudos será o entorno de um ecossistema aquático, ou seja, o quanto as ações humanas relacionadas aos usos e ocupação da terra estão influenciando localmente. Vocês se lembram que, ainda no Capítulo 4, no 1º parágrafo após a Figura 4.1, falamos que nossos estudos começariam da escala local para a regional? Não? Ah, mas falamos... vamos cumprir, não é?! Portanto, é chegada a hora de começarmos nossas atividades de campo! Pegue seu boné, sua garrafa de água, passe filtro solar, coloque calça comprida, blusa de malha e sapato fechado. Separe o seu material descrito a seguir e vamos ao riacho (com sua turma, claro!):

Material necessário para essa atividade:

- 1. Protocolo de Avaliação de Hábitats Físicos (Tabela 4.4)
- 2. Prancheta ou estrutura para apoio de escrita
- 3. Lápis
- 4. Borracha
- 5. Máquina fotográfica (celular)

A sua primeira avaliação será, portanto, a respeito dos hábitats físicos que estarão influenciando diretamente o seu ecossistema aquático. Hábitats, caso você tenha se esquecido, seriam os locais que oferecem as condições climáticas (microclima local), físicas e alimentares ideais para o desenvolvimento dos organismos. Em termos de hábitats físicos, como estaria o estado ecológico do ecossistema aquático que sua turma selecionou? Como avaliar isto de uma forma sistemática? Através de protocolos de avaliação, como o apresentado na Tabela 4.4 a seguir. Protocolos como este, de avaliação rápida, são adaptados de modelos complexos utilizados por pesquisadores experientes. Este procedimento sistemático tem como meta direcionar a sua observação para características de hábitats físicos importantes para a manutenção da estrutura do ecossistema aquático. Esta avaliação é feita visualmente e com uma única ida a campo, mas você pode tentar utilizá-la em escala temporal (visitas mensais, bimestrais, trimestrais, por exemplo) para observar se estão ocorrendo modificações durante a sua pesquisa. Sem mais “delongas”: Bom trabalho!

Tabela 4.4 - Protocolo de Caracterização de Hábitats Físicos

Descrição do Ecossistema Aquático			
Nome (s) Pesquisador (es):			
Questões	Respostas		
1. O que existe em maior quantidade em torno do local?	(a) Vegetação natural	(b) Plantações, pastagens, monocultura	(c) Casas, lojas, indústrias
2. Existe assoreamento	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
3. Existe lixo na (s) margem (s)?	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
4. A água apresenta odor?	(a) Não	(b) Odor fraco	(c) Odor forte
5. Existe esgoto? (observar presença de canos de despejo de esgoto no local)	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
6. Como é a transparência da água?	(a) A água é clara	(b) A água é um pouco escura	(c) A água é muito escura
7. Como é composto o leito do rio (maior parte)?	(a) Pedras e cascalhos	(b) Lama e areia	(c) Cimento
8. Como é a mata ciliar?	(a) Existem muitas árvores	(b) Existem poucas árvores	(c) Quase não existem árvores
9. Existe erosão nas margens?	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
10. Qual a diversidade de hábitats para organismos aquáticos	(a) Muito diverso	(b) Mais ou menos diverso	(c) Pouca diversidade (apenas 1 ou 2 tipos diferentes de habitats, ou seja, cascalho, areia, madeira)
Cálculo			
Letra marcada	Valor	Número de letras	Total de Pontos
(a)	10 pontos		
(b)	5 pontos		
(c)	0 pontos		
Pontuação Total			
Interpretação da Pontuação: Maior que 68 pontos: MÍNIMA PERTURBAÇÃO 40 a 68 pontos: MODERADA PERTURBAÇÃO Menor que 40 pontos: ALTA PERTURBAÇÃO			

O protocolo acima será uma de suas bases metodológicas na busca de confirmar a sua hipótese sobre a estrutura do ecossistema aquático avaliado, ou a confirmação do que você propôs como hipótese, através da Tabela 4.3. Observe que cada pergunta representa um importante parâmetro indicador de manutenção das características naturais de um ecossistema

aquático. A proposta é que você aplique este protocolo observando o equivalente a 50 metros de comprimento de um trecho (25 metros à montante e 25 metros à jusante) e 10 metros laterais das margens esquerda e direita, a partir de seu referencial (Figura 4.8).

Imagem: Laboratório de Ecologia de Bentos / UFMG

Figura 4.8 – Aplicação de Protocolo de Caracterização de Hábitats Físicos a partir do seu referencial (alcance da visão), onde margens esquerda e direita são definidas de costas para a nascente, ou seja, no sentido da correnteza do rio.

As características avaliadas procuram classificar a situação do rio em relação à:

a) Estabilidade das margens:

- Presença de vegetação natural (Questão 1)
- Transparência da água (Questão 6)
- Como a mata ciliar é composta (Questão 8)
- Aumento de erosão (Questão 9)

b) Homogeneização do leito:

- Aumento do assoreamento (Questão 2)
- Composição do leito (Questão 7)
- Diversidade de habitats para organismos (Questão 10)

c) Impactos humanos:

- Presença de lixo nas margens (Questão 3)
- Modificação do odor (Questão 4)
- Presença de esgoto (Questão 5)

Todas estas questões fizeram parte do arcabouço teórico discutido, especialmente, nos Capítulos 2 e 4. Caso tenha dúvidas após a aplicação, você pode recorrer a alguns pontos do texto. Cada um dos 10 parâmetros avaliados por vocês receberá pontuações variando de 0 (situação ruim); 5 (situação intermediária, entre boa e ruim); 10 pontos (situação boa), ou seja, receberão pontuações mais altas para melhor condição e pontuações mais baixas para condições piores. O somatório dos valores destes 10 parâmetros (pontuação final) comporá um índice local de habitats físicos que pode variar de 0 a 100.

Índices são importantes ferramentas de avaliação ecológica por combinarem diferentes fatores e incorporarem informações distintas sobre a qualidade ambiental de um ecossistema. Em nossa proposta, o valor final, após a avaliação de diferentes questões (que consideraram 10 parâmetros de influência de entorno de ecossistemas aquáticos), resulta na avaliação de qualidade ambiental. Assim, classificamos de forma sistemática e combinada todas as influências ocorridas em um trecho de rio. Que tal um exemplo? Imagine que você mora em uma região naturalmente arenosa (estrutura geológica de rocha sedimentar) e, em função deste parâmetro, o seu rio pudesse ser classificado como assoreado. Porém, se você observa outros fatores como erosão nas margens, presença da mata ciliar, transparência da água e confirma que eles estão em boas condições, o índice, por considerar estes parâmetros combinados, não demonstraria influência negativa da areia no valor final. E isto, com certeza, seria diferente se você utilizasse apenas a observação da questão 2 separadamente, concorda? Índices como este são, portanto, uma medida que considera conjuntamente diferentes aspectos ecológicos, incluindo as influências humanas e suas consequências para os ecossistemas aquáticos. Após você aplicar o protocolo da Tabela 4.4 e considerar a pontuação de cada um dos 10 parâmetros avaliados chegará, por fim, a uma pontuação final que lhe permitirá classificar seu rio com base no entorno, através da “Interpretação da Pontuação”. Esta interpretação gera um índice local de avaliação de ecossistemas aquáticos. Através do índice local, o estado atual do entorno do rio será então classificado em três categorias: minimamente perturbado (> 68 pontos), moderadamente perturbado (40 – 68 pontos) ou altamente perturbado (0 – 40 pontos) (Figuras 4.9 a 4.11).

Figura 4.9 – Exemplo de classificação de ecossistema aquático quanto à utilização e proteção de seu entorno, categorizado como condição de “mínima perturbação” ou, melhor condição disponível.

Figura 4.11 – Exemplo de classificação de ecossistema aquático quanto à utilização e proteção de seu entorno, categorizado como condição de “alta perturbação”, ou ecossistema impactado.

Figura 4.10 – Exemplo de classificação de ecossistema aquático quanto à utilização e proteção de seu entorno, categorizado como condição de “moderada perturbação”, ou ecossistema alterado.

Os principais fatores que, provavelmente, influenciarão nesta caracterização serão:

- a) ecossistema aquático minimamente perturbado** – apresenta mata ciliar bem preservada e boas condições ecológicas e, em consequência, ausência ou áreas mínimas de erosão nas margens, reduzido acúmulo de sedimentos finos no leito (assoreamento ausente), oferecendo diversidade de habitats para comunidades aquáticas.
- b) ecossistema aquático moderadamente perturbado** – apresenta pouco ou moderado desmatamento e, em consequência, presença de áreas de erosão nas margens e intenso assoreamento do leito (perda na diversidade de habitats para comunidades aquáticas).
- c) ecossistema aquático altamente perturbado** – apresenta desmatamento e erosão intensos nas margens, leito assoreado e possíveis despejos de poluentes, como p. ex. lixo e esgoto (evidenciado no entorno), com alteração drástica das comunidades aquáticas.

E agora? Você considera esta informação um bom argumento para discutir sobre a situação ecológica do ecossistema aquático foco do seu estudo? Na verdade, você já tem um embasamento oferecido pela pesquisa para iniciar sua participação pública na defesa deste ecossistema, seja para melhorar ou para manter suas condições ecológicas. Porém, sem querer parecer “ecologicamente aquáticos” demais, muita água ainda pode, e vai, rolar... Este é, como já

discutimos, apenas o 1º passo, mas ainda há muito território a explorar e daremos sequência ao nosso entendimento de “influências dos usos e ocupação da terra”, partindo da escala local para a escala regional (ou avaliação da paisagem de entorno na bacia hidrográfica).

Vocês voltarão de sua atividade de campo determinados a entender ou tentar explicar qual tipo de uso e ocupação da terra na região de entorno do rio ou riacho estará influenciando as características ecológicas locais. Portanto, este será o nosso 2º passo metodológico desta etapa da pesquisa. E, para tal, reúnam-se novamente e... que continuem os trabalhos!

Material necessário para esta atividade:

- 1. Computador conectado à internet.
- 2. Programa de Computador “Google Earth” que você baixará gratuitamente pelo Google (<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>).

A sua próxima avaliação será, portanto, sobre a paisagem de entorno do seu ecossistema aquático, ou seja, a respeito dos usos e ocupação da terra (urbanização, agricultura e pastagem, principalmente) que podem estar influenciando os habitats físicos locais neste ecossistema. Esta será uma etapa de “laboratório” de seu projeto de pesquisas, ou seja, uma interpretação de dados. O programa utilizado apresenta um modelo tridimensional do globo terrestre (imagem de satélite) que nos apoiará na definição dos impactos que estão atuando em sua região de estudos. E então, prontos e de posse do computador? Conseguiram baixar o programa?

Abra o Google Earth (clcando duas vezes com o botão esquerdo do mouse) e você verá a tela a seguir, onde digitará o endereço do local de estudo na indicação da seta vermelha (Figura 4.12):

Figura 4.12 – Tela inicial Google Earth Pro Ink: programa a ser utilizado no mapeamento dos usos e ocupação da terra que influenciam o ecossistema aquático (área de estudo).

Como vou digitar o endereço de um rio ou riacho?! Você tem algumas opções: a) se o rio/riacho passa por uma rua/avenida que tenha casas ao redor, ficará fácil você utilizar o endereço de uma destas residências para localizá-lo; b) você pode conseguir as coordenadas geográficas, que também podem ser utilizadas, através de algum dos celulares (smartphones normalmente têm esta função); c) você pode localizar o endereço da escola ou de qualquer outro local próximo (que você saiba como chegar) e ir “caminhando” pelo programa até chegar ao local de seu interesse. Pronto! Passaremos para o próximo passo. Nós utilizaremos, como exemplo, um riacho de área rural para que tenhamos, dentro do possível, os três exemplos de impactos: urbano/residências; pastagens/área abandonada; agricultura. E partiremos de um ponto (escola), caminhando até o local, com a possibilidade de localização descrita na letra (c) acima.

A ferramenta utilizada será a de “interpretação de imagens” e, portanto, o treinamento dos olhos será um importante aliado na confecção deste mapeamento. Assim, lembre-se: este é um momento que você pode tentar, repetir e aperfeiçoar para que a cada nova tentativa você tenha um resultado mais apurado do levantamento do uso da terra em escala regional para sua interpretação.

Você, que está vivenciando o trabalho de um jovem cientista, verá que os erros e os acertos farão parte de muitas tentativas, e que, ao final, resultarão em respostas surpreendentemente interessantes (esperamos que esta seja a sensação de vocês também!). E, enfim, vamos ao passo-a-passo do nosso mapeamento de uso da terra:

Passo nº 1: definindo o ponto e sentido do fluxo do rio/riacho (Figura 4.13):

B

C

Figura 4.13 – Etapa 1: passo a passo do mapeamento de usos da terra onde (A) é a determinação do local de interesse, (B) a marcação do ponto no rio/riacho, (C) a determinação do fluxo das águas.

Nesta primeira etapa, vocês demarcarão o local onde realizaram a aplicação do protocolo de caracterização de habitats físicos na etapa anterior. Após localizá-lo e demarcá-lo com um “alfinete”, vocês reduzirão o zoom para determinar o sentido do fluxo das águas do rio. Esse

sentido poderá ser determinado com base no rio de maior porte que vocês conhecem na região, do qual o ecossistema estudado possa ser afluente. Vocês podem também determiná-lo com base no bairro vizinho que vocês têm como “no sentido da direção das águas” (esta direção pode ser verificada durante a aplicação do protocolo). Passada esta etapa, com o ponto determinado e o sentido do fluxo definido, é hora de dar o próximo passo.

Passo nº 2: demarcação de área da paisagem a ser avaliada (Figura 4.14):

A

B

Figura 4.14 – Etapa 2: passo a passo do mapeamento de usos da terra onde (A) é a determinação do comprimento da área a ser demarcada, (B) a demarcação de um *buffer* de 1 km de diâmetro, (C) a determinação da área de influência urbana a ser estudada.

Nesta segunda etapa vocês demarcarão toda a área a ser avaliada, partindo do local onde realizaram a aplicação do protocolo de caracterização de habitats físicos, com determinação da influência vinda de montante. A demarcação da área, conforme indicado, totalizará um limite de influência (*buffer*) de 1 km de diâmetro a ser avaliado. A determinação dessa distância foi com base em outras pesquisas que demonstraram que quanto mais próxima a região de entorno melhores serão nossas previsões sobre a influência do uso e ocupação da terra na qualidade das águas. Para chegar a este *buffer*, você poderá utilizar os caminhos como indicado acima, com a determinação de várias retas de 1 km que te apoiarão a definir uma área semelhante a um círculo com este diâmetro (1 km). Você verá que o nosso “círculo”, na verdade, está mais para um octógono, porém a ideia é termos uma forma mais “fácil” de delimitar uma área de importante influência. Esta metodologia poderá ser utilizada por vocês também com uma área menor (se estiverem muito próximos à nascente) ou uma área maior (se conhecerem a região até a nascente). A determinação de uma área de 1 km é uma proposta de padronizar as distintas bacias hidrográficas de interesse dos diversos grupos que esperamos que utilizem esta nossa abordagem. Nossa próxima etapa será determinar as influências, com base em três parâmetros de características de impacto: 1. Pastagem (baixa influência); 2. Agricultura (moderada influência) e; 3. Urbanização (alta influência). As cores que representarão os níveis de impacto de cada influência serão: amarelo (Pastagem/Área Abandonada); laranja (Agricultura); vermelho (Urbano/Residências) (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Áreas conservadas ou sob influência humana, visualizadas pelo padrão de imagem de satélite (Google Earth) e determinadas pelo padrão de cores verde/amarelo (melhor/mínima influência) e laranja/vermelho (moderada/alta influência).

Tipos de cobertura do solo	Visualização	Cor Demarcada
Vegetação		
Pastagem/Área abandonada		
Agricultura		
Urbana/Residencial		

A Tabela 4.5 tem como intuito oferecer uma “legenda” para o seu trabalho e o tipo de visualização que você encontrará nas imagens de satélite do Programa Google Earth. A proposta de cores a serem utilizadas em sua demarcação de áreas é que o amarelo represente a pastagem (principal influência: desmatamento), o laranja represente a agricultura (principal influência: desmatamento, perda de solos, agrotóxicos e pesticidas) e o vermelho represente a urbanização (principal influência: desmatamento, influência de dejetos industriais, esgoto doméstico e lixo). A demarcação de vegetação natural (verde) é de uso livre, uma vez que nossa principal proposta é determinar os impactos e não as áreas conservadas, neste contexto. Porém, esta metodologia poderá apoiá-los na definição de áreas de referência e, neste caso, é possível que encontrem uma maior parcela de vegetação natural, o que tornará esta opção uma alternativa útil.

Passo nº 3: definindo as áreas de influência urbana (Figura 4.15):

Figura 4.15 – Etapa 3: passo a passo do mapeamento de uso da terra: (A) área de influência por pastagem, (B) área de influência por agricultura, (C) área de influência por urbanização, D) área total demarcada com os tipos de influência mapeados conjuntamente.

Nesta terceira etapa, vocês demarcarão cada influência sofrida dentro da área total avaliada, partindo de nossa determinação de tipos de impacto (pastagem, agricultura e urbanização). Cada tipo de influência será demarcada através da ferramenta “polígono” do Google Earth, onde vocês “desenharão” apoiados em sua visualização de características, com base nas ilustrações da Tabela 4.5. Esta etapa será complexa, com possíveis “muitas tentativas e erros”, mas é importante que vocês passem por algumas experiências que ajudarão a ganhar habilidade com o Programa. Com certeza, apesar do passo-a-passo que tentamos descrever da forma o mais minuciosa possível, a prática será uma importante aliada para que vocês adquiram perícia neste tipo de Programa. Sabemos que este será um importante e divertido exercício e, portanto, aguardaremos ansiosos pelo resultado final.

Algum tempo depois, é hora de determinar a área de influência. Afinal, até agora só desenhamos. Mas quanto cada uma das atividades humanas representa nos usos da terra? Ah, você não pensava que havíamos terminado ainda, ou pensava?!

Voltemos às atividades! É hora de determinar a área de cada tipo de influência. E como faremos isso? Retorne ao Google Earth, mais especificamente ao seu “buffer”, e vamos à determinação da área total e de cada influência (Figura 4.16).

*Você terá a medida de sua área em metros quadrados (NÃO use perímetro, utilize ÁREA)

➤ Repita estas ações para cada uma das suas áreas demarcadas (da mesma forma)

Figura 4.16 – Definição de medidas da área de influência: (A) definição da área total a ser medida (buffer), (B) definição de verificação da medida (m²), (C) definição de medida de cada uma das áreas de influência considerando pastagem, agricultura e urbanização.

As medições devem ser realizadas para cada uma de suas demarcações, desde a área total até as menores áreas de influência. A localização destas áreas no Google Earth (conforme descrito na Figura 4.16 A) pode ser realizada através da “denominação selecionada” (conforme descrito na Figura 4.14 A). Caso vocês não a tenham feito (nomeado estruturas), o Google Earth salvará como “Polígonos”, que terão relação com as cores utilizadas na demarcação. Anote todas as suas medições e, provavelmente, vocês terão um quadro de medidas, conforme o modelo da Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Exemplo de medições realizadas com base na demarcação de *buffer* e influências.

Área Total (Buffer) (m²)	Área Pastagem (m²)	Área Agricultura (m²)	Área Urbana (m²)
700.039	76.486	12.319	23.030
	28.268	44.167	23.794
	6.116	2.619	26.710
	9.955		57.417
	72.533		27.255
	6.582		15,377
	35.056		
	3.389		
700.039*	238.385**	59.105***	158.221****

* Área total avaliada na região de entorno

** Área total de influência de pastagem na região de entorno

*** Área total de influência de agricultura na região de entorno

**** Área total de influência de urbanização/residencial na região de entorno

As medições da Tabela 4.6 são reais, com base em nosso exemplo que vem sendo utilizado, inclusive na Figura 4.16. Vocês observaram que temos várias medidas de cada influência (pastagem, agricultura e urbanização), pois nossa “área exemplo” é heterogênea, apresentando pequenos fragmentos separadamente. Desta forma, ao final da definição das medições de cada subárea, efetuamos uma soma para termos um total de cada influência (última linha da Tabela 4.6). Observando os resultados do exemplo, podemos caracterizar que a maior influência nesta área de estudos é de pastagem, de acordo? Mas não seria mais adequado definirmos isto na forma de um índice regional? E por que não fazê-lo?! Continuando nossa análise de dados:

O primeiro passo para o cálculo de nosso índice regional será definir o quanto (porcentagem) será essa influência, de forma padronizada. Portanto, vamos utilizar um pouco de matemática!

Lembrem-se que um ótimo pesquisador é, dentro do possível, multidisciplinar, utilizando-se dos conhecimentos de distintas disciplinas em suas experiências. E por que seríamos diferentes?! Então, vamos ao cálculo das porcentagens que pode ser realizado através de uma simples “regra de três”:

Área Total Avaliada (*Buffer*) = 100%

Área de cada influência = X

Utilizando nossa “regra de três”, chegamos aos seguintes valores:

Pastagem	Agricultura	Urbano/Residências
700.039 = 100%	700.039 = 100%	700.039 = 100%
238.385 = 34,05%	59.105 = 8,44%	158.221 = 22,60%

O nosso índice regional será, a partir de então, calculado conforme a fórmula:

(P x 1) + (A x 2) + (U x 4)

100

Onde: P = % pastagem

A = % agricultura

U = % urbano / residencial

Interpretação da Pontuação:
Entre 0 e 1 pontos: **MÍNIMA PERTURBAÇÃO**
Entre 1 e 3 pontos: **PERTURBAÇÃO MODERADA**
Entre 3 e 4 pontos: **ALTA PERTURBAÇÃO**

Para o nosso exemplo acima, temos que:
 $(34,05 \times 1) + (8,44 \times 2) + (22,60 \times 4) / 100 = (34,05) + (16,88) + (90,40) / 100 = 141,33/100 = 1,41$

Este índice classifica a paisagem do entorno também em relação ao nível de perturbação. Isto, por sua vez, confirmará se a situação atual do ecossistema aquático de seu interesse é fruto de toda uma influência do *buffer* analisado. O índice regional classificará, novamente, com base em uma combinação de parâmetros: pastagem como de menor impacto (desmatamento); agricultura de impacto moderado (desmatamento, agrotóxicos e pesticidas), urbanização de alto impacto (desmatamento, dejetos industriais, esgotos e lixo domésticos), o que determina as pontuações diferenciadas em cada ecossistema avaliado em escala regional. Portanto, dependendo do resultado (entre 0 e 4 pontos), você poderá inferir sobre qual o tipo de impacto está atuando no rio que vocês avaliaram.

No exemplo utilizado nesta metodologia, o rio seria classificado como em “moderada perturbação”, devido à pontuação final calculada em 1,41 pontos. Você concorda com esta classificação observando as imagens de satélite apresentadas nas nossas Figuras 4.13 a 4.16? Nós observamos que a maior parte da região é influenciada por desmatamento (notem que pastagem, agricultura e residências totalizam 65,09% da área total). E nós sabemos, como comentado anteriormente, que se trata de uma área rural que, normalmente, apresenta pouca influência residencial, mas muita influência de atividades de pastagem e agricultura. Portanto, para o exemplo, o índice regional apresentou um resultado satisfatório. Esperamos que, para o rio que vocês estão trabalhando, o resultado seja satisfatório também!

Ufa! Se vocês conseguiram chegar até este ponto, têm argumentos importantes para discutir com seus amigos, professores, vizinhos e familiares sobre a situação do ecossistema aquático escolhido pelo grupo. Avançando um pouco mais, que tal discutir com representantes legais (vereador, prefeito, secretário de meio ambiente) sobre o que temos e o que queremos em relação às águas que estão próximas a nós?! Mas, espere aí... Não somos “Jovens Ecólogos Aquáticos”? Então, ainda temos muita água para estudar, afinal a ciência Ecologia trata da relação dos organismos com o ambiente! E onde estão os organismos de sua pesquisa?! Isso mesmo, aguardem pois temos que aprimorar nosso Projeto com a nossa abordagem biológica. Esperamos que esta primeira experiência tenha sido uma ótima iniciação à Ciência mas, como descrevemos no início do Capítulo, este é apenas o início de um Módulo... Então, bom trabalho e até “muito em breve”!

Vamos exercitar nossos conhecimentos?

Você pode utilizar a ferramenta que aprendeu “Google Earth” e experimentar as influências da urbanização. Marque sua escola e determine o que predomina na região de entorno, em uma área de 1 km de raio. O entorno de sua escola é composto por mais árvores, gramados ou casas? E a temperatura em sua região, como está no verão? Você acredita que a estrutura desta área está influenciando a temperatura? Que tal discutir com sua turma e professores quais são as principais soluções que poderiam melhorar a qualidade do ar e das temperaturas no seu ambiente de estudos?

Você sabia que...

No ano de 2017, um grupo de renomados pesquisadores publicou em uma das revistas científicas mais respeitadas do mundo um texto intitulado “Momento de verdade para o hotspot cerrado”. Os autores discutem o avanço do desmatamento no cerrado, o que poderá resultar numa avassaladora extinção de espécies em proporções três vezes maiores que todas as espécies registradas como extintas desde o descobrimento do Brasil. Porém, as boas previsões são que este quadro é evitável, apontando para uma série de políticas públicas e privadas que poderiam impedir o quadro de extinções projetado. Eles demonstraram que o cerrado perdeu praticamente metade de sua área (46%), mas ainda reúne 4.600 espécies de plantas endêmicas. Caso o ritmo do desmatamento continue, as projeções indicam que, no ano de 2050, o cerrado perderá mais um terço do tamanho atual, pela expansão da soja, cana-de-açúcar e pastagem. Os autores selecionaram grandes áreas e políticas estratégicas em fase de implantação ou de desenvolvimento que caso financiadas, executadas e implementadas apropriadamente e focadas também em evitar as extinções do cerrado, poderão promover a conciliação entre a produção e a conservação. Nesse sentido, os autores deste artigo científico sugeriram que “não é preciso reinventar a roda”, mas focar nas políticas necessárias hoje existentes, que foram usadas com sucesso em outras regiões recentemente. Seria necessário apenas priorizar o foco de trabalho, pois há espaço suficiente para conciliar o aumento da produção agropastoril e a conservação e restauração do que sobrou do bioma. Portanto, com um esforço concentrado de atores públicos e privados, associado à pressão adequada da sociedade para que as políticas tenham o apoio e o financiamento necessários, o Brasil pode reverter um gigantesco desastre em uma grande história de sucesso.

Este exemplo nos chama a atenção para a importância dos conhecimentos adquiridos neste Capítulo 4. A partir de agora, você tem conhecimento da importância da manutenção de nossos ecossistemas naturais para entender, discutir e propor ações que apoiem a conciliação entre a nossa produção agropastoril e a adequada ocupação de terras. Desta forma, em um futuro próximo, você poderá ser um dos principais atores no avanço destas ações conjuntas em prol da manutenção de nossos ecossistemas terrestres e, conseqüentemente, ecossistemas aquáticos.

Conceitos Importantes em Usos e Ocupação da terra - Capítulo 4

Área geográfica: extensões territoriais demarcadas por limite geográfico.

Buffer: denominação utilizada para uma demarcação de área conhecida (área de influência).

Conservação: proteção dos recursos naturais, com a utilização racional, garantindo sua sustentabilidade e existência para as futuras gerações.

Corredor ecológico: faixa de vegetação cujo objetivo seja conectar fragmentos florestais, possibilitando o deslocamento da fauna entre as áreas isoladas.

Desequilíbrio ecológico: ocorre quando algum componente (animal ou vegetal) de um ecossistema é modificado em quantidade, causando reações em cadeia e repercutindo diretamente no funcionamento deste ecossistema.

Dispersão de sementes: movimento ou transporte de sementes para longe da planta-mãe, ou de sua origem.

Ecótono: área de transição entre duas comunidades vizinhas.

Edificações: construções de edifícios, casas, prédios, imóveis, entre outras obras humanas.

Endêmico: nativo de, restrito a determinada região geográfica.

Estrutura geológica: distintos tipos de rochas e minerais que compõem a superfície terrestre.

Fluvial: relativo ou próprio de rio, riacho, córrego.

Fluxo gênico: migração de material genético entre populações.

Foz: ponto de desagüamento de um rio, que pode ser feito no mar, numa lagoa ou em outro rio.

Hierarquização: organização sobre uma ordem de prioridades entre elementos.

Homogeneização de habitats: diminuição da diversidade de condições climáticas, físicas e alimentares ideais para sobrevivência de organismos.

Hotspot: regiões naturais no planeta Terra que possuem alta diversidade biológica, com muitas espécies sob risco de extinção.

Igarapé: denominação amazônica de riacho que nasce na mata e deságua em um rio maior.

Interface: ligação física entre dois ecossistemas.

Lençol freático: reservatório natural de água subterrânea que se acumula entre rachaduras de rochas.

Lixiviação: solução e remoção dos constituintes de rochas e de solos.

Matas ripárias (matas de galeria): vegetação presente em espaços próximos a corpos d'água (mata ciliar).

Microclima: variação local restrita do padrão do clima em decorrência de condições físicas específicas, como a topografia, a vegetação e o solo.

Nascente: local onde se inicia um curso de água (rio, riacho, ribeirão, córrego).

Perturbação: modificação no equilíbrio de ecossistemas (físico, químico, biológico).

Políticas de uso dos solos: programas que criam normas para controle de edificações e parcelamento do solo.

Poluente: substâncias, compostos ou elementos causadores de poluição.

Preservação: proteção dos recursos naturais, sem utilização, de forma intocada, garantindo sua sustentabilidade e existência para as gerações futuras.

Prístino: original, primitivo, inalterado.

Rede hidrográfica: sistemas naturais ou artificiais capazes de drenar água superficial, compostos

de canais conectados entre si (rede de drenagem).

Regeneração natural: processo de recuperação de ecossistemas de forma espontânea, incluindo rebrotas, mudanças ordenadas e graduais de espécies vegetais desde a colonização.

Restauração de ecossistemas: processo de recuperação da integridade ecológica de ecossistemas moderadamente a altamente degradados.

Transição de vegetação: faixas intermediárias entre as regiões naturais que, muitas vezes, agrupam características de dois ou mais domínios de vegetação.

Para acrescentar seus conhecimentos em Usos e ocupação da terra...

Referências Bibliográficas - Sugestões de leitura:

Agra, J., Callisto, M., Ligeiro, R. 2015. Condições de referência em riachos tropicais: bases para monitoramento e conservação de recursos hídricos. VIII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Curitiba.

Bacias Hidrográficas. www.ufscar.br/aprender – acesso em 22 fev. 2019.

Causas do desmatamento – www.suapesquisa.com/desmatamento – acesso em 22 fev. 2019.

Gianasi, L., Campolina, D. 2016. Geotecnologias na educação para gestão das águas: mapeamento participativo 3P. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora Fino Traço.

Henry, R. 2012. O diagnóstico da qualidade das águas do rio Guareí (Angatuba, SP): uma cooperação ensino superior – educação básica. 1ª edição. Botucatu: Editora Fundibio.

Laboratório de Limnologia/UFRJ. O que é mata ciliar? Qual a sua importância? Limnonews. wordpress.com - acesso em 22 fev. 2019.

Macedo, D., Pompeu, P., Moraes, L., Castro, M., Alves, C.B., França, J., Sanches, B., Uchôa, J., Callisto, M. 2014. Uso e ocupação do solo, sorteio de sítios amostrais, reconhecimento em campo e realização de amostragens. In: Callisto, M.; Alves, C.B.M.; Magalhães, J.; Castro, M. Condições Ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. 1ª edição. Belo Horizonte: Série Peixe Vivo/CEMIG.

Ministério do Meio Ambiente. O que são unidades de conservação? www.mma.gov.br/areasprotegidas - acesso em 22 fev. 2019.

Novo Código Florestal Brasileiro. www.planalto.gov.br – acesso em 22 fev. 2019.

Santos, J.P., Martins, I., Callisto, M., Macedo, D. 2017. Relações entre qualidade da água e uso e cobertura do solo em múltiplas escalas espaciais na bacia do Rio Pandeiros, Minas Gerais. Revista Espinhaço. 6 (2): 36-46.

Tundisi, J., Matsumura-Tundisi, T. 2008. Limnologia. 1ª edição. São Paulo: Editora Oficina de Textos.

Zakrzewski, S. 2007. Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. 1ª edição. Erechim: Editora EdiFapes.