

---

## Ação da poluição nos sistemas ambientais

Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c1>

### Resumo

A grande concentração populacional e as atividades antrópicas nos meios urbanos e rural afetam a qualidade do ar, do solo, da água e dos alimentos. As perdas advindas do transporte e transferência dos alimentos do campo para a cidade são consideráveis, como também em seu armazenamento, processamento e distribuição. Pode-se afirmar, atualmente, que o consumismo desenfreado associado ao desperdício e à disposição inadequada são anticonservacionistas e causadores de poluição: é necessária grande quantidade de recursos naturais em suas fases de extração, produção, transporte e armazenamento. É necessário legitimar as demandas da sociedade relativas à obtenção de informações completas sobre a tecnologia a ser utilizada em um processo produtivo ou de serviços, bem como os riscos associados à saúde, à segurança e ao meio ambiente que elas acarretam. O tema poluição do solo e da água vem se tornando motivo de preocupação para a sociedade e para as autoridades, devido não apenas aos aspectos de proteção, saúde pública e ao meio ambiente, mas também publicidade dada aos relatos de episódios críticos de poluição por todo o mundo. Apesar desta realidade, as diversas formas de poluição ainda não foram plenamente discutidas e ainda não existe um consenso entre os pesquisadores de quais seriam as melhores formas de abordagem da questão. Além das dificuldades técnicas, a questão política se reveste de grande importância: se não for adequadamente conduzida, o controle da poluição ficará muito prejudicado e terá consequências irreversíveis para a ciclagem de nutrientes (ciclo do carbono, nitrogênio, fósforo) na natureza e ciclo da água, prejudicando a produção de alimentos de origem vegetal e animal.

**Palavras-chave:** Modelos de produção. Degradação. Manejo de ecossistemas.

## 1. Introdução

Com as transformações ocorridas pela intensa interferência antrópica, os sistemas ambientais vêm sofrendo transformações originadas por causa e natureza diversas. Esse fenômeno, denominado “poluição”, é o resultado indesejável das ações de transformação das características naturais de um ambiente, atribuindo um caráter nocivo a qualquer utilização que se faça do mesmo.

A Lei Federal nº 6.938/81 define poluição como “toda alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas que possa constituir prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações e, ainda, possa comprometer a biota e a utilização dos recursos para fins comerciais, industriais e recreativos” (BASTOS; FREITAS, 1999). A Figura 1 aponta as rotas de exposição da poluição que possibilitam o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação por poluentes, sejam eles decorrentes da poluição da água, atmosférica ou do solo.



**Figura 1.** Diagrama representativo de fontes e rotas de poluição do solo, da água e dos indivíduos. Fonte: Cruvinel (2020).

O solo, por exemplo, atua frequentemente como um “filtro”: tem a capacidade de depurar e imobilizar grande parte das impurezas sobre ele depositadas. No entanto, essa capacidade é limitada, podendo ocorrer alteração da sua qualidade, devido ao efeito cumulativo da deposição de poluentes atmosféricos, aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes e disposição de resíduos sólidos industriais, urbanos, materiais tóxicos e radioativos.

Na área rural, de forma semelhante ao restante dos estados brasileiros, o estado do Espírito Santo introduziu os pacotes tecnológicos promovidos pela Revolução Verde somente na segunda metade dos anos da década de 1970. A produção agrária do Espírito Santo foi baseada em monoculturas, principalmente da cana-de-açúcar, no século XVII e, posteriormente, a cultura do café, no século XIX. Entre 1975 e 1980 a produção de café aumentou 23,5% por ano no estado, com o emprego constante de mecanização, fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos (SOUZA; FORNAZIER; PONCIANO, 2020).

Entretanto, essas atividades, quando praticadas sem a devida utilização de práticas conservacionistas de manejo, prejudicam o equilíbrio natural da água e dos solos, alterando a dinâmica da micro e macrofauna, tornando as culturas cada vez mais susceptíveis a patógenos e, conseqüentemente, exigindo continuamente a utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos.

Esta modernização agropecuária se utilizou principalmente de equipamentos agrícolas, defensivos químicos e a predominância das monoculturas de ciclo rápido, tais como milho e soja, bem como com a utilização de sementes melhoradas geneticamente e o início da tecnologia dos transgênicos (EMBRAPA, 2018).

Com essa evolução agropecuária, o Brasil se tornou destaque no setor agropecuário tendo uma safra de grãos recorde, no ano de 2016/2017, atendendo ao mercado interno e externo, atingindo mais 150 países (EMBRAPA, 2018). De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, o Brasil se encontra como o segundo fornecedor mundial de produtos agrícolas, devido principalmente a essas políticas de incentivos e investimentos (OECD/FAO, 2015).

No ano 2000, o agronegócio brasileiro exportou, aproximadamente, US\$ 20,6 bilhões. Em 2021, os valores se elevaram para US\$ 120,6 bilhões: seis vezes mais em 21 anos. As exportações de março de 2021 para fevereiro de

2022 chegaram a US\$ 127,9 bilhões. Em 2021, faturou R\$ 922,6 bilhões, dos quais 244,1 bilhões foram exportados, e continuam crescendo: em 2020 foram de US\$ 38,1 bilhões de dólares, e chegou a 45,2 bilhões em 2021 - um aumento de 18,6%. O saldo comercial desse relevante segmento foi de US\$ 39 bilhões em 2021: para se avaliar o progresso setorial, em 2000, tinha sido de US\$ 4 bilhões – o Brasil pode passar da condição de "fazenda" do mundo para supermercado do mundo (RODRIGUES, 2022).

Contudo, paralelamente a tal expansão agropecuária brasileira, observa-se uma crescente incidência dos problemas sociais, tais como o desemprego no campo e a elevada taxa de êxodo rural, bem como problemas ambientais, inúmeros oriundos da exploração do meio ambiente (Figura 2). Igualmente, a redução da biodiversidade, contaminação de solos e cursos d'água e eutrofização de lagos e rios são questões ambientais que têm influência direta nos agroecossistemas, afetando sua resistência e resiliência (SOUZA, 2022).



**Figura 2.** Área originalmente recoberta por mata Atlântica convertida em pastagem. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O fato é que a utilização do solo como receptor de poluentes pode se dar localmente por um (a): depósito de resíduos; área de estocagem ou processamento de produtos químicos; disposição de resíduos e efluentes, vazamento ou derramamento; ou ainda regionalmente por meio de deposição

pela atmosfera, por inundação ou mesmo por práticas agropecuárias diversas, como a disposição inadequada de efluentes da suinocultura. Desta forma, uma constante migração descendente de poluentes do solo para a água subterrânea ocorrerá, o que pode se tornar um grande problema para aquelas populações que fazem uso deste recurso hídrico (CETESB, 2022).

De acordo com a EMBRAPA (2018), anexo a essa realidade de desequilíbrio ambiental, existe uma crescente demanda social por alimentos de melhor qualidade e que gerem menor impacto ambiental, estimulando o setor ao desenvolvimento de novas tecnologias, ambientalmente adequadas, que contribuam para a produção agropecuária sustentável. Para a obtenção desse fim, tem-se intensificado pesquisas por alternativas que permitam uma gestão mais adequada dos recursos naturais na produção agropecuária.

Percebendo a tendência mundial no desenvolvimento da agricultura sustentável e a importância de práticas conservacionistas, em especial para agropecuária de base familiar, é relevante o desenvolvimento de pesquisas sobre novas tecnologias que contribuam para a compreensão e progresso acerca dos efeitos da utilização de práticas eficientes que reduzam os efeitos da degradação e da poluição.

Para isso são necessários novos estudos e estímulos à produção agroecológica com objetivo de adoção de práticas sustentáveis, tais como os sistemas agroflorestais (SAF), a agricultura de baixo carbono (ABC), o combate de pragas e doenças a partir do controle biológico, bem como recuperação de áreas degradadas (RAD), (EMBRAPA, 2018).

A denominação de sustentabilidade está balizada em três pilares: ambiental, econômico e social. O econômico se trata dos investimentos financeiros de ordem pública e privada aliado à racionalização do consumo energético; o ambiental está associado à resiliência e conservação dos ecossistemas; e o social tem interesse principal de reduzir as diferenças sociais existentes. Em síntese, o desenvolvimento sustentável se integra ao desenvolvimento agrícola em decorrência aos graves problemas ambientais causados pela mecanização da agricultura e os progressos tecnológicos empregados no campo, como contaminação química do solo e da água, erosão e redução de biodiversidade (SANTOS et al., 2014; SOUZA, 2018).

O impacto ambiental pode ser reduzido por meio da menor utilização de produtos químicos, a partir da substituição de práticas convencionais para práticas ecológicas. Autores como Gonçalves (2021) reitera que a agroecologia forma a base teórica para os distintos movimentos agrícolas e sociais, já que se envolvem com a utilização dos processos biológicos naturais e substituição dos adubos químicos por matéria orgânica.

Os produtores rurais e a sociedade, em todo o mundo, têm dado mais importância à agricultura sustentável, já que a atenção com a qualidade sanitária, com a saúde e com possíveis danos ambientais originados pelo cultivo tradicional intensificou o interesse do consumidor por esses produtos, o que estimula o aumento das propriedades agroecológicas (EMBRAPA, 2018).

A maior ênfase, neste capítulo, será sobre a poluição antrópica. Porém, para Kreiner e Munasinghe (1991) existem ligações causais entre a degradação/poluição ambiental e a vulnerabilidade aos desastres.

O fato é que a presença de substâncias químicas no ar, na água e no solo, decorrentes de atividades antrópicas e em concentrações tais que restrinjam a utilização desses recursos e gerem risco à saúde humana, segundo a Resolução CONAMA nº420 (BRASIL, 2009), levam o meio a uma condição de contaminação.

## **2. Tipos de poluição**

A poluição pode ser de origem natural ou antrópica. Diversas são as fontes e os tipos de poluição, merecendo destaque:

### **2.1. Poluição natural**

Os principais fatores de ordem espontânea causadores de poluição natural, são (BASTOS; FREITAS, 1999):

- Cinzas provenientes de materiais vulcânico que se apresentam como lava ou material piroclástico<sup>1</sup> com a emissão de gases;
- Combustão natural relacionada às queimadas que ocorrem nas matas;
- Poeiras extraterrestres que se originam de partículas de meteoritos;

---

<sup>1</sup> Constituído por fragmentação resultante de ação vulcânica ou ígnea, ou que envolve tal processo.



- Brumas e nevoeiros provenientes dos oceanos contendo cristais de sais;
- Alergênicos inalantes provenientes de substâncias de origem vegetal; e
- Toxinas produzidas por algas e outros microrganismos, em especial os fungos, com participação ativa na contaminação ambiental.

## 2.2. Poluição antrópica

Em função da grande atividade industrial e agropecuária, entre outros, um grande número de substâncias químicas têm sido usadas e expostas atualmente, definidas como tóxicos ambientais, provocando doenças, morte e extinção de espécies (Figura 3). Dessa forma, a poluição do solo passa a ser um assunto complexo: não apenas pelas muitas funções que desempenha, mas também pelo seu reconhecimento como uma “commodity” econômica, isto é, possui um valor econômico intrínseco.

De acordo com a Cetesb (2020), no momento em que um contaminante ou poluente atinge a superfície do solo, ele pode ser adsorvido, arrastado pelo vento ou pelas águas do escoamento superficial, ou lixiviado pelas águas de infiltração, passando para as camadas inferiores e atingindo as águas subterrâneas. Uma vez atingindo as águas subterrâneas, esse poluente será então carregado para outras regiões, por intermédio do fluxo dessas águas.

Nesse aspecto, é importante que se considere a capacidade de autodepuração de um curso d'água, ou seja, a sua habilidade no ecossistema em assimilar a poluição orgânica, por meio de microrganismos. Como se sabe, a principal consequência da poluição dos cursos d'água no Brasil é a redução do teor de oxigênio dissolvido (OD), decorrente da atividade dos microrganismos aeróbios na decomposição da matéria orgânica, introduzida por meio do lançamento de esgotos. São fundamentais que se conheçam quais os fatores que determinam a redução do OD. A dimensão do impacto causado depende da carga poluidora (DBO) do esgoto, sobretudo da sua capacidade de autodepuração do corpo receptor (CRUVINEL, 2020).

De acordo com essa mesma autora, em condições naturais, coexiste em equilíbrio na água uma elevada diversidade de seres vivos que constituem a biota aquática, determinando a resistência e a resiliência do ecossistema. Dentre eles, estão as bactérias aeróbias, que utilizam o oxigênio dissolvido (OD) para a sua respiração. Quando o curso d'água recebe o lançamento de esgoto bruto, a

introdução da matéria orgânica em abundância proporciona um crescimento excessivo das bactérias aeróbias, ao custo da redução proporcional do OD, utilizado por elas para a degradação da matéria orgânica proveniente do esgoto (Figura 3).



**Figura 3.** Esgoto e substâncias químicas sendo lançadas em corpo hídrico em ambiente urbano. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2011).

À medida que o corpo receptor segue o seu curso e se distancia do ponto onde ocorreu o lançamento do esgoto, a concentração de matéria orgânica na água tende a reduzir em decorrência: a) da ação das bactérias decompositoras; b) da aeração por batimento (comum em corpos hídricos encachoeirados) e; c) em alguns casos, via entrada de água proveniente de afluentes. Com a redução da disponibilidade de alimento (matéria orgânica), o número de bactérias aeróbias reduz e, conseqüentemente, a concentração de OD tende a aumentar, uma vez que o consumo de OD pela respiração desses microrganismos é menor. Esse processo ocorre até que novas condições de equilíbrio se estabeleçam e a água volte a apresentar as condições normais, similares às existentes antes do lançamento do despejo (CRUVINEL, 2020).

O fato é que a concentração da poluição antrópica está condicionada pelas características socioeconômicas e biogeoquímicas de cada região terrestre onde estejam disseminadas, sendo hoje conhecidos cerca de 100.000 tipos desses tóxicos ambientais (Figura 4). Dos mais estudados



internacionalmente, por sua importância sanitária, serão descritos a seguir (BASTOS; FREITAS, 1999; SOUZA, 2015; 2018; 2021).



**Figura 4.** Rotas do uso da água. Fonte: Cruvinel (2020).

### 2.2.1. Contaminantes atmosféricos (poluição atmosférica)

Podem existir na forma de partículas sólidas e, ou, líquidos ou ainda na forma de gás ou vapor. As substâncias emitidas para o ar atmosférico se espalham, o que se chama de transmissão - podem atingir o homem, os animais e as plantas (imissão). Entre a emissão e a imissão, decorre um período de tempo no qual se processa a propagação do contaminante, fazendo com que a concentração ativa da substância nociva no local da imissão seja menor que no local da emissão. O fato de uma substância nociva se tornar ativa a curto ou em longo prazo, depende, entre outros fatores, de sua atividade fisiológica, a qual deve ser considerada.

Na Figura 5 observa-se a poluição atmosférica proveniente da destruição e queima de sistema de irrigação, resultante da invasão às fazendas Rio Claro e Curitiba, em Correntina, Extremo-Oeste baiano: representa a disputa pela água do rio Arrojado, integrante da bacia do rio Corrente, afluente do rio São Francisco (CORREIO24H, 2020).



**Figura 5.** Incêndio provocado por conflitos de uso da água em conjunto motobomba de irrigação na região de Correntina, BA. Fonte: CORREIO24H (2020).

A polêmica do uso da água se inicia em 2015, quando o Comitê da Bacia do Rio Corrente expediu uma deliberação para que não houvesse novas concessões para uso de recursos hídricos da bacia.

A resistência frente a componentes isolados da poluição atmosférica varia de forma considerável, de organismo para organismo. Os principais materiais particulados são: aerossol, cinza, fumaça, fumo, nevoeiro e poeira. Os gases e vapores, orgânicos e inorgânicos, são resultantes das emissões industriais e dos processos de combustão, contribuindo significativamente para a contaminação atmosférica, destacando-se: os compostos de enxofre, de nitrogênio, halogênios e seus derivados, oxidantes (ozônio), compostos de carbono, compostos de metais pesados, compostos orgânicos (hidrocarbonetos, aldeídos e ácidos orgânicos) e os contaminantes radioativos, decorrentes da utilização de energia atômica (BASTOS; FREITAS, 1999; CRUVINEL, 2020).

Em função do crescente aumento no número de veículos automotores em circulação, das atividades industriais e das queimadas, a poluição atmosférica vem se tornando um sério problema de saúde pública. As atividades industriais e os veículos automotores lançam na atmosfera gases como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de nitrogênio (NO), dióxido

de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e hidrocarbonetos, além de outros gases e material particulado (DRUMM et al., 2014).

Além dos poluentes lançados diretamente pela fonte (poluentes primários), novos poluentes podem ser gerados pela interação dos poluentes primários com componentes naturais da atmosfera (poluentes secundários) (*ibidem*). Um elevado número de mortes ocorre todo ano em função da poluição atmosférica e o número de pessoas doentes é ainda maior. As doenças do aparelho respiratório são as mais comumente causadas ou agravadas pela poluição do ar (BAKONYI et al., 2004).

A despeito dos vários efeitos negativos provocados pela poluição do ar à saúde da população, as políticas de combustíveis ou transportes muitas vezes são cunhadas levando em consideração apenas aspectos econômicos. Um exemplo é o programa do etanol combustível, que foi elaborado e posto em prática no Brasil sem analisar com a profundidade necessária os seus efeitos sobre a saúde da população (SALDIVA; COELHO, 2013).

Cabe ressaltar que a poluição do ar também afeta negativamente animais e plantas. A poluição atmosférica também provoca o escurecimento da pintura de estruturas diversas, incluindo a fachada de prédios, interfere na visibilidade, podendo aumentar a probabilidade de ocorrer acidentes.

Queimadas que ocorrem próximas das rodovias geram fumaça que diminui a visibilidade dos condutores e provoca acidentes. Muitos pesquisadores acreditam que alguns dos gases lançados na atmosfera que são oriundos de ações antrópicas estão provocando mudanças no clima do planeta (AGUIAR, 2013). Para esse pesquisador, tais gases estão intensificando o efeito estufa, que é um fenômeno natural em que gases da atmosfera absorvem parte da radiação solar e mantém a atmosfera aquecida. De acordo com Serra (2007), o aumento da temperatura no planeta decorrente da intensificação do efeito estufa pode ocasionar uma série de problemas ambientais e afetar a economia.

No Brasil, padrões para a qualidade do ar foram definidos pela Resolução CONAMA nº 3 de 1990. Nessa resolução, padrões de qualidade do ar são definidos como: “Art. 1º São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral”. A Resolução usa como base para

avaliar a qualidade do ar sete parâmetros: partículas totais em suspensão; fumaça; partículas inaláveis; dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); monóxido de carbono (CO); ozônio (O<sub>3</sub>); e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). As concentrações máximas admissíveis (padrões primários e secundários) são apresentadas no terceiro artigo da resolução.

### **2.2.2. Material particulado em meio aquático (lodos)**

Dos agentes poluentes sólidos lançados no meio aquático, os lodos podem ser destacados. Quanto à origem são divididos em: lodos de dragagem portuária, lodos residuais e lodos industriais. Quando derramados regularmente e em quantidades substanciais e, por serem sempre ricos em diversas argilas, alteram a natureza do substrato. Inundam fundos rochosos, alteram a granulometria de fundos macios, sempre no sentido de incrementar a fração fina de pó e coloide (BATISTA, 2015).

De acordo com essa mesma autora, em função do aumento da turbidez das águas, diminui a penetração da luz e a espessura da camada onde ocorre a produção primária, comprometendo os ecossistemas das áreas aquáticas consideradas. Também, são ricos em matéria orgânica, reduzindo as concentrações de oxigênio, especialmente nos períodos de estiagem. Nos ecossistemas marinhos, dependendo da sua composição química, os lodos que inclusive podem conter metais pesados, têm grande importância na modificação de habitats dos organismos da comunidade bentônica e suas consequências na cadeia trófica local (Figura 6).

Nosso planeta possui uma grande quantidade de água, todavia a porcentagem desse volume que está disponível para ser utilizado diretamente pelo ser humano é diminuta, aproximadamente 0,3% no total (BARROS; AMIN, 2008). Além de ser utilizada para uso doméstico, na criação de animais e na agricultura, a água também é utilizada na geração de energia elétrica e nas atividades industriais.





**Figura 6.** Lodos residuais em lagoa de aquicultura do Ifes campus de Alegre.  
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2016).

A água é um recurso imprescindível para diversas atividades econômicas, para a manutenção da vida humana e dos ecossistemas: é extremamente importante a sua conservação. Ainda assim, uma grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos é lançada diariamente nos cursos d'água, prejudicando a sua qualidade (Figura 7). Entre as muitas substâncias líquidas que poluem a água estão os agrotóxicos, óleos, combustíveis e várias outras de origem industrial ou mesmo residencial (PEREIRA, 2004; SOUZA, 2018).

A matéria orgânica advinda do esgotamento industrial e residencial pode provocar, inclusive, a eutrofização de corpos d'água. Em meio aos dejetos humanos, podem ser encontradas diversas espécies de organismos causadores de doenças. Muitas pessoas ainda têm o mau hábito de lançar resíduos sólidos domiciliares *in natura* em cursos d'água; os resíduos presentes nas cidades também podem ser carregados para rios e lagos pelas águas pluviais. Como mencionado anteriormente, as partículas do solo provenientes de processos erosivos também são fontes importantes de poluição das águas e assoreamento de rios. As águas subterrâneas são poluídas por líquidos que infiltram no solo, advindos, por exemplo, da utilização de pesticidas, dos vazamentos de esgotos, tubulações ou depósitos de diversas substâncias (PEREIRA, 2004).





**Figura 7.** Lagoa do Ifes campus de Alegre em processo de eutrofização: material orgânico em decomposição. Fonte: Acervo Maurício Novaes.

O chorume gerado em lixões também pode adentrar no solo e alcançar as águas subterrâneas. Além disso, os poluentes presentes nas águas superficiais podem ser a fonte de degradação das águas subterrâneas. O desperdício de água também é um sério problema, ocorrendo ao longo do sistema de captação e distribuição e no uso residencial e industrial. Na agropecuária, o desperdício pode ocorrer a partir da irrigação excessiva nas plantas cultivadas (Figura 8).

Em termos de legislação sobre o tema, pode-se citar o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a Lei nº 9.433/97, o Código das Águas (Decreto Federal nº 24.643 de 1934) e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que foi alterada pelas Resoluções nº 410 de 2009 e nº 430 de 2011. Várias outras resoluções e leis são importantes para disciplinar o uso da água e proteger a sua qualidade, tais como:

A Resolução do CONAMA 396, que “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas”; e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que “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”.



**Figura 8.** Sistema de Pivô Central na região de Correntina, GO. Fonte: SNIRH (2018).

### 2.2.3. Metais pesados

O grupo de metais pesados compreende 40 elementos químicos com características toxicológicas e efeitos específicos para cada um deles. Provocam contaminação aérea, terrestre e aquática, provocando sérios problemas na saúde humana, inclusive danos reprodutivos (Figura 9).

Além da contaminação direta pela ingestão de água contaminada, pode ocorrer o fenômeno da biomagnificação, que consiste no acúmulo de um contaminante que se transfere por intermédio da cadeia alimentar (AMARAL SOBRINHO, 1996). Novamente, os efeitos da concentração de metais pesados, nos sucessivos níveis da cadeia trófica, afetam o homem por meio do pescado contaminado.

## Os dez alimentos que mais apresentam agrotóxicos:



**Figura 9.** Alimentos com resíduos no Brasil: agrotóxicos e metais pesados.  
Fonte: ANVISA (2019).

### 2.2.4. Fertilizantes

Os agentes contaminantes geradores de maiores impactos aos corpos d'água com capacidade fertilizante eutrofizantes são provenientes: a) da pecuária; b) da armazenagem de forragem; c) dos silos de fertilizantes inorgânicos; e d) dos defensivos agrícolas (Figura 10).

Na decomposição desses compostos proteicos, forma-se o gás sulfúrico, que quando em elevadas concentrações é letal à fauna aquática, podendo ser revertida por meio da oxidação do gás a enxofre e ácido sulfúrico. A amônia, bastante solúvel na água, é bastante tóxica para a biota aquática e para os animais terrestres.





**Figura 10.** Plantadeiras sendo abastecidas para plantio/adubação. Fonte: Syngenta (2022).

### 2.2.5. Agrotóxicos

O seu uso contínuo, principalmente aqueles de prolongada atividade (compostos de mercúrio (Hg) e organoclorados), pode ocasionar o seu acúmulo no solo, podendo eventualmente afetar, ou mesmo exterminar, organismos ecologicamente importantes no equilíbrio dos ambientes atingidos. A chuva e o excesso de água de irrigação, também podem carrear os agrotóxicos, produzindo degradação e contaminação ambiental (Figura 11).



**Figura 11.** Área com plantio de soja: inseticidas, herbicidas e dessecantes. Fonte: Norder e Lobo (2019).

Bockris (1977) diz que o homem é o poluente básico e original, pois durante o longo período de existência do planeta e dos animais, sempre houve um desenvolvimento ecológico harmonioso, perturbado no curto período de existência humana. Como na utilização de agrotóxicos, no mínimo, deve ser exigido um correto manejo em sua aplicação, para que sejam minimizados os seus efeitos indesejáveis, reduzindo ao mínimo e a níveis aceitáveis, os riscos de poluição e toxidez.

### **2.2.6. Substâncias tensoativas**

Os tensoativos são moléculas bastante especiais no mundo da Química. O agente tensoativo está caracterizado pelo poder de molhar, fazer espuma, emulsionar e solubilizar, tendo como resultado a ação detergente. Apresentam afinidade por óleos, gorduras e superfícies das soluções com sólidos, líquidos ou gases, mas também pela água, podendo pertencer aos dois meios. Essas características permitem que os tensoativos sejam utilizados como conciliadores dessas fases imiscíveis, formando emulsões, espumas, suspensões, microemulsões ou propiciando a umectação, formação de filmes líquidos e detergência de superfícies. Devido a estas propriedades, poderá se acumular em todos os materiais transportados pelas águas e, ou, permanecer em solução (DALTIM, 2011).

De acordo com esse mesmo autor, essas propriedades fazem com que os tensoativos sejam utilizados em aplicações tão diversas como detergentes, agroquímicos, cosméticos, tintas, cerâmica, alimentos, tratamento de couros e têxteis, formulações farmacêuticas, óleos lubrificantes. Os detergentes catiônicos são os mais tóxicos, seguidos dos iônicos, sendo os aniônicos os menos tóxicos. Interferem nos intercâmbios celulares, ao nível de membranas, produzindo alterações da atividade respiratória da fauna aquática e bloqueios na sensibilidade quimiorreceptora de moluscos, crustáceos e peixes. Em situações agudas de poluição, todos os agentes tensoativos comprometem, de forma significativa, ovos e fases juvenis de diversos invertebrados e peixes.

Como alternativa, vêm sendo desenvolvidos tensoativos orgânicos, como o Ecofol D-5. É um tensoativo natural, destinado a promover maior espalhamento da gota pulverizada e a permeabilização da capa cerosa das folhas, permitindo



maior absorção dos nutrientes aplicados. Tem as seguintes funções (AGRÍCOLA, 2021):

- Promover maior espalhamento da gota pulverizada;
- Permeabilizar a capa cerosa das folhas;
- Permitir maior absorção dos nutrientes aplicados.

Esse insumo foi autorizado a uso de acordo com as normas nacionais (IN 64 de 18 de dezembro de 2008). Adequado para uso na produção orgânica. Utilização condicionada aos critérios de cada regulamento orgânico (*ibidem*).

### **2.2.7. Hidrocarbonetos**

A sua fonte significativa está ligada às atividades antrópicas poluidoras. O petróleo bruto é composto por um grande número de hidrocarbonetos saturados e insaturados, usados para a produção de uma grande quantidade de produtos. Por ter um caráter hidrófobo, o petróleo se espalha sobre a superfície da água, formando uma película que impede a troca de gases entre a água e o ar, eliminando toda a fauna e a flora da superfície das águas contaminadas (KREINER; MUNASINGHE, 1991).

De acordo com esses mesmos autores, os hidrocarbonetos lançados à atmosfera constituem um dos agentes químicos para a formação do “smog”, reagem na presença da luz solar e de NO<sub>2</sub>, produzindo oxidantes na atmosfera, que causam irritação nos olhos e problemas respiratórios diversos ao ser humano.

### **2.2.8. Resíduos sólidos**

Quando o lixo não é coletado, transportado e tratado adequadamente, pode trazer problemas para a população (Figura 12).

No Brasil, o serviço de coleta de lixo urbano não atinge 25% da população, sendo jogado nas ruas, nas encostas dos morros e em terrenos baldios, provocando desabamentos em favelas na época das chuvas, causando entupimentos na rede de escoamento, acarretando inundações e o perigo de contaminação da população por doenças de veiculação hídrica. A decomposição do lixo a céu aberto (lixões) produz o metano – gás altamente poluente e prejudicial à saúde. Atualmente, a prática de reciclagem tem sido intensificada, sendo bastante adequada do ponto de vista ambiental.



**Figura 12.** Resíduos de poda/roçada sendo queimado no Ifes campus de Alegre.  
Fonte: Acervo Maurício Novaes (2017).

### 2.2.9. Poluição térmica

A indústria pesada, responsável pelo aporte de matérias-primas por via marítima, como fábricas de aço, refinarias, indústrias petroquímicas, tem sido a principal responsável pela poluição térmica; porém, de proporções mínimas, posto que o volume de água usado, por cada indústria, pode ser medido em alguns metros cúbicos. As centrais elétricas são instaladas em regiões costeiras que utilizam refrigeração por circuito de água do mar para condensar os vapores (KREINER; MUNASINGHE, 1991).

De acordo com esses mesmos autores, depois de acionadas as turbinas, usam de 32 a 35 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> para 1.000 Mw para uma central térmica a diesel, e na ordem de 50 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> para centrais nucleares atuais de igual potência, causando um aumento de 10°C, na temperatura da água. No limite das temperaturas toleradas por uma determinada espécie, o aumento da temperatura implica um aumento da intensidade metabólica.

O fitoplâncton parece ser bastante sensível à elevação da temperatura; dessa forma a produção primária diminui notadamente desde que se aproximem ou ultrapassem as temperaturas máximas anuais das águas da região impactada. No caso de energia hidroelétrica, que supre 85% da energia

necessária ao Brasil (63,4% em 2020), requer para a produção de 1 kW de eletricidade 16.000 litros de água (KREINER; MUNASINGHE, 1991).

Por estas questões, pode-se afirmar que a qualidade do meio ambiente está diretamente relacionada aos fenômenos e processos naturais e pelas ações antrópicas na paisagem. Quando alterados ou mal manejados, podem causar poluição/degradação. Com relação às fontes naturais, como as lavas, gases e cinzas de um vulcão, pouco ou nada podem ser feito.

#### **2.2.10. Poluição sonora**

As ondas sonoras possuem uma amplitude que determina o nível de pressão sonora, cuja unidade de medida é o decibel (dB). Para medir o nível de pressão sonora são utilizados aparelhos chamados de medidores de nível de pressão sonora ou decibelímetros (LIMA; CARVALHO, 2010). Na natureza, níveis altos de pressão sonora são pouco frequentes. A maioria dos sons da natureza é de baixa intensidade (20 dB) não provocando danos na saúde humana (MOREIRA, 2008).

Uma conversa normal entre pessoas alcança cerca de 50 dB, também não apresentando riscos à saúde (GONÇALVES, 2011; RAMOS; TRISCH; SALVI, 2011). Durante a evolução, foram com esses níveis de pressão sonora que o corpo humano conviveu. Todavia, na atualidade um grande número de ruídos de elevada intensidade é gerado artificialmente nas cidades. Em algumas metrópoles, e mesmo em ambientes de trabalho, o nível de pressão sonora pode alcançar mais de 100 dB, o que pode causar uma série de doenças e problemas nas pessoas que vivem nesses ambientes (PALMA et al., 2009; GONÇALVES, 2011).

Os efeitos da exposição aos elevados níveis de ruído dependem do tempo de exposição (SANTOS, 2004). O nível de ruído de até 55 dB é considerado adequado para conforto acústico (PALMA et al., 2009). A intensidade de aproximadamente 65 dB pode causar o aumento do nível de estresse, havendo aumento da probabilidade de ocorrer derrame cerebral e enfarte (PIMENTEL-SOUZA, 1992). Níveis de pressão sonora muito elevados, como 120 dB, podem causar dores e também danos irreversíveis no sistema auditivo (SANTOS, 2004).

Segundo GONÇALVES (2011), níveis de pressão sonora a partir de 85 dB afetam a saúde e o nível de danos dependem do tempo em que a pessoa

fica exposta a esse nível de ruído, sendo que após dois anos de uma exposição diária de oito horas a pessoa terá problemas auditivos. Para o sono, níveis de pressão sonora de 35 e 45 dB são adequados, mas a intensidade de 75 dB já provoca a perda de 70 % dos estágios profundos do sono, podendo provocar insônia e fadiga, pois os estágios profundos do sono são essenciais para a restauração do organismo humano (PIMENTEL-SOUZA, 1992; SANTOS, 2004).

Os ruídos de elevada intensidade também afetam negativamente a fauna. Nos estudos ambientais para o licenciamento de empreendimentos ou atividades humanas, um impacto ambiental bastante frequente é o afugentamento de fauna de habitats naturais próximos de onde as obras ou demais atividades serão realizadas. O afugentamento acaba por alterar a composição de comunidades bióticas dos habitats naturais (COSTA JÚNIOR, 2013).

Além disso, esses ruídos podem dificultar a adaptação ou recuperação de animais mantidos em cativeiro como forma de preservação *ex situ*. Considerando os problemas advindos dos níveis de ruído, foram instituídos limites para a emissão de ruídos no Brasil através da Resolução CONAMA nº 01 de 1990 (CONAMA, 1990a).

Essa resolução estabelece que os níveis máximos de ruídos para sossego público são limitados pelas normas NBR-10.151 e NBR-10.152.

### **2.2.11. Poluição Visual**

É um tipo de poluição que vem ganhando importância, principalmente em cidades turísticas. Pode ser conceituada como sendo a degradação da paisagem (SCHIVARTCHE, 2005). Nas cidades, a poluição visual geralmente é provocada por objetos ligados a comunicação visual, incluindo cartazes, cavaletes, faixas e painéis (CODATO, 2014).

As pichações também podem ser incluídas nessa lista. Também causam poluição visual nas cidades o lixo deixado nas ruas e as linhas de transmissão de energia e de telefonia, quando em excesso ou mal organizadas. Mesmo a falta de manutenção das construções pode deteriorar a paisagem de cidades. Cabe ressaltar que a poluição visual pode causar diversos problemas, como a diminuição da visitação por turistas, a redução do valor de terrenos e construções em cidades muito afetadas por esse tipo de poluição e por em risco o bem-estar das pessoas (SILVA; DANTAS, 2008).

A poluição visual também atinge ecossistemas naturais, pois ambientes naturais de grande beleza cênica muitas vezes são alterados para a obtenção de recursos naturais, afetando negativamente a paisagem.

#### ❖ Definição simplificada para poluição

Uma definição simplificada de poluição seria a presença de um elemento, uma substância ou um material fora do seu local de origem ou presente em concentrações acima das condições naturais, inclusive uma substância não-tóxica, podendo apresentar efeitos adversos a um determinado organismo, inclusive ao homem e ao meio ambiente. Mediante essa definição, os agroquímicos e as operações utilizadas no seu manuseio e aplicação, podem ser classificados como indicado no Quadro 1.

**Quadro 1.** Classificação dos poluentes e os elementos de impacto na paisagem

Tipos de poluentes	Exemplos	Elementos de impacto na paisagem			
		Solo	Água lençol	Ar superfície	Ar
Nutrientes	Nitrogênio e fósforo em fertilizantes comerciais, adubos, lodos de esgoto, resíduos sólidos urbanos	X	X	X	-
Agrotóxicos	Inseticidas, herbicidas e fungicidas	X	X	X	-
Substâncias orgânicas perigosas	Combustíveis, solventes, componentes orgânicos voláteis	X	X	X	X
Acidificação	Chuva ácida, drenagem ácida de mineração	X	X	X	X
Salinidade e sodicidade	Água salina de irrigação	X	X	X	-
Elemento-traço	Metais catiônicos, ânions, microelementos normalmente	X	X	X	-



	presentes em pequena concentração em solos e plantas				
Sedimentos detríticos e químicos	Perda de solo devido à erosão	-	-	X	X
Partículas	Dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorcarbono	-	-	-	X
Emissão de gases/ componentes da fumaça	Ozônio, produtos secundários da combustão.	-	-	-	X

Fonte: Schaefer et al. (2000).

### 2.3. Externalidades e impactos resultantes dos diversos tipos de poluição

Em decorrência dos modelos de produção e de consumo, a poluição é inerente aos processos produtivos. Considerando o ecossistema, sua resistência e sua resiliência, poderão surgir aspectos, impactos e externalidades nos diversos compartimentos desse ambiente, originando áreas degradadas.

#### 2.3.1. Degradação do solo

Segundo Pejon, Rodrigues e Zuquete (2013), os solos dão suporte à biodiversidade terrestre, são importantes no controle dos ciclos hidrológico e do carbono e são essenciais para a produção agrícola. Segundo esses mesmos autores, servem de repositório de resíduos sólidos e líquidos advindos de atividades humanas e fonte de diversos recursos minerais. A degradação do solo (Figura 13) pode ser entendida como sendo a alteração das características do solo de modo a prejudicar ou inviabilizar seus usos futuros (ABNT, 1989).



**Figura 13.** Pastagem em área de APP sem vegetação e solo exposto: degradação em estágio avançado, Jerônimo Monteiro, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Tais alterações podem ocorrer de diversas formas e serem geradas por um grande número de empreendimentos diferentes. Apesar de sua importância, as autoridades públicas tardaram a tomar providências para evitar a degradação dos solos, o que resultou em um acúmulo de áreas degradadas com problemas como a contaminação, desertificação, aceleração de processos erosivos e perda de nutrientes devido à superexploração (PEJON; RODRIGUES; ZUQUETE, 2013).

Neste contexto, a resolução do CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Um dos impactos ambientais mais frequentes e problemáticos que ocorrem na implantação e operação de empreendimentos é o aumento de processos erosivos. Principalmente a perda de fertilidade está relacionada à carência de cobertura vegetal e de um ambiente apropriado para a fixação das camadas superficiais do solo. A redução da

biodiversidade e da matéria orgânica desencadeia o processo erosivo (RODRIGUES; PISSARRA; CAMPOS, 2011).

As partículas do solo são levadas pela água da chuva e pelos ventos, com auxílio da força da gravidade, das partes mais altas dos terrenos para as partes mais baixas. A erosão desencadeia a perda de solo, perda de profundidade do solo, perda de nutrientes do solo (elementos químicos utilizados pelas plantas) e pode também ocasionar a poluição de cursos d'água e o seu assoreamento, além da diminuição de áreas produtivas (ABDON, 2004; SOUZA, 2022a; 2022b). A diminuição dos nutrientes do solo também pode ocorrer pela exploração excessiva do solo e não reposição dos nutrientes por intermédio de adubação (Figura 14).

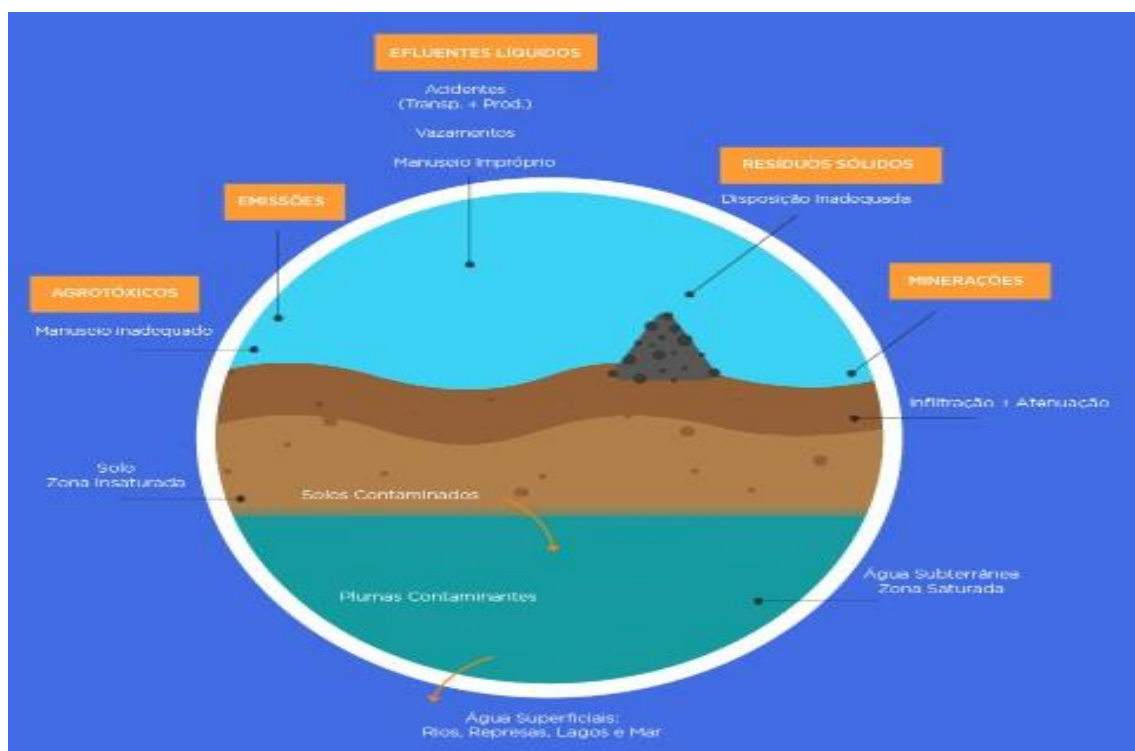


**Figura 14.** Área de pastagem: nenhuma reposição de nutrientes desde sua implantação, Mimoso do Sul, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

A utilização do fogo como prática para “limpar” a área de cultivo em agroecossistemas também provoca a perda de nutrientes, além de poder acelerar a erosão do solo, pois diminui a cobertura do solo por vegetais vivos e mortos, que constituem em uma proteção contra agentes de intemperismo. Na

Amazônia, por exemplo, havia um vácuo tecnológico entre a agricultura moderna e a agricultura de derruba e queima (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2020).

A contaminação do solo é outro problema que deve ser evitado (Figura 15). Pode ocorrer em agroecossistemas, a partir da utilização de agrotóxicos, mas também é comum ocorrer em lixões, por meio do chorume, e em empreendimentos que armazenam ou utilizam produtos químicos diversos, pois podem vazar dos tanques de armazenamento e percolar ou podem ser adsorvidos pelas argilas do solo. Mesmo as rodovias podem ser fontes de poluição, visto que os veículos automotores podem liberar por vazamento diversas substâncias líquidas poluentes, tais como ácidos, álcalis, combustíveis e óleos.



**Figura 15.** Migração dos poluentes em solo. Fonte: Cruvinel (2020).

Alguns empreendimentos, como os de exploração de minérios, são capazes de alterar expressivamente várias características dos solos (Figura 16). Modificam, inclusive, características físicas do solo, como a densidade, porosidade e textura. Nascimento; Garcia (2005) consideram as limitações e



aptidões do solo um instrumento eficiente para as avaliações de uso e resiliência de um território na busca pelo desenvolvimento sustentável.



**Figura 16.** Área de mineração, “Grande BH”, MG. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

### 2.3.2. Degradação dos recursos hídricos

Nosso planeta possui uma grande quantidade de água; todavia, a porcentagem desse volume que está disponível para ser utilizado diretamente pelo ser humano é diminuta, aproximadamente 0,3% no total (BARROS; AMIN, 2008). Além disso, a água não está distribuída homoganeamente pelo globo terrestre. No Brasil, que conta com aproximadamente 12% da água doce superficial do planeta, a região Norte apresenta 70% da água doce superficial do país enquanto que as outras regiões possuem uma quantidade expressivamente menor de água - Centro-Oeste (15%), Sul (6%), Sudeste (6%) e Nordeste (3%) (SUASSUNA, 2015).

Além de ser utilizada para uso doméstico, na criação de animais e na agricultura, a água também é utilizada na geração de energia elétrica e nas atividades industriais. Apesar de sua importância, uma grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos é lançada diariamente nos cursos d'água, prejudicando a sua qualidade. Entre as muitas substâncias líquidas que poluem



a água estão os agrotóxicos, óleos, combustíveis e várias outras de origem industrial ou mesmo residencial (PEREIRA, 2004).

A matéria orgânica advinda do esgotamento industrial e residencial pode provocar inclusive a eutrofização de corpos d'água. Em meio aos dejetos humanos são encontradas diversas espécies de organismos causadores de doenças (Figura 17).



**Figura 17.** Trecho do rio das Mortes, Tiradentes, MG - áreas de APP sem vegetação nativa recebendo elevada carga de esgoto doméstico e industrial. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2017).

Muitas pessoas ainda têm o mau hábito de lançar resíduos sólidos domiciliares *in natura* em cursos d'água e os resíduos presentes nas cidades também podem ser carreados para rios e lagos pelas águas pluviais. Como mencionado anteriormente, as partículas do solo provenientes de processos erosivos também são fontes importantes de poluição das águas e assoreamento de rios (PEREIRA, 2004; SOUZA, 2022a; 2022b). As águas subterrâneas podem ser poluídas por líquidos que infiltram no solo, advindos, por exemplo, da utilização de pesticidas, dos vazamentos de esgotos, tubulações ou depósitos de diversas substâncias (PEREIRA, 2004).

Em termos de legislação sobre o tema, pode-se citar o Plano Nacional de Recursos Hídricos Lei nº 9.433/97, o Código das Águas (Decreto Federal Nº 24.643 de 1934) e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que foi alterada pelas Resoluções nº 410 de 2009 e nº 430 de 2011, mas várias outras resoluções e leis são importantes para disciplinar o uso da água e proteger a sua qualidade. A Resolução do CONAMA 396, que “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas”. E ainda a Resolução CONAMA nº 357 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”.

### **2.3.3. Impactos sobre a biodiversidade**

Número expressivo de atividades antrópicas e empreendimentos afetam negativamente a diversidade biológica. A poluição degrada os habitats e causa o aumento da mortalidade de muitas espécies. A perda de habitat vem sendo intensificada pela alteração do ambiente para extração de recursos naturais e pelo avanço da agropecuária e das áreas urbanas, ocupando a primeira posição entre os problemas ambientais que levam à extinção de espécies (VIANA; PINHEIRO, 1998; ALMEIDA; SAMPAIO; ALMEIDA, 2017; SOUZA, 2022a; 2022b).

Associada a perda de habitat está a fragmentação dos habitats, que acarreta no isolamento e na fragilização de populações bióticas e no aumento do efeito de borda (VIANA; PINHEIRO, 1998; ALMEIDA; SAMPAIO; ALMEIDA, 2017). São inúmeros os empreendimentos que podem ocasionar a fragmentação dos habitats naturais e entre eles estão a construção de dutos e obras lineares, como ferrovias e estradas (Figura 18). Além das ameaças já mencionadas, a coleta excessiva de componentes da biodiversidade (superexploração) é outro sério problema. Como já mencionado, o afugentamento de fauna é frequentemente citado como um impacto ambiental negativo resultante de atividades que ocasionam o aumento da incidência de ruídos (MECHI; SANCHES, 2010).



**Figura 18.** Trecho de afluente do rio das Mortes em Tiradentes, MG, recoberto com concreto: perda da biodiversidade. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2018).

Esse é um impacto que será especialmente relevante para as espécies mais sensíveis aos ruídos e em ambientes naturais próximos das áreas de geração da poluição sonora. Além dos animais que estão livres no habitat natural (RADLE, 2007), os animais mantidos em cativeiro (zoológicos, centros de triagem de animais silvestres, entre outros) também são afetados negativamente pelos ruídos (SATO, 2010). Cabe ressaltar que mesmo as unidades de conservação da natureza, área destinada a conservação ou a preservação de recursos naturais e biodiversidade, muitas vezes são afetadas por empreendimentos e atividades humanas.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 9.985 de 2000) define que:

“Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei” (BRASIL, 2000).



Ainda no Art. 36, a lei obriga que: “§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o *caput* deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo” (BRASIL, 2000).

Neste contexto, os corredores ecológicos são de grande importância para garantir a funcionalidade das unidades de conservação. Corredores ecológicos são definidos por ser uma grande região, onde estão preservadas significativas extensões de áreas naturais, preferencialmente de forma contínua, diminuindo o isolamento entre os indivíduos de uma mesma espécie (CONSERVATION INTERNATIONAL).

Pode ser definido também como corredor de vegetação entre remanescentes e área de trânsito para a fauna. Assim os fundamentos dos corredores ecológicos são de ampliar a escala de conservação da biodiversidade, passando da conservação de espécies e áreas protegidas isoladas para a escala de conservação de ecossistemas, ecorregiões e biomas; todos os ecossistemas, áreas protegidas e interstícios devem estar integrados numa mesma estratégia de conservação, definida em comum acordo com as partes envolvidas (CONAMA nº 9/96<sup>2</sup>).

### 3. Considerações finais

Atualmente, sabe-se que o meio ambiente possui capacidade limitada em absorver os impactos negativos gerados pelas atividades antrópicas. Por este motivo, existe a possibilidade de esgotamento dos seus recursos naturais, pela exaustão ou pela poluição, caso persistam os atuais modelos de desenvolvimento e produção que privilegiem a concentração e o crescimento econômico, ligados a uma expansão desordenada e acelerada dos meios urbano e rural, em detrimento à conservação da natureza.

---

2 Considera a necessidade de se definir "corredores entre remanescentes" citado no art. 7º do Decreto nº 750/93, assim como estabelecer parâmetros e procedimentos para a sua identificação e proteção, resolve: Art. 1º. Corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes.

A poluição e a degradação estão entre os principais fatores que têm contribuído para o agravamento dessa situação de desequilíbrio. Considera-se que a mitigação ou mesmo a solução definitiva de tais problemas, possibilitando que a recuperação ambiental seja efetiva e duradoura, promovendo o desenvolvimento sustentável, é preciso que sejam trabalhadas essas condições que a originaram.

Dependerá da adoção de políticas públicas responsáveis com esse direcionamento. Devem-se promover modificações profundas de cunho político, organizacional e social. Dessa forma, é necessário que haja alterações da atual escala de valores dos diversos setores produtivos e da sociedade envolvidos, onde devem ser repensados os modelos de desenvolvimento, de produção, de consumo e de gestão ambiental.

O grande consumo de alimentos e outros bens requerem uma grande quantidade de energia nas diversas fases de produção, como também produzirão resíduos em sua fase final, aumentando a entropia dos sistemas. Atualmente, influenciadas pelos meios de comunicação que criam situações que geram necessidades crescentes diárias, as necessidades humanas se tornaram praticamente infinitas. São sustentadas por conhecimentos científicos que manipulam o consumidor e o envolve nesse processo. Sabe-se, entretanto, que as reais necessidades humanas básicas podem ser significativamente reduzidas.

No campo, nas pequenas propriedades rurais da agricultura de subsistência, além dos diversos problemas discutidos referente ao modelo de produção familiar, como o seu baixo nível tecnológico, soma-se o reduzido tamanho de suas áreas. Dessa forma, tem havido a utilização acima da sua capacidade de suporte, tendo como consequência a erosão e o risco de abandono da atividade ou degradação das condições de vida e do meio ambiente.

Deve-se, portanto, introduzir modificações no uso e manejo do solo, além da utilização de práticas conservacionistas, como medidas de caráter vegetativo que incentivem o consórcio e a rotação de culturas para a redução da perda do solo. Talvez, a solução provável para essa situação, fosse a utilização dessas áreas para a condução de culturas alternativas direcionadas à agroindústria, possibilitando a geração de produtos com maior valor agregado. Depende assim,



da participação intensiva da extensão rural para a difusão tecnológica e a assistência, além do apoio logístico.

A grande concentração populacional e as atividades humanas nos meios urbanos, quase sempre afetam a qualidade do ar, do solo, da água e dos alimentos. As perdas advindas do transporte e transferência dos alimentos do campo para a cidade são consideráveis, como também em seu armazenamento, processamento e distribuição. Pode-se afirmar, atualmente, que o consumismo desenfreado associado ao desperdício são anticonservacionistas, posto ser necessário uma grande quantidade de recursos naturais em suas diferentes formas, para a sua manutenção.

Considerando nosso planeta como um ativo do qual se pode apenas utilizar os benefícios de seu “bom manejo”, sem comprometer as oportunidades para as gerações futuras, pode tornar-se possível o desenvolvimento sustentável. Encontrar soluções tecnológicas e metodologias capazes de produzir desta forma, sem a geração de degradação, é o grande desafio das empresas e da sociedade como um todo. Para isso, é necessário que seja desenvolvido um novo modelo de gestão dos recursos, compartilhado por toda a sociedade.

#### 4. Referências

ABDON, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico - erosão e assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

AGRÍCOLA SOLUÇÕES NATURAIS. **Tensoativos naturais.** 2022. Disponível em: [www.mmcagricola.com.br](http://www.mmcagricola.com.br). Acesso em: 12 abr. 2022.

AGUIAR, R. S. **Aquecimento global: quem é culpado?** ComCiência 152, 2013. Disponível em: [http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542013000800005&lng=en&nrm=isso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542013000800005&lng=en&nrm=isso). Acesso em: 13 set. 2020.

ALMEIDA, F. S.; SAMPAIO, F. de R. G. G.; ALMEIDA, A. A. de Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do gestor ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, n. 1, p. 70-87, 2017. Volume Especial.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. **Roça sem fogo: da tradição das queimadas à agricultura sustentável na Amazônia.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. 188 p.

AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Metais pesados em solos brasileiros. In: ALVAREZ, V. H. V.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 837-853.

ANVISA. Anvisa divulga lista de alimentos com maior nível de contaminação por agrotóxicos. 2019. Disponível em: <https://tommasi.com.br/blog/anvisa-divulga-lista-de-alimentos-com-maior-nivel-de-contaminacao-por-agrotoxicos/>. Acesso em: 21 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1989) **NBR 10703:1989**. Define os termos empregados nos estudos, projetos, pesquisas e trabalhos em geral, relacionados à análise, ao controle e à prevenção da degradação do solo. Rio de Janeiro.

BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MARTINS, L. C.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 5, p. 695-700, 2004.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 75-108, 2008.

BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.17-75.

BATISTA, L. F. **Lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal**: um estudo de sua aptidão para o condicionamento, utilização e disposição final. XXVII, 197 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2015). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

BOCKRIS, J. O. M. Environmental chemistry. In: BOCKRIS, J. O. M. (Coord.) **Environmental chemistry**. New York: Plenum Press, 1977. p. 1-18.

BRASIL **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 20 ago. 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do solo**. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/poluicao/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

BRASIL. **Lei 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 420, de 30 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de

substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicação DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 15 set. 2022.

CODATO, M. V. F. Poluição visual e sonora: uma relação conturbada entre meio ambiente e sociedade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1312-1317, 2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acessado em: 07 jun. 2017.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 1, de 8 de março de 1990a**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>. Acessado em: 20 ago. 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990b**. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>. Acessado em: 20 ago. 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009>. Acessado em: 07 jun. 2017.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução nº 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. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acessado em: 20 ago. 2015.

CORREIO24H. **Guerra pela água em Correntina se arrasta desde 2015**. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/guerra-pela-agua-em-correntina-se-arrasta-desde-2015/>. Acesso em: 12 jun. 2018.

COSTA JÚNIOR, M. A. F. **Manual de impactos ambientais do saneamento**. Rio Grande do Norte: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN. 140p. 2013.

CRUVINEL, K. A. da S. Fontes de contaminação e os requisitos da qualidade da água, do solo e do ar. Disponível em: [https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5\\_modulo\\_saneamento/01-2.html](https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/01-2.html). Acesso em: 20 set. 2022.

DALTIN, D. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011. 59 p.

DRUMM, F. C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.; KEMERICH, P. D. C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. EMBRAPA, 2018, 212 p.

GONÇALVES, D. DA C.; PEREIRA, L. C. A.; RIBEIRO, W. R.; POLASTRELI, R. L.; VARGAS, D. O. P.; GERVASIO, J. O.; GONÇALVES, D. C.; GONÇALVES, M. S.; SOUZA, M. N. A agroecologia como ferramenta de sustentabilidade socioeconômica e ambiental: um estudo de caso da unidade de conservação da mata escura, município de Jequitinhonha, MG. In: **Conservação e Meio Ambiente**. 1 ed. Ponta Grossa – Paraná: Atena Editora, 2021, p. 158-167.

GONÇALVES, M. Ruídos ocupacionais e sintomas psiquiátricos. **Psychiatry On-line** n. 16, p. 1-3, 2011.

KREINER, A.; MUNASINGHE, M. Managing environmental degradation and natural disasters: an overview. In: KREINER, A.; MUNASINGHE, M. (Eds.) **Managing natural disasters and the environment**. World Bank, Environmental Department, 1991. p. 3-6.

LIMA, A. G. M.; CARVALHO, R. G. Poluição sonora no meio ambiente urbano – caso centro de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 5, n. 2, p. 69-87, 2010.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MOREIRA, P. **Poluição sonora**. (2008). Disponível em: <<http://www.fiojovem.fiocruz.br/poluicao-sonora>>. Acesso em: 06 ago. 2015.

NASCIMENTO, P. S. R.; GARCIA, G. J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 231-241, 2005.

NORDER, L. A.; LOBO, N. S. A percepção dos profissionais de educação sobre os impactos dos agrotóxicos em escolas rurais no estado do Mato Grosso/The perception of education professionals on the impacts of agrochemicals rural schools in the state of Mato Grosso (Brazil). **Revista Nera**, n. 46, p. 41-57, 2019.

OECD-FAO/Food and Agriculture Organization of the United Nations. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024**. Paris: OECD Publishing; 2015.

PALMA, A.; MATTOS, U. A.; ALMEIDA, M. N.; OLIVEIRA, G. E. M. C. Nível de ruído no ambiente de trabalho do professor de educação física em aulas de ciclismo indoor. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 345-351, 2009.

PEJON, J. O.; RODRIGUES, V. G. S.; ZUQUETE, L. V. Impactos ambientais sobre o solo. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. Editores. **Engenharia**

**Ambiental Conceitos, Tecnologia e Gestão.** 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 789 p. 2013.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 20-36, 2004.

PIMENTEL-SOUZA, F. Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral - ênfase urbana. **Revista Brasileira de Acústica e Vibrações**, n. 10, p. 12-22, 1992.

RADLE, A. L. **The effects of noise on wildlife: a literature review.** (2007) Disponível em: <https://winapps.umd.edu/winapps/>. Acesso em: 06 ago. 2015.

RAMOS, R. C. S. S.; TRISCH, E.; SALVI, R. F. **Modelagem matemática como possibilidade de motivação do aluno – o caso da feira de matemática.** II CNEM – Congresso Nacional de Educação Matemática. 2011.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Análise temporal dos processos erosivos na microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, Taquaritinga, SP, Brasil. **Rev. Árvore**, v. 35, n. 3, p. 745-750, 2011.

RODRIGUES, R. **Brasil, supermercado no mundo!** 2022. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/07/04/brasil-supermercado-no-mundo-por-roberto-rodrigues.html>. Acesso em: 04 jul. 2022.

SALDIVA, P. H. N.; CAELHO, M. S. Z. S. Poluição Atmosférica e saúde humana. In: CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. Editores. **Engenharia Ambiental Conceitos, Tecnologia e Gestão.** 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 789 p. 2013.

SANTOS, C. F., SIQUEIRA, E. S., ARAÚJO, I. T., GUEDES, Z. M. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

SANTOS, V. S. **Avaliação da poluição sonora provocada pelo tráfego em um parque urbano utilizando ferramentas de simulação e geoprocessamento.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2004.

SATO, C. K. **Análise dos ruídos sonoros provocados pela visitação pública no zoológico de Curitiba.** Monografia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2010.

SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE, M. A.; CHARMELO, L. L.; CAMPOS, J. C. F.; SIMAS, F. B. Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 202, p. 20-44, 2000.

SCHIVARTCHE, F. **Poluição urbana: as grandes cidades morrem - você pode salvá-las.** São Paulo: Editora Terceiro Nome e Mostarda Editora, 2005.

SERRA, M. Aquecimento global: evidências e preocupações. **Economia & Tecnologia**, n. 9, p. 165-170, 2007.



SILVA, J. E. F.; DANTAS, I. C. Poluição visual: que mau isso faz? **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 50-62, 2008.

**SNIRH – Sistema Nacional sobre Informações de Recursos Hídricos. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017). 2018. Disponível em: [www.snirh.gov.br](http://www.snirh.gov.br). Acesso em: 23 jul. 2018.**

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III.** – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 347 p. **ISBN:** 978-65-84548-04-6. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6>.

SOUZA, M. N. Avaliação de impactos ambientais: definições, glossário e conceitos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III.** – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 36-71. 2022a. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c1>.

SOUZA, M. N. Avaliação de impactos ambientais: histórico e procedimentos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. III.** – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 72-113. 2022b. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c2>.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental.** Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018, v.1000. 376p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais.** Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015, v.5000. 376 p.

SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. VOL. I.** CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133 p.

SOUZA, P. M.; FORNAZIER, A.; PONCIANO, N. J. Distribuição espacial da produção agropecuária do estado do espírito santo: uma análise dos segmentos familiar e não familiar. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 4, p. 78-91, 2020.

SUASSUNA, J. **A má distribuição da água no Brasil.** (2015) Disponível em: <<http://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-ama-distribuicao-da-agua-no-brasil/>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

SYNGENTA. **Plantio da soja:** 7 dicas para a regulação correta da plantadeira. Disponível em: <https://blog.syngentadigital.ag/plantio-da-soja-7-dicas-para-regulagem-correta-da-plantadeira/>. Acesso em: 08 fev. 2022.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 32, n. 12, p. 25-42, 1998.

## **Autores**

Maurício Novaes Souza\*

Professor do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Campus de Alegre - Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre-ES.

\* Autor para correspondência: [mauricios.novaes@ifes.edu.br](mailto:mauricios.novaes@ifes.edu.br)