

Indicadores de sustentabilidade ambiental sistematizados pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu, PR

Environmental sustainability indicators systemsized through the Pressure-State-Response (PSR) model in Alto Iguaçu Hydrographic Basin, PR

Luciene da Costa Rodrigues*, Sandra Mara Alves da Silva Neves**, Valter Roberto Schaffrath***, Jesã Pereira Kreitlow****

*Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná, e-mail: lucyrodriques_bio@hotmail.com

**Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso, e-mail: ssneves@unemat.br

***Núcleo Comum do Instituto Federal do Paraná, e-mail: valter.schaffrath@ifpr.edu.br

****Laboratório de Geotecnologias da Universidade do Estado de Mato Grosso, e-mail: jesapk1@hotmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v50i0.67472>

Resumo

O diagnóstico ambiental é relevante para conservação ambiental uma vez que indica o impacto que determinada atividade antrópica causará ao ambiente. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo efetuar o diagnóstico ambiental da paisagem da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu/PR, por meio de indicadores de sustentabilidade, na perspectiva da geração de dados e informações que possam subsidiar o planejamento ambiental e o desenvolvimento territorial. A metodologia desenvolvida compreendeu pesquisa bibliográfica, elaboração de mapas de uso da terra e cobertura vegetal e para o diagnóstico ambiental o modelo estrutural Pressão-Estado-Resposta. Os indicadores analisados (solo, hídrico, biodiversidade, agrotóxico, uso da terra e demografia) possibilitaram avaliar os programas e as políticas públicas que visam reverter o quadro atual de degradação, com ações e práticas voltadas à sustentabilidade ambiental na bacia. Os resultados demonstram que entre os anos de 1985 a 2017 ocorreu aumento em área das classes: floresta plantada (91,85%), agricultura e pastagem (22,50%), área não vegetada (56,45%), corpos hídricos (69,39%), influência urbana (22,86%) e mineração (80,81%), sendo que para as demais classes ocorreu redução. Portanto, o quadro atual de degradação na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu proporciona um melhor entendimento de quais pressões antrópicas e de como são causadas no ambiente, assim como, na construção de um planejamento ambiental adequado visando o uso e manejo da terra, contribuindo com o desenvolvimento territorial e a sustentabilidade local.

Palavras-chave: Geotecnologias; Ecologia de paisagem; Uso da terra; Relação Homem e Ambiente; Planejamento territorial.

ABSTRACT

Environmental diagnosis is essential for environmental conservation, since it indicates the impact caused by a given anthropic activity on the environment. In this context, the aim of the current study is to carry out the environmental diagnosis of Alto Iguaçu Watershed (Paraná State, Southern Brazil), based on sustainability indicators, in order to generate data and information capable of supporting environmental planning and territorial development processes. The adopted methodology comprised bibliographic research and the elaboration of land-use and vegetation-cover maps, whereas the environmental diagnosis was based on structural model known as Pressure-State-Response. The analyzed indicators (soil, water, biodiversity, agrochemicals, land use and demography) enabled evaluating programs and public policies focused on reversing the current environmental degradation scenario in the basin by means of actions and practices aimed at assuring its environmental sustainability. Based on the results, there was expansion in the area of the following classes from 1985 to 2017: planted forest (91.85%), agriculture and pasture (22.50%), non-vegetated area (56.45%), water bodies (69.39%), urban influence (22.86%) and mining (80.81%), whereas the other classes presented retraction. Therefore, the current degradation scenario in Alto Iguaçu Hydrographic Basin helps better understanding the anthropogenic pressures and how they take place in the environment; it also enables developing adequate environmental plans focused on land use and management in order to contribute to the territorial development and local sustainability process.

Keywords: Geotechnology; Landscape ecology; Land use; Man-Environment Relationship; Territorial Planning.

1. INTRODUÇÃO

O homem, cada vez mais, apresenta a necessidade de retorno aos ambientes naturais, seja em busca por valores da natureza ou simplesmente para apreciação da paisagem. Essa necessidade de se relacionar com a natureza liga o homem contemporâneo aos seus mais remotos ancestrais, que consideravam os componentes da paisagem como determinantes para sua sobrevivência. O domínio dos elementos do ambiente para transformá-los em recursos provocou desequilíbrio nos geossistemas, levando a uma crise ambiental. O processo de degradação ambiental é complexo e requer medidas de gestão e controle que passam por ações e soluções integradas, para minimizar os eventuais impactos e com auxílio da ciência tecnológica, desenvolver métodos de planejamento, monitoramento e modelos matemáticos, visando à sustentabilidade ambiental.

A paisagem é a principal categoria de análise no estudo desse cenário, definida segundo Bertrand (2004, p. 141) “como certa porção do espaço, resultante da interação dinâmica e instável de atributos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dela um conjunto único e indissociável”.

A paisagem é uma das categorias espaciais da Geografia, que possibilita a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos

elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos (CHRISTOFOLETTI, 1998). As relações e distribuições espaciais desses fenômenos são compreendidas na atualidade com o estudo da complexidade inerente às organizações espaciais. Nesse contexto, a paisagem se apresenta como um sistema complexo adaptativo e integrado formado pela interação de diferentes ciências que atuam em sua formação hierárquica, estrutural e dinâmica processual, de acordo com os princípios da Ecologia da Paisagem.

Como relação aos princípios epistemológicos, forma-se uma nova corrente de pensamento identificada com os estudos da complexidade com base nos fundamentos da interdisciplinaridade, a fim de gerar conhecimento que contemple a integração natureza e a sociedade associada às ciências físicas, ecológicas e sociais (PRIGOGINE e STENGERS, 1991; MORIN, 2002). A adoção dos princípios da complexidade e dos sistemas complexos, em conjunto com a abordagem da Ecologia da Paisagem, apresentam contribuições importantes ao planejamento territorial e gestão ambiental, considerando que as questões e as problemáticas ambientais são aspectos influenciados pela interação de fatores naturais e sociais.

As problemáticas socioambientais que envolvem o planejamento territorial necessitam de dados espaciais para a formulação de estratégias relacionadas à paisagem. Esta necessidade também se relaciona à disponibilidade de dados socioambientais, de preferência com um grau de compatibilização que permita análises integradas em relação aos elementos naturais e à atividade humana, como o mapeamento de unidades de paisagem (FREITAS e CARVALHO, 2009), seja no contexto espacial de bacia hidrográfica ou em outros recortes espaciais.

A aplicação de geotecnologias, em especial de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informação Geográfica, na tomada de decisões ligadas ao planejamento territorial e gestão ambiental apresenta diversas potencialidades relacionadas à capacidade de aquisição, organização e análise de dados espaciais (SOARES-FILHO, 1998; SALINERO, 2002).

Nesse contexto, a bacia hidrográfica, como unidade de planejamento é de aceitação universal, sendo comumente usada, pois apresenta um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações físicas são integradas e, assim, facilmente interpretadas (SANTOS, 2004).

Porto e Porto (2008, p. 45) definem a bacia hidrográfica:

Como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, em complemento, a caracteriza como um local onde acontecem balanços hídricos, de tamanho variável de acordo com a problemática de interesse e sobre a qual se desenvolvem as atividades humanas.

Nessa ótica, as alterações da paisagem das bacias hidrográficas provocadas pelas atividades antrópicas podem ter resposta no equilíbrio destas, sendo responsáveis, dentre outros fatores, pela ocorrência de erosão, perda de biodiversidade e comprometimento da água, em qualidade e quantidade. Ressalta-se também eventos extremos, tais como estiagens ou inundações severas, produção e transporte de sedimentos e aporte de nutrientes em mananciais, que comprometem a qualidade da água (FERREIRA et al., 2015). A ocorrência desses eventos assume caráter negativo, uma vez que pode comprometer aspectos sociais, ambientais e econômicos. Desta maneira, o planejamento das atividades humanas é fundamental na manutenção da integridade dos serviços ambientais (GARDIMAN JUNIOR et al., 2018).

Nesse contexto, os indicadores ambientais são ferramentas utilizadas para auxiliar no monitoramento da sustentabilidade ambiental, sendo a sua principal função fornecer informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais, etc.) que compõem o desenvolvimento sustentável de uma sociedade (CARVALHO et al., 2011), possibilitando verificar os impactos das ações humanas no ambiente.

Para a OECD (1993) um indicador deve ser entendido como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que apontam e fornecem informações sobre o estado de um fenômeno, com uma extensão significativa, funcionando como ferramenta de apoio aos tomadores de decisões e àqueles responsáveis pela elaboração de políticas em todos os níveis. Nesse sentido, o Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), é considerado o marco ordenador mais utilizado para apresentação de estatísticas e indicadores das áreas ambientais e de desenvolvimento sustentável (OCDE, 1993).

Segundo Van Bellen (2006), o Modelo PER é dividido em três categorias: Indicadores da Pressão ambiental, que descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais; Indicadores das condições ambientais ou de Estado que se referem à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele; e Indicadores das Respostas sociais, que são medidas que mostram a resposta da sociedade às transformações ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais. Deve-se lembrar que no PER são desconsideradas as pressões provenientes da ação da natureza, e sabe-se

que os eventos naturais também podem causar impacto ambiental, sendo fontes de pressão (FERREIRA et al., 2010).

Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo efetuar o diagnóstico ambiental da paisagem da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu/PR, por ser considerada uma das mais significativas bacias do estado do Paraná e por apresentar alterações nas suas características bióticas e abióticas, em função da presença de águas residuais industriais e domésticas. Nesse sentido, por meio de indicadores de sustentabilidade gerar dados e informações que possam subsidiar no planejamento ambiental e o desenvolvimento territorial da área investigada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu (BHAÍ) compreende uma área de 3.130,22 km², localizada no estado do Paraná (Figura 01). Abrange 30 sub-bacias com diversos rios, cujos principais são: Iguaçu, Barigui, Palmital, Atuba, Passaúna, Iraí, Belém, Itaqui, Piraquara e Pequeno (IAPb, 2018).

A área de estudo compreende extensões territoriais de 15 municípios da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), a saber: Curitiba, Colombo, Campina Grande do Sul, Quatro Barras, Piraquara, Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Araucária, Contenda, Balsa Nova, Campo Largo, Campo Magro e Almirante Tamandaré (IAPb, 2018). Está sob domínio do clima Subtropical úmido, com médias térmicas variando de 12,9°C, no mês mais frio, a 22,5°C no mês mais quente, que garantem verões frescos sem estação seca e ocorrência de frequentes geadas no inverno (SEMA, 2007).

Procedimentos metodológicos

Para a caracterização da área de estudo foram utilizados os seguintes dados secundários: uso de agrotóxicos, agricultura e pastagem obtidos junto a Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (SEAB); floresta nativa e plantada obtidos junto a Fundação SOS Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica), Instituto Ambiental do Paraná (IAPa) e Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ); social (densidade demográfica) junto ao Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES); e recursos hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA) junto ao Instituto de Águas do Paraná (IAPb).

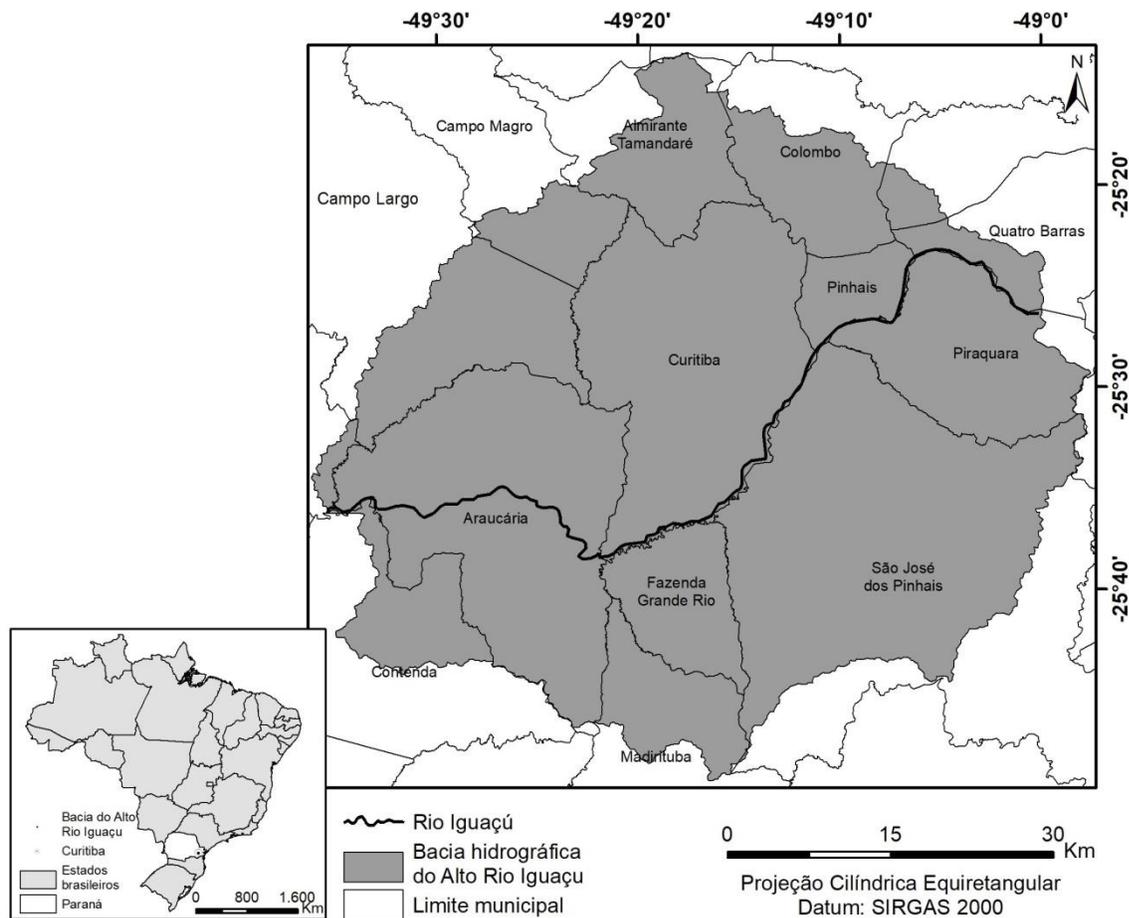


Figura 01- Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu, nos contextos brasileiro, estadual e municipal.
Elaboração: LabGeo UNEMAT (2019).

Os dados utilizados para a elaboração do mapa de cobertura vegetal e uso da terra no período de 1985 a 2017 foram gerados pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias), que opera utilizando o catálogo de imagens dos satélites Landsat 5, 7 e 8 disponíveis na plataforma Google Code Editor (GCE). O uso do banco de dados de imagens Landsat do GCE aumenta a disponibilidade de informações espectrais para cada pixel, pois a estrutura de processamento e armazenamento da plataforma está baseada na viabilidade de informações sem nuvem de um pixel e não de uma cena, facilitando a disponibilidade de informações espectrais para aquelas partes das cenas Landsat que estão sem ou com menor cobertura de nuvens (MAPBIOMAS, 2018).

Para o diagnóstico da sustentabilidade ambiental da paisagem da BHAJ utilizou-se o Modelo estrutural Pressão-Estado-Resposta (PER) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 1993). O modelo está baseado no conceito de causalidade, segundo o qual as atividades humanas exercem

pressão sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu Estado, e a sociedade responde a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos componentes da paisagem da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu

O cenário de degradação ambiental da BHAJ pode ser atribuído principalmente as ocupações irregulares, situadas em locais desprovidos de infraestrutura, como saneamento (água, coleta de esgoto e lixo), gerando poluição dos mananciais, degradação das matas ciliares (DOUBRAWA, 2013), retirada da cobertura vegetal natural, entre outros impactos negativos ao ambiente e a saúde humana.

A vegetação da BHAJ é composta principalmente pela Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Floresta de Araucária, que recobre aproximadamente 77,9% de sua extensão. Essa formação destaca-se pela presença da espécie vegetal *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze., que se encontra na lista de espécies ameaçadas de extinção e cujo corte é proibido (IAPa, 2008), além dessa cobertura vegetal tem-se a Floresta ombrófila densa e regiões de estepe (HENTZ, 2015).

O desflorestamento da cobertura vegetal nativa na BHAJ corresponde a uma posição intermediária que varia entre 10% a 15% de área (IPARDES, 2017). As taxas de desflorestamento desafiam a legislação brasileira de proteção à Mata Atlântica. Segundo a Lei de Proteção da vegetação nativa, nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, em seu Capítulo VII, sobre Exploração Florestal, no Art. 31, diz: A exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, ressalvados os casos previstos nos Arts. 21, 23 e 24, dependerá de licenciamento pelo órgão competente do Sisnama, mediante aprovação prévia de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) que contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme (BRASIL, 2012).

De acordo com a Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006, sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, em seu Art. 60, têm por objetivo, o desenvolvimento sustentável, a salvaguarda da biodiversidade, da saúde humana, dos valores paisagísticos, estéticos e turísticos, do regime hídrico e da estabilidade social. No que refere à exploração e manejo, no Art. 8º diz que o corte, a supressão e a exploração da vegetação do Bioma Mata Atlântica far-se-ão de maneira diferenciada, conforme se trate de vegetação primária ou secundária, nesta última levando-se em conta o estágio de regeneração (BRASIL, 2006).

Medidas estão sendo desenvolvidas a fim de conservar a Mata Atlântica brasileira ao nível da paisagem (SILVA et al., 2016), entre elas a criação de corredores de biodiversidade como apresenta Martins et al. (2017), são extensões de terra com manchas contínuas de vegetação que permite o trânsito e o fluxo gênico entre as populações, priorizando a dinâmica da paisagem e o inter-relacionamento fundamental entre as áreas protegidas.

Quanto à área de árvores plantadas no Paraná, as maiores extensões de plantios florestais com espécies exóticas de Pinus (81.544,80 ha) e Eucalipto (12.606,87 ha) estão concentradas na BHA com um total de 106.145,68 ha (EISFELD e NASCIMENTO, 2015; IBÁ, 2017). Nesse sentido, atuando como fornecedor de matéria prima aos diversos setores da indústria, a atividade florestal se apresenta como uma estratégia para o desenvolvimento econômico do Estado. Para a realização da atividade florestal são necessários investimentos numa série de recursos de produção, elevando o custo com a imobilização de capital em terra, equipamentos e operação (BERGER, 2011). Para o mesmo autor, o conhecimento desses custos é crucial para o planejamento e a administração, bem como verificar a eficiência econômica do empreendimento.

Entretanto, um dos desafios do Estado é conservar a floresta com espécies nativas e suprir a necessidade industrial madeireira com espécies florestais plantadas, que ao configurem como deserto verde (segundo Binkowski (2014), a adoção do conceito de deserto verde na denominação da Rede Alerta Contra o Deserto Verde (RADV) se associa ao fato de que os plantios de eucalipto, com vistas à produção industrial são associados a um deserto, não apenas por diminuir a biodiversidade, assim como, às baixas densidades de população humana no entorno dos cultivos), causam a simplificação extrema do agroecossistemas, impedindo o repovoamento por outras espécies vegetais e animais.

O uso da terra por atividade agrícola na BHA entre os anos de 2014 e 2015 compreendeu uma área de 1.026.102,36 ha, destas, 185.735,62 ha (18,10%) são indicados para agricultura, e para pastagem 567.292,20 ha (55,28%). Diante dos problemas, como estes apresentados, movimentos ligados à agricultura sustentável fomentaram a adoção de modelo de produção que utilizam tecnologias que respeitam a natureza, para uma vez trabalhando com ela, manter ou alterar pouco as condições de equilíbrio entre os organismos participantes no processo de produção, bem como do ambiente (ASSIS, 2005). Esse tipo de produção vem apresentando resultados satisfatórios do ponto de vista ecológico, agrônomo, econômico e social.

Nesse contexto, a Agroecologia apresenta uma série de princípios e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar diferentes agroecossistemas (ALTIERI, 1987), essa ciência passou a

diagnosticar e propor alternativas de manejo buscando a redução no uso de agrotóxicos e práticas agrícolas convencionais. Ao mesmo tempo, setores da agricultura camponesa também têm desenvolvido práticas de uma agricultura com base ecológica, por meio do seu conhecimento sobre as condições ambientais locais bem como o desenvolvimento de formas de manejo que minimizem tais desequilíbrios caracterizam as diferentes formas de apropriação dos recursos naturais, a partir da qual se configuram diferentes culturas que, por sua vez, tornam-se um dos elementos essenciais ao estabelecimento de identidades comuns.

Desse modo, esse novo modelo de agricultura que, em diálogo com a construção de novos conhecimentos científicos configura a potencialidade dessa proposta em se tornar uma forma alternativa de organizar as dinâmicas agroalimentares, alternativa que responda aos anseios de uma sociedade em busca de equilíbrio ambiental, equidade social, saúde e qualidade de vida (PLOEG, 2009; ALTIERI, 2010; PEREZ-CASSARINO, 2013).

O uso da quantidade de agrotóxico consumido na BHAI, em termos de Kg/ha/ano correspondeu à classe com baixo uso, pois a região desenvolve atividades agrícolas de menor intensidade, desse modo apresentou quantidades abaixo de 5,0 kg/ha/ano, porém é uma das unidades hidrográficas do Estado com maior quantidade de produção de hortaliças (IPARDES, 2017). O consumo de agrotóxico por classe na área estudada atribuiu-se ao uso de agentes biológicos com 11.342 Kg/L (0,43%), fungicidas com 1.109.325 Kg/L (42,38%), inseticidas com 586.980 Kg/L (22,42%) e outros usos com 154.498 Kg/L (5,90%), correspondendo ao total de 2.617.481 no ano de 2015 (SEAB, 2015). Ressalta-se a necessidade de estudos específicos sobre a quantidade de uso dos agrotóxicos na BHAI, estes resultados apresentados contradizem com a atual situação na bacia, principalmente com a contaminação dos recursos hídricos. No Brasil, de acordo com a definição da Lei nº. 7.802/89, a chamada Lei dos Agrotóxicos (BRASIL, 1989) em seu Decreto nº. 4.074/02 (BRASIL, 2002), estes são compostos de derivações químicas destinadas ao controle, destruição ou prevenção, direta ou indiretamente, de agentes patogênicos para plantas e animais úteis e às pessoas.

Os agrotóxicos passaram a ser utilizados nas lavouras com maior intensidade após a Revolução Verde, que correspondeu a um pacote de técnicas e processos que visavam à invenção tecnológica e disseminação de práticas agrícolas em sistemas mecanizados, com vistas ao aumento da produção de alimentos (ANDRADES e GANIMI, 2007; PETERSEN, 2015). Entretanto, a intensificação do seu uso têm causado vários impactos negativos ao ambiente, tais como: ao solo (OLIVEIRA et al., 2018), aos recursos hídricos (VIEIRA et al., 2017), a saúde humana por meio de intoxicação (DETÓFANO et al., 2013; TOFOLO et al., 2014), alterações celulares

que causam neoplasia no cérebro (MIRANDA-FILHO et al., 2014), entre outros agravos mencionados nos estudos de Viero et al. (2016), Lopes e Albuquerque (2018) e Miguel (2018).

Em relação aos cursos hídricos, da junção dos rios Atuba e Iraí nasce o rio Iguaçu, principal curso hídrico da BH investigada. Devido à disposição geográfica da bacia, situada numa das áreas mais vulneráveis, pois neste território se assenta a capital do estado do Paraná, cidade que consegue influenciar na qualidade água do rio desde sua origem. O Índice de Qualidade de Água (IQA) evidenciou que a água da BHA1 apresentava qualidade média, entre os anos de 2014 a 2016, porém estudos realizados por Almeida (2014) mostrou que a situação tornou-se crítica, fato este relacionado com o crescimento das cidades que compõe a Região Metropolitana de Curitiba (RMC), situadas em seu entorno. O adensamento urbano e industrial que vem ocorrendo na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu ocasiona situações críticas nas águas dos rios, indicando a necessidade urgente de medidas de recuperação e tratamento.

A poluição da água da área estudada pode ser atribuída predominantemente à presença de material orgânico causado por esgoto doméstico não tratado adequadamente, como menciona o estudo de Ide et al. (2013). Pesquisas como medidas de monitoramento da água (KNAPIK, 2009) e de indicadores ambientais (BRASSAC et al., 2007) são relevantes para a área de estudo com o intuito de diagnosticar a qualidade da água e conscientizar a sociedade paranaense sobre a situação crítica em que se encontra. Outro aspecto são os agrotóxicos, atualmente, questionado por parte da sociedade local, ambientalistas e comunidade científica sobre a presença de agrotóxicos na água para o consumo humano e sobre os riscos à saúde. Nesse contexto, torna-se indispensável à elaboração de medidas mitigadoras no sentido de tentar recuperar e manter qualidade da água na bacia investigada.

Em relação ao balanço hídrico, segundo a Agência Nacional de Águas (2010), a BHA1 apresenta situação preocupante (de 10% a 20%), exigindo a realização de investimentos à médio prazo. Quanto à demanda hídrica, corresponde para o abastecimento público, ou seja, onde se localizam os grandes centros urbanos, entre eles, Curitiba e São José dos Pinhais, que são os municípios que mais utilizam a água para a finalidade mencionada acima (IPARDES, 2017). A BHA1 é a maior geradora de efluentes, como reflexo da grande demanda de água, para abastecimento doméstico, sendo que do total lançado, 74% dos efluentes são tratados (IPARDES, 2017). Os efluentes gerados e por tipo de uso da água são oriundos do abastecimento público ou industrial.

A unidade hidrográfica estudada ocupa extensões de 15 municípios, que compõem a RMC, apresenta uma população estimada em 2,5 milhões de habitantes (IBGE, 2010). Número expressivo para a realidade brasileira, em que 89% dos municípios têm sua densidade populacional abaixo deste valor (IAPb, 2018). Em 2016, a BHA1 apresentou a maior densidade no Estado, com 276,8 hab./km², superando a média estadual, que é de 56,25 hab./km² (IPARDES, 2017). Essa elevada densidade demográfica acarreta maior demanda por água e aumento na geração de resíduos sólidos, que precisam ser adequadamente administrados. Há necessidade de uma gestão adequada do uso da terra, tendo em vista que a ocorrência de ocupação irregular em áreas de risco (áreas de morro e encostas) e a construção de empreendimentos imobiliários residenciais e comerciais em áreas de preservação permanente (APP), várzeas e mananciais, podem ocasionar danos econômicos e ambientais graves.

Quanto à mineração na RMC compreende desde pequenas empresas de estrutura familiar até grandes grupos empresariais. Destacam-se os minerais utilizados na construção civil (britas, areias e argilas) e os calcários. Apresenta também a produção de outras substâncias como: água mineral, rocha ornamental, calcário para cimenteiras, cal e corretivo de solo, argilas para cerâmica vermelha e branca, barita e ouro, além de filitos e quartzitos (ANM, 2018). Na forma de regulamentar e fiscalizar as empresas mineradoras a elaboração do Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba torna-se fundamental para o diagnóstico da atividade mineral, considerando os principais usos da terra e do ambiente local, a localização das minas, o arcabouço geológico, os direitos minerários e o potencial mineral.

Sustentabilidade ambiental da paisagem da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu

A partir das informações apresentadas na caracterização ambiental foram identificados os indicadores ambientais relevantes para o diagnóstico ambiental da área de estudo (Tabela 1). Os indicadores de Pressão-Estado-Resposta estão estruturados nas dimensões: ambiental, econômica e social, fornecendo rapidamente uma sinopse clara e objetiva das condições ambientais e dos impactos presentes na BHA1, possibilitando à sociedade a elaboração de propostas que visem à reversão ou melhoria da situação.

Os principais indicadores ambientais de PER identificados na BHA1, correspondem às transformações do solo, recursos hídricos, biodiversidade, agrotóxicos, uso da terra e a demografia. Quanto ao solo, a principal pressão ocorre em função da mineração e exploração de calcário calcítico. Em relação aos recursos hídricos, destaca-se a poluição, em face da urbanização crescente na área de estudo e dos agrotóxicos. No

aspecto biodiversidade, a pressão antrópica compreende a perda da floresta natural em função do desenvolvimento das atividades econômicas para diversos fins. Quanto aos agrotóxicos, a principal pressão está relacionada com as atividades agrícolas, principalmente o cultivo de hortaliças. No que diz respeito ao uso da terra, a pressão antrópica ocorre em função da modificação da sua cobertura e intensificação das atividades agropecuárias. Com a densidade demográfica, em específico à urbana, ocasiona impactos negativos sobre os componentes naturais na área de estudo em face do seu crescimento populacional.

As Respostas aos impactos identificados por meio dos indicadores ambientais apresentados neste estudo são as Leis Ambientais (Estadual e Nacional) e estudos científicos, a fim de mitigar os impactos negativos da ação do homem sobre o ambiente na BHAÍ. Porém, os resultados apresentam que nem todos os indicadores oferecem formas de conservação, manejo adequado ou controle como mostra a Tabela 1. Contudo, com o mapeamento na área investigada os resultados de uso da terra apontam a expansão de área ocupada de importantes classes na BHAÍ.

Nesse contexto, com o mapeamento da terra, verificou-se que a formação florestal no ano de 1985 compreendeu uma área de 129.457,35 ha (42,51%), que em 2017 decresceu 14,94% (Figura 02), compreendendo 2.953,89 ha (36,98%). Essa redução está relacionada com a expansão da agricultura, da pecuária e da ampliação dos plantios arbóreos, como de Pinus e Eucalipto (HAURESKO et al., 2017). A extração de madeira, a queima e, conseqüentemente, o desmatamento também fazem parte das pressões antrópicas, como descritos nos estudos de Lima e Capobiano (1997) e Leite e Candioto (2015).

Por outro lado, na tentativa de recuperar a Mata Atlântica, a legislação brasileira tem evoluído, como evidenciado na obrigatoriedade legal de recuperação de áreas degradadas no que se refere à atividade minerária, florestas e demais formas de vegetação, situadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (RL), que no domínio da Mata Atlântica corresponde a 20% da área total do imóvel rural. Além deste, existem outros dispositivos legais relacionados à restauração florestal, estes dispõem desde as compensações ambientais até o estabelecimento e regras de plantios de restauração (ALMEIDA, 2016).

A classe floresta plantada em 1985 apresentou área de 240,80 ha (0,08%), em 2017 aumentou para 2.953,89 ha (0,97%), correspondendo um acréscimo de 91,85%. A atividade florestal enquanto importante fornecedor de matéria-prima aos diversos setores da indústria, surge como estratégia para o desenvolvimento do Brasil. Segundo Ribaski (2018), a maior concentração de plantios de Pinus ocorre nas Regiões Sul e Sudeste do País onde também estão localizadas as principais unidades industriais dos segmentos de celulose, papel,

painéis de madeira industrializada e siderurgia a carvão vegetal. Para Coutinho et al. (2017) o estado do Paraná as florestas plantadas com espécies do gênero *Eucalyptus* totalizam 340.315 ha, representando 34,2 % da área total plantada no Estado, ocorrendo maior concentração na região Centro-Sul, com aproximadamente 62% da área plantada (210.687 ha).

O plantio de eucalipto e pinus pode ser em partes, uma solução para diminuir a pressão sobre as florestas nativas, para a produção de madeira, a fim de atender às necessidades da sociedade em bases sustentáveis (SBS, 2005). Nesse contexto, o mapeamento das florestas plantadas é um trabalho fundamental para nortear e fornecer informações precisas para a iniciativa pública e privada, para a definição de políticas públicas voltadas ao setor e, até mesmo, servir de base para um planejamento florestal adequado.

Tabela 1- Indicadores ambientais de pressão, estado e resposta identificados na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu.

	Principal indicador	Principal pressão	Estado dominante	Resposta
Dimensão ambiental	Solo - Unidades geológicas	Mineração, exploração principalmente de calcário calcítico.	Perda dos recursos minerais e descaracterização da paisagem.	Resolução SEMA PR nº 005/2001 (Determina aos mineradores a obrigação de seguirem uma série de procedimentos operacionais e medidas específicas para a recuperação das áreas degradadas).
	Recursos hídricos - Qualidade da água	Despejo de efluentes domésticos e agrotóxicos.	Cursos d'água com IQA médio para crítico.	Lei Estadual nº 12.726/1999 (Elabora a Política Estadual de Recursos Hídricos).
	Biodiversidade - Áreas protegidas - Vegetação natural	Substituição da vegetação por pastagem, agricultura e floresta plantada.	Área natural e protegida entre 10 e 15%.	Lei nº 11.428/2006 (Utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica). Lei nº 12.651/2012 (Proteção da vegetação nativa).
	Agrotóxicos - Uso de agrotóxicos	Atividade agrícola, principal cultivo hortaliças.	Baixo uso.	Lei nº. 7.802/89. Lei dos Agrotóxicos - Decreto nº. 4.074/02.
Dimensão econômica	Uso da terra - Agricultura - Pastagem - ILPF - Floresta plantada - Mineração - Práticas de conservação do solo	Monocultura e atividade pecuária. Devido ao crescimento de ambas atividades na região, as práticas de conservação do solo foram desenvolvidas.	Nos últimos 32 anos, 22,50% da área vegetada da bacia foi substituída por pastagem e agricultura, 91,85% por floresta plantada e 80,81% por mineração.	No momento, não há políticas públicas específicas e estudos sobre práticas e/ou conservação do solo para a área de estudo. Tem-se legislações estadual e nacional que abrange o território nacional.
Dimensão social	Demografia - Densidade demográfica (hab/Km ²)	Crescimento populacional na área de estudo.	A bacia compreende extensões territoriais de 15 municípios, que possuem população estimada de 2,5 milhões de habitantes. De 1985 a 2017 houve crescimento de 25,86% da população urbana.	Estudos sobre o crescimento populacional associado aos recursos hídricos estão sendo desenvolvidos na área de estudo, com o objetivo de quantificar os danos causados sobre os componentes naturais, sendo um incentivo para a elaboração de políticas públicas voltadas para a recuperação e conservação da BHAÍ.

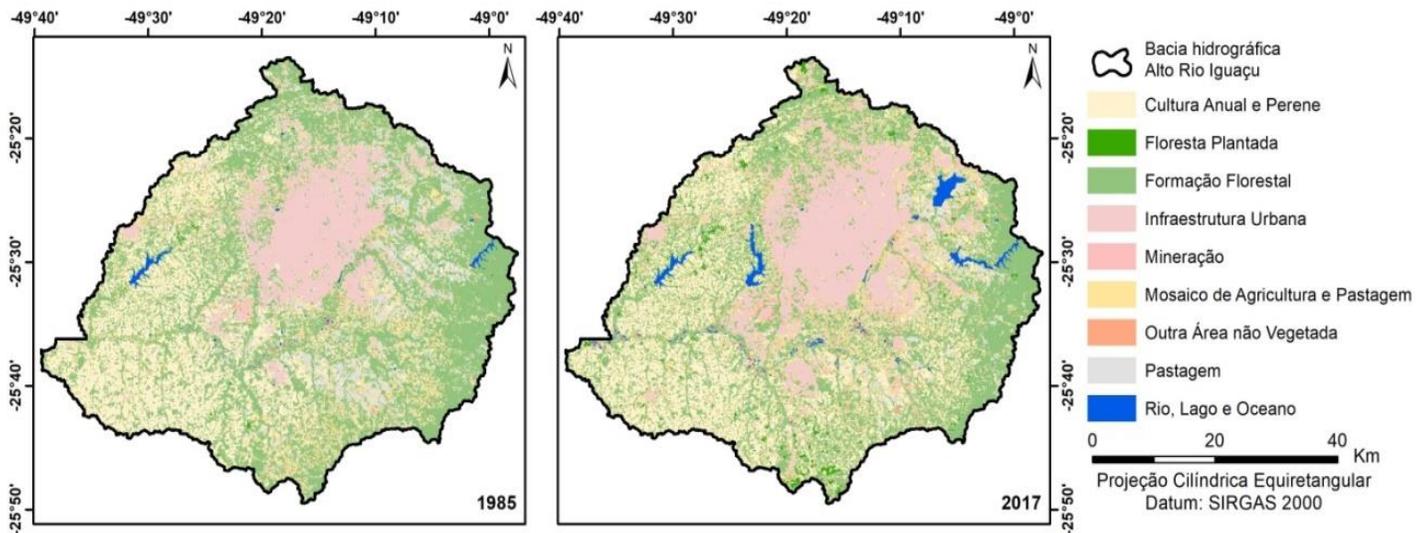


Figura 02- Uso da terra e cobertura vegetal da BHA. Elaboração: LabGeo UNEMAT (2019).

Para a classe agricultura e pastagem em 1985, compreendeu uma área de 40.012,48 ha (13,14%) e em 2017 uma extensão de 51.631,63 ha (16,95%), evidenciando um crescimento de 22,50%, nos últimos 32 anos. Especificamente, a classe pastagem em 1985 constatou-se uma área de 30.883,96 ha (10,14%) e em 2017 houve uma redução para 15.830,87 ha (5,20%), ou seja, de 95,09%. Para a classe de cultura anual e perene, no ano de 1985 apresentou uma área de 57.800,58 ha (18,98%), em 2017 houve uma redução em área de 7,11%, correspondendo a 53.965,78 ha (17,72%).

O setor agropecuário vem promovendo verdadeira reestruturação produtiva, fortemente influenciada e inserida no processo de mundialização do capital. O Paraná é um estado dinâmico na produção agropecuária e tem sido importante absorvedor de tecnologias e investimentos que tem colaborado na sua modernização. De acordo com o Censo Agropecuário 2017 o resultado preliminar da produção de algumas lavouras tecnificadas no estado paranaense, a saber: lavoura de soja (15.334.257, 293 toneladas), de milho (14.129.652, 361 toneladas), da cana-de-açúcar (37.940.755, 444 toneladas), do trigo (1.817.313, 570 toneladas) entre outras lavouras cresceram em comparação ao Censo Agropecuário de 2006. Quanto a pastagem, em comparação ao ano de 2006, aumentou 27% (4.017,802, 090 ha) em área de uso da terra (IBGE, 2017).

Quanto à classe área não vegetada, em 1985 correspondeu a 2.562,22 ha (0,84%), em 2017 passou para 5.883,43 ha (1,93%), ocorrendo um aumento de 56,45%. Esses dados estão relacionados, em parte com estradas, vias, construções, entre outras, confirmando 25,85% da expansão urbana no mesmo período

analisado na BHAI, o que corrobora com os dados do Ipardes (2017) relativo ao ano de 2016, a BHAI apresentou a maior densidade populacional no Estado (276,8 hab./km²), ultrapassando a média estadual (56,25 hab./km²).

A classe relacionada aos corpos hídricos (rio, lago e oceano) em 1985 totalizou uma área de 1.476,30 ha (0,48%), em 2017 houve em acréscimo de 69,39%, compreendendo 4.822,44 ha (1,58%), esse aumento está relacionado com a construção de represas, segundo o Plano das Bacias do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira. Na BHAI com a crescente pressão urbana, principalmente da Região Metropolitana de Curitiba, dificulta à disponibilidade e qualidade de recursos hídricos para o abastecimento dessa área. Mesmo com a existência de planos, programas e legislações voltados para a conservação da água, a presença de áreas com intensa influência antrópica urbana na BHAI torna-se preocupante (HODJA et al., 2014).

Os efeitos da urbanização crescente podem ser verificados na qualidade da água (poluição das águas pelo lançamento de esgotos sem tratamento, de resíduos sólidos, assoreamento dos cursos da água), entre outras características apresentados nos estudos de Garcias e Sanches (2009) e Lindner et al. (2015). Outro aspecto, são as moradias irregulares, desprovidas de coleta e tratamento de esgotos, contribuindo para que a bacia hidrográfica receba alta carga de matéria orgânica e nutrientes de origem industrial, doméstica e do escoamento difuso (MENDONÇA, 2004; IDE, 2013).

Nesse contexto, a classe influência urbana na BHAI em 1985 correspondeu a 42.093,60 ha (13,82%), em 2017 a 56.775,18 ha (18,64%), equivalendo a um aumento de 25,86%. O crescimento demográfico na região Sul do Brasil está relacionado, a priori, com os usos antrópicos da terra, do tipo: cultivo da erva-mate, do café e da madeira. Logo, o setor industrial ocupou espaço, principalmente na Região Metropolitana de Curitiba, segundo o estudo de Casaril e Crocetti (2016). Posteriormente, com a modernização destacou-se a agricultura (soja, milho entre outras culturas) associada ao uso de maquinários como mencionado anteriormente neste trabalho. Com a intensificação da ocupação urbana na BHAI, ocorreram impactos de diferentes dimensões sobre os recursos naturais transformando-o cenário local.

A classe de mineração em 1985 apresentou uma área de 8,51 ha e em 2017 uma área de 44,38 ha, (0,01%), ou seja, houve um aumento significativo de 80,81%. Segundo os dados da Agência Nacional de Mineração (2018) o estado do Paraná em 2017 contribuiu com 41,93 milhões de toneladas de bens minerais produzidos. As substâncias que tiveram maior participação foram: rochas carbonáticas para produção de

cimento, corretivo agrícola, cal (45,21% correspondendo a 18,95 milhões de toneladas), rochas para produção de brita e revestimento (31,63% com 13,26 milhões) e areia para construção civil (14,49% com 6,08 milhões).

Segundo Knapik e Maranhão (2007), para o Estado do Paraná, a Resolução SEMA PR nº005/2001 disciplinou a atividade extrativa de areia na região de inundação do Rio Iguaçu. Essa resolução determina aos mineradores a obrigação de seguirem uma série de procedimentos operacionais, com o objetivo de minimizar os impactos, e também estabelece medidas específicas para a recuperação das áreas degradadas. As atividades de extração mineral são de grande relevância para o produto interno bruto do Brasil, porém, desempenham consequências negativas ao ambiente como a perda da biodiversidade, da fertilidade natural do solo e interferência nos recursos hídricos da região explorada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na BHAI foi possível constatar expressiva degradação ambiental, apesar da aplicação das legislações ambientais, decorrente dos desdobramentos das ações antrópicas que não foram minimizados ou revertidos. Portanto, é de fundamental importância que os órgãos competentes desenvolvam ações com intuito de minimizar os problemas existentes. Nesse sentido, a implementação de um sistema de monitoramento na bacia, com vista à manutenção da qualidade ambiental, contribuiria com a qualidade de vida da população e o desenvolvimento das atividades econômicas local e regional.

As classes floresta plantada, agricultura e pastagem, área não vegetada, corpos hídricos, influência urbana e mineração apresentaram aumento de área ocupada, evidenciando que o crescimento ocorreu em detrimento da vegetação natural.

As alterações desencadeadas ao longo do período investigado, que totalizou 35 anos na bacia, geraram impactos ambientais, que para minimização de seus efeitos necessitam de planejamento e monitoramento ambiental do uso e manejo da terra, visando à manutenção da biodiversidade, conservação dos componentes físicos e desenvolvimento das atividades econômicas que vise manter o máximo de consonância com a conservação ambiental.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. 3 ed. Ilhéus, BA: Editora UESC, 2016. 202p.

ALMEIDA, T. C. S. A falta de qualidade da água na bacia do Alto Iguaçu influenciada pelo crescimento urbano na região metropolitana de Curitiba. 46f. Dissertação. (Mestrado em Economia e Meio Ambiente),

Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, PR, 2014.

ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. Revista NERA, v. 13, n. 16, p. 22-32, 2010.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1987. 237p.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, v. 21, n. 1, p. 43-56, 2007.

ASSIS, R. L. Agroecologia: visão histórica e perspectivas no Brasil. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (orgs.) Agroecologia princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 174-184.

BERGER, R.; TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; SANTOS, A. J.; BITTENCOURT, A. M.; SOUZA, V. S.; EISFELD, C. L.; POLZ, W. B. Rentabilidade econômica da produção de Pinus spp. por mesorregião homogênea no estado do Paraná. Floresta, v. 41, n. 1, p. 161-168, 2011.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia global. Esboço metodológico. Revista Ra' E Ga: O Espaço Geográfico em Análise, n. 8, v. 1, p. 141-152, 2004.

BINKOWSKI, P. Dinâmicas socioambientais e disputas territoriais em torno dos empreendimentos florestais no Sul do Rio Grande do Sul. 2014. 266f Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural), Universidade Federal Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 03 de nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006. Utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 09 de abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Proteção à vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 09 de abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Lei dos Agrotóxicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm. Acesso em: 03 de nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Projeções do agronegócio - Brasil 2008-09 a 2018-19. Brasília: Mapa, 2009.

BRASSAC, N. M.; NORA, A. D.; CALMON, A. T. G. P.; RIBEIRO, L. H. L.; KISHI, R. T. A utilização de indicadores como ferramenta para o enquadramento de corpos de água estudo de caso: bacia hidrográfica do Alto Iguaçu. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, São Paulo, SP, 25-29 de novembro de 2007. Anais... Associação Brasileira de Recursos Hídricos/ABRH, p. 1-19.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. W. F.; CARVALHO, E. K. M. A.; CURI, R. C. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. Revista Sociedade e Natureza, v. 23, n. 2, p. 295-310, 2011.

CASARIL, C. C.; CROCETTI, Z. S. Ocupação territorial e dinâmica atual da rede urbana do Paraná/Brasil. Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas, v.9, n. 1, p. 10-43, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgar Blücher, 1998. 236p.

COUTINHO, M. V.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; HENTZ, A. M. K.; EISFELD, R. L. NASCIMENTO, F. A. F. Mapeamento das áreas plantadas com *Eucalyptus* spp. no estado do Paraná. Biofix Scientific Journal, v. 2, n. 1, p. 32-43, 2017.

DETÓFANO, D.; TEIXEIRA, M. L.; OLIVEIRA, L. F. S.; FUENTEFRIA, A. M. Evaluation of toxicity risks in farmers exposed to pesticides in an agricultural community in Concórdia, Santa Catarina State, Brazil. Acta Scientiarum, v. 35, n. 1, p. 1-8. 2013.

DOUBRAWA, B. Dinâmica da cobertura florestal e dos estoques de carbono na bacia hidrográfica do rio: 2000 a 2010. 2013. 97f Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, 2013.

EISFELD, R. L.; NASCIMENTO, F. A. F. Mapeamento dos plantios florestais do Estado do Paraná: *Pinus* e *Eucalyptus*. Curitiba: Instituto de Florestas do Paraná, 2015. 76p.

FERREIRA, E. S.; LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade no setor de mineração: uma aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 74-91, 2010.

FERREIRA, M. M.; REIS, J. A. T.; MANDONÇA, A. S. F. Estimativas de vazões máximas para cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Itapemirim. Revista Ciências Exatas Aplicadas e Tecnológicas, v. 7, n. 1, p. 67-78, 2015.

FREITAS, M. W. D.; CARVALHO, V. C. Uso de geotecnologias para o mapeamento integrado de paisagens no sertão pernambucano. Geografia, v. 34, n. 3, p. 537-558, 2009.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Instituto nacional de pesquisas espaciais (INPE). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2014-2015, relatório técnico. São Paulo: SOSMA, 2016. 63p.

GARCIAS, C. M.; SANCHES, A. M. Vulnerabilidades socioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas: levantamento teórico-conceitual e análise aplicada à região metropolitana de Curitiba - PR. Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, v. 10, n. 2, p. 96-149, 2009.

GARDIMAN JUNIOR, B. S.; GARCIA, G. O.; CECÍLIO, R. A.; LOOS, R. A.; MAFIA, R. G.; ABAD, J. I. M.; SIMÃO, J. B. P.; BARBOSA, V. H. B. Variáveis-chave para determinação da qualidade da água em microbacias com plantios de eucalipto. Ciência Florestal, v. 28, n. 1, p. 127-140, 2018.

HAURESKO, C.; CORREIA, R. L.; GOMES, M.F.V.B. A relação entre a conservação ambiental da floresta com araucárias e os sistemas faxinais no Paraná. Revista Pegada, v. 18, n. 1. p. 131-151, 2017.

HENTZ, A. M. K.; CORTE, A. P. D.; BLUM, C. T.; SANQUETTA, C. R. Técnicas orientadas ao objeto para levantamento da fragmentação florestal na sub-Bacia Alto Iguaçu, Paraná. Geociências, v. 34, n. 4, p. 883-896, 2015.

HODJA, A.; VODONIS, B. Comitê do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira: uma proposta do "subcomitê da bacia do rio Belém". Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 6, n. 3, p. 330-343, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 06 de jun. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 de nov. 2018.

IDE, A. H.; CARDOSO, F. D.; SANTOS, M. M.; KRAMER, F. D.; AZEVEDO, J. C. R.; MIZUKAWA, A. Utilização da Cafeína como Indicador de Contaminação por Esgotos Domésticos na Bacia do Alto Iguaçu. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, n. 2, p. 201-211, 2013.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES-IBÁ. Relatório anual 2017. São Paulo, 2017. 80p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Paraná, (2008). Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Atividades/POP5_LISTA_OFICIAL_ESPECIES_EXTINCAO.pdf. Acesso em: 05 de nov. 2018.

INSTITUTO DE ÁGUAS DO PARANÁ. Comitês da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=204>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

KNAPIK, H. G. Reflexões sobre monitoramento, modelagem e calibração na gestão de recursos hídricos: estudo de caso da qualidade da água da bacia do Alto Iguaçu. 2009. 180f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídrico e Ambiental), Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, 2009.

KNAPIK, P.; MARANHO, L. T. Avaliação da Revegetação em Área de Mineração, Região de Inundação do Rio Iguaçu, Araucária, PR. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. 1, p. 507-509, 2007.

LEITE, M. C.; CANDIOTTO, L. Z. P. Elementos do Processo de Desflorestamento na Região Sudoeste do Paraná. Geografia (Londrina), v. 24, n.2, p. 41-58, 2015.

LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. Documentos do Instituto Socioambiental (ISA), nº 04, 1997, 11p.

LINDNER, A.; KISHI, R. T.; CENTENO, J. A. S.; FUCHS, S. Estudo da relação entre o uso do solo e a qualidade da água na bacia do Alto Iguaçu através de regressão e ACP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21, Brasília, DF, 22-27 de novembro de 2015. Anais... Associação Brasileira de Recursos Hídricos/ABRH, p. 1-8.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Saúde Debate, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil. Disponível em: <http://mapbiomas.org/pages/atbd>. Acesso em: 01 de abr. de 2019.

MARTINS, A. P. M.; DEBASTIANI, A. B.; GAIAD, N. P.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Potenciais corredores ecológicos entre as unidades de conservação da região leste da Bacia do Alto Iguaçu - Paraná. Nativa, v. 5, n. 4, p. 267-273, 2017.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 1, n. 10, p. 139-148, 2004.

MIGUEL, E. S. Uso de agrotóxicos na produção de alimentos e condições de saúde e nutrição de agricultores

familiares. 2018, 142f. Dissertação. (Mestrado em Agroecologia), Universidade Federal de Viçosa/UFV, Viçosa, MG, 2018.

MIRANDA-FILHO, A. L.; KOIFMAN, R. J.; KOIFMAN, S.; MONTEIRO, G. T. Brain cancer mortality in an agricultural and a metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil: a population-based, age-period-cohort study, 1996-2010. *BMC Cancer*, v. 6, n. 14, p.777-780, 2014.

MORIN, E. O método I: a natureza da natureza. Porto Alegre: Chicago University Press, 2002. 479p.

OECD. Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the Group on the State of the Environment. Paris, 1993. 39p.

OLIVEIRA, J. L. S.; LIMA, A. C. B.; MININI, D.; SILVA, E. Usos, efeitos e potencial tóxico dos agrotóxicos na qualidade do solo. *Agrarian Academy*, v. 5, n. 9; p. 454-467, 2018.

PARANÁ (ESTADO). Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social-IPARDES. Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do estado do Paraná. Curitiba: Secretaria do Estado do Planejamento e Coordenação Geral-SEPL, 2017. 142p.

PARANÁ (ESTADO). Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social-IPARDES. Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do estado do Paraná. Curitiba: Secretaria do Estado do Planejamento e Coordenação Geral-SEPL, 2013. 245p.

PARANÁ (ESTADO). Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Plano das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, 2007. Disponível em: <http://www.recursohidricos.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

PARANÁ (ESTADO). Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Plano das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, 2014. Disponível em: http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/COALIAR/Comite/plano_de_bacia/PBAI_Produto_11_Relatorio_tecnico.pdf. Acesso em: 06 de jun. 2019.

PARANÁ (ESTADO). Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Resolução nº 005 de 19 de Fevereiro de 2001. Licenciamento ambiental de atividades minerárias. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/Resolucao_005_02_2001.pdf. Acesso em: 02 de nov. 2018.

PARANÁ. Agência Nacional de Mineração (ANM). Informe Mineral 03/2018. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/INFORMEMINERAL03.pdf>. Acesso em: 04 de maio de 2019.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SEAB); Departamento de Economia Rural (DERAL). Valor bruto da produção agropecuária (VBP). 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/>. Acesso em: 03 de nov. 2018.

PEREZ-CASSARINO, J.; FERREIRA, A. D. D.; MAYER, P. H. Agricultura, campesinato e sistemas agroalimentares: uma proposta de abordagem para a transição agroecológica. *Revista Cronos*, v. 14, n. 2, p. 129-152, 2013.

PETERSEN, P. Um novo grito contra o silêncio. In: CARNEIRO, F. C.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. Dossiê da ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2015. p. 27-36.

- PLOEG, J. D. A. D. Sete teses sobre a agricultura camponesa. In: PETERSEN, P. (org.) Agricultura familiar camponesa na construção do futuro. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2009. 17-31p.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. A nova aliança: metamorfose da ciência. Brasília: Ed. UnB, 1991. 247p.
- RIBASKI, N. G. Conhecendo o setor florestal e perspectivas para o futuro. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 1, n. 1, p. 44-58, 2018.
- SALINERO, E. C. Teledetcción ambiental: la observación de la Tierra desde el Espacio. Barcelona: Editorial Ariel, 2002. 586p.
- SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 185p.
- SBS. Sociedade Brasileira de Silvicultura. Fatos e Números do Brasil Florestal, 2008. Disponível em: www.sbs.org.br. Acesso em: 08 de abr. 2019.
- SILVA, J. M. C.; PINTO, L. P.; HIROTA, M.; BEDÊ, L. C.; TABARELLI, M. Conservação da Mata Atlântica brasileira - um balanço dos últimos dez anos. In: CABRAL, D.C.; BUSTAMANT, E. A. G. (orgs.). Metamorfoses florestais: Culturas, ecologias e as transformações históricas da Mata Atlântica. Curitiba: Editora Prismas, 2016. p. 435-458.
- SOARES-FILHO, B. F. S. Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. 1998. 299f. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade de São Paulo/USP, São Paulo, 1998.
- TOFOLO, C.; FUENTEFRIA, A. M.; FARIAS, F. M.; MACHADO, M. M.; OLIVEIRA, L. F. S. Contributing factors for farm workers' exposure to pesticides in the west of the state of Santa Catarina, Brazil. Acta Scientiarum, v. 36, n. 2, p. 1-7, 2014.
- VAN BELLEN, H. M. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006. 256p.
- VIEIRA, M. G.; STEINKE, G.; ARIAS, J. L. O.; PRIMEL, E. G.; CABRERA, L. C. Avaliação da Contaminação por Agrotóxicos em Mananciais de Municípios da Região Sudoeste do Paraná. Revista Virtual Química, v. 9, n. 5, p. 1-13, 2017.
- VIERO, C. M.; CAMPONOVARA, S.; CEZAR-VAZ, M. R.; COSTA, V. Z. V.; BECK, C. L. C. Sociedade de risco: o uso dos agrotóxicos e implicações na saúde do trabalhador rural. Escola Anna Nery, v. 20, n. 1, p. 99-105, 2016.
-