

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: INTERFACES PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL



<https://doi.org/10.22533/at.ed.603122523052>

Data de aceite: 27/05/2025

Tatiana Crystina Rocha de Oliveira

Betel Cavalcante Lopes

Universidade do Estado de Santa Catarina

Caroline Aparecida Matias Pierzan

Universidade do Estado de Santa Catarina

Daniely Neckel Rosini

Universidade do Estado de Santa Catarina

Marinez Eymael Garcia Scherer

Universidade Federal de Santa Catarina
(UFSC)

Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto

Universidade Federal de Santa Catarina
(UFSC)

RESUMO: O capítulo discute a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) e sua evolução conceitual e metodológica, enfatizando a integração dos Serviços Ecossistêmicos (SE) como estratégia para uma gestão ambiental mais sistêmica. Inicia com a definição de impactos ambientais e a normatização brasileira, segue para os impactos de loteamentos urbanos e a importância dos SE como elo entre natureza e sociedade. Defende a

Avaliação de Impacto Ambiental de Base Ecossistêmica (AIABE) como avanço sobre a AIA tradicional, especialmente em contextos costeiros. Finalmente, explora as interfaces entre AIABE e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando a necessidade de integração entre aspectos ecológicos, sociais e econômicos para uma governança ambiental mais eficaz.

CONCEITO E ABORDAGEM DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O conceito de impacto ambiental é amplamente discutido na literatura, sendo definido de maneiras diversas, mas convergentes em sua essência. De forma geral, refere-se a qualquer alteração provocada por ações humanas nos componentes do meio ambiente. A definição proposta por Moreira (1992) o considera como qualquer modificação no meio ambiente decorrente da ação humana. Westman (1985) destaca o efeito sobre o ecossistema, enquanto Wathern (1988) enfatiza a comparação entre a situação alterada e a condição hipotética sem a intervenção. Moura (2011) destaca tanto as modificações adversas quanto benéficas no meio ambiente, salientando a tendência de associação com impactos negativos.

A legislação brasileira, através da Resolução CONAMA 001/86, define impacto ambiental como qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por matéria ou energia oriunda de atividades humanas que afete a saúde, segurança, bem-estar da população, atividades econômicas, biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos naturais. A norma NBR ISO 14.001 (2004) reitera a abrangência do conceito, considerando alterações adversas ou benéficas oriundas de atividades organizacionais.

Sánchez (2006, 2020) critica a tendência de restringir o conceito de impacto à poluição, propondo uma visão sistêmica e consubstanciada, considerando que nem todos os impactos têm origem em poluentes. Oliveira e Medeiros (2007) abordam a limitação da perspectiva antrópica, sugerindo a inclusão de eventos naturais que, mesmo sem intervenção humana, podem gerar alterações ambientais significativas.

Menin (2000) reforça que impactos ambientais não se restringem à ação humana, podendo surgir de causas naturais, sendo capazes de comprometer características naturais e a resiliência do ecossistema. Costa *et al.* (2009) identificam dificuldades na delimitação e compreensão dos impactos ambientais, apontando a necessidade de uma análise causal que envolva os aspectos socioeconômicos e ambientais.

Segundo Sánchez (2013), os impactos ambientais devem ser classificados com base em atributos como magnitude, importância, localização, temporalidade e reversibilidade. A magnitude refere-se à intensidade, frequência e duração dos impactos, enquanto a importância está relacionada à relevância dos efeitos sobre os fatores ambientais e suas interações com outros impactos. Ainda segundo o autor, aspectos como a direcionalidade (positiva ou negativa) e a ordem (direta ou indireta) são igualmente essenciais para uma caracterização adequada dos impactos. Esses critérios, amplamente discutidos na literatura da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), constituem um referencial metodológico robusto para a análise sistemática dos efeitos ambientais de projetos e atividades humanas.

A caracterização dos impactos ambientais é essencial para o diagnóstico ambiental e para a definição de medidas mitigadoras e compensatórias. Essa caracterização requer o uso de metodologias científicas e ferramentas analíticas, que proporcionem uma avaliação sistemática e objetiva dos impactos prováveis de determinado empreendimento. De acordo com Moreira (1989), a compreensão da localização e da extensão temporal dos impactos é crucial para definir sua reversibilidade e intensidade. Alinhado a isso, Almeida *et al.* (2015) destacam a importância de diagnósticos robustos baseados em dados primários e em métodos científicos validados para garantir a eficácia das medidas mitigadoras.

Assim, identificar impactos prováveis equivale à formulação de hipóteses sobre as alterações ambientais potenciais que uma determinada atividade pode induzir, direta ou indiretamente. Essa análise prospectiva é essencial para o planejamento ambiental, especialmente em contextos onde se almeja compatibilizar o desenvolvimento econômico com a conservação dos ecossistemas. Bursztyn (2002) ressalta que cenários prospectivos constituem ferramentas eficazes para antever impactos e definir estratégias de prevenção e controle.

Os impactos ambientais, portanto, devem ser compreendidos como elementos dinâmicos, de natureza multidimensional, que exigem uma abordagem integrada entre ciência ambiental, economia ecológica e políticas públicas (Barbosa *et al.*, 2023). Tal entendimento implica a adoção de um paradigma sistêmico, que reconheça as inter-relações entre os componentes básicos dos ecossistemas e os processos socioeconômicos que moldam a paisagem contemporânea. Funtowicz e Strand (2014) defendem a necessidade de uma “ciência pós-normal” para lidar com a complexidade e incertezas dos problemas ambientais, propondo a integração entre conhecimento científico e decisão política.

Avaliação de Impacto Ambiental – AIA

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) constitui um dos instrumentos mais relevantes da política ambiental moderna, com o objetivo de antecipar e mitigar os impactos negativos que podem advir de projetos de desenvolvimento. Sua origem remonta à legislação norte-americana de 1969, com a promulgação do National Environmental Policy Act (NEPA), que estabeleceu a obrigatoriedade de avaliar previamente os efeitos ambientais de obras e atividades potencialmente poluidoras (Gilpin, 1995).

No Brasil, a AIA foi incorporada ao ordenamento jurídico a partir da Lei nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, sendo regulamentada posteriormente pela Resolução CONAMA nº 001/1986 (BRASIL, 1981). Esta determina que atividades modificadoras do meio ambiente devem ser precedidas de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Segundo Queiroz (1992), o processo de AIA visa garantir a análise sistemática dos efeitos ambientais e sociais de um projeto antes de sua implementação.

A AIA no contexto brasileiro segue diretrizes que asseguram a avaliação dos impactos em três dimensões principais: meio físico, biótico e socioeconômico. Conforme o artigo 6º da Resolução CONAMA 001/86, o EIA deve incluir: diagnóstico ambiental da área de influência do projeto; análise dos impactos ambientais; proposição de medidas mitigadoras; e elaboração de programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos.

Morgan (2012) observa que a AIA deve ser compreendida como um processo de tomada de decisão informada, e não meramente como uma exigência burocrática. Em países em desenvolvimento, segundo Moreira (1992), o estímulo para adoção da AIA veio muitas vezes de instituições financeiras internacionais, que passaram a exigir a consideração de variáveis ambientais na aprovação de financiamentos.

A aplicação eficaz da AIA requer o uso de metodologias científicas e instrumentos de análise quantitativa e qualitativa. Oliveira e Medeiros (2007) identificam os métodos mais empregados na prática brasileira, como: o método “ad hoc”, listagens de controle (check-lists), sobreposição de cartas, modelos matemáticos, matrizes e redes de interação. Cada abordagem apresenta vantagens e limitações conforme o tipo e a complexidade do empreendimento.

Sánchez (2013) destaca que a etapa de avaliação de impactos é das mais críticas do EIA, pois envolve interpretar e atribuir significado aos impactos identificados, estimar sua magnitude e relevância, propor medidas de mitigação, e subsidiar decisões sobre a viabilidade do projeto. Para isso, torna-se fundamental a integração de saberes técnicos e valores sociais, em um processo transparente e participativo.

Ademais, a legislação brasileira prevê o envolvimento dos três níveis federativos no licenciamento ambiental (federal, estadual e municipal), conforme a Lei Complementar nº 140/2011, e estabelece diretrizes específicas por meio das resoluções CONSEMA (nº 98 e 99, de 2017) em estados como Santa Catarina.

Dessa forma, a Avaliação de Impacto Ambiental representa não apenas um mecanismo de proteção ecológica, mas também um instrumento para a promoção do desenvolvimento sustentável, ao permitir que os custos ambientais sejam internalizados no planejamento de empreendimentos (Santos, 2021; Peixoto et al., 2022; Joseph et al., 2018).

Impactos Ambientais de Projetos de Loteamento Urbano

Projetos de loteamento urbano são responsáveis por transformações significativas nas paisagens naturais e no funcionamento dos ecossistemas locais. Entre os principais impactos associados estão a impermeabilização do solo, a contaminação de águas subterrâneas, o aumento do escoamento superficial e a perda de biodiversidade (NASCIMENTO, 2009).

A impermeabilização do solo, decorrente da substituição de vegetação natural por áreas edificadas e pavimentadas, compromete a capacidade de infiltração da água no solo, reduzindo a recarga dos aquíferos e agravando os riscos de enchentes (Ferreira e Prado, 2017). Tal alteração interfere no balanço hídrico e pode desencadear processos de erosão, assoreamento de corpos hídricos e instabilidade geotécnica de encostas (Cunha e Guerra, 2015).

Outro aspecto relevante é a poluição das águas subterrâneas, muitas vezes provocada pela disposição inadequada de efluentes domésticos ou industriais, bem como pelo uso de insumos químicos em atividades de construção civil e manutenção de jardins. A ausência de sistemas de tratamento e drenagem eficiente pode resultar em contaminação de mananciais subterrâneos, com consequências adversas à saúde pública (CETESB; Casarini et al., 2004).

A perda de biodiversidade é outro impacto significativo, dado que a urbanização fragmenta habitats, reduz corredores ecológicos e compromete a manutenção de espécies nativas. Espécies de fauna com baixa mobilidade ou com exigências ecológicas específicas estão particularmente vulneráveis a esses processos (Forman e Alexander, 1998; Reis et al., 2006).

A expansão urbana desordenada e a falta de planejamento integrado podem intensificar esses impactos, especialmente em áreas ambientalmente sensíveis, como zonas de preservação permanente, manguezais, restingas e encostas. A legislação ambiental brasileira, especialmente o Código Florestal (Lei 12.651/2012), determina a proteção de tais áreas, sendo fundamental que projetos de loteamento respeitem os limites legais e incorporem medidas de compensação e mitigação (BRASIL, 2012).

Para reduzir os impactos de loteamentos urbanos, é recomendável a adoção de soluções baseadas na natureza, como a implantação de jardins de chuva, pavimentos permeáveis e a conservação de áreas verdes. Essas estratégias contribuem para o manejo da água da chuva, aumento da biodiversidade urbana e melhoria da qualidade ambiental (Gondim et al., 2023; TRATA BRASIL, 2025).

Assim, a avaliação dos impactos de loteamentos urbanos deve ser criteriosa e incluir análises integradas dos aspectos físicos, biológicos e sociais, garantindo que o crescimento das cidades ocorra de forma sustentável e compatível com a conservação ambiental (Glasson; et al, 2012).

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS (SE)

O conceito de serviços ecossistêmicos (SE) refere-se aos benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas naturais oferecem aos seres humanos. Essa abordagem, sistematizada pelo programa Millennium Ecosystem Assessment (MEA) em 2005, reconhece os ecossistemas como unidades funcionais que sustentam o bem-estar humano através da provisão de alimentos, regulação climática, purificação da água, controle de enchentes, entre outros (MEA, 2005; Costanza et al., 1997; Daily, 1997; De Groot et al., 2010; Han et al., 2025).

Odum (1988) destacou que os ecossistemas são sistemas complexos compostos por componentes abióticos e bióticos interconectados, cujas funções são fundamentais para a manutenção da vida na Terra. Tais componentes e processos são responsáveis pelos serviços ecossistêmicos essenciais à sobrevivência humana (MEA, 2005).

Os SE são classificados em quatro grandes categorias: (i) serviços de provisão, como alimentos, água doce e recursos genéticos; (ii) serviços de regulação, como controle do clima, polinização, regulação hídrica e de nutrientes; (iii) serviços culturais, como recreação, valores estéticos e espirituais; e (iv) serviços de suporte, que incluem formação do solo, ciclo da água e fotossíntese (Daily et al, 2009).

Segundo Sangha, et al (2022), ao compreender os serviços ecossistêmicos como um elo entre natureza e sociedade, torna-se possível reconhecer a dependência humana das funções ecossistêmicas e a necessidade de conservação desses sistemas naturais. A degradação ambiental compromete a oferta desses serviços, afetando especialmente populações vulneráveis que dependem diretamente da natureza para sua subsistência.

Ademais, é importante distinguir entre serviços ambientais e serviços ecossistêmicos. Enquanto os primeiros se referem a atividades humanas voltadas à proteção ambiental, os segundos derivam do funcionamento espontâneo dos ecossistemas, sendo independentes de interferência antrópica direta (Daily, 1997; May, 2010).

O reconhecimento e valoração dos SE têm sido fundamentais para a formulação de políticas públicas, ferramentas de planejamento territorial e mecanismos de pagamento por serviços ambientais (PSA). A integração desses serviços em instrumentos como a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) constitui um avanço na direção de uma gestão ambiental mais eficaz e sistêmica (Sánchez, 2014; Carminan e Silva, 2024; Martinelli; Gimenes, 2023).

Classificação dos Serviços Ecossistêmicos Costeiros

Os ecossistemas costeiros, como manguezais, restingas, estuários e praias, prestam uma gama diversificada de serviços ecossistêmicos, fundamentais para a resiliência ambiental e o bem-estar humano. Sua classificação baseia-se na relação entre os recursos naturais, os processos ecológicos e as necessidades humanas (Pereira et al., 2009; Ribeiro, 2012).

De acordo com o Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), os serviços ecossistêmicos são agrupados em quatro categorias, adaptadas para os ambientes costeiros da seguinte maneira (Tabela 1).

CATEGORIA DE SERVIÇO	SUBCATEGORIA	DESCRIÇÃO
Serviços de Provisão	Alimentos	Fornecidos pela pesca extrativa e pela aquicultura em estuários e zonas intermarés.
	Recursos hídricos	Água subterrânea e superficial para consumo humano e atividades econômicas.
	Recursos genéticos	Associados à biodiversidade local, importantes para pesquisas e desenvolvimento biotecnológico.
Serviços de Regulação	Regulação da erosão	Vegetação de dunas e manguezais que estabilizam o solo.
	Regulação hídrica	Controle do escoamento superficial, infiltração e recarga de aquíferos.
	Purificação da água e tratamento de resíduos	Ecossistemas como manguezais que filtram poluentes naturais e antrópicos.
Serviços Culturais	Recreação e ecoturismo	Práticas como trilhas, observação de fauna e banho de mar.
	Valores cênicos e espirituais	Paisagens costeiras com relevância cultural, histórica e simbólica.
Serviços de Suporte	Produção primária	Base da cadeia alimentar aquática, essencial para a pesca.
	Ciclo da água	Regula fluxos hídricos e participa da formação de chuvas locais.

Tabela 1: Classificação de SE com Exemplos Costeiros.

Fonte: MEA, 2005

A correta identificação e valoração desses serviços permitem a inclusão dos ecossistemas costeiros em processos decisórios de planejamento urbano e de conservação ambiental. Essa abordagem amplia a compreensão da funcionalidade dos ambientes costeiros e subsidia a gestão integrada das zonas costeiras (Silva e Scherer, 2021; Carminan e Silva, 2024).

ABORDAGEM DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL TRADICIONAL

A integração dos SE na AIA amplia sua capacidade diagnóstica ao considerar impactos sociais e ecológicos (Slootweg et al., 2006; Geneletti, 2016). Essa abordagem, no entanto, enfrenta sérios desafios práticos, entre os quais se destacam a dificuldade de mensuração dos SE devido à ausência de indicadores locais validados, a escassez de séries históricas consistentes que permitam avaliação comparativa, e a fragilidade institucional em termos de capacitação técnica e governança para incorporar tais métricas nos processos de licenciamento. Esses entraves limitam a efetividade da integração dos SE na AIA e exigem esforços coordenados entre academia, gestores públicos e comunidades locais para sua superação. A aplicação enfrenta desafios como ausência de dados, dificuldade de mensuração e escassez de metodologias padronizadas (Karjalainen et al., 2013; Landsberg et al., 2013).

Segundo Slootweg et al. (2006), a inclusão dos SE na AIA permite identificar não apenas os impactos ecológicos de um projeto, mas também suas implicações sociais e econômicas, especialmente para comunidades que dependem diretamente dos bens e funções ecossistêmicas. Dessa forma, é possível avaliar como os serviços prestados pelos ecossistemas contribuem para a saúde, segurança alimentar, identidade cultural e qualidade de vida das populações locais.

Essa abordagem ganhou maior relevância após a publicação do Millennium Ecosystem Assessment (2005), que destacou o declínio global na provisão de serviços ecossistêmicos e seus efeitos sobre a humanidade. Desde então, diversos estudos e iniciativas internacionais passaram a defender a integração dos SE nos instrumentos de gestão ambiental, incluindo a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e a própria AIA.

Apesar disso, a aplicação prática dessa abordagem ainda enfrenta desafios. Entre eles destacam-se a dificuldade de mensuração dos SE, a escassez de dados ecológicos e socioeconômicos locais, e a carência de metodologias padronizadas para sua avaliação em projetos específicos. Autores como Karjalainen et al. (2013) e Landsberg et al. (2013) têm contribuído com propostas metodológicas que combinam análises qualitativas e quantitativas, buscando maior robustez e aplicabilidade.

Dessa forma, consolidou-se o entendimento de que uma abordagem mais integrada da avaliação de impactos era necessária (Geneletti, 2016). É nesse contexto que surge a proposta da Avaliação de Impacto Ambiental de Base Ecossistêmica (AIABE), como evolução da AIA tradicional (Longo e Rodrigues, 2017). Essa abordagem propõe um olhar ampliado sobre os sistemas socio ecológicos e seus serviços ecossistêmicos, permitindo interpretações mais completas e estratégias de mitigação mais eficazes (Sánchez, 2013)..

Licenciamento Ambiental e Avaliação de Impacto de Base Ecossistêmica (AIABE)

O licenciamento ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) são instrumentos fundamentais previstos na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938/1981. De acordo com esta legislação, “a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores” estão sujeitos ao licenciamento ambiental, precedido por avaliação de impactos (BRASIL, 1981, art. 10).

Esse instrumento representa uma das principais ferramentas de ordenamento territorial, especialmente relevante em regiões de alta sensibilidade ecológica como a zona costeira e marinha, onde a multiplicidade de usos exige maior controle e integração de políticas (Pitombeira e Romcy, 2023). Para que o Brasil avance no cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), é fundamental integrar múltiplas metas que refletem a complexidade dos sistemas socio ecológicos. Entre elas, destacam-se o ODS 6 – Água Potável e Saneamento, ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, ODS 14 – Vida na Água, ODS 15 – Vida Terrestre, ODS 17 – Parcerias e Meios de Implementação, bem como o ODS 3 – Saúde e Bem-Estar e o ODS 10 – Redução das Desigualdades. Esses objetivos reforçam a necessidade de que os processos de AIA e licenciamento adotem uma abordagem sistêmica, integrando os meios físico, biótico e socioeconômico (Turra et al., 2017)..

Apesar dos esforços para aprimorar a AIA, ela ainda é amplamente segmentada, tratando separadamente os componentes ambientais e sociais. A baixa integração dos impactos cumulativos e sinérgicos compromete a efetividade do instrumento (Sánchez, 1993; Li, 2008; Carmo, 2013; 2016). Frente a isso, a AIABE propõe uma visão integrada dos sistemas socio ecológicos e seus serviços ecossistêmicos (MEA, 2005; Geneletti, 2016).

A AIABE permite que os impactos ambientais sejam traduzidos pela perda de unidades ecológicas provedoras de serviços essenciais, o que repercute diretamente na biodiversidade e no bem-estar humano. A integração dos SE nesses processos favorece uma análise mais realista dos efeitos de curto e longo prazo dos empreendimentos (Landsberg et al., 2013).

A aplicação da AIABE é especialmente importante para áreas costeiras e marinhas, considerando seu elevado valor ecológico e econômico frente à reduzida área geográfica ocupada. Costanza et al. (1997) estimam que ecossistemas costeiros geram mais de um terço do valor monetário total dos serviços ecossistêmicos em apenas cerca de 5% da superfície planetária.

Além disso, a Avaliação de Impacto Ambiental de Base Ecossistêmica (AIABE) pode contribuir diretamente para o cumprimento de metas específicas do ODS 14, como a prevenção da poluição marinha (meta 14.1), a proteção e a gestão de ecossistemas costeiros (meta 14.2), a mitigação da acidificação dos oceanos (meta 14.3), a gestão sustentável da pesca (meta 14.4) e a conservação de áreas marinhas protegidas (meta 14.5) (Turra et al., 2017). Para tal, é fundamental que a avaliação de impacto leve em conta os processos ecológicos, as conexões entre ambientes e os serviços ecossistêmicos prestados (Sánchez, 2013; Longo e Rodrigues, 2017).

Assim, conforme argumentam Turra et al. (2017), a Avaliação de Impacto Ambiental de Base Ecossistêmica (AIABE) representa uma evolução necessária e urgente em relação à AIA convencional, especialmente diante dos desafios contemporâneos como as mudanças climáticas e o crescente uso intensivo dos recursos naturais. Essa abordagem fortalece a capacidade de planejamento e gestão ambiental ao incorporar princípios sistêmicos e ecossistêmicos, permitindo intervenções mais alinhadas com os princípios da sustentabilidade e da justiça socioambiental (Sánchez, 2013; Longo e Rodrigues, 2017). mais coerentes com os princípios da sustentabilidade e da justiça socioambiental.

A Interrelação da AIABE com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), sobretudo quando desenvolvida com base em uma perspectiva ecossistêmica (AIABE), encontra pontos de intersecção relevantes com diversas metas da Agenda 2030 (Tabela 2). Esses pontos reforçam a natureza transversal dos impactos ambientais e sua relação direta com a saúde humana, justiça social, integridade ecológica e o uso racional dos recursos naturais (Sánchez, 2014).

CATEGORIA DE SE	EXEMPLOS	ODS RELACIONADOS
Provisão	Alimentos, água, recursos genéticos	ODS 2 (Fome Zero), ODS 6 (Água Potável e Saneamento)
Regulação	Regulação climática, hídrica, erosão	ODS 13 (Ação Climática), ODS 15 (Vida Terrestre)
Culturais	Recreação, ecoturismo, valores culturais	ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 11 (Cidades Sustentáveis)
Supporte	Ciclo da água, formação do solo	ODS 14 (Vida na Água), ODS 15 (Vida Terrestre)

Tabela 2: Relação entre Categorias de Serviços Ecossistêmicos e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Ao incorporar os serviços ecossistêmicos relacionados ao abastecimento de água e ao saneamento básico, a AIABE contribui diretamente para o ODS 6 – Água Potável e Saneamento. Projetos que impactam aquíferos ou bacias hidrográficas podem comprometer a oferta de água limpa, e a avaliação precisa desses impactos auxilia na formulação de medidas mitigadoras adequadas (EMBRAPA, 2018).

No que tange ao ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, a degradação ambiental está frequentemente associada a problemas de saúde pública, como doenças de veiculação hídrica ou respiratória. Ao identificar e prevenir esses riscos, a AIABE colabora com estratégias de saúde preventiva e qualidade de vida (IPEA, 2018).

A AIABE também reforça o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, ao propor diretrizes de planejamento urbano que consideram os impactos cumulativos da urbanização sobre ecossistemas urbanos e periurbanos. Projetos como parques lineares ou soluções baseadas na natureza contribuem para o equilíbrio entre o crescimento urbano e a conservação ambiental (CASTELLAR et al., 2021).

Quanto ao ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, a abordagem ecossistêmica permite considerar os impactos de projetos sobre os mecanismos naturais de regulação climática, como a captura de carbono por florestas e áreas úmidas. Essas análises subsidiam planos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (SABATINI et al., 2019).

No âmbito social, a AIABE se alinha ao ODS 10 – Redução das Desigualdades, pois ao avaliar impactos sobre populações vulneráveis e suas dependências ecológicas, torna possível promover medidas compensatórias mais justas. Do mesmo modo, políticas baseadas nessa abordagem apoiam o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, ao demandar eficiência no uso de recursos e prevenção da degradação ambiental (SÁNCHEZ, 2014).

Finalmente, a implementação eficaz da AIABE depende da articulação de diferentes atores institucionais, comunitários e empresariais, promovendo a cooperação multisectorial prevista no ODS 17 – Parcerias e Meios de Implementação (IPEA, 2018).

Portanto, a AIA de base ecossistêmica não apenas amplia o escopo analítico dos estudos ambientais, mas também opera como instrumento chave para a concretização de diversos ODS de maneira integrada, fortalecendo a governança ambiental e a sustentabilidade em múltiplas escalas (SÁNCHEZ, 2014).

Considerações Finais

Este capítulo buscou discutir criticamente os fundamentos, desafios e avanços na avaliação de impactos ambientais, destacando a importância da integração dos serviços ecossistêmicos como eixo estruturante de uma abordagem mais holística e eficaz (Sánchez, 2020; Geneletti, 2016). A partir da evolução conceitual da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), foi possível evidenciar seus limites tradicionais frente à complexidade dos sistemas socio ecológicos (Longo e Rodrigues, 2017).

A proposta da Avaliação de Impacto Ambiental de Base Ecossistêmica (AIABE) surge como uma alternativa metodológica e política para qualificar os processos de licenciamento e fortalecer os instrumentos de ordenamento territorial, especialmente em áreas de alta sensibilidade como a zona costeira (Turra et al., 2017; Castellar et al., 2021). A AIABE também se mostra estratégica para a implementação de múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ao reconhecer a interdependência entre conservação ambiental, justiça social e saúde pública (IPEA, 2018; Sabatini et al., 2019).

Nesse sentido, a transição para uma AIA mais integrada representa não apenas um aperfeiçoamento técnico, mas uma mudança de paradigma na forma como sociedade e natureza são concebidas nas políticas públicas (Sánchez, 2020). Consolidar essa transição exige o fortalecimento institucional, a produção de dados ecológicos e sociais consistentes, e a valorização do conhecimento científico e local (EMBRAPA, 2018).

REFERENCIAS

ALMEIDA, A. N.; SERTÃO, A. C.; SOARES, P. R. C.; ÂNGELO, H. **Deficiências no diagnóstico ambiental dos estudos de impacto ambiental (EIA)**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 4, n. 2, p. 33–48, 2015..

BARBOSA, L. M. et al. **A integração entre políticas públicas e educação ambiental para os ODS**. *IOSR Journal of Business and Management*, v. 26, n. 10, p. 32–38, 2023. Disponível em: <https://iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Vol26-issue10/Ser-13/D2610133238.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 22 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 22 maio 2025.

BURSZTYN, M.. **Novas institucionalidades e gestão do meio ambiente**. In: FELDMANN, Fábio (Org.). *Rio+10 Brasil: uma década de transformações*. Rio de Janeiro: ISER; Ministério do Meio Ambiente; Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002.

CARMINAN, L. M.; SILVA, J. P. **Métodos de valoração dos serviços ecossistêmicos: aplicações no território brasileiro**. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n. 46, v. 3, p. 101–126, mai.–ago. 2024. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/download/9966/7471/42579>. Acesso em: 22 maio 2025.

CARMO, A. B. **A Dimensão Política do Atual Processo de Agilização do Licenciamento Ambiental no Brasil**. *Revista Gestão e Políticas Públicas*, v. 2, n. 3, p. 284-306, 2013.

CARMO, A. B. Avaliação de Impacto Ambiental em empreendimentos costeiros e marinhos no Brasil: análise dos procedimentos e aspectos institucionais e políticos. **Tese (Doutorado em Oceanografia)** -Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CASARINI, D. C. P.; DIAS, C. L.; BARBOUR, E. D.; TOFFOLI, F. F. **Gestão da qualidade e risco de contaminação do recurso hídrico subterrâneo**. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo: ABAS, 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23489/15575/85112>. Acesso em: 22 maio 2025.

CASTELLAR, J. A. C.; POPARTAN, L. A.; PUEYO-ROS, J.; ATANASOVA, N.; LANGERGRABER, G.; SÄUMEL, I.; COROMINAS, L.; COMAS, J.; ACUÑA, V. **Nature-based solutions in the urban context: terminology, classification and scoring for urban challenges and ecosystem services**. *Science of the Total Environment*, v. 779, 146445, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972101305X>. Acesso em: 22 maio 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Poluição das águas subterrâneas**. São Paulo: CETESB, [s.d.]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>. Acesso em: 22 maio 2025.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Resolução CONAMA** n. 001, 23 de janeiro de 1986. DOU, 17 fev. 1986.

COSTA, H. A.; BURSZTYN, M. A. A.; NASCIMENTO, E. P. do. **Participação social em processos de avaliação ambiental estratégica**. *Sociedade e Estado*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 89–113, jan./abr. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/wGTyMXqgKcDLh9wC3PsVC4m/?lang=pt>. Acesso em: 22 maio 2025.

COSTA, Marcos Vasconcelos; CHAVES, Paulo Sérgio Viana; OLIVEIRA, Francisco Correia de. Uso das técnicas de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 28, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Intercom, 2005. p. 01-15.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J., RASKIN, R. G., SUTTONKK, P.; BELT, M. V. D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological economics*. **Articles Nature**, v. 387, 15 may, 1997.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geografia física**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

DAILY, G. C.; POLASKI, S.; GOLDSTEIN, J.; KAREIVA, P. P.; MOONEY, H. A.; PEJCHAR, L.; RICKETTS, T. H.; SALZMAN, J.; SHALLENBERGER, R. Ecosystem Services in Decision Making: Time to Deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, n. 7, p. 21-28, 2009.

DAILY, G. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystem**. Washington, DC.: Island Press, 1997.

DE GROOT, R. S.; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. CHALLENGES in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning management and decision making. *Ecological Complexity*, 7, 260-272, 2010.

FERREIRA, A. M.; PRADO, R. R. **Planejamento urbano e gestão ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. **Roads and their major ecological effects**. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 29, p. 207-231, 1998.

FUNTOWICZ, S.; STRAND, R. Ciência pós-normal e a gestão de riscos em tempos de mudança. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 3, n. 2, p. 15-28, 2014.

GENELETTI, D. **Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment**. Northampton, USA: Edward Elgar, 2016. p. 528. (Research Handbooks on Impact Assessment series).

GILPIN, Alan. **Environmental Impact Assessment (EIA)**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p.1-73; 169-179.

GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introdução à Avaliação de Impacto Ambiental**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

GONDIM, F. R. et al. Uso de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) para a redução dos impactos das chuvas na bacia do rio Maracanã - Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiae et Technicae*, v. 11, 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/ast/article/download/89107/52976/334639>. Acesso em: 22 maio 2025.

HAN, L.; LI, Y.; GE, Z.; FANG, F.; GAO, L.; ZHANG, J.; DU, Z.; CUI, L. **Study on the spatial and temporal evolution of ecosystem service value based on land use change in Xi'an City**. *Scientific Reports*, v. 15, n. 66, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-83257-y>. Acesso em: 22 maio 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Estudo sobre drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil. São Paulo: Trata Brasil, 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/04/Estudo-Estudo-sobre-o-setor-de-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

IPEA. ODS 3: Saúde e bem-estar. Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods3.html>.

JOSEPH, K.; ESLAMIAN, S.; NEKOOEI, M.; EBRAHIMI, N.; OSTAD-ALI-ASKARI, K. **Environmental Impact Assessment as a Tool for Sustainable Development**. In: *Handbook of Environmental Materials Management*. Springer, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329355638_Environmental_Impact_Assessment_as_a_Tool_for_Sustainable_Development. Acesso em: 22 maio 2025

KARJALAINEN, T. P.; MARTTUNEN, M.; SARKKI, S.; RYTKÖNEN, A. Integrating ecosystem services into environmental impact assessment: An analytic-deliberative approach. **Environmental Impact Assessment Review**, 40, 54-64, 2013.

LANDSBERG, F.; OZMENT, S.; STICKLER, M.; HENNINGER, N.; TREWEEK, J.; VENN, O.; MOCK, G. **Ecosystem Services Review for Impact Assessment: Introduction and Guide to Scoping**. Washington: World Resources Institute, 34p, 2011.

LANDSBERG, F.; TREWEEK, J.; STICKLER, M. M.; HENNINGER, N.; VENN, O. **Weaving ecosystem services into impacts assessment: A step-by-step**. Washington: World Resources Institute, 46p 2013.

LI, J. C. **Environmental Impact Assessments in Developing Countries: An opportunity for Greater Environmental Security Foundation** for Environmental Security and Sustainability Working Paper, n. 4, 2008.

MARTINELLI, G. do C.; GIMENES, R. M. T. **Analisando as metodologias de valoração de serviços ecosistêmicos: uma revisão sistemática.** *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 25, p. e1954, 2023. Disponível em: <https://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/1954> . Acesso em: 22 maio 2025.

MAY, P. **Economia do meio ambiente: Teoria e prática.** Rio de Janeiro, 2^a edição, Elsevier/Campus, 2010.

MBRAPA. ODS 6: Água limpa e saneamento. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1089246/2/ODS6aguasaneamento.pdf>.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and human well-being: synthesis. **Washington: Island Press**, 2005. 137 p

MENIN, Delza Rocha de Freitas. **Ecologia de A a Z: pequeno dicionário de ecologia.** Porto Alegre: L&PM, 2000. 212p.

MOREIRA, I. V. D.. Origem e síntese dos principais métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). In **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais – MAIA.** Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1992.

MOREIRA, V. I. M. **Avaliação de impacto ambiental – instrumento de gestão.** *Cadernos FUNDAP*, São Paulo, v. 9, n. 16, 1989.

NASCIMENTO, W. H. S. do. *Impactos ambientais provocados pela implantação de loteamentos urbanos na área de proteção ambiental Tarumã/Ponta Negra no município de Manaus-AM.* 2009. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009. Disponível em: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/2605>. Acesso em: 22 maio 2025.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

PEIXOTO, L. M.; ALMEIDA, A. N.; RIBASKI, N. G. **Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil: propostas de aprimoramento do instrumento.** *Journal of Media Critiques*, v. 8, n. 22, p. 28–43, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/383804932_AVALIACAO_DE_IMPACTOS_AMBIENTAIS_NO_BRASIL_PROPOSTAS_DE_APRIMORAMENTO_DO_INSTRUMENTO. Acesso em: 22 maio 2025.

PEREIRA, H. M.; DOMINGOS, T.; PINTO, R.; LOPES, R. J.; MORGADO, R.; QUEIROZ, H.; SANTOS-MARTÍN, F.; SANTOS, F. D. **Avaliação para Portugal: Serviços dos Ecossistemas.** In: PEREIRA, H. M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L. (Eds.). *Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment.* Lisboa: Escolar Editora, 2009. p. 185–230.

PITOMBEIRA, S. C.; ROMCY, C. M. A. **Ocupação do território em áreas costeiras: proposta de gestão e ordenamento de zona costeira – uma oportunidade para o planejamento urbano.** *Revista de Direito da Cidade*, v. 15, n. 3, p. 1039–1069, 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/article/view/65109>. Acesso em: 22 maio 2025.

REIS, N. R. dos; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. de. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: EDUEL, 2006.

RIBEIRO, M. C. L. B. **Serviços ecossistêmicos: uma abordagem conceitual**. In: RIBEIRO, M. C. L. B.; SILVA, M. A. F. da; SILVA, A. P. M. da (Orgs.). *Serviços Ecossistêmicos: Conceitos e Aplicações*. Brasília: Embrapa, 2012. p. 15–36.

SABATINI, F. M.; DE ANDRADE, R. B.; PAILLET, Y.; ÓDOR, P.; BOUGET, C.; CAMPAGNARO, T.; GOSSELIN, F.; JANSSEN, P.; MATTIOLI, W.; NASCIMBENE, J.; SITZIA, T.; KUEMMERLE, T.; BURRASCANO, S. **Trade-offs between carbon stocks and biodiversity in European temperate forests**. *Global Change Biology*, v. 25, n. 2, p. 536–548, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.14503>. Acesso em: 22 maio 2025.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impactos Ambientais: Conceitos e métodos**. São Paulo: Editora de Texto, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. **Development of Environmental Impact Assessment in Brazil**. UVP Report, 27, 193-200, 2013.

SÁNCHEZ, L. E. Os papéis da avaliação de impacto ambiental. In: SÁNCHEZ, L. E. (Org). **Avaliação de Impacto Ambiental: Situação Atual e Perspectivas**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.

SÁNCHEZ, L. E. **Serviços ecossistêmicos em avaliação de impacto ambiental: integração ou adição?** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: <https://mundogeo.com/webinar/ecossistemicos/ecossistemicos.pdf> . Acesso em: 22 maio 2025.

SANCHEZ, L.A. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina do Textos, 2008

SANGHA, K. K.; GORDON, I. J.; COSTANZA, R. **Ecosystem Services and Human Wellbeing-Based Approaches Can Help Transform Our Economies**. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 10, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.841215/full>. Acesso em: 22 maio 2025.

SANTOS, A. C. et al. **Impacto das Ciências Ambientais na Agenda 2030 da ONU: desafios e avanços a partir da experiência da formação de clusters temáticos**. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 56, p. 1–15, 2023. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAM/ article/download/1607/874. Acesso em: 22 maio 2025.

SANTOS, E. C. **Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e sua utilização como processo/instrumento de gestão ambiental do desenvolvimento sustentável de projetos no Brasil**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-20181127-162125/publico/FayaAnaClaraSerrao.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

SILVA, A. A. O.; BURSZTYN, M. **Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas**. *Interações: Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, v. 2, n. 3, p. 45-56, 2001.

SILVA, L. R. B.; ALMEIDA, M. R. R. **Aplicação da abordagem de serviços ecossistêmicos na avaliação de impacto ambiental de um aterro industrial Classe II do município de Uberlândia, MG.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19831> . Acesso em: 22 maio 2025.

SILVA, O. N.; SCHERER, M. E. G. **Valorização econômica dos serviços ecossistêmicos da zona costeira: o caso do PNMLJ pelo método do custo de viagem.** *Geosul*, v. 36, n. 79, p. 431–456, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/63297>. Acesso em: 22 maio 2025.

SLOOTWEG R, KOLHOFF A. Proposed conceptual and procedural framework for the integration of biological diversity considerations with national systems for impact assessment. **Report of the Netherlands Commission for EIA**; July 2001.

SOARES, ANGÉLICA DE OLIVEIRA. **Metodologia De Pressão-Estado-Impacto-Resposta Aplicada No Estudo De Avaliação Ambiental Da Bacia Hidrográfica Do Alto De Sorocaba.** Dissertação de Mestrado. UNESP. Sorocaba. 87p. 2019.

TURRA, A.; AMARAL, A. C. Z.; CIOTTI, A. M.; WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. R.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MARQUES, A. C.; SIEGLE, E.; SINISGALLI, P. A. A.; SANTOS, C. R.; CARMO, A. B. **Avaliação de impacto ambiental sob uma abordagem ecossistêmica: ampliação do porto de São Sebastião.** *Ambiente & Sociedade*, v. 20, n. 3, p. 1–22, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/FFz6JYwSJPwXH9JLPfc4N/?lang=pt>. Acesso em: 22 maio 2025.

WATHERN, P. (Ed.). *Environmental Impact Assessment: Theory and Practice*. London: Unwin Hyman, 1988.

WESTMAN, W. E. *Ecology, Impact Assessment, and Environmental Planning*. New York: Wiley-Interscience, 1985.