

Uso de Indicadores Ambientais em áreas costeiras: uma revisão bibliográfica

Regina Célia Macêdo do Nascimento^{1*}, Betânia Cristina Guilherme², Maria Christina Barbosa de Araújo³, Mateus Magarotto⁴, Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti⁵

¹Mestranda em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil (*Autor correspondente: nascimento.regina@live.com).

²Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

³Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

⁴Pós Doutorando em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

⁵Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 20/08/2018 – Revisado em: 29/08/18 – Aceito em: 02/09/18

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a utilização de indicadores ambientais de áreas costeiras. Um levantamento bibliográfico foi realizado compreendendo o período de 1993 a 2017 nas bases de dados do SciELO, SCOPUS, Web of Science e banco de dados CAPES. Utilizando as palavras-chave “*indicator, environmental indicators, use of environmental indicators, indicators and environmental quality, socioeconomic and environmental indicators, beaches and estuarine indicators, environmental monitoring*”. Após a leitura dos resumos, 89 trabalhos foram selecionados. Os artigos foram agrupados quanto sua distribuição geográfica: África, Américas, Ásia, Europa e Oceania; e o quantitativo de indicadores utilizados com suas principais características. A literatura apontou a distribuição dos indicadores quanto as suas características, sendo eles: naturais, sociais, econômicos e físico-químicos. O continente europeu apresentou uma maior quantidade de bibliografia sobre indicadores ambientais em áreas costeiras (32,6%). A praia foi o ambiente mais frequentemente utilizado para o uso dos indicadores (42,7%). Existe um consenso na literatura da necessidade de uma matriz comum de indicadores para a consolidação dos estudos nas áreas costeiras do mundo.

Palavras-Chaves: praia, qualidade ambiental, indicadores socioeconômicos, estuário, monitoramento ambiental

Use of Environmental Indicators in coastal areas: a bibliographic review

ABSTRACT

This work had an objective of reviewing the literature on the use of environmental indicators of coastal areas. A bibliographic review was performed covering the period from 1993 to 2017 in SciELO, SCOPUS, Web of Science and CAPES databases. Using the Keywords “*indicator, environmental indicators, use of environmental indicators, indicators and environmental quality, socioeconomic and environmental indicators, beaches and estuarine indicators, environmental monitoring*”. After reading the abstracts, 89 papers were selected. The articles were grouped according to their geographic distribution: Africa, Americas, Asia, Europe and Oceania; and the quantitative indicators used with their main characteristics. The indicators distributions were grouped according to its characteristics, being: natural, social, economic and physical-chemical. The European continent presented a greater amount of bibliography about environmental indicators in coastal areas (32,6%). The beach was the most frequently used environment for the use of indicators (42.7%). There is a consensus in the literature on the need for a common matrix of indicators for the consolidation of studies in the coastal areas of the world.

Keywords: beach, environmental quality, socioeconomic indicators, estuary, environmental monitoring

1. Introdução

No decorrer dos últimos anos tem se observado uma crescente preocupação com questões ambientais (PAOLI et al., 2015) e a busca por ações de mitigação dos efeitos causados pela globalização (PILOUK; KOOTTATEP, 2017). Uma das formas suscitadas como solução para atenuação dos problemas ambientais é a utilização de indicadores ambientais - “ Indicadores de desenvolvimento sustentável precisam ser desenvolvidos para fornecer bases sólidas para a tomada de decisões em todos os níveis e contribuir para uma sustentabilidade auto reguladora de sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento ” (UNCED, 1992).

O termo indicador é definido como um parâmetro ou valor que está vinculado a informação ou descrição de uma área, fenômenos e afins, tendo função direta na síntese de informações vinculada ao objeto observado (OECD, 1993). São associados, em sua maioria, a um agregado de variáveis quantitativas ou qualitativas que possam medir ou monitorar algo (BAKKES et al., 1994) de uma forma clara e que permita uma rápida compreensão (HAMMOND et al., 1995). Com essas características, os indicadores se conceituam como variáveis de caráter nominal, ordinal ou cardinal, as quais retratam informações sobre as condições de um determinado sistema (RAMOS; CAEIRO; MELO, 2004).

Até o início dos anos 80, as problemáticas ambientais não eram vistos como relevantes pela sociedade, porém, com a publicação (em 1987) do relatório Brundtland (documento elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, da ONU abordando o desenvolvimento sustentável), a temática ganhou um novo rumo através do desenvolvimento de pesquisas vinculadas a indicadores para a sustentabilidade (MARTINEZ, 2007). Com um novo olhar ao meio ambiente, conceitos sobre indicadores ambientais começaram a ser moldados no Canadá e Holanda no ano de 1987. Dois anos mais tarde, por influência dos canadenses, a organização que congregava os países mais ricos e influentes do mundo, conhecidos como “Cúpula Econômica do Grupo dos Sete”, solicitou o desenvolvimento de indicadores ambientais para um melhor sistema de gestão a Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (BAKKES et al., 1994; INE, 2000).

Com o passar dos anos, os indicadores ambientais começaram a tomar forma através de pesquisas realizadas por especialistas juntamente com a busca na literatura. Assim, no ano de 1991 a OECD publicou uma pesquisa e matriz preliminar de indicadores, tornando-se visível a preocupação e atenção direcionada a área ambiental (OECD, 1993; BAKKES et al., 1994; INE, 2000).

Um grande marco para a questão ambiental foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro – Brasil no ano de 1992 (ECO-92). Este evento foi marcado pela massiva produção de documentos relacionados com a preservação e conservação dos ecossistemas e biodiversidade. Um dos temas abordados foi o uso de indicadores ambientais como um instrumento governamental a fim de alicerçar o desenvolvimento sustentável (UNCED, 1992).

Os indicadores ambientais, quando bem elaborados e aplicados, refletem a pressão em que o sistema ou atividade econômica está impondo sob a natureza. Mesmo considerando a dinâmica ambiental, certas variáveis podem ser mensuradas através dessa ferramenta, de forma a responder questionamentos específicos do local (HAI-YING et al., 2012). Atualmente as matrizes de indicadores vêm ganhando cada vez mais espaço para subsidiar a gestão ambiental (CIFRIAN et al., 2010). Um dos modelos mais aceitos a nível internacional para os indicadores ambientais é o Pressure-State-Response (PSR), o qual foi desenvolvido pela Organisation For Economic Co-Operation and Development – OECD (1993). Nele pode ser avaliada a pressão exercida por atividades antrópicas sobre o meio ambiente, a qual interfere na quantidade e qualidade dos recursos fornecidos comprometendo seu estado. Diante das mudanças ocorridas, a sociedade fornecerá políticas econômicas, setoriais e ambientais como resposta.

Ao longo do tempo, a European Environmental Agency (EEA) e United Nations Environmental Programme (UNEP) incorporaram ao modelo citado, indicadores de Driving forces e Impact, tornando o modelo Driving forces-Pressure-State-Impact-Responses (DPSIR), deixando o estudo mais completo e satisfatório. No DPSIR são explícitos os componentes e causas da problemática, pressões e impactos, o que, e

como pode ser mitigado. O modelo é voltado ao meio ambiente, sendo aplicado através de indicadores ambientais (HAI-YING et al., 2012). Assim, ele supre uma análise do problema existente.

Além dos modelos supracitados, podemos destacar o Driving Force-Pressure-State-Exposure-Effect-Action (DPSEEA), desenvolvido pela World Health Organization (WHO) (HAMBLING; WEINSTEIN; SLANEY, 2011), Multiple Exposures Multiple Effects (MEME) (WHO, 1999) e a Integrated Environmental Health Impact Assessment (IEHIA) (LEBRET, 2015). De acordo com os modelos citados, podemos elencar os seguintes indicadores ambientais: indicadores de pressão ambiental, indicadores de estado e indicadores de resposta (OECD, 2003; HAI-YING et al., 2012).

Os Indicadores de Pressão ambiental têm como função descrever atividades antrópicas e pressões, a qualidade e quantidade dos recursos naturais disponíveis. Analisam atividades voltadas a energia, uso intensivo da agricultura, indústria, despejo de resíduos, urbanização (OECD, 2003). Os Indicadores de Estado descrevem a situação ambiental quanto a quantidade e qualidade dos recursos no decorrer do tempo. Analisam condições atmosféricas, qualidade da água, solo, biodiversidade, vida selvagem, recursos naturais, dentre outros (OECD, 1993; 2003). Os Indicadores de Resposta estão relacionados à mitigação das ações causadas pelo homem, reversão de danos, preservação e conservação do ambiente e respectivos recursos. Analisam atividades de reciclagem, taxas para quem poluir a água, atividades de controle de ação, reuniões de conselho ambiental (OECD, 2003; WHO, 1993).

A utilização dos indicadores ocorre de forma voluntária pelos países, conforme acordo formado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (OECD, 1999). No entanto, muitos governantes e responsáveis pela instituição de programas de políticas públicas ainda evitam aderir a metodologia, em virtude do desconhecimento sobre a facilidade, homogeneização de dados e vantagens de utilização, ou ainda por falta de uma equipe multidisciplinar apta para realizar a elaboração da matriz de indicadores (BROWN; THERIVEL, 2000; MARSHALL; BANKS; COOKO, 2014; PILOUK; KOOTTATEP, 2017).

Desde a sua criação nos anos 90, os indicadores apresentam como maiores adeptos na União Europeia, países como Portugal, Inglaterra e Espanha, os quais têm procurado intensificar e aprimorar seu uso (WHO, 1999; OECD, 2003). Uma das potencialidades quanto ao uso da metodologia é evidenciar a conexão existente entre a ação antrópica e o meio ambiente. Com o observado, pode-se analisar as causas dos problemas ambientais existentes, porém, com a utilização dos indicadores ambientais, com uma única metodologia consegue-se observar influências de conselho econômico, social e institucional em um único modelo (BROWN; THERIVEL, 2000; OECD, 2003; MARTINEZ, 2007; MAES et al., 2011). Porém, essa metodologia apresenta fragilidades, como limitações entre países frente sua situação de industrialização, pois, o modelo de indicadores baseia-se em países mais desenvolvidos (MARTINEZ, 2007; JACKSON et al., 2012).

Nas últimas décadas, os programas relacionados ao monitoramento ambiental têm crescido em número e importância (MCDONALD, 2003) e com eles a aplicação dos indicadores ambientais. Porém, ao fazer uma associação entre os indicadores e o desenvolvimento sustentável, é necessário cautela. Pois, nem toda problemática ambiental é vinculada ao desenvolvimento sustentável, por isso faz-se necessário a intensificação de estudos antes de sua aplicação, observando a interação das matrizes, possíveis riscos ambientais e o desenvolvimento sustentável (SPANGENBERG; BONNIOT, 1998; TOIMIL et al. 2018).

Os indicadores verificam os aspectos ambientais, levando também em consideração os aspectos socioeconômicos. Seus níveis de influência serão dados através de um índice (MARTINEZ, 2007). O índice é considerado o valor de um somatório final dos indicadores e as respectivas variáveis que as compõem (KHANNA, 2000). Os valores obtidos através dos índices, recorrem as ferramentas de avaliação, classificação e comparação de gestões quanto ao tempo e espaço, sendo eles capazes de mapear e monitorar a qualidade ambiental em determinada escala temporal proposta (ARAÚJO; COSTA, 2008) desde que seja alicerçada em informações confiáveis e que possam ser comparadas, trazendo informações generalistas ou aprofundadas do ambiente em estudo (CHANG; LU; LIN, 2005).

Em geral, os indicadores ambientais favorecem as políticas públicas fornecendo um subsídio para gestão e melhorias do ambiente, através de informações distintas e embasadas cientificamente de fácil utilização em monitoramentos (INE, 2000). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar os estudos que abordam a temática indicadores ambientais, a fim de sistematizar as informações para uma melhor compreensão quanto a escolha dos indicadores a serem utilizados.

2. Métodos

Com o intuito de analisar os estudos que abordassem a temática indicadores ambientais, realizou-se uma revisão sistemática na busca bibliográfica de artigos completos nas bases SciELO, SCOPUS, Web Of Science e banco de dados CAPES de 1993 a 2017. Utilizou-se uma combinação dos termos “*indicator, environmental indicators, use of environmental indicators, indicators and environmental quality, socioeconomic and environmental indicators, beaches and estuarine indicators, environmental monitoring*”.

Além da busca nos periódicos, as referências bibliográficas de artigos chave foram observadas, afim de verificar o maior quantitativo de trabalho possível. O processo de triagem dos trabalhos foi realizado através da construção de uma tabela com informações referentes a autor e ano, localização da área de estudo, periódico de publicação, objetivo do estudo, quantitativo de indicadores utilizados, resultados e suas respectivas limitações.

Excluiu-se da pesquisa, artigos vinculados a espécies indicadoras onde não houvesse nenhuma utilização de parâmetros e indicadores ambientais para verificação da qualidade ambiental.

3. Resultados e Discussão

Foram listados 89 artigos abrangendo o período de 1997 até 2018 (Tabela 1). As pesquisas sem enquadramento, equivaleram a dois terços do montante, sendo elas referentes a utilização de espécies animais ou vegetais indicadores da qualidade ambiental, vinculada ao solo, água ou ecossistema em geral.

Os artigos analisados utilizaram indicadores distribuídos nas seguintes categorias: naturais (ambientais), sociais, econômicos e físico-químicos. Kairis et al. (2014) foram os que mais fizeram uso de indicadores ambientais, totalizando 316. Foram percorridas 17 regiões costeiras e desérticas do mundo, dentre eles: Novij Saratov – Rússia; Santiago – Cabo Verde; Secano Interior – Chile, utilizando parâmetros biofísicos e socioeconômicos para verificar o estado de desertificação ao redor do mundo, juntamente com suas implicações.

Dentre os 316 indicadores utilizados por Kairis et al. (2014) 14 que sobressaíram aos demais devido a sua eficácia relacionada a proteção da terra ou nas causas de degradação do solo e desertificação. Foram eles: *armazenamento de água de escoamento, terraplanagem, conservação da água do solo, taxa de área desmatada, exploração de água subterrânea, consumo/demanda de água e implementação de políticas públicas*. Com a utilização dos indicadores, os autores puderam mensurar o grau de impacto e degradação de forma eficiente e econômica, criando uma ferramenta para elaboração de políticas para contribuições para preservação de regiões costeiras. Ainda foram destacados alguns cuidados que devem ser tomados quanto a particularidade de cada região.

Tabela 1 – Principais ambientes costeiros estudados com uso de indicadores ambientais no período de 1997 à 2018.

AUTOR	AMBIENTE	ANO	LOCALIZAÇÃO	N INDICADORES
Baban	Estuários	1997	Estuário do Breydon - UK	6
Bower e Turner	Zona Costeira	1998	Rio Colorado- Golfo da Califórnia EUA	11
Ward	Zona Costeira	2000	Austrália	61
Mendoza e Prabhu	Zona Costeira	2003	Zimbabue	51
Pereira et al	Praia	2003	Olinda, Brasil	45
Micallef e Willams	Praia	2004	Ilhas Malta	31
Zalidis et al	Zona Costeira	2004	Mygdonia - Grecia	28
Chang et al	Zona Costeira	2005	Toucheng - Taiwan	12
Clayton e Edwards	Lagos	2006	Nova Zelândia	5
LeMarie et al	Estuários	2006	Estuário do Incomati - Moçambique	5
Murtaugh e Pooler	Lagos	2006	Nordeste dos EUA	71
Aguado-Gimenez et al	Zona Costeira	2007	San Pedro del Pinatar, Murcia - Espanha	5
Donelly et al	Zona Costeira	2007	Ireland, Scotland, England, Wales, Northern Ireland, Italy, Denmark and France.	9
Ferreira et al	Zona Costeira	2007	Rio Formorsa , Algarve - Portugal	27
Macauley et al	Estuários	2007	Vera Cruz, México	12
Mathews e Richther	Zona Costeira	2007	Green River - Washington (EUA)	5
Araujo e Costa	Praia	2008	Boa Viagem, Porto de Galinhas e Itamaracá - Brasil	60
Cervantes e Espejel	Praia	2008	Rosarito, Ensenada e Mazatlan (México) - Oceanside (EUA) - Copacabana (Brasil)	74
Rodrigues e Castro	Zona Costeira	2008	Ouro Preto, MG - Brasil	13
Melo et al	Zona Costeira	2009	Rio das Mortes e Araguaia - MT - Brasil	12
Vella et al	Zona Costeira	2009	Ruddum Majjise - Malta	32
Ariza et al	Praia	2010	Costa Brava - Mediterrâneo	

Cifrian et al	Zona Costeira	2010	Cantabria - Espanha	22
Edgar et al	Zona Costeira	2010	D'Entrecasteaux Channel, huon, Macquarie Harbour, Tasman Peninsula e Tamar - Tasmania	12
Fetscher et al	Estuários	2010	Califórnia	7
Shibata et al	Praia	2010	Miami - Flórida (EUA)	9
Maes et al	Zona Costeira	2011	Flanders- Belgica	157
Shen et al	Zona Costeira	2011	Melbourne, Hong Kong, Iskandar, Barcelona, Cidade do México, Taipei, Singapura, Chandigarh, Pune	37
Simón-Rojo	Zona Costeira	2011	Países da EUROPA	13
Bélangier et al	Zona Costeira	2012	Quebec, Canadá	13
Castro et al	Praias	2012	Levantamento na América Latina	28
Ferrara et al	Zona Costeira	2012	Região do Mediterraneo	67
Frashure et al	Estuários	2012	Neponset River Estuary - EUA	61
Hak et al	Zona Costeira	2012	República Checa	34
Jackson et al	Zona Costeira	2012	Ghats (India), Sumatra (Indonésia), Pará (Brasil), Minas Gerais (Brasil), Chiapas (México), Koubri (Burkina Faso), California (EUA), Hoeksche Waard (Países Baixos)	40
Kielenniva et al	Zona Costeira	2012	Helsinki e Pirkanmaa - Finlândia	28
Louwagie et al	Zona Costeira	2012	Sligo - Irlanda	20
Palomino de Dios et al	Praia	2012	Sitges - Espanha	7
Pitanga et al	Praia	2012	Ilha de Itamaracá , PE - Brasil	13
Korpinen et al	Zona Costeira	2013	Golfo do Riga, Bothnian Bay, Quarck, Bothnian Sea, Western Gotland Basin, Eastern, Baltic Proper, Gulf of Gdansk, Bornholm and Arkona Basins - MEDITERRANEO	13
McLachlan et al	Praia	2013	Austrália, Uruguai e Chile	6
Perez et al	Zona Costeira	2013	Ciénaga de Zapata - Cuba	39
Santana-Medina et al	Zona Costeira	2013	Nevado de Toluca National Park - México	64

Silva et al	Praia	2013	São Luís - MA - Brasil	26
Toller et al	Zona Costeira	2013	Suécia	6
Afunso et al	Zona Costeira	2014	Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque and Matanzas - Cuba	26
Amyot e Grant	Praia	2014	Halifax Regional Municipality - Nova Scotia - Canadá	26
Benson et al	Zona Costeira	2014	Inglaterra	11
Botero et al	Praia	2014	Caribe Colombiano - Riohacha, El Rodadero e Bahia Concha, Puerto Velero, Caño Dulce and Salgar, Boca Grande	66
Hessel et al	Zona Costeira	2014	Bostwana, China, Russia, Portugal, Espanha, Senegal, Marrocos, Tunísia, Itália, Turquia e Bulgária	12
Kairis et al	Zona Costeira	2014	Basilicata (Itália), Maggana e Creta (Grécia), Mação e Gois (Portugal), Guadalentin (Espanha), Konya karapinar, Eskisehir (Turquia), Novij Saratov, Djanybek (Rússia), Zeuss Koutine (Tunísia), Boteti (Botswana), Santiago (Cabo Verde), Mamora Sehoul (Marrocos), Loess Plateau (China), Secano Interior (Chile) e Cointzio (México)	316
Marshal et al	Praia	2014	Martin, PalmBeach, Broward, and northern Miami-Dade - EUA	9
Mulale et al	Zona Costeira	2014	Boteti - Bostwana	21
Salvati et al	Zona Costeira	2014	Espanha, Grécia, Tunísia, Turquia e Marrocos	47
Thivierge at al	Zona Costeira	2014	Quebec, Canadá	16
Werner et al	Zona Costeira	2014	Rio Mississippi , Nordeste do Golfo do México	27
Bolcarova e Kolosta	Zona Costeira	2015	Europa e América Latina	12
Botero et al	Praia	2015	La Guajira (Riohacha and Mayapo), Magdalena (Playa Blanca and Rodadero), Atlantico (Puerto Velero and Dulce) and Bolivar (Bocagrande and Punta Arena) - COLOMBIA	31
Cifrian et al	Zona Costeira	2015	Cantabria - Espanha	27
Gahi et al	Zona Costeira	2015	Burkina Faso	50
Hattam et al	Praia	2015	Dogger Bank - Mar do Norte	42
Issa et al	Zona Costeira	2015	São Paulo - Brasil	261
Machado et al	Zona Costeira	2015	Rio Pardo - MG - Brasil	10
Pokharel et al	Zona Costeira	2015	Tanahun, Chitwan e Bara Districts - Nepal	26

Shah et al	Zona Costeira	2015	Makalu-Barun, Indrawati, Shivapuri, Gosaikunda, and Langtang valley in the Central Himalaya - NEPAL	33
Weinzierl et al	Zona Costeira	2015	Rio Okavango - África	18
Zielinski e Botero	Praia	2015	Caribe	62
Chung-Ling and Yi-Ping	Praia	2016	Nanwan - Taiwan	15
Elgadi et al	Zona Costeira	2016	Tripoli - Líbia	21
Lee e Hsieh	Zona Costeira	2016	Cigu - Southwest Coast National Scenic Area, Taiwan	141
Muntas	Estuário	2016	Lower Pak Phanang River Basin, Thailand	22
Afunso et al	Praia	2017	Cuba	26
Bell et al	Praia	2017	Nova Zelândia	22
Budzinski et al	Zona Costeira	2017	Alemanha	33
Costa e Zalmon	Praia	2017	Praia Grande - RJ	7
Flint et al	Estuário	2017	Queensland - Austrália	100
González and Holtmann-Ahumada	Praia	2017	Coquimbo, Guanaqueiros e Tonga - Chile	13
Guimaraes et al	Zona Costeira	2017	Pernambuco - Brasil	44
Herzog et al	Zona Costeira	2017	Austria, França, Bulgária, Suíça, Holanda, Espanha, Noruega, País de Gales, Alemanha, Hungria e Itália	18
Kacar e Omuzbuken	Praia	2017	Izmir Bay - Turquia	5
Mahmood et al	Zona Costeira	2017	Khartoum State - Sudão	8
Mehryar et al	Zona Costeira	2017	Rafsanjan - Irã	4
Nemati et al.	Praia	2017	Caspian Sea - Irã	15
Pilouk et al	Zona Costeira	2017	Rayong Province - Tailândia	43

Pires et al	Zona Costeira	2017	Europa e América Latina	170
Semeoshenkova et al	Praia	2017	Ravenna - Itália	14
Windle et al	Zona Costeira	2017	Queensland - Austrália	3
Zafra-Calvo et al	Praia	2017	APA - Espanha e Dinamarca	10
Peña-Alonso et al	Praia	2018	Ilhas Canárias - Espanha	69

Maes et al. (2011) também utilizaram inicialmente muitos indicadores para auxiliar no manejo de florestas, foram 157 com potencial para realização do monitoramento ambiental. Porém, com o auxílio de especialistas sobre gestão e vegetação os pesquisadores elencaram dez critérios para escolha dos indicadores que apresentassem realmente uma contribuição, reduzindo ao fim a 29 indicadores. Os critérios podem servir de base para elaboração de uma matriz de indicadores referentes a qualquer ambiente, seja ele costeiro, florestal, desertos, dentre outros. Foram destacados dentre os critérios indagativos: *O indicador é adequado para avaliar aspectos ambientais? É adequado para quantificar o critério específico? O indicador cientificamente é fundado e aceito? O indicador pode ser facilmente aplicado por não cientistas? O indicador é aplicável no nível de escala proposto?* A partir das indagações supracitadas, os autores trouxeram indicadores que priorizassem o monitoramento da biodiversidade, pois, a mesma estaria atrelada a qualidade ambiental. Foram verificados indicadores quanto a diversidade de líquens, produção de biomassa, monitoramento do pH e propriedades da água, intensidade de interferência humana para controle de pragas.

Com 141 indicadores, Lee e Hsieh (2016) tentaram abranger ao máximo os itens que viessem a contribuir com o melhoramento e desenvolvimento de uma gestão vinculada ao impacto do turismo na região costeira de Taiwan, a fim de obter um turismo sustentável que minimize os efeitos nocivos gerados pelas visitas. Foram listados indicadores ambientais como: *perda de recursos renováveis, nível de biodiversidade e perda de recursos não renováveis*; indicadores socioeconômicos: *turismo sustentável, impacto ambiental dos moradores, suporte ao turismo*; e de Governança: *conservação ecológica, participação política e política de planejamento local*.

Os indicadores citados por Lee e Hsieh (2016) foram propostos pela pesquisa de Choi e Sirakaya (2006), os quais obtiveram uma matriz para medir o desenvolvimento do turismo. Porém, os autores ressaltaram que para ocorrer uma real eficiência, os indicadores devem ser utilizados primeiramente em comunidades mais remotas, ou rurais. Dessa forma, consegue-se observar e mensurar os impactos e influências do turismo na região costeira. Choi e Sirakaya (2006) também destacam a importância do envolvimento da comunidade local para construção dos indicadores, pois, a comunidade residente tem papel fundamental na manutenção da qualidade ambiental.

Em contrapartida, com um menor quantitativo, Marshall; Banks; Cook (2014) expuseram 9 indicadores, com os quais conseguiram obter bons índices para o estabelecimento comparativo entre as praias do sudeste da Florida e Estados Unidos. Dentre eles, 3 estavam presentes em Lee e Hsieh (2016): *questões de saúde humana, nível de uso recreativo passivo e ativo, e empregos relacionados à praia*. Mesmo em continentes distintos, os indicadores com objetivos semelhantes, podem ser utilizados em várias regiões.

Independe da quantidade de indicadores avaliados, o que deve ser priorizado é o objetivo do monitoramento. Os indicadores devem ser claros e pontuais, com capacidade para retratar os fatores que interferem na perda da qualidade ambiental; devem também representar o mais próximo da realidade na qual o ambiente se encontra.

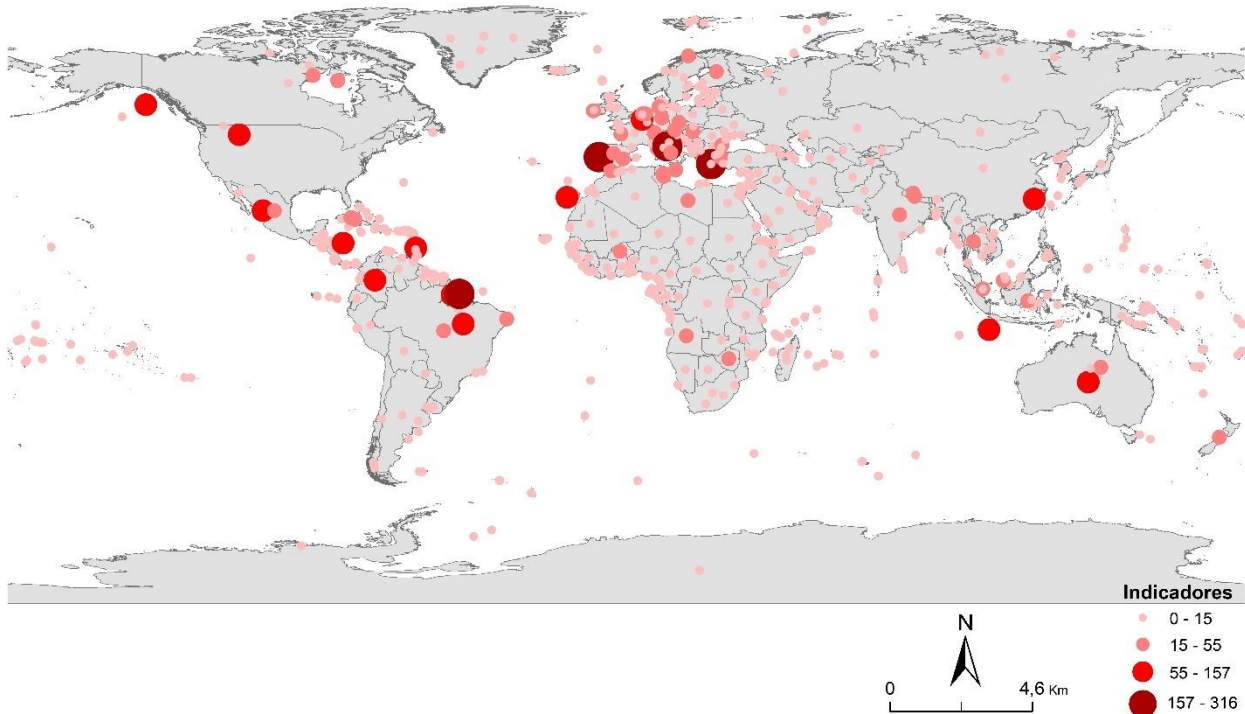
3.2 Distribuição geográfica dos artigos e a utilização dos indicadores

Foram encontrados trabalhos registrados em todos os continentes (Figura 1) desde a década de 90 até os dias atuais. Na África, desenvolveram-se trabalhos com o monitoramento e estratégias de gerenciamento de recursos naturais disponíveis a população (KAIRIS et al., 2014; MULALE et al., 2014; GAHI; DONGO; BADOLO, 2015).

Gahi; Dongo; Badolo (2015) padronizaram uma matriz de indicadores para comparação dos rios de Nakanbé, Bagré e Mogtédo em Burkina Faso, quanto a distribuição e disponibilidade de água. As informações abordaram *conflitos relacionados (coleta, processamento e disseminação de informações), irrigação de fazendas na estação seca, falta de alerta robusto quanto à disponibilidade de água*. Essa estratégia facilitou a verificação e acompanhamento do uso racional do recurso natural em questão, das empresas locais que gerenciam o fornecimento da água como a AgWater. Seu modelo de indicadores tem potencial para utilização

em outros países que visem monitorar a disponibilidade de água juntamente com sua resiliência frente a alterações climáticas, principalmente de grandes secas.

Figura 1 – Distribuição dos trabalhos de acordo com o número de indicadores ambientais utilizados no período de 1997 à 2018.



Nas Américas (AM), os artigos em geral são vinculados principalmente a praias ou áreas naturais que sofrem influência do turismo ou demais ações antrópicas: AM Norte – Macauley; Harwell; Alafita (2007), Frashure; Bowen; Chen (2012), Marshall; Bankes; Cook (2014) e Werner et al. (2014); AM Central - Pérez et al. (2013) e Santana-Medina et al. (2013); AM Sul - Araújo e Costa (2008), Botero et al. (2015); Machado et al. (2015).

A junção dos indicadores ambientais com os socioeconômicos proporciona aos pesquisadores uma visão mais holística sobre a qualidade ambiental e o bem-estar dos visitantes, no caso de análise dos impactos do turismo em zonas costeiras. Santana-Medina et al. (2014) utilizou indicadores específicos que envolveram a comunidade circunvizinha a área do Parque Nevado de Toluca - México, através do levantamento de dados de *porcentagem de população assegurada, casas com eletricidade e banheiro, ovelhas na comunidade, voluntários participando das diferentes atividades*. Com isso, eles obtiveram um maior engajamento de líderes comunitários e autoridades locais para o desenvolvimento do plano de gerenciamento do parque, com o intuito de proteger os recursos naturais e melhorar a qualidade de vida da população ali presente.

Araújo e Costa (2008) desenvolveram indicadores para avaliação da qualidade ambiental de praias recreativas no Brasil, destacando a utilização de indicadores consolidados na literatura para a temática como: *indicadores bacteriológicos, descarga de esgoto e detritos marinhos, acesso à praia pavimentada, salva-vidas, banheiros, certificação ambiental, boas condições resultantes do uso humano*. A pesquisa indicou 11 novos parâmetros que auxiliam no monitoramento: *tipologia balnear, zonas balneares protegidas por arrecifes,*

quebra-mares, correntes ripativas, declividade das zonas balneares, praia produtiva e material balnear, sanitários e duchas de boa qualidade, lanchonetes ou restaurantes, hotéis, lixeiras ou receptáculos de reciclagem e estacionamento adequado. Resultando em uma compreensão do funcionamento e saúde do ecossistema, bem como do comportamento humano frente ao ambiente.

No continente asiático, Nemati et al. (2017) ao estudar o mar Cáspio no Irã verificou a influência dos impactos antrópicos frente o atual status ambiental da região. Para que o estudo acontecesse, os autores fizeram uso de 15 indicadores, sendo eles 8 físico-químicos, 4 bacteriológicos, 2 planctônicos e 1 bentônico. Os indicadores obedeciam a uma matriz de comparação a qual poderiam chegar à conclusão de que através do resultado de um indicador saberiam que a região estava sendo impactada. Após sua aplicação puderam observar que os resultados de baixa qualidade ambiental estavam inteiramente ligados ao crescente uso da área para fins de recreação, ou seja, utilização da área pela população com destinação de lazer. Com a investigação os autores puderam elaborar medidas de suporte de gestão para que a mesma trabalhasse na restauração do ecossistema.

No continente Europeu, a utilização de ferramentas com o objetivo de melhorar o planejamento e qualidade do ambiente costeiro, vinculadas ao desenvolvimento sustentável foram utilizadas por Ferreira et al. (2007) em Ria Formosa, Portugal. Salientando que, para um eficaz monitoramento da qualidade ambiental e aspectos ecológicos, eles precisam seguir o modelo DPSIR, onde é verificado as medidas que devem ser tomadas pela gerencia local. Por se tratar de um ambiente costeiro, os indicadores físico-químicos referentes a *condições termais, oxigênio dissolvido, salinidade e nutrientes*, devem ser mensurados mensalmente, como tratado em Araújo e Costa (2008), Shibata et al. (2010), Frashure; Bowen; Chen (2012), Bell et al. (2017) .

Em Rdum Majjiesa (uma área marinha protegida de Malta), Vella; Bowen; Frankic (2009) observaram que a utilização do DPSIR, contribui diretamente para o gerenciamento de bens naturais e que o uso de indicadores ambientais é fundamental para uma visão ampla e ao mesmo tempo pontual dos impactos ambientais sofridos pela ação da visitaçãoturismo. A fim de englobar uma maior região possível de Malta, foram utilizados indicadores como: *população residente, densidade populacional, mudança no conflito do usuário, pontos de acesso público no litoral, volume de extração de água subterrânea*. Com eles pode-se mensurar as influências diretas e indiretas da visitaçãoturismo.

Na Oceania, especificamente na Nova Zelândia, Clayton e Edwards (2006) fizeram uso de plantas aquáticas submersas como indicadoras ecológicas em lagos. Mesmo utilizando espécies bioindicadoras, os autores ressaltaram a complexidade do ambiente, o qual exigia a utilização de indicadores consolidados quanto a qualidade da água (taxas de nutrientes, claridade da água, níveis de declive e indicadores bacteriológicos), associado ao monitoramento das plantas.

3.3 Limitações quanto a seleção de indicadores

Dentre a análise, pode-se observar que a escolha e utilização correta dos indicadores é fundamental para um bom diagnóstico, assim como explicitado em Santana-Medina et al. (2013). Mesmo utilizando 64 parâmetros ambientais e socioambientais, os autores concluíram que para um bom gerenciamento, e captação de informações mais concisas e pontuais, faz-se necessário a utilização de mais indicadores. Porém, seu quantitativo deve estar associado a utilização direcional, sem que haja repetições ou espaços para ambiguidade em sua execução. Essa problemática também fora exposta por Shen et al. (2011), onde se observou a necessidade do enfoque no direcionamento dos indicadores, para que não ocorresse uma indução ao erro ao aplicá-los. Kielemniva; Antikainen; Sorvari (2012), ao trabalhar com eco eficiência, destacaram que mesmo achando seus indicadores adequados para a pesquisa, foram encontradas falhas de dados dos projetos que vieram a impedir sua utilização na prática. Isso se deu devido as discrepantes características geográficas e climáticas na Finlândia, esse exemplo pode ser levado para os demais países e regiões. Onde mesmo com uma

boa matriz de indicadores, deve ser observado as especificidades de cada local para que haja uma adequação para perfeita execução da metodologia.

Ao utilizar indicadores em parques da Polônia, Kubacka; Bródka; Macias (2016) levantaram indagações quanto a uma problemática de sua utilização e a dependências de tamanho e particularidades locais que fizeram com que os indicadores não funcionassem como esperado. Por mais que se esteja em um mesmo país, ocorrerá diferentes políticas relacionadas a proteção ambiental, o que influencia diretamente no estado de conservação e qualidade de um ambiente. Sendo assim, as limitações encontradas por eles, estavam ligadas a questões de proteção da biodiversidade e desenvolvimento de recursos paisagísticos, devido a particularidade das políticas territoriais.

Essa discussão precisa ser levada em consideração, pois, a importância e tratamentos dados aos bens naturais variam de região para região. Por mais que um indicador apresente eficácias em vários países, por exemplo, em algum, devido a restrições políticas ou culturais o mesmo não será eficiente, precisando assim de uma modificação.

3.4 Perspectivas futuras para o aprimoramento no uso dos indicadores ambientais para gestão de ambientes costeiros

Com o avanço acelerado da globalização, os ambientes costeiros sofrem cada vez mais com as pressões exercidas pelo homem, seja ela de forma direta ou indireta. Seus efeitos são medidos através da avaliação de serviços com dimensão ecossistêmica e humana (MARSHALL; BANKES; COOK, 2014). A atração do homem pela região costeira pode ser explicada pela beleza cênica das praias e a qualidade e bem estar que estão voltados a ela (REAL; ARCE; SABUCEDO, 2000).

Entender que os ambientes costeiros apresentam subsistemas naturais e socioeconômicos interativos (ARAÚJO; COSTA, 2008), facilita o desenvolvimento e aplicação de indicadores que consigam trazer de forma objetiva o verdadeiro estado da qualidade do ambiente. Conhecendo as particularidades do ecossistema, o desenvolvimento dos indicadores se dará de forma mais direcionada, permitindo uma aplicabilidade mais eficaz.

Utilizar uma matriz de indicadores que consiga abranger os subsistemas, é de suma importância para conservação dos ambientes costeiros, subsidiando gestores na formulação de estratégias que garantam a utilização equilibrada, sustentável (MCLACHLAN et al., 2013). Integrar dados físico-químicos, biológicos e socioeconômicos tornam o estudo mais confiável e preciso frente a complexidade dos ecossistemas costeiros (SILVA et al., 2013). Todos os dados precisam seguir metodologias replicáveis ao tratar os dados da maneira correta, uma maior confiabilidade será obtida.

Tornar disponível os indicadores utilizados nas regiões costeiras é fundamental para o aprimoramento da metodologia (MARSHALL; BANKES; COOK, 2014). A divulgação dos dados, facilitará a verificação de quais indicadores são mais indicados a ambientes de diferentes locais e quais limitações e modificações serão necessárias para realização do estudo, por exemplo. Assim, pesquisas futuras poderão fazer uso dos indicadores em diferentes países, observando suas limitações e necessidades de adaptação.

A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos com indicadores nas regiões costeiras são voltados a qualidade de praias, porém, é interessante ressaltar que ambientes estuarinos, como os manguezais nas regiões tropicais, fazem parte da região e apresentam poucos estudos de indicadores sobre o mesmo. É necessário o incentivo para o desenvolvimento de pesquisas nesses locais, usando como base os indicadores com maior frequência de uso e que abrangem as características de cunho físico-químico, biológico e socioeconômico (Tabela 2).

Tabela 2 - Principais grupos de indicadores utilizados para medir a qualidade ambiental de áreas costeiras.

Físico-químico	Biológico	Socioeconômico
Correntes	Condições ecossistêmicas	Distância de transporte público
Nutrientes dissolvidos	Diversidade bentônica	Acesso a pontos públicos
Oxigênio dissolvido	Qualidade visual	Banheiros
pH	Indicadores bacteriológicos	Fontes de informação
Salinidade	Detritos flutuantes	Investimento público em infraestrutura
Temperatura	Odores desagradáveis	Recreação
Turbidez	Evidência de esgoto	Desenvolvimento urbano na localidade

4. Conclusão

Ao realizar a análise bibliográfica verifica-se que a utilização dos indicadores ambientais está ganhando cada vez mais espaço desde a sua elaboração nos anos 90, devido ao baixo custo e praticidade na sua execução. Porém, é necessário um estudo constante e profissionais qualificados para que se possa pontuar as falhas e indicativos de melhoria para que essa metodologia se difunda ainda mais pelo mundo.

O quantitativo dos indicadores varia de acordo com o ambiente e foco do estudo, sendo assim, não podemos estabelecer uma quantidade ideal a ser utilizada. Isso irá depender do foco da pesquisa e de sua amplitude territorial, o que torna sua prática desafiadora. Porém, conseguimos observar um padrão quanto aos ecossistemas, indicadores físico-químicos por exemplo, se repetem nos trabalhos, tornando sua utilização imprescindível para um monitoramento de qualidade ambiental eficaz.

Por apresentar um baixo custo de aplicação, os indicadores podem ser utilizados em diferentes regiões, seja ela um país desenvolvido ou não. Esse ponto facilita diretamente na formação de documentos técnicos que corroboram para um desenvolvimento de gestão adequada para cada local, visando suas necessidades específicas. Espera-se que a metodologia continue em crescimento para que matrizes de indicadores sejam estabelecidas e aplicadas por todo o mundo.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

6. Referências

ARAÚJO, M.C.B; COSTA, M.F. Environmental Quality Indicators for Recreational Beaches Classification. **Journal of Coastal Research** 24, 1439–1449, 2008.

BAKKES, J.A; VAN DEN BORN, G.J; HELDER, J.C; PARKER, J.D.E. An overview of environmental indicators: state of the art and perspectives. **Environment assessment technical reports**, 1994.

- BELL, J.J; BIGGERSTAFF, A; BATES, T; BENNETT, H; MARLOW, J; MCGRATH, E; SHAFFER, M. Sponge monitoring: Moving beyond diversity and abundance measures. **Ecological Indicators** 78, 470–488, 2017.
- BOTERO, C; PEREIRA, C; TOSIC, M; MANJARREZ, G. 2015. Ocean & Coastal Management Design of an index for monitoring the environmental quality of tourist beaches from a holistic approach. **Ocean and Coastal Management** 108, 65–73, 2015.
- BROWN, A.L; THERIVEL, R. Principles to guide the development of strategic environmental assessment methodology. **Impact Assessment and Project Appraisal** 18, 183–189, 2000.
- CHANG, I.C; LU, L.T; LIN, S. Case Studies Using a Set of Strategic Indicator Systems as a Decision-making Support Implement for Establishing a Recycling-oriented Society A Taiwanese Case Study. **Environmental Science & Pollution Research** 12, 96–108, 2005.
- CHOI, H.C; SIRAKAYA, E. Sustainability indicators for managing community tourism. **Tourism Management** 27, 1274–1289, 2006.
- CIFRIAN, E; COZ, A; VIGURI, J; ANDRÉS, A. Indicators for Valorisation of Municipal Solid Waste and Special Waste. **Wast Biomass Valor** 1, 479–486, 2010.
- CLAYTON, J; EDWARDS, T. Aquatic plants as environmental indicators of ecological condition in New Zealand lakes. **Hydrobiologia** 570, 147–151, 2006.
- FERREIRA, J.G; VALE, C; SOARES, C.V; SALAS, F. Monitoring of coastal and transitional waters under the E.U. **Water Framework Directive** 195–216, 2007.
- FRASHURE, K.M; BOWEN, R.E; CHEN, R.F; An integrative management protocol for connecting human priorities with ecosystem health in the Neponset River Estuary. **Ocean and Coastal Management** 69, 255–264, 2012.
- GAHI, N.Z; DONGO, K; BADOLO, M. Using a New Approach to Design Innovative Tools for Monitoring and Evaluating Water Policy of Burkina Faso in Response to Climate Risks. **Climate** 3, 1057–1078, 2015.
- HAI-YING, L; BARTONOVA, A; PASCAL, M; SMOLDERS, R; SKJETNE, E; DUSINSKA, M. Approaches to integrated monitoring for environmental health impact assessment. **Environmental Health** 11, 1–13, 2012.
- HAMBLING, T; WEINSTEIN, P; SLANEY, D. A review of frameworks for developing environmental health indicators for climate change and health. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 8, 1–22, 2011.
- HAMMOND, A; ADRIAANSE, A; RODENBURG, E; BRYANT, D; WOODWARD, R. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development, **World Resources Institute**, 1995.

INE – Instituto Nacional de Ecología. **Sistema de Indicadores Ambientales y Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes: Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000**. Toplopac – México, 2000.

JACKSON, L.E; PULLEMAN, M.M; BRUSSAARD, L; BAWA, K.S; BROWN, G.G; CARDOSO, I.M; HOLLANDER, A.D; LAVELLE, P; OUE, E; SETTY, S; SMUKLER, S.M; TSCHARNTKE, T; NOORDWIJK, M.V. Social-ecological and regional adaptation of agrobiodiversity management across a global set of research regions. **Global Environmental Change** 22, 623–639, 2012.

KAIRIS, O; KOSMAS, C; RITSEMA, C; SALVATI, L; ACIKALIN, S; ALCALA, M; FASSOULI, V; FEI, W; FENG, J; FERNANDEZ, F; FERREIRA, A; GOKCEOGLU, C; GONZALEZ, D; GUNGOR, H; HESSEL, R; JUYING, J; KHATTELI, H; KHITROV, N; KOUNALAKI, A; LAOUINA, A; LOLLINO, P; LOPES, M; MAGOLE, L; MEDINA, L; MENDOZA, M; MORAIS, P; MULALE, K; OCAKOGLU, F; OUESSAR, M; OVALLE, C; PEREZ, C; PERKINS, J; PLIAKAS, F; POLEMIO, M; POZO, A; PRAT, C; QINKE, Y; RAMOS, A; RAMOS, J; RIQUELME, J; ROMANENKOV, V; RUI, L; SANTALOIA, F; SEBEGO, R; SGHAIER, M; SILVA, N; SIZEMSKAYA, M; SOARES, J; SONMEZ, H; TAAMALLAH, H; TEZCAN, L; TORRI, D; UNGARO, F; VALENTE, S; VENTE, J; ZAGAL, E; ZEILIGUER, A; ZHONGING, W; ZIOGAS, A. Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Types of Degradation, Causes and Implications for Management. **Environmental Management** 54, 971–982, 2014.

KHANNA, N. Measuring environmental quality: an index of pollution. **Ecological Economics** 35, 191–202, 2000.

KIELENNIVA, N; ANTIKAINEN, R; SORVARI, J. Measuring eco-efficiency of contaminated soil management at the regional level. **Journal of Environmental Management** 109, 179–188, 2012.

KUBACKA, M; BRÓDKA, S; MACIAS, A. Selecting agri-environmental indicators for monitoring and assessment of environmental management in the example of landscape parks in Poland. **Ecological Indicators** 71, 377–387, 2016.

LEBRET, E. Integrated Environmental Health Impact Assessment for Risk Governance Purposes; Across What Do We Integrate? **International Journal of Environmental Research and Public Health** 13, 71, 2015.

LEE, T.H; HSIEH, H. 2016. Indicators of sustainable tourism: A case study from a Taiwan' s wetland. **Ecological Indicators** 67, 779–787, 2016.

MACAULEY, J.M; HARWELL, L.C; ALAFITA, H.V The Ecological Condition of Veracruz, Mexico Estuaries. **Environmental Monitoring Assessment** 131, 177–185, 2007.

MACHADO, C.S; ALVES, R.I.S; FREGONESI, B.M; BEDA, C.F; SEGURA-MUÑOZ, S.I; Integrating three tools for the environmental assessment of the Pardo River, Brazil. **Environmental Monitoring Assessment** 187, 1 – 14, 2015.

MAES, W.H; FONTAINE, M; RONGÉ, K; HERMY, M; MUYS, B. A quantitative indicator framework for stand level evaluation and monitoring of environmentally sustainable forest management. **Ecological Indicators** 11, 468–479, 2011.

MARSHALL, F.E; BANKS, K; COOK, G.S. Ecosystem indicators for Southeast Florida beaches. **Ecological Indicators** 44, 81–91, 2014.

MARTINEZ, R.Q. **Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe**. CEPAL-Se. Ed. Santiago de Chile, 2007.

MCDONALD, T.L. Review of Environmental Monitoring Methods: Survey Designs. **Environmental Monitoring and Assessment** 85, 277–292, 2003.

MCLACHLAN, A; DEFEO, O; JARAMILLO, E; SHORT, A.D. Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. **Ocean & Coastal Management** 71, 256–268, 2013.

MULALE, K; CHANDA, R; PERKINS, J.S; MAGOLE, L; SEBEGO, R.J; ATLHOPHENG, J.R; MPHINYANE, W; REED, M.S. Formal institutions and their role in promoting sustainable land management in Boteti, Botswana. **Land Degradation & Development** 25, 80–91, 2014.

NEMATI, H; SHOKRI, M.R; RAMEZANPOUR, Z; POUR, G.H.E; MUXIKA, I; BORJA, A. Using multiple indicators to assess the environmental status in impacted and non-impacted bathing waters in the Iranian Caspian Sea. **Ecological Indicators** 82, 175-182, 2017.

OECD – The Organisation for economic Co-operation and Development OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Paris, 1993.

OECD – The Organisation for economic Co-operation and Development. OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use. Paris, 2003.

PAOLI, L; GRASSI, A; VANNINI, A; MASLAŇÁKOVÁ, I; BIL'OVÁ, I; BAČKOR, M; CORSINI, A; LOPPI, S. Epiphytic lichens as indicators of environmental quality around a municipal solid waste landfill (C Italy). **Waste Management** 42, 67–73, 2015.

PÉREZ, V; GUERRERO, F; GONZÁLEZ, M; PÉREZ, F; CABALLERO, R. Composite indicator for the assessment of sustainability : The case of Cuban nature-based tourism destinations. **Ecological Indicators** 29, 316–324, 2013.

PILOUK, S; KOOTTATEP, T. Environmental performance indicators as the key for eco-industrial parks in Thailand. **Journal of Cleaner Production** 156, 614–623, 2017.

RAMOS, T.B; CAEIRO, S; MELO, J.J. Environmental indicator frameworks to design and assess environmental monitoring programs. **Impact Assessment and Project Appraisal** 22, 47–62, 2004.

REAL, E; ARCE, C; SABUCEDO, J.M. Classification of landscapes using quantitative and categorical data, and prediction of their scenic beauty in North-Western Spain. **Journal of Environmental Psychology** 20, 355–373, 2000.

SANTANA-MEDINA, N; FRANCO-MAASS, S; SÁNCHEZ-VERA, E; IMBERNON, J; NAVA-BERNAL, G. Participatory generation of sustainability indicators in a natural protected area of Mexico. **Ecological Indicators** 25, 1–9, 2013.

SHEN, L; OCHOA, J.J; SHAH, M.N; ZHANG, X. The application of urban sustainability indicators e A comparison between various practices. **Habitat International** 35, 17–29, 2011.

SHIBATA, T; SOLO-GABRIELE, H.M; SINIGALLIANO, C.D; GIDLEY, M.L; PLANO, L.R.W; FLEISHER, J.M; WANG, J.D; ELMIR, S.M; HE, G; WRIGHT, M.E; ABDELZAHER, A.M; ORTEGA, C; WANLESS, D; GARZA, A.C; KISH, J; SCOTT, T; HOLLENBECK, J; BACKER, L.C; FLEMING, L.E. Evaluation of Conventional and Alternative Monitoring Methods for a Recreation Marine Beach with Non-point Source of Fecal Contamination. **Environmental Science and Technology** 44, 8175–8181, 2010.

SILVA, I.R; PEREIRA, L.C.C; TRINDADE, W.N; MAGALHÃES, A; COSTA, R.M. Natural and anthropogenic processes on the recreational activities in urban Amazon beaches. **Ocean & Coastal Management** 76, 75–84, 2013.

SPANGENBERG, J.H; BONNIOT, O. Sustainability indicators: a compass on the road towards sustainability. **Wuppertal** 81, 1–34, 1998.

TOIMIL, A; DÍAZ-SIMAL, P; LOSADA, I.J; CAMUS, P. Estimating the risk of loss of beach value under climate change. **Tourism Management** 68, 387-400, 2018.

UNCED - The United Nations Conference on Environment and Development. Agenda 21, in: **Nanoscale Research Letters**. Rio de Janeiro, 1992.

VELLA, P; BOWEN, R.E; FRANKIC, A. An evolving protocol to identify key stakeholder-influenced indicators of coastal change : the case of Marine Protected Areas. **ICES Journal of Marine Science** 66, 203–213, 2009.

WERNER, S.R; SPURGEON, J.P.G; ISAKSEN, G.H; SMITH, J.P; SPRINGER, N.K; GETTLESON, D.A; GUESSAN, L.N; DUPONT, J.M. Rapid prioritization of marine ecosystem services and ecosystem indicators. **Marine Policy** 50, 178–189, 2014.

WHO – World Health Organization. **Environmental Health Indicators: Frameworks and methodologies**. Protection of the Human Environment Occupational and Environmental Health Series 1–122, 1999.