



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ETNOBIOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
NATUREZA

ANDRÉ SOBRAL

CONSTRUÇÃO DE INDICADORES ETNOBIOLÓGICOS PARA O
MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA

RECIFE-PE

2017

ANDRÉ SOBRAL

**CONSTRUÇÃO DE INDICADORES ETNOBIOLÓGICOS PARA O
MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza, nível Doutorado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Etnobiologia e Conservação da Natureza.

Orientador:

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Coorientadores:

Prof^a. Dr^a. María de los Ángeles La Torre-Cuadros
Universidad Nacional Agraria La Molina
(UNALM) – Peru

Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

RECIFE-PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S677c Sobral, André

Construção de indicadores etnobiológicos para monitoramento participativo da diversidade biológica / André Sobral. – 2017.

118 f. : il.

Orientador: Ulysses Paulino de Albuquerque.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza, Recife, BR-PE, 2017.

Inclui referências e anexo(s).

1. Etnobiologia 2. Conhecimento ecológico local 3. Conservação
4. Monitoramento de base local 5. Floresta Nacional do Araripe

I. Albuquerque, Ulysses Paulino de, orient. II. Título

CDD 304.2

ANDRÉ SOBRAL

**CONSTRUÇÃO DE INDICADORES ETNOBIOLÓGICOS PARA O
MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA**

Tese defendida e aprovada em: 22/08/2017

Presidente:

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque (Presidente)
Universidade Federal de Pernambuco

Examinadores:

Prof^ª. Dr^ª. Elcida de Lima Araújo (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena (Titular)
Universidade Federal da Paraíba

Prof^ª. Dr^ª. Ana Virgínia de Lima Leite (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Laise de Holanda Cavalcanti Andrade (Titular)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Christini Barbosa Caselli (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Danielle Melo dos Santos (Suplente)
Universidade Federal de Pernambuco

RECIFE-PE

2017

Aos meus pais, Maria Cristina Miranda de Azevedo e Marco Aurélio Fernandes Sobral, por todos os ensinamentos e valores que me forjaram como pessoa.

Aos meus filhos, Caio Barroso Sobral e Eduardo Barroso Sobral, por me ensinarem a ser uma pessoa melhor todos os dias.

À minha esposa, Haline Barroso, a quem devo tudo o que conquistei.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Ao Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque, pela oportunidade de trabalharmos juntos nessa jornada, pela paciência, dedicação e ensinamentos que levarei comigo para sempre na continuidade da minha vida pessoal e profissional.

Aos doutores María de los Ángeles La Torre-Cuadros e Rômulo Romeu da Nóbrega Alves, pelo incentivo e importantes ensinamentos e contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.

À coordenação, corpo docente e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza da UFRPE, por todo o apoio e dedicação.

Ao ICMbio pelo apoio logístico e colaboração com a pesquisa. Especialmente os funcionários da Casa de Apoio Santa Rita, Thiago (primo), Luiz (Luizinho), Gilmário e Edvan pelo companheirismo, palavras de incentivo, presteza e momentos de descontração.

A todos os moradores das comunidades Belmonte, Horizonte e Macaúba que participaram desta pesquisa, pelo acolhimento, confiança, paciência e fornecimento de informações. Serei eternamente grato à Edilma Cordeiro da Silva (Dilminha) e sua família na comunidade Horizonte, e ao casal Seu Niso e Dona Doda na comunidade Macaúba, pelo acolhimento, cuidado e solicitude. Por cada dedo de prosa, cada café, cada refeição e companhia nos momentos de cansaço e solidão.

A Damásio Damião Pessoa, mateiro sábio e experiente, por todo o conhecimento compartilhado, pelo inestimável auxílio nos trabalhos de campo e pelos momentos de descontração quando conversávamos sobre música, relógios, futebol e as belezas do Nordeste e da Chapada do Araripe.

A todos os integrantes e ex-integrantes do Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos (LEA), competentes pesquisadores e colegas que me receberam de braços abertos quando ingressei no laboratório e compartilharam comigo seus conhecimentos tão importantes para o meu crescimento profissional e pessoal. Antes de mais nada, porém, meus

agradecimentos especiais vão para Flávia Rosa Santoro, Gilney Charll dos Santos, Ivanilda Soares Feitosa, José Ribamar de Sousa Júnior, Juliana Loureiro Almeida Campos e Washington Soares Ferreira Júnior, pessoais que, ao longo da minha jornada, me apoiaram com leituras, críticas, sugestões, boas conversas acadêmicas e reflexões sobre a vida. Muito obrigado por tudo!

A amigo Ricardo Schimdt Filho, por todo o apoio, conselhos, críticas e palavras de incentivo. Aos queridos amigos, Valmir Marques (fala, brother!) e Rosângela Tavares, pela acolhida e carinho. Serei eternamente grato por terem me recebido em sua casa em vários momentos no período em que cursei as disciplinas.

A todos os meus familiares, irmãos (Andréia, Adriana e Leandro), tios e tias, primos e primas, do Ceará e do Rio de Janeiro, que sempre torceram por mim, enviando mensagens positivas, e vibraram com minhas conquistas. Esse apoio sempre foi fundamental para mim.

Aos meus pais, Maria Cristina Miranda de Azevedo e Marco Aurélio Fernandes Sobral, por terem me conduzido nessa jornada da vida com ensinamentos e valores sólidos e preciosos que fizeram de mim a pessoa que sou hoje.

Aos meus filhos, Caio Barroso Sobral e Eduardo Barroso Sobral, que a cada dia me fazem desejar ser uma pessoa melhor. Obrigado pela compreensão por minha ausência, mesmo quando eu estava de corpo presente, mas com os pensamentos bem distantes e preocupados.

À minha esposa, Haline Barroso, por todo o amor, carinho, dedicação e paciência ao longo desse período. Você suportou uma carga que não pediu para carregar e, mesmo assim, em todos os momentos, o fez melhor do que eu, com maestria, coragem, firmeza e perseverança.

A todos que contribuíram, diretamente ou indiretamente, para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO GERAL	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Introdução	19
2.2 Indicadores para a conservação da diversidade biológica	20
2.3 Monitoramento de base local	21
2.4 Conhecimento ecológico local e percepção	24
REFERÊNCIAS	27
Capítulo 1 - Conservation efforts based on local ecological knowledge: The role of social variables in identifying environmental indicators	40
Abstract	40
1. Introduction	41
2. Material and methods	43
2.1 Study area	43
2.2 Collection of ethnobotanical data	46
2.3 Data analysis	49
3. Results	50
3.1 Indicators	50
3.2 Influence of social factors on the number of local indicators cited	54
3.3 Analysis of perception of most relevant indicators	54
4. Discussion	57
4.1 Influence of social factors and local indicators	57
4.2 Perception analysis of indicators	60
4. Conclusion	64
References	65
Capítulo 2 - Percepção local sobre o estado de conservação de espécies úteis: uma contribuição para o monitoramento de base local	74
RESUMO	74
1. INTRODUÇÃO	75
2. MATERIAL E MÉTODOS	77
2.1 Área de estudo	77
2.2 Espécie utilizada no estudo	78

2.3 Coleta de dados etnobiológicos	79
2.4 Análise dos dados	82
3. RESULTADOS	82
4. DISCUSSÃO	85
5. CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS	89
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
Anexo 1 – Normas para publicação no periódico Ecological Indicators	99
Anexo 2 – Normas para publicação no periódico Ambio	112

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1 - Conservation efforts based on local ecological knowledge: The role of social variables in identifying environmental indicators

Figure 1. Location of Araripe-Apodi National Forest, including the communities Horizonte, Macaúba and Belmonte, Ceará State, Northeast Brazil.....44

Figure 2. Perception analysis of the most relevant indicators. Local indicators cited by pequi extractivists and considered more relevant in Macaúba (A) and Horizonte (B) locations. The severity index ranges from 1 (most severe) to 2 (least severe). The incidence index varies from 0 (not mentioned) to 1 (mentioned by all informants).....57

Capítulo 2 - Percepção local sobre o estado de conservação de espécies úteis: uma contribuição para o monitoramento de base local

Figura 1. Localização da área do estudo, incluindo as comunidades Horizonte e Macaúba, localizadas no entorno da Flona Araripe, estado do Ceará, Nordeste do Brasil.....77

Figura 2. Imagens de *Caryocar coriaceum* (pequi) na Floresta Nacional do Araripe, Nordeste do Brasil. a) *C. coriaceum*; b) Frutos de *C. coriaceum* (Fotos: Gilney Charll Santos).....79

Figura 3. Oficinas participativas realizadas nas comunidades Macaúba e Horizonte, localizadas no entorno da Floresta Nacional do Araripe, Nordeste do Brasil. a) Técnica da Linha do Tempo; b) Técnica do Gráfico Histórico (Fotos: André Sobral).....81

Figura 4. (A) Percepção da abundância de indivíduos de pequi e da produção de frutos nas comunidades Macaúba (MB) e Horizonte (HZ), entre as décadas de 1950 e 2010, de acordo com as representações dos informantes, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil.....85

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 - Conservation efforts based on local ecological knowledge: The role of social variables in identifying environmental indicators

Table 1. Categories used for organization of the local indicators cited by pequi and janaguba extractivists from Flona Araripe, Ceará State, Northeast Brazil.....48

Table 2. Social variables of the three communities in the sample, situated around the Flona Araripe, Northeast Brazil.....49

Table 3. Number and frequency of citation of the indicators cited by *Caryocar coriaceum* (pequi) collectors in the rural communities of Horizonte (HOR) and Macaúba (MAC) located in the surroundings of the Flona Araripe, Northeast Brazil.....51

Tabela 4. Number (mean \pm standard deviation) of indicators cited and by set of indicators, according to the age and gender of pequi collectors in two rural communities located around the Flona Araripe, Northeast Brazil.....54

Table 5. Risk index of the indicators considered most relevant by pequi collectors in Macaúba e Horizonte communities in the Flona Araripe, Northeast Brazil. The index ranges from 0 (no incidence of risk) to 1 (most severe risk).....55

Capítulo 2 - Percepção local sobre o estado de conservação de espécies úteis: uma contribuição para o monitoramento de base local

Tabela 1. Estatística descritiva dos valores das comunidades Horizonte e Macaúba, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil.....83

Tabela 2. Linha do tempo dos eventos históricos percebidos pelos extrativistas de *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi), pertencentes as comunidades Macaúba e Horizonte, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, como causas de mudanças nas populações da espécie.....84

Sobral, André (Dr.) Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Agosto de 2017. Construção de indicadores etnobiológicos para o monitoramento da diversidade biológica. Ulysses Paulino de Albuquerque (Orientador), María de los Ángeles La Torre-Cuadros (Coorientadora), Rômulo Romeu da Nóbrega Alves (Coorientador).

RESUMO

A perda da diversidade biológica se constitui em um dos principais problemas ambientais da atualidade. Diante deste cenário, a criação de áreas protegidas tem sido a principal estratégia para tentar conservar os recursos naturais e conter a perda de diversidade biológica. Apesar do aumento da quantidade de áreas protegidas, no Brasil e no mundo, muitas críticas têm sido feitas quanto à efetividade dessa estratégia de conservação diante do persistente declínio da diversidade biológica. Para mitigar essas perdas, acordos internacionais, como Convenção sobre Diversidade Biológica, têm estabelecido que o monitoramento sistemático e a utilização de indicadores são estratégias fundamentais para monitorar as tendências na abundância e distribuição de espécies, e avaliar o estado de conservação das mesmas. Indicadores são ferramentas que simplificam a complexidade de um conjunto de dados e informações disponíveis, facilitam a comunicação e contribuem para a tomada de decisões. De modo geral, sistemas de monitoramento são realizados por especialistas (i.e. pesquisadores ou funcionários de áreas protegidas), entretanto, a escassez de recursos financeiros das agências ambientais para manutenção das equipes de pesquisadores e de voluntários é vista como importante limitação desse tipo de abordagem. Nesse sentido, estudos têm defendido a incorporação do conhecimento ecológico local de populações que vivem no entorno de áreas protegidas no processo de monitoramento, uma vez que essas pessoas observam e monitoram continuamente vários sinais e sintomas relacionados a mudanças ambientais e a influência dessas mudanças sobre o estado de conservação das espécies. No entorno da Floresta Nacional do Araripe, localizada no estado do Ceará, Nordeste do Brasil, vivem populações humanas que dependem da extração de produtos florestais não madeireiros para geração de renda, com destaque para a extração de *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi) e *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (janaguba), ambas espécies de grande importância socioeconômica e cultural. Sendo assim, o presente estudo foi realizado em uma unidade de conservação no Nordeste do Brasil e teve os seguintes objetivos: (i) identificar quais indicadores os extrativistas locais observam para avaliar o estado de conservação das espécies; (ii) avaliar se fatores socioeconômicos influenciam o conhecimento sobre os indicadores; e (iii) analisar a percepção dos extrativistas sobre o histórico de mudanças ambientais que vêm ocorrendo na área de estudo e como essas mudanças têm afetado o estado de conservação das espécies.

Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com 61 extrativistas com idades entre 31 e 79 anos, para acessar o conhecimento que os extrativistas de pequi e janaguba possuem sobre os indicadores e se fatores sociais, como idade, sexo e tempo de experiência, influenciam nesse conhecimento. Neste caso, verificou-se que os extrativistas observam indicadores relacionados às práticas de manejo, a mudanças na estrutura populacional das espécies, a alterações no clima da região e mudanças ambientais. De modo geral, os fatores sociais avaliados não influenciam na distribuição do conhecimento entre os extrativistas, sugerindo que o conhecimento ecológico local sobre os indicadores observados e a avaliação do estado de conservação das espécies é difundido e comunicado entre as pessoas de ambos os sexos, e de diferentes gerações e níveis de experiência na atividade extrativista. Para alcançar o terceiro objetivo, foram realizadas oficinas participativas, e os resultados mostraram que os extrativistas possuem um amplo conhecimento sobre as mudanças ambientais que vem ocorrendo na região devido a modificações no regime de manejo da unidade de conservação. Para os extrativistas, essas mudanças vêm afetando negativamente as populações de pequi, sendo considerada como ameaçada de extinção local. Com base nos resultados desse estudo, consideramos que o conhecimento ecológico local dos extrativistas, oriundo das observações ao longo de muitas gerações, tem o potencial de ser incorporado em programas de monitoramento e avaliação do estado de conservação de espécies, promovendo a inclusão e o reconhecimento das populações locais nas tomadas de decisões em estratégias de conservação da diversidade biológica.

Palavras-chaves: conhecimento ecológico local, conservação, diversidade biológica, monitoramento de base local, mudanças ambientais.

Sobral, André (Dr.) Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Agosto de 2017. Construção de indicadores etnobiológicos para o monitoramento da diversidade biológica. Ulysses Paulino de Albuquerque (Orientador), María de los Ángeles La Torre-Cuadros (Coorientadora), Rômulo Romeu da Nóbrega Alves (Coorientador).

ABSTRACT

The loss of biological diversity is one of the main environmental problems of our time. Given this scenario, the creation of protected areas has been the main strategy to try to conserve natural resources and contain the loss of biological diversity. Despite the increase in the number of protected areas in Brazil and in the world, many criticisms have been made regarding the effectiveness of this conservation strategy in the face of the persistent decline of biological diversity. To mitigate these losses, international agreements such as the Convention on Biological Diversity have established that systematic monitoring and use of indicators are key strategies for monitoring trends in species abundance and distribution, and assessing the conservation status of species. Indicators are tools that simplify the complexity of a set of available data and information, facilitate communication, and contribute to decision making. In general, monitoring systems are carried out by specialists (i.e. researchers or protected area officials), however, the scarcity of financial resources of environmental agencies to maintain the teams of researchers and volunteers is seen as an important limitation of this type of approach. In this sense, studies have advocated the incorporation of local ecological knowledge of local populations living in protected areas around the monitoring process, since these people continually observe and monitor various signs and symptoms related to environmental changes and the influence of these changes on the conservation status of the species. In the surroundings of a conservation unit in the Northeast of Brazil live human populations that depend on the extraction of non-timber forest products for income generation, especially the *Caryocar coriaceum* Wittm extraction. (pequi) and *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (janaguba), both species of great socioeconomic and cultural importance. Thus, the present study was carried out in a conservation unit in the Northeast of Brazil and had the following objectives: (i) to identify which indicators the local extractivists observe to evaluate the state of conservation of the species; (ii) to evaluate whether socioeconomic factors influence knowledge about indicators; and (iii) to analyze the extractivists' perception of the history of environmental changes that have been taking place in the study area and how these changes have affected the conservation status of the species. Semi-structured interviews were conducted with 61 extractivists aged between 31 and 79 years, to access the knowledge extracted by pequi and janaguba extractivists about the

indicators and whether social factors such as age, sex and time of experience influence this knowledge. In this case, extractivists observed indicators related to management practices, changes in the population structure of the species, changes in the region's climate and environmental changes. In general, the socioeconomic factors evaluated do not influence the distribution of knowledge among the extractivists, suggesting that the local ecological knowledge about the observed indicators and the evaluation of the state of conservation of the species is diffused and communicated between people of both sexes, and Of different generations and levels of experience in extractive activity. To achieve the third objective, participatory workshops were held, and the results showed that the extractivists have a broad knowledge of the environmental changes that are occurring in the region due to changes in the management regime of the conservation unit. For the extractivists, these changes have negatively affected the pequi populations, being considered as threatened of local extinction. Based on the results of this study, we consider that the local ecological knowledge of the extractivists, coming from observations over many generations, has the potential to be incorporated in monitoring programs and evaluation of the state of conservation of species, promoting the inclusion and recognition of local populations in decision-making in biodiversity conservation strategies.

Keywords: local ecological knowledge, conservation, biological diversity, local-based monitoring, environmental changes.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A questão que motivou o desenvolvimento dessa tese de doutorado foi compreender como os extrativistas de produtos florestais não madeireiros observam as mudanças ambientais e quais indicadores são utilizados para avaliar o estado de conservação de espécies econômica e culturalmente importantes.

Portanto, os objetivos centrais dessa tese estão distribuídos em dois eixos distintos: (i) compreender como fatores sociais influenciam o conhecimento dos extrativistas sobre indicadores e quais indicadores são percebidos como mais relevantes para avaliar o estado de conservação das espécies de interesse; (ii) verificar se a percepção dos extrativistas a respeito das mudanças ambientais e da abundância das populações das espécies está alinhada com as informações científicas disponíveis.

Historicamente, a observação rotineira de mudanças na aparência da natureza e das consequências dessas mudanças para o estado dos recursos naturais sempre esteve presente na relação entre seres humanos e o ambiente (RAPPORT, 1992). Indicadores ambientais começaram a ser utilizados entre o final do século XVII e início do século XVIII, período que compreende a Revolução Industrial, devido à necessidade de se avaliar as consequências da degradação ambiental, associada às atividades humanas, para a qualidade da água (por exemplo, teor de oxigênio) (RAPPORT, 1992).

A observação atenta e o monitoramento de diferentes recursos animais e vegetais úteis faz parte do cotidiano de populações locais de caçadores (DANIELSEN et al., 2014a), pescadores (ALVES e NISHIDA, 2002; TURVEY et al., 2014) e coletores de plantas (MONROY-ORTIZ et al., 2009; KHAN et al., 2014), em várias partes do mundo. Para avaliar o estado de conservação de uma espécie e a saúde do ambiente, populações locais observam indicadores quantitativos, como a quantidade de indivíduos de uma espécie (TURVEY et al., 2014), as mudanças em características biológicas, como o tamanho e o peso (BERKES et al., 2007; BENDER et al., 2013) e qualitativos para descrever processos, como os movimentos migratórios de animais e a floração de plantas (LANTZ e TURNER, 2003; NIEMI e MCDONALD, 2004) e a relação desses eventos com as mudanças nas condições ambientais (FORTIN et al., 2015; JOHNSON et al., 2015; SAVO et al., 2016) e climáticas (LAIDLER, 2006) de uma região em determinado intervalo de tempo.

Essa observação realizada por populações locais é definida como monitoramento de base local e consiste na observação rotineira dos recursos naturais usando seus próprios meios e em relação a objetivos de seu interesse, como espécies animais e vegetais utilizadas para sua subsistência (DANIELSEN et al., 2014b; JOHNSON et al., 2015). Os indicadores observados

pelas populações locais refletem o conhecimento ecológico local construído a partir da experiência de diferentes gerações (BERKES et al., 2007; JOHNSON et al., 2015). A observação desses indicadores é uma importante ferramenta para que as populações locais sejam capazes de avaliar a sustentabilidade dos recursos de que necessitam (HEINK e KOWARIK, 2010) e tomem decisões sobre como e quando manejar os recursos essenciais para sua subsistência (SAVO et al., 2016). Portanto, alguns autores defendem que o monitoramento e os indicadores locais devem ser incorporados ao processo de monitoramento e avaliação de espécies e ecossistemas realizados por cientistas e gestores da conservação (YOCCOZ et al., 2001; SHEIL e LAWRENCE, 2004; DANIELSEN et al., 2005; DANIELSEN et al., 2007), porque os indicadores são observados continuamente pelas populações locais e são mais sensíveis em captar as causas das alterações no estado daquelas espécies de importância econômica e cultural (SHEIL e LAWRENCE, 2004; DANIELSEN et al., 2008; SANTANA-MEDINA et al., 2013).

Diante desse cenário, a compreensão de como se caracteriza o conhecimento ecológico tradicional sobre as observações e os indicadores utilizados por populações locais, e como este conhecimento está distribuído na população é fundamental em estudos sobre o monitoramento de base local. Para GARCÍA-MOYA et al. (2012), quanto mais rico e diversificado o conhecimento ecológico local sobre uma espécie, maiores as oportunidades para se ter indicadores para se avaliar o estado de conservação das espécies. Entretanto, é preciso considerar que fatores socioeconômicos podem influenciar na distribuição do conhecimento entre a população (HANAZAKI et al., 2013).

Homens e mulheres que participam do manejo dos recursos naturais (KRISTENSEN e BALSLEV, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2011; KHAN et al., 2014; CAMPOS et al., 2015; CAVALCANTI et al., 2015; NUNES et al., 2015) potencialmente possuem as mesmas oportunidades de observar as espécies que coletam e as mudanças ambientais ao longo do tempo (KHAN et al., 2014). O papel social que homens e mulheres exercem na comunidade pode resultar em diferenças na forma de acesso e controle dos recursos (PETER, 2006) e a percepção que ambos possuem dos mesmos (QUINN et al., 2003). Além disso, sexo, idade (KRISTENSEN e BALSLEV, 2003; CAMPOS et al., 2015) e o grau de experiência do indivíduo (HELLIER et al., 1999) podem influenciar o conhecimento e a percepção sobre as espécies e o ambiente (HANAZAKI et al., 2013). Portanto, o conhecimento não é distribuído uniformemente entre os indivíduos de uma população (GÓMEZ-BAGGETHUN e REYES-GARCÍA, 2013; HANAZAKI et al., 2013).

O cenário escolhido para a realização desse estudo foi a Floresta Nacional do Araripe-Apodi (Flona Araripe), uma unidade de conservação de uso sustentável localizada no estado

do Ceará, Nordeste do Brasil. No entorno dessa unidade de conservação vivem populações rurais que possuem um longo histórico de dependência da coleta de produtos florestais não madeireiros para geração de renda (IBAMA, 2004; CAMPOS et al., 2015; SANTOS et al., 2016). Entre os recursos mais utilizados se destaca a coleta de frutos de *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi) (SOUSA JÚNIOR et al., 2016) e látex de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (janaguba) (BALDAUF e SANTOS, 2013). Os frutos de *C. coriaceum* e o óleo produzido a partir de suas sementes, são muito apreciados na região devido ao seu valor como recurso alimentício (SOUSA JÚNIOR et al., 2013; SILVA et al., 2015) e medicinal (SARAIVA et al., 2011) e estudos apontam que a espécie encontra-se em perigo de extinção local (ALMEIDA, 2014; SANTOS et al., 2016). Por sua vez, *H. drasticus* é muito procurada para a extração do látex, conhecido popularmente como “leite de janaguba” (BALDAUF e SANTOS, 2013), que é amplamente utilizado na medicina local para o tratamento de diferentes indicações terapêuticas, como inflamações, gastrites, úlceras e câncer (RIBEIRO et al., 2014). Essa espécie é abundante na região do estudo e não é considerada em perigo de extinção local (IBAMA, 2004; BALDAUF et al., 2014).

A ideia dessa tese partiu da necessidade de compreender que indicadores os coletores de produtos florestais não madeireiros observam para avaliar o estado de conservação, e se a percepção sobre a dinâmica populacional de ambas as espécies está alinhada com os dados científicos. A relação dos coletores de pequi e da janaguba na Flona Araripe se mostrou um interessante cenário para o desenvolvimento dessa tese de doutorado, a qual está estruturada da seguinte forma: inicialmente apresento uma revisão de literatura que abrange as bases teóricas e metodológicas que motivaram o desenvolvimento dessa tese. O capítulo 1 apresenta uma análise da influência de fatores sociais sobre o conhecimento de coletores de pequi e janaguba a respeito de indicadores utilizados para avaliar o estado de conservação dessas duas espécies. No capítulo 2 investigamos a percepção dos coletores a respeito das mudanças nas populações de pequi e janaguba ao longo do tempo e se a percepção dos coletores está alinhada como os dados científicos de estudos realizados na Flona Araripe. Os dados para responder as questões desses dois capítulos foram coletados durante nove meses de trabalho, compreendendo o período de agosto de 2014 e maio de 2015, em três comunidades rurais localizadas no entorno da Flona Araripe. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas entre agosto de 2014 e março de 2015. Posteriormente, realizamos oficinas participativas em maio de 2015.

Essa tese de doutorado apresenta contribuições teóricas e aplicadas para o campo científico relacionado ao estudo dos sistemas socioecológicos. Ao responder às questões propostas, acreditamos que podemos compreender melhor como populações locais avaliam a

situação e as tendências dos recursos naturais com base na observação de indicadores locais e como esse conhecimento ecológico local está distribuído entre os coletores de uma população, algo que vem sendo pouco explorado em estudos sobre monitoramento de base local. Além disso, estamos contribuindo com estudos que buscam compreender a importância do conhecimento ecológico local para as estratégias de conservação que buscam integrar as populações locais na tomada de decisões em conservação. Por fim, essa tese apresenta uma relevante contribuição aplicada, ao propor que as observações e os indicadores utilizados por populações locais sejam incorporados e valorizados em ações de conservação, sobretudo em países em desenvolvimento que carecem de estratégias mais efetivas e participativas para a conservação da diversidade biológica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução

A perda da diversidade biológica se constitui em um dos principais problemas ambientais da atualidade (CARDINALE et al., 2012; LEISHER et al., 2013). Os impactos antropogênicos, como a sobre-exploração de recursos naturais (BARNOSKY et al., 2012), a fragmentação e perda de habitats (DIXO et al., 2009; GALETTI e DIRZO, 2013), somados aos efeitos das mudanças climáticas (BARNOSKY, 2008), são os principais desafios para a conservação das espécies e a manutenção das funções dos ecossistemas em todo o mundo.

Diante deste cenário, a criação de áreas protegidas tem sido a principal estratégia para tentar conservar os recursos naturais e conter a perda de diversidade biológica (NAGENDRA, 2008; NELSON e CHOMITZ, 2011; BERNARD et al., 2014; JUFFE-BIGNOLI et al., 2014). Isso pode ser evidenciado no incremento das áreas terrestres protegidas em todo o mundo nas últimas duas décadas (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014), com destaque para as Américas Central e do Sul, que atualmente concentram 28,2 e 25% de áreas terrestres protegidas, respectivamente (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014). Além da proteção dos recursos naturais, as áreas protegidas também podem ser importantes para a manutenção de serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem-estar humano, como a segurança alimentar (STOLTON et al., 2008) e a geração de renda para populações que dependem da exploração de recursos naturais (DUDLEY et al., 2014).

No Brasil o sistema de áreas protegidas, denominadas unidades de conservação, é regulado pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), criado em 2000, e abrange unidades de conservação administradas em nível federal, estadual e municipal (BERNARD et

al., 2014). Em nível federal, as unidades de conservação são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Atualmente existem 2.029 unidades de conservação que cobrem 1.582.758 Km² (18,5%) do território nacional (MMA, 2016). Desse total, 68,7% são unidades de conservação de uso sustentável onde são permitidas a coleta e uso dos recursos naturais desde que praticadas de forma sustentável, tendo como objetivo principal conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais.

Apesar do aumento da quantidade de áreas protegidas, muitas críticas têm sido feitas quanto à efetividade dessa estratégia de conservação (LELE et al., 2010; CLARK et al., 2013) diante do persistente declínio da diversidade biológica (CARDINALE et al., 2012). Em resposta a essa crise ambiental, a Convenção sobre Diversidade Biológica, em 2010, revisou os objetivos e metas para a redução da perda de diversidade biológica ao estabelecer as Metas de Aichi para a Biodiversidade para o período de 2011-2020 (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014), e uma das principais recomendações desse acordo internacional é a utilização de indicadores para monitorar as tendências de extensão de biomas, ecossistemas e habitats selecionados, da cobertura de áreas protegidas, de abundância e distribuição de espécies, e a mudança no status de espécies ameaçadas (BUTCHART et al., 2010; DANIELSEN et al., 2014b).

2.2 Indicadores para a conservação da diversidade biológica

As decisões e ações para combater a perda de diversidade biológica precisam ser baseadas nas melhores evidências possíveis sobre o estado e as tendências de espécies e ecossistemas (GEIJZENDORFFER e ROCHE, 2013; RAPPORT e HILDÉN, 2013). Neste sentido, para subsidiar as tomadas de decisões em conservação, a utilização de indicadores tem sido fundamental (HEINK e KOWARIK, 2010; JØRGENSEN et al., 2013).

Indicadores podem ser entendidos como uma medida que fornece informações sobre o estado de um recurso (p.ex. o tamanho populacional de uma espécie) (HEINK e KOWARIK, 2010), fenômeno (JØRGENSEN et al., 2013), ou avalia se metas pré-estabelecidas estão sendo alcançadas (p.ex. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio) (HEINK e KOWARIK, 2010). Em todos esses casos, os indicadores são ferramentas importantes porque simplificam a complexidade de um conjunto de dados e informações disponíveis, facilitam a comunicação com os gestores e o público em geral, e contribuem para a formulação, implementação e monitoramento de estratégias de planejamento e gestão (DE KRUIJF e VAN VUUREN, 1998; BOCKSTALLER e GIRARDIN, 2003). No contexto da gestão da conservação podem ser utilizados diferentes tipos de indicadores, como os indicadores ambientais que informam sobre os impactos das ações humanas sobre o ambiente, por exemplo, medindo a qualidade do

ambiente (ar e água) (BOCKSTALLER e GIRARDIN, 2003; JØRGENSEN et al., 2013), ou indicadores ecológicos que mensuram as características da estrutura, composição, função (NIEMI e MCDONALD, 2004), ou a resiliência dos ecossistemas (JØRGENSEN et al., 2013).

No caso da avaliação do estado de conservação de espécies, os indicadores são utilizados para tentar estabelecer relações de causa e efeito entre a dinâmica populacional de diferentes espécies e a presença de estressores ambientais, sobretudo aqueles relacionados com as atividades humanas (BURGER, 2006; HEINK e KOWARIK, 2010). Há mais de três décadas, organizações não governamentais, como a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), vêm utilizando indicadores que monitoram a dinâmica populacional das espécies para classificá-las em vários níveis (por exemplo, vulneráveis, em perigo, criticamente em perigo) (BENNETT e OWENS, 1997; MUZAFFAR et al., 2011).

Ao longo dos anos, critérios quantitativos, como a abundância de espécies tornaram-se uma importante ferramenta para a gestão, monitoramento e tomada de decisões, entretanto dados populacionais nem sempre estão disponíveis em níveis nacional ou regional (BENDER et al., 2013). Sistemas de monitoramento conduzidos apenas por pesquisadores e gestores têm se mostrado limitados, pois são considerados de alto custo, não são realizados de forma sistemática (DANIELSEN et al., 2005; DANIELSEN et al., 2009) e apresentam baixa capacidade de avaliar as reais causas das modificações nas condições das espécies, e se essas modificações têm relação com as atividades humanas em nível local (QUAYLE e RAMSAY, 2005).

2.3 Monitoramento de base local

O monitoramento consiste na observação e coleta sistemática de informações sobre diferentes variáveis, como as tendências na abundância e distribuição das espécies (DANIELSEN, 2000; BALMFORD et al., 2003) e as mudanças ambientais nos ecossistemas que podem afetar negativamente o estado de conservação das espécies (YOCCOZ et al., 2001). Dado o atual cenário de degradação dos ecossistemas em todo o mundo, e o conseqüente declínio da diversidade biológica, nos últimos anos, muitos autores vêm defendendo o monitoramento de espécies como uma ferramenta fundamental para melhorar as estratégias de conservação (DANIELSEN, 2000; YOCCOZ et al., 2001; SHEIL e LAWRENCE, 2004; BROOK e MCLACHLAN, 2008; DANIELSEN et al., 2009; PARRY; PERES, 2015; WISEMAN e BARDSLEY, 2016).

De modo geral, sistemas de monitoramento são realizados por especialistas (i.e. pesquisadores ou funcionários de áreas protegidas) a partir de abordagens, como listas de

espécies, fotografias em ponto fixo, patrulhas de registros e grupos de discussão (DANIELSEN et al., 2005) que visam registrar a presença e abundância de espécies animais e vegetais em local e período de tempo específicos. Em muitos casos, o monitoramento está diretamente relacionado com a avaliação das políticas de gestão (YOCCOZ et al., 2001), mas apresenta importantes desafios para sua operacionalização, como o alto custo para manutenção das equipes de pesquisadores e de voluntários, e a escassez de recursos financeiros das agências ambientais (DANIELSEN et al., 2005). Com base nesse cenário, autores como DANIELSEN et al. (2007) e SANTANA-MEDINA et al. (2013) defendem que as abordagens conduzidas somente por especialistas, em escalas global e regional, tendem a ser limitadas na medida em que não consideram a complexidade das relações entre os seres humanos e os recursos naturais nos sistemas ecológicos, sendo necessária uma abordagem que amplie a capacidade de cientistas, gestores de áreas protegidas, governos e sociedade em geral para terem uma melhor avaliação do estado atual e as tendências de espécies em longo prazo.

Uma das alternativas discutidas na literatura científica para melhorar o processo de monitoramento da diversidade biológica é a abordagem denominada monitoramento de base local (YOCCOZ et al., 2001; BROOK e MCLACHLAN, 2008; DANIELSEN et al., 2009; LA TORRE-CUADROS e ARNILLAS-MERINO, 2012; SANTANA-MEDINA et al., 2013; SUTHERLAND et al., 2014). Essa abordagem pressupõe o envolvimento das comunidades locais, frequentemente marginalizadas do processo de monitoramento e gestão dos recursos naturais. Nesse sentido, a participação dos atores locais no desenvolvimento de sistemas de monitoramento é vista como uma abordagem promissora para melhorar o conhecimento do público sobre a biodiversidade, fomentar o aprendizado coletivo, apoiar os debates públicos e diminuir os custos dos programas de monitoramento (LEVREL et al., 2010).

O reconhecimento da importância da participação das populações locais no processo de monitoramento se baseia em duas premissas principais: (a) pessoas que coletam recursos naturais para sua subsistência observam e monitoram continuamente vários sinais e sintomas relacionados a mudanças ambientais (SAVO et al., 2016) e o estado de conservação das espécies (BERKES et al., 2007), e (b) ao longo de gerações essas observações contribuem para formar um conhecimento ecológico local sobre as mudanças ambientais e climáticas que influenciam a dinâmica das populações das espécies (HANAZAKI et al., 2013; FERNÁNDEZ-LLAMAZARES et al., 2015) que é fundamental para a tomada de decisão das populações locais sobre a melhor forma de manejar os recursos de que necessitam.

A observação de fenômenos, como os movimentos migratórios de animais e a floração de plantas (LANTZ e TURNER, 2003; NIEMI e MCDONALD, 2004) sempre fizeram parte da inter-relação dos seres humanos com o ambiente. Essas observações são fundamentais para

acompanhar as condições do ambiente, prever futuras mudanças e tomar decisões, como o deslocamento para outros locais em busca de alimentos e abrigo (RAPPORT, 1992; NIEMI e MCDONALD, 2004). Ainda hoje as pessoas observam e acompanham as variações no tempo e no clima (WEBER, 2010; SAVO et al., 2016), pois as mudanças no clima afetam a distribuição e interação das espécies de animais e plantas, recursos importantes para a subsistência de muitas populações humanas (SAVO et al., 2016).

Estudos realizados com populações locais (indígenas e não indígenas) em várias partes do mundo, como África (ANDRIANANDRASANA et al., 2005; BENNUN et al., 2005; GRAY e KALPERS, 2005; STUART-HILL et al., 2005; TOPP-JØRGENSEN et al., 2005), Ásia (POULSEN e LUANGLATH, 2005; VAN RIJSOORT e JINFENG, 2005), América do Sul (NOSS e CUELLAR, 2001; ALVES e NISHIDA, 2002; BECKER et al., 2005), América Central (TURVEY et al., 2014) e no Ártico (DANIELSEN et al., 2014b; JOHNSON et al., 2015), demonstraram que essas populações observam continuamente diferentes aspectos do ambiente onde vivem e das espécies que utilizam, e esse conhecimento ecológico local, desenvolvido ao longo de gerações a partir de processos de co-evolução das pessoas com o ambiente (LINS NETO et al., 2013; TENGÖ et al., 2014; PACHECO-COBOS et al., 2015), é fundamental para as decisões sobre a melhor forma de manejar esses recursos.

Ao comparar o monitoramento realizado por populações locais e por profissionais, estudos revelaram que os resultados de suas avaliações são semelhantes (NAGENDRA e OSTROM, 2011; OLDEKOP et al. 2011). Populações locais observam diferentes aspectos da dinâmica do ambiente, como a compreensão da dinâmica do gelo em resposta às mudanças climáticas (LAIDLER, 2006), o efeito das práticas de caça sobre a dinâmica de populações de peixes e outras formas de vida (MOLLER e BERKES, 2004; GAGNON e BERTEAUX, 2009; TURVEY et al., 2013), assim como mudanças no uso do solo por causa das práticas agrícolas (CHALMERS e FABRICIUS, 2007).

Estudando caçadores Inuits no norte do Canadá, BERKES et al. (2007) verificaram que os caçadores observam “sinais e sintomas” para avaliar a saúde das populações de animais que eles caçam para sua subsistência e compreender as mudanças ambientais provocadas por contaminantes químicos. Os caçadores observam indicadores, como frequência de observações dos animais, tendências no tamanho das populações e a presença de filhotes na população, que são informações consideradas como importantes critérios de uma população de animais saudáveis e em recuperação (BERKES et al, 2007). Esses resultados mostram que os indicadores utilizados pelas populações locais são semelhantes aqueles utilizados pela ciência, mas enquanto o objetivo principal dos cientistas é a conservação das espécies, os usuários dos recursos têm o objetivo de garantir a continuidade do acesso e utilização dos

recursos de forma a assegurar suas fontes de subsistência e renda (NOSS, 1999; BERKES et al., 2007; TURVEY et al., 2013).

Esses dados fortalecem a ideia da necessidade de se incorporar o conhecimento ecológico local no processo de monitoramento do estado de conservação de espécies (DANIELSEN et al., 2014b; SUTHERLAND et al., 2014), a fim de melhorar a capacidade da ciência da conservação de fazer avaliações mais precisas dos efeitos das mudanças ambientais sobre o declínio da diversidade biológica, e pensar em soluções para reverter este quadro baseando-se no maior número de evidências possíveis (SUTHERLAND et al., 2014). Alguns autores argumentam que a falta de precisão dos dados coletados por populações locais pode ser uma limitação para a incorporação desse conhecimento no processo de monitoramento (TURVEY et al., 2013; JOHNSON et al., 2004), porém as pessoas são capazes de prover informações quantitativas sobre a extensão do declínio de espécies (HELLIER et al., 1999), e essas informações podem gerar novas perguntas de investigação para futuras pesquisas ecológicas convencionais (BROOK e MCLACHLAN, 2008).

Outro ponto a se destacar é que, além da contribuição para a conservação das espécies, a incorporação do conhecimento ecológico local no processo de monitoramento pode contribuir para a diminuição dos conflitos gerados por um modelo de gestão que muitas vezes exclui as populações que vivem no entorno das áreas protegidas e que usam os recursos naturais presentes nessas áreas para sua subsistência, especialmente em países em desenvolvimento (SCHWARTZMAN et al., 2000; LELE et al., 2010). Sendo assim, abordagens inclusivas, baseadas em uma maior participação das populações locais na cogestão dos recursos naturais, vêm sendo propostas (LA TORRE-CUADROS e ISLEBE, 2003; LA TORRE-CUADROS e ARNILLAS-MERINO, 2012; MÉNDEZ-LÓPEZ et al., 2015) com o objetivo de diminuir os conflitos e aumentar a eficácia das áreas protegidas (DANIELSEN et al., 2000). Essas abordagens consideram que as populações locais são detentoras de profundo conhecimento sobre o ambiente em que vivem (GILMORE e YOUNG, 2012; JOHNSON et al., 2015), construído ao longo de muitas gerações a partir da observação contínua do ambiente e das espécies que utilizam (DANIELSEN et al., 2005; BERKES et al., 2007) e do compartilhamento desse conhecimento entre os demais membros das comunidades locais (PAPWORTH et al., 2009; HANAZAKI et al., 2013).

2.4 Conhecimento ecológico local e percepção

Estudos sobre o monitoramento de base local têm focado suas atenções sobre que indicadores as populações locais observam para avaliar o estado de conservação das espécies de seu interesse (DANIELSEN, 2000; BROOK e MCLACHLAN, 2008), porém pouco se tem

estudado sobre o compartilhamento desse conhecimento entre os membros das populações locais (HELLIER et al., 1999; MÉNDEZ-LÓPEZ et al., 2015). Em muitos casos, homens e mulheres participam do manejo dos recursos naturais (KRISTENSEN e BALSLEV, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2011; KHAN et al., 2014; CAMPOS et al., 2015; CAVALCANTI et al., 2015; NUNES et al., 2015) e isso faz com que tenham a oportunidade de observar as espécies que coletam e as mudanças ambientais ao longo do tempo (KHAN et al., 2014). O papel social que homens e mulheres exercem na comunidade pode resultar em diferenças na forma de acesso e controle dos recursos (PETER, 2006), e a percepção que ambos possuem dos mesmos (QUINN et al., 2003). Estudos relatam casos em que homens gastam mais tempo no campo preparando o solo para o plantio, e esse contato diário com o ambiente permite maior número de encontros e oportunidades de observar diferentes espécies (DOVIE et al., 2008), porém há casos em que as mulheres que são chefes de família assumem os mesmos papéis que os homens, reduzindo as diferenças de conhecimento entre homens e mulheres (PETER, 2006). Portanto, o conhecimento não é distribuído uniformemente entre os indivíduos de uma população (GÓMEZ-BAGGETHUN e REYES-GARCÍA, 2013; HANAZAKI et al., 2013), e além do sexo, outros fatores, como idade (KRISTENSEN e BALSLEV, 2003; CAMPOS et al., 2015) e o grau de experiência do indivíduo (HELLIER et al., 1999) podem influenciar o conhecimento e a percepção sobre as espécies e o ambiente (HANAZAKI et al., 2013).

A transmissão de conhecimentos associados a diferentes práticas de manejo entre as gerações é considerado um importante fator que provê estratégias para que as pessoas possam se adaptar às mudanças nos sistemas sócio-ecológicos (SAYLES e MULRENNAN, 2010; HANAZAKI et al., 2013; FERNÁNDEZ-LLAMAZARES et al., 2015). Entretanto, estudos têm mostrado que o aumento do nível educacional e a inserção dos mais jovens no mercado de trabalho podem estar ocasionando a falta de interesse dos mais jovens pelas práticas tradicionais (GÓMEZ-BAGGETHUN e REYES-GARCÍA, 2013; HANAZAKI et al., 2013), levando ao que alguns autores consideram como perda de conhecimento ecológico local (GÓMEZ-BAGGETHUN e REYES-GARCÍA, 2013). Em adição, como a construção do conhecimento ecológico local ocorre por meio do convívio e do acúmulo de experiência com o ambiente (SAYLES e MULRENNAN, 2010), indivíduos mais velhos que não exercem suas atividades de coleta ou caça com a mesma frequência de antes podem esquecer suas experiências (amnésia pessoal) e não serem capazes de acompanhar as recentes mudanças ambientais, avaliando a condição das espécies com base nas suas experiências passadas (PAPWORTH et al., 2009; TURVEY et al., 2014). Por outro lado, indivíduos mais jovens, com pouca experiência acumulada, podem não ser capazes de avaliar as recentes mudanças

ambientais, pois não possuem consciência das condições do passado (amnésia geracional) e assim contribuir para a sobreexploração dos recursos (BENNUN et al., 2005; BENDER et al., 2014).

Além de compreender como o conhecimento está distribuído na população, muitos estudos defendem a necessidade de se compreender melhor a percepção das pessoas sobre os fenômenos ambientais e suas possíveis consequências para a manutenção da diversidade biológica (PIDGEON, 1998; QUINN et al., 2003; GREEN et al., 2010; TEKA e VOGT, 2010; FORTIN et al., 2015; LEHNER e STOCKER, 2015). A partir do estudo das percepções das populações locais é possível identificar o histórico de mudanças na paisagem (LYKKE, 2000; XU et al., 2006; SILVA et al., 2014), variações nos padrões do clima local (GREEN et al., 2010; WEBER, 2010, 2013; SAVO et al., 2016), e que fatores de risco as pessoas consideram mais relevantes (QUINN et al., 2003) na inter-relação que as pessoas mantêm com o ambiente e os recursos naturais que utilizam para suprir suas necessidades. Entretanto, assim como na aquisição e transmissão de conhecimentos, fatores socioeconômicos também podem afetar as percepções das pessoas sobre os problemas ambientais (QUINN et al., 2003; TEKA e VOGT, 2010; SILVA et al., 2014), e entender essas diferenças de percepção pode ajudar na proposição de melhores estratégias de conservação envolvendo as populações locais.

Comunidades de pescadores que vivem na bacia hidrográfica do rio Cocagne, no Canadá, são capazes de perceber que as atividades agrícolas desenvolvidas nas proximidades das margens do rio são as principais responsáveis por problemas, como a erosão do solo e a sedimentação no leito do rio (FORTIN et al., 2015). As informações das comunidades se mostraram úteis para entender melhor o estado atual e passado do rio e sua bacia hidrográfica, entretanto, os autores relativizam que a percepção das pessoas pode ter sido influenciada pela memória de eventos recentes, nos últimos meses ou semanas antes da realização das entrevistas, e o local das habitações e a proximidade destas do rio (FORTIN et al., 2015).

Em outro estudo, TEKA e VOGT (2010) verificaram que a ocorrência de um evento, como uma enchente, por exemplo, pode ser percebida como nociva ou benéfica dependendo do tipo de manejo que se faz do ambiente. Em Benin, na África, grupos de pescadores consideravam as enchentes um evento benéfico, pois aumentavam a disponibilidade de peixes, por outro lado, o grupo dos agricultores consideravam as enchentes um evento ameaçador, pois destruíam suas lavouras. QUINN et al. (2003) demonstraram que homens e mulheres também apresentam percepções diferentes sobre os problemas ambientais. Enquanto as mulheres apresentavam a percepção de que doenças que ocorriam nas comunidades e que afetavam as pessoas representam um grande risco, homens apresentavam maior percepção de risco para

doenças que acometiam o gado, demonstrando que o papel social desempenhado por homens e mulheres estão influenciando em suas percepções.

A questão da percepção das mudanças climáticas é outro tema complexo que se soma aos estudos da percepção ambiental. Estudos como os de SAVO et al. (2016), WEBER (2010, 2013), LEHNER e STOCKER (2015) e GREEN et al. (2010) demonstram que as pessoas observam as variações nos padrões climáticos e sua influência no tempo local, e que esse conhecimento é utilizado para direcionar as práticas de manejo do ambiente e das espécies. Entretanto, o que se discute é se o que as pessoas percebem, na verdade, são variações de curto prazo no tempo local e não mudanças climáticas que são fenômenos mais complexos e globais (WEBER, 2010, 2013). Além disso, o conhecimento prévio sobre as notícias de mudanças climáticas também poderia estar afetando as percepções das pessoas sobre se o clima está mais quente ou frio (LEHNER e STOCKER, 2015; SAVO et al., 2016). O fato é que populações locais que são dependentes do recursos naturais para sua subsistência percebem as variações no tempo local a partir de associações com a fenologia das plantas ou o comportamento de animais (GREEN et al., 2010) e isso é fundamental para suas estratégias de adaptação às mudanças ambientais.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P. et al. The use of plants in the medical system of the Fulni-ô people (NE Brazil): a perspective on age and gender. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 133, n. 2, p. 866–873, 2011.

ALMEIDA, A. L. S. **Avaliação ecológica do extrativismo do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) na Floresta Nacional do Araripe, Ceará:** informações para um plano de uso sustentável. 164 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciencia**, v. 27, n. 3, p. 110–117, 2002.

ANDRIANANDRASANA, H. T. et al. Participatory ecological monitoring of the Alaotra wetlands in Madagascar. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2757–2774, 2005.

BALDAUF, C. et al. Harvesting increases reproductive activity in *Himatanthus drasticus*

(Mart.) Plumel (Apocynaceae), a non-timber forest product of the Brazilian savanna. **Biotropica**, v. 46, n. 3, p. 341–349, 2014.

BALDAUF, C.; SANTOS, F. A. M. Ethnobotany, traditional knowledge, and diachronic changes in non-timber forest products management: a case study of *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) in the Brazilian savanna. **Economic Botany**, v. 67, n. 2, p. 110–120, 2013.

BALMFORD, A.; GREEN, R. E.; JENKINS, M. Measuring the changing state of nature. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 18, n. 7, p. 326–330, 2003.

BARNOSKY, A. D. Climatic change, refugia, and biodiversity: where do we go from here? An editorial comment. **Climatic Change**, v. 86, n. 1–2, p. 29–32, 2008.

BARNOSKY, A. D. et al. Approaching a state shift in Earth's biosphere. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 52–58, 2012.

BECKER, C. D. et al. Community-based monitoring of fog capture and biodiversity at Loma Alta, Ecuador enhance social capital and institutional cooperation. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2695–2707, 2005.

BENDER, M. G. et al. Biological attributes and major threats as predictors of the vulnerability of species: a case study with Brazilian reef fishes. **Oryx**, v. 47, n. 2, p. 259–265, 2013.

BENDER, M. G. et al. Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the Southwestern Atlantic. **PLoS ONE**, v. 9, n. 10, p. e110332, 2014.

BENNETT, P. M.; OWENS, I. P. F. Variation in extinction risk among birds: chance or evolutionary predisposition? **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 264, n. 1380, p. 401–408, 1997.

BENNUN, L. et al. Monitoring important bird areas in Africa: towards a sustainable and scaleable system. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2575–2590, 2005.

BERKES, F.; BERKES, M. K.; FAST, H. Collaborative integrated management in Canada's North: the role of local and traditional knowledge and community-based monitoring. **Coastal Management**, v. 35, n. October 2014, p. 143–162, 2007.

BERNARD, E.; PENNA, L. A. O.; ARAÚJO, E. Downgrading, downsizing, degazettement, and reclassification of protected areas in Brazil. **Conservation Biology**, v. 28, n. 4, p. 939–950, 2014.

BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P. How to validate environmental indicators. **Agricultural Systems**, v. 76, n. 2, p. 639–653, 2003.

BROOK, R. K.; MCLACHLAN, S. M. Trends and prospects for local knowledge in ecological and conservation research and monitoring. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 14, p. 3501–3512, 2008.

BURGER, J. Bioindicators: a review of their use in the environmental literature 1970–2005. **Environmental Bioindicators**, v. 1, n. 2, p. 136–144, 2006.

BUTCHART, S. H. M. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, v. 328, n. 5982, p. 1164–1168, 2010.

CAMPOS, L. Z. O. et al. Do socioeconomic characteristics explain the knowledge and use of native food plants in semiarid environments in Northeastern Brazil? **Journal of Arid Environments**, v. 115, p. 53–61, 2015.

CARDINALE, B. J. et al. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 59–67, 2012.

CAVALCANTI, M. C. B. T. et al. Implications from the use of non-timber forest products on the consumption of wood as a fuel source in human-dominated semiarid landscapes. **Environmental Management**, v. 56, n. 2, p. 389–401, 2015.

CHALMERS, N.; FABRICIUS, C. Expert and generalist local knowledge about land-cover change on South Africa's wild coast: can local ecological knowledge add value to science? **Ecology and Society**, v. 12, n. 1, p. 1–10, 2007.

CLARK, N. E. et al. Protected areas in south Asia have not prevented habitat loss: a study using historical models of land-use change. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, p. e65298, 2013.

DANIELSEN, F. et al. A simple system for monitoring biodiversity in protected areas of a developing country. **Biodiversity and Conservation**, v. 9, n. 12, p. 1671–1705, 2000.

DANIELSEN, F.; BURGESS, N. D.; BALMFORD, A. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2507–2542, 2005.

DANIELSEN, F. et al. Increasing conservation management action by involving local people in natural resource monitoring. **Ambio**, v. 36, n. 7, p. 566–570, 2007.

DANIELSEN, F. et al. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. **Conservation Biology**, v. 23, n. 1, p. 31–42, 2009.

DANIELSEN, F. et al. Counting what counts: using local knowledge to improve Arctic resource management. **Polar Geography**, v. 37, p. 69–91, 2014a.

DANIELSEN, F. et al. Linking public participation in scientific research to the indicators and needs of international environmental agreements. **Conservation Letters**, v. 7, p. 12–24, 2014b.

DE KRUIJF, H. A. M.; VAN VUUREN, D. P. Following sustainable development in relation to the north–south dialogue: ecosystem health and sustainability indicators. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 40, n. 1–2, p. 4–14, 1998.

DIXO, M. et al. Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the brazilian atlantic coastal forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 8, p. 1560–1569, 2009.

DOVIE, D. B. K.; WITKOWSKI, E. T. F.; SHACKLETON, C. M. Knowledge of plant resource use based on location, gender and generation. **Applied Geography**, v. 28, n. 4, p. 311–322, 2008.

DUDLEY, N. et al. Where now for protected areas? Setting the stage for the 2014 World Parks Congress. **Oryx**, v. 48, n. 4, p. 496–503, 2014.

FERNÁNDEZ-LLAMAZARES, Á. et al. Rapid ecosystem change challenges the adaptive capacity of local environmental knowledge. **Global Environmental Change**, v. 31, p. 272–284, 2015.

FORTIN, G. et al. Local perceptions, ruslefac mapping, and field results: the sediment budget of Cocagne river, New Brunswick, Canada. **Environmental Management**, v. 55, n. 1, p. 113–127, 2015.

GAGNON, C. A.; BERTEAUX, D. Integrating traditional ecological knowledge and ecological science: a question of scale. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, 2009.

GALETTI, M.; DIRZO, R. Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. **Biological Conservation**, v. 163, p. 1–6, 2013.

GARCÍA-MOYA, E. et al. Indicators of traditional ecological knowledge and use of plant diversity for sustainable development. In: GHENAI, C. (Ed.). **Sustainable development - energy, engineering and technologies - manufacturing and environment**. Croatia: InTech, 2012. p. 209-230.

GEIJZENDORFFER, I. R.; ROCHE, P. K. Can biodiversity monitoring schemes provide indicators for ecosystem services? **Ecological Indicators**, v. 33, p. 148–157, 2013.

GILMORE, M. P.; YOUNG, J. C. The use of participatory mapping in ethnobiological research, biocultural conservation, and community empowerment: a case study from the peruvian amazon. **Journal of Ethnobiology**, v. 32, n. 1, p. 6–29, 2012.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; REYES-GARCÍA, V. Reinterpreting change in traditional ecological knowledge. **Human Ecology**, v. 41, n. 4, p. 643–647, 2013.

GRAY, M.; KALPERS, J. Ranger based monitoring in the Virunga–Bwindi region of East-central Africa: a simple data collection tool for park management. **Biodiversity and**

Conservation, v. 14, n. 11, p. 2723–2741, 2005.

GREEN, D.; BILLY, J.; TAPIM, A. Indigenous australians' knowledge of weather and climate. **Climatic Change**, v. 100, n. 2, p. 337–354, 2010.

HANAZAKI, N. et al. Evidence of the shifting baseline syndrome in ethnobotanical research. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, p. 75, 2013.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 3, p. 584–593, 2010.

HELLIER, A.; NEWTON, A. C.; GAONA, S. O. Use of indigenous knowledge for rapidly assessing trends in biodiversity: a case study from Chiapas, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v. 8, n. 7, p. 869–889, 1999.

IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe-Apodi**. Brasília: IBAMA, 2004.

JOHNSON, N. et al. The practice of participatory research and gender analysis in natural resource management. **Natural Resources Forum**, v. 28, n. 3, p. 189–200, 2004.

JOHNSON, N. et al. The contributions of community-based monitoring and traditional knowledge to arctic observing networks: reflections on the state of the field. **Arctic**, v. 68, p. 13, 2015.

JØRGENSEN, S. E.; BURKHARD, B.; MÜLLER, F. Twenty volumes of ecological indicators – an accounting short review. **Ecological Indicators**, v. 28, p. 4–9, 2013.

JUFFE-BIGNOLI, D. et al. **Protected Planet Report 2014**. Cambridge, UK: [s.n.]. Disponível em: <http://wdpa.s3.amazonaws.com/WPC2014/protected_planet_report.pdf>. Acesso em: 10 outubro 2016.

KHAN, S. M. et al. Ethno-ecological importance of plant biodiversity in mountain ecosystems with special emphasis on indicator species of a Himalayan valley in the Northern Pakistan. **Ecological Indicators**, v. 37, p. 175–185, 2014.

KRISTENSEN, M.; BALSLEV, H. Perceptions, use and availability of woody plants among the Gourounsi in Burkina Faso. **Biodiversity**, v. 12, p. 1715–1739, 2003.

LA TORRE-CUADROS, M. A.; ISLEBE, G. A. Traditional ecological knowledge and use of vegetation in southeastern Mexico: a case study from Solferino, Quintana Roo. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p. 2455–2476, 2003.

LA TORRE-CUADROS, M. A.; ARNILLAS-MERINO, C. A. Capacitación participativa: acción estratégica para la efectividad del manejo de áreas naturales protegidas. **Revista Parques**, n. 2, p. 11, 2012.

LAIDLER, G. J. Inuit and scientific perspectives on the relationship between sea ice and climate change: the ideal complement? **Climatic Change**, v. 78, n. 2–4, p. 407–444, 2006.

LANTZ, T. C.; TURNER, N. J. Traditional phenological knowledge of aboriginal peoples in British Columbia. **Journal of Ethnobiology**, v. 23, n. 2, p. 263–286, 2003.

LEHNER, F.; STOCKER, T. F. From local perception to global perspective. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 8, p. 731–734, 2015.

LEISHER, C. et al. Land and forest degradation inside protected areas in Latin America. **Diversity**, v. 5, n. 4, p. 779–795, 2013.

LELE, S. et al. Beyond exclusion: alternative approaches to biodiversity conservation in the developing tropics. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 1–2, p. 94–100, 2010.

LEVREL, H. et al. Balancing state and volunteer investment in biodiversity monitoring for the implementation of CBD indicators: a French example. **Ecological Economics**, v. 69, n. 7, p. 1580–1586, 2010.

LINS NETO, E. M. F. et al. Phenology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) under different landscape management regimes and a proposal for a rapid phenological diagnosis using local knowledge. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 10, 2013.

LYKKE, A. M. Local perceptions of vegetation change and priorities for conservation of woody-savanna vegetation in Senegal. **Journal of Environmental Management**, v. 59, n. 2, p. 107–120, 2000.

MÉNDEZ-LÓPEZ, M. E. et al. From paper to forest: local motives for participation in different conservation initiatives. Case studies in Southeastern Mexico. **Environmental Management**, v. 56, n. 3, p. 695–708, 2015.

MOLLER, H.; BERKES, F. Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management. **Ecology and Society**, v. 9, n. 3, p. 2, 2004.

MONROY-ORTIZ, C. et al. Participative generation of local indicators for conservation in Morelos, Mexico. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 16, n. 6, p. 381–391, 2009.

MUZAFFAR, S. B. et al. The endangered forests of Bangladesh: why the process of implementation of the Convention on Biological Diversity is not working. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 7, p. 1587–1601, 2011.

NAGENDRA, H. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing. **Ambio**, v. 37, n. 5, p. 330–337, 2008.

NAGENDRA, H.; OSTROM, E. The challenge of forest diagnostics. **Ecology and Society**, v. 16, n. 2, p. 20, 2011.

NELSON, A.; CHOMITZ, K. M. Effectiveness of strict vs. multiple use protected areas in reducing tropical forest fires: a global analysis using matching methods. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, p. e22722, 2011.

NIEMI, G. J.; MCDONALD, M. E. Application of ecological indicators. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, n. 1, p. 89–111, 2004.

NOSS, R. F. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. **Forest Ecology and Management**, v. 115, n. 2–3, p. 135–146, 1999.

NOSS, A. J.; CUELLAR, R. L. Community attitudes towards wildlife management in the Bolivian Chaco. **Oryx**, v. 35, n. 4, p. 292–300, 2001.

NUNES, A. et al. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 11, n. 1, p. 12, 2015.

OLDEKOP, J. A. et al. Testing the accuracy of non-experts in biodiversity monitoring exercises using fern species richness in the Ecuadorian amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 12, p. 2615–2626, 2011.

PACHECO-COBOS, L. et al. Towards a traditional ecological knowledge-based monitoring scheme: a proposal for the case of edible mushrooms. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 5, p. 1253–1269, 2015.

PAPWORTH, S. K. et al. Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. **Conservation Letters**, v. 2, p. 93–100, 2009.

PARRY, L.; PERES, C. A. Evaluating the use of local ecological knowledge to monitor hunted tropical-forest wildlife over large spatial scales. **Ecology and Society**, v. 20, n. 3, p. 15, 2015.

PETER, G. Gender roles and relationships: implications for water management. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 31, n. 15–16, p. 723–730, 2006.

PIDGEON, N. F. Risk assessment, risk values and the social science programme: why we do need risk perception research. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 59, p. 5–15, 1998.

POULSEN, M. K.; LUANGLATH, K. Projects come, projects go: lessons from participatory monitoring in southern Laos. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2591–2610, 2005.

QUAYLE, J. F.; RAMSAY, L. R. Conservation status as a biodiversity trend indicator: recommendations from a decade of listing species at risk in British Columbia. **Conservation**

Biology, v. 19, n. 4, p. 1306–1311, 2005.

QUINN, C. H. et al. Local perceptions of risk to livelihood in semi-arid Tanzania. **Journal of Environmental Management**, v. 68, n. 2, p. 111–119, 2003.

RAPPORT, D. J. Evolution of indicators of ecosystem health. In: MCKENZIE D. H.; HYATT D. E.; MCDONALD, V. J. (Ed.). **Ecological Indicators**. London/New York: Elsevier Applied Science, 1992. p. 121–134.

RAPPORT, D. J.; HILDÉN, M. An evolving role for ecological indicators: from documenting ecological conditions to monitoring drivers and policy responses. **Ecological Indicators**, v. 28, p. 10–15, 2013.

RIBEIRO, D. A. et al. Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 155, n. 3, p. 1522–1533, 2014.

SANTANA-MEDINA, N. et al. Participatory generation of sustainability indicators in a natural protected area of Mexico. **Ecological Indicators**, v. 25, p. 1–9, 2013.

SANTOS, G. C. et al. *Caryocar coriaceum* (Caryocaraceae) diaspore removal and dispersal distance on the margin and in the interior of a Cerrado area in Northeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 64, n. 3, p. 1117–1127, 2016.

SARAIVA, R. A. et al. Topical anti-inflammatory effect of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 136, n. 3, p. 504–10, 2011.

SAVO, V. et al. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 5, p. 462–473, 2016.

SAYLES, J. S.; MULRENNAN, M. E. Securing a future: cree hunters' resistance and flexibility to environmental changes, Wemindji, James Bay. **Ecology and Society**, v. 15, n. 4, p. 22, 2010.

- SCHWARTZMAN, S.; MOREIRA, A.; NEPSTAD, D. Rethinking tropical forest conservation: perils in parks. **Conservation Biology**, v. 14, n. 5, p. 1351–1357, 2000.
- SHEIL, D.; LAWRENCE, A. Tropical biologists, local people and conservation: new opportunities for collaboration. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 12, p. 634–8, 2004.
- SILVA, R. R. V.; GOMES, L.; ALBUQUERQUE, U. P. Plant extractivism in light of game theory: a case study in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 11, n. 1, p. 6, 2015.
- SILVA, T. C. et al. Local representations of change and conservation of the riparian forests along the São Francisco river (Northeast Brazil). **Forest Policy and Economics**, v. 45, p. 1–12, 2014.
- SOUSA JÚNIOR, J. R.; ALBUQUERQUE, U. P.; PERONI, N. Traditional knowledge and management of *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi) in the Brazilian savanna, Northeastern Brazil. **Economic Botany**, v. 67, n. 3, p. 225–233, 2013.
- SOUSA JÚNIOR, J. R. et al. Traditional management affects the phenotypic diversity of fruits with economic and cultural importance in the Brazilian Savanna. **Agroforestry Systems**, p. 1–11, 2016.
- STOLTON, S. et al. Ecoregions with crop wild relatives are less well protected. **Biodiversity**, v. 9, n. 1–2, p. 52–55, 2008.
- STUART-HILL, G. et al. The event book system: a community-based natural resource monitoring system from Namibia. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2611–2631, 2005.
- SUTHERLAND, W. J. et al. How can local and traditional knowledge be effectively incorporated into international assessments? **Oryx**, v. 48, n. 1, p. 1–2, 2014.
- TEKA, O.; VOGT, J. Social perception of natural risks by local residents in developing countries: the example of the coastal area of Benin. **Social Science Journal**, v. 47, n. 1, p. 215–224, 2010.

TENGÖ, M. et al. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. **Ambio**, v. 43, n. 5, p. 579–91, 2014.

TOPP-JØRGENSEN, E. et al. Community-based monitoring of natural resource use and forest quality in montane forests and miombo woodlands of tanzania. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 2653–2677, 2005.

TURVEY, S. T. et al. Can local ecological knowledge be used to assess status and extinction drivers in a threatened freshwater cetacean? **Biological Conservation**, v. 157, p. 352–360, 2013.

TURVEY, S. T. et al. Is local ecological knowledge a useful conservation tool for small mammals in a caribbean multicultural landscape? **Biological Conservation**, v. 169, p. 189–197, 2014.

VAN RIJSOORT, J.; JINFENG, Z. Participatory resource monitoring as a means for promoting social change in Yunnan, China. **Biodiversity & Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2543–2573, 2005.

WEBER, E. U. What shapes perceptions of climate change? **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 1, n. 3, p. 332–342, 2010.

WEBER, E. U. Seeing is believing. **Nature Publishing Group**, v. 3, n. 4, p. 312–313, 2013.

WISEMAN, N. D.; BARDSLEY, D. K. Monitoring to learn, learning to monitor: a critical analysis of opportunities for indigenous community-based monitoring of environmental change in australian rangelands. **Geographical Research**, v. 54, n. 1, p. 52–71, 2016.

XU, J. et al. Local people's perceptions as decision support for protected area management in Wolong Biosphere Reserve, China. **Journal of Environmental Management**, v. 78, n. 4, p. 362–372, 2006.

YOCCOZ, N. G.; NICHOLS, J. D.; BOULINIER, T. Monitoring of biological diversity in space and time. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 8, p. 446–453, 2001.

CAPÍTULO 1

Conservation efforts based on local ecological knowledge: the role of social variables in identifying environmental indicators

(Aceito para publicação no periódico *Ecological Indicators*)

Conservation efforts based on local ecological knowledge: the role of social variables in identifying environmental indicators

André Sobral^{a,1}, María de los Ángeles La Torre-Cuadros^{b,c}, Rômulo Romeu Nóbrega Alves^d, Ulysses Paulino Albuquerque^a

^aLaboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE 50670-901, Brazil

^bDepartamento de Manejo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Universidad S/N, La Molina 12, Lima, Peru.

^cFacultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur, Panamericana Sur Km 19, Villa, Lima 42, Peru.

^dDepartamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB 58019-753, Brazil

Abstract

The incorporation of local ecological knowledge in monitoring processes has been one of the great challenges of conservation initiatives worldwide. Therefore, it is essential to use indicators as local evaluation tools of the conditions of a species in order to support conservation actions. Local populations observe the environment, climate change and the influence of these factors on the species they use. However, their observations and perceptions may vary depending on different social factors. We used as model two species of economic importance involved in sociobiodiversity product chains to evaluate the role of social variables in the identification of conservation indicators for this plants. The species studied were: *Caryocar coriaceum* Wittm. (locally known as pequi), and *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (locally known as janaguba). We also registered which indicators are perceived as the most important and what they are measuring. Our results show that the knowledge among collectors is homogeneous and that, generally, the social factors do not affect the knowledge on local indicators. Age and extraction time were factors that influenced the knowledge on climate indicators and population structure only for *C. coriaceum*. In the communities studied, collectors not only monitor the biological characteristics of the species, but also the environmental and climatic phenomena that are threatening the sustainability of the species. These results can help to improve our ability to manage information about natural resources, incorporating local ecological knowledge in the scientific process of evaluation and monitoring of biodiversity.

Keywords: local ecological knowledge; ethnobiology; ethnobotany; biodiversity monitoring; environmental awareness

¹ Corresponding author. Tel.: +55 83 99163 1510

E-mail addresses: sobral.a@gmail.com (A. Sobral), angeleslatorre@lamolina.edu.pe (M.A. La Torre-Cuadros), romulo_nobrega@yahoo.com.br (R.R.N. Alves), upa677@hotmail.com (U.P. Albuquerque).

1. Introduction

In the last three decades scientific evidence has shown an acute decline in biodiversity due to habitat degradation (Rapport and Hildén, 2013) and the consequent loss of essential natural resources for humanity (Butchart et al., 2010; Cardinale et al., 2012). To remedy this situation, important measures have been implemented globally, such as the creation of protected areas (García-Frapolli et al., 2009) and the employment of monitoring systems (Danielsen et al., 2000). Monitoring systems are defined as a process of systematic collection of data on the conditions of a system and the possible changes over time (Yoccoz et al., 2001), usually applied by trained professionals with the main goal to inform actions of management (Danielsen et al., 2000; Nichols and Williams, 2006).

To assist in monitoring the use of indicators is being increasingly practiced, because they are important tools for decision-making (Jørgensen et al., 2013). Generally, an indicator is a measure that provides information about the state of a resource (eg. population size of a species) (Heink and Kowarik, 2010), a phenomenon (Jørgensen et al., 2013), or evaluate if pre-set targets are being accomplished (e.g. Millennium Development Goals) (Heink and Kowarik, 2010). In the context of environmental monitoring there are environmental indicators that report on the impacts of human actions on the environment, for example, measuring the environmental quality (air and water) (Jørgensen et al., 2013). In turn, the environmental indicators are used to measure the characteristics of the structure, composition or function of ecological systems (Niemi and McDonald, 2004) evaluating, holistically, emergent properties such as resilience of ecosystems (Jørgensen et al., 2013).

The observation of species and the environment have always been part of the interrelationship of the first humans with the environment (Rapport, 1992). Studies show that local populations in different parts of the world, such as hunters (Danielsen et al., 2014b), fishermen (Alves and Nishida, 2002; Turvey et al., 2014) and plant collectors (Khan et al., 2014; Monroy-Ortiz et al., 2009) observe local indicators, such as the migratory movements

of animals (Niemi and McDonald, 2004), flowering of plants (Lantz and Turner, 2003), changes in the morphology of animals (e.g. weight and body size) (Bender et al., 2013), in the population density of plants (Khan et al., 2014) and environmental changes (Johnson et al., 2015). In addition, people observe atmospheric phenomena (Fernández-Llamazares et al., 2015b) and variations in climatic conditions and how these changes affect the distribution and interaction of species of animals and plants (Savo et al., 2016, Weber, 2010). In this study, we defined as local indicators the observations of the local populations to evaluate the status of conservation of the species and the future trends of the natural resources important for their subsistence. These continuous observations are part of the local ecological knowledge developed over the generations through the intimate contact of people with the environment (Berkes et al., 2007; Tengö et al., 2014).

In this scenario, many studies support the need to integrate the local ecological knowledge and the local indicators to improve monitoring of species and ecosystems (La Torre-Cuadros and Arnillas-Merino, 2012; Sheil and Lawrence, 2004; Sutherland et al., 2014; Tengö et al., 2014), because monitoring systems conducted only by researchers external to a location have limitations, because they are considered expensive and often are not performed systematically (Danielsen et al., 2014a, 2009). Similarly, the indicators used are developed by researchers who previously define what they consider most relevant to be monitored, which is considered a reductionist approach of the phenomena being measured (Santana-Medina et al., 2013).

Local ecological knowledge represents the knowledge based on the accumulated experience of interactions with the local environment and the observations of people who depend directly on natural resources (Brook and McLachlan, 2008; Turvey et al., 2014). Many authors have shown that knowledge and the use of natural resources, as well as people's perception of environmental changes, may vary according to some factors, such as gender, age and time of exposure to the environment in the search for resources (Albuquerque et al., 2011; Campos et al., 2015; Hanazaki et al., 2013; Martins et al., 2014; Quinn et al., 2003).

There are few studies that address how knowledge about indicators is distributed among users of natural resources and what indicators are perceived as most important for assessing the state of conservation of species. In this study, we tested the hypothesis that social factors such as age, gender and the length of experience of extractivists influence the amount of indicators they observe. Therefore, the aim of this study was to answer the following questions: (1) Do age, sex and length of experience in extractive activity influence the number of indicators observed? (2) Among the mentioned indicators, which are perceived as the most important to monitor and evaluate the state of conservation of the species?

2. Material and methods

2.1 Study area

The study was conducted at the Araripe-Apodi National Forest (Flona Araripe), located at the southern end of the state of Ceara, northeastern Brazil. The Flona Araripe is a sustainable use conservation unit with 38,262.32 hectares and is included in the Environmental Protection Area of Chapada do Araripe (Fig. 1). The climate is considered hot humid tropical according to Köppen classification, with an annual average of 1,019 mm of rainfall and average annual temperature between 24 and 26 °C (IBAMA, 2004).

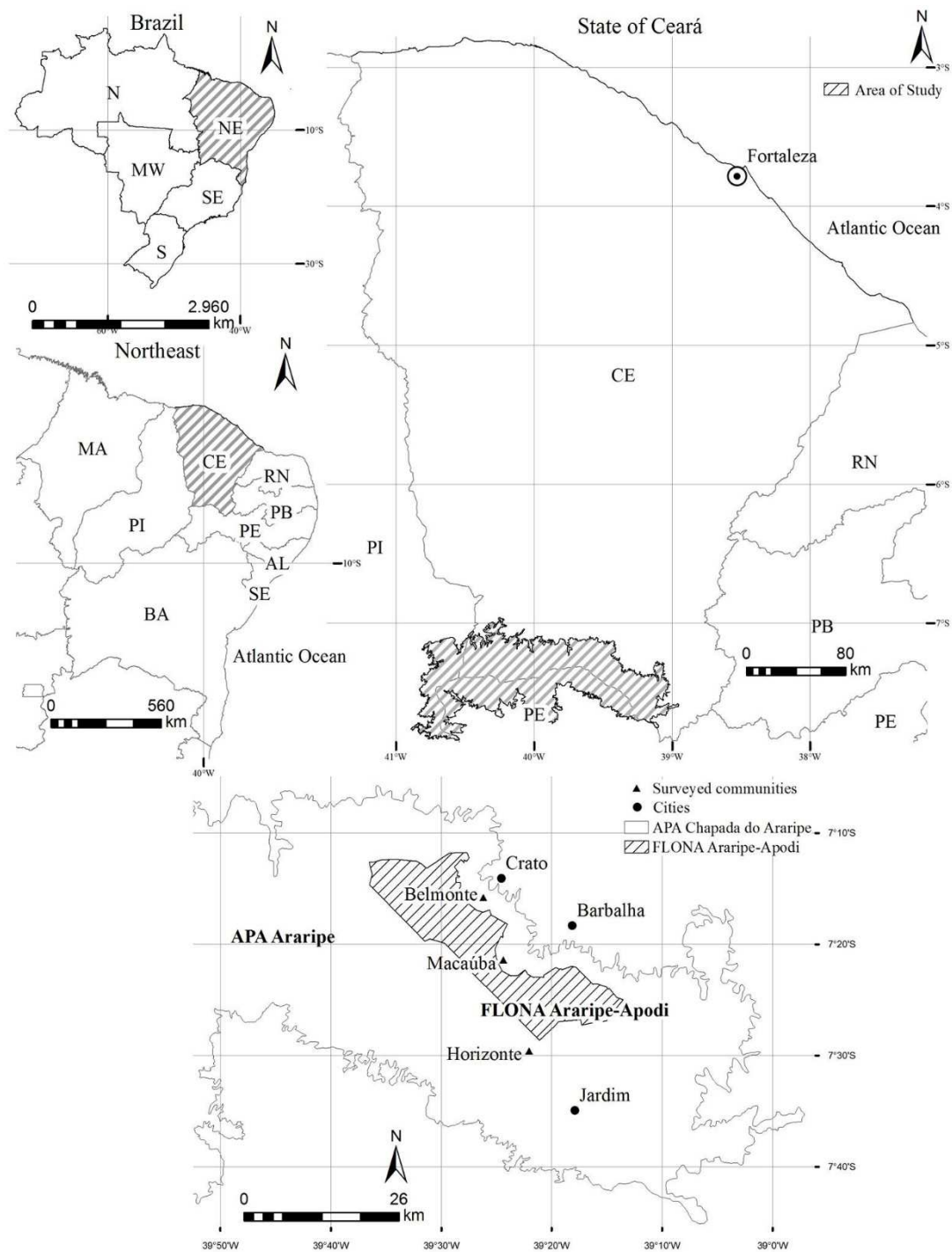


Figure 1. Location of Araripe-Apodi National Forest, including the communities Horizonte, Macaúba and Belmonte, Ceará State, Northeast Brazil.

The communities of Belmonte, Horizonte and Macaúba located around the Flona Araripe, with an average distance of 28 km from each other, were selected for this study. These communities were selected because they have a long history of extraction of various non-timber forest products (Campos et al., 2015; IBAMA, 2004; Lozano et al., 2014), essential for

the complementation of income of the populations, highlighting the collection of the fruit *Caryocar coriaceum* Wittm. (locally known and hereafter referred to as pequi), and latex obtained from *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (locally known and hereafter referred to as janaguba). These species are the main sources of income for many families living in the surroundings of Flona Araripe, which is the case of the communities included in this study (Baldauf and Santos, 2013; Silva et al., 2017, 2015).

In the Horizonte community, the collection of fruits of *C. coriaceum* is the main source of income for most families (IBAMA, 2004; Silva et al., 2017). The pulp of pequi fruits is used in the preparation of regional dishes (Sousa Júnior et al., 2013) and appreciated for its nutritional value (Sena et al., 2010); In addition, the fruits are processed to produce the pequi oil used for medicinal purposes to treat many disorders, such as skin inflammation, respiratory affections, ulcers and contusions (Saraiva et al., 2011). In the Horizonte community, most families in the communities surveyed make a living from subsistence agriculture and government subsidies, with incomes between half a minimum wage and two minimum wages (Cavalcanti et al., 2015). A study by Silva et al. (2017) showed that during the pequi harvest, between January and April, the sale of fruits and pequi oil can generate an average income between US\$ 500.00 and US\$ 3000.00, while the average annual income from subsistence agriculture is approximately US\$ 60.00. The collection of this species is not prohibited, and the increased demand in regional trade along with the low regeneration rates of pequi populations are identified as a possible cause of the decline of natural populations of pequi, suggesting that this species is threatened with local extinction (Almeida, 2014; Santos et al., 2016).

In turn, *H. drasticus* presents a different picture. This species occurs in high densities in the Flona Araripe and its collection occurs predominantly in the Macaúba and Belmonte communities (IBAMA, 2004). The latex of janaguba, know as janaguba milk, is extracted from the removal of the bark and is used in local medicine for the treatment of inflammatory

processes, ulcers, gastritis and tumors (Colares et al., 2008; Lucetti et al., 2010; Ribeiro et al., 2014). The scientific confirmation of its pharmacological properties (Mousinho et al., 2011) has led to increased sales of latex and extraction pressure, threatening the sustainability of the species (Baldauf and Santos, 2014). For this reason, the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio), the agency responsible for the management of the Flona Araripe, began to regulate the extraction of latex. The collectors need to be registered and pay a fee for the collection (Baldauf et al., 2014; Baldauf and Santos, 2013). This regulation created an informal market, so there is no updated data on the income generated by the sale of the milk of janaguba.

2.2 Collection of ethnobotanical data

Data collection began with the identification of extractivists that visit the forest daily during pequi harvest periods and that participate in the pequi harvest every year. Just as janaguba latex collectors who are authorized to collect and visit the forest weekly for latex extraction. Pequi collectors who make sporadic collections or are frequently absent from communities to work in cities, as well as janaguba collectors who do not have permission for latex extraction, were not included in the samples.

The selection of informants was performed using the technique known as snowball (see (Albuquerque et al., 2014)). The interviews were conducted at the residence of the informants, with heads of families, male or female, above 18 years of age. At the end of the interview, each informant was invited to indicate another collector, and the search for new informants ended when indicated informants began to repeat, or when they were not found after three visits in different periods. Informants who agreed to participate were asked to sign an informed consent form, according to the rules of Resolution no. 466/2012 of the Commission of Ethics in Research of the National Health Council. This study was approved by the Ethics Committee of the University of Pernambuco (UPE) (approval n°. 705,670) and by the

Authorization and Information on Biodiversity System (SISBIO/ICMBio) (approval n°. 42187-2).

The first part of the interviews aimed to collect information on age, gender and the time taken to perform the collection of pequi and janaguba to know if these variables influence the amount of indicators cited and the perception of the conservation status of the species. The second part of the interview had the objective of knowing which indicators the pequi and janaguba collectors observed to evaluate the state of conservation of these species, addressing questions about population size, reproductive success, changes in morphological characteristics, and collectors perception on the threat of local extinction of the species studied. For this, the following questions were asked: (a) Since you began collecting pequi/janaguba, do you believe finding the plant is currently easier, more difficult or no change?; (b) Since you began collecting pequi/janaguba, do you believe the production of fruits/latex currently increased, decreased or no change?; (c) When you observe pequi/janaguba plants in the forest, do you believe that its physical characteristics are changing over time?; (d) Do you think pequi/janaguba is threatened with extinction?; (e) If so, what do you think should be done to restore populations of pequi/janaguba in the forest? Each cited indicator comes from observations made by the extractivists of pequi and janaguba when they go into the forest in search of resources. After the interviews the local indicators cited were counted and grouped by sets of indicators. Table 1 presents the definitions of each set of indicators and examples of local indicators considered in each of the groups. The definitions of the indicator sets represent our scientific interpretation (*etic* perspective) of the observations and perceptions of informants (*emic* perspective) (Hunn, 2007).

Table 1

Categories used for organization of the local indicators cited by pequi and janaguba extractivists from Flona Araripe, Ceará State, Northeast Brazil.

Set of indicator	Definition of indicator sets
Management	Notes on what is and is not allowed to do in the forest, according to the Management Plan Flona Araripe (e.g. prohibition of deforestation, increased vegetation cover, amount of collected fruits)
Population structure	Observations on the conditions of the plants (e.g. age, regeneration capacity, height, level of mortality)
Climate	Weather conditions observed (e.g. duration of the rainy season, rainfall, duration of dry periods)
Environment	Observation of environmental conditions (e.g. soil conditions, relation with competing species, pollution)
Autoecology	Observations on the morphology of the resulting plants of interaction with the environment (e.g. observed changes in the appearance of the stem, leaves, flowers and fruits)
Fenology	Observation of the phenological phases of the plant (e.g. flowering periods, fruiting, leaf growth, fruit maturation)

The total sample consisted of 61 informants, 42 in Horizonte (31 men and 11 women), 16 in Macaúba and three in Belmonte (all men). Among these informants, 58 reported collecting pequi, 42 in Horizonte and 16 in Macaúba, and among pequi collectors, 11 informants stated that they also collected janaguba, one in Horizonte, seven in Macaúba and three in Belmonte (Table 2). The absence of women in the sample in Macaúba can be explained by the fact that in this community they are dedicated to extracting the babassu palm (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) (Campos et al., 2015, IBAMA, 2004). In this community, the collection of pequi and janaguba is less intense and serves only to the consumption of the families (IBAMA, 2004). Regarding janaguba collectors, our sample size was very low in the three communities. Currently the governing body of the Flona Araripe is carrying out the restructuring of the production chain of janaguba and re-registering collectors that will be part of a cooperative. Thus, currently most of the collectors in the region do not have authorization to collect latex and they are being considered illegal collectors. For this reason, many refused to give interviews or indicate potential informants.

Table 2

Social variables of the three communities in the sample, situated around the Flona Araripe, Northeast Brazil.

Characteristics	Belmonte	Horizonte	Macaúba
Total number of informants	3	42	16
Age (mean and standard deviation)	54 (14.7)	50.1 (12.5)	60.9 (12.5)
Minimum	45	31	39
Maximum	71	71	79
Age group			
30-39	-	10	2
40-49	2	14	3
50-59	-	10	3
≥ 60 years	1	8	8
Average time of extractivism (mean and standard deviation)	30 (13.2)	35.3 (14.2)	38.6 (16.5)
Minimum	15	12	10
Maximum	40	63	70

2.3 Data analysis

The indicators cited in each community were counted and organized into categories to systematize the groups of indicators that stand out as the most observed and remembered by the extractivists. Only pequi served as a model for our statistical analyzes. Because the sample size of the janaguba collectors was small, we did not perform the same statistical tests. For the data on janaguba, we performed only a descriptive analysis of local indicators. The Mann-Whitney test was used to analyze the differences in the mean number of local indicators cited between men and women, indicated for the case of small samples where the variable does not present a normal distribution. The Kruskal-Wallis test was used to test for differences in mean number of local indicators cited by age group. This test is indicated to compare three or more independent samples of the same size or unequal. For this test ages were categorized into the following age groups: 30-39 years old; 40-49 years old; 50-59 years old; and ≥ 60 years old (adapted from IBGE, 2011). Finally, we used the Spearman correlation test to determine the degree of association between two measured variables, in this case, the length of experience in the extractive activity and the number of indicators cited. For all tests used, $p < 0.05$ was considered. Statistical analyzes were performed with the software BioEstat 5.3 (Ayres et al., 2007).

Additionally, an adaptation of risk perception analysis was performed to check which local indicators cited are considered the most relevant to the extractivist (for more details see Albuquerque et al., 2014; Quinn et al., 2003) to verify which local indicators are considered to be of greater risk and therefore are more observed by the collectors. To perform this analysis we first calculated the incidence (I) and severity (S) indexes for each indicator cited. The incidence index (I) represents the proportion of informants who cited certain indicator. The values of this index range from 0 (lower frequency of citations) to 1 (higher frequency of citations). The severity index (S), in turn, is the perceived relevance of the indicator cited and is based on the order in which each indicator was cited by each informant. Finally, we calculated a total risk index ($R_i = I_j / S_j$) based on the combination of the incidence (I) and severity (S) indexes. Higher values of R_j represent a higher risk associated with each indicator (Quinn et al., 2003).

3. Results

3.1 Indicators

The pequi extractivists of the Macaúba community cited 19 indicators, while 35 indicators were cited in the Horizonte community (Table 3). The most cited indicator in the two communities was the increase in plant cover, which in the perception of extractivists is the main cause for the reduction of pequi populations and fruit production. All the mentioned indicators are based on the observations made by the extractivists when they enter the forest to collect the fruits of pequi, and thus qualitatively evaluate the state of conservation of the pequi populations and the environmental changes that have occurred in Flona Araripe since this conservation unit was inaugurated in the 1940s.

Table 3

Number and frequency of citation of the indicators cited by *Caryocar coriaceum* (pequi) collectors in the rural communities of Horizonte (HOR) and Macaúba (MAC) located in the surroundings of the Flona Araripe, Northeast Brazil.

Question	Answers	% of informants			Set of indicators	Description of indicators observed by extrativists	Total of indicators and citations number		
		Horizonte		Macaúba			HOZ = 35	MAC = 19	
		Men	Women	Men					
Do you believe finding pequi is currently easier, more difficult or no change?	More difficult	90.3	63.6	93.7	Management	Increase in vegetation cover	18	19	
						Cattle removal	19	11	
						Fire	5	3	
						Increased competition between collectors	3		
						People removal		2	
						Prohibition of deforestation	1		
						Collectors do not plant pequi stones	1		
	Easier	3.25	18.2	6.3	Population structure	High pequi mortality	15		
						Few young pequi trees	3		
						Many old pequi trees	1		
						Decreased fruit production		1	
						Environment	Dry soil	2	
							Air pollution	1	
						Climate Fenology	Decrease in rainfall	16	2
Decreased flowering	2								
No change	6.45	18.2	6.3	Autoecology	Fruits do not ripen	1			
					Leaves do not develop	1			
					Thinner trunks	1			
					Population structure	Presence of many seedlings	4	1	
					Management	More open forest	1		
					Management	Collectors plant pequi stones	1		
					Climate	Decrease in rainfall	18	2	
Do you believe the production of pequi fruits increased, decreased or no change?	Decreased	90.3	91	93.7	Management	Increase in vegetation cover	16	13	
						Cattle removal	7	7	
						Increased competition between collectors	3		
						Prohibition of deforestation	1		
						Deforestation	1		
					Population structure	Fire		1	
						Housing prohibition in the forest		1	
						High pequi mortality	8		
						Few young pequi trees	2		
						Low germination	1		

When you observe pequi plants in the forest, do you believe that its physical characteristics are changing over time?	Increased	3.25	0		Fenology	Fruits do not ripen	3	
	No change	6.45	9.0	6.3	Environment	Decreased flowering	3	
	Yes	93.5	81.8	81.2	Population structure	Dry soil	1	
					Population structure	Reduction of pollinating bees	1	
					Population structure	Plant populations increased	1	1
Do you think pequi is threatened with extinction?					Population structure	Presence of many seedlings	1	1
					Autoecology	Dry branches	13	4
					Population structure	Thinner trunks	5	5
					Population structure	Few young pequi trees	9	6
						High pequi mortality	8	
						Decreased fruit production	8	3
						Many old pequi trees	5	2
						Low germination	1	2
					Management	Increase in vegetation cover	2	
					Fenology	Leaves do not develop	9	
					Environment	Decreased flowering	4	
					Environment	Diseases	9	
					Management	Increase in vegetation cover	13	12
						Cattle removal	9	2
						Increased competition between collectors	4	
					Collectors do not plant pequi nuts	2		
					Prohibition of deforestation	1		
					Fire	1		
					Housing prohibition in the forest		1	
					Can not "zelar"		1	
					Many old pequi trees		1	
				Climate	Decrease in rainfall	9	2	
				Population structure	Few young pequi trees	4		
					High pequi mortality	5		
					Decreased in fruit production	2	1	
					Low germination		1	
				Fenologia	Decreased flowering	1		
				Autoecology	Leaf diseases	1		
				Population structure	Presence of many seedlings	13	2	
				Management	Collectors plant pequi nuts	1		
				Management	Cultivate pequi	18	2	
					"Zelar"	17	14	
					Allow cattle raising in the forest	7		
					Let pequi populations recover naturally		2	
					Avoid fires	1		
					Register collectors for extraction	1		
					Charge fee to collect	1		
					It is not possible to recover	1		
What should be done to restore populations of pequi in the forest?	No	25.8	27.3	25				

Promote beekeeping	1	
Leave pequi fruits on soil		1
Do not prohibit camps		1
Compost the soil around the pequis		1
Total of citations	353	130

3.2 Influence of social factors on the number of local indicators cited

In Horizonte community, gender did not influence the amount of local indicators cited ($Z(U) = 1.2873$, $p = 0.19$). The same result was found for the different categories of indicators (Table 3). The age of collectors also did not affect the number of indicators cited, neither for Macaúba ($H = 2.45$, $p = 0.48$) nor for Horizonte ($H = 3.13$, $p = 0.37$). Considering the indicators by categories, the results revealed that older collectors (≥ 60 years) reported more indicators of climate category ($H = 11.8$, $p = 0.01$), and younger collectors (30-39 years) cite more indicators of population structure category ($H = 12.6$; $p = 0.005$) (Table 4). The time devoted to the extraction of pequi did not influence the knowledge about local indicators in both communities. Only in Horizonte significant positive correlation between time of extractivism and indicators of climate category was found ($r_s = 0.44$, $p = 0.01$).

Table 4

Number (mean \pm standard deviation) of indicators cited and by set of indicators, according to the age and gender of pequi collectors in two rural communities located around the Flona Araripe, Northeast Brazil.

Communities	Variables	All indicators	Set of indicators				
			Management ^a	Population structure	Climate	Autoecology	Environment
Macaúba ^b	Age (years)						
	30-39 (2)*	11 \pm 5.65	9 \pm 5.65				
	40-49 (3)	8.6 \pm 0.57	6.3 \pm 0.57				
	50-59 (3)	9.3 \pm 2.51	6.3 \pm 0.57				
	≥ 60 anos (8)	7.2 \pm 1.98	5.71 \pm 2.05				
Horizonte	Gender						
	Male (31)	8.9 \pm 3.49	4.2 \pm 2.09	2.1 \pm 0.69	1.6 \pm 0.71	1.8 \pm 1.03	1.4 \pm 0.89
	Female (11)	7.2 \pm 3.09	3.4 \pm 2.13	2.5 \pm 1.51	1.4 \pm 0.89	1.9 \pm 1.35	1.2 \pm 0.44
	Age (years)						
	30-39 (10)	7.9 \pm 2.23	3.5 \pm 1.77	3 \pm 1 ^c	1 \pm 0 ^c	1.5 \pm 1.51	
	40-49 (14)	7.3 \pm 3.04	3.8 \pm 2.03	1.6 \pm 0.65 ^c	1.3 \pm 0.74	2 \pm 1.15	
	50-59 (10)	9.3 \pm 3.88	4 \pm 1.73	2.7 \pm 0.48	1.7 \pm 0.75	2 \pm 1.09	
	≥ 60 anos (8)	10.1 \pm 4.35	5.2 \pm 2.76	2 \pm 1	2.2 \pm 0.48 ^c	1.8 \pm 0.69	

^a In Macaúba it was not possible to perform statistical tests for indicators of other categories due to the low number of cited indicators.

^b Sample composed only of men.

^c Significance level of $p < 0.05$.

* Numbers in parentheses indicate the sum of the informants by age group and by sex.

3.3 Analysis of perception of most relevant indicators

The results of the analysis of perception of relevant indicators was based on the perception of the collectors on the threat with local extinction of pequi (Table 5). The informants

evaluate these changes based on their frequent observations of pequi and janaguba and the environment in which they collect these resources. The collectors use as a basis of comparison the time when they began to carry out the extractive activity to evaluate the magnitude of the changes. For most pequi collectors from Macaúba (75%) and Horizonte (73.8%), pequi is threatened with local extinction due to increased vegetation cover of other species that affect the growth of pequi plants, affects germination and recruitment of young plants. For the collectors interviewed these observations serve as indicators that the populations of pequi are not being renewed. In Macaúba, besides the increase in vegetation cover, another indicator perceived as relevant to monitor is the presence of numerous adults of pequi plants ("many old plants"). For pequi collectors from Macaúba, this indicator means that the populations of pequi are not being able to renew and are aging, compromising the sustainability of this species in the long term (Fig. 2A).

Table 5

Risk index of the indicators considered most relevant by pequi collectors in Macaúba e Horizonte communities in the Flona Araripe, Northeast Brazil. The index ranges from 0 (no incidence of risk) to 1 (most severe risk).

Indicators	Risk index
Macaúba	
Increase in vegetation cover	1
Low germination	0.5
Cattle removal	0.09
Decrease in rainfall	0.08
Can not "zelar"	0.08
Many old pequi trees	0.06
Housing prohibition in the forest	0.05
Decreased in fruit production	0.04
Horizonte	
Increase in vegetation cover	0.36
Cattle removal	0.25
Decrease in rainfall	0.19
Few young pequi trees	0.12
Increased competition between collectors	0.11
High pequi mortality	0.09
Decreased in fruit production	0.06
Collectors do not plant pequi nuts	0.04
Leaf diseases	0.03
Fire	0.02
Prohibition of deforestation	0.01
Decrease flowering	0.01

For pequi collectors in Horizonte community, the indicators considered most relevant and that pose serious problems for pequi populations are the increasing vegetation cover, excessive collection of fruits, the decrease of rainfall and the occurrence of fires. Another indicator often cited was the ban on cattle presence ("cattle removal"). Since the establishment of Flona Araripe, in 1946, people raised cattle in the forest, until the approval of the management plan for the protected area in the early 2000s, banned this practice. According to the collectors of pequi, cattle was an important fruit disperser in the forest, because they fed on pequi fruits and by doing so they helped with the settling of the pequi plants leaving the soil free of grass, cleaning the soil and facilitating germination and settling pequi seedlings (Fig. 2B).

Regarding janaguba, the results show that 54.5% of collectors stated that currently have greater difficulty finding janaguba inside the Flona Araripe and 45.4% consider that latex production has been decreasing over time. Management indicators were the ones that received the highest number of citations (45.9%) and "increased vegetation cover" was the most cited indicator (24.3%) as the main cause for the decline of janaguba plants, according to the observations of the collectors over the time of contact with this species. Population structure was the second most cited group of indicators (32.4%), emphasizing the indicator "presence of many seedlings" (16.2%). However, most of the collectors (63.6%) said that they do not observe changes in the morphology of janaguba plants over time, and 72.7% consider that the janaguba is not in threat with extinction in the region because it is possible to find many seedlings and young plants within the Flona Araripe. Despite janaguba is not considered in threat with extinction, the analysis of the most relevant indicators showed that the indicator "increase in vegetation cover" is considered the most important indicator to be observed as a potential threat to natural populations of janaguba inside the Flona Araripe.

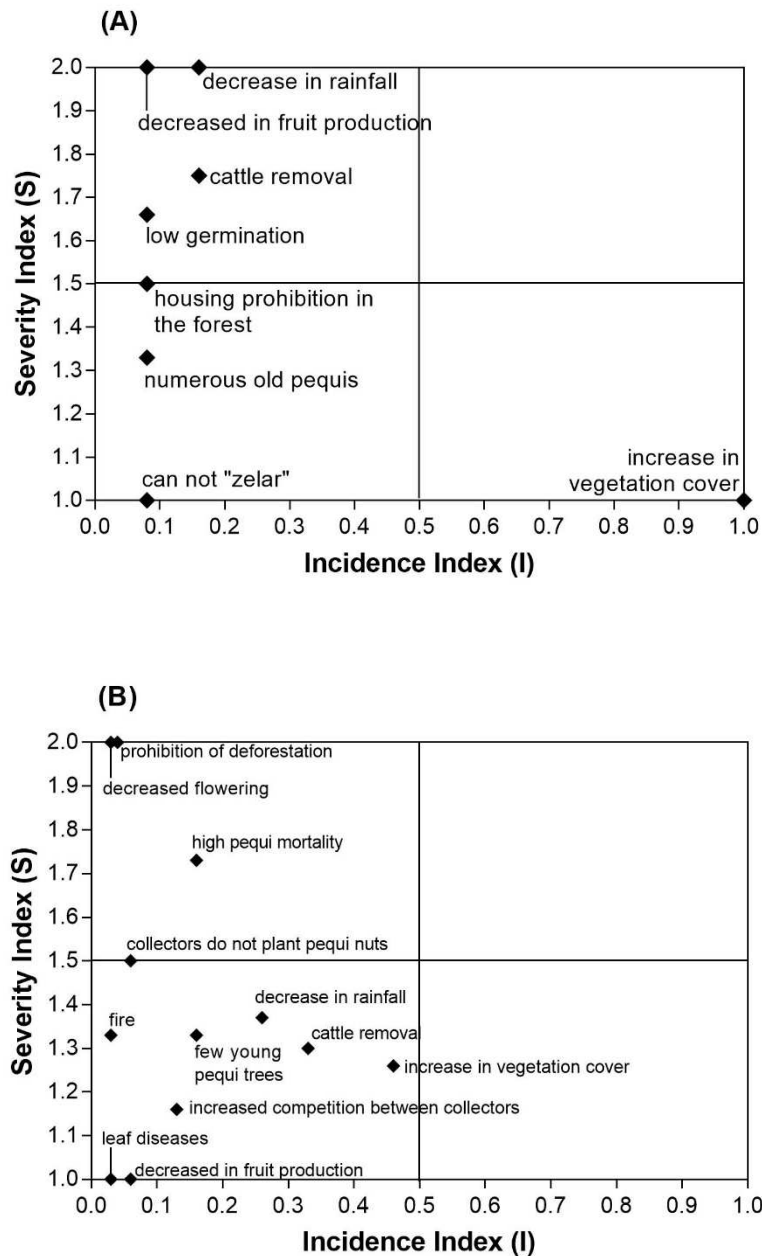


Figure 2. Perception analysis of the most relevant indicators. Local indicators cited by pequi extractivists and considered more relevant in Macaúba (A) and Horizonte (B) locations. The severity index ranges from 1 (most severe) to 2 (least severe). The incidence index varies from 0 (not mentioned) to 1 (mentioned by all informants).

4. Discussion

4.1 Influence of social factors and local indicators

In Horizonte community, there were no differences in knowledge between men and women. In general, studies have argued that differences in knowledge between men and women are explained by the different social roles that both play and by the sexual division of

labor (Camou-Guerrero et al., 2008; Nunes et al., 2016). Women are often responsible for the care of the family and eventually help in agricultural activities, while men devote themselves to agricultural activities and gathering of forest resources, which make them to spend more time in contact with the surrounding environment.

Previous works have shown that in the Horizonte community women accompany men during the pequi collection period where they set up temporary settlements to stay closer to pequi collection sites. In these cases, women are responsible for the care of the settlement and assist in the production and sale of pequi oil and fresh fruits (Cavalcanti et al., 2015). However, in our study, women who participated in the interviews in the Horizonte community go to the collection of pequi accompanying men inside the forest with the aim of increasing the amount of fruits collected and family income. Over time these entries into the forest allowed women to have the same opportunities as men to observe the environment, pequi populations and climatic variations, making men and women to use similar indicators to assess the conditions of the species (Table 3). Our results suggest that being directly involved in the management of natural resources can decrease the differences in knowledge between men and women, which is also reported in other studies (Campos et al., 2015; Oteros-Rozas et al., 2013). Thus, the involvement of women in the biodiversity monitoring process should be increasingly encouraged, since women are considered as important stakeholders in the conservation process (Gore and Kahler, 2012).

The age and time of extractivism are factors that influenced the knowledge of climate and population structure indicators (Table 3). Older collectors with more length of experience in pequi collection cited more climate indicators than younger collectors. Some studies suggest that this difference in knowledge between generations can be the result of a process of loss of intergenerational knowledge, known as baseline shifts (Fernández-Llamazares et al., 2015a; Katikiro, 2014). One explanation for these differences in knowledge between generations is the scarce knowledge shared between individuals of different ages (Fernández-Llamazares et

al., 2015a; Hanazaki et al., 2013; Papworth et al., 2009). Two conditions are essential to characterize the occurrence of baseline shifts (a) evidence of environmental changes locally perceived as relevant, (b) differences in the perception of age-related changes (Hanazaki et al., 2013).

Our data suggest the occurrence of baseline shifts between pequi collectors. The older collectors realize that the amount of rainfall is currently lower than in the past, because they had the opportunity to observe changes in rainfall patterns over the years that they were exposed to the environment to collect the fruits of pequi. They assess the current weather conditions based on rainfall levels they observed when they were younger. Conversely, the younger collectors are less able to perceive such climate indicators as the most relevant. Recent studies in the Flona Araripe show the occurrence of severe droughts in the region in recent years (Almeida, 2014; Santos et al., 2016). These droughts may probably be influencing the ability of younger collectors to assess the severity of these changes.

Another interesting result is that younger collectors (30-39 years) cited more population structure indicators (e.g. presence of numerous old plants of pequi) than the collectors of other age groups (Table 4). A possible explanation for this is that younger collectors visit more often the forest and cover longer distances in search of resources, which allows greater opportunities to observe indicators of population structure, such as the presence of older plants and the absence of young plants and germination. In addition, in this case, apparently it seems that the share of observations on the population structure of pequi among younger and older collectors is not occurring. Because many of the older collectors consider themselves retired from the pequi collection activity, and do not visit the forest with the same frequency when they started the extractivist activity, their observations on the population structure might be out of date.

The experience of time is also an important factor that affects the accumulation of knowledge among pequi collectors (Albuquerque et al., 2011; Camou-Guerrero et al., 2008).

This makes sense when we look at the results that show a positive correlation between length of extractivist activities (experience) and amount of cited climate indicators (Table 4). Our results show that collectors who develop the extractivist activity for longer periods of time accumulated knowledge from many years of observations of local climate variations that have the potential to negatively impact pequi, such as decreased rainfall. The many years of experience have given to older collectors the opportunity to better observe variations in time and accumulate knowledge about the influence of rainfall on fruit production, a problem that adversely affects the recruitment of new individuals and the renewal of the species, as well as the reduction in income measured with the sale of fruits and pequi oil production (Almeida, 2014).

These social factors may have important implications for the monitoring process for conservation. Local populations observe various environmental factors to try to predict the dynamics of a system (Ostrom, 2009), as well as pequi collectors observe variations in rainfall to predict how will the fruit production be. If the older and more experienced collectors are not sharing information on this set of specific indicators (climate) with younger, this may suggest that this group of collectors can lose the adaptive ability to perceive the effects of environmental changes of climate variations on the conservation of a species that provides important economic and cultural resources (Fernández-Llamazares et al., 2015b).

4.2 Perception analysis of indicators

The perception analysis was performed based on the perception of the collectors on the threat of pequi and janaguba with local extinction and the possible causes for this, i.e. which indicators they consider most relevant to monitor the conservation status of the species. In the collectors' perception, changes in the management rules of the Flona Araripe, such as the prohibition of deforestation and cattle raising in the forest, are the main causes for the increase in vegetation cover that has negatively affected the reproduction capacity of pequi

populations. In fact, research conducted in the Flona Araripe confirms the collectors' perception. Cattle was one of the major pequi seed dispersers and grazing helped to open clearings in the vegetation (Santos et al., 2016) favoring the recruitment of new pequi individuals, a heliophilous plant. Since cattle raising was totally banned in the Araripe Flona in the early 2000s, vegetation cover has been increasing (Silva, 2014) and data from (Almeida, 2014) indicate that pequi populations are declining due to greater presence of adult individuals and the low recruitment rates of new individuals.

These data reveal that collectors have a deep understanding of the changes that the environment in the Flona Araripe has undergone since its creation and how such changes affect useful species. Studies have shown that users of natural resources, in different parts of the world, exhibit the same behavior of observation and monitoring of different factors affecting the species of interest (Alves and Nishida, 2002; Danielsen et al., 2014b; Johnson et al., 2015; Monroy-Ortiz et al., 2009). Therefore, we consider that our findings support the suggestion of authors who recommend the inclusion of local ecological knowledge in the process of monitoring and evaluating the status of species conservation (Berkes et al., 2007; Danielsen et al., 2005), especially in developing countries that have great biodiversity and numerous endangered species.

The emphasis of the collectors in certain set of indicators, such as management and population structure can be explained in part because of the type of subsistence economy practiced in the region, as well as in other regions of the world (Pokharel and Larsen, 2007). In Horizonte community, for example, much of the income of families depends on the collection of non-timber forest resources, especially the fruits of pequi (Cavalcanti et al., 2015b). In the case of janaguba, although most extractivists consider that this species does not suffer from local extinction threat, the most cited indicator and perceived as the main factor that impairs janaguba's latex extraction is increased vegetation. Although it seems paradoxical information, since studies show that janaguba is found in large quantities in the

region (Baldauf and Santos, 2013), to observe current or future scarcity levels motivates extractivists to monitor environmental factors that can reduce the productivity of a species in order to manage the future (Ostrom, 2009). Therefore, the emphasis of the collectors in management and population structure indicators may be being shaped by the interest they have in the maintenance of these species (Johnson et al., 2015).

The importance given to indicators, such as the decrease in rainfall in the region shows that the years of experience in collecting pequi with daily visits into the forest in the harvest period, led to the accumulation of knowledge that allowed pequi collectors to make relations between climate change and potential negative impacts on the environment, species and social conditions in the communities, such as possible declines in income from the collection of the fruits of pequi. This pattern of holistic knowledge of the observations of environmental responses to climate change can be observed in different populations from different parts of the world (Savo et al., 2016). Furthermore, the observation of these local indicators allows communities to plan their subsistence activities (Fernández-Llamazares et al., 2015b).

Local indicators cited gather some characteristics considered important for the monitoring process in protected areas. According to Danielsen et al. (2000), local indicators are easy to collect, are low cost, are significant for the local population; report seasonal variations and trends of climatic conditions and the effects of anthropogenic activities, as well as being sensitive enough to anticipate changes. The information obtained from the observations of extractivists can be used as normative indicators of the conditions of the species and the environment, since they assess the state of a phenomenon (evaluative indicators of environmental conditions) and future conditions of habitats and species (prescriptive indicators) (Heink and Kowarik, 2010). Therefore, in presenting information on structure, function and composition of social-ecological systems, local indicators gather the characteristics to form a locally based monitoring process in complex contexts, such as the use of natural resources in protected areas (Dale and Beyeler, 2001).

Additionally to observing the current conditions extractivists also observe what must be done to recover species, which in their perception, are threatened. For pequi collectors, the main measure to prevent the extinction of pequi is to practice what they call "zelar" pequi, which means removing the vegetation growing around the plants of pequi (Sousa Júnior et al., 2013). According to the collectors of pequi, this practice that was used to be done before the ban of deforestation, can ensure that the plants are free of competing species and the seedlings have more access to light to support the growth of healthy plants and thus ensure a natural regeneration. This management practice was also identified by users of fruiting plants in Africa as a necessary practice to ensure regeneration (Lykke, 2000). However, this practice is not currently allowed and conflicts to the rules established by management Flona Araripe, which characterizes a conflict of interest.

Local indicators perceived as higher risk for pequi collectors cover a holistic view of the complexity of factors that can influence the sustainability of a species, such as environmental changes, changes in local weather patterns, dynamics and population structure and the impacts of human activities (e.g. management). The indicators based on local ecological knowledge are considered useful in assessing trends of the species (Turvey et al., 2013) and are easily obtained from routine observations of local populations (Johnson et al., 2015). These local indicators perceived as presenting higher risk may express the conflicts of interest between the collectors and the rules established by the governing body of Flona Araripe. Extractivist communities are formed by multiple social actors who engage in internal conflicts (Nielsen and Lund, 2012). Furthermore, interest in resources that can bring more economic benefits, for example, can shape the information that local people can provide (O'Donnell et al., 2010). On the other hand, the biological, economic and cultural value of a species can motivate the participation of local people in monitoring programs that can lead to a sustainable resource management (Singh et al., 2014).

4. Conclusion

In the communities studied, knowledge was homogeneous between extractivists of both genders, from different generations and with different years of experience. Therefore, by showing that knowledge about observed indicators is shared among community members, we suggest that women and older individuals should also be integrated into species monitoring programs.

The local indicators cited cover a variety of factors that, in the perception of collectors, influence positively or negatively the species and this information may be important to assess the conservation status of species and generate new questions and hypotheses to be tested. The interviewed collectors who live close to the Flona Araripe do not only observe the morphological characteristics of the species, but a holistic local ecological knowledge to evaluate the status of conservation and sustainability of the pequi and janaguba populations, evaluating and interpreting a set of indicators and their possible cause and effect relationships. Based on the observations accumulated during the years of collection and the sharing of this information, the extractivists can estimate if they can continue to maintain their subsistence based on the resources extracted from these species. It is important to point out that the economic and cultural importance of pequi and janaguba may have contributed to the diversity of indicators observed. In addition, conflicts between extractivists and managers of the conservation unit about how best to manage resources may have been another factor that influenced the extractivists' perception of the threat of pequi's local extinction. We believe that local ecological knowledge can be an important tool to help managers of conservation units, since the incorporation of the indicators observed by resource users can generate new questions and hypotheses to be tested, and thus improve the evaluation capacity of conservation strategies.

We believe that this study contributed to a better understanding of how users of non-timber forest products monitor and evaluate the conservation status of species in forest environments.

The indicators observed by the collectors are evaluated comprehensively, connecting the environmental and landscape changes, and the effects on the population dynamics of the species. Therefore, we believe that in similar contexts, such as conservation units in developing countries, where financial resources and trained personnel for the implementation of monitoring processes are scarce, the local ecological knowledge of extractive populations has the potential to be integrated and directly contribute with local monitoring processes. In addition, local ecological knowledge can contribute to reduce social-environmental conflicts between resource users and protected area managers, and their observations may constitute new hypotheses for future ecological studies.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge all the residents of Belmonte, Horizonte and Macaúba communities for its receptiveness and help, and all who participated in this study. The authors also acknowledge the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio) for the authorization to carry out this research (authorization No. 42187-2), the employees of Flona Araripe and the team of the Laboratory of Ecology and Evolution of Socioecological Systems (LEA) of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE) for their technical support. To the National Council for Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq) for the research productivity scholarships granted to RRNA and UPA. We thank the editor and two anonymous reviewers for their constructive comments, which helped us to improve the manuscript.

References

- Albuquerque, U.P., Soldati, G.T., Sieber, S.S., Ramos, M.A., Sá, J.C., Souza, L.C., 2011. The use of plants in the medical system of the Fulni-ô people (NE Brazil): A perspective on age and gender. *J. Ethnopharmacol.* 133, 866–873. doi:10.1016/j.jep.2010.11.021
- Albuquerque, U.P., Cunha, L.V.F.C., Lucena, R.F.P., Alves, R.R.N., 2014. Methods and

Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology. Springer, New York. doi:10.1007/978-1-4614-8636-7

- Almeida, A.L.S., 2014. Avaliação ecológica do extrativismo do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) na Floresta Nacional do Araripe, Ceará: informações para um plano de uso sustentável. Ph.D. Thesis. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.
- Alves, R.R.N., Nishida, A.K., 2002. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. *Interciencia* 27, 110–117.
- Ayres, M., Ayres Jr., M., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. BioEstat 5.3: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Pará.
- Baldauf, C., Santos, F.A.M., 2013. Ethnobotany, traditional knowledge, and diachronic changes in non-timber forest products management: a case study of *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) in the Brazilian savanna. *Econ. Bot.* 67, 110–120. doi:10.1007/s12231-013-9228-5
- Baldauf, C., Santos, F.A.M., 2014. The effect of management systems and ecosystem types on bark regeneration in *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae): recommendations for sustainable harvesting. *Environ. Monit. Assess.* 186, 349–359. doi:10.1007/s10661-013-3378-x
- Baldauf, C., Silva, A.S., Sfair, J.C., Ferreira, R., Santos, F.A.M., 2014. Harvesting increases reproductive activity in *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Apocynaceae), a non-timber forest product of the Brazilian savanna. *Biotropica* 46, 341–349. doi:10.1111/btp.12109
- Bender, M.G., Floeter, S.R., Mayer, F.P., Vila-Nova, D.A., Longo, G.O., Hanazaki, N., Carvalho-Filho, A., Ferreira, C.E.L., 2013. Biological attributes and major threats as predictors of the vulnerability of species: a case study with Brazilian reef fishes. *Oryx* 47, 259–265. doi:10.1017/S003060531100144X
- Berkes, F., Berkes, M.K., Fast, H., 2007. Collaborative integrated management in Canada's North: the role of local and traditional knowledge and community-based monitoring. *Coast. Manag.* 35, 143–162. doi:10.1080/08920750600970487
- Butchart, S.H.M., et al., 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 80 (328), 1164–1168. doi:10.1126/science.1187512
- Camou-Guerrero, A., Reyes-García, V., Martínez-Ramos, M., Casas, A., 2008. Knowledge and use value of plant species in a rarámuri community: a gender perspective for

- conservation. *Hum. Ecol.* 36, 259–272. doi:10.1007/s10745-007-9152-3
- Campos, J.L.A., Silva, T.L.L., Albuquerque, U.P., Peroni, N., Araújo, E.L., 2015. Knowledge, use, and management of the babassu palm (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) in the Araripe Region (Northeastern Brazil). *Econ. Bot.* 69, 240–250. doi:10.1007/s12231-015-9315-x
- Campos, L.Z.O., Albuquerque, U.P., Peroni, N., Araújo, E.L., 2015. Do socioeconomic characteristics explain the knowledge and use of native food plants in semiarid environments in Northeastern Brazil? *J. Arid Environ.* 115, 53–61. doi:10.1016/j.jaridenv.2015.01.002
- Cardinale, B.J., et al., 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486, 59–67. doi:10.1038/nature11148
- Cavalcanti, M.C.B.T., Ramos, M.A., Araújo, E.L., Albuquerque, U.P., 2015. Implications from the use of non-timber forest products on the consumption of wood as a fuel source in human-dominated semiarid landscapes. *Environ. Manage.* 56, 389–401. doi:10.1007/s00267-015-0510-4
- Colares, A.V., Cordeiro, L.N., Costa, J.G.M., Cardoso, A.H., Campos, A.R., 2008. Efeito gastroprotetor do látex de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Janaguba). *Inf. Prof. do Cons. Fed. Farmácia* 20, 34–36.
- Dale, V.H., Beyeler, S.C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecol. Indic.* 1, 3–10. doi:10.1016/S1470-160X(01)00003-6
- Danielsen, F., Balete, D.S., Poulsen, M.K., Enghoff, M., Nozawa, C.M., Jensen, A.E., 2000. A simple system for monitoring biodiversity in protected areas of a developing country. *Biodivers. Conserv.* 9, 1671–1705. doi:10.1023/A:1026505324342
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., 2005. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodivers. Conserv.* 14, 2507–2542. doi:10.1007/s10531-005-8375-0
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., et al., 2009. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. *Conserv. Biol.* 23, 31–42. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x
- Danielsen, F., Pirhofer-Walzl, K., Adrian, T.P., et al., 2014a. Linking public participation in scientific research to the indicators and needs of international environmental agreements. *Conserv. Lett.* 7, 12–24. doi:10.1111/conl.12024

- Danielsen, F., Topp-Jørgensen, E., Levermann, N., Løvstrøm, P., Schiøtz, M., Enghoff, M., Jakobsen, P., 2014b. Counting what counts: using local knowledge to improve Arctic resource management. *Polar Geogr.* 37, 69–91. doi:10.1080/1088937X.2014.890960
- Fernández-Llamazares, Á., Díaz-Reviriego, I., Luz, A.C., Cabeza, M., Pyhälä, A., Reyes-García, V., 2015a. Rapid ecosystem change challenges the adaptive capacity of local environmental knowledge. *Glob. Environ. Chang.* 31, 272–284. doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.02.001
- Fernández-Llamazares, Á., Méndez-López, M.E., Díaz-Reviriego, I., McBride, M.F., Pyhälä, A., Rosell-Melé, A., Reyes-García, V., 2015b. Links between media communication and local perceptions of climate change in an indigenous society. *Clim. Change* 131, 307–320. doi:10.1007/s10584-015-1381-7
- García-Frapolli, E., Ramos-Fernández, G., Galicia, E., Serrano, A., 2009. The complex reality of biodiversity conservation through natural protected area policy: three cases from the Yucatan peninsula, Mexico. *Land Use Policy* 26, 715–722. doi:10.1016/j.landusepol.2008.09.008
- Gore, M.L., Kahler, J.S., 2012. Gendered risk perceptions associated with human-wildlife conflict: implications for participatory conservation. *PLoS One* 7, 1–10. doi:10.1371/journal.pone.0032901
- Hanazaki, N., Herbst, D.F., Marques, M.S., Vandebroek, I., 2013. Evidence of the shifting baseline syndrome in ethnobotanical research. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9, 75. doi:10.1186/1746-4269-9-75
- Heink, U., Kowarik, I., 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecol. Indic.* 10, 584–593. doi:10.1016/j.ecolind.2009.09.009
- IBAMA, 2004. Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe-Apodi. Brasília.
- Johnson, N., Alessa, L., Behe, C., et al., 2015. The contributions of community-based monitoring and traditional knowledge to arctic observing networks: reflections on the state of the field. *Arctic* 68, 13. doi:10.14430/arctic4447
- Jørgensen, S.E., Burkhard, B., Müller, F., 2013. Twenty volumes of ecological indicators – An accounting short review. *Ecol. Indic.* 28, 4–9. doi:10.1016/j.ecolind.2012.12.018
- Katikiro, R.E., 2014. Perceptions on the shifting baseline among coastal fishers of Tanga, northeast Tanzania. *Ocean Coast. Manag.* 91, 23–31.

doi:10.1016/j.ocecoaman.2014.01.009

- Khan, S.M., Page, S., Ahmad, H., Harper, D., 2014. Ethno-ecological importance of plant biodiversity in mountain ecosystems with special emphasis on indicator species of a Himalayan valley in the northern Pakistan. *Ecol. Indic.* 37, 175–185. doi:10.1016/j.ecolind.2013.09.012
- La Torre-Cuadros, M.A., Arnillas-Merino, C.A., 2012. Capacitación participativa: acción estratégica para la efectividad del manejo de áreas naturales protegidas. *Rev. Parques* 11.
- Lantz, T.C., Turner, N.J., 2003. Traditional phenological knowledge of aboriginal peoples in British Columbia. *J. Ethnobiol.* 23, 263–286.
- Lozano, A., Araújo, E.L., Medeiros, M.F.T., Albuquerque, U.P., 2014. The apparency hypothesis applied to a local pharmacopoeia in the brazilian northeast. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 2. doi:10.1186/1746-4269-10-2
- Lucetti, D.L., Lucetti, E.C.P., Bandeira, M.A.M., Veras, H.N.H., Silva, A.H., Leal, L.K.A.M., Lopes, A.A., Alves, V.C.C., Silva, G.S., Brito, G.A., Viana, G.B., 2010. Anti-inflammatory effects and possible mechanism of action of lupeol acetate isolated from *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. *J. Inflamm.* 7, 60. doi:10.1186/1476-9255-7-60
- Lykke, A.M., 2000. Local perceptions of vegetation change and priorities for conservation of woody-savanna vegetation in Senegal. *J. Environ. Manage.* 59, 107–120. doi:10.1006/jema.2000.0336
- Martins, R.C., Filgueiras, T.D.S., Albuquerque, U.P., 2014. Use and diversity of palm (Arecaceae) resources in central western Brazil. *Sci. World J.* 2014, 1–14. doi:10.1155/2014/942043
- Monroy-Ortiz, C., Garcia-Moya, E., Romero-Manzanares, A., Sanchez-Quintanar, C., Luna-Cavazos, M., Uscanga-Mortera, E., Gonzalez-Romero, V., Flores-Guido, J.S., 2009. Participative generation of local indicators for conservation in Morelos, Mexico. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 16, 381–391. doi:10.1080/13504500903355322
- Mousinho, K.C., Oliveira, C.C., Ferreira, J.R.O., Carvalho, A.A., Magalhães, H.I.F., Bezerra, D.P., Alves, A.P.N.N., Costa-Lotufo, L.V., Pessoa, C., Matos, M.P.V., Ramos, M.V., Moraes, M.O., 2011. Antitumor effect of laticifer proteins of *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel – Apocynaceae. *J. Ethnopharmacol.* 137, 421–426. doi:10.1016/j.jep.2011.04.073

- Nichols, J.D., Williams, B.K., 2006. Monitoring for conservation. *Trends Ecol. Evol.* 21, 668–73. doi:10.1016/j.tree.2006.08.007
- Nielsen, M., Lund, J., 2012. Seeing white elephants? The production and communication of information in a locally-based monitoring system in Tanzania. *Conserv. Soc.* 10, 1. doi:10.4103/0972-4923.92188
- Niemi, G.J., McDonald, M.E., 2004. Application of ecological indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35, 89–111. doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.112202.130132
- Nunes, A.T., Cabral, D.L.V., Amorim, E.L.C., Santos, M.V.F. dos, Albuquerque, U.P., 2016. Plants used to feed ruminants in semi-arid Brazil: a study of nutritional composition guided by local ecological knowledge. *J. Arid Environ.* 135, 96–103. doi:10.1016/j.jaridenv.2016.08.015
- O'Donnell, K.P., Pajaro, M.G., Vincent, A.C.J., 2010. How does the accuracy of fisher knowledge affect seahorse conservation status? *Anim. Conserv.* 13, 526–533. doi:10.1111/j.1469-1795.2010.00377.x
- Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Sci. New Ser.* 325, 419–422. doi:10.1126/science.1172133
- Oteros-Rozas, E., Ontillera-Sánchez, R., Sanosa, P., Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V., González, J.A., 2013. Traditional ecological knowledge among transhumant pastoralists in Mediterranean Spain. *Ecol. Soc.* 18, art33. doi:10.5751/ES-05597-180333
- Papworth, S.K., Rist, J., Coad, L., Milner-Gulland, E.J., 2009. Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. *Conserv. Lett.* 2, 93–100. doi:10.1111/j.1755-263X.2009.00049.x
- Pokharel, R.K., Larsen, H.O., 2007. Local vs official criteria and indicators for evaluating community forest management. *Forestry* 80, 183–192. doi:10.1093/forestry/cpm005
- Quinn, C.H., Huby, M., Kiwasila, H., Lovett, J.C., 2003. Local perceptions of risk to livelihood in semi-arid Tanzania. *J. Environ. Manage.* 68, 111–119. doi:10.1016/S0301-4797(03)00013-6
- Rapport, D.J., 1992. Evolution of indicators of ecosystem health, in: McKenzie DH, Hyatt DE, McDonald V.J. (Ed.), *Ecological Indicators*. Elsevier Applied Science, London/New York, pp. 121–134.
- Rapport, D.J., Hildén, M., 2013. An evolving role for ecological indicators: from documenting ecological conditions to monitoring drivers and policy responses. *Ecol.*

Indic. 28, 10–15. doi:10.1016/j.ecolind.2012.05.015

Ribeiro, D.A., Oliveira, L.G.S., Macêdo, D.G., Menezes, I.R.A., Costa, J.G.M., Silva, M.A.P., Lacerda, S.R., Souza, M.M.A., 2014. Promising medicinal plants for bioprospection in a cerrado area of Chapada do Araripe, northeastern Brazil. *J. Ethnopharmacol.* 155, 1522–1533. doi:10.1016/j.jep.2014.07.042

Santana-Medina, N., Franco-Maass, S., Sánchez-Vera, E., Imbernon, J., Nava-Bernal, G., 2013. Participatory generation of sustainability indicators in a natural protected area of Mexico. *Ecol. Indic.* 25, 1–9. doi:10.1016/j.ecolind.2012.09.002

Santos, G.C., Schiel, N., De Lima Araújo, E., Paulino Albuquerque, U., 2016. *Caryocar coriaceum* (Caryocaraceae) diaspore removal and dispersal distance on the margin and in the interior of a Cerrado area in Northeastern Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 64, 1117–1127. doi:10.15517/rbt.v64i3.20930

Saraiva, R.A., Araruna, M.K.A., Oliveira, R.C., Menezes, K.D.P., Leite, G.O., Kerntopf, M.R., Costa, J.G.M., Rocha, J.B.T., Tomé, A.R., Campos, A.R., Menezes, I.R.A., 2011. Topical anti-inflammatory effect of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. *J. Ethnopharmacol.* 136, 504–10. doi:10.1016/j.jep.2010.07.002

Savo, V., Lepofsky, D., Benner, J.P., Kohfeld, K.E., Bailey, J., Lertzman, K., 2016. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world. *Nat. Clim. Chang.* 6, 462–473. doi:10.1038/nclimate2958

Sena, D.M., Rodrigues, F.F.G., Freire, P.T.C., de Lima, S.G., Coutinho, H.D.M., Carvajal, J.C.L., da Costa, J.G.M., 2010. Physicochemical and spectroscopical investigation of pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) pulp oil. *Grasas y Aceites* 61, 191–196. doi:10.3989/gya.105909

Sheil, D., Lawrence, A., 2004. Tropical biologists, local people and conservation: new opportunities for collaboration. *Trends Ecol. Evol.* 19, 634–8. doi:10.1016/j.tree.2004.09.019

Silva, R.R.V., Gomes, L., Albuquerque, U.P., 2015. Plant extractivism in light of game theory: a case study in Northeastern Brazil. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 11, 6. doi:10.1186/1746-4269-11-6

Silva, R.R.V., Gomes, L.J., Albuquerque, U.P., 2017. What are the socioeconomic implications of the value chain of biodiversity products? A case study in Northeastern

- Brazil. Environ. Monit. Assess. 189, 64. doi:10.1007/s10661-017-5772-2
- Silva, T.C., 2014. Evidências culturais e biológicas de uma paisagem transformada no cerrado brasileiro (*latu sensu*): um olhar através da etnoecologia de paisagem. Ph.D. Thesis. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.
- Singh, N.J., Danell, K., Edenius, L., Ericsson, G., 2014. Tackling the motivation to monitor: success and sustainability of a participatory monitoring program. Ecol. Soc. 19, 7.
- Sousa Júnior, J.R., Albuquerque, U.P., Peroni, N., 2013. Traditional knowledge and management of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) in the brazilian savanna, Northeastern Brazil. Econ. Bot. 67, 225–233. doi:10.1007/s12231-013-9241-8
- Souza, W.M., Stinghen, A.E.M., Santos, C.A.M., 2004. Antimicrobial activity of alkaloidal fraction from barks of *Himatanthus lancifolius*. Fitoterapia 75, 750–3. doi:10.1016/j.fitote.2004.09.012
- Sutherland, W.J., Gardner, T.A., Haider, L.J., Dicks, L. V., 2014. How can local and traditional knowledge be effectively incorporated into international assessments? Oryx 48, 1–2. doi:10.1017/S0030605313001543
- Tengö, M., Brondizio, E.S., Elmqvist, T., Malmer, P., Spierenburg, M., 2014. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. Ambio 43, 579–91. doi:10.1007/s13280-014-0501-3
- Turvey, S.T., Risley, C.L., Moore, J.E., Barrett, L.A., Yujiang, H., Xiujiang, Z., Kaiya, Z., Ding, W., 2013. Can local ecological knowledge be used to assess status and extinction drivers in a threatened freshwater cetacean? Biol. Conserv. 157, 352–360. doi:10.1016/j.biocon.2012.07.016
- Turvey, S.T., Fernández-Secades, C., Nuñez-Miño, J.M., Hart, T., Martinez, P., Brocca, J.L., Young, R.P., 2014. Is local ecological knowledge a useful conservation tool for small mammals in a Caribbean multicultural landscape? Biol. Conserv. 169, 189–197. doi:10.1016/j.biocon.2013.11.018
- Yoccoz, N.G., Nichols, J.D., Boulinier, T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. Trends Ecol. Evol. 16, 446–453. doi:10.1016/S0169-5347(01)02205-4

CAPÍTULO 2

**Percepção local sobre o estado de conservação de espécies úteis: uma contribuição para
o monitoramento de base local**

(Submetido ao periódico Ambio)

Percepção local sobre o estado de conservação de espécies úteis: uma contribuição para o monitoramento de base local

André Sobral^{1*}, María de los Ángeles La Torre-Cuadros^{2,3}, Rômulo Romeu Nóbrega Alves⁴, Ulysses Paulino Albuquerque^{1*}

¹Laboratório de Ecologia e Evolução dos Sistemas Socioecológicos, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Professor Moraes Rego s/n, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil.

² Departamento de Manejo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Universidad S/N, La Molina 12, Lima, Peru.

³Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Universidad s/n, La Molina, Lima 37, Peru.

⁴Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Av. das Baraúnas, 351/Campus Universitário, Bodocongó, 58109-753, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

¹Laboratório de Ecologia e Evolução dos Sistemas Socioecológicos, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Professor Moraes Rego s/n, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil.

*Corresponding authors: André Sobral, +5581991631510, e-mail: sobral.a@gmail.com; Ulysses Paulino Albuquerque, tel.: +5581996095234, e-mail: upa677@hotmail.com.

RESUMO

Comunidades extrativistas observam continuamente eventos da natureza e constroem uma percepção sobre o estado de conservação das espécies. O objetivo desse estudo foi testar a seguinte hipótese: o tempo de experiência dos coletores está relacionado com a percepção sobre o estado de conservação das espécies. Para isso foram realizadas entrevistas em duas comunidades rurais localizadas no entorno da Floresta Nacional do Araripe (Flona Araripe)

no Ceará, Nordeste, Brasil, onde predomina a coleta de *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi), espécie vegetal de importância econômica e social. Foram realizadas oficinas participativas para complementar os dados das entrevistas e compreender o histórico de mudanças ambientais percebidas pelos informantes, além da comparação das percepções dos coletores com estudos recentes realizados na região. A hipótese foi corroborada para apenas uma comunidade. Os coletores apresentaram um amplo conhecimento sobre as mudanças ambientais e o impacto dessas mudanças sobre *C. coriaceum*. As mudanças ambientais ocorridas na Flona Araripe, relatadas pelos coletores, estão de acordo com os dados registrados na literatura científica. Concluímos que conhecimento local e as percepções de extrativistas que fazem uso intensivo de espécies vegetais podem ser complementares ao conhecimento científico e incorporados em programas de monitoramento local, sobretudo em países onde as agências de conservação carecem de dados mais atualizados para avaliar o estado de conservação de espécies.

Palavras-chave: Etnobiologia, Conhecimento Ecológico Local, Monitoramento de Base Local, Percepção Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A observação de eventos da natureza e a percepção de suas possíveis causas, como as condições do tempo (Savo et al. 2016), as mudanças climáticas (Laidler 2006) e o padrão de abundância de espécies (Berkes 2007), faz parte do cotidiano de populações locais, e essa observação influencia os padrões de utilização dos recursos naturais essenciais para a sua sobrevivência (Danielsen 2000). Essas observações permitem que populações locais sejam capazes de monitorar e avaliar a qualidade dos recursos, a situação atual e as tendências de aumento ou declínio de espécies e habitats em longo prazo (Berkes et al. 2007).

O conhecimento gerado a partir das observações das populações locais pode ser resultado do acúmulo de experiências e do contato frequente entre pessoas e ambiente ao longo de

gerações (Berkes 2007; Tengö et al. 2014). Isso faz com que a incorporação das observações locais em processos de monitoramento e avaliação de espécies seja um instrumento promissor para complementar as abordagens profissionais, pois gerariam indicadores que podem melhorar a capacidade de avaliar o estado de conservação de espécies e as tendências de mudanças ambientais (Danielsen et al. 2005; Butchart et al. 2010).

O monitoramento realizado por populações locais apresenta avaliações semelhantes ao monitoramento realizado por profissionais (Nagendra e Ostrom 2011; Oldekop et al. 2011), influencia mais rapidamente as tomadas de decisões na gestão dos recursos naturais (Danielsen et al. 2010) e reduz os custos do monitoramento (Danielsen et al. 2011).

Apesar disso, a incorporação do conhecimento local nas estratégias de conservação ainda permanece pouco documentada na literatura (Johnson et al. 2015), e pouco se tem explorado a respeito da influência dos fatores, como o tempo de experiência dos usuários sobre sua capacidade de avaliar o estado de conservação das espécies. Por exemplo, idade, sexo (Albuquerque et al. 2011) e o tempo de exposição ao ambiente na busca por recursos (Martins et al. 2014) são fatores que podem influenciar as observações e percepções das pessoas locais sobre o estado de conservação dos recursos naturais. Estudos têm demonstrado que pessoas mais velhas e mais experientes (Byg e Balslev 2001; Voeks e Leony 2004; Araújo e Lopes 2012), possuem um maior conhecimento sobre recursos naturais e seus diferentes usos. Populações que possuem longo histórico de dependência de produtos florestais não madeireiros para sua subsistência acumulam amplo conhecimento sobre as mudanças ambientais e sua influência sobre as populações de espécies vegetais que utilizam (Sieber et al. 2011; Almeida et al. 2016).

O objetivo deste trabalho foi investigar se o tempo de experiência dos coletores influencia na sua percepção sobre o estado de conservação do recurso coletado. Além disso, analisamos a percepção dos coletores sobre as mudanças ambientais que podem afetar a dinâmica populacional das espécies exploradas. Considerando o cenário anterior, este estudo procurou

responder a seguinte questão: (i) maior tempo de experiência na coleta está associada a maior percepção sobre o estado de conservação das espécies?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este estudo foi conduzido na Floresta Nacional do Araripe-Apodi (Flona Araripe), uma unidade de conservação de uso sustentável com 38,262.32 hectares, localizada na Chapada do Araripe, e que abrange os municípios de Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil (IBAMA 2004; Ribeiro-Silva et al. 2012) (Fig. 1). Essa reserva foi criada em 1946 com o objetivo de conciliar o uso sustentável e a conservação dos recursos naturais. Sua vegetação é composta por diferentes fitofisionomias, como Cerrado (sensu stricto), Cerradão e floresta tropical semidecídua (IBAMA 2004). O clima na região é tropical quente úmido, com precipitação média anual de 1.090 mm concentrada entre janeiro e maio, e temperatura média anual entre 24° e 26° C (IPECE 2015).

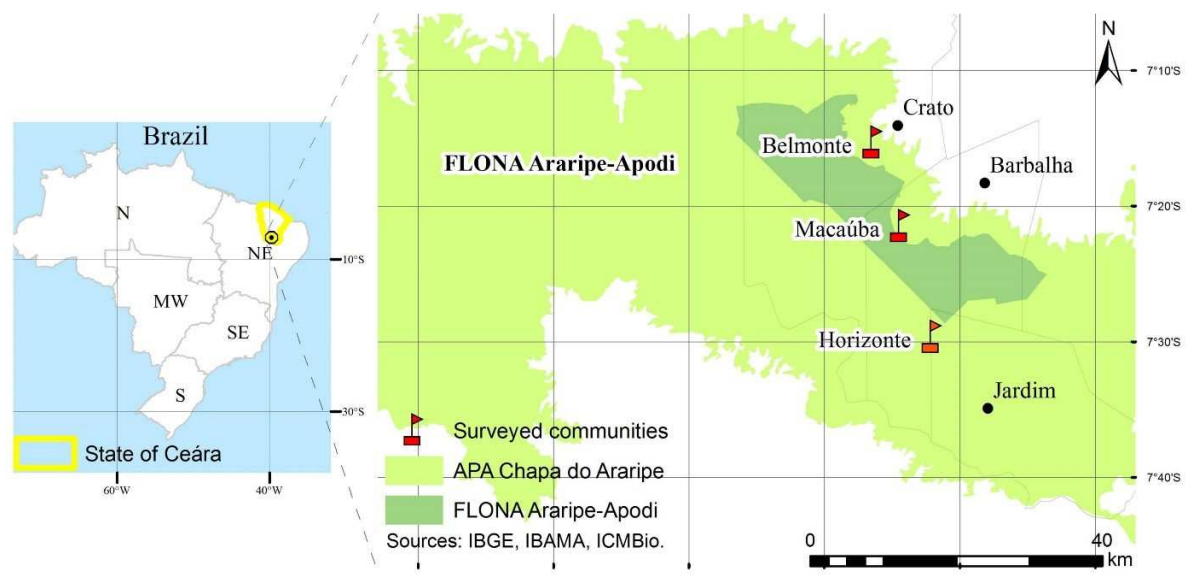


Figura 1. Localização da área do estudo, incluindo as comunidades Horizonte e Macaúba, localizadas no entorno da Flona Araripe, estado do Ceará, Nordeste do Brasil.

Para a realização desse estudo, foram selecionadas duas comunidades rurais localizadas no entorno da Flona Araripe que possuem histórico de utilização de produtos florestais não madeireiros, principalmente *C. coriaceum*. A comunidade Horizonte, no município de Jardim, fica a 10 km da Flona Araripe e possui aproximadamente 1120 habitantes (IBAMA 2004). A coleta de frutos de *C. coriaceum* é a principal fonte de renda para as famílias e estima-se que 25% dos habitantes realizam essa atividade regularmente (Silva et al. 2015; 2017), mas esse número pode ser menor porque os coletores têm migrado em busca de trabalho devido a ocorrência de severas estiagens na região nos últimos anos.

Macaúba, no município de Barbalha, possui aproximadamente 600 habitantes e está localizada a 2 km da Flona Araripe. Suas ruas são íngremes e sinuosas com casas separadas umas das outras. A principal fonte de renda é a agricultura e a coleta de produtos florestais não madeireiros, como os frutos de *C. coriaceum* (pequi) (IBAMA 2004).

2.2 Espécie utilizada no estudo

Caryocar coriaceum, popularmente conhecida como pequi, é uma espécie de porte arbóreo, pertencente à família Caryocaraceae (Araujo 1995; Oliveira et al. 2008) (Fig.2). Essa espécie tem ampla distribuição pelo Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, ao longo dos biomas Caatinga e Cerrado, principalmente em áreas de Cerrado do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. Registros históricos mostram que os frutos de pequi já eram utilizados pelos índios Cariri para fins alimentício e medicinal (Gonçalves 2008), e essa tradição foi incorporada pelos primeiros colonos que habitaram a região no final do século XIX (Gonçalves 2008; Brasileiro et al. 2010).

Atualmente, os frutos de pequi têm importante valor comercial e são consumidos *in natura* ou na forma de óleo que é utilizado na medicina popular (Saraiva et al. 2011; Sousa Júnior et al. 2013). Em Horizonte, no período da safra entre janeiro e março, a extração de pequi pode gerar um acréscimo de mais de 100% na renda média mensal das famílias (Cavalcanti et al.,

2015; Silva et al., 2017). Estudos recentes realizados na Flona Araripe mostram que as populações de pequi estão envelhecendo devido ao menor número de indivíduos nos estágios iniciais de desenvolvimento, maior proporção de indivíduos adultos e uma menor taxa de germinação (Almeida 2014; Santos et al. 2016). Portanto, consideramos que diversos fatores, como a caça predatória de dispersores, a predação de sementes e o extrativismo dos frutos, atuam em conjunto e configuram um cenário de potencial perigo de extinção local de *C. coriaceum* na Flona Araripe.



Figura 2. Imagens de *Caryocar coriaceum* (pequi) na Floresta Nacional do Araripe, Nordeste do Brasil. a) *C. coriaceum*; b) Frutos de *C. coriaceum* (Fotos: Gilney Charll Santos).

2.3 Coleta de dados etnobiológicos

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas entre novembro de 2014 e maio de 2015 com coletores de pequi que visitam diariamente a floresta no período da safra. Para selecionar os entrevistados, utilizamos a técnica “bola de neve” (Albuquerque et al., 2014), uma amostragem intencional em que cada informante entrevistado foi convidado a indicar outro potencial informante até que todos os especialistas locais fossem entrevistados.

As entrevistas foram realizadas individualmente em horário e local agendados de acordo com a disponibilidade de cada entrevistado. As entrevistas foram realizadas em duas partes. Na primeira fase foram coletados dados socioeconômicos (nome, data e local de nascimento,

estado civil, número de pessoas na residência, grau de instrução, renda familiar mensal total, renda obtida exclusivamente com a extração vegetal e tempo dedicado à atividade extrativista do pequi e/ou janaguba). Em seguida, foram coletadas as informações referentes à percepção dos informantes acerca de duas questões: 1) A ocorrência de mudanças na estrutura populacional de pequi/janaguba ao longo do tempo, e 2) A percepção dos coletores sobre o atual estado de conservação das espécies – se estão em perigo de extinção local.

Neste estudo, consideramos “perigo de extinção” a redução populacional das espécies estudadas, bem como sua capacidade de regeneração, percebida pelos entrevistados. Estabelecemos o período de 70 anos (desde a fundação da Flona Araripe) até os dias de hoje para avaliar a percepção dos coletores sobre as mudanças na estrutura populacional das espécies. A amostra total foi composta de 58 participantes. Desses, 42 pessoas em Horizonte (31 homens e 11 mulheres, com idades entre 31 e 71 anos) e 16 pessoas em Macaúba (todos homens, com idades entre 39 e 79 anos).¹

Adicionalmente, realizamos oficinas participativas (Albuquerque et al. 2014) nas comunidades Horizonte e Macaúba em maio de 2015 para refinar os dados coletados nas entrevistas (Fig. 3). Em Horizonte, participaram seis pessoas de um total de 21 informantes convidados (28,6%), incluindo três homens e três mulheres, com idades entre 35 e 69 anos.

Em Macaúba, cinco de um total de 16 informantes aceitaram participar (31,2%), todos homens, com idades entre 48 e 79 anos. Todos os participantes foram previamente entrevistados. Com base em Guest et al. (2017), consideramos que esse número de participantes nas oficinas foi suficiente para saturar os temas abordados anteriormente nas entrevistas.

¹ Todos os entrevistados que aceitaram participar da pesquisa foram convidados a assinar o termo de consentimento livre esclarecido, de acordo com as normas da Resolução N° 466 de 12 de dezembro de 2012 da Comissão de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde. Esta pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (UPE) (aprovação n°. 705.670).

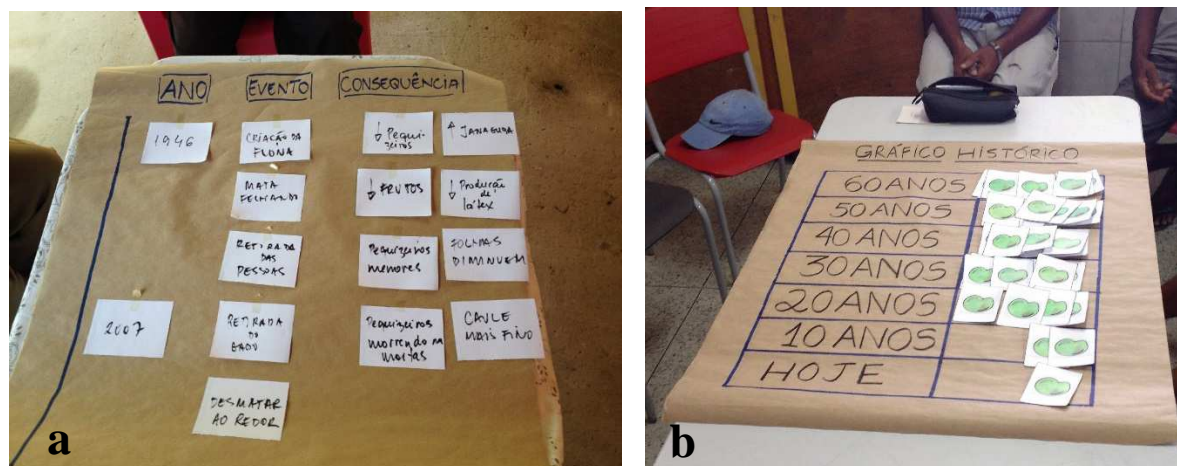


Figura 3. Oficinas participativas realizadas nas comunidades Macaúba e Horizonte, localizadas no entorno da Floresta Nacional do Araripe, Nordeste do Brasil. a) Técnica da Linha do Tempo; b) Técnica do Gráfico Histórico (Fotos: André Sobral).

Nas oficinas participativas utilizamos a abordagem da linha do tempo (Albuquerque et al. 2014), onde os participantes foram convidados a discutir os eventos que vem impactando as populações de pequi, tomando como ponto de partida a fundação da Flona Araripe (década de 1940). Para representar a linha do tempo, foi desenhada uma linha vertical em uma cartolina, e os eventos anotados em cartões individuais foram colocados em sequência por ano de ocorrência.

Utilizamos também a abordagem do gráfico histórico para representar a percepção dos informantes sobre a dinâmica das populações de pequi. Nessa abordagem os participantes foram convidados a discutir e representar a quantidade relativa de plantas de pequi e a quantidade relativa de frutos coletados ao longo do tempo através de símbolos (árvores e frutos de papel), onde cada informante poderia colocar até 10 símbolos, representando a abundância máxima percebida. Os informantes foram encorajados a discutir suas percepções sobre as possíveis causas para a expansão ou declínio dos recursos. Todas as informações foram registradas em formulário pré-elaborado.

Também realizamos consulta na literatura científica para comparar as observações e percepções dos informantes com os dados disponíveis de pesquisas recentes realizadas sobre *C. coriaceum* na Flona Araripe (Almeida 2014; Silva 2014; Santos et al. 2016).

2.4 Análise dos dados

Inicialmente todos os dados utilizados para o teste de hipótese foram submetidos ao teste de normalidade dos dados e resíduos (teste de Shapiro-Wilk). Para testar a hipótese de relação entre o tempo de experiência de coleta dos coletores e a percepção de ameaça de extinção que eles tinham nas duas comunidades, a variável tempo de experiência de cada um dos informantes foi relacionada com a variável percepção através do teste de correlação de Spearman (5% de probabilidade), devido a não normalidade dos dados. A variável percepção de ameaça de extinção foi contabilizada através da ausência “0” ou presença “1”. Também foi comparada a percepção sobre a ameaça de extinção entre as comunidades por meio do teste de Kruskal-Wallis (5% de probabilidade). Todos os testes foram realizados com auxílio do software BioEstat 5.3 (Ayres et al. 2007), considerando um nível de significância de $p < 0,05$ para todas as análises. Para a análise dos dados gerados nas oficinas participativas utilizamos estatística descritiva. Os resultados obtidos nas oficinas participativas e na análise da literatura científica sobre *C. coriaceum* na Flona Araripe, foram apresentados de forma descritiva, comparando as percepções locais com o conhecimento científico disponível.

3. RESULTADOS

Em relação a nossa hipótese de associação entre o tempo de experiência dos coletores de pequi e a percepção sobre o estado de conservação da espécie, verificamos correlação significativa em Horizonte ($r_s = 0,35$, $p = 0,019$). Os entrevistados que possuíam maior tempo de experiência tendiam a considerar o pequi em perigo de extinção local. Não foi verificada diferença significativa na percepção sobre o estado de conservação do pequi entre as comunidades de Macaúba e Horizonte ($H = 0,008$, $p = 0,928$) (Tabela 1).

Na comunidade Horizonte 90,5% dos entrevistados considera que a estrutura populacional de *C. coriaceum* vem mudando desde a criação da Flona Araripe. As mudanças mais citadas foram: o aumento de indivíduos de pequi apresentando galhos secos (30,9%), a diminuição na

quantidade de pequis no estágio jovem (21,4%), a diminuição na quantidade de frutos produzidos (19%) e o aumento na mortalidade de indivíduos de pequi (19%). Nessa comunidade, 73,8% dos entrevistados consideram que o pequi está em perigo de extinção local. A regeneração da vegetação (38,1%), a proibição da criação de gado na floresta (21,4%), e a diminuição nas chuvas (21,4%) foram as causas mais citadas.

Tabela 1 Estatística descritiva dos valores das comunidades Horizonte e Macaúba, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil.

	Horizonte		Macaúba	
	Tempo de experiência	Percepção sobre ameaça de extinção	Tempo de experiência	Percepção sobre ameaça de extinção
Média	34,7	0,7381	38,2	0,75
Erro padrão	2,0572	0,0687	3,9555	0,1118
Coefficiente de variação	38,35%	60,29%	41,36%	59,63%
Mediana	32	1	38	1
Variância	177,747	0,198	250,3333	0,2
Correlação de Spearman*	rs = 0,35 p = 0,019		rs = -0,26 p = 0,317	
Teste de Kruskal-Wallis*	H = 0,008 p = 0,928			

* Correlação de Spearman ($p < 0,05$) para testar associação entre tempo de experiência (anos) e percepção sobre o estado de conservação de *Caryocar coriaceum*. Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) para comparar a percepção nas duas comunidades.

Em Macaúba, 81,2% dos entrevistados consideraram que as principais mudanças foram: a diminuição de indivíduos de pequi no estágio jovem (37,5%), o aumento da presença de indivíduos de pequi com troncos (31,2%) e galhos mais finos (25%), e a diminuição na quantidade de frutos produzidos ao longo dos anos (18,7%). Para 75% dos coletores dessa comunidade o pequi está em perigo de extinção local, devido a regeneração da vegetação (75%), a proibição da criação de gado na floresta (12,5%) e a diminuição da quantidade de chuvas (12,5%).

As informações obtidas nas oficinas participativas (Tabela 2) mostraram que em Horizonte, os participantes afirmaram que, desde meados da década de 1990, a diminuição da quantidade de chuvas na região tem resultado no declínio das populações de pequi e da produção de frutos. Para os informantes da comunidade Macaúba a criação da Flona Araripe

promoveu a regeneração da vegetação que contribuiu para o declínio das populações de pequi a partir da década de 1940. Em ambas as comunidades os informantes consideraram que a implementação das novas regras de manejo da floresta, a partir da década de 2000, como a proibição da construção de assentamentos humanos, do desmatamento e do pastejo de gado, foram determinantes para promover a regeneração da vegetação da Flona Araripe e a consequente redução das populações de pequi.

Tabela 2 Linha do tempo dos eventos históricos percebidos pelos extrativistas de *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi), pertencentes às comunidades Macaúba e Horizonte, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, como causas de mudanças nas populações da espécie.

Ano	Evento	Consequências
Macaúba		
1950	Regeneração da vegetação	Declínio das populações de pequi
1980	Aumento da demanda por látex de janaguba	Não representado
2000	Implantação de programas de combate a incêndios	Não representado
2002	Proibição de desmatamento	Declínio das populações de pequi
2007	Proibição da criação de gado na floresta	Declínio das populações de pequi e da produção de frutos
Horizonte		
1995	Declínio da quantidade de chuvas	Declínio das populações de pequi e da produção de frutos
2000	Proibição de assentamentos humanos na floresta	Declínio da produção de frutos
2005	Proibição da criação de gado na floresta	Declínio das populações de pequi

Os resultados do gráfico histórico mostraram que as representações sobre o declínio das populações de pequi e da produção de frutos foram semelhantes nas comunidades Horizonte e Macaúba (Fig. 4). Nestas comunidades, os coletores observam que esse declínio tem sido constante desde a década de 1950, devido a associação de diversos eventos citados na linha do tempo (Tabela 2).

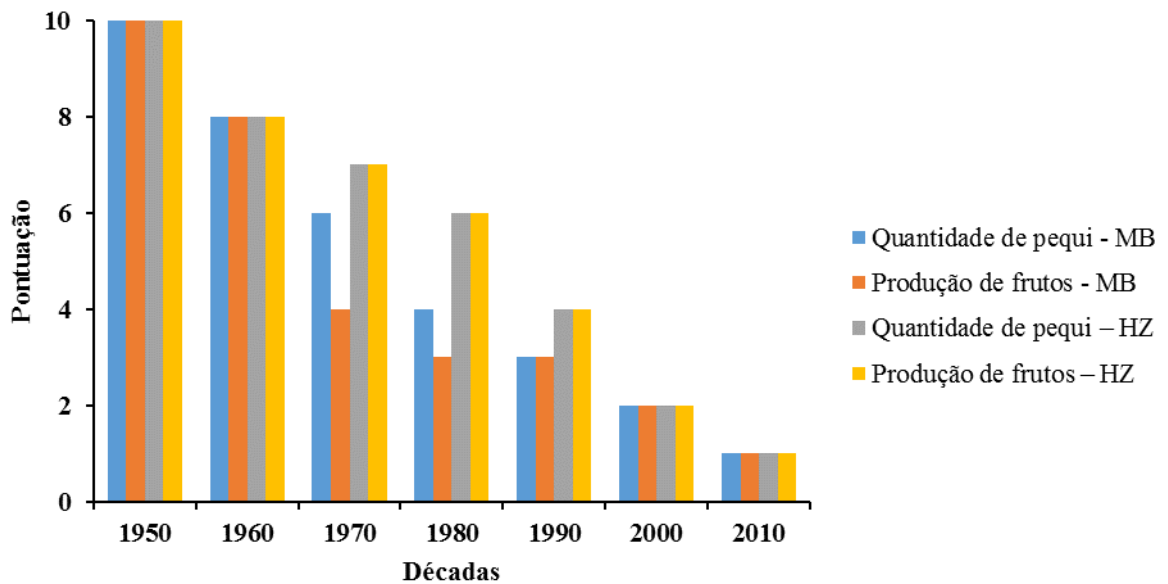


Figura 4. Percepção da abundância de indivíduos de pequi e da produção de frutos nas comunidades Macaúba (MB) e Horizonte (HZ), entre as décadas de 1950 e 2010, de acordo com as representações dos informantes, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil.

4. DISCUSSÃO

A hipótese de que a percepção dos coletores de pequi sobre o estado de conservação da espécie está relacionada com os anos de experiência na coleta só foi confirmada para a comunidade Horizonte. O fato dos coletores menos experientes não considerarem o pequi em perigo de extinção pode ser explicado pela menor frequência de coletas. Por exemplo, Almeida (2014) observou que alguns coletores de pequi não demonstram interesse de ingressar na floresta para coletar nos períodos de estiagem extrema. Estudos demonstram que pessoas menos experientes no manejo de um recurso podem não perceber as mudanças na estrutura populacional e continuar sobreexplorando, colocando em risco a sustentabilidade das espécies (Papworth et al. 2009; Bender et al. 2014).

Nossa hipótese não foi confirmada, nem para Macaúba, nem na comparação entre essas duas comunidades. Como em Macaúba as pessoas são menos dependentes da coleta do pequi para a geração de renda, e essa atende apenas ao consumo das famílias, é possível que, mesmo com a diminuição na produção de frutos, os coletores continuem frequentando a floresta para coletar. Alguns autores têm argumentado que atividades regulares, como a coleta, permitem

uma exploração contínua do ambiente (Hellier et al. 1999; Pacheco-Cobos et al. 2015), e os coletores que realizam essa atividade a mais tempo têm mais referencial de tempo e percebem, ao longo de décadas, diferentes fatores que influenciam a abundância de um recurso em determinado ambiente (Hellier et al. 1999; Danielsen et al. 2014).

Em Horizonte e Macaúba, os coletores de pequi observam diversos fatores que tem prejudicado a renovação das populações de pequi, como a diminuição na quantidade de frutos produzidos, o aumento na mortalidade de indivíduos adultos e a diminuição de indivíduos no estágio jovem. Resultados esses que foram concordantes aos observados em estudo recente que constatou o predomínio de plantas adultas e um baixo número de indivíduos nos estágios iniciais de desenvolvimento (Almeida 2014). As percepções dos coletores também concordaram com os dados científicos em relação a ocorrência da regeneração da vegetação (Silva 2014), da proibição do pastejo do gado na floresta (IBAMA 2004), e da diminuição nas chuvas (Santos et al. 2016). Isso sugere uma tendência de dificuldades de regeneração natural do pequi na Flona Araripe, podendo colocar essa espécie em perigo de extinção (Almeida 2014).

Esses resultados indicam que a percepção dos coletores está relacionada ao ambiente de uma forma geral e não está limitada ao recurso coletado. De acordo com Savo et al. (2016), comunidades orientadas para a subsistência em diferentes países, observam os efeitos secundários das mudanças ambientais sobre os recursos de interesse, como animais e plantas. Essas observações de longo prazo fornecem o conhecimento necessário para que as pessoas possam prever tendências e lidar melhor com as mudanças em nível local (Johnson et al. 2015).

Os métodos participativos empregados juntamente com a comparação de estudos realizados na Flona Araripe, permitiram uma melhor compreensão do efeito das mudanças no manejo da floresta sobre as populações de pequi. Apesar da baixa adesão dos coletores entrevistados nas oficinas participativas, consideramos que isso não prejudicou a

compreensão sobre a percepção dos coletores. Segundo Guest et al. (2017), estudos mostram que seis participantes seria um número suficiente para esgotar um tema abordado nas entrevistas, desde que mais de 50% dos informantes compartilhassem o tema abordado. Em nossas entrevistas mais de 70% dos informantes relataram a ocorrência de mudanças nas populações de pequi e janaguba.

Em Macaúba os coletores percebem que as populações de pequi começaram a declinar devido a regeneração da vegetação a partir da década de 1950, após a criação da Flona Araripe. Entretanto, ao longo de cinco décadas a criação de gado e o desmatamento continuaram sendo realizados sem controle até que foram definitivamente proibidas em 2002 (IBAMA 2004). Essas atividades provavelmente causaram a diminuição da vegetação, favorecendo o aumento da abundância de espécies heliófilas úteis, como o pequi (Santos et al. 2016). Estudo de Silva (2014) mostrou que a regeneração da vegetação foi registrada recentemente, coincidindo com a proibição definitiva do desmatamento e da criação de gado no início dos anos 2000.

Na percepção dos coletores, essa regeneração da vegetação tem diminuído a abundância de espécies úteis, incluindo o pequi. Alguns autores argumentam que a divergência entre as informações locais e os estudos científicos não indicam uma falha de ambos ou que o conhecimento ecológico local não seja confiável (Zukowski et al. 2011). Ao contrário, as informações das comunidades locais podem ser usadas para complementar os dados gerados pelas agências de conservação (Nagendra e Ostrom 2011), sobretudo em países em desenvolvimento que carecem de levantamentos sistemáticos sobre a dinâmica das espécies (Danielsen 2000).

Entre as mudanças mais significativas na percepção dos coletores está a diminuição das chuvas. Em Horizonte, os coletores consideram que as chuvas diminuíram a partir da década de 1990, causando a diminuição do sucesso reprodutivo das populações de pequi. As percepções dos coletores concordam com os dados oficiais de uma longa série histórica (40

anos) que mostram que a média de chuvas na região vem decaindo de forma constante desde a década de 1970 até os dias de hoje (FUNCEME 2017). Recentemente secas severas têm sido registradas nos últimos cinco anos (Almeida 2014; Santos et al. 2016). A observação de fatores climáticos para determinar as práticas de manejo é verificada em populações locais de diferentes partes do mundo (Savo et al. 2016), e em Horizonte não é diferente. Os coletores observam a quantidade de chuvas no semestre anterior ao período da safra para avaliar se compensa entrar na floresta para coletar poucos frutos. Se a estiagem for severa como nos últimos anos, muitos coletores migram em busca de outras fontes de renda.

Apesar das percepções dos coletores terem concordado com os dados científicos de estudos recentes realizados na região (Almeida 2014; Silva 2014; Santos et al. 2016), é importante destacar que a sobreexploração do pequi não foi citada como um fator explicador para a redução das populações de pequi. Estudo de Almeida (2014) demonstrou que o extrativismo do pequi na Flona Araripe alcançou seu potencial máximo desde a década de 1990. Para maximizar seus lucros muitos coletores retiram os frutos imaturos da planta (prática considerada ilegal pela gerência da área) (Sousa Júnior et al. 2013) e poucos frutos são deixados no solo para os dispersores naturais (Santos et al. 2016). Os coletores de pequi deram mais ênfase a fatores ambientais e climáticos para justificar a percepção de que essa espécie está em perigo de extinção. Isso sugere que é preciso ter cautela com as informações dos usuários locais de recursos, sobretudo em áreas administradas por agências de conservação onde o acesso e o manejo dos recursos se dá em condições de conflitos de interesses constantes (Nielsen e Lund 2012).

5. CONCLUSÃO

A percepção sobre o grau de ameaça de extinção local se revela de forma diferente nas duas comunidades estudadas, na qual se relaciona ao tempo de experiência na comunidade de Horizonte e não nas duas comunidades restantes. As variáveis citadas como indicadores de

mudanças na paisagem ao longo do tempo, foram praticamente iguais nas duas comunidades estudadas, sendo que mudanças na estrutura populacional de *C. coriaceum* foi o fator mais observado. Os eventos que deram início às mudanças na paisagem ao longo dos anos foram distintos em ambas as comunidades estudadas, mas de modo geral, as percepções dos coletores concordaram com os dados da literatura científica. Isso demonstra que os especialistas locais possuem uma perspectiva histórica e uma compreensão detalhada das causas das mudanças e como essas causas interagem. Como contribuição prática desse estudo argumentamos que o conhecimento local e as percepções de extrativistas, que fazem uso intensivo de espécies vegetais, podem ser complementares ao conhecimento científico e incorporados em programas de monitoramento local, sobretudo em países onde as agências de conservação carecem de dados mais atualizados para avaliar o estado de conservação de espécies, afim de tornar a gestão dos recursos naturais mais eficiente e gerar novas hipóteses a serem testadas em futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, U. P., G. T. Soldati, S. S. Sieber, M. A. Ramos, J. C. Sá, L. C. Souza. 2011. The use of plants in the medical system of the Fulni-ô people (NE Brazil): A perspective on age and gender. *Journal of Ethnopharmacology* 133: 866–873. doi:10.1016/j.jep.2010.11.021.
- Albuquerque, U. P., L. V. F. C. Cunha, R. F. P. Lucena, R. R. N. Alves. 2014. *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. Edited by U.P. Albuquerque, L.V.F.C. Cunha, R.F.P. Lucena, e R.R.N. Alves. New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-8636-7.
- Almeida, A. L. S. 2014. Avaliação ecológica do extrativismo do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) na Floresta Nacional do Araripe, Ceará: informações para um plano de uso sustentável. PhD Thesis. Recife, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- Almeida, G. M. A., M. A. Ramos, E. L. Araújo, C. Baldauf, U. P. Albuquerque. 2016. Human perceptions of landscape change: the case of a monodominant forest of *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng (Northeast Brazil). *Ambio* 45. Springer Netherlands: 458–467. doi:10.1007/s13280-015-0761-6.
- Araujo, F. D. 1995. A review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) - an economically valuable species of the central brazilian cerrados. *Economic Botany* 49: 40–48. doi:10.1007/BF02862276.
- Araújo, F. R., M. A. Lopes. 2012. Diversity of use and local knowledge of palms (Arecaceae) in eastern Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 21: 487–501. doi:10.1007/s10531-011-0195-9.
- Ayres, M., M. Ayres Jr., D. L. Ayres, A. S. Santos. 2007. *BioEstat 5.3: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Belém do Pará: Sociedade Civil Mamirauá.
- Bender, M. G., G. R. Machado, P. J. A. Silva, S. R. Floeter, C. Monteiro-Netto, O. J. Luiz, C. E. L. Ferreira. 2014. Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the southwestern Atlantic. *PLoS ONE* 9: e110332. doi:10.1371/journal.pone.0110332.
- Berkes, F. 2007. Community-based conservation in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 15188–93. doi:10.1073/pnas.0702098104.
- Berkes, F., M. K. Berkes, H. Fast. 2007. Collaborative integrated management in Canada's North: The role of local and traditional knowledge and community-based monitoring. *Coastal Management* 35: 143–162. doi:10.1080/08920750600970487.
- Brasileiro, R. S., G. C. da Silva, J. P. da S. Junior, M. G. de Araújo. 2010. Da territorialidade piquizeira as experiências agroecológicas no cariri cearense: conhecendo um pouco da dinâmica rural no sul do Ceará. In *Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos*, 1–12.
- Butchart, S. H. M., M. Walpole, B. Collen, A. van Strien, J. P. W. Scharlemann, R. E. A.

- Almond, J. E. M. Baillie, B. Bomhard, et al. 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328: 1164–1168. doi:10.1126/science.1187512.
- Byg, A., H. Balslev. 2001. Diversity and use of palms in Zahamena, eastern Madagascar. *Biodiversity and Conservation* 10: 951–970. doi:10.1023/A:1016640713643.
- Cavalcanti, M. C. B. T., M. A. Ramos, E. L. Araújo, U. P. Albuquerque. 2015. Implications from the use of non-timber forest products on the consumption of wood as a fuel source in human-dominated semiarid landscapes. *Environmental Management* 56: 389–401. doi:10.1007/s00267-015-0510-4.
- Danielsen, F. 2000. A simple system for monitoring biodiversity in protected areas of a developing country. *Biodiversity and Conservation* 9: 1671–1705. doi:10.1023/A:1026505324342.
- Danielsen, F., N. D. Burgess, A. Balmford. 2005. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodiversity and Conservation* 14: 2507–2542. doi:10.1007/s10531-005-8375-0.
- Danielsen, F., N. D. Burgess, P. M. Jensen, K. Pirhofer-Walzl. 2010. Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *Journal of Applied Ecology* 47: 1166–1168. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01874.x.
- Danielsen, F., M. Skutsch, N. D. Burgess, P. M. Jensen, H. Andrianandrasana, B. Karky, R. Lewis, J. C. Lovett, et al. 2011. At the heart of REDD+: a role for local people in monitoring forests? *Conservation Letters* 4: 158–167. doi:10.1111/j.1755-263X.2010.00159.x.
- Danielsen, F., P. M. Jensen, N. D. Burgess, et al. 2014. A multicountry assessment of tropical resource monitoring by local communities. *BioScience* 64: 236–251. doi:10.1093/biosci/biu001.
- FUNCEME. 2017. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Calendário das

- Chuvas - Estado do Ceará. Retrieved 16 March, 2017, from <http://www.hidro.ce.gov.br/regioes/regioes-media-anual>
- Gonçalves, C. U. 2008. Os piquizeiros da Chapada do Araripe. *Revista de Geografia* 25: 88–103.
- Hellier, A., A. C. Newton, S. O. Gaona. 1999. Use of indigenous knowledge for rapidly assessing trends in biodiversity: a case study from Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 8: 869–889. doi:10.1023/A:1008862005556.
- IBAMA. 2004. *Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe-Apodi*. Brasília.
- IPECE. 2015. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal. Retrieved 25 January, 2016, from <http://www.ipece.ce.gov.br/>
- Johnson, N., L. Alessa, C. Behe, et al. 2015. The contributions of community-based monitoring and traditional knowledge to arctic observing networks: reflections on the state of the field. *ARCTIC* 68: 13. doi:10.14430/arctic4447.
- Laidler, G. J. 2006. Inuit and scientific perspectives on the relationship between sea ice and climate change: the ideal complement? *Climatic Change* 78: 407–444. doi:10.1007/s10584-006-9064-z.
- Martins, R. C., T. D. S. Filgueiras, U. P. Albuquerque. 2014. Use and diversity of palm (Arecaceae) resources in central Western Brazil. *The Scientific World Journal* 2014: 1–14. doi:10.1155/2014/942043.
- Medeiros, C. H., A. M. A. Amorim. 2015. Caryocaraceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Caryocaraceae. Retrieved 23 September, 2016, from <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16719>
- Mousinho, K. C., C. C. Oliveira, J. R. O. Ferreira, A. A. Carvalho, H. I. F. Magalhães, D. P. Bezerra, A. P. N. N. Alves, L. V. Costa-Lotufo, et al. 2011. Antitumor effect of laticifer proteins of *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel – Apocynaceae. *Journal of Ethnopharmacology* 137: 421–426. doi:10.1016/j.jep.2011.04.073.

- Nagendra, H., E. Ostrom. 2011. The challenge of forest diagnostics. *Ecology and Society* 16: 20.
- Nielsen, M., J. Lund. 2012. Seeing white elephants? The production and communication of information in a locally-based monitoring system in Tanzania. *Conservation and Society* 10: 1. doi:10.4103/0972-4923.92188.
- Oldekop, J. A., A. J. Bebbington, F. Berdel, N. K. Truelove, T. Wiersberg, R. F. Preziosi. 2011. Testing the accuracy of non-experts in biodiversity monitoring exercises using fern species richness in the Ecuadorian amazon. *Biodiversity and Conservation* 20: 2615–2626. doi:10.1007/s10531-011-0094-0.
- Oliveira, M. E. B. de, N. B. Guerra, L. M. Barros, R. E. Alves. 2008. *Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi*. Embrapa. Vol. 113. Fortaleza, CE.
- Pacheco-Cobos, L., M. F. Rosetti, A. M. Esquivel, R. Hudson. 2015. Towards a traditional ecological knowledge-based monitoring scheme: a proposal for the case of edible mushrooms. *Biodiversity and Conservation* 24: 1253–1269. doi:10.1007/s10531-014-0856-6.
- Papworth, S. K., J. Rist, L. Coad, E. J. Milner-Gulland. 2009. Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. *Conservation Letters* 2: 93–100. doi:10.1111/j.1755-263X.2009.00049.x.
- Ribeiro-Silva, S., M. B. Medeiros, B. M. Gomes, E. N. C. Seixas, M. A. P. Silva. 2012. Angiosperms from the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. *Check List* 8: 744–751.
- Santos, G. C., N. Schiel, E. De Lima Araújo, U. Paulino Albuquerque. 2016. *Caryocar coriaceum* (Caryocaraceae) diaspore removal and dispersal distance on the margin and in the interior of a Cerrado area in northeastern Brazil. *Revista de Biología Tropical* 64: 1117–1127. doi:10.15517/rbt.v64i3.20930.
- Saraiva, R. A., M. K. A. Araruna, R. C. Oliveira, K. D. P. Menezes, G. O. Leite, M. R. Kerntopf, J. G. M. Costa, J. B. T. Rocha, et al. 2011. Topical anti-inflammatory effect of

- Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. *Journal of Ethnopharmacology* 136: 504–10. doi:10.1016/j.jep.2010.07.002.
- Savo, V., D. Lepofsky, J. P. Benner, K. E. Kohfeld, J. Bailey, K. Lertzman. 2016. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world. *Nature Climate Change* 6: 462–473. doi:10.1038/nclimate2958.
- Sieber, S. S., P. M. Medeiros, U. P. Albuquerque. 2011. Local perception of environmental change in a semi-arid area of northeast Brazil: a new approach for the use of participatory methods at the level of family units. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 24: 511–531. doi:10.1007/s10806-010-9277-z.
- Silva, R. R. V., L. Gomes, U. P. Albuquerque. 2015. Plant extractivism in light of game theory: a case study in northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 11: 6. doi:10.1186/1746-4269-11-6.
- Silva, R. R. V., L. J. Gomes, U. P. Albuquerque. 2017. What are the socioeconomic implications of the value chain of biodiversity products? A case study in northeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment* 189: 64. doi:10.1007/s10661-017-5772-2.
- Silva, T. C. 2014. Evidências culturais e biológicas de uma paisagem transformada no cerrado brasileiro (*latu sensu*): um olhar através da etnoecologia de paisagem. PhD Thesis. Recife, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Sousa Júnior, J. R., U. P. Albuquerque, N. Peroni. 2013. Traditional knowledge and management of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) in the Brazilian savanna, northeastern Brazil. *Economic Botany* 67: 225–233. doi:10.1007/s12231-013-9241-8.
- Sousa Júnior, J. R., R. G. Collevatti, E. M. F. Lins Neto, N. Peroni, U. P. Albuquerque. 2016. Traditional management affects the phenotypic diversity of fruits with economic and cultural importance in the Brazilian savanna. *Agroforestry Systems*: 1–11.

doi:10.1007/s10457-016-0005-1.

Tengö, M., E. S. Brondizio, T. Elmqvist, P. Malmer, M. Spierenburg. 2014. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. *Ambio* 43: 579–91. doi:10.1007/s13280-014-0501-3.

Voeks, R. A., A. Leony. 2004. Forgetting the forest: assessing medicinal plant erosion in eastern Brazil. *Economic Botany* 58: S294–S306. doi:10.1663/0013-0001(2004)58[S294:FTFAMP]2.0.CO;2.

Zukowski, S., A. Curtis, R. J. Watts. 2011. Using fisher local ecological knowledge to improve management: the Murray crayfish in Australia. *Fisheries Research* 110. Elsevier B.V.: 120–127. doi:10.1016/j.fishres.2011.03.020.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta dessa tese foi compreender quais indicadores os usuários locais de recursos naturais utilizam para avaliar o estado de conservação das espécies úteis de importante valor socioeconômico para comunidades rurais que vivem no entorno de uma unidade de conservação localizada no Nordeste do Brasil. Sendo assim, buscou-se compreender como o conhecimento sobre indicadores locais está distribuído entre os extrativistas e como essas pessoas percebem a influência das mudanças ambientais sobre as espécies que utilizam. Além disso, comparamos a percepção dos extrativistas com os dados científicos mais recentes de estudos realizados nessa região. Este estudo contribuiu com evidências para preencher lacunas nos estudos sobre o monitoramento de base local, ao mostrar que nas comunidades estudadas o conhecimento sobre indicadores utilizados para avaliar o estado de conservação das espécies pesquisadas se mostrou homogêneo entre os extrativistas.

No primeiro capítulo os resultados mostraram que o fator mais importante para o conhecimento de um maior número de indicadores é a prática contínua de extração dos recursos, o que permite que os extrativistas acumulem um longo tempo de observações das espécies de interesse, e de diferentes fatores que influenciam a dinâmica das espécies, como as condições ambientais e das variações climáticas. Ao observarem indicadores sobre a estrutura populacional das espécies, a influência das regras de manejo da unidade de conservação, e as mudanças ambientais e variações climáticas, os extrativistas demonstraram possuir um conhecimento holístico sobre diferentes fatores que podem impactar positiva ou negativamente as espécies. É importante destacar também que os indicadores citados pelos informantes se encontram alinhados com dados ecológicos acessados em estudos prévios realizados na região.

O compartilhamento das informações entre os coletores de diferentes idades, com diferentes níveis de experiência na prática de coleta, e entre homens e mulheres, sugere que o conhecimento sobre os indicadores observados está sendo compartilhado entre todos as pessoas que participam da coleta das espécies pesquisadas. Com isso, populações locais são capazes de avaliar o estado de conservação das espécies a partir de um amplo conjunto de informações. Isso demonstra que pessoas que estão envolvidas em práticas extrativistas e os indicadores provenientes de suas observações, potencialmente, são capazes de participar de programas de monitoramento. Diante do atual cenário de perda de espécies e degradação de habitats e ecossistemas, e da descontinuidade ou mesmo ausência de programas de monitoramento capazes de avaliar continuamente a situação de espécies ameaçadas, o conhecimento ecológico local deve ser valorizado e incorporado em programas de monitoramento como uma importante ferramenta para avaliar o estado de conservação das

espécies e gerarem novas perguntas e hipóteses a serem testadas. Com isso se espera contribuir para a efetividade de políticas públicas de conservação em países em desenvolvimento ricos em diversidade biológica.

No segundo capítulo observamos que as percepções dos extrativistas sobre as mudanças ambientais ocorridas na região ao longo dos anos, e os impactos dessas mudanças sobre as populações de *Caryocar coriaces* (pequi) e *Himatanthus drasticus* (janaguba), estão de acordo com o que os dados científicos recentes apresentam, entretanto, consideramos que esses resultados sejam considerados com cautela, uma vez que diversos fatores podem estar influenciando a percepção e o discurso dos extrativistas em relação ao fato das espécies estarem ameaçadas de extinção local, como por exemplo, os conflitos existentes entre o órgão gestor da Unidade de Conservação e os extrativistas. É possível que os instrumentos de coleta de dados utilizados nesse estudo não tenham sido suficientes para verificar que fatores estão moldando as percepções dos informantes.

Do ponto de vista teórico, a incorporação e análise dos indicadores observados pelos extrativistas na gestão de unidades de conservação pode contribuir para gerar novos questionamentos e hipóteses a serem testadas sobre os fenômenos observados em futuras pesquisas realizadas, tanto por cientistas quanto pelos próprios gestores e funcionários das unidades de conservação. Por outro lado, do ponto de vista prático, valorizar e incorporar o conhecimento ecológico local pode auxiliar na diminuição e resolução dos conflitos existentes entre comunidades locais e os gestores de unidades de conservação, pois seria uma oportunidade de promover o diálogo e a participação de ambas as partes interessadas, procurando conciliar os objetivos de conservação perseguidos pelos gestores, como a manutenção da cobertura vegetal e a recuperação de espécies ameaçadas, e a utilização sustentável dos recursos naturais que são essenciais para a economia e a cultura das comunidades que vivem no entorno da unidade de conservação.

É preciso destacar que uma possível limitação metodológica, que pode ter influenciado nos resultados deste estudo, foi o baixo número de pessoas incluídas na amostra de informantes em todas as comunidades pesquisadas. Ao utilizarmos a técnica “bola de neve” para seleção dos informantes, fatores de ordem pessoal, como problemas de relacionamento entre os membros da comunidade, podem ter impedido a indicação de mais pessoas para participar da pesquisa. Outra limitação foi a baixa adesão dos entrevistados que foram convidados para participar das oficinas participativas, o que provavelmente contribuiu para diminuir o poder de generalização das informantes acessadas pelos métodos participativos, devido à baixa representatividade dos extrativistas que realizam coletas frequentemente.

Como proposta de investigações futuras, recomenda-se ampliar o público alvo, e em vez de se trabalhar apenas com especialistas locais, incluir outras pessoas da comunidade para se verificar se existem diferenças de conhecimento sobre os indicadores entre os demais membros da população e verificar a percepção das pessoas quanto a estado de conservação das espécies. Com isso, seria possível estabelecer com mais acurácia, qual público alvo é o mais indicado para participar de programas de monitoramento, se apenas os indivíduos considerados como especialistas locais, ou demais membros da população.

ANEXOS

Anexo 1 – Normas para publicação no periódico *Ecological Indicators*

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article. **To find out more, please visit the Preparation section below.**

INTRODUCTION

The official language of the journal is English.

Types of paper

The following contributions will be accepted:

- Original research papers and case studies
- Review articles
- Special themes issues
- Short notes
- Viewpoint articles
- Letters to the Editor
- Book Reviews

Perspectives: Perspectives provide an opportunity for authors to present a novel, distinctive, or even personal viewpoint on any subject within the journal's scope. The article should be well grounded in evidence and adequately supported by citations but may focus on a stimulating and thought-provoking line of argument that represents a significant advance in thinking about indicator problems and solutions.

Generally, manuscripts should not exceed 7,000 words, the maximum word length being 10,000.

Authors submitting papers on the application of existing indicators or indicator systems are invited to send their articles in the form of a Short Note article. This will shorten the reviewing process and will ensure quicker publication times. Papers focusing on demonstrations, tests or minor methodological improvements on the basis of regional investigations as well as condensed articles on new topics concerning ecological indication are suitable articles to be submitted in the format of short note articles. The papers should not exceed the length of ten manuscript pages, including figures, tables and references.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/sharingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>. Use correct, continuous line numbering throughout the document.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. More information about this can be found here: <http://www.elsevier.com/authors/article-transfer-service>.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <http://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information see <http://www.elsevier.com/copyright>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf e.g. by their research funder or institution

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<http://www.elsevier.com/access>).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is USD 2500, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

PREPARATION

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process. As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or lay- out that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book

chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions. If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file.

REVISED SUBMISSIONS

Language

Authors whose native language is not English are advised to seek the help of an English-speaking colleague, if possible, before submitting their manuscripts.

Use of word processing software

Please use correct, continuous line numbering and page numbering throughout the document.

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower- case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should be not longer than 400 words. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non- standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples. Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: Illustration Service.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Data profile

This journal encourages authors to submit a Data Profile with their article. The Data Profile is a structured summary of the data that have been used for the research described in the article, including brief descriptions and hyperlinks to data sets where applicable. It is displayed with the online (HTML) article on ScienceDirect to allow readers easy access to underlying data sets. With the Data Profile, Elsevier supports authors to make their publications more transparent, reproducible, and of greater utility for their readers. For more information, please visit <http://www.elsevier.com/dataprofile>.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at

their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Nomenclature

Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUPAC: Nomenclature of Organic Chemistry: <http://www.iupac.org/> for further information.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

- EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.
- TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.
- TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.
- TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications that can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have a standard template available in key reference management packages. This covers packages using the Citation Style Language, such as Mendeley (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and also others like EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to word processing packages which are available from the above sites, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style as described in this Guide. The process of including templates in these packages is constantly ongoing. If the journal you are looking for does not have a template available yet, please see the list of sample references and citations provided in this Guide to help you format these according to the journal style.

If you manage your research with Mendeley Desktop, you can easily install the reference style for this journal by clicking the link below: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/ecological-indicators>. When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice. For more information about the Citation Style Language, visit <http://citationstyles.org>.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;

3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically. Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book: Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book: Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

Supplementary material

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more.

Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving readers access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

Google Maps and KML files

KML (Keyhole Markup Language) files (optional): You can enrich your online articles by providing KML or KMZ files which will be visualized using Google maps. The KML or KMZ files can be uploaded in our online submission system. KML is an XML schema for expressing geographic annotation and visualization within Internet-based Earth browsers. Elsevier will generate Google Maps from the submitted KML files and include these in the article when published online. Submitted KML files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. For more information see <http://www.elsevier.com/googlemaps>.

Interactive plots

This journal encourages you to include data and quantitative results as interactive plots with your publication. To make use of this feature, please include your data as a CSV (comma-separated values) file when you submit your manuscript. Please refer to <http://www.elsevier.com/interactiveplots> for further details and formatting instructions.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded, and contain:

Keywords

- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.

- For reproduction in black-and-white, please supply black-and-white versions of the figures for printing purposes.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors. If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).

AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at <http://www.elsevier.com/track-submission>. You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

Anexo 2 – Normas para publicação no periódico Ambio

Ambio – A Journal of the Human Environment

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

For more than 45 years Ambio has brought international perspective to important developments in environmental research, policy and related activities for an international readership of specialists, generalists, students, decision-makers and interested laymen.

Ambio:

- explores the link between anthropogenic activities and the environment, or vice versa;
- addresses the scientific, social, economic, and cultural factors that influence the condition of the human environment;
- encourages multi- or interdisciplinary submissions with explicit management or policy recommendations.

Each new submission is first assessed by the editor-in-chief and then by one of our associate editors with experience in the research area. We will reject a manuscript without review if:

- it does not fulfil the journal scope (e.g. lacking a clear link between anthropogenic activities and the environment);
- it is unlikely to be of interest to a broad international readership because of too narrow scope or if it does not provide novel insights into the subject area;
- there are substantial flaws with the methodology;
- is poorly presented and unclear;

Ambio does publish case studies when the authors have convincingly argued that the general implications of the work transcend that of the studied area. The abstract should conclude with one or two "significance sentences" to allow readers from different backgrounds to understand why your paper is important.

Normally, a decision to reject without review is taken within 7 days. Up to 50% of papers submitted to Ambio are rejected without review. This reduces the burden on the refereeing community and enables authors to submit, without delay, to another journal. For manuscripts that pass this initial assessment, the associate editor assigns at least two external peer reviewers. A first decision after review is normally taken less than 60 days from submission.

If you are uncertain whether your manuscript is suitable for publication in Ambio, please send an e-mail with the abstract to the editor-in-chief at bo.soderstrom@kva.se

Article categories

Papers published in Ambio fall into four main categories. Regardless of article category, your submission will be subjected to double-blind peer-review by two (or more) researchers with expert knowledge in the field. If you any questions regarding article categories, please contact the editor-in-chief bo.soderstrom@kva.se

Type of paper	Word limit including references but excluding figures and tables	Max no. of references	Max no. of figures	Max no. of tables
Report	6000	50	6	4
Perspective	6000	50	6	4
Review	9000	90	8	4
Comment	1000	10	1	1

Report

An original piece of work (original paper) devoted to new findings and results of topical environmental research. The subject should be clearly introduced with non-specialists in mind. A Report should be organized as follows: Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgments, References and Author biographies.

Perspective

Provides a forum for authors to discuss topical environmental issues, ideas or models. The article should relate to published research and relevant theoretical/analytical frameworks. Methodology should be described briefly if analyses have been undertaken. Since a Perspective is intended to evoke new ideas and stimulate debate, empirical sections may be less developed than in a Report, and the Discussion section may be more speculative. The language needs to be objective and balanced. Papers that aim at bridging the gap between research and its implementation are particularly welcome. Perspective articles are peer reviewed, and special guidelines for reviewers are given to emphasize that the manuscript is intended to evoke new ideas and stimulate debate.

Review

Focuses on one topical aspect of a research field rather than providing a comprehensive literature survey. It should not be focused on the authors' own work. A Review can be controversial but, if that is the case, opposing viewpoints should briefly be given. A Review should be narrative, language simple and directed towards a non-specialist readership. All Reviews should, in addition to the main text, include Abstract, Keywords and Author biography.

Comment

Reflections on recently published papers in *Ambio* may be submitted as Comments. Abstract, Keywords or Author biography are not included. Authors of the original article will be invited to submit a response to your Comment.

Preparation of the manuscript

Editors and reviewers should be focusing on the quality of science and not the format. To make the submission process easier, we invite you to submit your manuscript as a single file including all key sections in the different article categories, but without any particular format requirements. However, we do request that you submit the title page, acknowledgments, and author biographies separately so that we can ensure that your manuscript is anonymized to allow double-blind peer review. You should also provide a cover letter and format the manuscript to contain continuous line numbers.

Only when your manuscript is at the revision stage will you be requested to format according to *Ambio*'s style. This way you will not have to spend valuable research time formatting (or re-formatting) your manuscript prior to first submission. Naturally, you are welcome to format already the first submission according to the below guidelines.

Cover letter

Submission of a manuscript must be accompanied by a cover letter that includes a short paragraph that describes the main findings of your submission, and its significance to the field of research on the human environment. Please do not copy and paste from the abstract. The cover letter should also include the category of the paper.

Language

Please write your text in either American or British English, both are accepted as long as it is used consistently throughout the manuscript.

Manuscript

Use double-spacing throughout the text. The article should be submitted as Word, PDF, RTF, or TXT file for text. All manuscript files should be formatted to contain line numbers. The manuscript should include:

- a) Title page
- b) Acknowledgments
- c) Author Biographies
- d) Abstract
- e) Keywords
- f) Main text of article
- g) References
- h) Figures or other illustrations, Tables.

The title page, acknowledgments and author biographies must be submitted as a separate document in Editorial Manager. This will not be sent to reviewers to allow the review process to be double-blind.

a) Title Page

In addition to manuscript title and word count, the title page must contain the full names, positions and institutional mailing addresses of all authors as well as telephone number and e-mail address of the corresponding author.

b) Acknowledgments

Keep them brief.

c) Author Biographies

Author biographies should be included for Reports, Reviews and Perspectives. Example: [Name of Author] is a [Professor/Associate Professor, doctoral candidate, etc.] at the [name of University/Institute]. His/her research interests include [example: political ecology and political economy of aquaculture development]. Address: [full current postal address]. e-mail: [current e-mail address].

d) Abstract

A short abstract, consisting of not more than 150 words, should indicate the scope, methods used, main results and one or two concluding "significance sentences" to allow readers from many fields of science to understand why your paper is important. Abstracts of a Review or a Perspective should indicate the scope and the main points of the article. A Comment does not have an abstract.

e) Keywords

Provide 4 to 6 keywords or keyword phrases. Present them in alphabetical order.

f) Main text of article

Articles in the category 'Report' should contain the following sections: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, References. A more free format is allowed for articles in the categories 'Review' and 'Perspective', but Introduction, Discussion and References are mandatory to include. It is not mandatory with separate sections for 'Comment' articles.

Reporting of data: When experiments have been performed, or in other situations where applicable, mean effect size, sample size and some measure of variability (e.g., standard deviation, standard error, coefficient of variation) must be explicitly given.

Numerals and units of measure: Use thousand million instead of billion or use 10⁹. Run together numbers with up to four digits (i.e. 1000 and not 1,000 or 1 000). Numbers with more than four digits should be given as, for example, 10 000 or 100 000 (and not 10,000 or 100,000). Use the decimal point: e.g., 1.25. Metric and Celsius units must be used. Use the expression: km hr⁻¹ not km/hr or km per h, g L⁻¹ not gm per liter. Convert currencies to appropriate USD exchange rates. Specialized technical or scientific terms, abbreviations and acronyms should be explained the first time they are used.

Number conventions: Do not use excessive numbers of digits when writing a decimal number to represent the mean of a set of measurements. The level of significance should be given with a maximum of three figures (e.g., $p < 0.001$). Do not use three figures for non-significant tests (e.g., show $p > 0.7$ and not $p > 0.700$). Be consistent in the use of number of digits when writing a decimal number and how to show significance levels throughout the manuscript.

Species names: At first mention in the text, common species names must be followed by an italicized scientific name within parentheses, for example, bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). Do not capitalize common names of animal or plant species. Scientific (Latin) names are italicized for genus and species, but not for classes, orders and families. Varieties may also be italicized.

g) References

In the main article: You are requested to use the author/year format of referencing in the text. If there are three or more authors use the name of the first author followed by "et al.". Add a, b, c etc. to distinguish between two or more references with the same author name and year.

Always list a string of references in chronological order, e.g. (Black 1985; Smith and Baker 1995a, b; Carruthers et al. 1999). Use ";" to separate references.

Personal communications (Carruthers, pers. comm.), submitted manuscript and other unpublished data (Carruthers, unpubl.) should be referred to in the running text and not given as notes or in the reference list. Avoid references to grey literature, to non-scientific publications and to publications that are not immediately accessible to the reader.

Reference lists: For references starting with the same surname and initials, firstly list single-author works in chronological order, secondly list two-author works in alphabetical order of the second author, and thirdly list multi-author works arranged only chronologically.

All authors' names up to 8 should be given. The abbreviation et al. should be used for papers with more than 8 authors, and following the first 8 names. Names of journals should be written in full. Please provide first and last pages for excerpts from journals, books, etc. In references to books, bulletins and reports, give number of pages, the city and the publisher. If a paper is written in a foreign language, give the title in English and indicate at the end of the reference the language in which the paper is written as follows: (In Swedish). If the paper has an English summary add (English summary).

Journal articles

Aarset, B., S. Beckman, E. Bigne, M. Beveridge, T. Bjorndal, J. Bunting, P. McDonagh, C. Mariojouis, et al. 2004. European consumers' understanding and perceptions of the "organic" food regime. The case of aquaculture. *British Food Journal* 106: 93–105.

Asmala, E., and L. Saikku. 2010. Closing a loop: Substance flow analysis of nitrogen and phosphorus in the rainbow trout production and domestic consumption system in Finland. *Ambio* 39: 126–135. doi: 10.1007/s13280-010-0024-5

Marion, J.L., and S.E. Reid. 2007. Minimising visitor impacts to protected areas: The efficacy of low impact education programmes. *Journal of Sustainable Tourism* 15: 5–27.

Reports

Bertills, U., J. Fölster, and H. Lager. 2007. Natural acidification only—report on in-depth evaluation of the environmental quality objective work. Swedish Environmental Protection Agency, Report 5766, Stockholm, Sweden (in Swedish, English summary).

Books

Connell, J.J., and R. Hardy. 1982. Trends in fish utilisation. Oxford: Fishing News Books.

Book chapters

Gren, I.-M. 2000. Cost-effective nutrient reductions to the Baltic Sea. In *Managing a Sea*, ed. I.-M. Gren, K. Turner, and F. Wulff, 152–158. London: Earthscan.

Theses

Growcock, A.J. 2005. Impacts of Camping and Trampling on Australian Alpine and Subalpine Vegetation. PhD Thesis. Gold Coast, Australia: Griffith University.

Web material

Molau, U., and P. Mølgaard. 1996. International Tundra Experiment (ITEX). Retrieved 1 November, 2010, from <http://ibis.geog.ubc.ca/itex/library/>

h) Figures or other illustrations, Tables

Figures should be submitted on separate pages and numbered consecutively. Figure legends should be fully explanatory. Please illustrate your article with high-quality colour photographs as these are often very informative (and free of charge to authors). Photos and figures should be of high quality (a minimum resolution of 400 dpi in one of the formats TIFF, JPG, PPT for photos and vector EPS [Encapsulated PostScript]) for figures containing both text and line drawings. Copyright permission must be obtained for material copied from other publications. Figures should be prepared in a form that allows for reduction in size. Be sure to explain all abbreviations used. Whenever possible the information in a table should instead be presented in a figure. Please consult a recent issue of *Ambio* when preparing your manuscript. Free access articles can be downloaded at: www.springer.com/environment/journal/13280

Electronic Supplementary Material

Ambio encourages the use of Electronic Supplementary Material (ESM). A hyperlink from the online PDF will redirect the reader directly to the online material. The ESM offers authors the opportunity to publish material that forms the basis for an article. The ESM is therefore directly relevant to the article, however, the paper must be able to stand alone without it. Examples of typical supplementary materials include questionnaires, specifications of methodology, background data sets, multimedia files, and additional illustrations. ESM

should not include any preliminary data or analyses. The ESM will be made available to reviewers, but they are not requested to peer review it. In the main article and in the ESM, all Supplementary material should be denoted by a "S" preceding the number (Table S1, Fig. S1, Appendix S1 etc.). Do not cross-reference between article and Electronic Supplementary Material; instead include a separate list of references in ESM.

Please remember to:

- include a title page to the ESM according to the example below;
- to submit all ESM in one document;
- to convert text documents to PDF (no other formats allowed); - Springer will not copy-edit ESM.

Ambio

Electronic Supplementary Material

This supplementary material has not been peer reviewed.

Title: **The Anthropocene: From global change to planetary stewardship**

Authors: Will Steffen, Åsa Persson, Lisa Deutsch, Jan Zalasiewicz, Mark Williams, Katherine Richardson, Carole Crumley, Paul Crutzen, Carl Folke, Line Gordon, Mario Molina, Veerabhadran Ramanathan, Johan Rockström, Marten Scheffer, Hans Joachim Schellnhuber, Uno Svedin.

Online submission

You can only submit your manuscript online using this link: www.editorialmanager.com/ambi/. All correspondence, including notification of the editor-in-chief's decisions and requests for revision, takes place by e-mail.

Under the heading "Additional Information", authors need to answer "yes" to a number of statements regarding the manuscript. This is required information to be able to proceed with the online submission.

When your manuscript is at the revision stage all co-authors will be asked for verification: "Could you please verify that you are affiliated with this submission?". Please respond to this e-mail as soon as possible to avoid unnecessary delay in the review process of your revised manuscript. All manuscripts submitted to Ambio are accepted for consideration with the understanding that they have not been published elsewhere and are not under consideration by any other journal. Ambio is a member of the Committee on Publication Ethics (COPE), see <http://publicationethics.org/>

Peer review

The author(s) should suggest three to five potential reviewers who are qualified to judge the manuscript objectively, providing full names, institutions, and current e-mail addresses. Please ensure that reviewers represent broad international coverage. There should be no conflicting interests between authors and potential reviewers, which could interfere with reviewer objectivity (e.g., collaborating/co-authoring a paper within the past five years; author's advisor or student within the past five years; working at the same place as the authors; professional/private/business relationship with the authors). Please note that Ambio employs a double-blind peer review process (both authors and reviewers are anonymous).

Invitations to revise the manuscript

When you are invited to revise your manuscript, you will normally have 60 days (for 'major revision') or 30 days (for 'minor revision') to submit a revised manuscript. Carefully consider all comments of the associate editor and reviewers in a "response to reviewers" letter. In this letter you should write, for each comment, whether changes to the manuscript have been made as a result of that comment; if this is the case add page and line numbers to your response, and if this is not the case then explain the reason. To make the work of editors and reviewers easier you should also clearly show in the revised manuscript where (major) changes have been made; either by marking the revised text in yellow or submitting two files: one with all track changes accepted and one with the track changes function still activated.

Accepted papers

Upon acceptance of your article you will receive an e-mail from Springer with the title: "Your article in *Ambio*: Information Required" with a link to the website "Welcome MyPublication". Please check your spam folder if this e-mail does not come within a few days. There you will have the option to order Open Access (Open Choice) of your accepted article, paper offprints (you will receive a free electronic PDF-offprint), and a poster of the issue cover in which your article appears. Once this information has been given, your article will be processed and you will receive a first proof of your article, normally within two to three weeks.

No charges

Publication of color illustrations is free of charge in the print and online version of *Ambio*, and there are no page charges.

Proof Reading

The purpose of the proof is to check for copy-editing, typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the editor-in-chief. After online publication (Online First), no further changes can be made.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the doi (digital object identifier). After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

Special Issues

Ambio regularly publishes special issues on topical research themes. These are published as supplements in addition to the eight regular issues published each year. Articles published in special issues are widely appreciated by our readership and belong to our most highly cited papers. To make articles in special issues even more visible to the scientific community, open access is mandatory. Each article in special issues will be published fully open access (Creative Commons License 4.0) against the standard Springer Open Choice fee per article (currently €2200 excl. VAT).

When to submit proposals

We strongly encourage research groups to submit thematic proposals for future special issues in *Ambio*. Proposals are welcome at any time, but twice a year – 1 April and 1 October – the editors will evaluate all proposals based on scientific soundness and interest to our readership.

Requirements of the proposal

Your proposal should contain a general introduction to the subject, a clear rationale, clearly stated research questions or specific objectives, a description of implementation, and specific outcomes/benefits to the readership and potential spin-offs. A tentative list of article titles including lead authors is a requirement; it is even better if abstracts are available.

Furthermore you should give the names and affiliations of all project group members as well as state the name(s) of potential guest editor(s). An independent guest editor nominated by the project group coordinates the peer-review process. The guest editor should be independent from all authors and project group members, and must be approved by the editor-in-chief, who makes all final publication decisions. A time table should be included as well as information on when you would want the special issue to be published. Please plan 12–18 months ahead due to the intense competition for publication space. Proposals will be peer reviewed by all associate editors, and you will receive feedback. Normally we accept about half of all submitted proposals.

The proposal should be sent to the editor-in-chief Bo Söderström (bo.soderstrom@kva.se).

What we offer

The highest level of editorial support is given to these high-priority articles throughout the review and publication processes. To make publishing a special issue with Ambio economically attractive we have decided to:

- have open access free of charge for articles that serve as an introduction or synthesis of the whole issue (e.g., preface, guest editorial, foreword, introduction, afterword, synthesis);
- include 20 complimentary print copies of the issue to the project group;
- reduce the price of additional print copies by 50%.

More information general for all Springer journals can be found at:

<http://www.springer.com/authors/manuscript+guidelines?SGWID=0-40162-6-795467-0>

Ambio's website on Springer: <http://www.springer.com/journal/13280>

To submit a manuscript to Ambio: <http://www.editorialmanager.com/ambi/>