



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS GRADUAÇÃO  
NÚCLEO DE REFERÊNCIA EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS DO TRÓPICO ECOTONAL  
DO NORDESTE  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (MDMA)  
Avenida Universitária, n° 1310 – Fone (86) 3215-5566  
E-mail: mdma@ufpi.edu.br**

**ANDRÉIA DE CARVALHO SANTOS**

**EFEITO DA CONVERSÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS SOBRE ASSEMBLEIAS  
DE BORBOLETAS E A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES SOBRE EDUCAÇÃO  
AMBIENTAL EM ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS**

**TERESINA – PI  
2019**

ANDRÉIA DE CARVALHO SANTOS

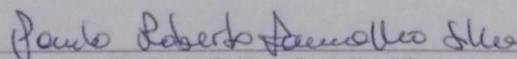
**EFEITO DA CONVERSÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS SOBRE  
ASSEMBLEIAS DE BORBOLETAS E A PERCEPÇÃO DE PROFESSORES SOBRE  
EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/TROPEN), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

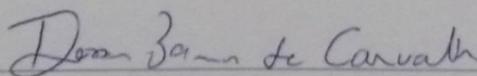
**Orientador:** Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva

**Coorientador:** Prof. Dr. Paulo César Lima Sales

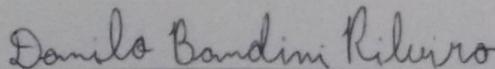
Aprovada em: 21 / 02 / 2019



Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)  
Orientador



Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)  
Membro Interno



Prof. Dr. Danilo Bandini Ribeiro  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)  
Membro Externo

FICHA CATALOGRÁFICA  
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

S237e Santos, Andréia de Carvalho.

Efeito da conversão de ecossistemas naturais sobre assembleias de borboletas e a percepção de professores sobre educação ambiental em áreas naturais protegidas / Andréia de Carvalho Santos. – 2019.

73 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

“Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva”.

“Coorientador: Prof. Dr. Paulo César Lima Sales”.

1. Diversidade beta. 2. Áreas naturais protegidas.  
3. Florestas secas. I. Título.

CDD 333.75

Aos meus pais, Dalva e Antônio José, pelo imensurável amor e dedicação a mim dispensados ao longo de todos esses anos, dedico!

## AGRADECIMENTOS

À minha família pelo carinho, confiança e incentivo.

Ao professor Paulo Roberto Ramalho Silva, pela orientação e confiança no meu trabalho.

Ao meu co-orientador, Paulo César Lima Sales, pelo acolhimento e inestimável contribuição científica desde o início da minha trajetória acadêmica.

Ao professor André Victor Lucci Freitas, por me receber, gentilmente, no LABOOR (Laboratório de Ecologia e Sistemática de Borboletas da UNICAMP), e me permitir um contato mais íntimo com tudo aquilo que eu apenas lia através da tela do computador, e pela identificação das espécies de borboletas.

À equipe do laboratório de Entomologia da UFPI pela amizade e parceria nesses dois anos. Principalmente àqueles que por muitas vezes abdicaram de seus afazeres para me acompanharem no campo. Ao Inácio, André, Matheus, Marcus, em especial ao Paulo Gomes, Felipe Tote, Layane, Macêdo Júnior e também ao Celso, nosso motorista. Certamente essa foi a etapa mais árdua e suada, porém a mais gratificante pelos laços de amizade construídos.

Aos proprietários das reservas, fazendas e canaviais por concederem gentilmente acesso às suas propriedades para a realização do estudo.

Aos colegas do mestrado, em especial, aos meus amigos Filipy Martins e Karen Rodrigues, pelo amparo mútuo principalmente nos momentos em que o trem parecia sair dos trilhos.

Aos meus amigos de casa, Hosana Tenório e Natanael José, pela agradável convivência diária e companheirismo, tornando essa jornada mais leve.

Aos meus amigos da vida, Daiane Moura, Murilo Henrique, Leiciane Leal, Erick Leal e Gláucia Silva por todo carinho e incentivo, e por me oferecerem um ombro amigo, mesmo de longe, durante os meus momentos mais dolorosos de angústia e incerteza. Sem esse apoio tudo isso teria sido bem mais difícil.

Ao secretário do programa, Zezinho, pela amizade e por todos os socorros prestados durante esses dois anos de mestrado.

Aos professores do programa, por todo conhecimento repassado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí (FAPEPI) pela bolsa concedida.

A todos que, de algum modo, tornaram possível a realização deste trabalho e a conclusão deste ciclo.

Muito obrigada!

“Tudo parece impossível até que seja feito.”

Nelson Mandela

## SUMÁRIO

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                        | 2  |
| FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....                                                                                   | 4  |
| Diversidade beta.....                                                                                         | 4  |
| Estudo de Borboletas.....                                                                                     | 5  |
| Áreas Naturais Protegidas e Educação Ambiental .....                                                          | 6  |
| O Novo Paradigma Ecológico e o Nível de Relacionamento com a Natureza .....                                   | 7  |
| CAPÍTULO 1.....                                                                                               | 13 |
| EFEITO DA CONVERSÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS SOBRE ASSEMBLEIAS DE BORBOLETAS .....                             | 13 |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                           | 16 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                   | 19 |
| 3. RESULTADOS .....                                                                                           | 25 |
| 4. DISCUSSÃO.....                                                                                             | 33 |
| 5. CONCLUSÃO .....                                                                                            | 38 |
| CAPÍTULO 2.....                                                                                               | 43 |
| CONEXÃO COM A NATUREZA, ATITUDES AMBIENTAIS E A PERCEPÇÃO DE EDUCADORES SOBRE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS ..... | 43 |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                           | 46 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                   | 49 |
| 3. RESULTADOS .....                                                                                           | 51 |
| 4. DISCUSSÃO.....                                                                                             | 55 |
| 5. CONCLUSÃO .....                                                                                            | 58 |
| APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES .....                                                       | 62 |
| APÊNDICE 2: DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE BORBOLETAS .....                                        | 64 |

## RESUMO

Áreas naturais protegidas são consideradas a principal ferramenta de proteção da diversidade biológica e têm se destacado como espaços apropriados para a promoção da Educação Ambiental (EA). Florestas secas tropicais estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo, contudo, são raramente protegidas, e pouco se sabe sobre sua biodiversidade. Além disso, o uso de áreas naturais protegidas para a EA é ainda frequentemente ignorado. Assim, este estudo teve como objetivo verificar como a conversão de ecossistemas naturais em sistemas agropecuários afeta a estrutura de assembleias de borboletas e avaliar a percepção de professores sobre EA em áreas naturais protegidas. No estudo, a conversão ambiental levou a um aumento da diversidade beta, formando comunidades de borboletas altamente aninhadas a comunidades de ecossistemas florestais, e afetou principalmente espécies especialistas. Os resultados evidenciam o valor de conservação de florestas secas por abrigarem um grande número de espécies que são afetadas pela conversão ambiental. A percepção dos professores sobre o uso de áreas naturais protegidas para EA foi, em geral, positiva. Isso significa que a efetivação da EA pelas instituições escolares não depende apenas do desejo dos professores. Portanto, estudos posteriores são necessários para identificar os reais obstáculos para uma EA significativa. Além disso, os resultados mostraram que os professores estão moderadamente conectados à natureza, porém, suas atitudes ambientais não puderam ser avaliadas com o uso da escala NEP, visto que, este instrumento apresentou baixa consistência interna. Diante da relevância da interação do homem com a natureza, é imprescindível que sejam criadas mais oportunidades para que as pessoas a vivenciem. Além disso, diante do valor de florestas secas para a conservação, sugere-se que mais e maiores reservas são necessárias para a proteção da biodiversidade, além de servirem como espaços para contato com a natureza.

**Palavras chave:** Diversidade beta. Áreas Naturais Protegidas. Florestas secas. Relacionamento com a natureza. Atitude ambiental.

## ABSTRACT

Protected natural areas are considered the main tool for the protection of biological diversity and have been highlighted as appropriate spaces for the promotion of Environmental Education (EA). Tropical dry forests are among the most threatened ecosystems in the world, however, they are rarely protected, and little is known about their biodiversity. In addition, the use of protected natural areas for EA is still often ignored. Thus, this study aimed to verify how the conversion of natural ecosystems into farming systems affects the structure of butterfly assemblages and to evaluate the teachers' perception about EE in protected natural areas. In the study, environmental conversion led to an increase in beta diversity, forming communities of butterflies highly nested to communities of forest ecosystems, and mainly affected specialist species. The results show the conservation value of dry forests because they harbor a large number of species that are affected by the environmental conversion. The teachers' perception of the use of protected natural areas for EE was, in general, positive. This means that the implementation of EE by school institutions does not depend only on teachers' wishes. Therefore, further studies are needed to identify the real obstacles to meaningful EE. In addition, the results showed that teachers are moderately connected to nature, however, their environmental attitudes could not be evaluated with the use of the NEP scale, since this instrument had low internal consistency. Given the relevance of man's interaction with nature, it is essential that more opportunities be created for people to experience it. In addition, in view of the value of dry forests for conservation, it is suggested that more and more reserves are necessary for the protection of biodiversity, besides serving as spaces for contact with nature.

**Keywords:** Beta diversity. Natural Protected Areas. Dry forests. Nature relatedness. Environmental attitude.

## INTRODUÇÃO GERAL

A perda de biodiversidade é um dos problemas ambientais atuais mais críticos ameaçando valiosos serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano. Estimativas revelam uma perda excepcionalmente rápida de biodiversidade nos últimos séculos, por exemplo, a taxa média de perda de espécies de vertebrados no último século é até 100 vezes maior do que a taxa de fundo, indicando que uma sexta extinção em massa já está em andamento (CEBALLOS et al., 2015). A crise biológica dos últimos anos é mais claramente perceptível quando levamos em conta o grau de devastação e fragmentação dos ecossistemas, especialmente nos países tropicais, onde há uma maior concentração de biodiversidade (GANEM, 2011). Florestas secas tropicais, por exemplo, estão entre os ecossistemas mais diversos e ameaçados do mundo. Sua destruição tem sido acelerada pelo intenso cultivo de cana-de-açúcar, arroz e soja, ou pela conversão em pastagem para gado (BANDA-R et al., 2016; ESPÍRITO-SANTO et al., 2009).

A criação de áreas naturais protegidas está entre as principais medidas de mitigação que buscam reduzir as causas da perda de biodiversidade (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014; GELDMANN et al., 2013). Contudo, no Brasil, as florestas secas são raramente protegidas, e comparada a florestas úmidas, são pouco estudadas, com a entomofauna pouco conhecida (BEIRÃO et al., 2017).

O entendimento de como a perturbação afeta uma comunidade de organismos é imprescindível para planos de manejo florestal e formulações de políticas de conservação, e atualmente tem sido o foco de muitos estudos (AGUIRRE-GUTIÉRREZ; KISSLING; CARVALHEIRO, 2016; DAPPORTO; DENNIS, 2013; NYAFWONO et al., 2014). Dentre os bioindicadores ambientais, as borboletas são reconhecidamente um dos melhores grupos para monitoramentos, desempenhando um importante papel no entendimento de padrões e processos ecológicos (BONEBRAKE et al., 2010; FORDYCE; DEVRIES, 2016; FERITAS et al., 2014; ROSSI; HALDER, 2010; WALLISDEVRIES; BAXTER; VLIET, 2011).

Apesar de áreas protegidas serem consideradas a principal ferramenta de proteção da diversidade biológica, nos últimos anos, tem havido um intenso debate sobre a eficácia da conservação nessas áreas (GRAY et al., 2016). Assim, diante do desafio da proteção ambiental, a Educação Ambiental (EA) se torna uma das principais estratégias para a efetividade da conservação. Áreas naturais protegidas, além de exercerem seu importante papel ecológico, têm se

destacado como espaços apropriados para o contato com a natureza e principalmente para a promoção de atividades de EA (DOMINICIS et al., 2017; LIEFLÄNDER; FRÖHLICH; BOGNER, 2013). Portanto, a EA tem assumido nos últimos anos o grande desafio de garantir a construção de uma sociedade sustentável, sendo os professores atores imprescindíveis e insubstituíveis nesse processo (NARCIZO, 2009).

Assim, considerando o intenso processo de degradação ambiental, e que as áreas naturais protegidas desempenham papel fundamental para a proteção da biodiversidade, bem como para a promoção de EA, este estudo teve como objetivo geral avaliar padrões de diversidade beta em ecossistemas naturais e sistemas agropecuários afeta e avaliar a percepção de professores sobre EA em áreas naturais protegidas, bem como os possíveis fatores que possam estar influenciando essa percepção.

O trabalho está estruturado em dois capítulos. O capítulo 1 se refere ao efeito da conversão de ecossistemas naturais sobre assembleias de borboletas. E capítulo 2 trata da conexão com a natureza, atitudes ambientais e a percepção de educadores sobre educação ambiental em áreas naturais protegidas

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Diversidade beta

Diversidade biológica refere-se à variedade e abundância de espécies presentes em determinado espaço geográfico. Dentro de um habitat podem ser distinguidos três tipos de diversidade, de acordo com a escala espacial em que são medidos: diversidade alfa, beta, gama. A diversidade alfa, ou local, corresponde à diversidade dentro de um habitat ou comunidade. A diversidade beta é a variação na composição de espécies entre diferentes áreas. A diversidade gama, ou regional, corresponde à diversidade de uma grande área, resultante do somatório da riqueza das espécies em escala local (WHITTAKER; WILLIS; FIELD, 2001).

O estudo da diversidade beta vem sendo aprimorado e várias ferramentas foram criadas para acessar seus padrões, principalmente a partir de medidas de similaridade ou dissimilaridade, tanto para dados de presença-ausência, quanto para dados de abundância (BASELGA, 2010; PODANI; RICOTTA; SCHMERA, 2013; PODANI; SCHMERA, 2011). A dissimilaridade entre comunidades resulta de dois processos diferentes: substituição de espécies (também chamada *turnover*) e a diferença de riqueza ou aninhamento (ganho ou perda de espécies). Independente da ferramenta utilizada ou do tipo de dados, todos os componentes de diversidade podem ser acessados por três componentes primários: espécies compartilhadas entre dois ambientes (a), espécies presentes apenas no primeiro ambiente (b) e espécies presentes apenas no segundo ambiente (c). Assim, o somatório de  $a + b + c$  corresponde à diversidade gama entre dois ambientes (LEGENDRE, 2014).

A heterogeneidade ambiental é o fator mais comumente associado com a determinação da diversidade beta. Em ambientes heterogêneos espécies com diferentes médias de tolerâncias podem gerar padrões de distribuição espacial diferenciados (PEROVIC et al., 2015). Um entendimento aprofundado dessas mudanças é essencial para a compreensão e monitoramento de alterações na comunidade, bem como para a proposição de medidas de conservação da biodiversidade (AGUIRRE-GUTIÉRREZ; KISSLING; CARVALHEIRO, 2016; DAPPORTO; DENNIS, 2013).

## **Estudo de Borboletas**

A ordem Lepidoptera compõe a segunda maior ordem de insetos, com cerca de 180.000 espécies descritas no mundo, representada por borboletas e mariposas (LAMAS, 2008). Embora as borboletas componham apenas uma pequena parcela de lepidopteros (entre 17.280 e 19.238 espécies, cerca de 13%) este é o grupo mais bem estudado pelos pesquisadores (AGUIAR et al., 2009; LAMAS, 2008).

As borboletas estão descritas em seis famílias: Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae. De acordo com o hábito alimentar dos indivíduos adultos, podem ser agrupadas em duas guildas: borboletas nectarívoras e borboletas frugívoras. As nectarívoras se alimentam de néctar e as borboletas frugívoras se alimentam de frutas fermentadas, excrementos e exsudatos de plantas e animais em decomposição (FREITAS et al., 2014).

As borboletas desempenham um excelente papel como bioindicadores e são reconhecidas como um bom grupo taxonômicos para monitoramento ambiental (MALEQUE; KAORU; ISHII, 2009; ROSSI; HALDER, 2010; WENZEL et al., 2005). Devido à alta sensibilidade à degradação do ambiente, as borboletas constituem um eficiente modelo para estudo de habitats fragmentados (DOVER; SETTELE, 2009; UEHARA-PRADO; BROWN; FREITAS, 2007; OCHOA-HUESO; RANEA; VIEJO, 2014). Além disso, possuem um grande número de espécies, são comuns o ano inteiro, possuem ciclos de vida curtos, são facilmente amostradas e identificadas, e ainda apresentam uma sistemática relativamente bem conhecida na região neotropical (NEW, 2011).

A guilda de borboletas frugívoras, particularmente, é considerada a mais apropriada para o biomonitoramento devido as vantagens de sua amostragem. O método de coleta de borboletas frugívoras, com a utilização de armadilhas iscadas, permite a realização de um estudo não destrutivo, no qual as borboletas podem ser capturadas, identificadas e soltas com o mínimo de manuseio. Além disso, os indivíduos são coletados de modo sistematizado, sem que haja interferência da habilidade do coletor (FREITAS et al., 2014).

Borboletas são comumente classificadas como generalistas ou especialistas, termos tipicamente distinguidos pela amplitude de dieta da larva, ou quanto ao tipo de habitat preferido. Espécies com nicho alimentar limitado, especialistas, satisfazem seus recursos requeridos apenas em grandes fragmentos florestais e bem conectados, onde há maior possibilidade de ocorrência de recursos essenciais. Essas espécies são menos propensas a utilizar recursos de uma matriz, e

portanto são mais afetadas com o isolamento e a perda da área de habitat em comparação com espécies de amplo nicho alimentar, generalistas (OCKINGER et al., 2010). Espécies especialistas possuem um conjunto de traços funcionais que as tornam mais susceptíveis, ou seja, mais sensíveis aos efeitos de fragmentação e perda de habitat. Enquanto as espécies generalistas possuem traços que as confere aptidão em ambientes fragmentados (BÖRSCHIG et al., 2013; BRITO; RIBEIRO, 2014; SANT'ANNA et al., 2014; ESKILDSEN et al., 2015).

Por possuírem representantes de grande beleza estética, espécies de borboletas são alvos populares para os esforços de conservação e como espécie-bandeira em programas de conservação (NEW, 2011). Entretanto, ainda há uma grande carência de estudos, principalmente em Unidades de Conservação (FREITAS; MARINI-FILHO, 2011). O semiárido nordestino, representa uma das grandes lacunas no conhecimento de Lepidoptera, sendo considerada a área de maior prioridade para estudo e conservação desse grupo no Brasil, considerando ainda um grande potencial para a descoberta de novas espécies, inclusive a expectativa de uma alta taxa de endemismo consequente das flutuantes condições ambientais do semiárido (FREITAS; MARINI-FILHO, 2011; KERPEL et al., 2014; SANTOS; MIELKE, O. H. H. CASAGRANDE, 2008).

### **Áreas Naturais Protegidas e Educação Ambiental**

Questões relacionadas à proteção da biodiversidade tem tido uma posição importante nas agendas políticas internacionais (LAUŠEVI; BARTULA, 2016). Entre as medidas de mitigação que buscam reduzir as causas das perdas de biodiversidade, estão incluídas a criação de áreas naturais protegidas (GELDMANN et al., 2013; DOMINICIS et al., 2017; FERRARO et al., 2013; FRANÇOSO et al., 2015). Áreas naturais protegidas totalizam cerca de 20,6 milhões de quilômetros quadrados e cobrem 15,4% da superfície terrestre (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014). No entanto, nem sempre a implantação de uma área protegida garante o alcance dos seus objetivos. As pressões humanas sobre essas áreas aumentam em países latino-americanos, africanos e asiáticos e estudos apontam que apenas metade das reservas tropicais são efetivas (GRAY et al., 2016).

Diante do desafio da proteção ambiental, a Educação Ambiental se torna uma das principais estratégias para a efetividade da conservação. No Brasil, a legislação ambiental define EA como “um direito do cidadão e um dever do estado”. A legislação que rege a educação brasileira visa a inserção dos conhecimentos de EA nos currículos da Educação Básica e Superior (BRASIL, 2005).

A EA tem assumido nos últimos anos o grande desafio de garantir a construção de uma sociedade sustentável, sendo os professores atores imprescindíveis e insubstituíveis nesse processo. Contudo, implementar a EA nas escolas tem se mostrado uma tarefa exaustiva. De forma geral, existem grandes dificuldades nas atividades de sensibilização e formação, na implantação de atividades e projetos e, principalmente, na manutenção e continuidade dos já existentes. Cabe ressaltar que a EA não ocorre por atividades pontuais, mas por toda uma mudança de paradigmas, o que exige uma contínua reflexão e apropriação de valores (NARCIZO, 2009).

### **O Novo Paradigma Ecológico e o Nível de Relacionamento com a Natureza**

Desde a virada da década de 1960, Dunlap et al. (2000), dentre vários outros pesquisadores, observaram uma mudança paradigmática na sociedade, consequente da degradação ambiental crescente e acidentes ambientais de grandes proporções. Esse novo paradigma, passou a ser chamado de *New Environmental Paradigm* (NEP) - Novo Paradigma Ambiental e, posteriormente, de *New Ecological Paradigm* (NEP) - Novo Paradigma Ecológico. O NEP contrapunha-se à visão de mundo antiecológica então vigente na sociedade, o Paradigma Social Dominante (PSD) (XIAO; BUHRMANN, 2017).

O PSD apresenta uma visão ortodoxa e antropocêntrica, onde a relação “ser humano/natureza” é colocada de tal forma que os seres humanos são vistos diferenciados da natureza. Através dele vê-se o crescimento econômico ilimitado, a abundância de matéria prima e a crença da supremacia incontestável da ciência e tecnologia humana (CHIEN, 2018; DUNLAP, 2008). A emergência de mudança de paradigma deu oportunidade aos homens de reconhecerem que possuem limitações e interdependências ecológicas, mesmo com a sua capacidade de modificar o ambiente (DUNLAP et al., 2000).

Alguns autores buscaram propor um instrumento para medir a aceitabilidade desse novo paradigma pela sociedade. A criação de uma escala foi proposta por Dunlap e Van Liere em 1978, a *New Environmental Paradigm Scale*. Após vários trabalhos e discussões foi revisada no ano de 2000 e proposta a *New Ecological Paradigm Scale* (Escala – NEP) (XIAO; BUHRMANN, 2017). Essa escala tenta captar o grau de aceitabilidade social das duas visões opostas, a antropocêntrica e a ecocêntrica (DUNLAP, 2008). Desde então, a escala NEP tem sido o instrumento mais utilizado

em todo o mundo para se compreenderem as atitudes e os valores humanos em relação ao ambiente (HAWCROFT; MILFONT, 2010).

Originalmente a Escala NEP possuía doze itens, com oito pró e quatro contra o novo paradigma, com uma escala Likert de quatro pontos (discordo totalmente – 1 à concordo totalmente – 4). Pontuações mais altas na escala indicam uma visão ecocêntrica, comprometida com a preservação dos recursos naturais. Já pontuações menores indicam uma visão antropocêntrica, voltada para a exploração dos recursos naturais (DUNLAP, 2008; DUNLAP et al., 2000).

Inicialmente a escala era baseada em três dimensões: I – A capacidade humana de perturbar o equilíbrio natural; II – A existência de limites ao crescimento; e III – O direito do homem de reinar sobre a natureza (DUNLAP, 2008; DUNLAP et al., 2000). Em 2000, os autores incluíram mais um ponto na escala Likert, e mais duas dimensões. Foram incluídas questões sobre o isencionismo humano - dimensão IV (que traz a ideia que os seres humanos estão isentos de restrições da natureza); e sobre a crise global, dimensão V. Assim a escala passa de doze para quinze questões, sendo oito pró e sete contra o novo paradigma ecológico (DUNLAP, 2008; DUNLAP et al., 2000).

Devido aos crescentes problemas ambientais, pesquisadores estão voltando sua atenção para o relacionamento homem-natureza e seus efeitos sobre o comportamento ambientalmente sustentável. O constructo de Relacionamento com a Natureza (NR) captura diferenças individuais no modo como as pessoas veem seu relacionamento com o mundo natural (NISBET et al., 2009).

O contexto teórico do relacionamento com a natureza vem da hipótese da biofilia. Essa defende que, devido o homem ter evoluído na natureza, nós desenvolvemos uma necessidade inata de conexão com toda a vida e, portanto, outras coisas viventes suportam nossa saúde e sobrevivência. A hipótese da biofilia ajuda a explicar nossa conexão (e as consequências da desconexão) com o mundo natural (LETOURNEAU, 2013; NISBET et al., 2013).

Diferenças individuais em como pessoas estão conectadas com a natureza podem refletir o quão consciente elas estão da biofilia ou como suas necessidades biofílicas são suportadas e suprimidas. Muitas pessoas podem ter perdido sua conexão com o mundo natural, e esse relacionamento homem-natureza prejudicado pode estar contribuindo para o comportamento ambientalmente destrutivo (NISBET et al., 2013).

Nisbet et al. (2009) propuseram o constructo Relacionamento com a Natureza, composto por 21 itens, com o objetivo de capturar várias dimensões do relacionamento homem-natureza,

como: cognição, afeto, experiência e desejo de contato com a natureza. De acordo com os autores, o relacionamento com a natureza é similar à noção de uma identidade, porém é um conceito mais amplo englobando emoções, experiências e um entendimento de interconexão humana com todas as coisas vivas. O relacionamento com a natureza não é simplesmente um amor pela natureza, ou apenas prazer pelas facetas superficialmente agradáveis dela mas, uma compreensão e entendimento de todos os aspectos do mundo natural, mesmo aqueles que não sejam esteticamente atraentes ou úteis aos humanos (NISBET et al., 2013).

Como o interesse pelo constructo teve um aumento crescente, e o tamanho da escala, de 21 itens, tornou-se muito extensa para alguns contextos de pesquisas. Assim, Nisbet et al. (2013) desenvolveram uma versão curta, similar à original (em termos de conteúdo e correlações) e retendo boas propriedades psicométricas.

Da escala original foram selecionados seis itens em que quatro deles acessam a auto identificação com a natureza, ou seja, um sentimento de conexão que pode ser refletido na espiritualidade, consciência ou conhecimento subjetivo sobre o ambiente, e sentimento de unidade com a natureza. E dois itens adicionais capturam diferenças individuais na necessidade de contato com a natureza e conforto com a vida selvagem. Os itens são avaliados a partir de uma escala Likert de 5 pontos (1 - discordo totalmente a 5 - concordo totalmente) (NISBET et al., 2013).

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. et al. Estado da Arte e Perspectivas para a Zoologia no Brasil. In: ROCHA, R. M. DA; BOEGER, W. A. P. (Eds.). **Zoologia no Brasil**. Paraná: UFPR, 2009. p. 296.
- AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J.; KISSLING, W. D.; CARVALHEIRO, L. G. Functional traits help to explain half-century long shifts in pollinator distributions. **Nature Publishing Group**, n. April, p. 1–13, 2016.
- BANDA-R, KARINA et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, v. 353, n. September, p. 1383–1388, 2016.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, p. 134–143, 2010.
- BEIRÃO, M. V et al. High butterfly beta diversity between Brazilian cerrado and cerrado – caatinga transition zones. **Journal of Insect Conservation**, v. 21, n. 5, p. 849–860, 2017.
- BONEBRAKE, T. C. et al. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, n. 8, p. 1831–1841, 2010.
- BÖRSCHIG, C. et al. Traits of butterfly communities change from specialist to generalist characteristics with increasing land-use intensity. **Basic and Applied Ecology**, 2013.
- BRITO, M. M.; RIBEIRO, D. B. Functional composition and phenology of fruit-feeding butterflies in a fragmented landscape : variation of seasonality between habitat specialists. **Journal of Insect Conservation**, p. 547–560, 2014.
- CHIEN, M. A Study of the Effects of the New Environmental Paradigm and Corporate Social Responsibility on Green Consumption. **International Journal of Humanities and Social Science Invention (IJHSSI)**, v. 7, n. 03, p. 27–33, 2018.
- DAPPORTO, L.; DENNIS, R. L. H. The generalist – specialist continuum : Testing predictions for distribution and trends in British butterflies. **Biological Conservation**, v. 157, p. 229–236, 2013.
- DOMINICIS, S. DE et al. Evaluating the role of protected natural areas for environmental education in Italy. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2017.
- DOVER, J.; SETTELE, J. The influences of landscape structure on butterfly distribution and movement : a review. **Journal of Insect Conservation**, p. 3–27, 2009.
- DUNLAP, R. E. et al. Measuring Endorsement of the New Ecological Paradigm : A Revised NEP Scale. **Journal of Social Issues**, v. 56, n. 3, p. 425–442, 2000.
- DUNLAP, R. E. The New Environmental Paradigm Scale: From Marginality to Worldwide Use. **The Journal Environmental Education**, v. 40, n. 1, p. 3–19, 2008.
- ESKILDSEN, A. et al. Ecological specialization matters: long-term trends in butterfly species richness and assemblage composition depend on multiple functional traits. **Diversity and Distributions**, p. 792–802, 2015.
- ESPÍRITO-SANTO, M. M. et al. Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 6, p. 922–930, 2009.
- FERRARO, P. J. et al. More strictly protected areas are not necessarily more protective : evidence from Bolivia , Costa Rica , Indonesia , and Thailand. **Environmental Research Letters**, 2013.
- FORDYCE, J. A.; DEVRIES, P. J. A tale of two communities: Neotropical butterfly assemblages show

- higher beta diversity in the canopy compared to the understory. **Oecologia**, v. 181, n. 1, p. 235–243, 2016.
- FRANÇOSO, R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação**, v. 3, p. 35–40, 2015.
- FREITAS, A. V. L. et al. **Insetos como Indicadores de Conservação da Paisagem**. [s.l.] Rocha, CFD, 2005.
- FREITAS, A. V. L. et al. Studies with butterfly bait traps : an overview. v. 40, n. 2, p. 209–218, 2014.
- FREITAS, A. V. L.; MARINI-FILHO, O. J. **Plano de conservação nacional dos lepidópteros ameaçados de extinção**. Brasília: ICMBio, 2011.
- GANEM, R. S. **Conservação da Biodiversidade Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados: Edições Câmara, 2011.
- GELDMANN, J. et al. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. **Biological Conservation**, v. 161, p. 230–238, 2013.
- GRAY, C. L. et al. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. **Nature Communications**, n. May, 2016.
- HAWCROFT, L. J.; MILFONT, T. L. The use ( and abuse ) of the new environmental paradigm scale over the last 30 years : A meta-analysis q. **Journal of Environmental Psychology**, v. 30, n. 2, p. 143–158, 2010.
- JUFFE-BIGNOLI, D. et al. **Protected Planet Report 2014**. Cambridge, UK: [s.n.].
- KERPEL, S. et al. Borboletas do Semiárido: conhecimento atual e contribuições do PPBio. **Artrópodes do Semiárido: Biodiversidade e Conservação**, n. 1999, p. 245–272, 2014.
- LAMAS, G. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: Estado actual y perspectivas futuras. In: LLORENTE-BOUSQUETS, J.; LANTERI, J. (Eds.). . **Contribuciones taxonomicas de en órdenes de insectos hiperdiversos**. México: UNAM, 2008. p. 57–70.
- LAUŠEVI, R.; BARTULA, M. Participatory Planning for Biodiversity Protection in the Western Balkans. **Bio One**, v. 36, n. 3, p. 339–344, 2016.
- LEGENDRE, P. Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 11, p. 1324–1334, 2014.
- LETOURNEAU, L. **Development and Validation of the Biophilic Attitudes Inventory ( BAI )**. [s.l.] University of Nevada, Las Vegas, 2013.
- LIEFLÄNDER, A. K.; FRÖHLICH, G.; BOGNER, F. X. Promoting connectedness with nature through environmental education. **Environmental Education Research**, n. September 2013, p. 37–41, 2013.
- MALEQUE, A.; KAORU, M.; ISHII, H. T. Arthropods as bioindicators of sustainable forest management , with a focus on plantation forests. **Applied Entomology and Zoology**, v. 44, n. 1, p. 1–11, 2009.
- NARCIZO, K. R. DOS S. Uma análise sobre a importância da trabalhar educação ambiental nas escolas. **Revista Eletrônica Mestrado Educação Ambiental**, v. 22, p. 1517–1256, 2009.
- NEW, T. Launching and steering flagship Lepidoptera for conservation benefit. **Journal of Threatened Taxa**, v. 3, n. 6, p. 1805–1817, 2011.
- NISBET, E. K. et al. Environment and Behavior Concern and Behavior. **Environment and Behavior**,

2009.

NISBET, E. K. et al. The NR-6 : a new brief measure of nature relatedness. **Frontiers in Psychology**, v. 4, n. 6, p. 1–11, 2013.

NYAFWONO, M. et al. Butterfly community composition across a successional gradient in a human-disturbed afro-tropical rain forest. **Biotropica**, v. 46, n. 2, p. 210–218, 2014.

OCHOA-HUESO, R.; RANEA, D. DE LA P.; VIEJO, J. L. Comparison of trends in habitat and resource selection by the Spanish Festoon, *Zerynthia rumina*, and the whole butterfly community in a semi-arid Mediterranean ecosystem. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 51, p. 1–14, 2014.

OCKINGER, E. et al. Life-history traits predict species responses to habitat area and isolation : a cross-continental synthesis. **Ecology Letters**, p. 969–979, 2010.

PEROVIC, D. et al. Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. **Journal of Applied Ecology**, p. 505–513, 2015.

PODANI, J.; RICOTTA, C.; SCHMERA, D. A general framework for analyzing beta diversity, nestedness and related community-level phenomena based on abundance data. **Ecological Complexity**, v. 15, p. 52–61, 2013.

PODANI, J.; SCHMERA, D. A new conceptual and methodological framework for exploring and explaining pattern in presence - absence data. **Oikos**, v. 120, n. 11, p. 1625–1638, 2011.

ROSSI, J.; HALDER, I. VAN. Towards indicators of butterfly biodiversity based on a multiscale landscape description. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 452–458, 2010.

SANTOS, E. C.; MIELKE, O. H. H. CASAGRANDE, M. M. Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. **Natureza & Conservação**, v. 6, p. 68–90, 2008.

UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: Comparison between a fragmented and a continuous landscape. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, n. 1, p. 43–54, 2007.

WALLISDEVRIES, M. F.; BAXTER, W.; VLIET, A. J. H. VAN. Beyond climate envelopes : effects of weather on regional population trends in butterflies. p. 559–571, 2011.

WENZEL, M. et al. The severe decline of butterflies on western German calcareous grasslands during the last 30 years : A conservation problem. **Biological Conservation**, v. 8, 2005.

WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J.; FIELD, R. Scale and species richness : towards a general , hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography**, p. 453–470, 2001.

XIAO, C.; BUHRMANN, J. The Structure and Coherence of the New Environmental Paradigm : Reconceptualizing the Dimensionality Debate. **Human Ecology Review**, v. Volume 23, 2017.

**CAPÍTULO 1.**

**EFEITO DA CONVERSÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS SOBRE ASSEMBLEIAS  
DE BORBOLETAS**

## RESUMO

Florestas secas tropicais estão entre os ecossistemas mais diversos e ameaçados do mundo. Contudo, no Brasil, as florestas secas raramente são protegidas e pouco estudadas. Este é o primeiro estudo a comparar padrões de diversidade de borboletas entre florestas secas brasileiras e sistemas agropecuários. O estudo foi realizado em áreas naturais protegidas de florestas secas, áreas de canaviais e áreas de pecuária, na mesorregião centro-norte do estado do Piauí. As borboletas foram coletadas com armadilhas iscadas no período chuvoso (janeiro e fevereiro) e seco (agosto e setembro) de 2018. Os padrões de diversidade beta foram acessados a partir da abordagem SDR simplex. No estudo, apesar das diferentes características abióticas, os ambientes apresentaram padrões de diversidade temporal semelhantes, com a variação da composição da comunidade influenciada principalmente pela diferença de abundância das espécies entre período seco e chuvoso. Quanto ao padrão espacial, a conversão ambiental levou a uma alta da diversidade beta espacial, influenciada principalmente pela diferença de abundância das espécies entre os ambientes, formando comunidades de borboletas altamente aninhadas, e afetando principalmente espécies especialistas. Esse estudo destaca o valor de conservação de florestas secas por abrigarem um grande número de espécies especialistas, sugerindo que mais e maiores reservas são necessárias para a proteção de borboletas e, de forma geral, da biodiversidade.

**Palavras-chave:** Diversidade beta. Áreas Naturais Protegidas. Florestas secas.

## ABSTRACT

Tropical dry forests are among the most diverse and threatened ecosystems in the world. However, in Brazil, dry forests are rarely protected and poorly studied. This is the first study to compare patterns of butterfly diversity among Brazilian dry forests and agricultural systems. The study was conducted in protected natural areas of dry forests, sugarcane areas and livestock areas, in the north-central mesoregion of the state of Piauí. The butterflies were collected with baited traps in the rainy season (January and February) and dry (August and September) of 2018. Beta diversity patterns were accessed from the simplex SDR approach. In the study, in spite of the different abiotic characteristics, the environments presented similar patterns of temporal diversity, with the variation of the community composition influenced mainly by the difference of abundance of the species between dry and rainy season. As for the spatial pattern, the environmental conversion led to a rise in spatial beta diversity, influenced mainly by the difference of abundance of the species between the environments, forming communities of butterflies highly nested, and affecting mainly species specialists. This study highlights the conservation value of dry forests for harboring a large number of specialist species, suggesting that more and larger reserves are needed for the protection of butterflies and, in general, of biodiversity.

**Keywords:** Beta diversity. Natural Protected Areas. Dry forests.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma crescente degradação antropogênica tem afetado os ecossistemas de todo o planeta. Distúrbios florestais induzidos pelo homem têm notável impacto sobre a composição da comunidade de organismos tropicais (NYAFWONO et al., 2014), e a mudança da cobertura do solo, provocada principalmente pela conversão de ecossistemas naturais para agricultura e pecuária, está entre os principais responsáveis pelo declínio da biodiversidade em todo o mundo (DECAËNS et al., 2018; DEFRIES et al., 2010; MCGILL et al., 2015).

A perda de biodiversidade afeta o funcionamento de ecossistemas naturais e a provisão dos seus serviços ecológicos, ameaçando o bem estar humano (JONASON et al., 2017). Assim, questões que envolvem a proteção da biodiversidade passam a ter uma posição importante nas agendas políticas internacionais (LAUŠEVI; BARTULA, 2016, GELDMANN et al., 2013). O estabelecimento de uma rede de áreas protegidas tem sido a principal medida de mitigação para conservação e proteção da biodiversidade (DOMINICIS et al., 2017; FERRARO et al., 2013; FRANÇOSO et al., 2015). No entanto, nos últimos anos, há um intenso debate sobre a eficácia da conservação nessas áreas. Estudos demonstram que apenas metade das reservas tropicais são realmente efetivas (GRAY et al., 2016). Portanto, o entendimento de como a perturbação afeta uma comunidade de organismos é imprescindível para planos de manejo florestal e formulações de políticas para a conservação, e atualmente tem sido o foco de muitos estudos (AGUIRRE-GUTIÉRREZ; KISSLING; CARVALHEIRO, 2016; DAPPORTO; DENNIS, 2013; NYAFWONO et al., 2014).

O processo de declínio da biodiversidade não está apenas relacionado à perda individual de espécies, mas, é também acompanhado pela variação da composição da comunidade, entendida como diversidade beta. O conhecimento da diversidade beta, é indispensável para o entendimento de diferenças ecológicas entre comunidades, e permite medir respostas às mudanças ambientais (BASELGA, 2010).

A diversidade beta pode refletir dois fenômenos diferentes: substituição e aninhamento. A substituição indica que as espécies tendem a substituir umas às outras em função de suas tolerâncias ecológicas, ou amplitude nicho, o que implica no ganho e perda simultâneos de espécies devido à filtragem ambiental, competição ou eventos históricos. O aninhamento é um tipo de diferença de riqueza onde a comunidade de um local é um subconjunto da comunidade de outro local mais rico.

O aninhamento de espécies ocorre quando uma comunidade é estruturada através de um processo não aleatório de perda de espécies como consequência de algum fator que promove a desagregação ordenada das assembleias (LEGENDRE, 2014).

Borboletas desempenham um importante papel no entendimento de padrões e processos ecológicos e são reconhecidamente um dos melhores bioindicadores para monitoramento ambiental (BONEBRAKE et al., 2010; FORDYCE; DEVRIES, 2016; ROSSI; HALDER, 2010; WALLISDEVRIES; BAXTER; VLIET, 2011). O grupo possui sua grande abundância e riqueza de espécies, taxonomia relativamente bem resolvida, facilidade de amostragem e respondem rapidamente a alterações no espaço e no tempo (BRITO; RIBEIRO, 2014; FORDYCE; DEVRIES, 2016; FREITAS et al., 2014; NEW, 2011; OCHOA-HUESO; RANEA; VIEJO, 2014).

As comunidades de borboletas são estruturadas principalmente por filtros ambientais relacionados à estrutura da vegetação, visto que, essa constitui componentes importantes para borboletas, como refúgios, disponibilidade de recursos e influência nas condições microclimáticas (ZELLWEGER et al., 2017). Estudos prévios demonstram que a diversidade e composição da comunidade de borboletas podem ser alteradas em paisagens modificadas pelo homem (SANT'ANNA et al., 2014) com a homogeneização da paisagem e a intensidade do uso do solo afetando negativamente a riqueza (GRAÇA et al., 2016; JONASON et al., 2017) e a diversidade de espécies (NYAFWONO et al., 2014). Uma paisagem de vegetação estruturalmente complexa fornece mais habitats e nichos do que paisagens estruturalmente mais simples, assim a heterogeneidade ambiental promove o aumento de diversidade beta da comunidade de borboletas (PEREIRA et al., 2017).

Além disso, a baixa disponibilidade de recursos provoca a perda de espécies levando a composição de comunidades altamente aninhadas (YEN et al., 2018; ANDREW et al., 2012). O clima também pode ser um forte preditor da variação da comunidade de borboletas. Em gradientes climáticos acentuados, por exemplo, a diversidade é fortemente impulsionada pela substituição das espécies devido suas diferentes médias de tolerâncias (ZELLWEGER et al., 2017). Apesar disso, estudos apontam que áreas perturbadas são capazes de suportar comunidades abundantes e diversas, em vez de empobrecidas. Sambhu et al. (2018), por exemplo, demonstraram que plantações de cana de açúcar e espaços urbanos apresentam alta diversidade beta de borboletas. Nos últimos anos, os estudos têm incluído traços das espécies para melhor compreensão dos impactos da perturbação ambiental e os resultados indicam que alterações provocadas pelo homem

têm conduzido a uma substituição de espécies especialistas por generalistas ecológicos (ESKILDSSEN et al., 2015; FILGUEIRAS et al., 2016) causando homogeneização funcional das comunidades (BÖRSCHIG et al., 2013; PEROVIC et al., 2015).

Embora esteja bem estabelecido que a composição da comunidade seja estruturada principalmente por fatores ambientais relacionadas à estrutura da vegetação, poucos estudos têm avaliado a magnitude da diversidade beta em florestas secas tropicais (BEIRÃO et al., 2017). Florestas secas tropicais estão entre os ecossistemas mais diversos e ameaçados do mundo. Sua destruição tem sido acelerada por intenso cultivo de cana-de-açúcar, arroz e soja, ou pela conversão em pastagem para gado (BANDA-R et al., 2016; ESPÍRITO-SANTO et al., 2009). Apesar disso, no Brasil, as florestas secas são raramente protegidas e, comparada a florestas úmidas, são pouco estudadas, com a entomofauna quase completamente desconhecida (BEIRÃO et al., 2017).

Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar padrões de diversidade beta em áreas naturais protegidas de florestas secas e em áreas convertidas de cultivo de cana de açúcar e de pecuária. O método de partição de diversidade beta mais comumente usado é o proposto por Baselga (2010). Contudo, este método já foi contestado por não demonstrar claras interpretações ecológicas (CHEN; SCHMERA, 2015). Aqui, foi utilizada a abordagem SDR simplex, desenvolvida por Podani, Ricotta e Schmera (2013), uma ferramenta para o cálculo, visualização e interpretação da dissimilaridade, substituição e aninhamento.

O estudo partiu das seguintes hipóteses: (a) a composição das espécies varia entre diferentes ambientes, com a dissimilaridade na composição aumentando com a conversão ambiental, (b) áreas convertidas apresentam alto grau de aninhamento em relação a ecossistemas naturais, (c) a variação da composição de espécies ao longo do tempo é maior em ecossistemas naturais e (d) espécies de borboletas podem ser específicas de ecossistemas naturais ou de áreas convertidas de acordo com sua tolerância ou sensibilidade a impactos ambientais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

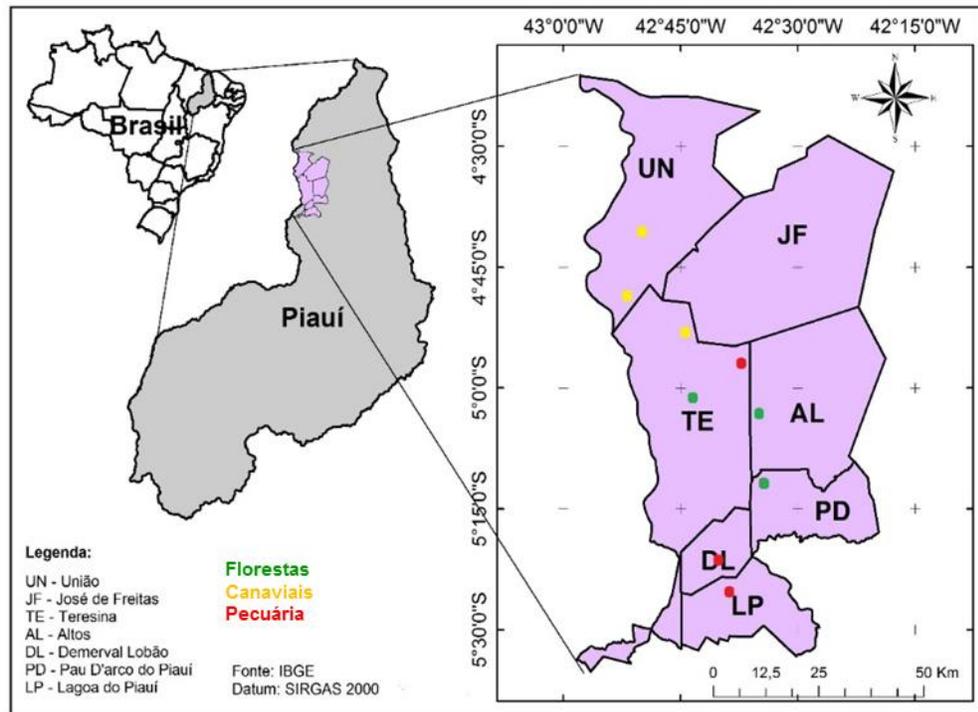
O estudo foi realizado na mesorregião centro-norte do Piauí. O clima da região é caracterizado como tropical subúmido quente, com duas estações bem definidas: período chuvoso (de dezembro a maio) e período seco (de junho a novembro). A temperatura média é em torno de 26 a 27°C e precipitação média anual de 1.000 e 800mm. A vegetação da região é composta por Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Mata de cocais. A floresta estacional semidecidual é um tipo de floresta em que grande parte das espécies vegetais perdem as folhas no período seco e outras se mantêm verdes o ano todo (CASTRO, 2007; PIAUÍ, 2018).

Os sítios de estudo foram selecionados em áreas com ecossistemas naturais (floresta seca) e sistemas agropecuários (áreas de cultivo de cana-de-açúcar e áreas de pecuárias destinadas à criação de bovinos). As áreas florestais são representadas por Unidades de Conservação: Floresta Nacional de Palmares, RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades e RPPN Santa Maria de Tapuã (Figura 1).

### Amostragem

Ao todo, nove sítios foram amostrados com a utilização de armadilhas iscadas, do tipo Van-Someren rydon, instaladas em transectos pré-estabelecidos. Em cada sítio foram instaladas 5 armadilhas com aproximadamente 1 m acima do solo, com 30 m de distância entre si e a 100 m de distância da borda, formando uma unidade amostral. As armadilhas consistem em um cilindro de tecido voal de 1 m de altura e 35 cm de diâmetro possuindo um funil interior de 22 cm de diâmetro para evitar possível fuga dos indivíduos capturados. As armadilhas possuem uma base de madeira (50 × 45 cm) suspensa por um fio de nylon a 5 cm abaixo do cilindro, no qual é colocado a isca atrativa. A isca consistiu em uma mistura de caldo de cana de açúcar e banana amassada, fermentada por pelo menos 48 horas (UEHARA-PRADO; BROWN JR.; FREITAS, 2005).

**Figura 1:** Área de estudo. Pontos coloridos no mapa representam os sítios amostrados dos três tipos de ambientes: áreas florestais (verde), canaviais (amarelo) e áreas de pecuária (vermelho).



**Fonte:** Autor.

A amostragem foi realizada durante os meses de janeiro e fevereiro (período chuvoso) e agosto e setembro (período seco) de 2018. Cada coleta contou com quatro dias de permanência das armadilhas em campo, sendo estas revisitadas a cada 48 horas para coleta dos indivíduos capturados e reposição da isca. Os espécimes foram coletados, sob autorização do SISBIO (nº 59134-1, código de autenticação 49965393), com cadastrado no SISGEN (nº AOBF915), e levados para acondicionamento no laboratório de Entomologia, do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí - UFPI. Posteriormente, foram encaminhadas ao Laboratório de Ecologia e Sistemática de Borboletas, do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, para a identificação das espécies com o auxílio de especialistas. As espécies estão incorporadas à coleção científica do Museu de Zoologia “Adão José Cardoso” do Instituto de Biologia da Unicamp (MZUEC).

## **Análise dos dados**

### **Diversidade taxonômica e estrutura da comunidade**

Para caracterizar as comunidades dentro de cada tipo de ambiente, ou seja, a diversidade alfa, foram analisadas as variáveis de riqueza, abundância e diversidade de espécies. Para avaliar a representatividade da riqueza de cada amostra foram utilizados os estimadores de riqueza Chao 1 e ACE. Tais medidas possibilitam estimar o número de novas espécies a serem detectadas em uma comunidade com um aumento do esforço amostral. O estimador Chao 1 baseia-se no número de espécies raras dentro de uma amostra e requer a abundância das espécies. Enquanto o ACE trabalha com a abundância das espécies raras (abundância baixa), entretanto, esse método permite ao pesquisador determinar os limites para os quais uma espécie seja considerada rara. Em geral, são consideradas raras espécies com abundância entre 1 e 10 indivíduos.

Para comparar a riqueza de espécies entre os ambientes foi produzida uma curva de rarefação, a qual busca eliminar a influência do tamanho da amostra. Essa curva calcula o número de espécies esperadas baseando-se no número de indivíduos da menor amostra, tornando possível a comparação de riqueza entre diferentes tamanhos amostrais (MAGURRAN, 2013).

Para verificar a diversidade alfa dos ambientes foi calculada aplicando o índice de diversidade de Simpson ( $1 - D$ ), que mede a probabilidade de dois indivíduos coletados ao acaso pertencerem à mesma espécie. Quanto maior o valor de  $D$  menor a diversidade da comunidade (MAGURRAN, 2013).

Para examinar mudanças na composição entre os três tipos de ambientes (florestal, cultivado e de pecuária) foi realizado um Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) sobre a matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis e com os dados transformados para diminuir o peso da abundância nos resultados. Na NMDS, objetos diferentes são posicionados distantes no espaço de ordenação, enquanto os similares são posicionados próximos. A comparação da composição das comunidades entre os ambientes foi realizada por meio de um Procedimento de Permutação Multi Resposta (MRPP). O MRPP é um procedimento não-paramétrico similar ao ANOSIM, porém seu uso é indicado quando há mais de dois grupos para os quais se deseja testar se há diferença.

Para identificação de espécies bioindicadoras foi utilizado o índice de valor indicador (IndVal) com 1000 permutações, sendo considerado a especificidade e fidelidade apenas das espécies com IndVal significativo ( $p < 0,05$ ). Esta análise emite um valor de 0 a 100, em que zero equivale a não-indicação da espécie como indicador e 100 indica que a ocorrência de determinada espécie é característica do ambiente. Uma alta fidelidade significa que espécies ocorrem em todos os locais de um determinado tipo de ambiente e uma alta especificidade significa que as espécies ocorrem somente naquele tipo de ambiente. Uma boa espécie indicadora é aquela na qual todos os indivíduos ocorrem em todas as amostras referentes a um tipo de ambiente específico.

### **Diversidade beta dentro dos ambientes (temporal) e entre os ambientes (espacial)**

Para verificar o padrão de diversidade beta, foi usada a abordagem SDR-simplex de Podani e Schmera (2011) e Podani, Ricotta e Schmera (2013) considerando a matriz de dissimilaridade de Ruzicka. A matriz de dissimilaridade de Ruzicka é uma forma quantitativa do índice de Jaccard e mais intuitiva para interpretação na decomposição dos componentes de diversidade beta (PODANI; RICOTTA; SCHMERA, 2013).

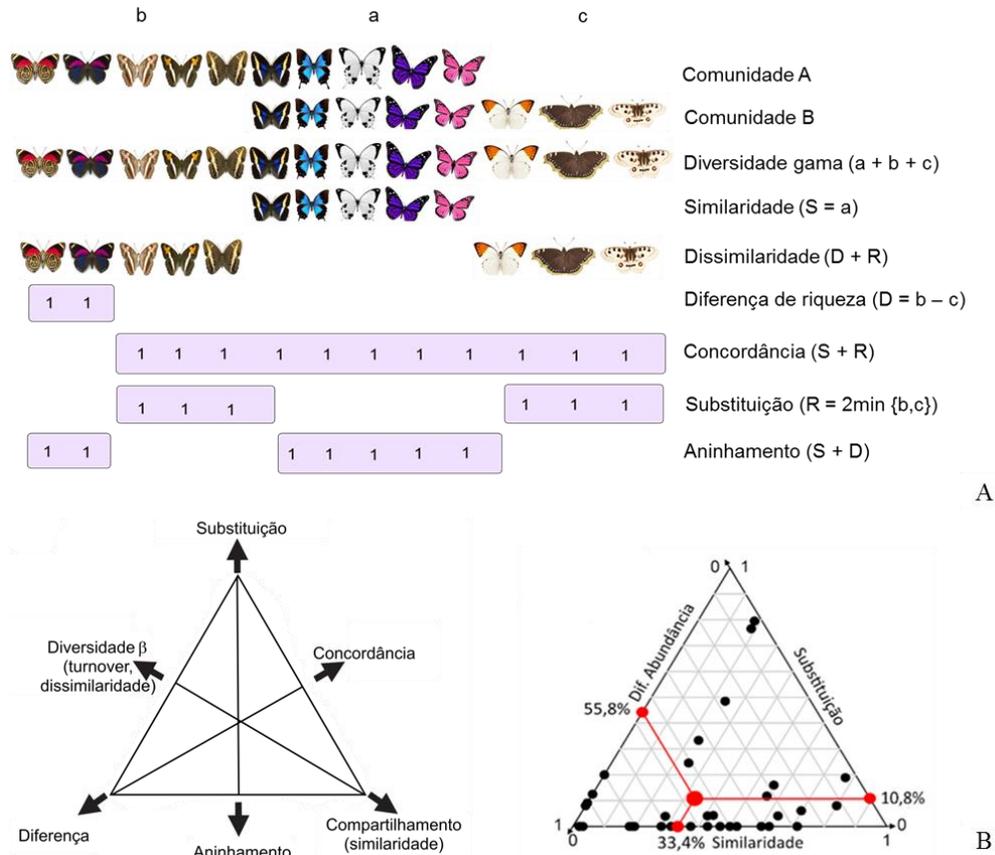
A SDR-simplex decompõe coeficientes de similaridade em três índices, ou componentes: similaridade (*Similarity* (S), que reflete a similaridade da abundância das espécies, entre pares de sítios), diferença de abundância (*Abundance Difference* (D), que indica a perda ou ganho de abundância nos sítios) e substituição (*Replacement* (R), que corresponde ao número de indivíduos das espécies substituídas mais o número de indivíduos das espécies substituídas entre dois sítios). A soma desses três componentes é sempre igual a 1 ( $S + D + R = 1$ ) (Figura 02A). Assim, os componentes podem ser interpretados em percentuais considerando a importância relativa de cada um para a diversidade beta (PODANI; RICOTTA; SCHMERA, 2013).

A SDR simplex ainda permite extrair os componentes complementares: diversidade  $\beta$ , ou dissimilaridade (representada por  $\beta = D + R$ ) que corresponde ao inverso da similaridade; aninhamento (*Nestedness*, representada por  $N = S + D$ ) e corresponde ao inverso da substituição; e concordância de espécies (*Agreement*, representada por  $A = S + R$ ), que corresponde ao inverso da diferença de abundância (PODANI; RICOTTA; SCHMERA, 2013) (Figura 02A).

A SDR-simplex resulta em um gráfico triangular onde todos os componentes da diversidade beta podem ser facilmente visualizados. No triângulo, cada ponto representa um par de sítios, e a

distância de um ponto do vértice do triângulo representa uma relação inversamente proporcional ao seu coeficiente correspondente (Figura 02B) (PODANI; RICOTTA; SCHMERA, 2013; PODANI; SCHMERA, 2011).

**Figura 2:** (A) Componentes de diversidade beta e (B) representação gráfica triangular da abordagem SDR simplex de Podani et al. (2013, 2011).



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Para acessar a diversidade beta em escala espacial, ou seja, o quanto a composição das espécies varia de um tipo de ambiente para o outro, foi usada a matriz de abundância de todos os sítios do estudo (incluindo os dados combinados das quatro coletas nos nove sítios amostrados).

Para o padrão temporal, a fim de saber o quanto a composição das espécies varia entre o período seco e chuvoso, a diversidade beta foi avaliada dentro de cada tipo de ambiente, separadamente.

Os componentes de diversidade beta (similaridade, diferença de abundância e substituição) foram comparados entre os tipos de ambientes tanto para a escala espacial quanto temporal. Para verificar a significância da diferença dos componentes entre os ambientes foi aplicado o teste de homogeneidade de dispersão multivariada (com 1000 permutações) seguido do teste de significância de Tukey para determinar quais ambientes diferiam entre si admitindo valor significativo  $< 0,05$ .

### 3. RESULTADOS

#### Diversidade taxonômica e estrutura da comunidade

No estudo foi amostrado um total de 1.993 indivíduos de 4 subfamílias e 28 espécies. Dentre as espécies, 23 foram encontradas em área florestal, 17 em área de pecuária e 14 em área de cultivo de cana. Apenas 11 espécies foram compartilhadas entre os três tipos de ambientes (Apêndice).

Apesar deste estudo ter sido realizado durante um período relativamente curto, o esforço de amostragem foi altamente representativo, especialmente para áreas florestais e de pecuária, onde estima-se que juntas, em média, cerca de 95% das espécies presentes foram encontradas. Os estimadores de riqueza mostraram que a área de pecuária refletiu exatamente a riqueza real e estima-se que, em áreas florestais, apenas uma ou três espécies a mais devam estar presentes (Tabela 1).

**Tabela 1:** Abundância e estimativa de riqueza para floresta, canavial e pecuária (valores entre parênteses representam o desvio padrão).

| Ambientes | Riqueza observada | CHAO1               | ACE                |
|-----------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Floresta  | 23                | 24.00 ( $\pm 1.8$ ) | 26.0 ( $\pm 2.3$ ) |
| Pecuária  | 17                | 17.00 ( $\pm 0.1$ ) | 17.4 ( $\pm 1.8$ ) |
| Canavial  | 14                | 24.5 ( $\pm 10.5$ ) | 24.1 ( $\pm 2.5$ ) |

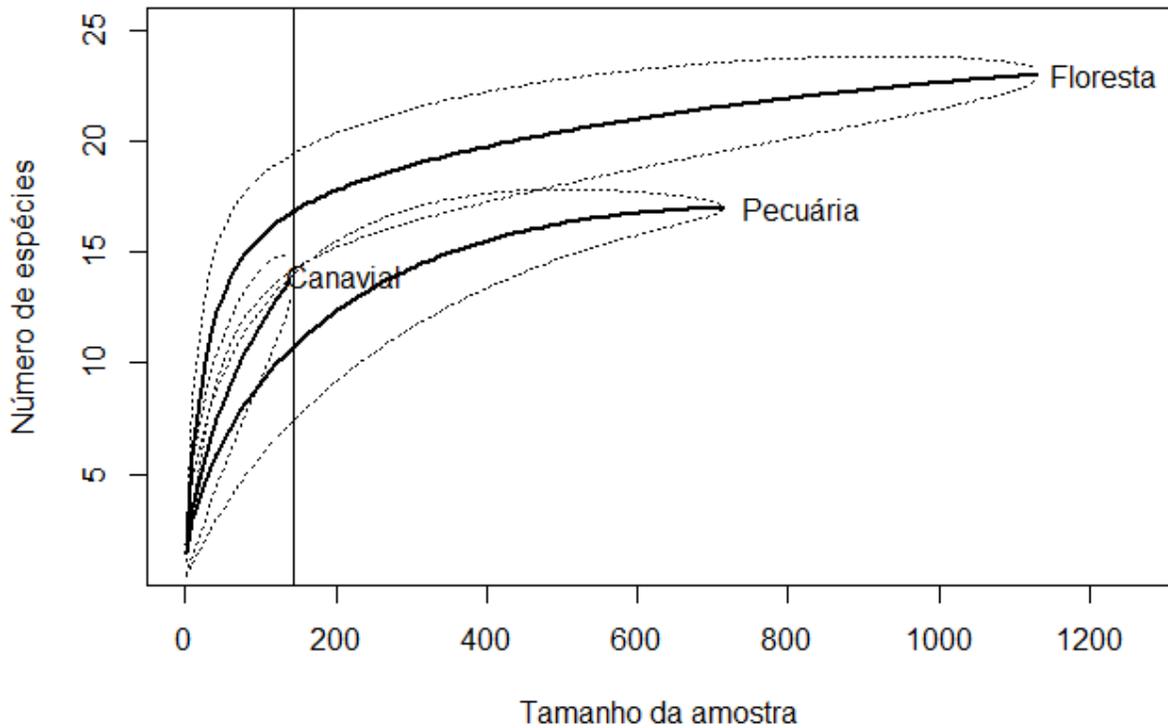
**Fonte:** Dados da pesquisa.

A abundância nos ambientes seguiu o mesmo padrão de riqueza amostrada, com ambiente florestal sendo o mais abundante, seguido de área de pecuária e canaviais menos abundante (Tabela 2). As curvas de rarefação mostraram que existem diferenças significativas na riqueza das espécies entre os ambientes, apontando área florestal como a mais rica, seguida de canavial e área de pecuária (Figura 3).

*Hamadryas februa* foi a espécie mais abundante representando quase metade da abundância total amostrada. Essa espécie foi dominante em todos os ambientes, especialmente em ambientes de pecuária, onde compôs cerca de 70% de sua abundância. Enquanto *Taygetina kerea* e

*Hamadryas feronia* foram a segunda e terceira espécie mais abundante, com maior expressividade em áreas florestais e de pecuária, respectivamente (Apêndice).

**Figura 3:** Curva de rarefação, com seus respectivos intervalos de confiança de 95% para áreas florestais, canaviais e pecuária.



**Fonte:** Dados da pesquisa.

Quanto aos períodos chuvoso e seco, áreas florestais apresentaram maior riqueza (23 espécies) e maior abundância (849 indivíduos) no período seco, comparado ao período chuvoso, onde foram encontradas apenas 12 espécies e 284 indivíduos. Além disso, áreas florestais tiveram 11 espécies exclusivas do período seco, contrastando com o período chuvoso que compartilha todas as espécies com o período seco (Tabela 2).

O mesmo padrão ocorreu em áreas de pecuária, com o período seco mais rico (16 espécies) e mais abundante (363), enquanto o período chuvoso teve menor riqueza (11 espécies) e menos indivíduos (355 indivíduos). Além disso, no período seco foram encontradas 7 espécies exclusivas contrapondo com apenas uma do período chuvoso (Tabela 2)

Em áreas de canaviais quase não houve alteração na riqueza entre os dois períodos. O período seco apresentou apenas uma espécie a mais (10 espécies) do que o chuvoso (9 espécies). Contudo, diferente dos demais ambientes, em canaviais a abundância foi quase o dobro no período chuvoso (94 indivíduos) comparada com o período seco (48 indivíduos) (Tabela 2).

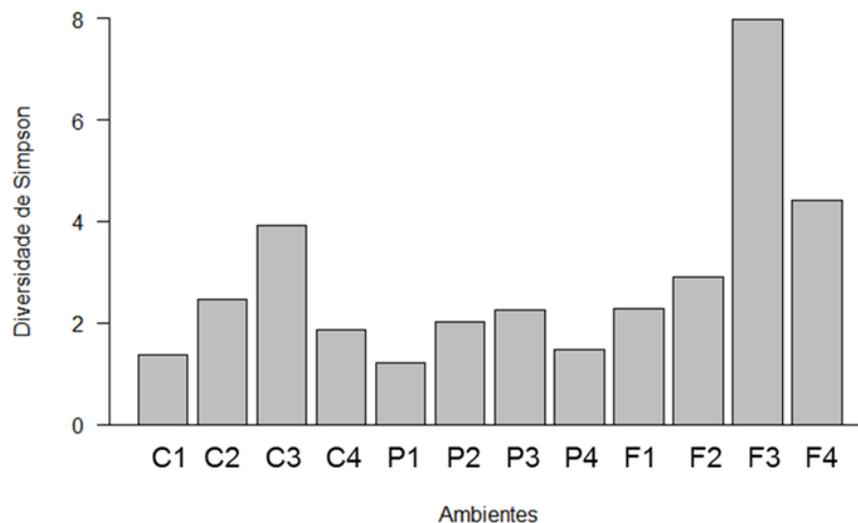
**Tabela 2:** Abundância total e riqueza e abundância nos períodos chuvoso e seco e cada ambiente amostrado.

| AMBIENTES       | Abundância | Chuvoso |     | Seco |     |
|-----------------|------------|---------|-----|------|-----|
|                 | Total      | Riq     | Abu | Riq  | Abu |
| <b>Floresta</b> | 1.133      | 12      | 284 | 23   | 849 |
| <b>Pecuária</b> | 718        | 11      | 355 | 16   | 363 |
| <b>Canavial</b> | 142        | 9       | 94  | 10   | 48  |

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Quanto à diversidade, área de florestal foi a mais diversa. E, apesar do canavial possuir a menor riqueza, esse ambiente foi o segundo mais diverso. Já áreas de pecuária, embora tenham apresentado alta riqueza, a abundância da comunidade esteve distribuída de forma desigual entre as espécies e a dominância de *H. februa* contribuiu negativamente para diversidade desse ambiente (Figura 4).

**Figura 4:** Diversidade das espécies nas áreas de florestas (F) de pecuária (P) e canaviais (C) no período chuvoso, Janeiro (1) e fevereiro (2) e período seco, Agosto (3) e Setembro (4).



**Fonte:** Dados da pesquisa.



**Tabela 3:** Índice do Valor Indicador (IndVal) das espécies indicadoras de áreas florestais e de pecuária.

| Táxon                         | Ambiente            | Especificidade | Fidelidade | IndVal | Intervalo de confiança | Valor P |
|-------------------------------|---------------------|----------------|------------|--------|------------------------|---------|
| <i>Hamadryas chloe</i>        | Floresta            | 1.0000         | 0.7500     | 0.866  | 0,707<br>0,832         | 0,001   |
| <i>Paryphthimoides poltys</i> | Floresta            | 0.9500         | 0.5833     | 0.744  | 0,494<br>0,903         | 0,005   |
| <i>Hypna clytemnestra</i>     | Floresta            | 1.0000         | 0.4167     | 0.645  | 0,353<br>0,832         | 0,004   |
| <i>Taygetina kerea</i>        | Floresta            | 0.9220         | 0.7500     | 0.832  | 0,029<br>0,969         | 0,045   |
| <i>Taygetis laches</i>        | Floresta            | 0.9091         | 0.5000     | 0.674  | 0,028<br>0,866         | 0,020   |
| <i>Hamadryas amphinome</i>    | Floresta            | 0.8929         | 0.5000     | 0.668  | 0,328<br>0,856         | 0,018   |
| <i>Hamadryas laodamia</i>     | Floresta            | 0.8846         | 0.5000     | 0.665  | 0,379<br>0,848         | 0,021   |
| <i>Temenis laothoe</i>        | Floresta            | 0.8889         | 0.4167     | 0.609  | 0,333<br>0,829         | 0,017   |
| <i>Pharneuptychia sp.</i>     | Floresta            | 1.0000         | 0.3333     | 0.577  | 0,277<br>0,791         | 0,029   |
| <i>Hamadryas februa</i>       | Pecuária + Floresta | 0.9050         | 1.0000     | 0.951  | 0,626<br>0,794         | 0,002   |
| <i>Zaretis sp.</i>            | Pecuária + Floresta | 0.9670         | 0.5833     | 0.751  | 0,120<br>0,874         | 0,012   |

**Fonte:** Dados da pesquisa.

### **Padrão de diversidade beta dentro dos ambientes ao longo do tempo (temporal)**

Antes de expor os resultados de diversidade beta é importante destacar que o gráfico resultante da SDR simplex permite a visualização de três componentes da diversidade beta (similaridade, diferença de abundância e substituição), e a partir disso, é possível identificar os componentes complementares: dissimilaridade (ou diversidade beta), que corresponde ao inverso da similaridade; aninhamento, que corresponde ao inverso da substituição; e concordância da abundância das espécies, que corresponde ao inverso da diferença de abundância.

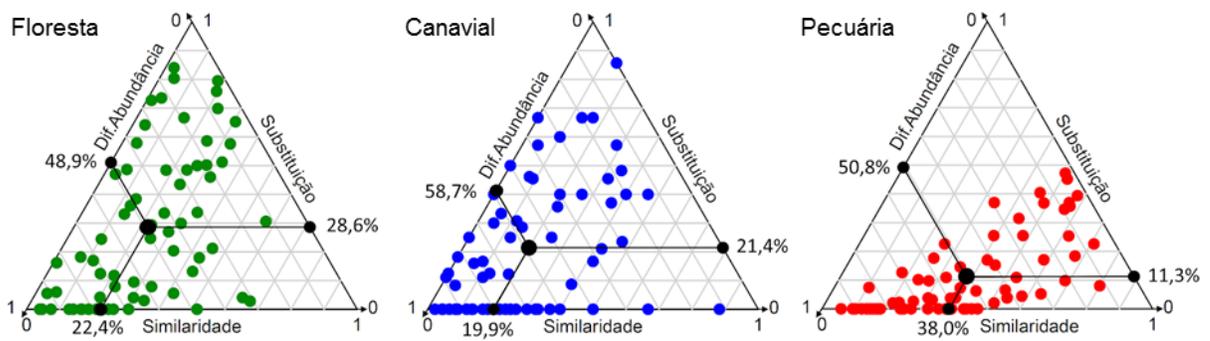
O padrão de diversidade beta ao longo do tempo ocorreu de forma semelhante entre os três tipos de ambientes, especialmente em relação a área florestal e canavial, que apresentaram alta dissimilaridade temporal fortemente induzida pela diferença de abundância (Figura 6).

A taxa de substituição de espécies diferiu significativamente entre três ambientes, com uma maior substituição de espécies ocorrendo em área florestal comparada a área de pecuária ( $p = 0,03$ ) (Figura 6).

Além disso, a similaridade da área de pecuária foi significativamente maior do que a similaridade dos canaviais ( $p = 0,03$ ), indicando que as áreas de canaviais apresentam maior diversidade beta temporal (Figura 6). Este resultado observado também na NMDS, onde a composição da comunidade de pecuária apresentou menor variação ao longo do tempo comparado aos canaviais (Figura 5).

A diferença de abundância foi o único componente de diversidade que não diferiu significativamente entre os ambientes. Indicando que o acréscimo, ou perda de indivíduos, ao longo do tempo ocorreu de forma semelhante em florestas, canaviais e áreas de pecuária.

**Figura 6:** Gráfico triangular baseado na abordagem SDR-simplex para diversidade beta temporal dentro de cada ambiente (reserva, canavial e fazenda). O ponto preto nas arestas do gráfico representa o valor médio da similaridade, substituição e diferença de abundância. O ponto preto no interior do gráfico representa a média desses três componentes. A análise foi baseada na matriz de similaridade de Ruzicka.



**Fonte:** Dados da pesquisa.

### **Padrão de diversidade beta entre os ambientes (espacial)**

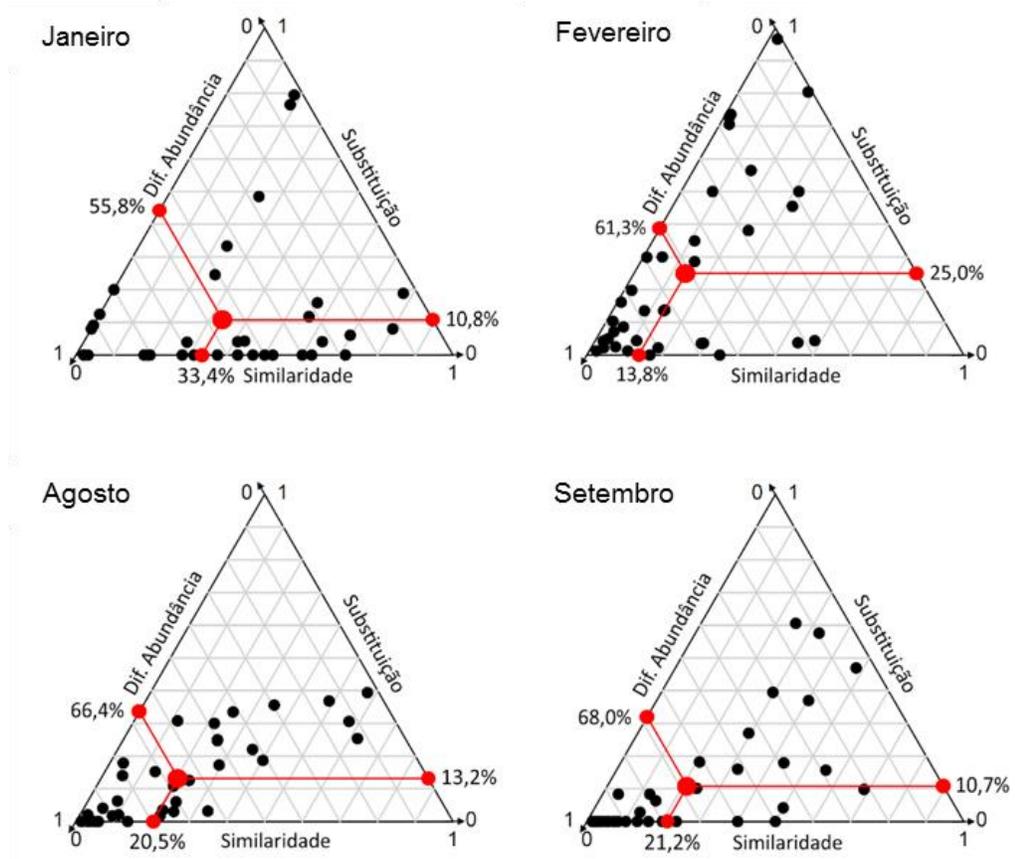
Os resultados da SDR-simplex mostraram pouca similaridade e substituição de espécies entre os três tipos de ambientes em todas as coletas. Dentre os componentes de diversidade beta, a diferença de abundância foi o mais relevante para a dissimilaridade entre os ambientes (Figura 7).

Os ambientes apresentaram, em média, uma dissimilaridade de 78% que foi influenciada principalmente pela diferença de abundância das espécies, a qual contribuiu com uma média de 63% para a dissimilaridade entre os ambientes (Figura 7).

Os índices de substituição também foram baixos, contribuindo, em média, com apenas 15% para a diversidade beta total. Esse resultado indica que as comunidades mais pobres, canavial e pecuária, estavam 85% aninhadas à comunidade mais rica de florestas (Figura 7).

Ao comparar os índices dos três componentes (similaridade, diferença de abundância e substituição) entre os quatro períodos amostrados, não foram encontradas diferenças significativas. Isso significa que, independente do período, seco ou chuvoso, a similaridade entre os ambientes será sempre baixa, com pouca substituição e alta diferença de abundância.

**Figura 7:** Gráfico triangular baseado na abordagem SDR-simplex para diversidade beta espacial entre os três tipos de ambiente (floresta, canavial e pecuária) nos quatro meses coletados. O ponto vermelho nas arestas do gráfico representa o valor médio da similaridade, substituição e diferença de abundância, respectivamente. O ponto vermelho no interior do gráfico representa a média desses três componentes. A análise foi baseada na matriz de similaridade de Ruzicka.



**Fonte:** Dados da pesquisa.

#### 4. DISCUSSÃO

Apesar do presente estudo ter sido realizado em um período relativamente curto para discutir seguramente os efeitos da sazonalidade na variação da composição da comunidade de borboletas, os resultados indicam que, embora os ambientes estudados apresentem características abióticas distintas, possuem padrões de diversidade temporal semelhantes, principalmente quando comparadas florestas e canaviais, que apresentaram alta diversidade beta ao longo do tempo. Além disso, apesar de áreas de pecuária terem apresentado a menor diversidade beta temporal, a variação da composição da comunidade nos três ambientes foi fortemente influenciada pela diferença de abundância das espécies entre os períodos chuvoso e seco.

A fragmentação e perda de habitat estão entre as ameaças mais importantes para a perda de espécies de borboletas em paisagens modificadas pelo homem (FILGUEIRAS et al., 2018). Em geral, a riqueza de espécies de borboletas diminui à medida em que o ambiente se torna progressivamente dominado pela agricultura (JONASON et al., 2017), o que explica a baixa riqueza encontrada nos sistemas agrícolas estudados. No presente estudo, embora os canaviais tenham apresentado a menor riqueza de espécies, sua diversidade beta temporal foi significativamente maior do que os demais ambientes estudados, corroborando com os resultados de Sambhu et al., 2018, que encontraram uma alta diversidade beta temporal na comunidade de borboletas em canaviais.

Apesar disso, é importante destacar que nem sempre uma alta variação da composição da comunidade corresponde a um alto valor de conservação. Em geral, a fragmentação promove um drástico declínio de espécies sensíveis à perturbação, e beneficia espécies adaptadas ou generalistas. Assim, o valor de conservação de ambientes alterados pelo homem depende dos grupos responsáveis pelo aumento da diversidade beta (FILGUEIRAS, 2018). Além disso, nos canaviais a variação da composição foi induzida principalmente pela diferença da abundância das espécies, com baixa taxa de substituição ao longo do tempo. Adicionalmente, acredita-se que o canavial funcione apenas como um corredor para o movimento das espécies entre os fragmentos florestais. Tem sido demonstrado que fragmentos florestais, mesmo imersos em matriz hostil, são capazes de reter uma diversidade de borboletas composta por espécies típicas de áreas abertas e perturbadas (RIBEIRO et al., 2012). Portanto, é possível que o canavial não seja o habitat natural e que a comunidade de borboletas encontradas ali seja composta por espécies transitórias.

No estudo, áreas de pecuária apresentaram diversidade beta temporal significativamente baixa, o que pode estar refletindo características estruturais da vegetação e a dominância de *H. februa*. Tem sido demonstrado que áreas dominadas por espécies de plantas pioneiras suportam alta diversidade de espécies de borboletas (FILGUEIRAS et al., 2016, 2019; SCHIRMEL; FARTMANN, 2014). Contudo, apesar dos benefícios da sucessão da vegetação em seus estágios iniciais, a continuação deste processo em áreas de pastagens, resulta na deterioração da qualidade do habitat, afetando negativamente as comunidades (BUBOVÁ et al., 2015; SCHIRMEL; FARTMANN, 2014). Em geral, o pastoreio extensivo constitui uma maneira eficaz de suprimir o processo sucessional, devido pisoteio do gado (BUBOVÁ et al., 2015). Entretanto, nas áreas estudadas, a intensidade do pastoreio era bastante limitada para impedir o estabelecimento da vegetação local, sendo essas áreas caracterizadas por um estágio sucessional mais avançado, explicando a baixa diversidade encontrada.

Além disso, em geral, uma alta variação na composição de uma comunidade pode resultar do acesso temporal limitado aos recursos requeridos. Entretanto, recursos disponíveis de forma consistente favorece a persistência dos principais táxons do ambiente (D'SOUZA; HEBERT, 2018). Assim, além das condições microclimáticas, como temperaturas elevadas e baixa umidade, favorecerem espécies bem adaptadas a distúrbios, a dominância de *H. februa* pode estar relacionada à abundância de plantas hospedeiras nas áreas de pecuária. Estudos apontam relações positivas entre borboletas adaptadas à perturbação e plantas hospedeiras adaptadas a perturbações. Na Mata Atlântica, por exemplo, a maior abundância de espécies da tribo Charaxinae e Biblidinae encontradas na paisagem fragmentada tem como plantas hospedeiras principalmente espécies de plantas favorecidas pela fragmentação (UEHARA-PRADO et al., 2007). Portanto, provavelmente, a abundância e disponibilidade de plantas hospedeiras de *H. februa* explique a dominância dessa espécie e, conseqüentemente, alta estabilidade temporal em áreas de pecuária.

Quanto ao padrão temporal em florestas, a literatura sugere que o pico de riqueza em florestas secas ocorre na estação chuvosa em decorrência principalmente a ganhos, ao invés de substituição de espécies (BEIRÃO et al., 2017; CASTRO; ESPINOSA, 2015; NOBRE; IANNUZZI; SCHLINDWEIN, 2012). Além disso, é esperado que as comunidades de borboletas neotropicais sejam mais ricas e mais abundantes na época das chuvas, em resposta à maior disponibilidade de recursos (PEREIRA et al., 2017). De fato, as áreas florestais estudadas aqui

apresentaram baixas taxas de substituição, contudo, uma maior riqueza e abundância foi encontrada no período seco, diferindo dos demais estudos em florestas secas.

Esse pico de riqueza e abundância encontrado no período seco nas florestas pode ser resultado do aumento do número de espécies e de indivíduos adaptados à forte exposição solar. Estudos anteriores demonstraram que a abertura do dossel em florestas úmidas é um importante fator estrutural da comunidade de borboletas, influenciando positivamente a riqueza, abundância e composição das espécies (PEREIRA et al., 2017; WEERAKOON; BANDARA; RANAWANA, 2015). No presente estudo, o período seco em áreas florestais promoveu um aumento expressivo da abundância de *H. februa*, *H. amphinome*, *H. feronia*, *H. laodamia*, *Zaretis sp.* e *P. poltys* e o aparecimento de *F. riphea*, e *E. tatila*, espécies geralmente encontradas em ambientes de condições de forte incidência solar e altas temperaturas (BRITO; RIBEIRO, 2014). Portanto, visto que, árvores de florestas decíduais perdem grande parte de suas folhas durante a estação seca (CASTRO, 2007), a mudança sazonal na estrutura da vegetação favoreceu os indivíduos mais tolerantes a condições de seca, elevando a abundância em áreas florestais. Esse resultado é consistente com o encontrado por Gozzi et al. (2012) em uma floresta seca brasileira. Esses autores também sugerem que, na estação chuvosa, as borboletas encontram-se principalmente no estágio de lagarta, devido à maior disponibilidade de folhas nesse período.

Apesar de baixa, a taxa de substituição em áreas florestais foi significativamente maior do que em sistemas agropecuários. A substituição das espécies ocorre em função das tolerâncias ecológicas das espécies, o que implica no ganho e perda simultâneos de espécies devido à filtragem ambiental (LEGENDRE, 2014). Estudos apontam associações entre a temperatura e a substituição das espécies na comunidade de borboletas através do espaço e do tempo (LEWTHWAITE; DEBINSKI; KERR, 2017; ZELLWEGER et al., 2017). Além disso, as borboletas apresentam fortes padrões sazonais correlacionados com a temperatura e precipitação, como resultado das diferentes médias de tolerâncias térmicas das espécies (DEVRIES et al., 2012; FORDYCE; DEVRIES, 2016; RIBEIRO; FREITAS, 2010; SANTOS et al., 2017). Em áreas de Mata Atlântica, por exemplo, especialistas florestais estão mais concentrados na estação chuvosa, enquanto especialistas de matriz estão concentrados na estação seca (BRITO; RIBEIRO, 2014). Isso sugere que a temperatura age como um filtro ambiental e, portanto, a substituição encontrada em florestas secas pode estar associada a diferenças climáticas resultantes da sazonalidade. Amostragens de

longo de prazo são necessárias para melhor assegurar a existência da sazonalidade na comunidade de borboletas frugívoras em florestas secas.

Quanto à variação da comunidade entre os ambientes, os resultados mostraram que a conversão de áreas naturais em sistemas agropecuários, levou a uma alta da diversidade beta espacial, influenciada principalmente pela diferença de abundância entre os ambientes, com as comunidades de borboletas de sistemas agropecuários aninhadas a comunidades florestais.

A diferença de abundância das espécies foi relativamente alta, especialmente quando comparada a abundância entre área florestal e canavial, com a primeira apresentando pelo menos sete vezes mais o número total de indivíduos encontrados em canaviais. Além disso, as espécies apresentaram diferentes distribuições entre as estações seca e chuvosa, com picos de abundâncias diferentes entre florestas e canaviais, com áreas florestais mais abundantes no período seco ao contrário de canaviais, menos abundantes nesse período. Dessa forma, a diferença de abundância entre os ambientes torna-se ainda mais discrepante no período seco, onde a área florestal é duas vezes mais abundante que áreas de pecuária e dezessete vezes mais que canaviais.

A alta diversidade beta espacial pode estar refletindo as diferenças discrepantes da estrutura da vegetação entre os ambientes que, em escala regional, promoveu grande heterogeneidade ambiental. A heterogeneidade ambiental inclui diversidade de habitats e de recursos, e apresenta uma forte e positiva relação com a diversidade de borboletas. Por exemplo, paisagens complexas, em termos de estrutura de vegetação, como as áreas florestais estudadas, fornecem mais habitats e nichos e podem abrigar não apenas mais, mas também espécies diferentes daquelas de paisagens estruturalmente mais simples, espécies especialistas, aumentando assim a diversidade beta total (PEREIRA et al., 2017; PEROVIC et al., 2015; ZELLWEGER et al., 2017). Além disso, comunidades de borboletas em habitats de baixa produtividade são caracterizadas por espécies generalistas (ANDREW et al., 2012; HALDER et al., 2017), como encontrado nas áreas de pecuária, as quais apresentaram baixa diversidade beta ao longo do tempo devido à dominância de *H. februa*. Dessa forma, a alta diversidade beta espacial encontrada pode ser resultante da heterogeneidade espacial entre habitats florestais complexos, e habitats de área de pecuária mais simples.

Uma alta diversidade beta espacial significa que as espécies não estão distribuídas aleatoriamente entre os ambientes e pode refletir movimentos fisiológicos ou comportamentalmente restritos de indivíduos de alta fidelidade a locais específicos (RIBEIRO et

al., 2008; SOININEN; LENNON; HILLEBRAND, 2007; STEVENS et al., 2012). Altos níveis de diversidade beta espacial de borboletas podem estar associados a condições ambientais, como uma cobertura altamente fragmentada do solo por criar barreiras ao movimento de espécies (YEN et al., 2018). Assim, espécies especialistas geralmente são as mais afetadas pela perturbação ambiental e contribuem fortemente para a dissimilaridade entre os ambientes (BRITO; RIBEIRO, 2014; ZELLWEGER et al., 2017). Portanto, no estudo, o componente de diversidade beta altamente significativo pode estar associado ao grande número de espécies indicadoras de florestas, visto que, pelo menos nove espécies apresentaram alta fidelidade e especificidade a ambientes florestais.

Além disso, a alta dissimilaridade entre os ambientes foi conduzida principalmente pelo mecanismo de aninhamento. O aninhamento é um tipo de diferença de riqueza onde a comunidade de um local é um subconjunto da comunidade de outro local mais rico. Esse aninhamento ocorre quando uma comunidade é estruturada através de um processo não aleatório de perda de espécies, como consequência de algum fator que promove a desagregação ordenada das assembleias (LEGENDRE, 2014). Isso significa que, sistemas agropecuários suportam subconjuntos da comunidade de espécies encontrada em ecossistemas florestais, incluindo principalmente espécies mais tolerantes e abundantes. Em geral, o aninhamento da comunidade de borboletas aumenta à medida em que a disponibilidade de recursos diminui (YEN et al., 2018; ANDREW et al., 2012). Portanto, os altos níveis de aninhamento apresentados no presente estudo sugerem que a disponibilidade de recursos é um fator limitante em sistemas agropecuários.

O estudo permite um melhor entendimento do padrão de diversidade beta das assembleias de borboletas frugívoras em ecossistemas naturais e sistemas convertidos e destaca o valor de conservação das reservas de florestas secas, devido a sua alta diversidade beta temporal e por abrigarem um grande número de espécies especialistas, evidenciando a necessidade de mais e maiores reservas a proteção do grupo de borboletas, bem como da biodiversidade.

## 5. CONCLUSÕES

- A conversão de ecossistemas naturais em sistemas agropecuários causa um processo de homogeneização biótica, com a dominância de poucas espécies generalistas na comunidade.
- A conversão ambiental provoca aumento da diversidade beta entre ecossistemas naturais e sistemas agropecuários, influenciada, principalmente, pela diferença de abundância das espécies.
- Comunidades de borboletas de sistemas agropecuários são altamente aninhadas a comunidades de ecossistemas naturais.
- A manutenção de áreas protegidas de florestas secas é de grande importância para a conservação da biodiversidade, visto que, apresentam diversidade beta significativamente alta e abrigam um grande número de espécies indicadoras.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J.; KISSLING, W. D.; CARVALHEIRO, L. G. Functional traits help to explain half-century long shifts in pollinator distributions. **Nature Publishing Group**, n. April, p. 1–13, 2016.
- ANDREW, M. E. et al. Beta-diversity gradients of butterflies along productivity axes. **Global Ecology and Biogeography**, v. 21, n. 3, p. 352–364, 2012.
- BANDA-R, KARINA et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, v. 353, n. September, p. 1383–1388, 2016.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, p. 134–143, 2010.
- BEIRÃO, M. V et al. High butterfly beta diversity between Brazilian cerrado and cerrado – caatinga transition zones. **Journal of Insect Conservation**, v. 21, n. 5, p. 849–860, 2017.
- BONEBRAKE, T. C. et al. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, n. 8, p. 1831–1841, 2010.
- BÖRSCHIG, C. et al. Traits of butterfly communities change from specialist to generalist characteristics with increasing land-use intensity. **Basic and Applied Ecology**, 2013.
- BRITO, M. M.; RIBEIRO, D. B. Functional composition and phenology of fruit-feeding butterflies in a fragmented landscape : variation of seasonality between habitat specialists. **Journal Insect Conservation**, p. 547–560, 2014.
- BUBOVÁ, T. et al. Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, n. 5, p. 805–821, 2015.
- CASTRO, A. A. J. F. Unidades de Planejamento: Uma Proposta para o Estado do Piauí com Base na Dimensão Diversidade de Ecossistemas. **Publicações avulsas conservação de ecossistemas**, n. September 2007, 2007.
- CASTRO, A.; ESPINOSA, C. I. Seasonal diversity of butterflies and its relationship with woody-plant resources availability in an Ecuadorian tropical dry forest. **Tropical Conservation Science**, v. 8, n. 2, p. 333–351, 2015.
- CHEN, Y.; SCHMERA, D. Additive partitioning of a beta diversity index is controversial. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 52, p. E7161–E7161, 2015.
- DAPPORTO, L.; DENNIS, R. L. H. The generalist – specialist continuum : Testing predictions for distribution and trends in British butterflies. **Biological Conservation**, v. 157, p. 229–236, 2013.
- DECAËNS, T. et al. Biodiversity loss along a gradient of deforestation in Amazonian agricultural landscapes. **Conservation Biology**, v. 32, n. 6, p. 1380–1391, 2018.
- DEFRIES, R. S. et al. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**, v. 3, n. 3, p. 178–181, 2010.
- DEVRIES, P. J. et al. Similarity and difference among rainforest fruit-feeding butterfly communities in Central and South America. **Journal of Animal Ecology**, v. 81, n. 2, p. 472–482, 2012.
- DOMINICIS, S. DE et al. Evaluating the role of protected natural areas for environmental education in Italy. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2017.

- D'SOUZA, M. L.; HEBERT, P. D. Stable baselines of temporal turnover underlie high beta diversity in tropical arthropod communities. **Molecular Ecology**, 27(10), 2447-2460, 2018.
- ESKILDSEN, A. et al. Ecological specialization matters: long-term trends in butterfly species richness and assemblage composition depend on multiple functional traits. **Diversity and Distributions**, p. 792–802, 2015.
- ESPÍRITO-SANTO, M. M. et al. Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 6, p. 922–930, 2009.
- FERRARO, P. J. et al. More strictly protected areas are not necessarily more protective : evidence from Bolivia , Costa Rica , Indonesia , and Thailand. **Environmental Research Letters**, 2013.
- FILGUEIRAS, B. K. C. et al. Fruit-feeding butterflies in edge-dominated habitats: community structure, species persistence and cascade effect. **Journal of Insect Conservation**, v. 20, n. 3, p. 539–548, 2016.
- FILGUEIRAS, B. K. C. et al. Compensatory dynamics on the community structure of fruit-feeding butterflies across hyper-fragmented Atlantic forest habitats. **Ecological Indicators**, v. 98, n. November 2018, p. 276–284, 2019.
- FORDYCE, J. A.; DEVRIES, P. J. A tale of two communities: Neotropical butterfly assemblages show higher beta diversity in the canopy compared to the understory. **Oecologia**, v. 181, n. 1, p. 235–243, 2016.
- FRANÇOSO, R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação**, v. 3, p. 35–40, 2015.
- FREITAS, A. V. L. et al. Studies with butterfly bait traps : an overview. v. 40, n. 2, p. 209–218, 2014.
- FRENNE, P. DE et al. Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. **PNAS**, v. 110, n. 46, p. 18561–18565, 2013.
- GOZZI, M. R. et al. Borboletas frugívoras em uma região de transição entre cerrado sensu stricto e caatinga no norte de Minas Gerais, Brasil. **MG.BIOTA**, n. May 2014, 2012.
- GRAÇA, M. B. et al. Combining Taxonomic and Functional Approaches to Unravel the Spatial Distribution of an Amazonian Butterfly Community. **Environmental Entomology**, n. December 2015, 2016.
- GRAY, C. L. et al. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. **Nature Communications**, n. May, 2016.
- HALDER, I. V. A. N. et al. Trait-driven responses of grassland butterflies to habitat quality and matrix composition in mosaic agricultural landscapes. **Insect Conservation and Diversity**, p. 64–77, 2017.
- JONASON, D. et al. Weak functional response to agricultural landscape homogenisation among plants, butterflies and birds. **Ecography**, v. 40, n. 10, p. 1221–1230, 2017.
- KARLSSON, B.; WIKLUND, C. Butterfly life history and temperature adaptations ; dry open habitats select for increased fecundity and longevity. **Journal of Animal Ecology**, p. 99–104, 2005.
- LAUŠEVI, R.; BARTULA, M. Participatory Planning for Biodiversity Protection in the Western Balkans. **BioOne**, v. 36, n. 3, p. 339–344, 2016.
- LEGENDRE, P. Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity.

**Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 11, p. 1324–1334, 2014.

LEWTHWAITE, J. M. M.; DEBINSKI, D. M.; KERR, J. T. High community turnover and dispersal limitation relative to rapid climate change. **Global Ecology and Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 459–471, 2017.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2013.

MCGILL, B. J. et al. Fifteen forms of biodiversity trend in the anthropocene. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 30, n. 2, p. 104–113, 2015.

NEW, T. Launching and steering flagship Lepidoptera for conservation benefit. **Journal of Threatened Taxa**, v. 3, n. 6, p. 1805–1817, 2011.

NIETO-SÁNCHEZ, S.; GUTIÉRREZ, D.; WILSON, R. J. Long-term change and spatial variation in butterfly communities over an elevational gradient: driven by climate, buffered by habitat. **Diversity and Distributions**, p. 950–961, 2015.

NOBRE, C. E. B.; IANNUZZI, L.; SCHLINDWEIN, C. Seasonality of Fruit-Feeding Butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) in a Brazilian Semiarid Area. **International Scholarly Research Network**, v. 2012, 2012.

NYAFWONO, M. et al. Butterfly community composition across a successional gradient in a human-disturbed afro-tropical rain forest. **Biotropica**, v. 46, n. 2, p. 210–218, 2014.

OCHOA-HUESO, R.; RANEA, D. DE LA P.; VIEJO, J. L. Comparison of trends in habitat and resource selection by the Spanish Festoon, *Zerynthia rumina*, and the whole butterfly community in a semi-arid Mediterranean ecosystem. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 51, p. 1–14, 2014.

PEREIRA, G. C. N. et al. Diversity of fruit-feeding butterflies in a mountaintop archipelago of rainforest. **PLoS ONE**, v. 12, n. 6, p. 1–20, 2017.

PEROVIC, D. et al. Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. **Journal of Applied Ecology**, p. 505–513, 2015.

PIAUI. Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do. Fundação CEPRO. Diagnóstico socioeconômico - município Teresina. **Fundação CEPRO**, 2018.

PODANI, J.; RICOTTA, C.; SCHMERA, D. A general framework for analyzing beta diversity, nestedness and related community-level phenomena based on abundance data. **Ecological Complexity**, v. 15, p. 52–61, 2013.

PODANI, J.; SCHMERA, D. A new conceptual and methodological framework for exploring and explaining pattern in presence - absence data. **Oikos**, v. 120, n. 11, p. 1625–1638, 2011.

RIBEIRO, D. B. et al. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: Importance of scale and implications for conservation. **Diversity and Distributions**, v. 14, n. 6, p. 961–968, 2008.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. Differences in thermal responses in a fragmented landscape : temperature affects the sampling of diurnal , but not nocturnal fruit-feeding Lepidoptera. **Journal of Research on the Lepidoptera**, v. 2003, p. 1–4, 2010.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. Large-sized insects show stronger seasonality than small-sized ones: A case study of fruit-feeding butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 104, n. 4, p. 820–827, 2011.

RIBEIRO, D. B. et al. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. **Biodiversity and Conservation**, p. 811–827, 2012.

- ROSSI, J.; HALDER, I. VAN. Towards indicators of butterfly biodiversity based on a multiscale landscape description. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 452–458, 2010.
- SAMBHU, H. et al. Trade-offs for butterfly alpha and beta diversity in human-modified landscapes and tropical rainforests. **Ecology and Evolution**, n. May, p. 1–11, 2018.
- SANT'ANNA, C. L. B. et al. Fruit-feeding butterfly communities are influenced by restoration age in tropical forests. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 4, p. 480–485, 2014.
- SANTOS, J. P. DOS et al. Monitoring fruit-feeding butterfly assemblages in two vertical strata in seasonal Atlantic Forest: Temporal species turnover is lower in the canopy. **Journal of Tropical Ecology**, v. 33, n. 5, p. 345–355, 2017.
- SCHIRMEL, J.; FARTMANN, T. Coastal heathland succession influences butterfly community composition and threatens endangered butterfly species. p. 111–120, 2014.
- SOININEN, J.; LENNON, J. J.; HILLEBRAND, H. A multivariate analysis of beta diversity across organisms and environments. **Ecology**, v. 88, n. 11, p. 2830–2838, 2007.
- STEVENS, V. M. et al. How is dispersal integrated in life histories: A quantitative analysis using butterflies. **Ecology Letters**, v. 15, n. 1, p. 74–86, 2012.
- UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L.; Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: Comparison between a fragmented and a continuous landscape. **Global Ecology and Biogeography**. 2007.
- UEHARA-PRADO, M.; BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. **Journal of the Lepidopterists' Society**, v. 59, n. 2, p. 96–106, 2005.
- WALLISDEVRIES, M. F.; BAXTER, W.; VLIET, A. J. H. VAN. Beyond climate envelopes : effects of weather on regional population trends in butterflies. p. 559–571, 2011.
- WEERAKOON, B.; BANDARA, A. M. R. S.; RANAWANA, K. Impact of Canopy Cover on Butterfly Abundance and Diversity in Intermediate Zone Forest of Sri Lanka. **Journal of Tropical Forestry and Environment Vol.**, n. June, 2015.
- YEN, J. D. L. et al. Relating beta diversity of birds and butterflies in the Great Basin to spatial resolution, environmental variables and trait-based groups. **Global Ecology and Biogeography**, n. September, p. 1–13, 2018.
- ZELLWEGER, F. et al. Beta diversity of plants, birds and butterflies is closely associated with climate and habitat structure. **Global Ecology and Biogeography**, v. 26, n. 8, p. 898–906, 2017.

## **CAPÍTULO 2.**

### **CONEXÃO COM A NATUREZA, ATITUDES AMBIENTAIS E A PERCEPÇÃO DE EDUCADORES SOBRE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS**

## RESUMO

Apesar de áreas naturais protegidas serem consideradas uma importante ferramenta para educadores ambientais, o uso dessas áreas pelos professores ainda é incipiente. O presente estudo buscou examinar como professores percebem o uso de áreas naturais protegidas para a promoção de Educação Ambiental (EA), e avaliar o nível de relacionamento com a natureza e suas atitudes ambientais partindo do pressuposto de que estes dois fatores estejam associados à percepção dos professores. O estudo teve uma abordagem quantitativa a partir do método *survey*, utilizando um questionário estruturado. O questionário foi composto pela escala *Nature Relatedness* (RN), para verificar o nível de relacionamento com a natureza, escala *New Environmental Paradigm* (NEP), para avaliar as atitudes ambientais, e 10 questões de percepção dos professores sobre o uso de áreas naturais protegidas. A percepção dos professores sobre o uso de áreas naturais protegidas para EA foi, em geral, positiva. Contudo, demonstraram menor apoio à prática efetiva de EA nessas áreas. Os resultados sugerem que o nível de relacionamento com a natureza não foi forte o suficiente para promover atitudes ambientais significativas, o que pode estar refletindo na forma como os professores veem o uso de áreas naturais para o ensino. Assim, diante da relevância da interação com a natureza, é imprescindível que as pessoas a vivenciem, a fim de criar laços emocionais e estilos de vida ambientalmente responsáveis.

**Palavras-chave:** Relacionamento com a natureza. Novo Paradigma Ecológico. Professores

## ABSTRACT

Although protected natural areas are considered an important tool for environmental educators, the use of these areas by teachers is still incipient. The present study sought to examine how teachers perceive the use of protected natural areas for the promotion of environmental education (EA), and evaluate the level of nature relatedness and their environmental attitudes based on the assumption that these two factors are associated with their perception. The study is a quantitative approach based on the survey method, using a structured questionnaire. The questionnaire was composed by the Nature Relatedness scale (RN), to verify the level of relationship with nature, the scale of the New Environmental Paradigm (NEP), for environmental attitudes, and questions of perception about the use of protected natural areas. The teachers' perception of the use of protected natural areas for EE was, in general, positive. However, they have shown less support for effective practice of EA in these areas. The results suggest that the level of relationship with nature was not strong enough to promote significant environmental attitudes, which may be reflecting how teachers see the use of natural areas for education. Thus, in view of the relevance of interaction with nature, it is imperative that people experience it in order to create emotional bonds and environmentally responsible lifestyles.

**Keywords:** Relationship with nature. New Ecological Paradigm. Teachers.

## 1. INTRODUÇÃO

Áreas naturais protegidas constituem uma estratégia globalmente aceita e projetada para a conservação dos serviços ecossistêmicos e a prevenção da perda da biodiversidade (LAUŠEVI; BARTULA, 2016). Contudo, estudos demonstram que a implementação de uma área para a conservação não garante, por si só, seu sucesso (BENNETT; DEARDEN, 2014; FERRARO et al., 2013; GRAY et al., 2016). Uma crescente degradação antropogênica tem afetado os ecossistemas globais, e áreas naturais protegidas não estão livres de seus impactos. Essa situação caótica, estabelecida a nível mundial, tem sido justificada nas últimas décadas pela falta de conexão com a natureza (NISBET et al., 2009, 2013). Dentro desta perspectiva, estudos apontam a separação da natureza como um dos principais obstáculos para a efetivação da proteção ambiental (SOGA; GASTON, 2016).

A sociedade moderna tem sido cada vez mais isolada da natureza, contribuindo para todos os tipos de problemas, especialmente para a diminuição dramática na conscientização e cuidados ambientais (FLETCHER, 2016). Assim, enfrentamento da atual crise ambiental exigirá mudanças de valores, princípios e atitudes da sociedade (MARTIN; MARIS; SIMBERLOFF, 2016).

Nos últimos anos tem sido debatida a ideia de conexão para superar a separação do homem da natureza (DICKINSON, 2013). Estudos demonstram haver uma relação positiva entre a conexão com a natureza e comportamento pró-ambiental (GOSLING; WILLIAMS, 2010; FRANTZ; MAYER, 2014). Indivíduos com maior conectividade tendem a agir de forma mais ambientalmente responsável e a se engajar em ações pró-ambientais do que aqueles que se sentem menos conectados com a natureza (BRUNI; SCHULTZ, 2014). Geng et al. (2015) demonstram que a perda da interação com a natureza não só diminui uma ampla gama de benefícios relacionados ao bem-estar, mas também desencoraja emoções positivas, atitudes e comportamentos em relação ao ambiente, implicando em um ciclo de insatisfação com a natureza.

Diante do desafio da proteção ambiental, a Educação Ambiental (EA) se torna uma das principais estratégias para a efetividade da conservação. Áreas naturais protegidas, além de exercerem seu importante papel ecológico, têm se destacado como espaços apropriados para o contato com a natureza e principalmente para a realização de atividades de EA (DOMINICIS et al., 2017; LIEFLÄNDER; FRÖHLICH; BOGNER, 2013). Contudo, no Brasil, a EA dentro

de áreas naturais protegidas está voltada principalmente para a visitação, como o ecoturismo (IMBERNON; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2014).

A inclusão da EA no cenário escolar criou a necessidade de formar professores suficientemente preparados para liderar e conduzir a EA, conduzindo à mudança de comportamentos dos seus alunos. Contudo, tem sido questionado se as crenças pró-ambientais dos professores são suficientes para motivar, de forma confiável, a mudança de comportamento (YAVETZA; GOLDMANB; PE'ER, 2014). Um estudo feito com estudantes de licenciatura mostrou que esses veem o ambiente como um objeto, e não como um sistema inter-relacionado do homem com mundo natural (MOSELEY; DESJEAN-PERROTTA; UTLEY, 2010; YAVETZA; GOLDMANB; PE'ER, 2014). Além disso, estudos apontam que programas de formação de professores não fornecem uma preparação sistemática e focada para a EA (FALKENBERG; BABIUK, 2014) e seus currículos não apoiam o desenvolvimento do eu-ecológico e holístico de um futuro professor (RAUS, 2017).

Ainda, o ensino sobre o meio ambiente é visto principalmente como responsabilidade dos professores de Ciências e menos relacionados a outras disciplinas (YAVETZ; GOLDMAN; PE'ER, 2014). Um estudo realizado na República Tcheca mostrou que professores que tiveram cursos focados em Ciência e Educação possuem maior alfabetização ambiental em comparação com aqueles que estudaram Teoria Econômica e Pedagogia (KROUFEK; LÁTOVÁ, 2014). E tem sido demonstrado que o conhecimento ambiental exibe uma significativa influência sobre consciência e atitudes ambientais (PARIZANGANEH et al., 2011).

Poucos estudos examinaram a forma de como os professores veem a realização de EA no contato direto com a natureza. Ernest (2014, 2009) apontam que fatores como sensibilidade ambiental e atitudes ambientais podem influenciar a decisão dos professores em usar áreas naturais para ensinar. No Brasil, áreas naturais protegidas são geralmente subutilizadas, ou mesmo ignorados pelos professores em suas práticas pedagógicas, inclusive quando essas áreas se encontram localizadas na circunvizinhança das instituições educacionais (BEZERRA; FELICIANO; ALVES, 2008; ROSMARI; LAZARINI, 2009).

No Piauí, a Floresta Nacional de Palmares apresenta estrutura física e ecológica ideal para a realização de atividades educativas (FEITOSA; SOUSA; ALENCAR, 2013). Contudo, apesar da área apresentar um programa de EA em seu plano de gestão, esse programa busca especialmente a inserção da comunidade vizinha em suas atividades (FEITOSA, 2014), havendo uma menor integração entre essa Unidade de Conservação e as instituições escolares da cidade.

Diante disso, compreender como os professores percebem o uso de áreas protegidas para promoção da EA, e identificar os fatores que possam estar associadas à sua percepção é de fundamental importância para se traçar estratégias que visam uma participação mais ativa da escola em áreas naturais protegidas.

Assim, o estudo teve como objetivos (a) avaliar a percepção de professores sobre o uso de áreas naturais protegidas para promoção de EA, seu o nível de relacionamento com a natureza, e suas atitudes ambientais (b) verificar se existem correlações entre percepção, nível de relacionamento com a natureza e atitude ambiental.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Altos – PI, onde está situada a Floresta Nacional de Palmares de 170 há e é a única Floresta Nacional do Piauí. Essa é uma Unidade de Conservação Federal de uso sustentável criada no ano de 2005 com o objetivo de promover o manejo do uso múltiplo dos recursos florestais, manutenção de banco germoplasma de espécies nativas da flora, além da proteção da biodiversidade, recuperação de áreas degradadas e Educação Ambiental (ICMBIO, 2017).

Essa está inserida em uma zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, caracterizada como uma área de tensão ecológica. É uma floresta estacional semi-decidual, formada por vegetação típica do Cerrado com espécies botânicas da Caatinga (ICMBIO, 2017). A área está localizada a cerca 11 km da zona urbana do município de Altos-PI.

Altos faz parte da Grande Teresina e possui uma população de 38.822 habitantes em uma área total de 957,62 km<sup>2</sup> e está a 42 km de distância da capital (IBGE, 2010). O município possui um total de sete escolas públicas estaduais urbanas que ofertam Ensino Fundamental II e Ensino Médio regular. O estudo foi realizado com uma amostra de 64 professores de ensino fundamental e médio de todas as escolas da rede pública estadual do município. Foi realizada uma amostragem aleatória estratificada, conforme a área de formação dos professores: Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Ciências Exatas.

A pesquisa possui abordagem quantitativa na qual foi utilizado o método *survey*, onde o instrumento de pesquisa é um questionário estruturado dividido em três partes. A primeira parte do questionário foi constituída pela escala *New Environmental Paradigm* (NEP). A escala NEP tem sido o instrumento mais utilizado em todo o mundo para se compreender as atitudes e os valores humanos em relação ao ambiente (HAWCROFT; MILFONT, 2010). Essa escala busca medir as visões de mundo para captar o grau de aceitabilidade social do novo paradigma ecológico, o qual baseia-se na ideia de dependência ecológica da sociedade humana. O Novo Paradigma Ecológico contrapõe à visão de mundo antiecológica vigente até a década de 60, o Paradigma Social Dominante (PSD) (DUNLAP et al., 2000; DUNLAP, 2008).

A escala, atualizada por Dunlap et al., (2000), possui 15 declarações mensuradas a partir da escala de concordância Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), onde as questões 2, 5, 7, 9, 10, 12 e 14 são contrárias ao novo paradigma, sendo os valores dessas questões invertidos, refletindo o real grau de aderência ao novo paradigma ecológico.

A segunda parte do questionário pretendeu avaliar como as pessoas veem o seu relacionamento com a natureza. Para isso foi usada a versão curta da escala *Nature Relatedness* (RN). A escala RN, é composta por 6 declarações, mensuradas em escala Likert de 5 pontos (1 = discordo totalmente, 5 = concordo totalmente) e os itens calculados com maior pontuação indicam maior conexão com a natureza (NISBET et al., 2013).

Por fim, a última parte do questionário buscou conhecer a área de formação dos professores e sua percepção sobre o uso de áreas naturais protegidas para a promoção de EA. É composta por 10 questões objetivas e questões dicotômicas, com respostas sim/não.

A pesquisa é de caráter quantitativo. Foi adotado um questionário, em detrimento às demais técnicas de pesquisa, devido a uma padronização da coleta de dados. Tal característica da ferramenta permite a posterior análise de dados com a mínima influência do pesquisador.

A coleta de dados ocorreu entre os meses abril e maio de 2018. Os professores foram inicialmente informados do propósito do estudo e então convidados à participarem voluntariamente da pesquisa. Os questionários foram auto administrados, sem qualquer identificação do participante, e mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 80887217.0.0000.5214) e cadastrada no SISGEN (nº AOBF915).

Para validação das escalas NEP e RN, foi conduzida uma Análise Fatorial Exploratória (AFE) e a extração dos fatores foi realizada pelo o método de componentes principais com rotação varimax.

Para verificar os ajustes dos dados à AFE foram realizados os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Esfericidade de Bartlett. Os valores de KMO mostram a proporção da variância que os indicadores apresentam em comum, sendo valores entre 0,6 e 0,7 valores razoáveis. As comunalidades representam a proporção da variância de explicação de cada indicador pelos fatores identificados. Para que o indicador seja representativo seu indicador de comunalidades deve ser maior que 0,6.

O teste de Esfericidade de Bartlett é baseado na distribuição estatística de qui-quadrado e, para que o método de análise fatorial seja adequado o valor de significância desse teste deve ser menor que 0,05 (FIGUEIREDO-FILHO; SILVA, 2010).

Para avaliar a confiabilidade das escalas foi realizada a análise de consistência interna através do teste de Alfa de Cronbach. Para que a escala seja confiável o valor de alfa deve ser maior que 0,70 (FIGUEIREDO-FILHO; SILVA, 2010). E para os dados de percepção foi realizada uma análise estatística descritiva.

### 3. RESULTADOS

#### Nível de relacionamento com a natureza e Escala RN

Os resultados obtidos a partir da escala de Relacionamento com a Natureza (RN) indicaram um nível de relacionamento parcialmente positivo, com escore médio de 3,89. Isso indica que os professores demonstraram estar moderadamente conectados ao meio natural.

A análise de consistência interna da escala RN evidenciou altos níveis de fidedignidade ( $\alpha = 0,82$ ). Para condução da análise fatorial exploratória foi realizada uma inspeção da matriz de correlações e verificada as possibilidades de fatorabilidade. A matriz foi considerada fatorável, já que a medida de KMO foi moderada (0,77) e o Teste de Esfericidade de Bartlett apresentou correlações significativas entre as variáveis ( $\chi^2 = 135,33$ ;  $p < 0,01$ ).

A partir da análise fatorial exploratória foram extraídos dois fatores (ou dimensões). A dimensão I, denominada autoidentificação com a natureza, foi composta por itens 5 itens da escala e a dimensão II, denominada necessidade de contato com a natureza, foi composta por apenas 1 item (Tabela 1).

**Tabela 1:** Análise Fatorial Exploratória da escala de Relacionamento com a Natureza. H2 representa as comunalidades.

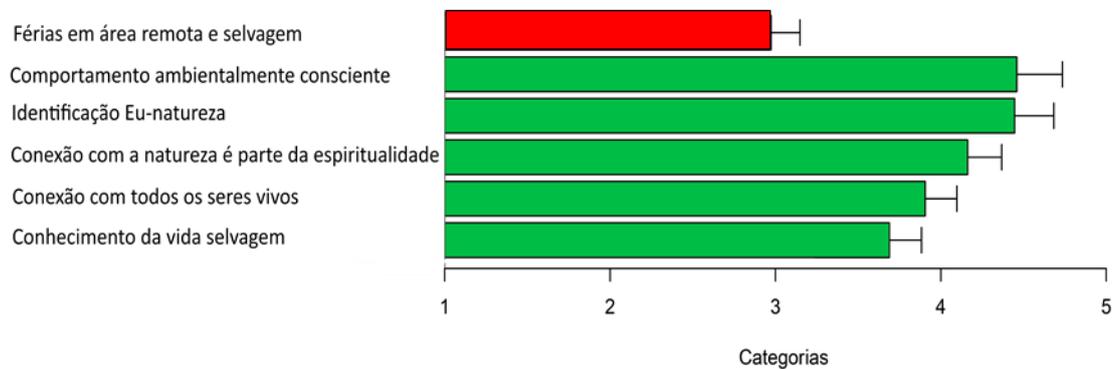
|                                                                                     | Dimensão I  | Dimensão II | H2   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------|
| O meu local de férias ideal seria uma área remota e selvagem                        | 0.02        | <b>0.95</b> | 0.91 |
| Eu sempre penso sobre como minhas ações afetam o meio ambiente                      | <b>0.86</b> | -0.05       | 0.75 |
| Minha conexão com a natureza e o meio ambiente faz parte da minha e espiritualidade | <b>0.71</b> | 0.07        | 0.51 |
| Eu tomo conhecimento da vida selvagem onde quer que eu esteja                       | <b>0.66</b> | 0.46        | 0.65 |
| O meu relacionamento com a natureza é uma parte importante de quem sou              | <b>0.69</b> | 0.34        | 0.59 |
| Eu me sinto muito conectado a todos os seres vivos e à terra                        | <b>0.80</b> | 0.04        | 0.64 |

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Os resultados indicam que os professores se identificam parcialmente com a natureza (Dimensão I) e estão neutros sobre a necessidade de contato com a natureza (Dimensão II) (Figura 1).

O Teste T não demonstrou resultados significantes para as duas áreas de conhecimento, sugerindo que não há diferença do Relacionamento com a natureza de professores das áreas de Naturais e Humanas.

**Figura 1:** Escore médio de cada item da escala de Relacionamento com a Natureza (RN). As cores das barras representam as duas dimensões com seu respectivo erro padrão. A cor vermelha representa a dimensão necessidade de contato com a natureza e a cor verde representa a dimensão autoidentificação com a natureza.



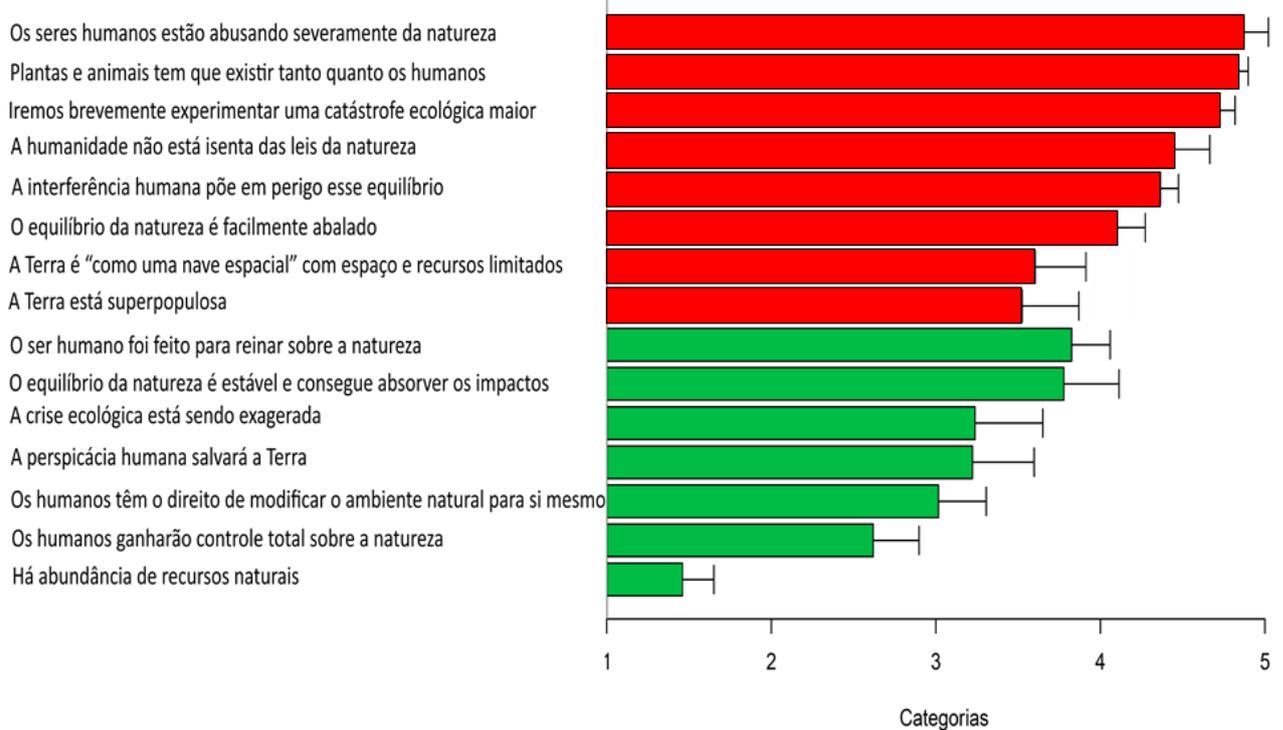
**Fonte:** Dados da pesquisa

### **Atitude Ambiental e Escala NEP**

A atitude ambiental dos professores, avaliada a partir da escala NEP, revelou uma orientação pró-ecológica. Os escores médios foram calculados como uma média de todas as pontuações nos 15 itens. Uma pontuação média de 3 é o limite entre uma visão de mundo antropocêntrica e pró-ecológica. No presente estudo, a pontuação média total de 3,69, indica que os professores possuem uma aderência moderada ao novo paradigma ecológico.

A análise de consistência interna da escala NEP apresentou valores pobres a inaceitáveis ( $\alpha < 0,70$ ). O teste de esfericidade de Bartlett não mostrou correlações significativas entre as variáveis ( $\chi^2 = 33,33$ ;  $p = 0,601$ ). Além disso, a medida da adequação da amostra (KMO) também demonstrou um baixo grau de intercorrelações entre os itens, sendo classificada como medíocre (0,61). Assim, a escala NEP não é um instrumento confiável para os dados deste estudo (Figura 2).

**Figura 2:** Escore médio de cada item da escala do Novo Paradigma Ecológico (NEP) com seu respectivo erro padrão. As cores das barras representam as duas visões de mundo, pró-ecológica (vermelha) e antiecológica (verde).



**Fonte:** Dados da pesquisa.

### Percepção dos professores sobre educação ambiental em áreas naturais protegidas

A percepção dos professores sobre educação ambiental em áreas naturais protegidas foi, em geral, positiva. Contudo, apesar de serem favoráveis ao desenvolvimento da educação ambiental em áreas naturais protegidas, as questões relacionadas à prática efetiva de educação ambiental pelo professor nessas áreas receberam frequentemente respostas negativas.

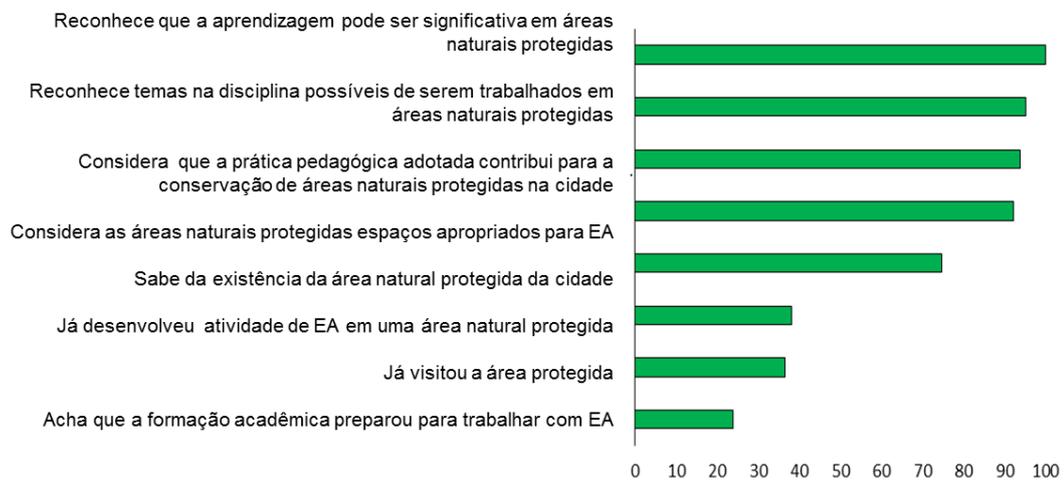
Ao serem questionados sobre a existência de áreas naturais protegidas na cidade, a maior parte dos professores afirmou conhecer a Floresta Nacional de Palmares. Entretanto, de 75% professores que sabiam da existência da área, apenas 37% já a visitou.

Em geral, os professores consideram as áreas naturais protegidas como espaços apropriados para o desenvolvimento de atividades de Educação Ambiental. Contudo, apesar de 92% dos professores terem sido favoráveis à realização de atividades de Educação Ambiental em áreas naturais protegidas, somente 38% desses já desenvolveram alguma atividade de Educação Ambiental com seus alunos nessas áreas.

A grande maioria dos professores (95%) afirmaram que suas disciplinas possuem temas possíveis de serem desenvolvidos em áreas naturais protegidas e todos acreditam que seus alunos teriam uma aprendizagem mais significativa se determinados temas fossem trabalhados em uma área natural protegida.

Apesar de cerca de 94% dos professores consideraram que sua prática pedagógica pode contribuir para a conservação de áreas naturais protegidas. Apenas 24% dos professores afirmaram terem sido preparados para trabalhar com educação ambiental durante a formação acadêmica.

**Figura 3:** Percentual de respostas positivas para questões de percepção do uso de áreas naturais protegidas para Educação Ambiental.



**Fonte:** Dados da pesquisa.

#### 4. DISCUSSÃO

Áreas naturais protegidas têm se tornando uma importante ferramenta para educadores ambientais (DOMINICIS et al., 2017; LIEFLÄNDER; FRÖHLICH; BOGNER, 2013). Contudo, no Brasil, o uso dessas áreas por professores é, em geral, negligenciado (BEZERRA; FELICIANO; ALVES, 2008; ROSMARI; LAZARINI, 2009). Pouco se sabe sobre a percepção de professores em relação ao uso de espaços naturais para promover EA. Assim, buscou-se examinar como professores percebem o uso de áreas naturais protegidas para a promoção de EA, e avaliar o nível de relacionamento com a natureza bem como suas atitudes ambientais, partindo do pressuposto de que esses dois fatores que possam estar associadas à percepção.

No estudo, a escala de relacionamento com a natureza resultou em duas dimensões: autoidentificação com a natureza (I) e necessidade de contato com a natureza (II). A dimensão I indica que o sentimento de conexão pode ser refletido na espiritualidade, consciência, conhecimento subjetivo sobre o ambiente, e sentimento de unidade com a natureza, enquanto na dimensão II é capturado diferenças individuais sobre a necessidade de contato com a natureza (NISBET et al., 2013). No presente estudo, os professores demonstraram sentimento de autoidentificação moderado e estiveram neutros quanto à necessidade de contato com a natureza.

Tem sido demonstrado que pessoas com forte ligação emocional com a natureza apresentam maior probabilidade de passar mais tempo em ambientes naturais ou mais motivadas a experimentá-la diretamente (CHENG; MONROE, 2012). O nível de conexão emocional de um indivíduo em relação à natureza está positivamente relacionada à frequência de suas visitas a lugares naturais, e o efeito dessa conexão emocional pode ser duradouro afetando positivamente as intenções das pessoas de visitar esses ambientes quando adultos, no caso de estes terem vivenciado o contato na infância (NISBET et al., 2009). No presente estudo, o sentimento apenas moderado de identidade com a natureza reflete na o fraco sentimento de necessidade de contato dos professores com a natureza.

Com relação às atitudes ambientais, os professores demonstraram atitudes pró-ambientais. Contudo, apesar do apoio ao Novo Paradigma Ecológico, os professores mostraram-se controversos, ou apoiando também as visões do Paradigma Social Dominante, ou mostrando-se indecisos quanto a esta visão. Isso explica o baixo valor do alfa de Crombach, indicando baixa consistência interna da escala NEP. Essa baixa consistência interna pode estar relacionada ao fato de que os conceitos nas declarações da escala eram desconhecidos ou

confusos para os professores e, portanto, contribuiu para a baixa confiabilidade e anormalidades da escala. Resultados semelhantes foram encontrados por Abdullah et al. (2014) Liu; Ouyang e Miao (2010). O amplo apoio ao novo paradigma foi encontrado apenas para a dimensão dos limites impostos pela natureza. Para as demais dimensões os professores emitiram respostas inconsistentes, isso sugere que os itens da escala deveriam ser ajustados à realidade do público alvo.

Embora não tenha sido possível realizar os testes de correlação entre as escalas RN e NEP, devido à baixa consistência da escala NEP, os resultados sugerem que um sentimento apenas moderado de conexão com o meio natural pode estar relacionado à atitude ambiental igualmente moderada. Tem sido demonstrado que a perda da interação com a natureza pode influenciar negativamente emoções, atitudes e comportamentos em relação ao ambiente (GENG et al., 2015). Indivíduos com maior conectividade tendem a agir mais de forma ambientalmente responsável e a se engajar em ações pró-ambientais do que aqueles que se sentem menos conectados com a natureza (BRUNI; SCHULTZ, 2014).

Quanto à percepção dos professores, apesar da grande maioria desses considerarem as áreas naturais protegidas como espaços apropriados para o desenvolvimento de atividades de EA, apenas uma pequena parcela desses já desenvolveu alguma atividade em uma área protegida. Esses resultados indicam que as atividades práticas de EA, desenvolvidas por professores da rede pública, são incipientes diante da relevância das Unidades de Conservação. De forma geral, as práticas são realizadas de forma pontual e descontextualizada nas escolas, o que demonstra baixa probabilidade de atingirem os reais objetivos da EA (NARCIZO, 2009). Estudos futuros são necessários para apontar os possíveis obstáculos para a realização de práticas de EA em áreas protegidas.

As atividades de EA em áreas naturais protegidas comumente restringem-se à abordagem de temas relacionados à área de ciências da natureza, enquanto elementos sociais, políticos, econômicos, culturais e éticos deixam de ser contemplados nessas atividades (YAVETZA; GOLDMANB; PE'ER, 2014). Apesar disso, nossos resultados demonstram que, independente da área de formação, a grande maioria dos professores identificam em suas disciplinas temas que podem ser trabalhados nessas áreas. Dessa forma, se, de fato, os professores das diversas áreas do conhecimento trabalhassem a EA na prática, seu objetivo seria alcançado. Isso é corroborado pelos próprios professores ao considerarem as aulas práticas mais significativas.

Contudo, apenas uma pequena parcela desses professores afirmou ter sido preparado durante sua formação acadêmica para atuar com EA. Isso sugere que a habilitação, ou a falta dela, possa ser um dos fatores determinantes na atuação do professor. A falta de instrução sobre conteúdos e metodologias adequadas, conseqüente de uma formação acadêmica precária quanto à EA, certamente pode torna-la um tema desencorajador. Estudos apontam que programas de formação de professores não fornecem uma preparação sistemática e focada para a EA (FALKENBERG; BABIUK, 2014) e seus currículos não apoiam o desenvolvimento do eu ecológico e holístico de um futuro professor (RAUS, 2017). Portanto, a formação de professores pode desempenhar um papel importante em equipar os professores com os conhecimentos e habilidades necessários para facilitar essas experiências na natureza (QUINN; CASTÉRA; CLÉMENT, 2015).

Em suma, os professores tiveram uma boa percepção em relação ao uso de áreas naturais para atividades de EA. Contudo, estes demonstraram estar pouco engajados com a temática, visto que, poucos deles desenvolveram alguma atividade de educação ambiental em uma área protegida, ou mesmo visitaram a área mais próxima da escola e afirmam não estar preparados para trabalhar com EA. Ernest (2014, 2009) aponta que fatores como sensibilidade ambiental e atitudes ambientais podem influenciar a decisão dos professores em usar áreas naturais para o ensino. Assim, provavelmente o baixo nível relacionamento com a natureza, e atitudes ambientais moderadas podem ter contribuído para este resultado.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o nível de relacionamento dos professores com a natureza foi moderado, o que pode estar influenciando atitudes ambientais pobres e conseqüentemente a forma como os professores veem o uso de áreas naturais protegidas para o ensino. Diante disso, se professores não possuem crenças pró-ambientais relativamente alta, é pouco provável que sejam capazes de motivar a mudança de comportamento dos alunos ou liderar a mudança ambiental nas escolas. Portanto, dados os benefícios das interações com a natureza, é de grande importância reverter a extinção da experiência com a natureza proporcionando oportunidades diárias para que as pessoas a vivenciem, a fim de promover laços emocionais e estilos de vida ambientalmente responsáveis.

## REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, K. et al. Community-Based Conservation in Managing Mangrove Rehabilitation in Perak and Selangor. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 153, p. 121–131, 2014.
- BENNETT, N. J.; DEARDEN, P. Why local people do not support conservation : Community perceptions of marine protected area livelihood impacts , governance and management in Thailand. **Marine Policy**, v. 44, p. 107–116, 2014.
- BEZERRA, T. M. DE O.; FELICIANO, A. L. P.; ALVES, Â. G. C. Percepção ambiental de alunos e professores do entorno da Estação Ecológica de Caetés – Região Metropolitana do Material e Método. **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 147–160, 2008.
- BRUNI, C. M.; SCHULTZ, P. W. Implicit beliefs about self and nature: Evidence from an IAT game. **Journal of Environmental Psychology**, v. 89, n. 1, p. 85–87, 2014.
- CHENG, J. C.; MONROE, M. C. *Environment and Behavior*. p. 30–49, 2012.
- DENIS, H. D.; PEREIRA, L. N. Measuring the level of endorsement of the New Environmental Paradigm: a transnational study. **A Multidisciplinary e-Journal**, n. 23, 2014.
- DICKINSON, E. The Misdiagnosis : Rethinking ““ Nature-deficit Disorder ””. **Environmental Communication**, 2013.
- DOMINICIS, S. DE et al. Evaluating the role of protected natural areas for environmental education in Italy. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2017.
- DUNLAP, R. E. et al. Measuring Endorsement of the New Ecological Paradigm : A Revised NEP Scale. **Journal of Social Issues**, v. 56, n. 3, p. 425–442, 2000.
- DUNLAP, R. E. The New Environmental Paradigm Scale: From Marginality to Worldwide Use. **The Journal Environmental Education**, v. 40, n. 1, p. 3–19, 2008.
- ERNST, J. Early childhood educators ’ use of natural outdoor settings as learning environments : an exploratory study of beliefs , practices , and barriers. **Environmental Education Research**, v. 20, n. 6, p. 735–752, 2014.
- FALKENBERG, T.; BABIUK, G. The status of education for sustainability in initial teacher education programmes: A Canadian case study. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 15, n. 4, p. 418–430, 2014.
- FEITOSA, A. A. Gestão participativa em unidades de conservação: um estudo de caso na Floresta Nacional de Palmares em Altos - PI. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, n. 1, p. 1–5, 2014.
- FEITOSA, A. A.; SOUSA, J. S.; ALENCAR, G. S. Trilhas ecológicas como ferramentas de educação ambiental e interpretação ambiental: um estudo de caso na Floresta Nacional de Palmares, Altos/PI. **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, p. 1–6, 2013.
- FERRARO, P. J. et al. More strictly protected areas are not necessarily more protective : evidence from Bolivia , Costa Rica , Indonesia , and Thailand. **Environmental Reseach Letters**, 2013.

FIGUEIREDO-FILHO, D. B.; SILVA, J. A. DA. **Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial Dalson**. nº 1 ed. Campinas: [s.n.]. v. 16

FLETCHER, R. Connection with nature is an oxymoron : A political ecology of “ nature-deficit disorder ”. **The Journal of environmental education**, v. 8964, n. April, 2016.

GENG, L. et al. Connections with Nature and Environmental Behaviors. **PLOS ONE**, v. 56, p. 360–377, 2015.

GOSLING, E.; WILLIAMS, K. J. H. Connectedness to nature, place attachment and conservation behaviour: Testing connectedness theory among farmers. **Journal of Environmental Psychology**, v. 30, n. 3, p. 298–304, 2010.

GRAY, C. L. et al. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. **Nature Communications**, n. May, 2016.

HAWCROFT, L. J.; MILFONT, T. L. The use ( and abuse ) of the new environmental paradigm scale over the last 30 years : A meta-analysis q. **Journal of Environmental Psychology**, v. 30, n. 2, p. 143–158, 2010.

IMBERNON, R. A. L.; OLIVEIRA, C. N.; GONÇALVES, P. W. between the Conservation Unity in Brazil and the Geoparks in Portugal. **Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, v. 3, n. 3, p. 105–124, 2014.

KROUFEK, R.; LÁTOVÁ, M. The Environmental Literacy of Pre-Service Teachers of Primary School in the Czech Republic. **Icери2014: 7Th International Conference of Education, Research and Innovation**, n. September, p. 3931–3937, 2014.

LAUŠEVI, R.; BARTULA, M. Participatory Planning for Biodiversity Protection in the Western Balkans. **BioOne**, v. 36, n. 3, p. 339–344, 2016.

LIEFLÄNDER, A. K.; FRÖHLICH, G.; BOGNER, F. X. Promoting connectedness with nature through environmental education. **Environmental Education Research**, n. September 2013, p. 37–41, 2013.

LIU, J.; OUYANG, Z.; MIAO, H. Environmental attitudes of stakeholders and their perceptions regarding protected area-community conflicts : A case study in China. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 11, p. 2254–2262, 2010.

MARTIN, J.; MARIS, V.; SIMBERLOFF, D. S. The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 22, p. 6105–6112, 2016.

MORREN, M.; GRINSTEIN, A. Explaining Environmental Behavior across Borders: A Meta-Analysis. **Journal of Environmental Psychology**, 2016.

MOSELEY, C.; DESJEAN-PERROTTA, B.; UTLEY, J. The draw-an-environment test rubric (DAET-R): Exploring pre-service teachers’ mental models of the environment. **Environmental Education Research**, v. 16, n. 2, p. 189–208, 2010.

NARCIZO, K. R.S. Uma análise sobre a importância da trabalhar educação ambiental nas escolas. **Revista eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v. 22, p. 1517–1256, 2009.

NISBET, E. K. et al. Environment and Behavior Concern and Behavior. **Environment and Behavior**, 2009.

NISBET, E. K. et al. The NR-6 : a new brief measure of nature relatedness. **Frontiers in**

**Psychology**, v. 4, n. 6, p. 1–11, 2013.

OGUNBODE, C. A. The NEP scale: Measuring ecological attitudes/worldviews in an African context. **Environment, Development and Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 1477–1494, 2013.

PARIZANGANEH, A. et al. Modelling categorical data to identify factors influencing concern for the natural environment in Iran. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 10, p. 2836–2843, 2011.

QUINN, F.; CASTÉRA, J.; CLÉMENT, P. Teachers' conceptions of the environment: anthropomorphism and the place of nature. **Environmental Education Research**, v. 4622, n. September, 2015.

RAUS, R. Student Teacher Ecological Self in the Context of Education for Sustainable Development: A Longitudinal Case Study. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 11, n. 2, p. 123–140, 2017.

ROSMARI, T. M. C.; LAZARINI, A. DE M. A pesquisa-ação em educação ambiental: uma experiência no entorno de uma Unidade de Conservação. **Ciência e Educação**, p. 383–392, 2009.

SOGA, M.; GASTON, K. J. Extinction of experience: The loss of human-nature interactions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, n. 2, p. 94–101, 2016.

YAVETZ, B.; GOLDMAN, D.; PE'ER, S. How do preservice teachers perceive "environment" and its relevance to their area of teaching? **Environmental Education Research**, v. 20, n. 3, p. 354–371, 2014.

## APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

Prezado professor (a),

As informações fornecidas neste questionário serão tratadas sem a identificação do participante, sugerimos que seja o mais sincero possível em suas respostas, e que responda todo o questionário para que o objetivo deste estudo seja alcançado. Agradecemos a contribuição.

| <b>Instruções:</b> Para cada um dos seguintes itens, avalie o quanto você concorda usando a escala de concordância de 1 a 5. Por favor, responda como realmente se sente, e não como você pensa que "a maioria das pessoas" se sentem. | Discordo totalmente<br>1 | Discordo em parte<br>2 | Não concordo, nem discordo<br>3 | Concordo em parte<br>4 | Concordo totalmente<br>5 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1. Quando os seres humanos interferem na natureza, acontecem frequentemente consequências desastrosas.                                                                                                                                 |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 2. O equilíbrio natural é suficientemente estável para absorver os impactos das nações industriais modernas.                                                                                                                           |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 3. O equilíbrio natural é muito delicado e facilmente abalado.                                                                                                                                                                         |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 4. Nós estamos chegando ao número de pessoas que a Terra pode suportar.                                                                                                                                                                |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 5. A Terra tem riqueza em fontes naturais, nós temos que aprender a desenvolvê-las.                                                                                                                                                    |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 6. A Terra é uma espaçonave com espaço e fontes muito limitados.                                                                                                                                                                       |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 7. Os seres humanos têm o direito de modificar o ambiente natural para atender suas necessidades.                                                                                                                                      |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 8. Plantas e animais têm o direito de existir tanto quanto os humanos.                                                                                                                                                                 |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 9. O ser humano foi feito para reinar sobre a natureza.                                                                                                                                                                                |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 10. A perspicácia humana assegurará que nós não faremos a Terra inabitável.                                                                                                                                                            |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 11. Apesar de nossas habilidades especiais, os seres humanos ainda estão sujeitos às leis da natureza.                                                                                                                                 |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 12. Os seres humanos irão aprender o suficiente sobre como a natureza funciona para serem capazes de controlá-la.                                                                                                                      |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 13. Os seres humanos estão abusando severamente do meio ambiente.                                                                                                                                                                      |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 14. A chamada “crise ecológica” encarada pela humanidade tem sido grandemente exagerada.                                                                                                                                               |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 15. Se as coisas continuarem no curso atual, nós iremos brevemente experimentar uma catástrofe ecológica maior.                                                                                                                        |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 16. O meu local de férias ideal seria uma área remota e selvagem.                                                                                                                                                                      |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 17. Eu sempre penso sobre como minhas ações afetam o meio ambiente.                                                                                                                                                                    |                          |                        |                                 |                        |                          |
| 18. Minha conexão com a natureza e o meio ambiente faz parte da minha espiritualidade.                                                                                                                                                 |                          |                        |                                 |                        |                          |

|                                                                             |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 19. Eu tomo conhecimento da vida selvagem onde quer que eu esteja.          |  |  |  |  |  |
| 20. O meu relacionamento com a natureza é uma parte importante de quem sou. |  |  |  |  |  |
| 21. Eu me sinto muito conectado a todos os seres vivos e à terra.           |  |  |  |  |  |

22. Gênero

- (a) Masculino (b) Feminino

23. Idade

- (a) 22 a 25 anos  
 (b) 26 a 29 anos  
 (c) 30 a 33 anos  
 (d) Acima de 34 anos

24. Área de formação

- (a) Ciências Humanas (b) Ciências Exatas (c) Ciências Biológicas

Qual curso? \_\_\_\_\_

25. Você sabe se existe(m) área(s) natural(is) protegida(s) na cidade de Altos?

- (a) Sim (b) Não

Se sim, qual(is)?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Você já a(s) visitou?

- (a) Sim (b) Não

26. Você considera que as áreas naturais protegidas representam espaços apropriados para o desenvolvimento de atividades de Educação Ambiental?

- (a) Sim (b) Não

27. Você já desenvolveu alguma atividade de Educação Ambiental com seus alunos em uma área natural protegida?

- (a) Sim (b) Não

28. A sua disciplina possui temas que são possíveis de serem trabalhados em uma área natural protegida?

- (a) Sim (b) Não

29. Você acha que seus alunos teriam uma aprendizagem mais significativa se determinados temas abordados em sua disciplina fossem trabalhados em uma área natural protegida?

- (a) Sim (b) Não

30. Você considera que sua prática pedagógica pode contribuir para a conservação de áreas naturais protegidas de sua cidade?

- (a) Sim (b) Não

31. Você acha que a sua formação acadêmica preparou-lhe para atuar com projetos de Educação Ambiental?

- (a) Sim (b) Não

## APÊNDICE 2: DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE BORBOLETAS

**Tabela 2:** Distribuição e abundância das espécies de borboletas em áreas de floresta, de cultivo de cana de açúcar e pecuária.

| SUBFAMÍLIA/<br>TRIBO/ESPÉCIE     | FLORESTA |      |            | CULTIVADO |      |           | PECUÁRIA |      |            |
|----------------------------------|----------|------|------------|-----------|------|-----------|----------|------|------------|
|                                  | Chuvoso  | Seco | Total      | Chuvoso   | Seco | Total     | Chuvoso  | Seco | Total      |
| <b>Biblidinae</b>                |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <b>Ageroniini</b>                |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Hamadryas amphinome</i>       | 6        | 45   | <b>51</b>  | 1         |      | <b>1</b>  | 5        |      | <b>5</b>   |
| <i>Hamadryas chloe</i>           | 32       | 40   | <b>72</b>  |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Hamadryas epinome</i>         |          | 18   | <b>18</b>  |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Hamadryas februa</i>          | 97       | 288  | <b>386</b> | 73        | 21   | <b>94</b> | 242      | 267  | <b>509</b> |
| <i>Hamadryas feronia</i>         | 5        | 29   | <b>41</b>  | 8         | 16   | <b>24</b> | 88       | 31   | <b>119</b> |
| <i>Hamadryas laodamia</i>        | 1        | 45   | <b>46</b>  |           | 3    | <b>3</b>  | 1        | 2    | <b>3</b>   |
| <b>Biblidini</b>                 |          |      |            |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Biblis hyperia</i>            |          |      | <b>0</b>   | 1         |      | <b>1</b>  |          | 2    | <b>2</b>   |
| <b>Callicorini</b>               |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Callicore sorana</i>          |          |      | <b>0</b>   |           |      | <b>0</b>  | 1        | 2    | <b>3</b>   |
| <b>Catonephelini</b>             |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Eunica tatila</i>             |          | 38   | <b>38</b>  |           | 1    | <b>1</b>  |          | 20   | <b>20</b>  |
| <b>Epiphelini</b>                |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Pyrrhogyra sp.</i>            | 1        | 1    | <b>2</b>   |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Temenis laothoe</i>           |          | 7    | <b>7</b>   |           | 1    | <b>1</b>  |          | 1    | <b>1</b>   |
| <b>Charaxinae</b>                |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <b>Anaeini</b>                   |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Fountainea halice moretta</i> |          | 1    | <b>1</b>   |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Fountainea ryphea</i>         |          | 12   | <b>12</b>  |           |      | <b>0</b>  | 2        | 7    | <b>9</b>   |
| <i>Hypna clytemnestra</i>        |          | 37   | <b>37</b>  |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Memphis sp.</i>               |          | 3    | <b>3</b>   | 1         |      | <b>1</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <i>Zaretis sp</i>                | 6        | 64   | <b>70</b>  | 1         | 2    | <b>3</b>  | 6        | 12   | <b>18</b>  |
| <b>Nymphalinae</b>               |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <b>Coeini</b>                    |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Historis acheronta</i>        |          |      | <b>0</b>   |           |      | <b>0</b>  | 3        |      | <b>3</b>   |
| <i>Historis odius</i>            |          |      | <b>0</b>   |           |      | <b>0</b>  |          | 2    | <b>2</b>   |
| <b>Nymphalini</b>                |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Colobura dirce</i>            |          | 2    | <b>2</b>   |           |      | <b>0</b>  |          |      | <b>0</b>   |
| <b>Satyrinae</b>                 |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <b>Brassolini</b>                |          |      |            |           |      |           |          |      |            |
| <i>Opsiphanes invirae</i>        | 5        | 13   | <b>18</b>  | 1         |      | <b>1</b>  | 2        | 3    | <b>5</b>   |
| <b>Satyrini</b>                  |          |      |            |           |      |           |          |      |            |

|                                |     |     |             |    |    |            |     |     |            |
|--------------------------------|-----|-----|-------------|----|----|------------|-----|-----|------------|
| <i>Hermeuptychia hermes</i>    |     | 1   | <b>1</b>    |    | 1  | <b>1</b>   |     | 3   | <b>3</b>   |
| <i>Cissia penelope</i>         |     | 1   | <b>1</b>    |    |    | <b>0</b>   |     |     | <b>0</b>   |
| <i>Paryphthimoides poltys</i>  | 7   | 50  | <b>57</b>   |    |    | <b>0</b>   | 2   | 1   | <b>3</b>   |
| <i>Pharneuptychia sp.</i>      | 1   | 16  | <b>17</b>   |    |    | <b>0</b>   |     |     | <b>0</b>   |
| <i>Taygetina kerea</i>         | 120 | 69  | <b>189</b>  | 5  | 1  | <b>6</b>   | 3   | 7   | <b>10</b>  |
| <i>Taygetis laches</i>         | 3   | 57  | <b>60</b>   | 3  | 1  | <b>4</b>   |     | 2   | <b>2</b>   |
| <i>Yphthimoides affinis</i>    |     |     | <b>0</b>    |    | 1  | <b>1</b>   |     | 1   | <b>1</b>   |
| <i>Palograma cylene pyrgus</i> |     | 4   | <b>4</b>    |    |    | <b>0</b>   |     |     | <b>0</b>   |
| <b>Total</b>                   | 284 | 849 | <b>1133</b> | 94 | 48 | <b>142</b> | 355 | 363 | <b>718</b> |

**Fonte:** Dados da pesquisa.