



MIRLAINE ROTOLY DE FREITAS

**METODOLOGIAS EM EDUCAÇÃO
AMBIENTAL FORMAL E NÃO FORMAL PARA
A CONSERVAÇÃO DO SISTEMA
SOCIOECOLÓGICO**

LAVRAS – MG

2014

MIRLAINE ROTOLY DE FREITAS

**METODOLOGIAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL FORMAL E NÃO
FORMAL PARA A CONSERVAÇÃO DO SISTEMA
SOCIOECOLÓGICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de doutor.

Orientador

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

Coorientador

Dr. Matheus Puggina de Freitas

LAVRAS - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Freitas, Mirlaine Rotoly de.

Metodologias em educação ambiental formal e não formal para a
conservação do sistema sócio-ecológico / Mirlaine Rotoly de
Freitas. – Lavras : UFLA, 2014.

182 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo.

Bibliografia.

1. Conservação da natureza. 2. Ensino. 3. Percepção ambiental.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 372.357

MIRLAINE ROTOLY DE FREITAS

**METODOLOGIAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL FORMAL E NÃO
FORMAL PARA A CONSERVAÇÃO DO SISTEMA
SOCIOECOLÓGICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de doutor.

APROVADA em 17 de setembro de 2014.

Dr. Nelson Venturin UFLA

Dr. Cleiton Antônio Nunes UFLA

Dra. Rosângela Alves Tristão Borém UFLA

Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo
Orientador

LAVRAS – MG

2014

*Ao Matheus, fonte da minha inspiração
A Clara e Isabela, luzes e encantos da minha vida*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por ter me concedido esta oportunidade.

- Ao Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo, pela sábia orientação, confiança, amizade, estímulo, humildade e pelo idealismo contagiante na construção de um planeta melhor, no qual a conservação ambiental seja prioridade, por meio de um somatório de ações da humanidade;

- Ao Prof. Dr. Nelson Venturin, pela atenção, enriquecedoras contribuições, auxílio na coleta dos dados e pela confiança em meu trabalho;

- Ao Prof. Dr. Cleiton Nunes, pelas enriquecedoras, comprometidas e competentes discussões sobre o uso da ferramenta PCA;

- Ao Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra, pelo incentivo, confiança em minha pesquisa e por contribuir para minha formação e organização do raciocínio, a partir da objetividade científica;

- Ao Juliano e a Francisca que, com prontidão e solicitude, deram suporte burocrático para as etapas deste estudo;

- A Vanessa, Maria Ofélia, Rafaela, Mary, Sandra e Joanna, pelo auxílio, por acreditarem em meu trabalho e no idealismo da construção da educação de qualidade e de cidadãos melhores;

- Às amigas Stella, Diana e Kmila, pela amizade, incentivo, companheirismo e apoio;

- Aos professores Marco Aurélio, Josefina, Fabiano, Luciano e Evânia, por viabilizarem a aplicação de questionários, meu sincero agradecimento;

- Aos amigos, professores e funcionários do Departamento de Ciências Florestais e do Departamento de Química da UFLA, que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste estudo;

- Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, por viabilizar, com muita competência, minha formação como pesquisadora.

- À FAPEMIG, pelo apoio financeiro;

- À minha família, em especial aos meus pais, pelo estímulo, confiança e por terem me transmitido os valores da vida;

- A Clara e Isabela, pelo incentivo constante da inocência, alegria, entusiasmo, fantasia e por vislumbrarem um planeta saudável, repleto de VIDA.

- Ao Matheus, por ser meu incentivador, modelo de pesquisador e por sua dedicação à construção da ciência. Obrigada pelo exemplo, auxílio e compreensão nos momentos de ausência.

RESUMO

A conservação do meio ambiente pode ser alcançada, no médio e longo prazo, por meio de práticas de educação ambiental. Este estudo se justifica pela escassez de metodologias significativas de educação ambiental que abordem a compreensão do sistema socioecológico, para as modalidades formal e não formal de ensino. Seu objetivo foi analisar as teorias ambientais ainda incipientes na educação ambiental brasileira e propor metodologias de análise da percepção ambiental e de ensino em educação ambiental. Para a educação ambiental formal, foram elaborados e aplicados questionários a alunos do ensino fundamental I, II, médio, graduação e pós-graduação, com a finalidade de se identificar a percepção ambiental e as ações pró-ambientais que esses alunos consideram prioritárias. Esses dados foram analisados e correlacionados por meio de análise de componentes principais (PCA). Para a educação ambiental não formal, um questionário foi elaborado e aplicado a produtores rurais para identificar percepções referentes ao impacto ambiental de herbicidas. Na educação formal, os estudantes de todos os segmentos de ensino apresentaram, como percepção ambiental, uma visão intermediária sobre complexidade ambiental, a qual é coerente com a indicação de ações de natureza pouco/moderadamente complexas de ambiente (ações de sensibilização, compreensão e responsabilidade). Na educação não formal, embasado por um estudo químico sobre herbicidas e pelos resultados da percepção ambiental que pouco considera o ambiente, propôs-se uma metodologia de educação ambiental. De forma geral, a compreensão dos resultados, embasada por teorias socioecológicas, que se fundamentam nos conceitos de resiliência, adaptação e sustentabilidade, permitiu a elaboração de propostas metodológicas para o ensino formal e não formal, que visam a suprir uma deficiência social no campo da educação ambiental. Espera-se que, no médio e longo prazo, ações categorizadas como de competência e cidadania comecem a ser praticadas pelos indivíduos que serão submetidos às propostas de ensino.

Palavras-chave: Percepção ambiental. Ensino. Conservação da natureza.

ABSTRACT

The environmental conservation can be achieved, in the medium and long term, through environmental education. This study is justified by the scarcity of meaningful methodologies in environmental education addressing the comprehension of the socio-ecological system for the formal and non-formal modalities of teaching. The objective of this work is focused on analyzing environmental theories, still incipient in the Brazilian environmental education, and also proposing methodologies for the analysis of the environmental perception and teaching-learning practices in environmental education. In the formal environmental education (primary levels I and II, high school, undergraduate and post-graduation), questionnaires were built and applied with the aim at identifying the environmental perception and the pro-environmental actions that these individuals consider as priority. These data were analyzed and correlated using principal component analysis (PCA). For the non-formal environmental education, a questionnaire was built and applied to rural producers to capture perceptions relative to the environmental impact when using herbicides. For the formal education, the students from every teaching segment exhibited an intermediate level of environmental complexity, according to the environmental perception analysis, which is consistent with their lowly/moderately complex pro-environmental actions (sensibility, comprehension and responsibility actions). For the non formal education, based on the outcomes from a chemical study about herbicides and from the insufficient environmental perception, a methodology in environmental education was proposed. Overall, from the theoretical background on socio-ecology, which is supported by the concepts of resilience, adaptability and sustainability, teaching-learning activities were proposed with the aim at overcoming a deficiency in the field of environmental education. We expect that competence and citizenship pro-environmental actions start to be practiced by the individuals submitted to the proposed teaching-learning activities in the medium and long term

Keywords: Environmental perception. Teaching. Nature conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Questão referente à escolha de herbicidas - educação ambiental não-formal.....	60
Figura 2	Exemplos de desenhos com diferentes pontuações, $a=1$ ponto; $b=3$ pontos; $c=6$ pontos.....	64
Figura 3	Elementos que compõem o ambiente por graduandos de cursos variados (Grupo A).....	65
Figura 4	Ações ambientais consideradas prioritárias pelos graduandos (Grupo A).....	66
Figura 5	PCA para os dados referentes aos questionários mistos dos estudantes de ensino superior - cursos variados (Grupo A).....	68
Figura 6	Elementos que compõem o ambiente - segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados (Grupo A).....	69
Figura 7	Ações ambientais consideradas prioritárias pelo segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados, questão pseudoaberta (Grupo A).....	70
Figura 8	Ações ambientais consideradas prioritárias pelo segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados, questão aberta (Grupo A).....	71
Figura 9	PCAs para os dados referentes ao segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados; a) PCA obtida, a partir do questionário com questões pseudoabertas e b) PCA obtida, a partir do questionário com questões abertas (Grupo A).....	73
Figura 10	Elementos que compõem o ambiente - graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B).....	74
Figura 11	Ações ambientais consideradas prioritárias pelos graduandos e pós-graduandos em Engenharia Florestal (Grupo B).....	75

Figura 12	PCA para os dados referentes aos questionários mistos dos estudantes de graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B).....	77
Figura 13	Elementos que compõem o ambiente - ensino fundamental I, II e médio (Grupo C).....	78
Figura 14	Elementos que compõem o ambiente, por segmento do ensino básico (Grupo C).....	79
Figura 15	Ações ambientais consideradas prioritárias pelos estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) - questão estruturada.....	80
Figura 16	Ações ambientais consideradas prioritárias pelos estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) - questão semiestruturada	81
Figura 17	Ações ambientais consideradas prioritárias pelos estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) - questão pseudoaberta	82
Figura 18	PCAs para os dados do questionário misto referentes aos estudantes da educação básica (Grupo C), incluindo os segmentos <i>fundamental I</i> , <i>fundamental II</i> e <i>médio</i> , juntos e separados.....	84
Figura 19	PCA para o ensino fundamental e médio (Grupo C) - questões pseudoabertas.....	85
Figura 20	PCA para o ensino fundamental e médio (Grupo C) - questões abertas	86
Figura 21	Esquema que correlaciona níveis de percepção ambiental com categorias de ações em prol do ambiente.....	88
Figura 22	Proposta de questionário de percepção ambiental e sua análise	90
Figura 23	Esquema organizador do raciocínio ambiental	91

Figura 24	Esquema de raciocínio sobre sistema socioecológico.....	97
Figura 25	Exemplo de mapa conceitual sobre sistema socioecológico e ações ambientais	100
Figura 26	Estruturas básicas de alguns herbicidas acetanilídicos e triazínicos.....	105
Figura 27	$\text{Log}K_{oc}$ experimental <i>versus</i> ajustado e predito para a série de herbicidas acetanilídicos	111
Figura 28	PCA para os herbicidas acetanilídicos: gráficos de a) scores e b) loadings . $\text{PC1} = 0,569 \times \text{log}K_{ow\text{autoescalado}} + 0,577 \times \text{MW}_{\text{autoescalado}} + 0,586 \times \text{MV}_{\text{autoescalado}}$	113
Figura 29	$\text{Log}K_{oc}$ experimental <i>versus</i> ajustado e predito para a série de herbicidas triazínicos. a) Todos os compostos triazínicos da série incluídos; b) outliers 33 e 36 removidos.....	114
Figura 30	Diagnóstico de <i>outliers</i> baseado em resíduos de Student e <i>leverage</i> das amostras	114
Figura 31	PCA para os herbicidas triazínicos: a) scores para o conjunto de dados completo; b) loadings para o conjunto de dados completo; c) scores após remoção dos <i>outliers 33 e 36</i> ; d) loadings após remoção dos <i>outliers 33 e 36</i> . $\text{PC1} = 0,559 \times \text{log}K_{ow\text{autoescalado}} + 0,580 \times \text{MW}_{\text{autoescalado}} + 0,592 \times \text{MV}_{\text{autoescalado}}$ (<i>outliers</i> incluídos) e $\text{PC1} = 0,405 \times \text{log}K_{ow\text{autoescalado}} + 0,644 \times \text{MW}_{\text{autoescalado}} + 0,650 \times \text{MV}_{\text{autoescalado}}$ (<i>outliers</i> removidos).....	116
Figura 32	Valores médios (em mm, de um máximo de 100) indicados pelos produtores rurais, sobre quão importantes são cada um dos fatores (preço, meio ambiente e eficácia) durante a escolha do herbicida.....	118

Figura 33	Respostas (de 0 a 100%) sobre o grau de conhecimento acerca das propriedades de um herbicida, isto é, se sabe-se que um herbicida é uma substância química, que é um contaminante químico do ambiente, e que existe relação entre sua estrutura química com a toxicidade e risco ambiental	121
Figura 34	Proposta de mapa conceitual sobre sistema socioecológico	127
Figura 35	Painel sobre herbicidas e risco ambiental	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Ações apresentadas aos indivíduos para que os mesmos indicassem apenas uma como sendo a mais importante para conduzir à conservação ambiental. A linguagem, nas alternativas, varia de acordo com o público a ser analisado (versões A, B e C).....	57
Tabela 2	Série de herbicidas acetanilídicos (1-21) e triazínicos (22-36), valores de $\log K_{oc}$ experimentais obtidos da literatura (SABLJIĆ et al., 1995) e descritores moleculares calculados	108
Tabela 3	Amostras analisadas por cultura e resultados insatisfatórios - 2011	122
Tabela 4	Amostras analisadas por cultura e resultados insatisfatórios - 2012	122

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivos.....	17
1.1.1	Objetivo geral.....	18
1.1.2	Objetivos específicos.....	18
1.1.3	Hipótese	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Panorama das discussões dos encontros ambientais (ONU).....	19
2.2	Conceitos ambientais e educacionais	25
2.3	Pesquisa em conservação e educação ambientais	39
2.3.1	Educação ambiental, sistema socioecológico e resiliência socioecológica	39
2.3.2	Sistema socioecológico e estratégias de raciocínio envolvendo resiliência.....	43
2.3.3	Educação ambiental, percepção ambiental e estratégias de ensino	44
3	MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1	Educação ambiental formal.....	49
3.2	Educação ambiental não formal.....	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1	Educação ambiental formal.....	63
4.1.1	Ensino superior/cursos variados (Grupo A) - questionário misto.	65
4.1.1.1	PCA para o ensino superior/cursos variados (Grupo A) - questionário misto	67
4.1.1.2	Ensino superior/cursos variados (Grupo A) - questionários com questões abertas e pseudoabertas.....	69
4.1.2	Graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B)	73
4.1.2.1	PCA para a graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B)	76
4.1.3	Ensino fundamental I, II e médio (Grupo C).....	77
4.1.3.1	PCAs para o ensino fundamental I, II e médio (Grupo C)	82
4.1.4	Síntese dos resultados e discussão	86
4.1.5	Proposta metodológica de ensino	90
4.1.5.1	Proposta de projeto em educação ambiental	94
4.2	Educação ambiental não formal.....	103
4.2.1	Estudo de herbicidas e sua sorção no solo.....	103
4.2.1.1	Herbicidas acetanilídicos e triazínicos como poluentes orgânicos do solo	104

4.2.1.2	Construção do modelo QSPR para herbicidas acetanilídicos e triazínicos.....	107
4.2.1.3	Resultados e discussão da modelagem QSPR da sorção no solo de herbicidas acetanilídicos e triazínicos	110
4.2.2	Estudo de percepção ambiental com produtores rurais.....	117
4.2.3	Proposta de educação ambiental para o ensino não formal.....	124
5	CONCLUSÕES	132
	REFERÊNCIAS.....	135
	ANEXOS.....	147

1 INTRODUÇÃO

As degradações ambientais, decorrentes do desequilíbrio entre as relações da sociedade humana com o ambiente, caracterizam-se como um dos grandes problemas da atualidade que desafiam, constantemente, a elaboração de pesquisas em prol da conservação de todo o sistema socioecológico. A conservação ambiental pode ser alcançada, no médio e longo prazo, por meio de práticas de educação ambiental que orientem as pessoas sobre concepções e práticas sustentáveis.

As atividades de educação ambiental devem promover a concepção de que o homem é parte integrante do sistema socioecológico e, diferente dos outros elementos naturais ou artificiais, ele é o elemento dotado de racionalidade, com maior poder de intervenção e que desencadeia ações com reações que podem ser benéficas ou degradantes para todo o sistema. Essas atividades de educação ambiental podem ser desenvolvidas no sistema formal de ensino, permeando as disciplinas do currículo, ou na modalidade não formal, focando associações de bairros ou assessorias técnicas, por exemplo. Ainda, as atividades podem ser aplicadas na modalidade informal, em que as informações podem ser destinadas a ampliar a conscientização pública, por meio dos mecanismos de comunicação de massa.

Para se desenvolver propostas em educação ambiental significativas, é necessário saber como o público alvo percebe e concebe o meio ambiente. A percepção ambiental fornece as ferramentas metodológicas para que o desenvolvimento da educação ambiental aconteça, respeitando as especificidades de cada público alvo.

O problema que motivou esta pesquisa foi: como desenvolver metodologias significativas para se analisar a percepção ambiental e a

predisposição ao desenvolvimento de ações conservacionistas em pessoas com diferentes graus de instrução?

Esta pesquisa propôs a identificação e a análise da percepção ambiental de alunos do ensino fundamental I, II, médio, universitário e, especificamente, a graduação e a pós-graduação em Engenharia Florestal, no intuito de se formular uma metodologia de intervenção de educação ambiental que se flexibilize para todos os segmentos. Na educação ambiental não formal, avaliou-se a percepção de produtores rurais quanto ao uso de herbicidas e seu risco ambiental. Para assessorar o desenvolvimento da proposta metodológica para produtores rurais, foi realizado um estudo químico sobre herbicidas e sua sorção no solo, ou seja, absorção e adsorção ocorrendo simultaneamente, ocasionando a incorporação do herbicida no solo.

No presente estudo, utilizam-se conceitos, teorias e métodos como: pensamento sistêmico, resiliência, sustentabilidade, adaptabilidade, teia da vida, hipótese Gaia, percepção ambiental, representação social, complexidade ambiental, aprendizagem significativa, aula e avaliação operatórias, entre outras, que se conectam para gerar a solidez de uma proposta metodológica que busca auxiliar os educadores ambientais a delinear seus materiais pedagógicos, dando liberdade para se abordar a questão ambiental dentro dessa nova perspectiva de ciência ambiental.

Este estudo se justifica pela escassez de metodologias significativas de educação ambiental que abordem a compreensão do sistema socioecológico para as modalidades formal e não formal de ensino.

1.1 Objetivos

A seguir, segue o objetivo geral, bem como os objetivos específicos e a hipótese que nortearam o desenvolvimento deste estudo.

1.1.1 Objetivo geral

Analisar as teorias ambientais ainda incipientes na educação ambiental brasileira e propor metodologias de análise da percepção ambiental e de práticas de ensino em educação ambiental.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Traçar o perfil perceptivo de indivíduos de diferentes níveis de escolaridade, relacionando representação social de ambiente com categorização de ações ambientais;
- b) Avaliar a evolução do raciocínio conservacionista nos diferentes segmentos de ensino formal e propor atividades de ensino em prol da conservação do sistema socioecológico;
- c) Avaliar, no âmbito não formal e de forma descritiva, a percepção de produtores rurais acerca da temática ambiental: herbicidas *versus* risco ambiental;
- d) Estabelecer uma conexão entre a educação ambiental e um estudo químico, por meio de uma análise de QSAR (*Quantitative Structure-Activity Relationship*).

1.1.3 Hipótese

As pessoas que apresentam visão reducionista tendem a desenvolver ações equivocadas ou insuficientes, que pouco contribuem com a conservação ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão de literatura buscou suprir três necessidades teóricas: a identificação das tendências das temáticas ambientais ocorridas nos encontros internacionais organizados pela ONU, a definição de conceitos ambientais e educacionais relacionados ao enfoque da complexidade ambiental e sistema socioecológico, e o estado da arte da pesquisa relacionada à educação ambiental.

2.1 Panorama das discussões dos encontros ambientais (ONU)

Nos últimos duzentos anos, ou seja, após a Revolução Industrial, a humanidade dotada de conhecimento técnico e científico, passou a utilizar os recursos naturais do planeta de forma acelerada, e, muitas vezes, inadequada. O desenvolvimento científico e tecnológico trouxe avanços, mas, também, gerou a extinção de inúmeras espécies de animais e plantas, o desequilíbrio de ecossistemas e a exaustão de recursos naturais. Atualmente, o ser humano e todo o sistema Terra estão expostos aos efeitos negativos resultantes da degradação ambiental. É necessário, fortalecer os vínculos do desenvolvimento tecnológico, da produção e do consumo à sustentabilidade de todo o sistema socioecológico.

Para se discutir as questões ambientais em nível mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) organiza conferências acerca das questões ambientais, contando com a representatividade da maioria das nações do globo, com o objetivo de analisar diagnósticos e traçar metas que se materializem como políticas públicas adequadas às realidades específicas dos diferentes países e regiões do globo.

Com o intuito de visualizar a evolução das discussões ambientais, a seguir, respeitando a ordem cronológica, será apresentado um breve resgate das

temáticas discutidas nas principais conferências e documentos organizados pela ONU.

Em 1972, em Estocolmo, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano (CNUMAH), houve um consenso sobre a necessidade urgente de reagir ao problema da deterioração ambiental. Nessa conferência, ficou claro que, para o bem-estar do homem e para o gozo dos direitos humanos fundamentais, inclusive o direito à vida, é essencial a conservação dos dois aspectos do meio ambiente humano: o natural e o artificial. Foi exposta a preocupação em se desenvolver a educação das temáticas ambientais, com o objetivo de instrumentalizar a sociedade com o conhecimento mínimo para se manejar e utilizar os recursos ambientais de maneira racional (LUNDHOLM; PLUMMER, 2010). A partir desse momento, a educação ambiental passou a ser considerada como campo de ação pedagógico. Em 1977, ocorreu a Conferência de Tbilisi, a primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011). As reuniões internacionais, organizadas pela ONU, incorporaram cada vez mais as discussões sociais às ambientais e demonstraram preocupação em adequar o ensino ambiental às problemáticas ambientais que o planeta foi apresentando. Cada encontro reafirmava as decisões e compromissos do anterior e propunha novas discussões, mais maduras e complexas.

A publicação do relatório "Nosso Futuro Comum", em 1987, pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU, 2013c), trouxe dados e reflexões científicas que fundamentaram as discussões ambientais e introduziram no cenário político o termo "desenvolvimento sustentável" (desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental - para os âmbitos local, nacional, regional e global). Após a publicação do relatório Brundtland, como ficou conhecido, os tomadores de decisão passaram a reconhecer a existência do

desenvolvimento sustentável nesse novo enfoque para os projetos de desenvolvimento.

Em 1992, no Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com base nos "Princípios do Rio", ficou claro que a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento social e econômico são fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Para se alcançar o desenvolvimento sustentável, adotou-se o programa global "Agenda 21" e a "Declaração do Rio" (ONU, 2013a), os quais reafirmaram e ampliaram os compromissos com o meio ambiente acordados em Estocolmo em 1972. A Cúpula do Rio foi um marco significativo, que estabeleceu uma agenda para o desenvolvimento sustentável.

Na ECO-92, discutiu-se que, para se atingir o desenvolvimento sustentável, era necessário erradicar a pobreza, as disparidades sociais, incluir as mulheres, os indígenas e todos os grupos vulneráveis nas questões de planejamento ambiental; dessa forma, destacou-se a necessidade de conscientização e participação pública nas questões ambientais e a necessidade de uma legislação ambiental eficaz. Destacou-se a necessidade da criação de programas eficazes de educação ambiental (MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011), bem como discutiu-se a importância da transparência estatal quanto às questões ambientais e a necessidade de cooperação internacional e intercâmbio de tecnologias. Nesse momento histórico, foi importante destacar que a paz, o desenvolvimento e a proteção ambiental são interdependentes e indivisíveis.

Na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, ocorrida em Johannesburgo, em 2002, o contexto histórico revelava que novos elementos relacionados ao processo de globalização (SANTOS, 1997) haviam se consolidado no cenário político, social e econômico, e estavam impactando o meio ambiente por meio de interesses que extrapolavam as fronteiras dos Estados-Nação. O processo de globalização adicionou uma nova dimensão e

configuração ao desafio da conservação ambiental. A rápida integração de mercados, a mobilidade do capital e os significativos aumentos nos fluxos de investimento nacionais e internacionais trouxeram desafios inéditos e oportunidades para a busca do desenvolvimento sustentável (ONU, 2013b).

Na Cúpula, as discussões das temáticas ambientais agregaram, com ênfase, assuntos como cultura, minorias sociais, sociedade global humanitária, equitativa e solidária (LUNDHOLM; PLUMMER, 2010). A Cúpula reforçou que a erradicação da pobreza, a mudança dos padrões de produção e consumo e a proteção e manejo da base de recursos naturais para o desenvolvimento econômico e social são objetivos fundamentais e requisitos essenciais do desenvolvimento sustentável.

O foco de discussão da Cúpula de Johannesburgo foi a indivisibilidade da dignidade humana e, por meio dessa visão, foram tomadas as decisões sobre metas, prazos e parcerias, que objetivaram ampliar o acesso a requisitos básicos, tais como água potável, saneamento, habitação adequada, energia, assistência médica, segurança alimentar e proteção da biodiversidade.

Discutiu-se a necessidade da eliminação da subalimentação crônica, desnutrição, ocupações estrangeiras, conflitos armados, problemas com drogas ilícitas, crime organizado, corrupção, desastres naturais, tráfico ilegal de armamentos, tráfico humano, terrorismo, intolerância e incitamento ao ódio racial, étnico e religioso, entre outros, xenofobia, e doenças endêmicas, transmissíveis e crônicas, em particular HIV/AIDS, malária e tuberculose.

Reconhecendo que o desenvolvimento sustentável requer uma perspectiva de longo prazo e participação ampla na formulação de políticas, tomada de decisões e implementação em todos os níveis, a Cúpula estabeleceu que, para se atingir o desenvolvimento sustentável e a efetiva aplicação da "Agenda 21", das "Metas de Desenvolvimento do Milênio" e do "Plano de Implementação de Johannesburgo", é importante a parceria entre a sociedade

civil, o setor público e o privado. Assim, para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável, é necessária a existência de instituições multilaterais mais eficazes, democráticas e responsáveis.

Entre os principais encontros, foram realizadas conferências, acordos, discussões e metas sobre temáticas específicas, que foram reforçando e colocando em prática as políticas ambientais discutidas nas grandes conferências.

Como preparação para as discussões da Rio+20, o secretário-geral da ONU sobre sustentabilidade global apresentou, em 30 de janeiro de 2012, um painel de alto nível sobre sustentabilidade global denominado: "Povos resilientes, planeta resiliente: um futuro digno de escolha" (ONU, 2013d). O painel apresentou o projeto de desenvolvimento sustentável e de baixo carbono. Por meio de cinquenta e seis recomendações políticas, propôs colocar em prática o desenvolvimento sustentável, inserindo-o efetivamente na economia política e transformando o desenvolvimento sustentável de conceito de aceitação generalizada para a realidade prática. O projeto de desenvolvimento buscou integrar à política econômica e aos preços dos produtos e serviços, os custos sociais e externalidades ambientais. Propôs, também, que os indicadores do desenvolvimento sustentável considerem, além do PIB, os princípios da economia verde, que levam em conta o crescimento econômico, a redução da pobreza e a conservação ambiental.

As estratégias de crescimento verde consideram o crescimento e desenvolvimento econômico ao mesmo tempo em que assegura que os recursos naturais e serviços ambientais sejam conservados. Recomenda aos países, tanto nos setores públicos quanto privados, a cooperação em prol da proteção social, e propõe um modelo de crescimento mais resiliente, ou seja, aquele que tende a retornar à configuração inicial após perturbações e que seria mais capaz de

suportar abalos externos (sejam relativos ao clima, energia, alimentos, recursos ou mudanças demográficas).

O relatório apresenta recomendações que, no longo prazo, buscam erradicar a pobreza, aumentar a resiliência ambiental e social, fortalecer a igualdade global, tornar a produção e o consumo mais sustentáveis.

O foco do relatório é nas pessoas; portanto, discussões como resiliência social sugerem a criação de redes de proteção social, por meio de leis que mitiguem problemas sociais decorrentes de problemas ambientais, tais como: mudança climática, escassez de recursos, instabilidade financeira ou mesmo contra picos de preços de alimentos ou outros bens básicos.

A proposta de criação de um futuro sustentável, justo e resiliente pressupõe a prática de um desenvolvimento sustentável desencadeado pelo somatório da governança internacional, nacional, local, sociedade civil e setor privado.

Na Rio+20, discutiram-se as propostas de implantação do desenvolvimento sustentável que haviam sido destacadas pelo painel "Povos resilientes, planeta resiliente: um futuro digno de escolha". Nesse contexto, as discussões e compromissos envolveram termos como economia verde, sistemas alimentares sustentáveis, transporte sustentável, energia sustentável, empregos verdes, riqueza sustentável, segurança alimentar, bem-estar de pessoas, entre outros.

Por meio da RIO+20 foram renovados e ampliados os compromissos com o desenvolvimento sustentável. O documento final, que concentra os focos de discussões foi denominado: "O Futuro que nós queremos" (ONU, 2013b).

Desfrutando das facilidades tecnológicas do momento atual, o evento foi a primeira conferência da ONU que se concentrou em atrair as pessoas em todo o mundo por meio das redes sociais.

É importante ressaltar que as temáticas a serem desenvolvidas em educação ambiental seguem as tendências dos debates que ocorrem nos encontros internacionais, que definem diretrizes políticas e focos para as discussões ambientais.

2.2 Conceitos ambientais e educacionais

A concepção de meio ambiente deve acontecer por meio do prisma da complexidade ambiental, pois a diversidade de visões, abordagens e recursos de investigação conferem à pesquisa ambiental o respeito à complexidade intrínseca ao seu objeto de estudo: o ambiente. Para se pensar na complexidade é necessária a construção de um mundo pensado e modificado a partir das bases da sustentabilidade. Essa nova mentalidade deve agregar ao conhecimento científico socioambiental: saberes, valores e patrimônios culturais locais ou globais.

Segundo Leff (2003), o pensamento complexo busca quebrar a concepção de uma única verdade absoluta produzida por uma ciência radicalmente objetiva que homogeneiza o mundo e, por conseguinte, o meio ambiente. Insere-se na análise dos dados científicos, a incerteza, a imprevisibilidade e a perspectiva da teoria do caos.

A compartimentalização didático-científica do meio ambiente pode gerar sua simplificação. Esse reducionismo de uma realidade que é complexa, pode desencadear ações ambientais inadequadas e degradantes (LEFF, 2003).

Com a busca da verdade racional cartesiana, a ciência compartimentou seu conhecimento, valorizando as especializações (BUARQUE, 1994), abandonando a visão filosófica do estudo do todo, do global, do planetário e supervalorizando o conhecimento científico/analítico, ignorando, por exemplo, as contribuições tradicionais do etnoconhecimento acerca das questões

ambientais. Com a compartimentalização do conhecimento científico, frequentemente, as diferentes áreas do conhecimento desenvolveram estudos isolados, que deram suporte à realização de um mosaico de intervenções no ambiente, desvinculados do comprometimento de pensar sobre o todo planetário e sua capacidade de carga, resiliência ou sustentabilidade. Os estudos de característica simplificadora e reducionista foram valorizados pelo mercado capitalista, que prioriza o pensamento individualista e resultados no curto prazo. Segundo Leff (2003), a crise ambiental não é crise ecológica, mas crise da razão. Os problemas ambientais são, fundamentalmente, problemas do conhecimento.

A complexidade ambiental se apresenta como uma alternativa metodológica de raciocínio, que visa a restaurar a visão do todo, evitando as simplificações científicas cartesianas, analisando o ambiente frente ao cruzamento da maior quantidade possível de componentes, fenômenos e processos. O pensamento dialético, utilizado não no enfoque da contradição ou de contrários, mas no enfoque da evolução biológica, auxilia na construção do raciocínio que busca focar a totalidade ou a complexidade ambiental (LEFF, 2003).

O pensamento complexo prevê uma via heurística para analisar processos inter-relacionados que determinam as mudanças socioambientais, enquanto que a dialética, como pensamento utópico, orienta uma revolução permanente no pensamento que mobiliza a sociedade para a construção de uma racionalidade ambiental (LEFF, 2003, p. 33).

Para se definir ambiente, acredita-se que a concepção mais adequada é a que utiliza o termo sistema, aliando ao raciocínio de complexidade, o pensamento dialético e a investigação que busca abarcar a utopia do todo.

Historicamente, Capra (1996) cita que Lawrence Henderson utilizou o termo sistema, pela primeira vez, para organismos vivos e sistemas sociais. Um sistema passou a ser definido como um todo integrado, cujas propriedades

surtem das relações entre as suas partes e pensamento sistêmico é a compreensão de um fenômeno dentro do contexto de um todo maior. Para a concepção sistêmica, os sistemas vivos apresentam sua organização por meio de redes, em que as relações são fundamentais. Cada nó da rede revela um organismo que, amplificado, apresenta-se como outra rede. Assim, em escalas diferentes, as redes se entrelaçam e se comunicam.

Funtowicz e Marchi (2003) diferenciam os sistemas simples ou meramente complicados dos complexos. Os primeiros, geralmente, são estudados pela física clássica e, os complexos, são estudados pela ecologia e ciências humanas e não podem ser compreendidos por uma única perspectiva. Nesses sistemas, a complexidade pode ser ordinária ou reflexiva. A complexidade ordinária é característica dos sistemas biológicos; nela, existe a ausência da autoconsciência e de propósitos, e o padrão de organização mais comum é a complementaridade da competência e da cooperação. A complexidade reflexiva é característica dos sistemas sociais, técnicos ou mistos, apresentando elementos com intencionalidade, representações simbólicas, moralidade, etc., e o padrão de organização oscila entre a hegemonia e a fragmentação. O estudo dos sistemas complexos reflexivos requer integração do conhecimento, consideração de incertezas e valores. Para o estudo desses sistemas, os autores recomendam a utilização da perspectiva da ciência pós-normal.

Em um sistema complexo, acreditar que o entendimento do todo pode se dar, simplesmente, a partir da compreensão das propriedades de suas partes é um pensamento mecanicista ou reducionista. O pensamento cartesiano, mecanicista, foca a investigação analítica das partes de um todo, enfatizando, por exemplo, o estudo das partes de um sistema. A partir de contribuições da biologia organísmica, no século XX, a abordagem sistêmica acentua que o enfoque deve ser dado ao estudo do todo, pois o todo é mais importante que o estudo de suas

partes. Nessa abordagem, as propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, só podendo ser entendidas dentro do contexto do todo mais amplo. No todo, processos e fenômenos que não aparecem no estudo isolado ou analítico das partes podem ser estudados. O estudo do todo é contextual, não analítico. Essa abordagem oriunda da ecologia profunda é pós-cartesiana e não-mecanicista, e aponta para uma nova perspectiva na maneira de se produzir a ciência (CAPRA, 1996).

O pensamento sistêmico tem ênfase no maior cruzamento possível de informações conectadas em redes. Para se entender a amplitude e complexidade do cruzamento dessas informações, é necessário utilizar a perspectiva histórica e ter ciência de que o futuro da rede é condicional às ações presentes, desencadeadas em qualquer ponto ou conexão da rede. Para se desenvolver esse raciocínio de inter-relação local e temporal, é necessário conceber a relação entre ser humano e ambiente nas bases da cooperação e interdependência, ao invés da dominação e hierarquização. A concepção de coevolução proposta pela hipótese Gaia (LOVELOCK, 1979; MARGULIS, 1989) é citada por Capra (1996) como auxiliadora na construção desse raciocínio, que integra o ser humano ao todo, ou seja, ao ambiente planetário.

A visão sistêmica permite relacionar os elementos, estabelecendo relações de interdependência e minimizando visões reducionistas ou simplificadoras do real. O termo sistema socioecológico confere a abordagem de complexidade que o ambiente deve apresentar (FAZEY, 2010).

O conceito de sistema socioecológico está sendo amplamente discutido pela comunidade científica internacional, pelo qual todos os componentes abióticos e bióticos, incluindo o ser humano, compõem o ambiente, que é entendido por meio da concepção sistêmica de inter-relações e dependência (FAZEY, 2010; KRASNY, 2009). Portanto, pode-se compreender sistema socioecológico como um ambiente de inter-relações, no qual o ser humano

desempenha papel singular, em razão de sua racionalidade e capacidade de intervenção; conseqüentemente, o mesmo é passível de sofrer as conseqüências de suas ações.

Esse sistema recebe inúmeras perturbações, decorrentes dos impactos positivos ou negativos das ações humanas ou relacionadas a processos biofísicos do próprio sistema. Atualmente, as perturbações estão cada vez mais imprevisíveis. Um exemplo de imprevisibilidade são as mudanças climáticas. Após cada alteração, faz-se necessário que, tanto os elementos ecológicos do sistema [correspondente ao conceito tradicional de resiliência, de acordo com Odum e Barrett (2007)], quanto os sociais, busquem retomar a condição inicial. Essa capacidade, denominada de resiliência, quando estendida também para o sistema social (*resilience thinking*), que apresenta a peculiaridade do raciocínio, pode ser conceituada como resiliência socioecológica, ou resiliência orientada pelo ser humano (FAZEY, 2010). Portanto, a complexidade ambiental e o sistema socioecológico definem os elementos do ambiente e suas inter-relações. O conceito de resiliência, por sua vez, está relacionado à maneira com que esses elementos interagem em favor da conservação ambiental e, então, está fortemente relacionado ao conceito de sustentabilidade.

A teoria da "resiliência socioecológica" (FAZEY, 2010; FOLKE et al., 2010) tem sido introduzida para avaliar formas que permitam ao ambiente se recuperar, com o auxílio do ser humano, de perturbações decorrentes de ações antrópicas ou eventos naturais. Para que o ser humano possa interferir positivamente para a reconstrução e conservação do meio ambiente, é necessário que o mesmo tenha uma concepção ambiental complexa. As ações orientadas pela resiliência socioecológica tendem a ser embasadas por teorias ambientais e pela visão sistêmica, sendo carregadas de responsabilidade socioambiental e, geralmente, as intervenções e seus resultados têm efeitos duradouros, desencadeados no longo prazo. Por outro lado, ações de curto prazo são

necessárias, em razão da necessidade eminente de conservar o ambiente; uma linha dedicada a esses estudos é a "otimização para conservação" (LANDE; ENGEN; SAETHER, 1994; MARGULES; PRESSEY, 2000; ROUGHGARDEN; SMITH, 1996), a qual inclui práticas como fiscalização e intervenções públicas imediatas. Idealmente, deve-se conciliar ações relacionadas à resiliência socioecológica e à otimização para conservação, de forma a resolver questões que necessitam de soluções urgentes, mas, também, que preparem a geração atual e futura para conservarem o meio ambiente (FISCHER et al., 2009).

A resiliência socioecológica pode ser entendida como uma concepção, ou um referencial metodológico analítico, utilizado para guiar o planejamento de ações, manejos e usos sustentáveis dos recursos ambientais. Para se ter a habilidade de pensar de forma resiliente, é necessário, desenvolver o raciocínio hipotético de projetar o futuro ambiental, mobilizando o conhecimento socioecológico e a compreensão das interdependências e relações de causa e efeito que existem entre os elementos e relações de um sistema.

O domínio conceitual do sistema socioecológico, a compreensão da complexidade ambiental e os raciocínios relacionados à resiliência socioecológica devem ser desenvolvidos na sociedade, por meio da educação ambiental. O educador ambiental deve ser o disseminador de conhecimento socioecológico, por meio de metodologias que permitam com que o educando possa construir seu conhecimento com o auxílio teórico do educador, ajustando conteúdos, habilidades e competências à realidade e necessidade de seu público alvo, permitindo que o conhecimento ambiental transforme a estrutura cognitiva de cada indivíduo em prol da sustentabilidade, construindo de forma autônoma e singular a conscientização ambiental de cada cidadão.

Nesse propósito, a educação ambiental não deve ser uma disciplina isolada do currículo escolar, pois as discussões ambientais apresentam uma

natureza complexa, exigindo a abordagem multidisciplinar, a contribuição de vários profissionais e a continuidade da construção do conhecimento em todos os segmentos de ensino, do fundamental à pós-graduação (BRASIL, 1996; MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011).

O educador/pesquisador deve ter a competência e a liberdade de produzir seu material didático, atualizando seus conteúdos de acordo com o desenvolvimento da pesquisa ambiental e conduzindo as atividades de ensino de forma que a aprendizagem seja significativa.

De acordo com a teoria da aprendizagem cognitiva de David Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual um novo conhecimento é introduzido na estrutura cognitiva do educando, modificando ou se acoplando a conhecimentos prévios, também chamados subsunçores, que já existem na estrutura cognitiva desse indivíduo. Para haver a aprendizagem significativa, é necessário haver conhecimento prévio (conceitos subsunçores), um recurso didático potencialmente significativo (imagem, texto, tabela, etc., que possa se relacionar com a estrutura cognitiva do educando) e a predisposição do educando para a aprendizagem. De acordo com a teoria de Ausubel (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006), quando não houver conceitos subsunçores, o educador deve lançar organizadores prévios, que se baseiam em teorias com alto grau de abstração, para despertar o interesse dos alunos sobre o tema e para estruturar sua aprendizagem de acordo com sua estrutura cognitiva, que se organiza por meio da hierarquização de conceitos mais gerais, para os conceitos mais específicos.

Dois processos ocorrem na aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva, quando um conhecimento prévio é modificado pela introdução de um novo conteúdo, e a reconciliação integrativa, que ocorre quando ideias mais gerais relacionam subsunçores que estavam desconectados na estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006).

Existem categorias da aprendizagem significativa, como a aprendizagem representacional (quando o aluno atribui significados a símbolos ou eventos), a aprendizagem de conceitos (é mais abstrata e mais generalizada que a representacional), e a aprendizagem proposicional (em que os conceitos são definidos por meio de uma proposição mais geral). Outras categorias são complementares às já citadas, como a aprendizagem subordinada (um novo conhecimento interage com os conhecimentos prévios, alterando-os), a aprendizagem superordenada (a partir dos conhecimentos prévios uma proposição é formada) e aprendizagem combinatória (aprendizagem de uma proposição global, nem subordinada, nem superordenada). A partir dessa teoria, o fato do aluno saber conceituar, dissertar ou resolver problemas, não é sinônimo de que tenha acontecido uma aprendizagem significativa. A habilidade que difere a aprendizagem significativa da mecânica é quando o educando é capaz de realizar a transferência de conhecimento (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006).

Na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006), o educador é elemento essencial no processo de ensino/aprendizagem, pois ele detém o referencial metodológico para conduzir o processo de aprendizagem de acordo com seus objetivos, reconhecendo e ancorando os conhecimentos prévios de seu público alvo aos novos conhecimentos.

Em se tratando de temáticas de educação ambiental, os indivíduos, de forma consciente ou não, apresentam imagens mentais, concepções e conceitos subsunçores relacionados ao meio ambiente. Quando o educador despreza esses conhecimentos prévios, a aprendizagem tende a ser desinteressante, distante da realidade do educando.

Ao se aliar a aprendizagem significativa ao novo modelo de ciência ambiental, que se afasta do modelo cartesiano, entender como o indivíduo

percebe o mundo é fundamental para se compreender como a teia de inter-relações é percebida pelo mesmo e para se construir com o educando uma consciência sustentável, embasada por relações horizontais entre educandos e educador, em que a cooperação e o compartilhar de conhecimentos é imprescindível. Os conhecimentos prévios dos educandos relacionados a meio ambiente são identificados pelo educador por meio da aplicação de ferramentas de percepção ambiental.

A percepção ambiental apresenta metodologias para se identificar e analisar as concepções relativas a meio ambiente de indivíduos de diferentes idades e níveis de instrução, para que sejam desenvolvidas propostas de educação ambiental (FREITAS et al., 2009; MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011). As propostas devem ser planejadas e delineadas de acordo com o objetivo que se pretende atingir e respeitando as especificidades do público alvo. O educador deve ter autonomia para realizar os recortes necessários para adequar a atividade ao conhecimento prévio do seu público. Para tanto, é necessário ter domínio teórico sobre as teorias ambientais que irão se desenvolver e sobre dois momentos específicos da manipulação dos dados de percepção ambiental, a **coleta** e a sua **análise**.

Os principais métodos utilizados para a coleta dos dados são: os questionários semiestruturados, estruturados e mistos; entrevistas; mapa mental; abordagem iconográfica e abordagem fotográfica (FREITAS et al., 2009).

O questionário estruturado apresenta questões estruturadas ou fechadas, ou seja, questões e respostas padronizadas e elaboradas objetivamente, a partir das variáveis a serem pesquisadas, em que todos os entrevistados têm a mesma opção de pergunta e resposta. O questionário semiestruturado se caracteriza por apresentar questões semiestruturadas, ou abertas. Nelas, o pesquisador padroniza as questões, que são elaboradas frente ao seu objetivo de pesquisa, mas a resposta fica a critério do respondente. O questionário misto se caracteriza por

apresentar questões estruturadas e semiestruturadas (BABBIE, 1999; LAVILLE; DIONNE, 1999; REA; PARKER, 2000). Os estudos de casos em percepção ambiental, que, geralmente, enfatizam a análise qualitativa dos dados, tendem a utilizar o questionário semiestruturado ou misto para realizar a coleta de dados (FREITAS; MACEDO; FERREIRA, 2009), enquanto, nas pesquisas do tipo *survey*, cuja análise dos dados tende a ser preponderantemente quantitativa, os questionários estruturados e mistos são mais aplicados (ANDRETTA, 2008; FREITAS; MACEDO; FERREIRA, 2009).

As entrevistas orientadas ou não por roteiros seguem o nível de estruturação definido pelo pesquisador e representam um método eficaz para se coletar dados em percepção ambiental (LUCHIARI, 1997). Porém, o domínio teórico ambiental do educador será o recurso utilizado para evitar induções ou interferências de representações sociais na coleta dos dados.

O mapa mental é um método que utiliza o desenho para se coletar dados especializados de percepção ambiental. Os dados refletem a organização mental sobre a realidade, que é percebida por meio de esquemas perceptivos e imagens mentais individuais e dotadas de significados. Quando se detectar a dificuldade de conseguir coletar desenhos, existe a técnica de elaboração do mapa mental indireto, ou seja, ao invés de desenhos, os dados primários são obtidos por meio de um questionário ou entrevista; assim, por meio da escrita, captam-se as percepções e o pesquisador transforma os dados em desenho, espacializando-os (RIO, 1999).

A abordagem fotográfica é um método peculiar para se coletar a percepção ambiental pela ótica do objeto de estudo (FERRARA, 1999). A população amostral recebe do pesquisador máquinas fotográficas descartáveis para registrar suas imagens e percepções do real. A partir de então, o pesquisador coleta um material que lhe permite analisar as imagens por meio da visão que os objetos de estudo apresentam da realidade.

A abordagem iconográfica se caracteriza por apresentar ao público alvo imagens e solicitar sua percepção e, por conseguinte, sua interpretação. Sherren, Fischer e Fazey (2012) utilizaram fotografias para comparar as percepções de paisagens entre criadores de gado que trabalham com manejo holístico de plantações (que envolvem cultivo de alta intensidade, curta duração e pouco uso de agrotóxicos) e aqueles mais convencionais na Austrália; o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a capacidade adaptativa dos criadores frente às condições climáticas incertas e uma população que, progressivamente, requer mais alimento sem degradar o ecossistema. O uso de imagens ambientais foi associado com sucesso ao questionário semiestruturado por Freitas et al. (2010) com o objetivo de se detectar a definição de ambiente de uma amostra. Reigota (2007) utilizou esse método conjugado com o diálogo, com o objetivo de identificação e desconstrução de representações sociais inadequadas.

A etapa da análise e interpretação dos dados requer do pesquisador o domínio do referencial teórico ambiental, capaz de evitar induções e garantir cientificidade aos resultados. Os dados numéricos são, frequentemente, analisados, organizados e sumarizados pela estatística descritiva (FERREIRA; OLIVEIRA, 2008), gerando, por exemplo, gráficos de colunas, de barras, setogramas (gráficos de pizza) e histogramas, enquanto os textos são, geralmente, analisados e categorizados por meio da análise de conteúdo (CAPELLE; MELO; GONÇALVES, 2003). Esse método busca classificar palavras, frases ou mesmo parágrafos em categorias de conteúdo. A partir dessa metodologia, inicialmente, a unidade de análise é definida. Na sequência, a partir da leitura exaustiva das unidades de análise, são elaboradas as categorias, que organizam os dados para a interpretação.

A interpretação dos resultados deve seguir a proposta do pesquisador na pesquisa ambiental, podendo seguir uma tendência mais quantitativa ou qualitativa.

Comumente, as pesquisas de percepção ambiental são desenvolvidas como estudos de caso (ALENCAR, 2004; LAVILLE; DIONNE, 1999), conferindo a diversidade de aplicações e de público alvo. O estudo de caso permite ao pesquisador focalizar seu estudo na perspectiva de seu objeto de estudo e enfatiza a importância do estudo em microescala. Esse tipo de pesquisa se caracteriza por aprofundar e detalhar um determinado fato ou fenômeno. Pesquisas educacionais são frequentemente desenvolvidas por meio de estudos de casos e, a partir da análise de diversos casos, algumas generalizações podem ser realizadas.

Alencar (2004) e Murray (1974), ao expor que o estudo de caso pode pesquisar uma parcela do real, a partir da visão de complexidade, ou mesmo testar uma teoria existente ou parte dela, ou confirmar uma generalização já existente, ou mesmo, a partir das conclusões do(s) caso(s), hipóteses podem ser geradas, incitando o desenvolvimento de outras pesquisas.

O estudo de caso se configura como método fundamental para a realização de pesquisas qualitativas. Frequentemente, esse tipo de pesquisa é desenvolvido por meio de métodos de coleta de dados, como questionários estruturados, semiestruturados e mistos (BABBIE, 1999; LAVILLE; DIONNE, 1999; REA; PARKER, 2000).

As pesquisas em percepção ambiental, geralmente, seguem o processo linear de pesquisa, ou seja, suportado pelo referencial paradigmático e teórico, o pesquisador define seu objeto de pesquisa, seu problema de pesquisa, sua hipótese, seus objetivos, define a metodologia e escolhe seus métodos para a coleta e análise dos dados. A partir de um planejamento prévio, a etapa para a coleta dos dados é programada por meio de um cronograma. Após a etapa de coleta, os dados são levados para o laboratório, analisados e as conclusões são traçadas (ALENCAR, 2004; SPRADLEY, 1980).

Em um estudo de percepção ambiental, a partir do levantamento das concepções ambientais, torna-se possível identificar as representações sociais que as pessoas apresentam sobre a temática ambiental. De acordo com Reigota (2007), os conceitos científicos, quando internalizados pela sociedade, fundem-se a saberes do senso comum e aparecem nas coletas de dados como representações sociais. Outros autores, como Fazey et al. (2010), nomeiam representação social como PEBs (*Personal Epistemological Beliefs*). Identificar, analisar, desconstruir representações ambientais incoerentes e construir concepções conservacionistas, complexas e resilientes, é tarefa do educador ambiental.

Para se desenvolverem atividades de educação ambiental, o educador pode utilizar inúmeros métodos de ensino e avaliação (MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011). De acordo com Ronca e Terzi (1995, 1996), os momentos de aula e os avaliativos devem promover o desenvolvimento de operações mentais, como: análise, comparação, síntese, classificação, seriação, classificação, transferência de conhecimento, entre outros. Para tornar a aprendizagem significativa, impreterivelmente, os educandos devem dominar a habilidade de transferência de conhecimento (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006). Em se tratando do conhecimento ambiental, a possibilidade de transferir conhecimento ambiental para situações cotidianas, configura-se na habilidade que pode desencadear ações sustentáveis, ao invés de degradantes.

Os projetos em educação ambiental podem conter várias estratégias de ensino e de avaliação da aprendizagem. Um recurso didático pode ser utilizado para sistematizar e organizar o conteúdo desenvolvido numa temática e, ao mesmo tempo, servir ao educador como avaliação da aprendizagem. Um exemplo é o uso de mapas conceituais, em que a partir da construção de um diagrama, utilizando conceitos, palavras e setas representando a ponte entre significados, um conceito principal é destacado e relações são estabelecidas,

relacionando outros conceitos, fenômenos, exemplificações, etc., com o intuito de organizar o raciocínio a partir da aprendizagem de um conteúdo. Quando um conceito é relacionado a outros por meio de uma hierarquização do raciocínio, o mapa conceitual é do tipo hierárquico. Também existem mapas conceituais do tipo teia de aranha e fluxograma (MOREIRA, 1998, 2010; TAVARES, 2007). Cabe ao educador desenvolver aquele que melhor atinge seu objetivo de aprendizagem. A construção e uso de maquetes em atividades de ensino (SIMIELLI et al., 1991) representam um recurso didático dotado da peculiaridade de estabelecer a ponte entre o abstrato teórico e a realidade, numa escala em que os alunos podem, de forma concreta, tocar, hipotetizar e projetar raciocínios, fenômenos e processos ambientais (FREITAS; GARCIA, 2003). São exemplos de métodos de ensino e avaliação utilizados em atividades de educação ambiental: estudo do meio, aula expositiva, seminários, mesa-redonda, teatro, audiência pública simulada, produção de cartazes, textos, mapas conceituais, entre outros (MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011).

Fazey et al. (2010) aplicou com sucesso, em alunos universitários, métodos de resolução de situações problema em temáticas ambientais para desenvolver raciocínios de resiliência socioecológica e, por meio de um planejamento de ensino, expôs o caminho para se construir um pensamento de ordem superior referente a temas relacionados ao sistema socioecológico.

Leff (2003, p. 58) coloca que a pedagogia da complexidade ambiental reconhece que

a educação deve preparar as novas gerações não somente para aceitar a incerteza (uma educação como preparação ante o desastre ecológico e capacidades de respostas para o imprevisto); também deve preparar novas mentalidades capazes de compreender as complexas inter-relações entre os processos objetivos e subjetivos que constituem seu modo de vida, para gerar habilidades inovadoras para a construção do inédito. Trata-se de uma educação que

permite se preparar para a construção de uma nova racionalidade.

A educação ambiental também pode ser construída com os alunos a partir da proposta pedagógica da educação popular de Paulo Freire. Resumidamente, o enfoque dessa proposta é promover a educação como ação transformadora da sociedade (FREIRE, 1983). As atividades de educação ambiental popular são desenvolvidas, a partir de temas geradores e questões norteadoras, em que os fatores de problematização aparecem no decorrer das atividades. Nessa perspectiva, as relações entre educadores e educandos devem ser horizontais (AMÂNCIO, 2004).

2.3 Pesquisa em conservação e educação ambientais

Os conteúdos da educação ambiental devem seguir as atualizações decorrentes da evolução das teorias, pesquisas e fenômenos ambientais que mobilizam a comunidade científica. É característica da pesquisa em educação ambiental ser ampla, diversificada e permear diferentes especializações científicas.

2.3.1 Educação ambiental, sistema socioecológico e resiliência socioecológica

Na literatura, discute-se, no âmbito internacional, o papel da educação ambiental frente às mudanças do sistema socioecológico. Os estudos abordam discussões metodológicas da educação ambiental e a aproximação de conceitos, como resiliência socioecológica e adaptabilidade. O estudo de Lundholm e Plummer (2010) auxilia no entendimento da evolução histórica dos estudos e temáticas focados pela educação ambiental. Os autores realizaram um histórico

sobre o desenvolvimento da educação ambiental, desde a década de 1970; destacam, na década atual, a educação ambiental para o desenvolvimento sustentável como sendo sua principal contribuição. Eles discorrem sobre a integração à discussão ambiental das mudanças referentes ao sistema socioecológico e como o próprio conceito de sustentabilidade passou a ser entendido. Os autores afirmam que saberes e resiliência figuram, predominantemente, como tendência. O modo com que os conceitos surgem e se unem são discutidos e suas intersecções na educação ambiental são ilustradas no contexto da escola formal, organizações e sociedade.

Contribuindo com os estudos sobre resiliência socioecológica, Krasny, Lundholm e Plummer (2010a, 2010b) avaliam como a sociedade e os ecossistemas se relacionam, se adaptam e aprendem a partir de mudanças. Para tanto, utilizaram a resiliência, o saber e a educação ambiental em quatro perspectivas: 1) a educação ambiental e o saber podem criar atributos de resiliência do sistema socioecológico; 2) a educação ambiental não pode ser vista como um meio isolado para direcionar aspectos ambientais, mas como uma ponte de um sistema complexo e multifacetado de interação de processos e estruturas; 3) a resiliência, em múltiplos níveis, sugere uma forma de dividir a educação ambiental em instrumental e intrínseca; 4) o paralelo entre conceitos que utilizam a teoria científica e a resiliência do sistema socioecológico pode contribuir para a discussão de transferência de ideias entre as disciplinas. Dessa forma, esse estudo expõe conceitos básicos que auxiliam no entendimento dessa nova tendência da pesquisa em educação ambiental.

Krasny e Roth (2010) discutem a educação ambiental para resiliência do sistema socioecológico, a partir de uma perspectiva da teoria da atividade. Os autores propõem uma integração da educação ambiental com os níveis de capacidade de construção individual, com os conhecimentos básicos para a resiliência e com um foco sobre níveis de capacidade de adaptação do sistema

socioecológico. Além disso, os pesquisadores apontam que alguns trabalhos da literatura têm focado sobre níveis de capacidade de construção adaptativa em indivíduos e propõem a associação do aprendizado individual com resiliência em sistema socioecológico. Para tanto, utilizam a teoria da atividade como uma lente para examinar programas de educação ambiental, situados dentro de práticas adaptativas de co-manejo, que podem criar novos saberes, misturando contribuições recentes com implicações diretas para a qualidade ambiental.

Krasny (2009) expõe a relevância da pesquisa em educação ambiental e a importância da aplicação de sistemas socioecológicos e consciência (convergência de evidências independentes) para a definição de objetivos de pesquisa. A autora ressalta a importância de se realizarem pontes entre as disciplinas e o exame em diferentes níveis dos objetivos da educação ambiental frente às mudanças ambientais e demográficas atuais. Ainda, a pesquisadora apresenta uma integração do sistema socioecológico e sua aproximação com a pesquisa ambiental, que pode favorecer meios para se conciliar as potencialidades da prática de educação ambiental com a pesquisa tradicional. Assim, a pesquisa em educação ambiental, segundo a autora, pode organizar o aprendizado para ações individuais e coletivas sobre o ambiente. Na mesma linha de raciocínio, Krasny, Lundholm e Plummer (2010b) apresentam uma rica discussão sobre a resiliência em sistema socioecológico, destacando o papel da educação e do saber.

Krasny e Tidball (2009) aplicaram um método de sistema de resiliência para a educação ambiental urbana. As autoras destacam que o civismo ecológico é uma prática, uma via de integração entre sociedade e ecologia no manejo dos recursos naturais urbanos. O programa de educação ambiental, em que saberes são situados na prática do civismo ecológico, também tem o potencial para atingir comunidades e objetivos ambientais. A prática do civismo ecológico e programas de educação ambiental podem criar resiliência no sistema

socioecológico urbano, por meio do melhoramento da diversidade biológica e serviços do ecossistema, bem como, pela incorporação de diversas formas de conhecimento e processos participativos de manejo de recursos. São propostas inter-relações entre manejo de recursos naturais, educação ambiental e sistema socioecológico. As autoras enfatizam o papel da educação ambiental em sistemas, processos e resiliência.

Tidball, Krasny e Svendsen (2010) realizaram um estudo sobre o saber e a memória relacionados à resiliência de desastre. Os autores apontam que, após um desastre, a população se mobiliza espontaneamente, fazendo uso de memórias para recompor a paisagem. Os autores analisaram dois exemplos urbanos para desenvolver suas hipóteses, quais sejam, as memórias referentes ao atentado de 11 de setembro, na cidade de Nova York, e a comunidade florestal de New Orleans, afetadas pelo furacão Katrina. A resiliência do sistema socioecológico pós-trauma auxilia na recuperação ambiental e social. Shava et al. (2010) realizaram um estudo de resiliência socioecológica e educação ambiental, focando no conhecimento agrícola em comunidades urbanas e pessoas que foram realocadas.

Krasny, Tidball e Sriskandarajah (2009) abordam a educação e a resiliência, destacando o aprendizado social entre estudantes universitários e de ensino médio. Os autores apresentam uma visão geral sobre a sociedade e situam o conhecimento literário do setor dos recursos naturais e educação e sugerem um programa educacional para estudantes universitários e de ensino médio, que poderia contribuir para o esforço de melhorar a resiliência do sistema socioecológico em escala local. Também descrevem três iniciativas com saberes situados na adaptação, co-manejo e na prática do civismo ecológico.

Sriskandarajah et al. (2010) estudaram a resiliência em sistemas de aprendizado por meio de estudos de caso em educação universitária. Os autores assumiram o desafio de encontrar o conceito de resiliência em estratégias

educacionais. Abordaram três diferentes dimensões cognitivas: a ontológica, a epistemológica e a axiológica, em assuntos relacionados à natureza da natureza, à natureza do conhecimento e à natureza da natureza humana. As pesquisas foram conduzidas sobre a educação superior nos EUA, na Holanda, na Suécia e no Reino Unido, e ilustraram como os professores podem ser encorajados para confrontar seu posicionamento quanto à ontologia, epistemologia e axiologia, bem como apreciar o posicionamento dos outros. Os casos enfatizam como experiências de aprendizado podem ser designadas para facilitar transformações em diferentes níveis individuais e para criar níveis de resiliência do sistema socioecológico.

Sterling (2010) tece uma discussão, questionando se existe o aprendizado para resiliência ou o aluno resiliente. O estudo conclui que, para uma transformação no paradigma educacional para educação sustentável, é necessário integrar a perspectiva instrumental e intrínseca e criar o saber resiliente para desenvolver a resiliência do sistema socioecológico.

Plummer (2010) aborda uma sinopse sobre resiliência socioecológica e educação ambiental e discute sobre aplicações e implicações referentes à temática. Schultz e Lundholm (2010) discutem sobre o saber para a resiliência e desenvolvem um estudo que explora como esse saber para a resiliência é estimulado na prática. Os autores investigam e analisam as oportunidades de aprendizado em reservas de biosfera designadas pela UNESCO.

2.3.2 Sistema socioecológico e estratégias de raciocínio envolvendo resiliência

Estudos de sistema socioecológico ,conjugando estratégias de raciocínio baseadas na resiliência, adaptação e planejamento de ações no curto e/ou longo prazo, revelam a aplicabilidade política da pesquisa ambiental. Fazey et al.

(2010) discutem estratégias de adaptação para reduzir a vulnerabilidade a futuras mudanças ambientais. Reed et al. (2010) discutem o que é a aprendizagem social e sua importância. Fazey et al. (2010) apresenta uma análise sobre resiliência e pensamento de ordem superior. Fischer et al. (2009) contribuem, discutindo sobre a integração de resiliência e otimização para a conservação ambiental. Fazey et al. (2007) apresentam um estudo sobre a capacidade e aprendizado adaptativo para aprender com os resíduos de resiliência socioecológica.

2.3.3 Educação ambiental, percepção ambiental e estratégias de ensino

Como o intuito das atividades de educação ambiental é atingir o público alvo de maneira significativa, é interessante que o educador conheça e utilize métodos de coleta e análise de dados relacionados à percepção ambiental. Estudos de percepções e comportamentos sociais relacionados ao ambiente podem ser analisados pelo educador ambiental como ferramentas para a avaliação do perfil do público alvo quanto a especificidades ou fenômenos ambientais, ou mesmo, quanto à avaliação de conhecimento prévio sobre determinadas temáticas. Conrad, Christie e Fazey (2011) avaliaram a compreensão da percepção pública sobre paisagem. Dong et al. (2011) estudaram, na China, os determinantes das queixas dos cidadãos sobre poluição ambiental. Payne (2010) realizou um histórico sobre a educação experiencial relacionada à imaginação ecológica. Nesse caso, o autor menciona a ecopedagogia da imaginação, que é utilizada para subsidiar pedagogos criativos a nutrirem uma reconciliação da humanidade, sociedade e da própria natureza humana.

Fazey et al. (2006) realizaram um estudo sobre o conhecimento implícito e as percepções de técnicos relacionados à conservação ambiental.

Wong e Wan (2011) avaliaram as percepções e os determinantes do aspecto ambiental em Hong Kong e relacionaram ao desenvolvimento sustentável.

Bencze e Carter (2011) apresentaram a análise das ações de estudantes envolvidos com a globalização.

Freitas, Macedo e Ferreira (2009) associaram as teorias referentes à percepção e complexidades ambientais para se atingir a conservação do ambiente. Freitas et al. (2009) apresentaram materiais didáticos para se realizar estudos de percepção ambiental. Freitas et al. (2010) identificaram e avaliaram a percepção ambiental de graduandos e docentes vinculados a um curso de licenciatura em Química.

Estudos relacionados à educação, didática e materiais de ensino complementam e atualizam a atividade prática do educador ambiental. A reciclagem e atualização dos conteúdos são fundamentais para o educador. Bozdogan, Karsli e Sahin (2011) apresentaram um estudo sobre o ensino do tema aquecimento global, em que abordaram uma discussão sobre o prospectivo conhecimento do professor sobre aquecimento global, métodos de ensino e atitudes referentes ao tema, com respeito a diferentes variáveis.

Outros estudos, ao invés de focar conteúdos específicos, buscaram entender o processo de aprendizagem por meio da construção do raciocínio do estudante, fornecendo embasamento para que metodologias de ensino sejam desenvolvidas e aperfeiçoadas. Keles (2011) realizou uma avaliação do pensamento dos estudantes primários e comportamentos e atitudes sobre ambiente. Evely et al. (2011) comprovaram que altos níveis de participação em projetos de conservação aumentam o aprendizado.

Pereira et al. (2006) descrevem práticas e materiais didáticos para o uso de áreas urbanas naturais para o ensino de ciências e educação ambiental. Ozguner, Cukur e Akten (2011) avaliaram o papel da disciplina sobre paisagem

e planejamento urbano para estimular o desenvolvimento da educação ambiental entre crianças da escola primária. Amato e Krasny (2011) apresentam a educação ao ar livre, aplicando a teoria do aprendizado transformativo para entender o aprendizado instrumental e o crescimento pessoal em educação ambiental.

Sobre a contribuição educacional na formação do cidadão, Bencze e Carter (2011) apontaram a importância do ensino em gerar estudantes globalizados, que tenham ações voltadas para o bem comum; para tanto, princípios como o holismo, o altruísmo, o dualismo, dentre outros, devem fazer parte da formação.

Lionel e Le Grange (2011) apresentam uma crítica sobre a educação superior, destacando problemas referentes à fragmentação da ciência/conhecimento e apontaram perspectivas para a criação de uma educação mais complexa e sustentável. Trautmann e Krasny (2006) propõem um novo modelo de educação universitária, integrando ensino e pesquisa. Ojeda-Barcelo, Gutierrez-Perez e Perales-Palacios (2011) apresentam um programa colaborativo virtual em educação ambiental, mostrando os fundamentos, o design, o desenvolvimento, o modelo didático, o conceito de ecourbano, os critérios de validação e os componentes virtuais de inovação: o contextual, o pedagógico–didático, o epistemológico, a multimídia, o cognitivo e comunicativo.

Reid e Payne (2011) elaboraram um estudo reflexivo sobre a educação ambiental, apontando a quebra de privilégios, identidades e significado. Payne (2010) propõe uma nova forma de se fazer educação ambiental, por meio de espaços morais, da ética ambiental e da ecologia social da família. Teorias como a ecopedagogia, a ecologia social e a educação experiencial embasam o estudo.

Schusler et al. (2009) propuseram o desenvolvimento de cidadãos e comunidades sustentáveis por meio do engajamento de jovens em ações ambientais, com o intuito de motivar a juventude a realizar ações sociais e

ambientais positivas. Schusler e Krasny (2010) propõem a ação ambiental como o contexto para o desenvolvimento da juventude. No estudo, as autoras analisam as práticas de professores, educadores da ciência não formal, comunidades organizadas e outros educadores que facilitam a participação de jovens em áreas de ação ambiental, bem como, as experiências em que jovens estão envolvidos. Por meio de entrevistas com os educadores, foram identificados fortes paralelos entre teoria e pesquisa empírica no desenvolvimento da literatura jovem, sugerindo que a ação ambiental é um valoroso contexto positivo para o desenvolvimento da juventude. Aguilar e Krasny (2011) utilizam a comunicação da prática de conhecimentos básicos para examinar um programa de educação ambiental pós-escola para a juventude hispânica, ressaltando a importância da consideração dos conhecimentos prévios para o desenvolvimento de conteúdos de educação ambiental.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A natureza deste estudo é social. Portanto, utilizou-se a metodologia de pesquisa extraída das ciências sociais. O referencial paradigmático que orientou a escolha dos métodos de coleta e análise dos dados se situa na abordagem estrutural do conflito. A dialética marxista representa uma análise teórica capaz de abarcar a perspectiva histórica na construção da questão ambiental, permitindo a ênfase nos aspectos da transição e mudanças de fenômenos, processos ou configurações. Permite, também, o enfoque da complexidade por meio do exame das contradições, possibilidades, conflitos e totalidades (MINAYO, 2000). O materialismo histórico e dialético foi a lente teórica que deu suporte para a formulação das metodologias referentes à percepção e educação ambientais.

A ontologia que orientou esta pesquisa concebe que o arranjo ambiental atual é caótico e decorrente de interferências, manejos e adaptações realizadas pela sociedade orientada de forma consciente ou inconsciente pelo modo de produção capitalista. A epistemologia da pesquisa seguiu a orientação paradigmática dialética e privilegiou a abordagem e métodos qualitativos (BOGDAN; BIKKLEN, 1994; MINAYO, 2000) para a coleta e análise dos dados de percepção ambiental e métodos qualitativos e quantitativos para o tratamento dos dados da análise química de herbicidas.

De acordo com Bulmer (1984), esta pesquisa se enquadra nas ciências sociais no campo de análise da "pesquisa estratégica", pois seus instrumentos teóricos e metodológicos são os da pesquisa básica das ciências sociais, mas sua finalidade é a ação, pois se orienta para problemas que surgem na sociedade.

O propósito desta pesquisa foi o de elaborar e testar metodologias referentes à percepção e educação ambientais. Portanto, não existiu a pretensão de se diagnosticar tendências ou generalizações de percepção ambiental; assim,

ao invés da pesquisa de *survey* (BABBIE, 1999), optou-se por estudos de casos (ALENCAR, 2004; LAVILLE; DIONNE, 1999), conferindo a diversidade de aplicações e de público alvo.

Esta pesquisa seguiu o processo linear de pesquisa, ou seja, após a etapa de coleta, os dados foram levados para o laboratório, analisados e as conclusões foram traçadas (ALENCAR, 2004; SPRADLEY, 1980).

Na primeira parte deste estudo, utilizaram-se métodos de descrição, interpretação e análise para se definirem especificidades, conceitos e tendências da discussão e pesquisa relacionadas ao sistema socioecológico, com o intuito de elaborar uma sistematização teórica sobre o tema. A identificação do “estado da arte” em pesquisa ambiental foi fundamental para que um arcabouço teórico pudesse ser visualizado e filtrado por meio da análise crítica, com a preocupação de organizar o suporte teórico para o desenvolvimento das propostas de atividades de ensino em educação ambiental, que representam a segunda parte deste estudo.

3.1 Educação ambiental formal

A metodologia aplicada na educação ambiental formal contemplou estudantes do ensino fundamental I e II, ensino médio e superior.

Mediante a recomendação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (COEPE/UFLA), que avaliou o projeto e os instrumentos de coleta de dados (questionários) dessa pesquisa, os nomes de pessoas e instituições de ensino não foram mencionados, respeitando e preservando a identidade dos voluntários.

O método elaborado para a coleta dos dados foi desenvolvido ,a partir de experiências prévias em *survey* e estudos de caso em percepção ambiental (FREITAS et al., 2010; FREITAS; MACEDO; FERREIRA, 2009), utilizando

questionários contendo questões estruturadas, semiestruturadas, régua de intensidade e imagens para se coletar percepções e definições de meio ambiente.

Os instrumentos elaborados foram um questionário misto, e dois semiestruturados, sendo um deles definido como "pseudoaberto", por conter exemplos.

O questionário misto apresentou uma questão não estruturada, a qual solicita ao respondente a elaboração de um desenho sobre ambiente, que podia ser complementado por anotações ou legenda, e uma segunda questão, estruturada, que solicitou ao respondente para assinalar uma, dentre oito ações, que ele considerasse como primordial para a conservação ambiental. O questionário não solicitou nenhum tipo de identificação do voluntário respondente. Em razão da diferença no nível de escolaridade dos objetos deste estudo, a linguagem do questionário foi adaptada aos diferentes públicos alvo, gerando três versões do questionário (ANEXOS A, B e C).

De acordo com as versões, o público alvo foi subdividido em:

- a) Grupo A: estudantes do ensino superior;
- b) Grupo B: estudantes do ensino superior, graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal;
- c) Grupo C: estudantes do ensino fundamental I (3º e 5º anos); ensino fundamental II (7º e 9º anos); ensino médio (1º, 2º e 3º anos);

O questionário aberto apresentou a primeira questão idêntica à do questionário misto, enquanto a segunda questão solicitou ao respondente para escrever a ação ambiental que ele considerava como primordial (ANEXO D), e foi aplicada a estudantes do 3º ano do fundamental I, 7º ano do fundamental II e 2º ano do ensino médio da escola estadual avaliada, bem como para estudantes

de nível superior, de diferentes cursos. O questionário não solicitou nenhum tipo de identificação do voluntário respondente.

O questionário pseudoaberto apresentou a primeira questão idêntica à do questionário misto, enquanto a segunda questão, após citar exemplos de ações ambientais, solicitou ao respondente para escrever a ação ambiental que ele considerava como primordial (ANEXO E) e foi aplicada a estudantes do 4º ano do fundamental I, 7º ano do fundamental II e 2º ano do ensino médio da escola estadual avaliada, bem como para estudantes de nível superior, de diferentes cursos. O questionário não solicitou nenhum tipo de identificação do voluntário respondente. A questão pseudoaberta permitiu aos estudantes que expusessem livremente as ações que considerassem mais relevantes, mas apresentou alguns exemplos (uma ação para cada tipo de categoria), visando a abrir um leque de possibilidades que o indivíduo, eventualmente, pudesse não se recordar. Os exemplos foram:

- a) Para o ensino fundamental I, II e médio (Grupo C): a) separar o lixo para reciclagem; b) estudar e participar de cursos sobre meio ambiente; c) reunir moradores do bairro para recuperar uma área poluída; d) cobrar fiscalização ambiental da polícia e da prefeitura;
- b) Para o ensino superior - cursos diversos (Grupo A): a) separar o lixo para reciclagem; b) estudar e participar de cursos sobre meio ambiente; c) reunir moradores do bairro para recuperar uma área degradada; d) cobrar fiscalização ambiental de órgãos competentes.

A aplicação dos questionários aconteceu no período de 29/07/2013 a 08/10/2013. Os locais escolhidos para a aplicação dos questionários e sua metodologia de aplicação foram definidos da seguinte forma:

- a) Questionário para os estudantes do ensino superior (Grupo A): foram aplicados no pátio de uma universidade do sul de Minas Gerais e em salas de aula, em disciplinas de "Química Geral" e "Química Orgânica", comuns às coletas de dados dos alunos do curso de graduação em Engenharia Florestal (Grupo B). Em sala de aula ou no pátio da universidade, os respondentes foram abordados pela pesquisadora e devidamente esclarecidos sobre os conteúdos e importância da pesquisa, assim como sua forma de participação e relevância da mesma. Em seguida, cada voluntário foi convidado a participar da pesquisa e o mesmo preencheu o questionário individualmente.
- b) Questionário para os estudantes do ensino superior, graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B): foram aplicados pela pesquisadora e por professores vinculados ao curso de Engenharia Florestal que ministraram as disciplinas "Química Geral", "Química Orgânica" e "Silvicultura de Florestas de Produção", que apresentaram o maior número de graduandos matriculados por períodos, e disciplinas que contemplaram graduandos do início e término do curso. A seleção das disciplinas foi realizada pela pesquisadora, após a avaliação das matrículas no semestre da aplicação. Para a pós-graduação, a aplicação aconteceu na disciplina "Ecologia de Florestas Tropicais" e em laboratórios de ensino vinculados aos programas de pós-graduação em "Engenharia Florestal" e "Tecnologia da Madeira". Foram coletados 102 questionários, dos quais 60% de voluntários do início até o meio do curso e 40% sobre graduandos do meio ao final do curso e pós-graduandos. Cada voluntário foi convidado a participar da pesquisa e o mesmo preencheu o questionário individualmente.

- c) Questionário para o ensino fundamental I, ensino fundamental II e ensino médio (Grupo C): foram aplicados em duas escolas do sul de Minas Gerais, sendo uma estadual e uma particular. Esses questionários foram aplicados pelos professores das escolas (ensino fundamental I, II e médio) e pela pesquisadora, e respondidos individualmente por cada estudante.

A partir dos questionários, os seguintes pontos foram analisados:

- a) Percepção Ambiental: reducionista ou complexa, de acordo com o desenho sobre ambiente.
- b) Ações Pró-ambientais: categorização em ações de sensibilização ambiental, compreensão ambiental, responsabilidade ambiental ou competência e cidadania ambiental.
- c) Análise dos Dados: os dados de percepção ambiental e das ações pró-ambientais foram correlacionados por meio de análise de componentes principais (PCA), em razão de sua natureza multivariada. A PCA consiste em criar p componentes principais (Y) como combinações lineares das p variáveis originais (X), de tal forma que novos eixos ortogonais são construídos para explicar a máxima variância possível usando apenas algumas dimensões:

$$Y_i = \mathbf{e}_i^T \mathbf{X} = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p$$

em que o vetor \mathbf{e}_i estabelece a $i^{\text{ésima}}$ combinação linear, para $i = 1, \dots, p$.

Na prática, os dados são tabulados de tal maneira que uma matriz com q linhas (estudantes) e p colunas (variáveis, isto é, as quatro classes de ações pró-ambientais mais os valores de percepção ambiental) é construída. O uso da PCA

fornece um gráfico, cujos eixos correspondem a p componentes principais (PC), as quais explicam a variância nos dados de forma decrescente, isto é, PC1 explica a maior variância dos dados, seguida por PC2, PC3 e, assim, sucessivamente. Geralmente, duas PCs são suficientes para descrever uma significativa variância dos dados. Portanto, um gráfico bidimensional que reflete como as amostras (estudantes) se correlacionam nesse espaço é obtido (gráfico de *scores*), enquanto o gráfico de *loadings* contém as coordenadas de cada variável nos dois eixos e reflete a contribuição dessas variáveis na separação das amostras. As ações que mais se aproximarem dos *scores* obtidos pela análise de percepção ambiental refletem o grau de complexidade associado à cada tipo de ação. A análise multivariada foi realizada, usando o programa Chemoface (NUNES et al., 2012).

A definição do público alvo analisado aconteceu por meio do método de amostragem não probabilística por julgamento (BABBIE, 1999; REA; PARKER, 2000), em que o pesquisador possui liberdade para definir a amostra, segundo os objetivos da pesquisa (ALENCAR, 2004).

A amostragem definida coletou:

- a) Questionário misto: Grupo A: 50 questionários do ensino superior (sem especificação de curso); Grupo B: 102 questionários da graduação e pós-graduação do curso de Engenharia Florestal e Grupo C: 76 questionários do ensino fundamental I; 74 questionários do ensino fundamental II e 89 questionários do ensino médio;
- b) Questionário aberto: Grupo A: 25 questionários do ensino superior (cursos diversos) e Grupo C: 19 questionários do ensino fundamental I; 30 questionários do ensino fundamental II e 24 questionários do ensino médio;

- c) Questionário pseudoaberto: Grupo A: 25 questionários do ensino superior (cursos diversos) e Grupo C: 24 questionários do ensino fundamental I; 27 questionários do ensino fundamental II e 30 questionários do ensino médio.

A questão relacionada às ações ambientais foi analisada de duas maneiras. Na questão estruturada, os respondentes deveriam optar por uma ação, dentre oito (8) possibilidades apresentadas, em que ele considera a mais eficiente para se alcançar a conservação ambiental. As oito alternativas são apresentadas na Tabela 1, em que são, também, apresentadas as respectivas categorias (mas não reveladas aos indivíduos respondentes). Na questão aberta, os respondentes escreveram um texto para revelar qual a ação eles consideravam mais importante. Esse texto foi enquadrado na categorização mencionada (Tabela 1) por meio da análise de conteúdo (CAPELLE; MELO; GONÇALVES, 2003). A análise de conteúdo é uma técnica, pela qual os textos são lidos exaustivamente por pesquisadores, a fim de identificar elementos capazes de classificar os mesmos em categorias de análise. A categorização dos textos aconteceu por dois pesquisadores no "sistema de duplo cego", em que os textos que não foram enquadrados numa mesma categoria, foram reavaliados pelos pesquisadores até a obtenção de uma categoria consensual. O referencial teórico ambiental abordado nesse estudo subsidiou a análise dos pesquisadores.

Trabalhos anteriores (ABREU; CAMPOS; AGUILAR, 2008; FREITAS et al., 2010) classificaram diversas ações como pertencentes às categorias "*sensibilização*", "*compreensão*", "*responsabilidade*" e "*competência e cidadania*". As oito ações distribuem-se nessas quatro categorias e as indicações dos indivíduos são comparadas com os resultados da análise por imagens (percepção ambiental), por meio de análise estatística multivariada (análise de componentes principais, PCA). Buscou-se encontrar uma correlação, para cada

grupo de indivíduos (separados por níveis de escolaridade), entre percepção ambiental e as ações que os indivíduos julgam mais eficientes para alcançar a conservação ambiental. Dessa forma, as ações típicas de indivíduos que possuem concepções reducionistas e complexas de meio ambiente serão detectadas, fornecendo subsídios para que práticas de educação ambiental mais relacionadas ao conceito de resiliência socioecológica sejam propostas e introduzidas no cotidiano escolar e social de uma população.

Tabela 1 Ações apresentadas aos indivíduos para que os mesmos indicassem apenas uma como sendo a mais importante para conduzir à conservação ambiental. A linguagem, nas alternativas, varia de acordo com o público a ser analisado (versões A, B e C).

Versão Grupo A: ENSINO SUPERIOR

Categoria	Alternativa
Sensibilização	- Cobrar fiscalização e/ou policiamento ambiental
Compreensão	- Contribuir financeiramente para organizações ambientais
	- Instruir-se acerca dos recursos e fenômenos naturais do planeta
Responsabilidade	- Promover e participar de cursos/palestras sobre temáticas ecológicas
	- Separar lixo para reciclagem
Competência e cidadania	- Diminuir o desperdício de água
	- Diminuir consumo de produtos advindos de processos poluidores
	- Promover a conservação da biodiversidade

Versão Grupo B: GRADUAÇÃO e PÓS-GRADUAÇÃO em ENGENHARIA FLORESTAL

Categoria	Alternativa
Sensibilização	- Cobrar inspeção ou policiamento ambiental
Compreensão	- Contribuir financeiramente para organizações ambientais
	- Desenvolver e estudar técnicas para otimizar os recursos naturais do planeta
Responsabilidade	- Promover e participar de cursos/palestras sobre temáticas ecológicas, agroecologia e manejo sustentável de florestas
	- Manejar as florestas como mantenedores de estoque de carbono
Competência e cidadania	- Buscar práticas que minimizem a produção de resíduos provenientes da exploração madeireira
	- Evitar processos degradantes para o ecossistema
	- Promover a conservação da biodiversidade

Versão Grupo C: ENSINO FUNDAMENTAL I, II e MÉDIO

Categoria	Alternativa
Sensibilização	- Pedir aos policiais florestais para protegerem o meio ambiente
	- Contribuir com dinheiro para pessoas conservarem o meio ambiente
Compreensão	- Estudar sobre o meio ambiente
	- Visitar e conhecer zoológicos ou parques ecológicos
Responsabilidade	- Separar o lixo para reciclagem
	- Não desperdiçar água
Competência e cidadania	- Não comprar produtos que poluam o meio ambiente
	- Conservar a vida das espécies vegetais e animais

Uma ideia sobre o nível de conscientização relacionado a cada uma das categorias acima foi reportada anteriormente (FREITAS et al., 2010). A *sensibilização* ambiental se relaciona a um processo de alerta e é considerado como o primeiro objetivo para se alcançar o pensamento sistêmico em educação ambiental; *ensino e compreensão* ambiental se relacionam ao conhecimento dos

componentes e mecanismos que regem o sistema natural; *responsabilidade* ambiental configura-se como o reconhecimento do ser humano como principal agente para determinar e garantir a conservação do planeta; *competência e cidadania* ambiental relacionam-se à capacidade de avaliar e agir no sistema ambiental, promovendo uma ética capaz de conciliar os elementos do sistema.

Adicionalmente à PCA, o cruzamento e análise dos dados entre os diferentes segmentos de ensino permitiu avaliar se a concepção de ambiente se transforma em função da maturidade e nível de escolaridade dos indivíduos, como observado por Farias (2005). Essa análise permitiu diagnosticar em qual estágio do processo de ensino-aprendizagem houve maior progresso ou ruptura e estagnação acerca da temática ambiental. Como resultado, foi possível um planejamento das atividades de ensino em educação ambiental e uma adaptação metodológica às necessidades de cada um dos segmentos educacionais.

3.2 Educação ambiental não formal

A metodologia aplicada na educação ambiental não formal buscou abordar produtores rurais de um município no sul de Minas Gerais, durante o período de julho a agosto de 2013. Três grupos de agricultores (totalizando 29 participantes) participaram da análise: professores universitários registrados como produtores rurais (aproximadamente 25% da amostragem), agricultores afiliados ao sindicato rural local (aproximadamente 25% da amostragem), e agricultores de uma importante feira da cidade (Feira do Produtor), com o intuito de coletar opiniões de produtores em contato direto com a produção e com os consumidores (aproximadamente 50% da amostragem). Portanto, este é um estudo de caso com amostragem probabilística por julgamento (BABBIE, 1999; REA; PARKER, 2000). Essa amostragem pode ou não refletir a opinião geral dos agricultores da cidade e região, mas o objetivo final da presente análise é

obter um resultado que justifique a elaboração de uma proposta de um método de educação ambiental não formal baseado em um público alvo (de amostragem indefinida) com possível perfil reducionista acerca da concepção de ambiente.

O instrumento escolhido para a coleta de dados foi um questionário estruturado, o qual foi planejado para ser simples, fácil e rápido de responder, de forma a ser acessível a qualquer público e para evitar extensivo preenchimento de dados, uma vez que os questionários foram aplicados durante a jornada de trabalho de muitos participantes. Os produtores foram abordados pela pesquisadora e/ou equipe orientada pela mesma, sendo devidamente esclarecidos sobre os conteúdos e importância da pesquisa, assim como sua forma de participação e relevância da mesma. Em seguida, cada voluntário foi convidado a participar da pesquisa e o mesmo preencheu o questionário individualmente. O questionário apresenta quatro questões (ANEXO G); a primeira se refere à escolha do herbicida, solicitando ao respondente que ele marcasse em réguas de intensidade não estruturadas (cujas menores marcas se referem ao termo "em nada" e a maior ao termo "totalmente") o quanto "o preço do produto", "o meio ambiente" e "a eficácia do produto" o interferem na escolha de seu herbicida (Fig. 1).

1. Quando você escolhe o herbicida para utilizar em seus cultivos, você considera:

a) O preço do produto

Em nada Totalmente

b) O meio ambiente

Em nada Totalmente

c) A eficácia do produto

Em nada Totalmente

Figura 1 Questão referente à escolha de herbicidas - educação ambiental não-formal

As segunda, terceira e quarta questões apresentam como respostas os itens "sim" ou "não" e questionam, respectivamente, se o produtor sabe que um herbicida é uma substância química; se ele sabe que um herbicida pode ser um contaminante químico do ambiente; e se ele sabe que, ao alterar a estrutura química de um herbicida, existe a alteração de sua toxicidade e respectivo risco ambiental. Não se espera que essas questões sejam triviais para não-químicos ou profissionais sem conhecimento desses termos técnicos e específicos. Portanto, essas questões buscam sondar o nível de informação técnica a ser, eventualmente, adicionada ao rótulo de um produto herbicida. Entretanto, apesar de um possível conhecimento prévio, ou mesmo em razão de uma estreita relação com o uso da terra e manejo ambiental, assume-se que, pelo menos, parte dos respondentes tendam a responder "não". Caso contrário, essas questões podem servir para testar o grau de confiabilidade do questionário, cuja aplicação foi interpretada como fiscalização por alguns produtores rurais. É importante

mencionar que o questionário não solicitou nenhum tipo de identificação do voluntário respondente.

A partir do questionário, os seguintes pontos foram analisados:

- a) Percepção Ambiental: identificação da existência da consideração ambiental na escolha de herbicidas;
- b) Conhecimento Técnico: detecção da existência da consciência sobre a relação entre propriedade química e risco ambiental para, se necessário, sugerir melhorias nos rótulos dos produtos herbicidas;
- c) Análise dos Dados: os dados foram analisados por meio de estatística descritiva.

A primeira questão apresentou três réguas de intensidade não estruturadas de 10 cm, que solicitou ao respondente assinalar o quanto cada elemento interfere na sua escolha de herbicida.

Os traços verticais nas três réguas foram analisados como valores numéricos, os quais corresponderam aos níveis de consideração dos fatores (preço, meio ambiente e eficácia) para a escolha do herbicida e foram analisados estatisticamente.

A segunda, terceira e quarta questões geraram dados que foram organizados por meio de ferramentas estatísticas e analisados quanto ao conhecimento da relação existente entre propriedade química e risco ambiental.

A análise dos dados permitiu diagnosticar qual estágio de compreensão da complexidade ambiental os voluntários apresentaram e foi possível propor uma metodologia para atividades de educação ambiental não formal, com o intuito de reforçar concepções coerentes e complexas sobre ambiente e desfazer concepções inadequadas e degradantes ao sistema socioecológico.

A partir dos dados que foram coletados, foram propostas práticas de ensino em educação ambiental que potencialmente modifiquem a maneira de conceber ambiente, com base na resiliência socioecológica, com efeito mais duradouro, juntamente com ações relacionadas à concepção de otimização para conservação, que podem ser aplicadas mais rapidamente a um problema bem definido e têm efeito pontual e passageiro. Juntamente aplicadas, essas práticas devem conduzir a um ambiente mais conservado e sustentável, bem como, a uma população mais consciente de sua responsabilidade e de seus direitos e deveres.

O universo dos resultados foi analisado à luz das teorias ambientais relacionadas principalmente a sistema socioecológico (FAZEY et al., 2010; KRASNY, 2009), complexidade ambiental (LEFF, 2003) e representação social (REIGOTA, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Educação ambiental formal

A seguir, serão apresentadas as análises estatísticas sobre percepção e ações ambientais, bem como as PCAs que permitem visualizar se existiu correlação entre percepção e as ações pró-ambientais.

Para a coleta da percepção ambiental, o desenho foi utilizado. Baseado na experiência de Rio (1999) em utilizar mapas mentais para se coletar percepções e ponderando que o objetivo da pesquisa é analisar indivíduos de diferentes segmentos de escolaridade, o desenho foi escolhido por ser uma linguagem universal utilizada para se obter os dados. Solicitar aos indivíduos que representem, por meio de desenhos, os elementos que julgam compor o meio ambiente é, possivelmente, a forma mais fiel de capturar sua visão de meio ambiente. Segundo a metodologia proposta neste trabalho, os elementos foram classificados como pertencentes à "fauna", "flora", "outros elementos naturais", "elementos construídos" e "ser humano e suas ações". Para cada classe foi atribuído um (1) ponto, se indicada no desenho, exceto para o "ser humano e suas ações", em que foram atribuídos dois (2) pontos, por se tratar do elemento mais interventor no sistema e fundamental dentro do conceito de resiliência socioecológica. Portanto, um mínimo de zero (0) ponto e um máximo de seis (6) pontos foram alcançados para cada resposta (desenho). A atribuição dos pontos aconteceu por dois pesquisadores no "sistema de duplo cego" e os desenhos que receberam valores conflitantes foram reavaliados pelos pesquisadores até a obtenção de um valor consensual. Vale ressaltar que os dois pesquisadores dominavam o referencial teórico ambiental abordado nesse estudo.

Na Figura 2, exemplificam-se desenhos que receberam a pontuação 1, em razão da menção ao elemento "flora" (Fig. 2, **a**); a pontuação 3, decorrente

do destaque aos elementos "flora", "fauna" e "elementos naturais" (Fig. 2, **b**); e a pontuação 6, por conter os elementos "flora", "fauna", "elementos naturais", "elementos artificiais" e "ser humano e suas ações" (Fig. 2, **c**).



Figura 2 Exemplos de desenhos com diferentes pontuações, **a**=1 ponto; **b**=3 pontos; **c**=6 pontos

Os resultados e suas respectivas discussões foram divididos em ensino superior (cursos variados), graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal, e ensinos fundamental I, II e médio.

4.1.1 Ensino superior/cursos variados (Grupo A) - questionário misto

Os dados sobre a percepção ambiental que foram coletados por meio da aplicação do questionário misto para cinquenta alunos de graduação das áreas de ciências sociais, tecnológicas e naturais permitem constatar que esses graduandos, em sua maioria, concebem ambiente como "natureza natural". Portanto, grande parte dos estudantes concebem ambiente como sendo um local composto por fauna, flora e outros elementos naturais, como água, solo, relevo, nuvens e sol (Fig. 3). Poucos consideram o ser humano, suas ações e os objetos construídos como integrantes do ambiente (ANEXO I).

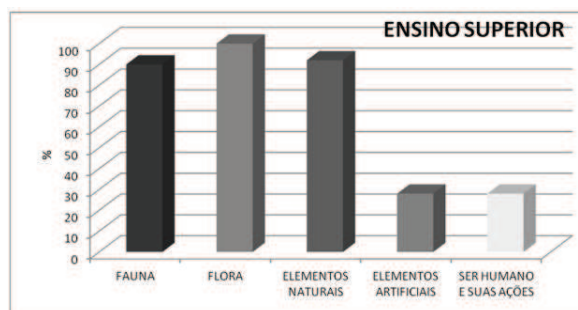


Figura 3 Elementos que compõem o ambiente por graduandos de cursos variados (Grupo A)

Quanto à principal ação para alcançar a conservação ambiental, os dados elucidam que os respondentes optaram, em sua maioria, por ações de sensibilização (40%) e competência e cidadania (36%) (Fig.4).

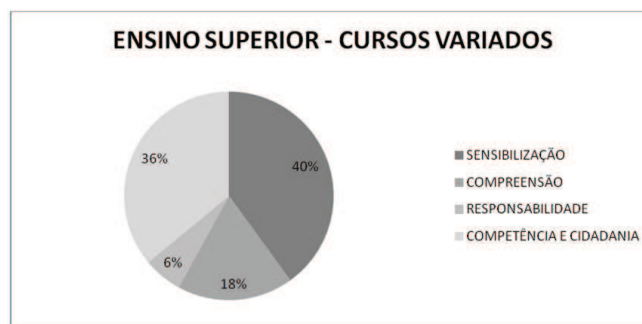


Figura 4 Ações ambientais consideradas prioritárias pelos graduandos (Grupo A)

Esses resultados revelam que atividades de educação ambiental para aumentar a complexidade ambiental são indicadas para esses estudantes. Enquanto estudantes, os mesmos impactam no ambiente positiva e negativamente; porém, num curto prazo, eles serão profissionais que estarão gerindo e realizando intervenções no ambiente e, conseqüentemente, aumentando a intensidade de seus impactos. Quanto às ações ambientais, uma parcela considerável do público alvo apontou ações de **competência e cidadania**, o que poderia representar um bom nível de conscientização ambiental. Contudo, em razão da maior parte dos indivíduos indicar ações de **sensibilização** (distante das de **competência e cidadania**), uma análise mais profunda acerca desses dados preliminares deve ser realizada por meio de análise comparativa com os resultados de **percepção ambiental**. De qualquer forma, previamente, sugere-se que grande parte dos respondentes precisa de um suporte teórico para melhorar sua prática e promover ações em prol da sustentabilidade socioambiental.

4.1.1.1 PCA para o ensino superior/cursos variados (Grupo A) - questionário misto

Para a análise dos estudantes de uma variedade de cursos das áreas de ciências sociais, tecnológicas e naturais, uma matriz de dados foi construída de forma que os 50 indivíduos (correspondentes às linhas da matriz) indicaram uma única ação dentre oito alternativas (distribuídas em quatro diferentes níveis de complexidade: **sensibilização**, **compreensão**, **responsabilidade** e **competência e cidadania**), sendo, à ação indicada, atribuído o valor um (1) e às demais o valor zero (0); além disso, o valor atribuído à **percepção ambiental** (de zero a seis, sendo a soma dos pontos correspondentes aos elementos do desenho) também foi inserido como variável (coluna) na matriz de dados. Para os cinquenta respondentes do Grupo A do questionário misto, o valor médio de percepção ambiental foi de 3,7 e desvio padrão de 1,3 ($3,7 \pm 1,3$). Esse valor médio é consistente com o valor de 4,0 encontrado a partir de uma escala semelhante, de 1,0 a 5,0 (escala de consideração ambiental - *Environmental Concern Scale*), aplicada a estudantes universitários do Instituto de Educação Federal Goiano (BORGES et al., 2013). Os dados foram autoescalados na realização da PCA (Fig. 5), isto é, cada valor de cada coluna foi subtraído pela média dos valores dessa coluna e dividido pelo seu desvio padrão, de forma a deixar os valores de todas as colunas da matriz na mesma ordem de grandeza (escalados). A PC1 descreve a maior variância dos dados (32,33%) e mostra, principalmente, a separação dos indivíduos, de acordo com as correspondentes categorias de ações pró-ambientais. Segundo uma análise conjunta dos gráficos de *scores* (referentes aos indivíduos) e *loadings* (pesos das variáveis para separar os indivíduos em agrupamentos com *scores* parecidos), os indivíduos que indicam ações de **sensibilização** se agrupam com *scores* à esquerda na primeira componente principal (PC1), enquanto aqueles que indicam ações de

competência e cidadania caracterizam-se por *scores* à direita na PC1. Aqueles indivíduos com *scores* centrais na PC1 e à esquerda na PC2 (que descreve 27,12% da variância dos dados) correspondem aos que indicaram ações de **compreensão**, enquanto os indivíduos com *scores* centrais tanto em PC1 quanto em PC2 indicaram ações de **responsabilidade**. Os maiores valores atribuídos à **percepção ambiental** são consistentes com o *score*, tanto em PC1 quanto em PC2, que se aproxima das ações de **compreensão** e de **responsabilidade**, sendo as ações de **responsabilidade** as de menor relevância para a análise, pois foi indicada por apenas três indivíduos. Portanto, é razoável interpretar que os indivíduos que obtiveram maiores valores na análise de **percepção ambiental**, capturada por meio da representação de ambiente no desenho, priorizem ações que os excluam de responsabilidade sobre uma questão ambiental mais ampla e/ou que os mesmos considerem ações que tragam pouco benefício ao sistema socioecológico.

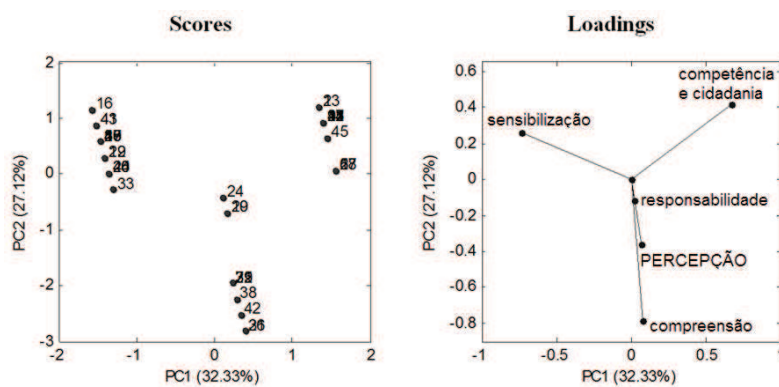


Figura 5 PCA para os dados referentes aos questionários mistos dos estudantes de ensino superior - cursos variados (Grupo A)

4.1.1.2 Ensino superior/cursos variados (Grupo A) - questionários com questões abertas e pseudoabertas

Em razão da possível arbitrariedade mencionada anteriormente, que deve ser decorrente da indução inerente do questionário estruturado, novos questionários foram elaborados e aplicados a outros estudantes de ensino superior da mesma instituição, sendo 25 questionários contendo questões pseudoabertas (que contém exemplos de ações ambientais de cada categoria) e 25 contendo questões abertas (sem quaisquer exemplos), além da questão sobre percepção ambiental (referente ao desenho de ambiente).

Esse grupo de 50 estudantes de ensino superior de cursos variados (Grupo A) que responderam aos questionários aberto e pseudoaberto (ANEXOS M e O), na sua concepção de ambiente, consideram ambiente predominantemente como natureza, com elementos de fauna, flora e outros, mas poucos incluem o ser humano, suas ações e elementos construídos por ele (Fig. 6).

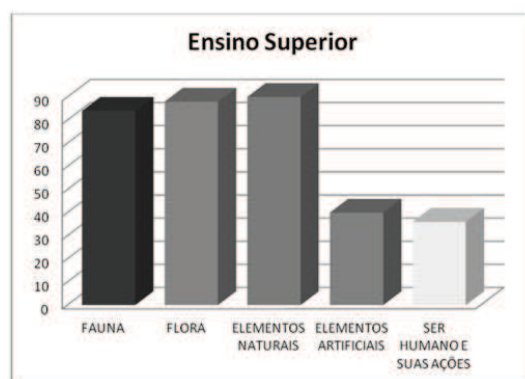


Figura 6 Elementos que compõem o ambiente - segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados (Grupo A)

Com relação à análise das ações, uma comparação entre os resultados apresentados nas Figuras 7 e 8 sugere que a questão pseudoaberta induziu estudantes a anotarem ações de **responsabilidade**, em detrimento às de **compreensão**. Como ambos os tipos de ação podem ser classificados em um grau de complexidade semelhante (intermediário), não fez diferença usar um ou outro questionário para esse grupo de estudantes. Porém, para estudos futuros, sugere-se o questionário aberto. Importante é destacar que poucos indicam ações de **competência e cidadania**, sendo que a maioria indica ações de **compreensão** (e **responsabilidade**, no caso do questionário com questão pseudoaberta), indicando que a complexidade ambiental deve ser reforçada na educação desses estudantes. Esses resultados, que refletem uma complexidade ambiental apenas intermediária, concordam com os valores médios de percepção para esse grupo A de 25 estudantes que preencheram o questionário com questões pseudoabertas ($3,6 \pm 1,4$) e 25 estudantes que preencheram o questionário com questões abertas ($3,9 \pm 1,2$) .

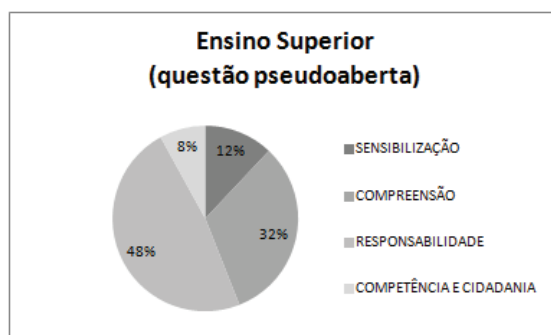


Figura 7 Ações ambientais consideradas prioritárias pelo segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados, questão pseudoaberta (Grupo A)

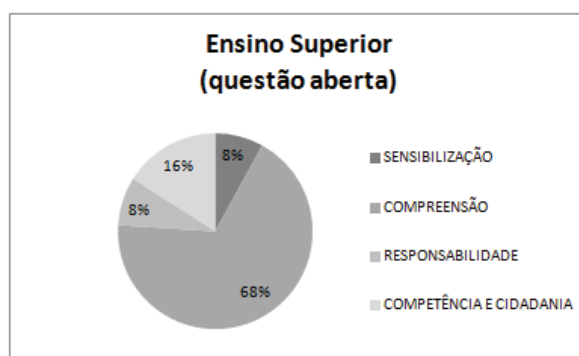


Figura 8 Ações ambientais consideradas prioritárias pelo segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados, questão aberta (Grupo A)

A análise da variância nos dados de **percepção** em função da variação nos dados de ações foi feita com base em PCA's (Fig. 9). A orientação dos agrupamentos de amostras (indivíduos) nos gráficos de *scores* é coerente com as coordenadas das respectivas ações indicadas por esses indivíduos, as quais são observadas nos gráficos de *loadings*. A PC1 descreve a informação mais evidente que a variância nos dados oferece (separação dos indivíduos por grupo de ações pró-ambientais), seguida da PC2 (efeito que a **percepção ambiental** exerce na separação dos grupos de ações pró-ambientais). No caso do questionário pseudoaberto (Fig. 9a), a variável **competência e cidadania** apresenta um pequeno vetor em ambas as componentes principais do gráfico de *loadings* (PC1 e PC2), indicando que ela contribui pouco para agrupar as amostras, decorrente de apenas um indivíduo ter anotado ações de **competência e cidadania**. Segundo a análise em PC1, os indivíduos com elevadas pontuações de **percepção ambiental** seguem a tendência daqueles que indicaram ações de **compreensão**, enquanto uma correlação negativa é observada para os indivíduos que indicaram ações de **responsabilidade**, isto é, esses indivíduos obtiveram as menores pontuações de **percepção ambiental**. Uma análise de importância

secundária, em PC2, indica uma correlação também negativa entre **percepção ambiental** e ações de **sensibilização**. Portanto, o questionário pseudoaberto não sugere que a tendência esperada para os valores de **percepção ambiental** esteja ocorrendo, uma vez que ações de **compreensão** (característica de indivíduos, nesse grupo, que obtiveram valores de **percepção ambiental** relativamente elevados) corresponderiam ainda a um estágio inicial/intermediário de ações pró-ambientais impactantes.

O questionário aberto (Fig. 9b) indica uma situação bastante distinta, pois, a **percepção ambiental** apresenta uma correlação negativa com ações de **compreensão** em PC1, ao passo que uma congruência muito clara em ambas as componentes principais é observada entre as variáveis **percepção ambiental** e **responsabilidade**. Enquanto ações de **sensibilização** não contribuem de forma relevante para o agrupamento dos indivíduos em PC1 (somente dois indivíduos anotaram ações de sensibilidade), aqueles que indicaram ações de **competência e cidadania** tendem a obter elevados valores de **percepção ambiental**. Em comparação com o questionário pseudoaberto, o resultado obtido da análise do questionário aberto é mais coerente com a expectativa exposta na hipótese desta tese, em que indivíduos com percepção mais complexa de ambiente tendem a desenvolver ações de **competência e cidadania**, seguida de **responsabilidade**, **compreensão** e, por último, de **sensibilização**. Portanto, o resultado das PCA's para o Grupo A indica que o questionário pseudoaberto parece ser tendencioso, enquanto o questionário aberto deve capturar, pelo menos parcialmente, a tendência esperada.

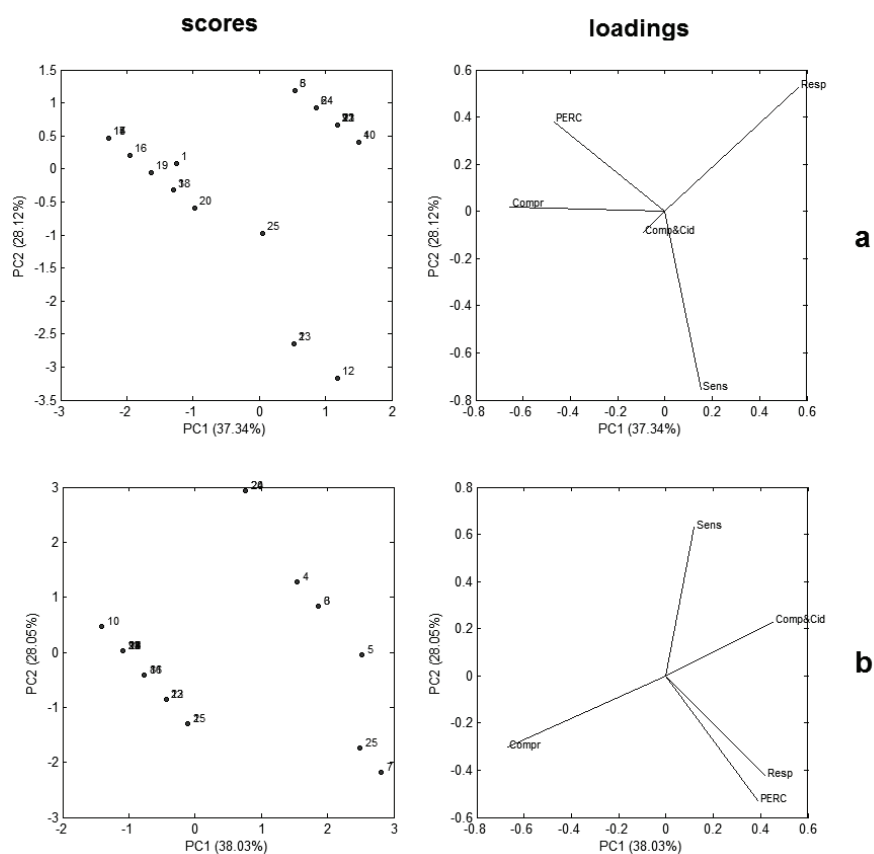


Figura 9 PCAs para os dados referentes ao segundo grupo de estudantes do ensino superior, cursos variados; **a)** PCA obtida, a partir do questionário com questões pseudoabertas e **b)** PCA obtida, a partir do questionário com questões abertas (Grupo A)

4.1.2 Graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B)

Os dados sobre a percepção ambiental dos graduandos e pós-graduandos em Engenharia Florestal coletados (Grupo B), obtidos por meio da aplicação do questionário misto para cento e dois alunos, permitem constatar que esses alunos, em sua maioria, concebem ambiente como "natureza natural", como sendo um local composto por fauna, flora e outros elementos naturais, como

água, solo, relevo, nuvens e sol (Fig. 10). Apenas parte dos respondentes consideram o ser humano, suas ações e os objetos construídos como integrantes do ambiente (ANEXO J). O valor médio de percepção ambiental para o Grupo B foi de 3,9 com desvio padrão de 1,4.

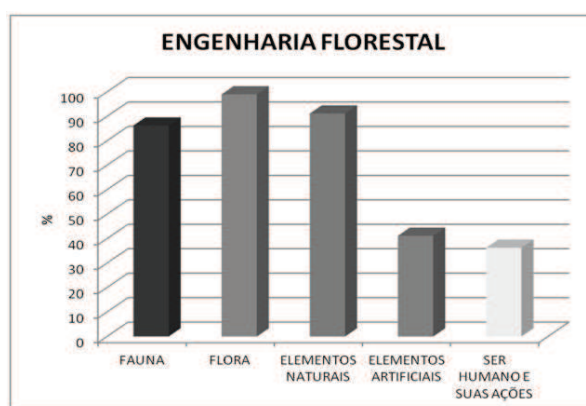


Figura 10 Elementos que compõem o ambiente - graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B)

A **compreensão ambiental** (54%) é destacada como sendo a principal ação para se alcançar a conservação ambiental. Esse dado reforça a importância da aprendizagem e o comprometimento do grupo com o estudo ambiental da área em que estão cursando (Fig.11). A categoria **competência e cidadania** (39%) segue como a segunda mais indicada pelos estudantes. Porém, é precoce concluir que esse resultado revela a maturidade do grupo quanto à conscientização ambiental, uma vez que a questão estruturada oferece opções de resposta, dando a chance de escolha ao acaso ou por direcionamento em razão da presença de palavras-chave ou termos recorrentes na discussão ambiental. A natureza da escolha deverá ser compreendida quando os dados forem analisados em conjunto com as percepções ambientais, por meio de análise de componentes principais (PCA).

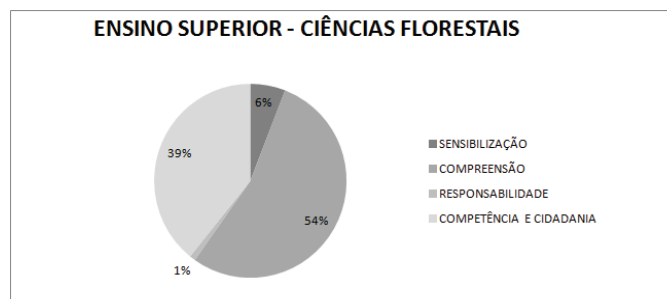


Figura 11 Ações ambientais consideradas prioritárias pelos graduandos e pós-graduandos em Engenharia Florestal (Grupo B)

Embasado pelos dados, cabe indicar que discussões no âmbito da complexidade ambiental e atividades de educação ambiental são benéficas para se difundir o conceito de sistema socioecológico e imprescindíveis para contribuir com a formação ambiental desses profissionais.

A aplicação do questionário aberto e pseudoaberto para os estudantes de Engenharia Florestal não foi possível, uma vez que informações de apenas um número reduzido de estudantes, especialmente de pós-graduação, seriam coletadas, em razão da aplicação de um elevado número de questionários mistos anteriormente; não havia sido previsto que as questões estruturadas causariam indução acentuada nas respostas, o que, provavelmente, resultou no elevado número de indicações de ações de **competência e cidadania** e que não está de acordo com os dados apenas moderados de percepção ambiental ($3,9 \pm 1,4$). Contudo, fazendo-se um paralelo entre os resultados obtidos do questionário de questões estruturadas para estudantes de ensino superior/cursos variados (Grupo A) e de Engenharia Florestal (Grupo B), espera-se que, para esses últimos, os questionários abertos e pseudoabertos apresentassem uma proporção menor de ações de **competência e cidadania** e um aumento na indicação de ações de natureza menos complexa.

4.1.2.1 PCA para a graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B)

Na PCA seguinte (Fig. 12), contempla-se uma amostragem de 102 estudantes de graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B). O gráfico de *scores* na PCA indica que os indivíduos que anotaram ações de **competência e cidadania** apresentam *scores* à esquerda na PC1 (que explica 37,59% da variância dos dados), os que anotaram ações de **compreensão** apresentam *scores* à direita na PC1, e os indivíduos que indicaram ações de **sensibilidade e responsabilidade** apresentam *scores* no centro da PC1. Pela análise dos *loadings* na PC2 (a qual explica 23,34% da variância dos dados), a variável **percepção** segue uma leve tendência com as variáveis **competência e cidadania e compreensão** (**responsabilidade** exerce pouca influência para a separação dos agrupamentos, por ter sido indicada por apenas um indivíduo), pois apresenta *loading* com valor negativo na PC2. Ainda, de acordo com a PC2, indivíduos que obtiveram baixos valores de **percepção ambiental** tendem a indicar ações de **sensibilização**. Portanto, os estudantes amostrados dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B) tendem a priorizar ações conservacionistas tão complexas quanto às dos indivíduos de outras áreas (Grupo A, segundo o questionário aberto). Essa semelhança é corroborada comparando-se as médias das pontuações referentes à **percepção ambiental**, que revelam que os alunos da área de ciências florestais possuem uma pontuação média na análise de percepção ambiental (Grupo B) de $3,9 \pm 1,4$, enquanto o correspondente valor para os demais estudantes (Grupo A) é $3,7 \pm 1,3$. Esses resultados validam a metodologia e sugerem que, de fato, os desenhos refletem a percepção ambiental dos estudantes e podem ser usados para prever as possíveis ações dos principais interventores do meio ambiente, isto é, eles próprios.

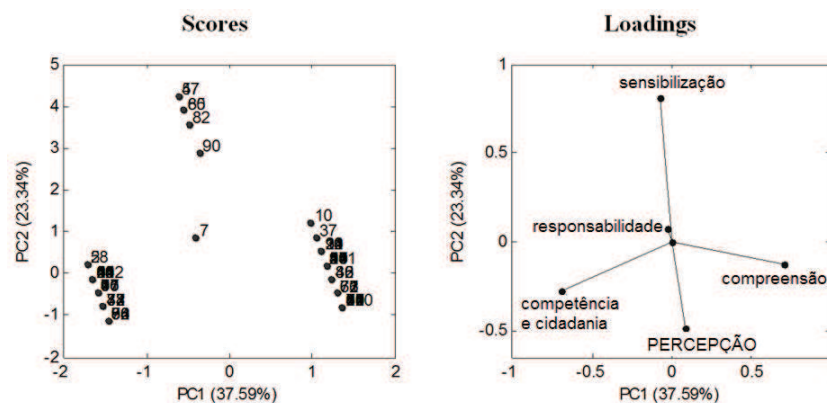


Figura 12 PCA para os dados referentes aos questionários mistos dos estudantes de graduação e pós-graduação em Engenharia Florestal (Grupo B)

4.1.3 Ensino fundamental I, II e médio (Grupo C)

Os dados sobre a percepção ambiental dos trezentos e noventa e três questionários, sendo 119 do fundamental I, 131 do fundamental II e 143 do médio (Grupo C) foram coletados por meio da aplicação do questionário misto, aberto e pseudoaberto (respectivamente, ANEXOS C, D e E) e permitiram constatar que os alunos (Grupo C), em sua maioria, concebem ambiente como "natureza natural", como sendo um local composto por flora, outros elementos naturais (como água fluvial, nuvens, sol, relevo e solo) e fauna (Fig. 13). A maior parte dos desenhos reportaram a uma concepção de ambiente como sendo de natureza idealizada, harmoniosa, bonita, limpa e intocável (preservada). Apenas uma pequena parcela dos respondentes inclui o ser humano, suas ações e os objetos construídos como integrantes do ambiente (ANEXO K). Para o questionário misto, a média de percepção ambiental foi de $3,3 \pm 1,2$, enquanto os valores respectivos para os questionários pseudoabertos e abertos foram $3,0 \pm 1,2$ e $3,2 \pm 1,2$. Esses resultados são diferentes das percepções ambientais obtidas por meio de imagens em outros trabalhos, em que a maioria das crianças incluíram

pessoas, construções, várias plantas e animais, montanhas e elementos como sol e nuvens em seus desenhos, além de incluir problemas ambientais (BARRAZA, 1999; GÜNINDI, 2012; ÖZSOY, 2012).

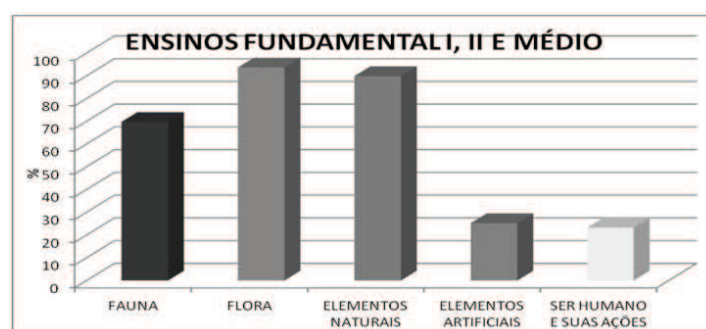


Figura 13 Elementos que compõem o ambiente - ensino fundamental I, II e médio (Grupo C)

Considerando por segmento de ensino, a análise pouco se modifica (Fig. 14). Observa-se que, do ensino fundamental I para o ensino médio, as citações de "ser humano e suas ações" decrescem à medida que os alunos apresentam maior grau de escolaridade. Esses dados demonstram que é importante a inserção de atividades de ensino em educação ambiental que conceituem sistema socioecológico e resiliência socioecológica e ampliem a complexidade ambiental em todos os segmentos de ensino.

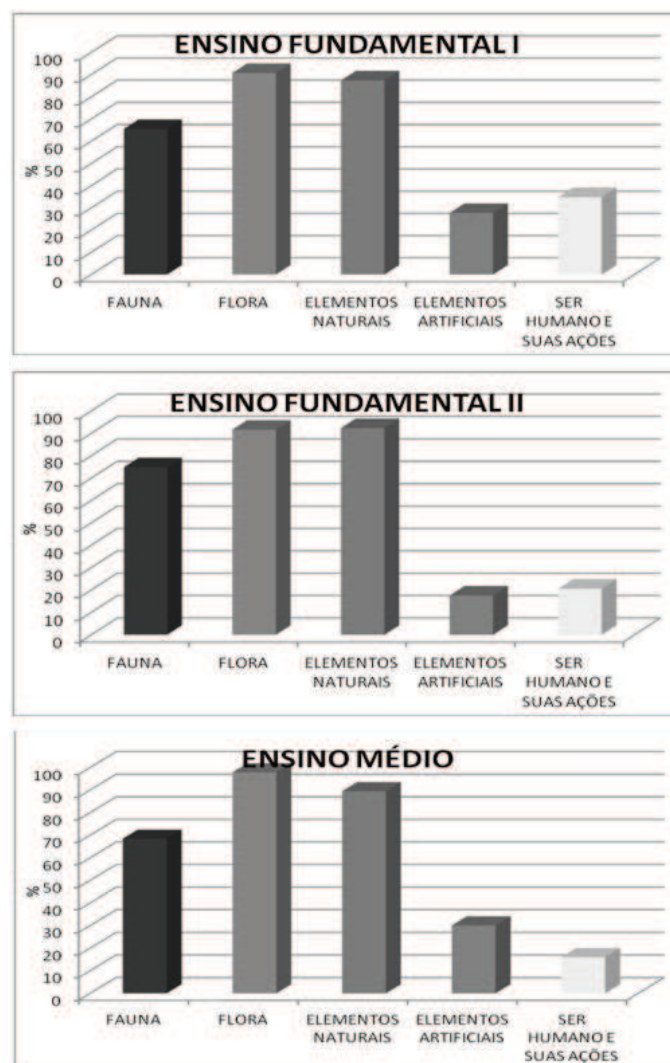


Figura 14 Elementos que compõem o ambiente, por segmento do ensino básico (Grupo C)

Quanto às ações ambientais, o primeiro instrumento de coleta de dados foi um questionário misto (ANEXO C) que apresentou uma questão estruturada, semelhante às aplicadas para o ensino superior (ANEXO A) e de graduandos e pós-graduandos da Engenharia Florestal (ANEXO B), e gerou duzentos e trinta e

nove respondentes (Grupo C). Como principal ação para alcançar a conservação ambiental, foi destacada a competência e cidadania (47%), seguida de responsabilidade (37%) (Fig.15). Esse resultado é surpreendente, uma vez que não se observa a tendência esperada ao se comparar esses dados com os demais obtidos para estudantes de nível superior. Esse comportamento pode indicar uma falha no método estruturado.

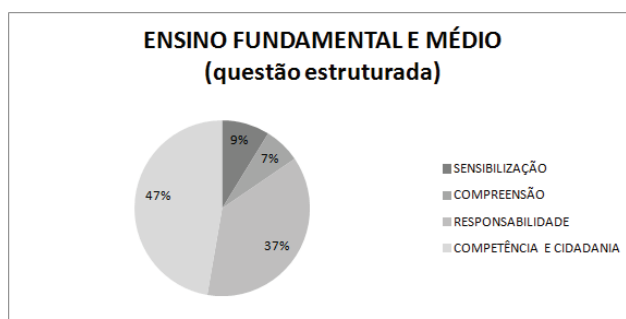


Figura 15 Ações ambientais consideradas prioritárias pelos estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) - questão estruturada

Em sua maioria, os estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) desenharam ambiente a partir de uma visão reducionista, considerando como componentes apenas flora, elementos naturais e fauna, porém, assinalaram alternativas como: "Conservar a vida de espécies vegetais e animais" (correspondente à alternativa "conservação da biodiversidade" nos questionários para estudantes de nível superior), enquadrada como **competência e cidadania**. Ao observar a repetição desses casos, foi detectada uma falha na adequação da linguagem das alternativas para os alunos do ensino básico. Portanto, com o intuito de constatar se o instrumento era falho para alunos do ensino básico (Grupo C), mais dois instrumentos para coleta foram elaborados, um deles totalmente semiestruturado (ou aberto) e outro pseudoaberto (ANEXOS D e E).

Considerando setenta e três respondentes do questionário aberto (Grupo C) e oitenta e um do pseudoaberto (Grupo C), constatou-se que as ações que os alunos declararam ser primordiais para a conservação ambiental foram, em sua maioria, de **responsabilidade**, enquanto poucos indicaram ações de **competência e cidadania** (Fig. 16 e 17). Esses resultados confirmaram que, para o ensino Fundamental I, II e Médio (Grupo C), o questionário misto foi falho, e que o método de coleta que menos induz o resultado é a questão aberta. Em decorrência do pouco conhecimento ambiental escolar de alguns segmentos, como o Fundamental I, por exemplo, inserir exemplos de ações ambientais foi favorável, pois ampliou a gama de ações contemplando exemplos de ações referentes às quatro categorias, sem induzir resultados, pois apenas dois respondentes utilizaram a cópia de um exemplo como resposta. A questão estruturada apresenta a limitação de poder induzir resultados ou oferecer a possibilidade da probabilidade ao acaso (BABBIE, 1999; LAVILLE; DIONNE, 1999). Aparentemente, essa limitação foi menos acentuada para os estudantes de nível superior (Grupo A), mas, ainda assim, sugere-se o uso de questões pseudoabertas.

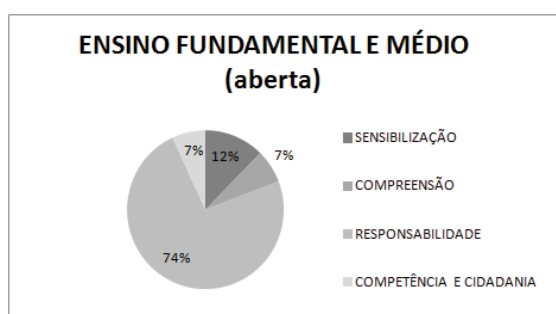


Figura 16 Ações ambientais consideradas prioritárias pelos estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) - questão semiestruturada

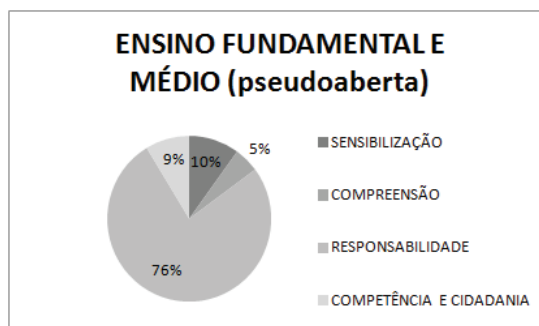


Figura 17 Ações ambientais consideradas prioritárias pelos estudantes do ensino fundamental I, II e médio (Grupo C) - questão pseudoaberta

A maior parte dos estudantes (Grupo C) indicou ações de **responsabilidade**, especialmente as relacionadas à correta disposição do lixo (ANEXOS L e N). Apesar do reconhecimento de que suas ações impactam o ambiente, as mesmas ainda são pontuais à responsabilidade de destinação dos resíduos sólidos. Acentuar a complexidade e sustentabilidade de suas ações e a própria resiliência socioambiental é algo a se alcançar por meio de atividades de educação ambiental. Ultrapassar o patamar de ações de **responsabilidade** para o exemplo atitudinal da **competência e cidadania** é o desafio da proposta metodológica de educação ambiental que será sugerida neste trabalho.

4.1.3.1 PCAs para o ensino fundamental I, II e médio (Grupo C)

A PCA gerada, a partir do questionário misto, contemplou 239 estudantes do ensino básico, sendo 76 do ensino fundamental I, 74 do ensino fundamental II e 89 do ensino médio (Grupo C), cujo valor médio de **percepção ambiental** ($3,3 \pm 1,2$) é inferior aos valores encontrados para os estudantes de nível superior (Grupo A). PC1 e PC2 são capazes de agrupar os indivíduos de acordo com as ações e as percepções ambientais que os mesmos indicaram no questionário (a porcentagem de variância explicada pelas PC1 e PC2 está

indicada na Figura 18). A PCA que inclui os dados dos estudantes amostrados em todos os níveis de ensino básico (fundamental I, fundamental II e ensino médio) mostrou que, em PC1, há uma correlação entre **percepção ambiental** e ações de **sensibilização** e **compreensão**, e que, em PC2, essa correlação é negativa, isto é, baixos valores de **percepção ambiental** são atribuídos aos indivíduos que indicaram as ações de **sensibilização** e **compreensão**. Também, de acordo com a PC2, as percepções mais complexas correlacionam-se com os indivíduos que anotaram ações de **responsabilidade** e **competência e cidadania**, de acordo com a tendência esperada pela hipótese desta tese. Porém, esse resultado não é refletido na PCA para o segmento de ensino fundamental I, em que se observa o oposto, isto é, os maiores valores de **percepção ambiental** são alcançados pelos indivíduos que indicaram ações de **sensibilização** e **compreensão**. Esse resultado sugere que existe um ganho em complexidade ambiental com o nível de instrução no âmbito do ensino formal, bem como que não há clareza acerca da temática ambiental para os estudantes mais jovens, o que é compreensível. Cabe mencionar que as ações de **compreensão** e **sensibilização** contribuem pouco para o agrupamento dos indivíduos do ensino fundamental I e médio, respectivamente, em decorrência do pequeno número de dados correspondentes a essas ações (vide vetores nos correspondentes gráficos de *loadings*).

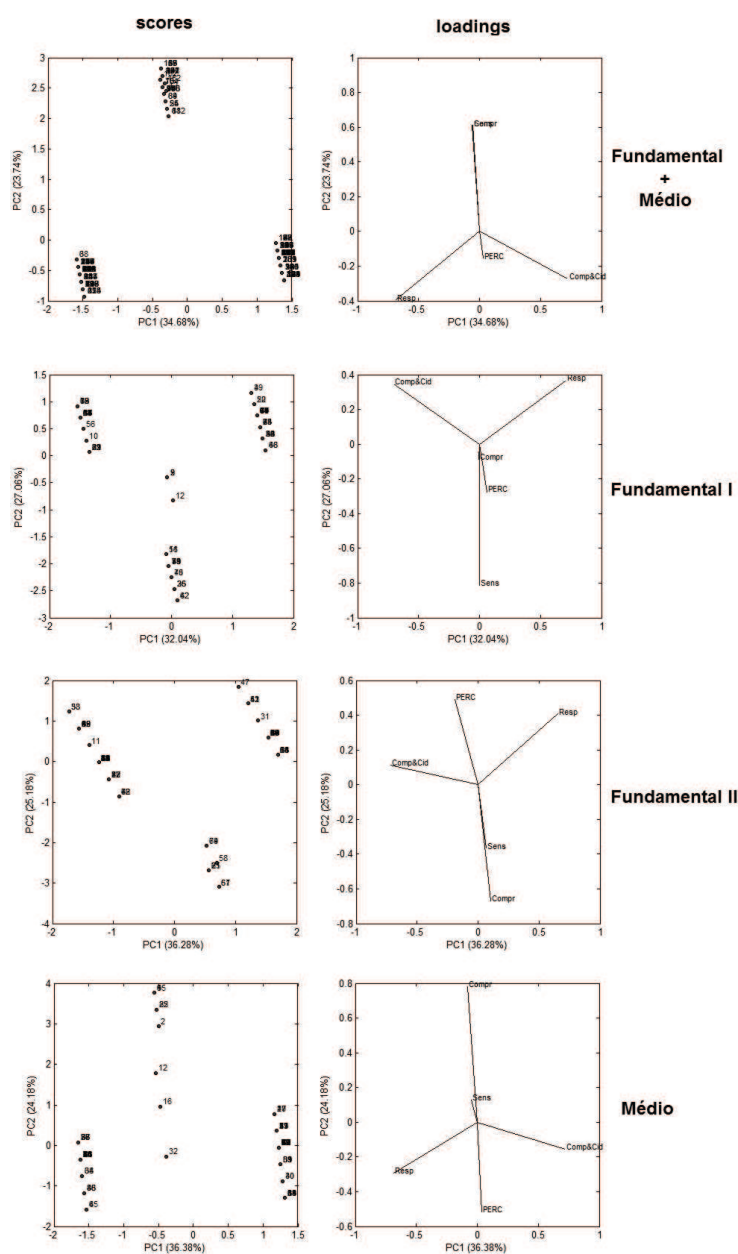


Figura 18 PCAs para os dados do questionário misto referentes aos estudantes da educação básica (Grupo C), incluindo os segmentos *fundamental I*, *fundamental II* e *médio*, juntos e separados

Usando duas abordagens diferentes de questionários, isto é, abertos e pseudoabertos, ao invés de questionários mistos, a conclusão obtida das PCAs (Fig. 19 e 20) é a de que estudantes que obtiveram os valores mais elevados de **percepção ambiental** apresentam uma certa predileção por ações de **competência e cidadania** (verificar congruência nos *loadings* de **percepção ambiental** e **competência e cidadania** em PC2). O questionário aberto é particularmente interessante (Fig. 20), pois seus dados geraram uma PCA, cujo eixo PC2 no gráfico de *loadings*, indica a ordem esperada de valores de **percepção ambiental** em função da natureza das ações pró-ambientais. Portanto, os três tipos de questionários geram tendências parecidas, sendo o aberto o mais preciso, e a hipótese da tese é confirmada pelas análises de PCA, ainda que de maneira qualitativa.

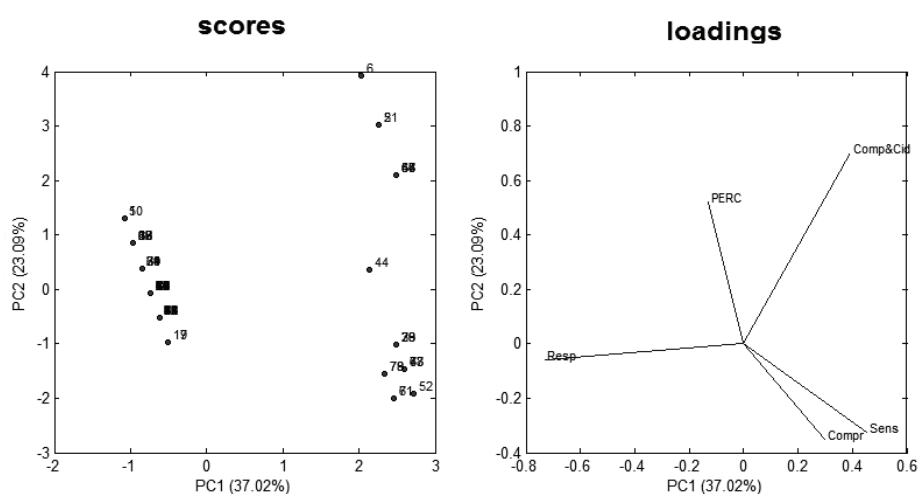


Figura 19 PCA para o ensino fundamental e médio (Grupo C) - questões pseudoabertas

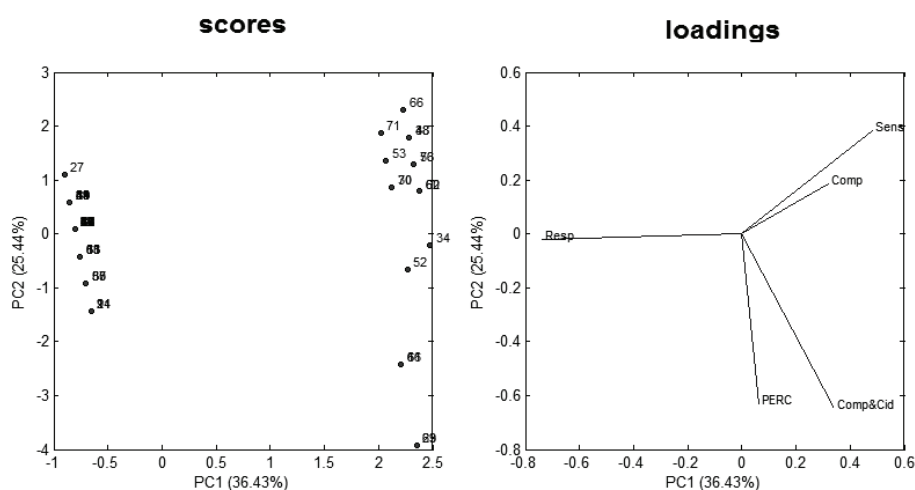


Figura 20 PCA para o ensino fundamental e médio (Grupo C) - questões abertas

4.1.4 Síntese dos resultados e discussão

Em suma, em se tratando de percepção ambiental para o ensino formal, a maioria dos alunos de todos os segmentos de ensino (Grupos A, B e C) considerou meio ambiente como sendo um local composto por elementos de flora, outros elementos naturais (como água fluvial, nuvens, sol, relevo e solo) e fauna. Os valores médios de **percepção ambiental** não foram estatisticamente diferentes entre esses grupos. Portanto, a inclusão de conteúdos que abordem a complexidade ambiental, invariavelmente presente e enraizada nos conceitos de resiliência e sistema socioecológico (FAZEY et al., 2010; FOLKE et al., 2010; KRASNY, 2009), devem ser aprofundados nos diferentes segmentos de ensino, respeitando a idade cronológica e nível de instrução do público alvo. Como será apresentado adiante, durante um estudo químico relacionado ao meio ambiente, a temática ambiental é transversal e, portanto, a abordagem das teorias apresentadas nesta tese podem permear quaisquer disciplinas. É importante ressaltar que uma motivação para tornar esse aprendizado significativo consiste

em construir um conhecimento a partir de saberes, etnoconhecimento, experiências de vida, ou seja, conhecimentos prévios com conhecimentos teóricos (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006). Por exemplo, os estudantes de Engenharia Florestal analisados neste trabalho, que também apresentaram uma percepção insuficiente de ambiente, podem tomar contato com a teoria resgatada nesta tese e, ao mesmo tempo, chamando à atenção sobre sua relação (responsabilidade e impacto) direta com o manejo do solo e das plantações.

Quanto às ações ambientais, apesar da maioria das análises por componentes principais indicar a tendência esperada de ações pró-ambientais em função dos dados de **percepção ambiental** (exceto para o questionário misto dos Grupos A e C-Fundamental I), houve severa discrepância entre os resultados absolutos, ao se comparar os três tipos de questionários (misto, pseudoaberto e aberto - vide gráficos de pizza). Esse resultado sugere que o uso de alternativas (questões fechadas) ou exemplos de ações (como nos questionários pseudoabertos) pode causar induções e tendências nas respostas. Consequentemente, o uso de questionário aberto é indicado nesta tese para o desenvolvimentos de pesquisas em percepção e educação ambientais.

Os resultados contribuem para diagnosticar o padrão de pensamento dos estudantes acerca da temática e, a partir dessa análise, orientá-los sobre seu papel no ambiente e como atuar em prol da conservação do sistema socioecológico. Com base nos resultados da percepção e das ações ambientais, isto é, comparando-se os valores médios de percepção para todos os grupos de estudantes (aproximadamente 3,5) com as ações mais indicadas pelos mesmos (ações de complexidade ambiental intermediária), propõe-se o esquema da Figura 21, para auxiliar no diagnóstico das ações priorizadas por indivíduos em função de seu nível de complexidade ambiental.

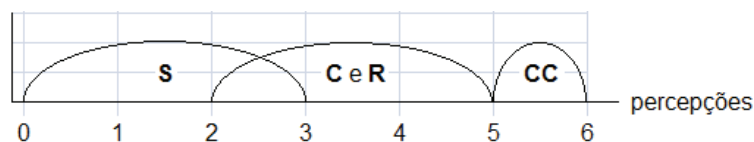


Figura 21 Esquema que correlaciona níveis de percepção ambiental com categorias de ações em prol do ambiente

Legenda: **S** = sensibilização; **C** = compreensão; **R** = responsabilidade; **CC** = competência e cidadania.

Esse esquema relaciona a pontuação de percepção com o nível de ação pró-ambiental. O indivíduo que pontua até três pontos, geralmente desenha ambiente apenas com elementos de flora, fauna e/ou elementos naturais, ou seja, apresenta uma visão reducionista de ambiente, que é coerente com ações de **sensibilização**, nas quais o indivíduo considera a existência do problema ambiental, mas não reconhece o impacto ambiental de suas ações. Em um outro extremo, quem pontua o ambiente com cinco ou seis pontos, geralmente, inclui o ser humano e suas ações como componentes ambientais, coerente com a priorização de ações em que a postura do indivíduo e suas intervenções representam um exemplo vivo de sustentabilidade ambiental.

Complementando a análise, as PCA's serviram para correlacionar as percepções com as ações e descobrir se existe uma lógica que define essas relações. Segundo a hipótese desta tese, o esperado era que, à medida que se aumentasse a pontuação no desenho, ou seja, à medida que o respondente apresentasse uma percepção progressivamente mais complexa de ambiente, aumentasse o número de indivíduos apontando ações de **competência e cidadania** como prioritárias. Dessa forma, a escala da Figura 21 foi proposta intuitivamente, baseada na hipótese de que o nível de complexidade ambiental, avaliado por meio do estudo de percepção ambiental, estaria relacionado às ações, hierarquizadas de acordo com as categorias propostas. Essa hipótese foi confirmada, especialmente, a partir da análise dos dados do questionário aberto.

Portanto, melhorar a concepção (percepção) de meio ambiente, pode contribuir para que ações pró-ambientais mais significativas sejam realizadas, com impacto real, no médio e longo prazo.

De forma geral, a análise dos resultados propiciou a consolidação da metodologia para se coletar e analisar percepção e ação ambiental, que pode ser utilizada como sondagem de conhecimentos prévios para a aplicação de atividades de ensino em educação ambiental (Fig. 22). Os resultados dessa ferramenta, que foi utilizada no presente trabalho, mostrou a deficiência do estudante em entender quão importante é a ação (positiva ou negativa) do ser humano no ambiente. Portanto, uma proposta metodológica para o ensino de complexidade ambiental, sistema socioecológico e sustentabilidade, dentro do contexto da educação ambiental, é descrita, a seguir, com o objetivo de alterar representações sociais incoerentes (tendendo ao reducionismo, ao invés da concepção complexa de ambiente) e estimular a conservação ambiental.

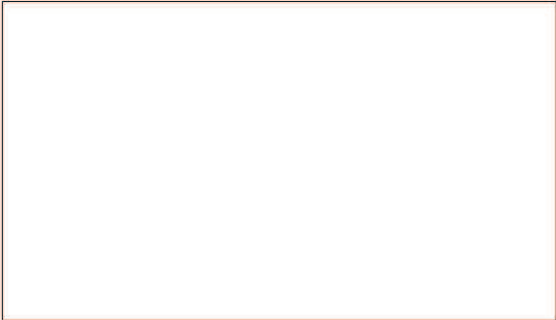
QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.	
	
2. Escreva UMA UNICA ação que, em sua opinião, é a mais importante para conservar o meio ambiente.	
<hr/> <hr/>	
PROPOSTA DE ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
Questão nº 1: Pontuar de zero a seis os seguintes elementos do desenho:	
Flora = 1 ponto; Fauna = 1 ponto; Elementos Naturais (água fluvial, nuvens, sol, relevo, solo, etc.) = 1 ponto;	
Elementos Construídos = 1 ponto; Ser Humano e suas ações = 2 pontos.	
Questão nº 1: Categorizar as respostas em: ações de sensibilização, compreensão, responsabilidade e competência e cidadania.	

Figura 22 Proposta de questionário de percepção ambiental e sua análise

4.1.5 Proposta metodológica de ensino

O processo de ensino/aprendizagem deve ser significativo, ou seja, as estruturas mentais devem ser modificadas com novas informações e estímulos perceptivos, a fim de que aconteça um rearranjo mental de informações, conteúdos e concepções, gerando uma construção de conhecimento e, por conseguinte, a habilidade de transferência do mesmo para outras situações, modificando padrões de pensamento e, conseqüentemente, de ações (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006). No caso do conhecimento ambiental, essa construção deve favorecer o estabelecimento de raciocínios de sustentabilidade, complexidade ambiental, adaptabilidade e resiliência socioecológica (FAZEY, 2010; KRASNY, 2009; LEFF, 2003).

Os educadores que desenvolvem atividades e projetos de educação ambiental, em qualquer segmento de ensino, devem ter liberdade para escolher os conteúdos que serão trabalhados e para realizar os recortes, adaptando os conteúdos às especificidades do público alvo. É necessária a existência de um instrumento metodológico para amparar o planejamento de ensino.

A falta de um esquema teórico de suporte para o planejamento de temáticas ambientais pode ocasionar o desenvolvimento de atividades que não sejam significativas, seja por não respeitar a capacidade cognitiva dos alunos, os conhecimentos prévios dos mesmos, ou por desenvolver conteúdos desconectados entre si, obsoletos, ou desvinculados da realidade do público alvo, tornando-se desinteressantes. Essa maneira de desenvolver as atividades pode levar ao descrédito da educação ambiental.

Em razão da carência metodológica, propõe-se o seguinte esquema organizador do raciocínio ambiental (Fig. 23).

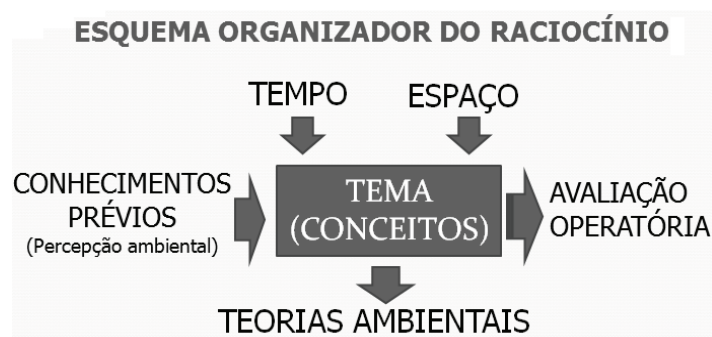


Figura 23 Esquema organizador do raciocínio ambiental

O esquema proposto é um instrumento de planejamento do educador e pode ser adaptado a qualquer nível de aprendizado do ensino formal. Por meio dele, o educador poderá planejar os diversos momentos da aprendizagem, por meio do uso de métodos para a coleta, análise e avaliação de conteúdos. Nesse

contexto, os principais momentos da aprendizagem em educação ambiental são: a **sondagem dos conhecimentos prévios**, o desenvolvimento dos **conceitos e conteúdos ambientais** específicos e o processo de **avaliação** da aprendizagem.

O planejamento dos projetos de educação ambiental deve, num primeiro momento, estabelecer os objetivos da pesquisa e o estabelecimento do público alvo (BABBIE, 1999; REA; PARKER, 2000). Os temas a serem escolhidos, as disciplinas que estarão envolvidas, o formato das atividades de ensino e o provável número de aulas devem ser definidos. Antes do desenvolvimento do tema proposto, é necessário, identificar quais são os conhecimentos ambientais que o público alvo apresenta, para planejar a fase seguinte, de desenvolvimento dos conceitos e conteúdos.

Para a sondagem de conhecimentos ambientais, os métodos mais indicados são os da percepção ambiental (FREITAS et al., 2009; MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011). Para a coleta de dados, são indicados os questionários estruturados, não-estruturados e mistos, mapa mental, entrevistas, análise iconográfica e fotográfica (BABBIE, 1999; FERRARA, 1999; FREITAS et al., 2009, 2010; FREITAS; MACEDO; FERREIRA, 2009; LAVILLE; DIONNE, 1999; LUCHIARI, 1997; RIO, 1999; SHERREN; FISCHER; FAZEY, 2012) . Para a análise e organização dos dados obtidos, indica-se a análise de conteúdo e a estatística descritiva (CAPELLE; MELO; GONÇALVES, 2003; FERREIRA; OLIVEIRA, 2008) . Tendo em mãos o perfil de conhecimento prévio do público alvo, é possível estabelecer as adaptações na atividade de ensino, a inclusão ou exclusão de conteúdos e a definição do aprofundamento dos mesmos.

Os **conceitos e conteúdos** da educação ambiental representam a capacitação teórica capaz de alterar padrões de pensamentos degradantes para ações conservacionistas. Porém, se forem desenvolvidos de forma inadequada, sem considerar os conhecimentos ambientais prévios do público alvo, ou mesmo

as especificidades do lugar de vivência desse público, bem como o tempo cronológico, a cronologia dos eventos ambientais e o tempo de aprendizagem do grupo, os resultados podem frustrar as partes envolvidas. No esquema citado (Fig. 23), a variável **tempo** se refere ao ajuste da linguagem à idade cronológica e cognitiva do público alvo e ao ajuste do conteúdo aos acontecimentos ambientais locais e planetários. A variável **espaço** se refere ao ajuste das atividades ao espaço geográfico onde será realizada a atividade e sua relação com o global (relação local/global).

A partir de um **tema** gerador, os conceitos e conteúdos ambientais devem ser trabalhados, integrando várias disciplinas e garantindo a riqueza de enfoques. Os temas também permitem a hierarquização e integração de conteúdos e facilitam a atualização e reciclagem de conhecimento ambiental, de acordo com as pesquisas publicadas na área. Os temas devem ser embasados por **conceitos e teorias ambientais** e devem apresentar o suporte das teorias didático-educacionais do qual o educador e a escola compartilham. As aulas destinadas ao desenvolvimento da atividade de ensino devem mobilizar as operações mentais do público alvo, ou seja, devem ser operatórias (RONCA; TERZI, 1996). Numa aula operatória, operações mentais como síntese, transferência de conhecimento, comparação, análise, soma, etc., devem ser operações presentes para desencadear o processo de construção do conhecimento.

O educador pode utilizar várias estratégias de ensino, como aulas expositivas, seminários, estudo do meio, experiências, pesquisas, apresentação de vídeos, etc., e recursos didáticos de desenvolvimento e fixação de conteúdos, como elaboração de esquemas, mapas conceituais, debates, produção de textos, elaboração de cartazes, entre outros.

Para averiguar se houve a aprendizagem sobre determinado conteúdo, e conseqüentemente, para se planejar a fase seguinte do processo de

aprendizagem, **atividades avaliativas** devem ser aplicadas. São exemplos de atividades avaliativas: avaliação escrita ou oral, elaboração e apresentação de seminários, elaboração de mapas conceituais, dramatização, debates, organização de campanhas de conscientização, entre outros. A avaliação deve ser operatória, ou seja, em consonância com a aula, o momento avaliativo deve mobilizar as operações mentais sobre os conteúdos, fechando os raciocínios que foram trabalhados (RONCA; TERZI, 1995).

As atividades de ensino devem ser coerentes ao objetivo da educação ambiental, que é a de formar um cidadão ambiental, capaz de pensar e agir de forma resiliente.

4.1.5.1 Proposta de projeto em educação ambiental

Segue uma proposta de projeto em educação ambiental formal, elaborada a partir do esquema organizador de raciocínio proposto (Fig. 23), contendo o tema gerador, a sondagem de conhecimentos prévios, o destaque dos conteúdos e conceitos ambientais, a adequação ao tempo e ao espaço, o processo avaliativo, as estratégias de ensino, métodos de desenvolvimento de atividades e as habilidades e competências esperadas. Vale ressaltar, que essa proposta é uma exemplificação metodológica, cabe ao educador realizar os recortes e adaptar a atividade a qualquer segmento e série do ensino formal, aos seus objetivos, planejamento de ensino e especificidades do público alvo. O processo de ensino pode seguir métodos didáticos expositivos ou interativos, mas, ambos devem ser integrativos de tal forma que favoreçam a troca de conhecimento entre os componentes do grupo (estudantes e educadores). A seguir, descreve-se uma proposta didática que identifica conhecimentos prévios, nivela o conhecimento do grupo e, ao mesmo tempo, promove a interação para a construção do conhecimento ambiental.

Projeto de Educação Ambiental

Modalidade: Educação ambiental formal.

Temática: Sistema socioecológico.

Objetivo: Construir o conceito de meio ambiente com o público alvo, a partir da teoria do sistema socioecológico e da complexidade ambiental, desfazendo representações sociais incoerentes e estimulando a conservação ambiental.

Público alvo: 6º ano do ensino fundamental.

Disciplinas curriculares envolvidas: Ciências e Geografia.

Duração da atividade: 12 horas/aula de 50 minutos cada.

Conceito principal da atividade: Meio Ambiente.

Conteúdos propostos: diferentes definições de ambiente; conceito de ambiente; sistema socioecológico; a complexidade ambiental da escola; ações corretas e incorretas no ambiente.

Atividade avaliativa: diversificada, fechando o raciocínio no final de cada etapa de desenvolvimento da atividade de ensino.

Estratégias de ensino: aula expositiva; estudo do meio, discussão em grupo.

Recursos didáticos: mapa conceitual; registros em caderneta de campo; organização de tabela; produção de texto e leitura de maquete.

A atividade de ensino poderá ser desenvolvida a partir das seguintes etapas:

Etapa 1: Sondagem dos conhecimentos prévios sobre meio ambiente.

Objetivo da aula: Identificar as definições que os alunos apresentam sobre meio ambiente. Diagnosticar os elementos que compõem o ambiente e as representações sociais.

Duração sugerida: 1 hora/aula.

Desenvolvimento: Entregar individualmente para os alunos um questionário semiestruturado, contendo a seguinte questão: “Desenhe o que é ambiente para

você”. O questionário deve conter o nome do aluno (Duração: cerca de 15 minutos).

Após a realização do desenho, o educador deverá recolher os questionários e realizar uma discussão sobre o assunto. Nesse momento inicial de inserção da temática, o educador deverá destacar que existem elementos que compõem o ambiente e relações que existem entre esses elementos. Iniciar as noções de impacto ambiental e suas consequências. Na discussão, motivar os alunos a destacarem a maior quantidade possível de elementos, relações e fenômenos que possam existir no ambiente organizado em rede. Finalizar a discussão, ressaltando que existem definições complexas e reducionistas sobre ambiente, ou seja, aquelas que inserem o elemento humano e suas ações e aquelas que o ignoram (Duração: cerca de 10 minutos).

Entregar outra folha do questionário e solicitar para que os alunos façam outro desenho sobre ambiente (Duração: cerca de 15 minutos).

Entregar novamente o primeiro questionário para os alunos e pedir para que eles verifiquem a pontuação que obtiveram nos dois questionários. Atribuir a pontuação, a partir do seguinte gabarito: elementos de flora = 1 ponto; elementos de fauna = 1 ponto; outros elementos naturais = 1 ponto; elementos artificiais = 1 ponto; ser humano e suas ações = 2 pontos (Duração: cerca de 5 minutos).

Atividade avaliativa: Discutir com os alunos se houve diferença entre a pontuação do questionário inicial para o do final da aula. Levando-os a perceber a riqueza de elementos que pode ser considerada ao se conceituar meio ambiente (Duração: cerca de 5 minutos).

No final da aula o educador deve recolher os desenhos para diagnosticar quais são as definições dos alunos e assim poder planejar a etapa seguinte, ciente das representações sociais que devem ser acentuadas e as que devem ser alteradas.

Etapa 2: Construção do conceito de meio ambiente.

Objetivo: Construir junto aos alunos o conceito de ambiente suportado pela teoria do sistema socioecológico. Destacar a importância do ser humano como o principal agente interventor do sistema.

Duração sugerida: 2 horas/aula.

Desenvolvimento: Iniciar a atividade com uma aula expositiva sobre sistema socioecológico, seus componentes, processos e fenômenos. Desenvolver a aula expositiva amparada por uma maquete contendo relevo acidentado, hidrografia, área florestal, área de cultivo, pastagem e área urbana. A observação da maquete (SIMIELLI et al., 1991) deixará a discussão mais concreta e permitirá a visualização do sistema socioecológico numa escala mais didática (Duração: cerca de 60 minutos).

Os conteúdos que poderão ser abordados são:

- Como se organiza um sistema; os componentes do sistema socioecológico; as interrelações e interações ambientais - teia da vida (CAPRA, 1996; FAZEY et al., 2010; KRASNY, 2009; LEFF, 2003; LOVELOCK, 1979).

Elaborar com os alunos um esquema de raciocínio que sintetize e fixe a teoria (Duração: cerca de 25 minutos).

O esquema deve se aproximar do seguinte:

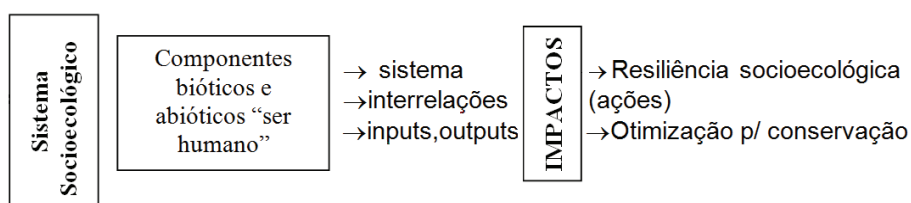


Figura 24 Esquema de raciocínio sobre sistema socioecológico

Após a fundamentação teórica, elaborar com o conjunto de alunos um conceito adequado para meio ambiente ou sistema socioecológico, que poderá ser próximo de:

- Meio ambiente é um sistema que integra elementos bióticos e abióticos em constante interação. O ser humano é seu principal componente interventor, que dinamiza e modifica um conjunto de ações e de objetos naturais ou artificiais (Duração: cerca de 15 minutos).

Atividade avaliativa: produção do esquema e do conceito coletivo de ambiente.

Etapa 3: Análise das ações ambientais.

Objetivo: Conceituar a importância dos impactos ambientais e apresentar que as ações podem ser categorizadas como resiliência socioecológica ou otimização para a conservação.

Duração sugerida: 2 horas/aula.

Desenvolvimento: Iniciar a atividade, mostrando imagens de impactos ambientais positivos e negativos e estimular os alunos a discutirem sobre as imagens. Questioná-los se eles provocam impactos. Desenvolver uma aula expositiva sobre ações ambientais e seus impactos no sistema socioecológico (Duração: cerca de 50 minutos).

Os conteúdos que poderão ser abordados são:

- Tipos de impactos ambientais; impactos ambientais e suas consequências; ações ambientais e a teoria da resiliência socioecológica; ações ambientais e a teoria da otimização para a conservação (FAZEY et al., 2010; FISCHER et al., 2009; FOLKE et al., 2010; KRASNY, 2009; LANDE; ENGEN; SAETHER, 1994; MARGULES; PRESSEY; ROUGHGARDEN; SMITH, 1996).

Elaborar com o conjunto de alunos um mapa conceitual coletivo na lousa, sistematizando, hierarquizando e organizando os conceitos e destacando as interrelações e consequências (MOREIRA, 1998, 2010; TAVARES, 2007).

Sugestão de conceitos a serem utilizados na aula:

- Resiliência socioecológica deve ser sinteticamente compreendida como sendo uma possibilidade de análise de ações ambientais mediante um planejamento a médio e longo prazo, considerando a interdependência dos sistemas sociais e ecológicos. Por meio desse raciocínio, ao se desenvolver uma ação, o indivíduo deve pensar na sustentabilidade do meio ambiente e seus componentes frente àquela intervenção. E após cada impacto ou alteração, os elementos ecológicos e sociais do sistema buscam retomar à condição inicial.

- Otimização para a conservação deve ser resumidamente entendida como ações pontuais de curto prazo, que buscam o uso racional ou de preservação dos recursos ambientais (Duração: cerca de 50 minutos).

Atividade avaliativa: participação na aula, principalmente na produção do mapa conceitual coletivo.

Exemplo de um mapa conceitual:

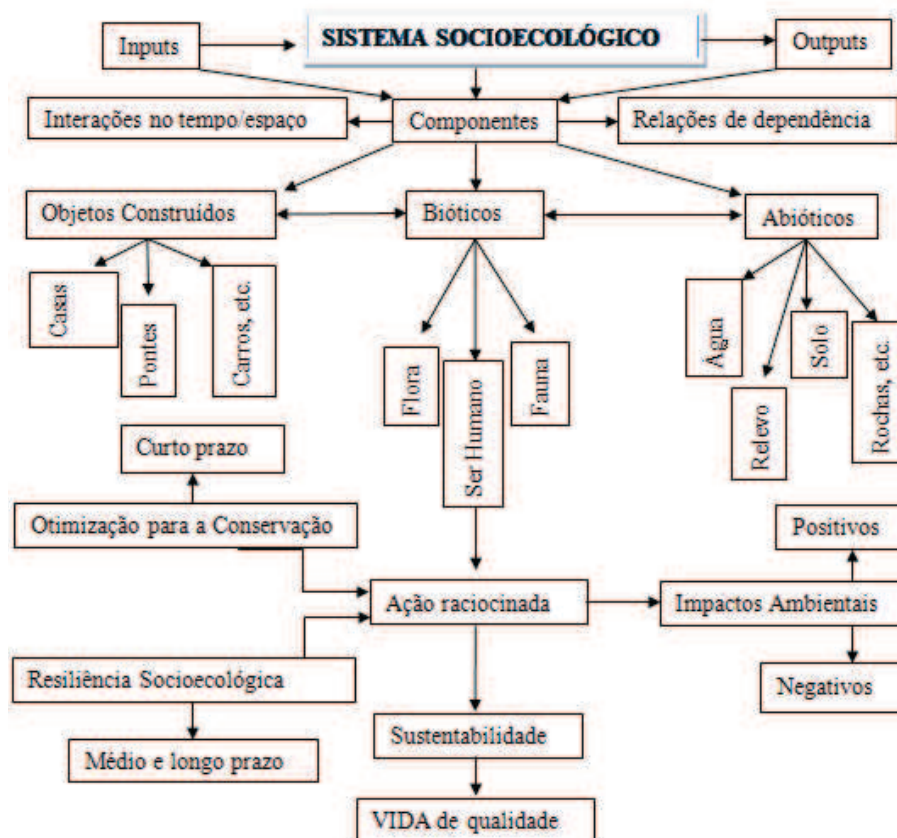


Figura 25 Exemplo de mapa conceitual sobre sistema socioecológico e ações ambientais

Etapa 4: Análise da configuração socioambiental da escola.

Objetivo: Identificar os principais componentes e algumas relações que existem no ambiente escolar.

Duração sugerida: 3 horas/aula.

Desenvolvimento: Realizar um estudo do meio, na escola, anotando, individualmente, em cadernetas de campo os componentes e relações que existem no sistema socioecológico da escola. Avaliar pelas observações se, de fato, houve aprendizagem e se os alunos destacam objetos construídos e

elementos sociais conjugados aos ecológicos como sendo ambiente (Duração: cerca de 40 minutos).

Em sala de aula dividir os alunos em grupos de quatro componentes e elencar numa folha os resultados do grupo (Duração: cerca de 15 minutos).

Organizar uma tabela no quadro contendo os elementos e relações destacadas pelos grupos para socializar os resultados (Duração: cerca de 25 minutos).

Por meio da ótica da complexidade ambiental, promover uma discussão na sala sobre a necessidade da conservação ambiental e da resiliência socioecológica. Refletir com os alunos sobre quais seriam as ações realizadas no interior e arredores da escola que melhor conservaria o sistema socioecológico local (Duração: cerca de 20 minutos).

Pedir aos alunos para produzirem um texto individual ,relatando o que foi observado e discutido (Duração: cerca de 50 minutos).

Atividade avaliativa: Comprometimento dos alunos nas anotações e desenvolvimento das atividades propostas.

Preparação para a aula seguinte: Realizar uma pesquisa sobre ações ambientais que estão ocorrendo na cidade, no país ou em alguma parte do planeta.

Etapa 5: Análise das ações ambientais e projeção do futuro.

Objetivo: Analisar exemplos de ações ambientais que estão sendo desenvolvidas, categorizá-las como resiliência socioecológica ou otimização para a conservação e elaborar uma proposta de ação para ser desenvolvida na escola.

Duração sugerida: 2 horas/aula.

Desenvolvimento: Iniciar a atividade socializando oralmente os resultados individuais pesquisados (Duração: cerca de 30 minutos).

Categorizar as pesquisas em ações enquadradas como resiliência socioecológica ou otimização para a conservação (Duração: cerca de 20 minutos).

Discutir uma hipótese de um panorama futuro para o sistema socioecológico local, regional ou global. Elaborar um texto coletivo sobre os resultados da discussão. Registrá-lo na lousa e individualmente pelos alunos (Duração: cerca de 50 minutos).

Atividade avaliativa: Em casa, elaborar individualmente uma proposta de ação ambiental para ser desenvolvida na escola.

Etapa 6: Análise das propostas de ações ambientais.

Objetivo: Analisar as propostas de ações ambientais, avaliar em grupo suas coerências e prioridades de desenvolvimento.

Duração sugerida: 2 horas/aula.

Desenvolvimento: Iniciar a atividade, socializando oralmente as propostas (Duração: cerca de 50 minutos).

Montar a discussão da viabilidades, necessidades e importâncias das propostas (Duração: cerca de 30 minutos).

Montar um cronograma para a implementação das propostas geradas, por meio das prioridades da escola (Duração: cerca de 20 minutos).

Atividade avaliativa: Participação nas atividades da aula.

Exemplos de ações conservacionistas que poderão ser destacadas: separação do lixo produzido na escola para reciclagem; dar preferência para a utilização de materiais biodegradáveis para a produção de atividades escolares, evitando, por exemplo, o uso de isopores; fazer uma campanha para o uso racional da água na escola; ações de conservação das árvores que existem na escola e arredores; buscar meios para cuidar melhor do jardim, ou espaço verde da escola; se possível melhorar a arborização do interior e entorno da escola;

confeccionar cartazes, panfletos e cartilhas educativas sobre as temáticas ambientais; criar regras de melhor convivência social na escola; estratégias para promover a melhor convivência humana com a fauna que habita a escola e arredores; cultivo de uma horta orgânica, produzindo vegetais utilizados para complementar a merenda escolar; organização de discussões para promover ações de conservação da escola e de seu entorno, etc. (MACEDO; FREITAS; VENTURIN, 2011).

4.2 Educação ambiental não formal

O principal propósito da educação ambiental é estabelecer a ponte entre o conhecimento científico e técnico ambiental com o público leigo, em formação ou em reciclagem. Com o simples intuito de exemplificar essa ponte, foi desenvolvido um estudo químico relacionado aos herbicidas e sua sorção no solo.

4.2.1 Estudo de herbicidas e sua sorção no solo

Com o intuito de se desenvolver uma metodologia de ensino da educação ambiental não formal, voltada para a extensão rural, foi escolhido um tema relacionado à poluição de solos, especificamente, os herbicidas e sua sorção no solo. Por meio do estabelecimento dessa temática, foi possível coletar a percepção ambiental de produtores sobre o tema e de se propor uma atividade de ensino referente ao assunto.

A escolha do tema poluição de solos se justifica pela importância desse impacto no sistema socioecológico, da riqueza da percepção do produtor quanto a um contaminante químico que pode se concentrar no solo de sua propriedade, local de trabalho diário, e da afinidade da pesquisadora em focar assuntos

relacionados à percepção e química ambiental (FREITAS et al., 2010). Por outro lado, qualquer outro estudo de caráter técnico-científico, que apresenta uma linguagem acadêmica, seja química, biológica, física, geológica, etc. poderia ser abordado por meio das ferramentas da educação ambiental. Vale ressaltar, que esta pesquisa compromete-se com o desenvolvimento de metodologias educacionais ambientais, sendo a temática química apenas um exemplo do elo entre conhecimento científico e a possibilidade de aplicação de métodos pedagógicos.

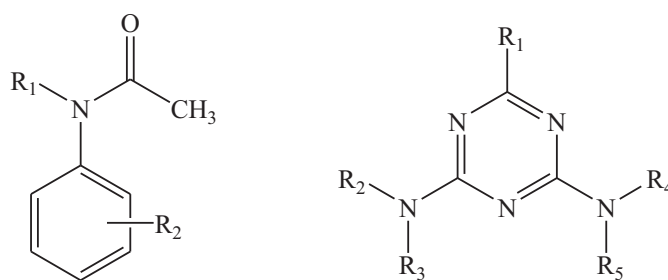
A seguir, será apresentado o estudo químico sobre herbicidas e, após a aplicação do questionário a produtores rurais, será apresentada a análise da percepção ambiental dos mesmos e a proposta de atividade de ensino.

4.2.1.1 Herbicidas acetanilídicos e triazínicos como poluentes orgânicos do solo

Herbicidas, em geral, possuem toxicidade muito ampla e variável, e, muitos deles, são contaminantes persistentes do solo. Muitos herbicidas, como aqueles pertencentes à família das acetanilidas e triazinas, são largamente empregados em plantações, mas um crescente interesse pelo desenvolvimento de novos herbicidas tem aparecido no sentido de aumentar sua eficácia, mas também de diminuir seu impacto ambiental.

Poluentes orgânicos persistentes (POPs) são substâncias que persistem por longos períodos no ambiente e, conseqüentemente, podem acumular em um nível elevado na cadeia alimentar, causando efeitos tóxicos, como problemas nas funções de reprodução, desenvolvimento e imunológicas (CORSONLINI et al., 2005; DOMINGO, 2004; GIESY; LUDWIG; TILLITT, 1994; GRAMATICA; CONSOLARO; POZZI, 2001; JONES; DE VOOGT, 1999; KAVLOCK et al., 1996; KELCE et al., 1995; LU et al., 2006; PEARCE; PEAKALL;

REYNOLDS, 1979; RATCLIFFE, 1967, 1970; WANIA; MACKAY, 1995, 1996, 1999). POPs são frequentemente despejados em águas e solos, enquanto os herbicidas são uma fonte importante de contaminantes do solo. O coeficiente de partição solo/água normalizado para carbono orgânico (K_{oc}) é uma propriedade útil para se estimar a persistência de POPs; então, tal propriedade é frequentemente correlacionada com K_{ow} , o coeficiente de partição octanol/água, que pode ser facilmente determinado ou estimado, usando modelos de cálculos baseados em bibliotecas de compostos. De fato, uma variedade de compostos tem sido analisada por meio da comparação entre $\log K_{oc}$ e $\log K_{ow}$, mas, também, com outros parâmetros (SCHÜÜRMAN; EBERT; KÜHNE, 2006). No entanto, alguns modelos falham ao descrever a sorção no solo de algumas classes de herbicidas, como acetanilídeos e triazinas (Fig. 26); de acordo com Sabljic et al. (1995), a regressão linear entre $\log K_{ow}$ e $\log K_{oc}$ forneceu correlações muito ruins, isto é, valores de r^2 inferiores a 0,5, enquanto os valores correspondentes encontrados para outras classes de herbicidas foram melhores (como fosfatos, álcoois, anilinas e fenóis).



Herbicidas acetanilídicos

Herbicidas 1,3,5-triazínicos

Figura 26 Estruturas básicas de alguns herbicidas acetanilídicos e triazínicos

Em QSPR (*Quantitative Structure-Property Relationship*), propriedades moleculares são usadas para correlacionar estruturas químicas com as

correspondentes propriedades físicas, químicas e/ou biológicas, como a sorção no solo. Nesse caso, assume-se que a propriedade é dependente da estrutura molecular e da sua composição atômica. Alguns métodos de QSPR tridimensionais têm sido desenvolvidos para gerar descritores que se correlacionem com propriedades moleculares, como os métodos CoMFA (CRAMER; PATTERSON; BUNCE, 1988) e CoMSIA (KLEBE; ABRAHAM; MIETZNER, 1994). Entretanto, Estrada, Molina e Perdomo-López (2001), bem como Brown e Martin (1997), afirmam que descritores moleculares bidimensionais não são inferiores aos descritores 3D, pelo menos em muitos exemplos práticos. Na realidade, a introdução de apenas alguns descritores pode aumentar significativamente o poder de predição de um modelo uniparamétrico baseado em $\log K_{ow}$, tais como peso e volume molecular. Tais descritores podem ser determinados, facilmente e com precisão aceitável, a partir de cálculos usando programas amplamente conhecidos. Alternativamente, em caso de correlação ainda insuficiente, métodos baseados na topologia bidimensional de uma série congênere de substâncias, como o método aug-MIA-QSPR (NUNES; FREITAS, 2013), podem ser aplicados no sentido de se encontrarem modelos altamente preditivos de valores de sorção no solo de herbicidas. Dessa forma, o desenvolvimento de novos herbicidas estará focado não somente na sua eficácia quanto ao controle de plantas daninhas, mas, também, considerando o risco ambiental acerca do uso de um composto planejado computacionalmente.

Herbicidas acetanilídicos compreendem compostos como o amplamente utilizado *Alachlor*; a sorção em solos e sedimentos é um importante fator controlador da migração e biodisponibilidade desses herbicidas, enquanto a degradação microbiológica é o fator determinante de seu impacto ambiental (STAMPER; TUOVINEN, 1998). Herbicidas triazínicos são, em geral, de baixa toxicidade aguda para pássaros e mamíferos, apesar de algumas espécies terem apresentado vulnerabilidade a alguns deles (PROSEN, 2012). De fato, o

herbicida triazínico *Atrazina* foi banido da União Europeia, em 2004, em razão de sua contaminação persistente em águas subterrâneas (ACKERMAN, 2007).

4.2.1.2 Construção do modelo QSPR para herbicidas acetanilídicos e triazínicos

Um conjunto de 21 herbicidas acetanilídicos (1-21) e 15 triazínicos (22-36), bem como os correspondentes valores de sorção no solo ($\log K_{oc}$) (Tabela 2) foram obtidos da literatura (GERSTL, 1990; SABLJIĆ et al., 1995). Os valores de partição octanol/água ($\log K_{ow}$), peso molecular (MW) e volume molecular (MV) foram calculados, usando o módulo de predição de propriedades do programa Molinspiration (2014) e, então, correlacionados por meio de regressão linear múltipla (MLR) com os valores experimentais de $\log K_{oc}$. Os resultados estatísticos de calibração foram analisados com base nos valores de RMSEC (erro quadrático médio de calibração) e r^2 , definido como $1 - [(\sum(y_i - \hat{y}_i)^2) / \sum(y_i - \bar{y})^2]$, em que y_i corresponde aos valores experimentais de $\log K_{oc}$, \hat{y}_i são os valores previstos de $\log K_{oc}$, e \bar{y} corresponde aos valores médios de $\log K_{oc}$. O modelo foi validado por meio de validação cruzada do tipo deixe-uma-fora (*leave-one-out*, estatisticamente avaliado usando RMSECV e q^2 , definido de maneira análoga à descrita acima). Estudos de QSPR, na literatura, indicam que $r^2 \geq 0,8$ e $q^2 \geq 0,5$ são satisfatórios. Para garantir que bons modelos não foram obtidos por obra do acaso, o bloco **Y** (o vetor coluna dos valores de $\log K_{oc}$) foi randomizado e uma nova regressão foi realizada com a matriz **X** intacta (média de 10 repetições); baixos valores de $r^2_{Y\text{-rand}}$ indicam que a calibração verdadeira não é fruto de uma correlação fortuita. De acordo com isso, um parâmetro estatístico adicional proposto por Mitra, Saha e Roy (2010), chamado de r^2_P (Eq. 1), foi calculado para indicar a diferença estatística entre r^2 e $r^2_{Y\text{-rand}}$ (valores acima de 0,5 são aceitáveis).

$$r_p^2 = r^2 (r^2 - r_{\text{rand}}^2)^{1/2} \quad (1)$$

Tabela 2 Série de herbicidas acetanilídicos (**1-21**) e triazínicos (**22-36**), valores de $\log K_{oc}$ experimentais obtidos da literatura (SABLJIĆ et al., 1995) e descritores moleculares calculados

#	Composto	$\log K_{oc}$	$\log K_{ow}$	MW	MV
1	Acetanilida	1,43	1,156	135,2	132,0
2	2-Cl-acetanilida	1,58	1,786	169,6	145,5
3	3-CH ₃ -acetanilida	1,45	1,581	149,2	148,6
4	3-F-acetanilida	1,57	1,296	153,2	136,9
5	3-Cl-acetanilida	1,86	1,810	169,6	145,5
6	3-Br-acetanilida	2,01	1,941	214,1	149,9
7	3-CF ₃ -acetanilida	1,75	2,028	203,2	163,3
8	3-NO ₂ -acetanilida	1,94	1,091	180,2	155,3
9	4-F-acetanilida	1,48	1,320	153,2	136,9
10	4-Br-acetanilida	1,95	1,965	214,1	149,9
11	4-OCH ₃ -acetanilida	1,40	1,213	165,2	157,5
12	Butiranilida	1,71	2,550	163,2	165,6
13	Propachlor	2,42	2,639	211,7	196,1
14	3,4-diCl-acetanilida	2,34	2,440	204,0	159,1
15	3-Cl-4-OCH ₃ -acetanilida	1,95	1,819	199,6	171,1
16	Alachlor	2,28	3,671	269,8	255,2
17	Butachlor	2,86	5,109	311,8	305,6
18	Norfluorazon	3,28	2,886	303,7	229,4
19	Acetchlor	2,32	3,580	269,8	255,2
20	Metholachlor	2,46	3,548	283,8	271,8
21	Matalaxyl	1,57	2,339	279,3	269,2
22	Simazina	2,10	2,251	201,7	176,6
23	Propazina	2,40	2,845	229,7	209,8
24	Ametryn	2,59	2,728	213,3	197,8
25	Terbutryn	2,85	3,537	241,4	230,6
26	Prometron	2,60	3,033	225,3	221,8
27	Atrazina	2,24	2,548	215,7	193,2
28	Ipazina	2,91	3,916	257,8	243,4
29	Trietazin	2,76	3,619	243,7	226,8
30	Dipropetryn	3,07	3,698	255,4	247,8
31	Terbuthylazina	2,32	3,061	229,7	209,5
32	Prometryn	2,85	3,322	241,4	231,0
33	Metribuzin	1,71	1,460	214,3	192,2
34	Cyanazina	2,28	2,470	240,7	209,8
35	sec-Bumeton	2,78	3,272	225,3	222,0
36	Metamitron	2,17	0,357	202,2	179,3

A detecção de *outliers* foi realizada usando resíduos de Student e análise de *leverages*. Análise de componentes principais (PCA) para os dados autoescalados foi feita para classificar os compostos em três diferentes níveis de sorção no solo: baixa sorção ($\log K_{oc} < 2,2$), sorção moderada ($2,2 < \log K_{oc} < 2,7$) e alta sorção ($\log K_{oc} > 2,7$). PCA consiste em construir p variáveis latentes (Y) como combinações lineares das p variáveis originais (X), de tal forma que novos eixos ortogonais são construídos para explicar a máxima variância possível usando somente algumas poucas dimensões:

$$Y_i = \mathbf{e}_i^T \mathbf{X} = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p$$

em que o vetor e_i estabelece a $i^{\text{ésima}}$ combinação linear, para $i = 1, \dots, p$.

Na prática, os dados são tabulados de tal forma que uma matriz com q linhas (herbicidas) e p colunas (variáveis, isto é, $\log K_{ow}$, MW e MV) é construída. O uso da PCA fornece um gráfico, cujos eixos correspondem a p componentes principais (PCs), que explicam a variância nos dados de forma decrescente, ou seja, PC1 explica a maior variância nos dados, seguida de PC2, PC3 e, assim, sucessivamente. Em geral, duas PCs são suficientes para descrever uma variância significativa dos dados. Portanto, um gráfico bidimensional é obtido e as coordenadas de cada variável em ambos os eixos são avaliadas; as variáveis que mais se aproximam dos *scores* obtidos pelos níveis de sorção no solo refletem os pesos (*loading*) das mesmas associados à separação das classes. Esses cálculos foram realizados, usando o programa Chemoface (NUNES et al., 2012).

4.2.1.3 Resultados e discussão da modelagem QSPR da sorção no solo de herbicidas acetanilídicos e triazínicos

Espera-se que a sorção no solo de compostos orgânicos esteja correlacionada com $\log K_{ow}$, pois sedimentos e, principalmente, a matéria orgânica no solo interagem fortemente com compostos progressivamente mais hidrofóbicos. Entretanto, os valores de $\log K_{ow}$ para herbicidas acetanilídicos e triazínicos correlacionam-se muito pouco com $\log K_{oc}$, de acordo com a literatura (r^2 de 0,491 e 0,273, respectivamente) (SABLJIĆ et al., 1995).

Os valores calculados de $\log K_{ow}$ podem ser facilmente obtidos, usando uma variedade de programas; por exemplo, os valores calculados de $\log K_{ow}$ para o conjunto de acetanilidas e triazinas obtidos pelo programa Molinspiration, correlacionam-se, significativamente bem, com os correspondentes valores experimentais (r^2 de 0,766 e 0,873, respectivamente). Entretanto, os valores calculados de $\log K_{ow}$ não se ajustam apropriadamente com os valores experimentais de $\log K_{oc}$, apesar dos valores dos coeficientes de correlação ao quadrado das regressões lineares serem maiores (r^2 de 0,565 e 0,656, respectivamente) do que aqueles obtidos da literatura (SABLJIĆ et al., 1995), em que as seguintes fórmulas foram aplicadas (Eqs. 2 e 3):

Para acetanilidas:

$$\log K_{oc} = 1,12 + 0,40 \times \log K_{ow}, r^2 = 0,491, q^2 = 0,436 \quad (2)$$

Para triazinas:

$$\log K_{oc} = 1,50 + 0,30 \times \log K_{ow}, r^2 = 0,273, q^2 = 0,045 \quad (3)$$

Esses dados confirmam que hidrofobicidade não explica completamente o perfil de sorção no solo de herbicidas acetanilídicos e triazínicos. Outros

descritores são necessários; portanto, peso (MW) e volume molecular (MV) foram calculados para serem adicionados ao modelo baseado em $\log K_{ow}$. O modelo linear triparmétrico para a série de acetanilidas baseado em $\log K_{ow}$, MW e MV forneceu uma maior correlação com $\log K_{oc}$ (Eq. 4), conforme ilustrado na Figura 27. O modelo é ligeiramente melhorado, após remover o composto **18** (que não é uma acetanilida de fato), com $r^2 = 0,795$ e $q^2 = 0,633$, mas a Eq. 4, que compreende todos os 21 derivados, é suficientemente preditiva para estimar valores de $\log K_{oc}$ de herbicidas acetanilídicos com razoável precisão.

$$\log K_{oc} = 0,75 + 0,33 \times \log K_{ow} + 0,011 \times MW - 0,010 \times MV \quad (4)$$

$N = 21$, $r^2 = 0,788$, $RMSEC = 0,225$, $q^2 = 0,554$, $RMSECV = 0,334$, $r^2_{Y\text{-rand}} = 0,141$, $r^2_p = 0,616$

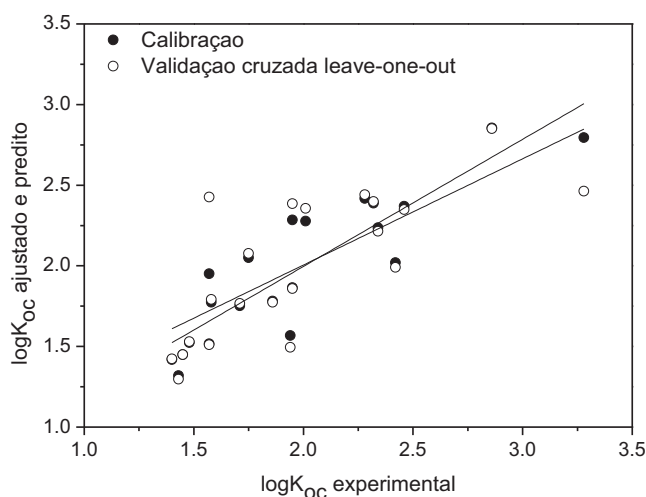


Figura 27 $\log K_{oc}$ experimental *versus* ajustado e predito para a série de herbicidas acetanilídicos

Apesar da aparente colinearidade entre MW e MV ($r^2 = 0,848$), a ausência de um desses descritores moleculares para fornecer um modelo biparamétrico não gera modelos QSPR altamente preditivos, isto é, r^2 de 0,661 (RMSEC = 0,285) e q^2 de 0,424 (RMSECV = 0,382) ao usar $\log K_{ow}$ e MW, e r^2 de 0,567 (RMSEC = 0,322) e q^2 de 0,390 (RMSECV = 0,395) quando se usam $\log K_{ow}$ e MV.

Peso e volume molecular não refletem, necessariamente, hidrofobicidade; por exemplo, o substituinte polar nitro (NO₂) do composto **8** conduz a um maior peso e volume molecular do que o derivado metílico (CH₃) em **3**, mas é menos hidrofóbico ($\log K_{ow} = 1,091$ para **8** e 1,581 para **3**). Portanto, a informação química explicada pelos três descritores é complementar, sugerindo que somente $\log K_{ow}$ não é suficiente para explicar precisamente o mecanismo de sorção e mobilidade de herbicidas acetanilídicos no solo.

Para se ter uma noção acerca de qual propriedade é mais relevante para a sorção no solo de acetanilidas, análise de componentes principais (PCA) foi usada e os compostos foram agrupados em três níveis de sorção no solo: baixo, médio e alto (Fig. 28). A PC1 explica 92,2% da variância nos dados e foi capaz de agrupar classes de acetanilidas com perfis de sorção no solo similares (compostos com *scores* semelhantes), apesar dos compostos **18** e **21** mostrarem-se fora de padrão (*outliers*). A análise de *loadings* revelou que acetanilidas volumosas conduzem a uma elevada sorção no solo, enquanto compostos pouco hidrofóbicos contribuem para baixar a sorção no solo; elevado peso molecular é característico de compostos com sorção no solo moderada. Portanto, PC1 pode ser usada para classificar herbicidas com potencial risco ambiental.

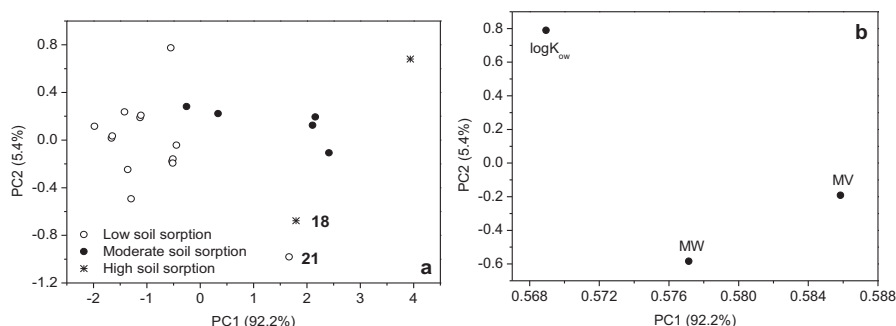


Figura 28 PCA para os herbicidas acetanilídicos: gráficos de **a)** *scores* e **b)** *loadings*. $PC1 = 0,569 \times \log K_{ow\text{autoescalado}} + 0,577 \times MW_{\text{autoescalado}} + 0,586 \times MV_{\text{autoescalado}}$

Análise similar foi desenvolvida para o conjunto de 15 triazinas (22-36). O modelo QSPR triparamétrico é significativamente melhor se comparado ao modelo monoparamétrico, baseado somente em $\log K_{ow}$, e pode ser expresso pela Eq. 5 e Figura 29. Já que o esqueleto estrutural dos compostos 33 and 36 corresponde a 1,2,4-triazinonas ao invés de 1,3,5-triazinas dos 13 compostos remanescentes, eles se comportam como *outliers* (conforme identificado pelos resíduos de Student e *leverages* – Fig. 30). Então, o modelo QSAR para as 13 1,3,5-triazinas (33 e 36 removidos) forneceu um r^2 de 0,91, indicando que o mesmo é altamente preditivo e confiável para estimar $\log K_{oc}$ de diferentes análogos de 1,3,5-triazina, conforme suportado pelos dados de validação (Eq. 6).

$$\log K_{oc} = 0,68 + 0,100 \times \log K_{ow} - 0,012 \times MW + 0,021 \times MV \quad (5)$$

$$N = 15, r^2 = 0,817, RMSEC = 0,154, q^2 = 0,551, RMSECV = 0,287, r^2_{Y\text{-rand}} = 0,231, r^2_p = 0,625$$

$$\log K_{oc} = 0,79 + 0,201 \times \log K_{ow} - 0,010 \times MW + 0,017 \times MV \quad (6)$$

$N = 13$, $r^2 = 0,908$, $RMSEC = 0,088$, $q^2 = 0,829$, $RMSECV = 0,123$, $r^2_{Y\text{-rand}} = 0,353$, $r^2_p = 0,676$

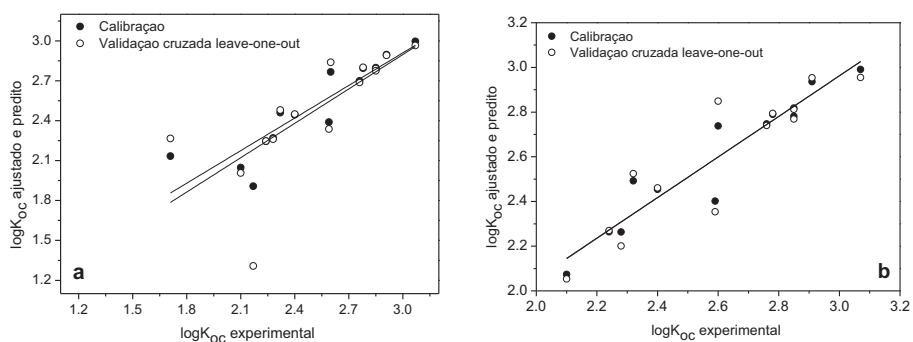


Figura 29 $\log K_{oc}$ experimental *versus* ajustado e predito para a série de herbicidas triazínicos. **a)** Todos os compostos triazínicos da série incluídos; **b)** *outliers* 33 e 36 removidos

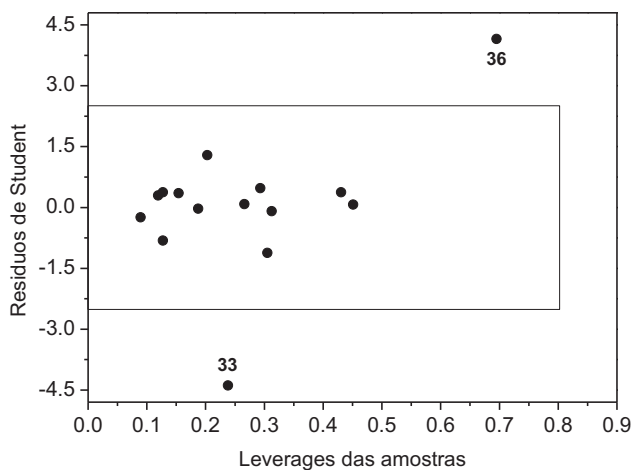


Figura 30 Diagnóstico de *outliers* baseado em resíduos de Student e *leverage* das amostras

Semelhante ao descrito anteriormente para os herbicidas acetanilídicos, a modelagem biparamétrica, usando somente $\log K_{ow}$ e MW, ou $\log K_{ow}$ e MV, alcançou correlações muito modestas com $\log K_{oc}$ e pobres resultados estatísticos de validação.

A PCA para o conjunto de triazinas forneceu um padrão similar àquele obtido para a série de acetanilidas (Fig. 31). PC1 foi capaz de separar triazinas com baixa, média e alta afinidade pelo solo. Novamente, MV exibiu o maior peso em PC1, indicando que volume molecular elevado é típico de poluentes triazínicos persistentes, enquanto baixa hidrofobicidade (baixos valores de $\log K_{ow}$) descrevem baixa sorção no solo. O perfil da PCA muda após a remoção dos *outliers* 33 e 36, já que, ambos, peso e volume molecular, aparecem como parâmetros relevantes de triazinas altamente absorvidas pelo solo, enquanto baixos valores de $\log K_{ow}$ continuam a ser característicos de triazinas pouco persistentes no solo.

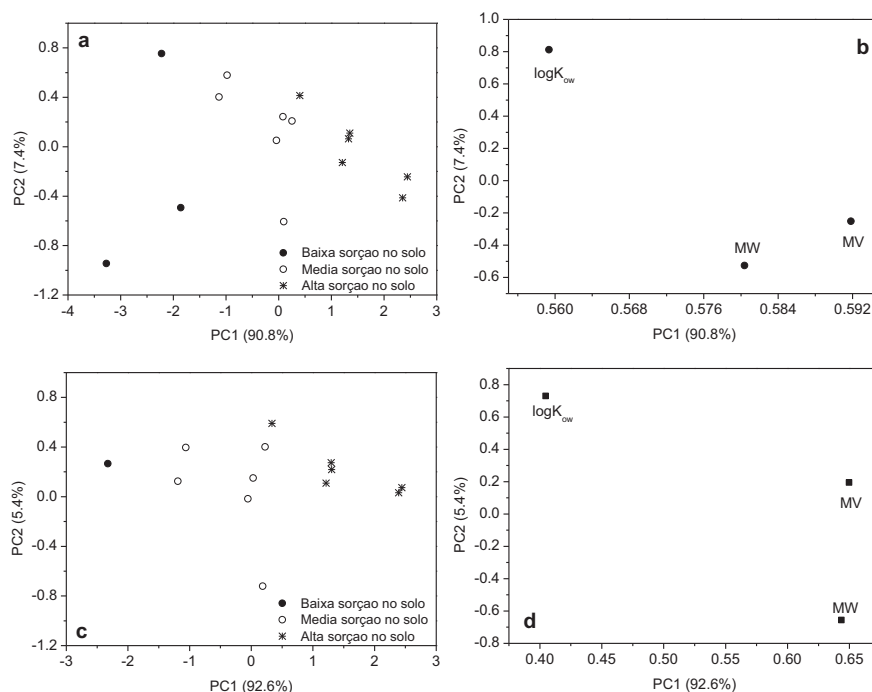


Figura 31 PCA para os herbicidas triazínicos: **a)** *scores* para o conjunto de dados completo; **b)** *loadings* para o conjunto de dados completo; **c)** *scores* após remoção dos *outliers* 33 e 36; **d)** *loadings* após remoção dos *outliers* 33 e 36. $PC1 = 0,559 \times \log K_{ow\text{autoescalado}} + 0,580 \times MW_{\text{autoescalado}} + 0,592 \times MV_{\text{autoescalado}}$ (*outliers* incluídos) e $PC1 = 0,405 \times \log K_{ow\text{autoescalado}} + 0,644 \times MW_{\text{autoescalado}} + 0,650 \times MV_{\text{autoescalado}}$ (*outliers* removidos)

Em suma, enquanto $\log K_{ow}$ não explica completamente a sorção no solo de herbicidas acetanilídicos e triazínicos, a introdução de dois simples descritores moleculares fornece modelos com habilidade de predição de risco ambiental muito melhores. Além disso, PCA permitiu o reconhecimento de padrões de poluentes orgânicos persistentes, em que volume molecular, peso molecular e $\log K_{ow}$ contribuem de forma importante para a separação de agrupamentos em diferentes níveis de sorção no solo, o qual está relacionado ao perigo ambiental. De maneira geral, compostos com baixa sorção no solo são

caracterizados por possuírem baixos valores de $\log K_{ow}$ comparados à média, e compostos com elevada sorção no solo são caracterizados pelos seus elevados volumes moleculares (e também por altos pesos moleculares, no caso das triazinas). De acordo com essas observações, o composto *norfluorazon*, que contém os volumosos substituintes cloro, etila e etoximetila na estrutura da acetanilida, é o herbicida orgânico mais persistente da série, enquanto um dos derivados menos hidrofóbicos (**11**, contendo somente um grupo metoxila na estrutura da acetanilida) interage fracamente com o solo se comparado a outros herbicidas.

Esse estudo químico revela o caráter estritamente técnico de uma questão que pode ser abordada por uma metodologia transversal: a educação ambiental. Cabe ao educador realizar os recortes teóricos para construir com o público alvo um conhecimento baseado na teoria, sustentabilidade e resiliência ambiental, adaptado à linguagem e etnoconhecimento do público alvo. Por exemplo, esse conteúdo pode ser abordado junto a um grupo de produtores rurais por meio de um painel ilustrativo (como será abordado adiante), em que o herbicida e seu risco ambiental, em conjunto com as experiências de vida e uso da terra do público alvo, gere um conhecimento fundamentado no conceito de sustentabilidade.

4.2.2 Estudo de percepção ambiental com produtores rurais

Antes de se aplicarem os questionários, cada respondente foi questionado sobre o uso ou não de herbicida em seu cultivo. Em caso de resposta positiva, o agricultor foi convidado a completar o questionário, cuja primeira questão está relacionada à importância dada ao ambiente, preço e eficácia ao escolher um herbicida (Fig. 1). Réguas de intensidade foram usadas para capturar uma informação numérica acerca do grau de importância dada a

cada um desses fatores. A maioria dos respondentes declarou considerar a eficácia do herbicida como o aspecto mais importante ao comprá-lo, seguida da preocupação com meio ambiente e do preço do herbicida (Fig. 32). Os resultados são positivos, pois todos os três fatores foram estatisticamente equivalentes e com valores médios elevados nas régua de intensidade. Entretanto, os dados foram muito variáveis (de acordo com os elevados desvios padrões na Fig. 32), principalmente para o fator "meio ambiente", indicando que enquanto alguns respondentes consideram o ambiente ao escolher seu herbicida, outros não o consideram apropriadamente; dependendo da representação social, ou seja, pela maneira como o meio ambiente é compreendido pelos produtores (tendendo ao reducionismo ou complexidade), essa consideração ambiental pode ser insuficiente, ou até mesmo inadequada. Por exemplo, um determinado produtor que, eventualmente, considere meio ambiente como um local dotado apenas de elementos naturais, possivelmente não perceberá as interrelações socioecológicas sobre a segurança alimentar associada a um herbicida mais ou menos poluente ambientalmente, ou mesmo sobre o seu uso incorreto ou excessivo.

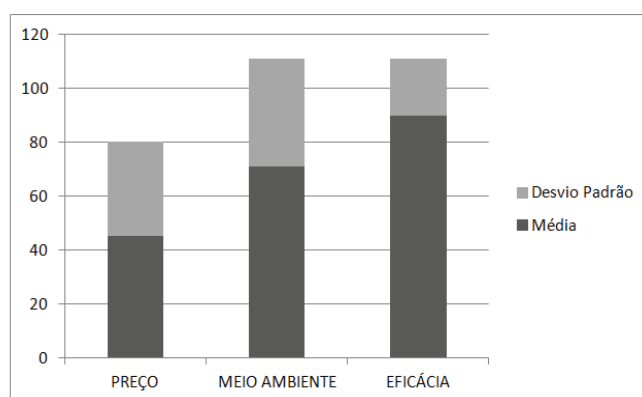


Figura 32 Valores médios (em mm, de um máximo de 100) indicados pelos produtores rurais, sobre quão importantes são cada um dos fatores (preço, meio ambiente e eficácia) durante a escolha do herbicida

A falta de preocupação ambiental demonstrada por alguns respondentes na primeira questão do questionário está possivelmente presente em outros grupos de produtores rurais. Esse fato é alarmante, uma vez que esses profissionais estão diretamente envolvidos com a produção de alimentos e manejo de recursos ambientais. Portanto, um processo de aprendizado não formal para melhorar sua concepção de ambiente pode conduzir a ações pró-ambientais. O uso de princípios de resiliência socioecológica, nesse processo, pode contribuir para o planejamento de riscos econômicos e políticos, bem como para a sustentabilidade de recursos agroecológicos (BARDSLEY; BARDSLEY, 2014).

O estudo apresentado no item 6.2.1, conclui que, de acordo com a estrutura química do herbicida, sua toxicidade e sorção no solo se alteram. De acordo com as respostas para a segunda, terceira e quarta questões "sim/não", a maioria dos respondentes (>90%) declarou ter ciência desse conhecimento técnico, assim como, declarou saber que um herbicida é uma substância química e um contaminante químico do ambiente (Fig. 33). Esse resultado não é esperado para um público genérico, mesmo considerando produtores com experiência prévia e estreita conexão com o uso da terra e manejo ambiental, uma vez que essas questões requerem conhecimento técnico específico. Essas questões deveriam fornecer informação acerca do nível de linguagem técnica a ser usada para, possivelmente, melhorar um eventual rótulo do produto herbicida, com o intuito de melhorar as instruções de uso e advertir sobre possíveis riscos ambientais. Entretanto, a resposta "sim" pode ser uma tendência, uma vez que "não" pode deixar a impressão de que o respondente não seria capaz de compreender o assunto. Portanto, essas questões podem ser mais bem utilizadas como sondas do grau de confiança nas respostas, ao invés de ferramentas para indicar o real nível de compreensão técnica que conduzam a sugestões que visem a melhorar a informação sobre os riscos ambientais de usar

um herbicida. De acordo com essa premissa, sugere-se que o rótulo dos produtos tenham informação clara sobre a relação entre os riscos dos herbicidas para o ambiente, a saúde e os alimentos. A inclusão de informações bastante visíveis acerca da toxicidade à saúde humana e aos outros elementos do sistema socioecológico nas embalagens dos produtos pode ser uma ferramenta para instruir o produtor a usá-lo corretamente, sem depreciar sua eficácia e qualidade. É importante mencionar que propriedades agroquímicas não são analisadas com o mesmo critério e rigor em comparação a produtos farmacêuticos, os quais são comercializados somente após anos de pesquisa, incluindo estudos virtuais e varredura química experimental, ensaios farmacológicos, testes *in vitro* e *in vivo*, etc. Implicitamente, esse fato indica que cuidar da saúde humana seria mais relevante do que cuidar do ambiente. De forma análoga, se a representação social de ambiente dos produtores apenas os permite identificar um possível efeito contaminante do herbicida no solo ou lençol freático, mas não um efeito direto no ser humano, haverá comprometimento de todo o sistema socioecológico.

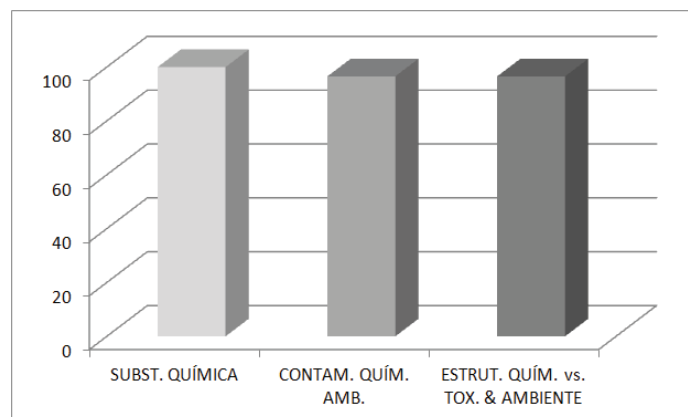


Figura 33 Respostas (de 0 a 100%) sobre o grau de conhecimento acerca das propriedades de um herbicida, isto é, se sabe-se que um herbicida é uma substância química, que é um contaminante químico do ambiente, e que existe relação entre sua estrutura química com a toxicidade e risco ambiental

As discussões sobre produção sustentável e segurança alimentar foram, anteriormente, reportadas no item 4.1, durante a análise dos documentos produzidos pela ONU como: "Povos resilientes, planeta resiliente: um futuro digno de escolha" e "O Futuro que nós queremos" (ONU, 2013e). Entretanto, a necessidade de se promover discussões com produtores rurais brasileiros a respeito desses temas tornou-se urgente, a partir da divulgação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), dos resultados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Os resultados (Tabelas 3 e 4) mostraram que 36% das amostras de 2011 e 29% das amostras de 2012 apresentaram resultados insatisfatórios. O relatório apontou a existência de dois tipos de irregularidades, uma quando a amostra contém agrotóxico acima do Limite Máximo de Resíduo (LMR) permitido e outra quando a amostra apresenta resíduos de agrotóxico não autorizados para o alimento pesquisado (BRASIL, 2013).

Tabela 3 Amostras analisadas por cultura e resultados insatisfatórios - 2011

Produto	Número de amostras analisadas	Agrotóxico não autorizado		Acima do limite		Acima do limite e não autorizado		Total de Insatisfatórios	
		(1)		(2)		(3)		(1+2+3)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Alface	134	55	41	1	0,7	2	1,5	58	43
Arroz	162	26	16	0	0,0	0	0,0	26	16
Cenoura	152	102	67	0	0,0	0	0,0	102	67
Feijão	217	13	6	0	0,0	0	0,0	13	6
Mamão	191	20	10	14	7,3	4	2,1	38	20
Pepino	200	71	36	10	5,0	7	3,5	88	44
Pimentão	213	178	84	2	0,9	10	4,7	190	89
Tomate	151	14	9	0	0,0	4	2,6	18	12
Uva	208	41	20	11	5,3	4	1,9	56	27
TOTAL	1.628	520	32%	38	2,3%	31	1,9%	589	36%

(1) amostras que apresentaram somente IA não autorizados (NA); (2) amostras somente com ingredientes ativos autorizados, mas acima dos limites máximos autorizados (> LMR); (3) amostras com as duas irregularidades (NA e > LMR); (1+2+3) soma de todos os tipos de irregularidades. Fonte: Brasil (2013).

Tabela 4 Amostras analisadas por cultura e resultados insatisfatórios - 2012

Produto	Número de amostras analisadas	Agrotóxico não autorizado		Acima do limite		Acima do limite e não autorizado		Total de Insatisfatórios	
		(1)		(2)		(3)		(1+2+3)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Abacaxi	210	82	39	2	1	2	1	86	41
Arroz	261	2	1	0	0	0	0	2	1
Cenoura	229	75	33	0	0	0	0	75	33
Laranja	227	58	26	3	1	2	1	63	28
Maçã	263	18	7	3	1	0	0	21	8
Morango	211	80	38	13	6	32	15	125	59
Pepino	264	101	38	6	2	4	2	111	42
TOTAL	1.665	416	25%	27	1,5%	40	2,5%	483	29%

(1) amostras que apresentaram somente ingredientes ativos não autorizados (NA); (2) amostras somente com ingredientes ativos autorizados, mas acima dos limites máximos autorizados (> LMR); (3) amostras contendo as duas irregularidades (NA e > LMR); (1+2+3) soma de todos os tipos de irregularidades. Fonte: Brasil (2013).

Conhecimento técnico e operacional são requisitos desejáveis antes de se usar produtos agroquímicos em cultivos. Além disso, assistência profissional em educação ambiental pode auxiliar os produtores a terem a autonomia necessária para intervirem em seus próprios recursos ambientais e, conseqüentemente, produzirem sustentavelmente. Instruções baseadas em resiliência seriam úteis em quaisquer áreas, níveis e estágios de educação, e, particularmente, úteis para produtores rurais, que lidam diretamente com os recursos naturais e produtos para consumo humano. Pretende-se e espera-se que, com esse exercício, conservem-se os recursos ambientais, bem como otimize-se a produção, mantenha-se a sustentabilidade socioambiental e a segurança alimentar. Antes de implementar tais exercícios de educação ambiental, primeiro é necessário identificar a percepção ambiental do grupo de trabalho. Nos encontros das Nações Unidas, discute-se por que o desenvolvimento sustentável não se consolida; no caso dos produtores rurais, é fundamental que se criem e ponham em prática políticas públicas e incentivos fiscais que reduzam a vulnerabilidade econômica àqueles submetidos a mudanças climáticas e outros eventos ambientais. No Brasil, por meio do Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012), foi instituída a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, que contribui para regulamentar, ampliar e efetivar ações produtivas mais sustentáveis. Para converter o conceito de sustentabilidade em ações práticas, políticas governamentais devem ser aliadas com a melhoria da concepção ambiental do produtor em direção ao conceito de resiliência, agrupando aspectos econômicos, sociais e ambientais em suas ações.

Baseado nos resultados obtidos do questionário, isto é, a preocupação variável e, portanto, não ideal referente ao meio ambiente, recomenda-se um modelo (passo a passo) em educação ambiental para diagnosticar-se a percepção ambiental de um grupo de produtores rurais e, subseqüentemente, estabelecer-se

uma mudança de postura em prol da resiliência socioecológica. Essa prática de ensino/aprendizagem pode ser adaptada a outros grupos de indivíduos.

4.2.3 Proposta de educação ambiental para o ensino não formal

Em decorrência da natureza prática de sua atividade cotidiana, produtores rurais que requeiram aprimoramento da concepção complexa de ambiente necessitariam de propostas de educação ambiental em que a teoria esteja aplicada a situações e projetos concretos, inicialmente, com pouca abstração. Porém, assim como na educação ambiental formal, a aprendizagem somente será significativa, se for detectada a habilidade de transferência de conhecimento (MOREIRA, 1999; MOREIRA; MASINI, 2006).

Contribuindo com a(s) temática(s): conservação ambiental, produção sustentável e segurança alimentar, os conteúdos propostos na atividade de ensino-aprendizagem estão relacionados com o conceito de sistema socioecológico e com a teoria da resiliência socioecológica (FAZEY et al., 2010; KRASNY, 2009). A atividade proposta segue o modelo de planejamento e organização exposto, anteriormente, na Figura 23 e é uma recomendação do presente trabalho, uma vez que, foi inspirada nos resultados do questionário de percepção ambiental.

A proposta de atividade foi planejada para um grupo de produtores, mas pode ser aplicada individualmente. As ocasiões de aplicação podem ser reuniões sindicais, reuniões de comunidade, projetos de extensão rural, entre outras. Cabe ao educador realizar os devidos recortes didáticos para adaptar a atividade aos seus objetivos e ao perfil de seu público alvo.

Projeto de Educação Ambiental

Modalidade: Educação ambiental não formal.

Temática: Sistema socioecológico.

Objetivo: Construir o conceito de meio ambiente com o público alvo, a partir da teoria do sistema socioecológico e da complexidade ambiental, desfazendo representações sociais incoerentes (tendendo ao reducionismo, ao invés da concepção complexa de ambiente) e estimulando a conservação ambiental.

Público alvo: produtores rurais.

Duração da atividade: 05 horas.

Conceito principal da atividade: Meio Ambiente.

Conteúdos propostos: diferentes definições de ambiente; conceito de ambiente; sistema socioecológico; complexidade ambiental; organização ambiental em rede; segurança alimentar.

Atividade avaliativa: discussão fechando o raciocínio no final de cada etapa de desenvolvimento da atividade de ensino.

Estratégias de ensino: aula expositiva; discussão em grupo.

Recursos didáticos: leitura de mapa conceitual, imagens e maquete.

A atividade de ensino poderá ser desenvolvida, a partir das seguintes etapas:

Etapa 1: Sondagem dos conhecimentos prévios sobre meio ambiente e definição de sistema socioecológico.

Objetivo da aula: Identificar as definições que os produtores apresentam sobre meio ambiente. Diagnosticar os elementos que compõem o ambiente, as representações sociais e discutir a conceituação de sistema socioecológico.

Duração sugerida: 2 horas.

Desenvolvimento: Entregar, individualmente, para os produtores um questionário semiestruturado, contendo a seguinte questão: “Desenhe o que é ambiente para você” (Duração: cerca de 20 minutos).

Após a realização do desenho, mostrar aos produtores diferentes imagens de ambiente, reducionistas e complexas e numa discussão questionar com qual imagem o desenho dele se assemelha (Duração: cerca de 20 minutos).

Nesse momento inicial de inserção da temática, o educador deverá perceber o perfil de seu público alvo e memorizar os termos, exemplos e curiosidades que foram destacadas por eles, para que, no decorrer da atividade, os exemplos sejam destacados a partir das falas dos produtores, valorizando suas percepções. Na discussão, destacar que existem elementos que compõem o ambiente; como se organiza um sistema; as interrelações e interações ambientais; as noções de impacto ambiental e suas consequências. Na discussão motivar os produtores a destacarem a maior quantidade possível de elementos, relações e fenômenos que possam existir no ambiente (Duração: cerca de 25 minutos).

Apresentar e entregar uma cópia para cada produtor do seguinte mapa conceitual, buscando tornar prática e concreta a discussão teórica (Duração: cerca de 30 minutos).

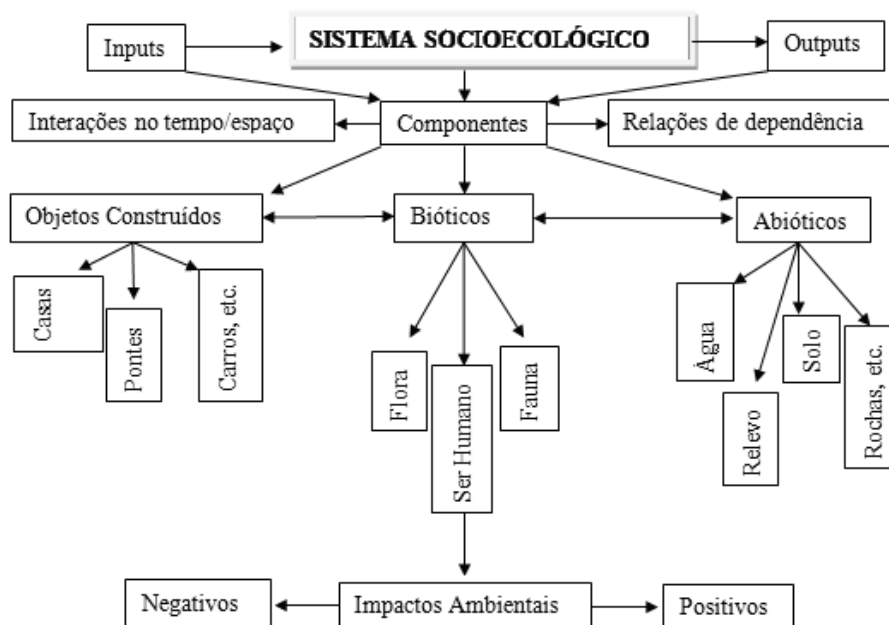


Figura 34 Proposta de mapa conceitual sobre sistema socioecológico

Finalizar a discussão, ressaltando que existem definições e concepções complexas e reducionistas sobre ambiente, ou seja, aquelas que inserem o elemento humano e suas ações e aquelas que o ignoram, aquelas que reconhecem o etnoconhecimento e aquelas que o ignoram, etc. (Duração: cerca de 15 minutos).

Pedir para que eles verifiquem a pontuação que obtiveram no desenho. Atribuir a pontuação a partir do seguinte gabarito: elementos de flora = 1 ponto; elementos de fauna = 1 ponto; outros elementos naturais = 1 ponto; elementos artificiais = 1 ponto; ser humano e suas ações = 2 pontos (Duração: cerca de 10 minutos).

Atividade avaliativa: Discutir com os produtores se eles mudariam o desenho, ou se a definição de sistema socioecológica continuou a mesma.

Levando-os a perceber a riqueza de elementos, relações e fenômenos que pode ser considerada ao se conceituar meio ambiente (Duração: cerca de 5 minutos).

Etapa 2: Análise das ações ambientais.

Objetivo: Conceituar a importância dos impactos ambientais e apresentar que as ações podem ser categorizadas como resiliência socioecológica ou otimização para a conservação.

Duração sugerida: 2 horas.

Desenvolvimento: Iniciar a atividade, mostrando imagens de impactos ambientais positivos e negativos e estimulando os produtores a discutirem sobre as imagens. Questioná-los se eles provocam impactos (positivos e/ou negativos). Amparado por uma maquete (SIMIELLI et al., 1991) contendo relevo acidentado, hidrografia, área florestal, área de cultivo, pastagem e área urbana, desenvolver uma aula expositiva sobre ações ambientais e seus impactos no sistema socioecológico. A simulação das ações na maquete deixará a discussão mais concreta e permitirá a visualização do sistema socioecológico numa escala mais didática (Duração: cerca de 50 minutos).

As sugestões de conteúdos que poderão ser abordados são:

- Tipos de impactos ambientais; impactos ambientais e suas consequências; ações ambientais e a teoria da resiliência socioecológica; ações ambientais e a teoria da otimização para a conservação (FAZEY et al., 2010; FISCHER et al., 2009; FOLKE et al., 2010; KRASNY, 2009; LANDE; ENGEN; SAETHER, 1994; MARGULES; PRESSEY, 2000; ROUGHGARDEN; SMITH, 1996).

Sugestão de conceitos a serem utilizados na aula:

- Resiliência socioecológica deve ser sinteticamente compreendida como sendo uma possibilidade de análise de ações ambientais mediante um planejamento a médio e longo prazo, considerando a interdependência dos

sistemas sociais e ecológicos. Por meio desse raciocínio, ao se desenvolver uma ação, o indivíduo deve pensar na sustentabilidade do meio ambiente e seus componentes frente àquela intervenção. E, após cada impacto ou alteração, os elementos ecológicos e sociais do sistema buscam retomar à condição inicial.

- Otimização para a conservação deve ser resumidamente entendida como ações pontuais de curto prazo, que busca o uso racional ou de preservação dos recursos ambientais.

Apresentar e entregar uma cópia para cada produtor do mapa conceitual apresentado anteriormente, na Figura 34, buscando tornar prática e concreta a discussão teórica (Duração: cerca de 30 minutos).

Ressaltar, na discussão, que o sistema todo sofre consequências com os impactos ambientais e que ações conservacionistas podem ser planejadas e executadas pensando no caráter local/regional e curto, médio ou longo prazo.

Finalizar a atividade, questionando os produtores sobre sugestões de ações que poderão melhorar sua propriedade e a região (Duração: cerca de 40 minutos).

Etapa 3: Reflexão sobre um estudo de caso: uso de herbicidas e risco ambiental.

Objetivo: Relacionar a teoria do sistema socioecológico com um exemplo de impacto ambiental.

Duração sugerida: 1 hora.

Desenvolvimento: O educador poderá desenvolver uma discussão interativa com os produtores, amparado por um painel que vincule dados sobre segurança alimentar, uso de herbicidas e risco ambiental. É imprescindível que o ambiente seja abordado focando sua complexidade e a abordagem sistêmica. O produtor deve ser compreendido como um elemento interventor no sistema e

capaz de promover escolhas que contribuam ou não com a sustentabilidade do sistema socioecológico.

Uma sugestão é organizar o painel da seguinte forma:

Produto	Número de amostras analisadas	Agrotóxico não autorizado		Acima do limite		Acima do limite e não autorizado		Total de Insatisfatórios	
		(1)		(2)		(3)		(1+2+3)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Alface	134	55	41	1	0,7	2	1,5	58	43
Arroz	162	26	16	0	0,0	0	0,0	26	16
Cenoura	152	102	67	0	0,0	0	0,0	102	67
Feijão	217	13	6	0	0,0	0	0,0	13	6
Mamão	191	20	10	14	7,3	4	2,1	38	20
Pepino	200	71	36	10	5,0	7	3,5	88	44
Pimentão	213	178	84	2	0,9	10	4,7	190	89
Tomate	151	14	9	0	0,0	4	2,6	18	12
Uva	208	41	20	11	5,3	4	1,9	56	27
TOTAL	1.628	520	32%	38	2,3%	31	1,9%	589	36%

vs. Legislação
Recomendações

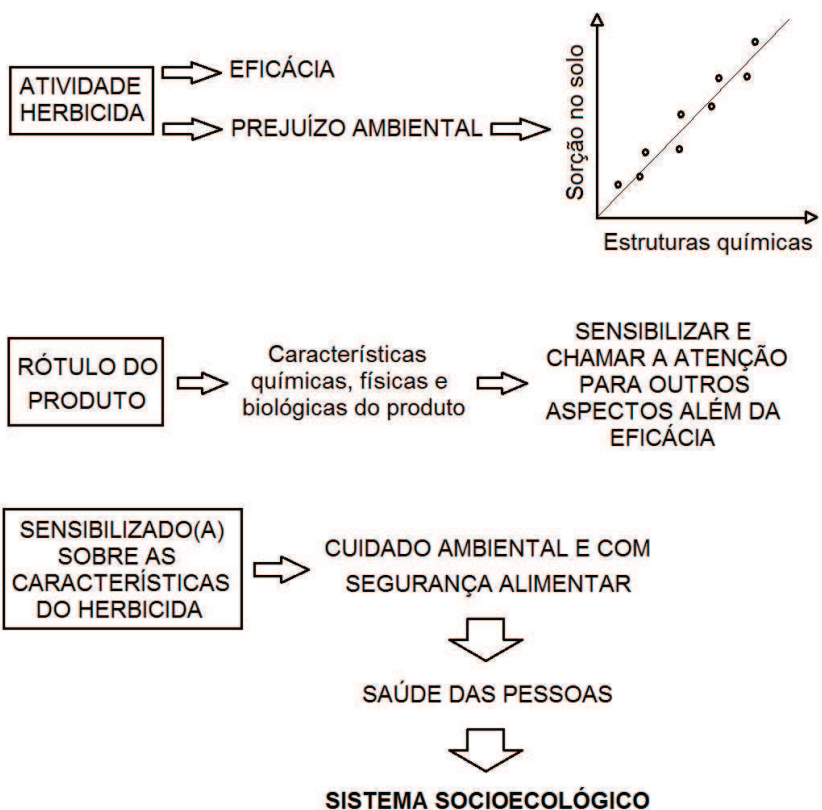


Figura 35 Painel sobre herbicidas e risco ambiental

O desenvolvimento da discussão poderá inicialmente confrontar os níveis de agrotóxicos encontrados em alguns alimentos com a legislação vigente. Em seguida, pode-se ressaltar que esses dados sejam oriundos, possivelmente, de uma escolha em prol da eficácia e produtividade, desconsiderando o risco ambiental. Lembrar os produtores que os herbicidas são um tipo de agrotóxico. O risco ambiental, pode ser exemplificado como a sorção no solo de herbicidas, que é uma propriedade dependente de sua estrutura química. Em seguida, propostas podem ser elaboradas sobre como sensibilizar os usuários sobre a consideração ambiental na compra e uso desses produtos. Um exemplo seriam rótulos que despertassem a atenção do usuário quanto à conexão entre saúde humana e risco ambiental. Finalmente, a proposta seria concatenar toda a discussão com a teoria do sistema socioecológico e incentivar a autoavaliação das ações ambientais cotidianas. (Duração: cerca de 50 minutos).

Avaliação: Reflexão e estabelecimento de compromissos individuais com a sustentabilidade do sistema socioecológico. (Duração: cerca de 10 minutos).

5 CONCLUSÕES

A hipótese de que as pessoas que apresentam visão reducionista tendem a desenvolver ações equivocadas ou insuficientes, que pouco contribuem com a conservação ambiental foi, qualitativamente, confirmada, exceto para alguns grupos que responderam ao questionário misto. Portanto, a percepção ambiental dos grupos de estudantes analisados nesta tese é proporcional ao impacto de suas ações em prol do ambiente. Nesse sentido, em razão dos valores baixos/moderados de **percepção ambiental** obtidos para essa população, supõe-se que suas ações pró-ambientais serão insuficientemente significativas no médio e longo prazo. Nesse contexto, recomendam-se as metodologias propostas para se desenvolver a teoria ambiental de forma significativa, com o potencial de alterar concepções mentais e ações ambientais inadequadas.

Esta pesquisa cumpriu com seu objetivo de analisar as teorias ambientais referentes ao sistema socioecológico e resiliência socioecológica, ainda incipientes na educação ambiental brasileira. Além disso, produziu metodologias de análise da percepção ambiental e de aplicação de atividades de ensino em educação ambiental. A primeira baseou-se na sondagem de conhecimentos prévios, atribuição de uma pontuação referente à complexidade ambiental e categorização de ações ambientais. A segunda propôs um esquema de raciocínio para orientar práticas de ensino em educação ambiental, permitindo ao educador planejar sua atividade, tornando-a significativa.

Com o intuito de buscar formas de acentuar a conservação ambiental em pessoas vinculadas ou não à educação formal e com diferentes graus de instrução, foram identificados e analisados os perfis perceptivos de alunos de diferentes níveis de escolaridade, relacionando representação social de ambiente com categorização de ações ambientais. A partir da análise dos resultados dos diferentes segmentos de ensino formal, uma proposta metodológica de ensino

em prol da conservação do sistema socioecológico foi elaborada, adaptável a qualquer segmento. Analogamente, no âmbito do ensino não formal, a percepção de produtores rurais acerca da temática "herbicidas *versus* risco ambiental" foi analisada e uma metodologia de ensino em educação ambiental foi elaborada. Por meio da construção de um modelo QSAR, as mudanças na estrutura molecular de herbicidas (poluentes orgânicos persistentes), em função de sua sorção no solo, foram caracterizadas e correlacionadas, gerando resultados aplicáveis à temática segurança alimentar, para serem desenvolvidas em atividades de educação ambiental não formal.

As metodologias propostas permitem que o educador ambiental utilize instrumentos e ferramentas educacionais que promovam a aprendizagem significativa de conceitos e raciocínios relacionados à resiliência e sustentabilidade do sistema socioecológico. Dessa forma, essas metodologias não pretendem transmitir uma conscientização ambiental pronta, exógena ao educando e desvinculada de sua realidade. Por meio da orientação metodológica e técnica do educador, permite que o educando tenha contato com um referencial teórico e construa sua conscientização ambiental, ancorada por seus conhecimentos prévios e história de vida, gerando, como produto, uma conscientização individual, significativa, dotada de fundamento teórico e aplicável.

Gerar metodologias significativas de educação ambiental, escassas no sistema educacional brasileiro, é fundamental para se produzir cidadãos ambientais, que pensem e ajam com a responsabilidade de serem integrantes do sistema socioecológico. Diante da necessidade desse sistema de se adaptar às variabilidades ambientais atuais, é necessário dotar a sociedade da habilidade de se desenvolver um pensamento mais flexível, onde o conhecimento ambiental seja transferido a diferentes e inéditas situações, em que a resiliência seja um

método de raciocínio que oriente o ser humano a pensar e a agir por meio da sustentabilidade de todo o sistema.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. G.; CAMPOS, M. L. A. M.; AGUILAR, M. B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 688-693, maio/jun. 2008.
- ACKERMAN, F. The economics of atrazine. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, Attleboro, v. 13, n. 4, p. 437-445, Oct./Dec. 2007.
- AGUILAR, O. M.; KRASNY, M. E. Using the communities of practice framework to examine an after-school environmental education program for Hispanic youth. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 17, n. 2, p. 217-233, 2011.
- ALENCAR, E. **Metodologia científica e elaboração de monografia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 131 p.
- AMÂNCIO, C. O. G. **Educação popular e ambiental: a problematização das estratégias de intervenção participativa**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 67 p.
- AMATO, L. G. d'; KRASNY, M. E. Outdoor adventure education: applying transformative learning theory to understanding instrumental learning and personal growth in environmental education. **Journal of Environmental Education**, Abingdon, v. 42, n. 4, p. 237-254, 2011.
- ANDRETTA, V. **Percepção ambiental dos alunos do curso de especialização em ecoturismo da Universidade Federal de Lavras**. 2008. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisa de survey**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. 519 p.
- BARDSLEY, D. K.; BARDSLEY, A. M. Organising for socio-ecological resilience: the roles of the mountain farmer cooperative Genossenschaft Gran Alpin in Graubunden, Switzerland. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 98, p. 11-21, Feb. 2014.

BARRAZA, L. Childrens' drawings about the environment. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 5, n. 1, p. 49-66, 1999.

BENCZE, L.; CARTER, L. Globalizing students acting for the common good. **Journal of Research in Science Teaching**, Malden, v. 48, n. 6, p. 648-669, Aug. 2011.

BOGDAN, R. C.; BIKKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Ed. Porto, 1994. 335 p.

BORGES, A. F. et al. Environmental concern of university students in the Federal Education Institute in rural Goiás, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 2109-2114, nov. 2013.

BOZDOGAN, A. E.; KARSLI, F.; SAHIN, C. A study on the prospective teachers' knowledge, teaching methods and attitudes towards global warming with respect to different variables. **Energy Education Science and Technology Part B-Social and Educational Studies**, Trabzon, v. 3, n. 3, p. 315-330, July 2011.

BRASIL. **Decreto nº 7.794**, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm>. Acesso em: 1 set. 2014.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 19 maio 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório da ANVISA indica resíduo de agrotóxico acima do permitido**. Disponível em: <<https://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>>. Acesso em: 30 out. 2013.

BROWN, R. D.; MARTIN, Y. C. The information content of 2D and 3D structural descriptors relevant to ligand-receptor binding. **Journal of Chemical Information and Computer Sciences**, Washington, v. 37, n. 1, p. 1-9, Jan. 1997.

BUARQUE, C. O pensamento em um mundo terceiro mundo. In: BURSZTYN, M. (Org.). **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994. p. 57-80.

BULMER, M. **Sociological research methods: an introduction**. 2nd ed. Piscataway: MacMillan, 1984. 351 p.

CAPELLE, M. C. A.; MELO, M. C. O. L.; GONÇALVES, C. A. Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 69-85, jan./jun. 2003.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CONRAD, E.; CHRISTIE, M.; FAZEY, I. Understanding public perceptions of landscape a case study from Gozo, Malta. **Applied Geography**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 159-170, Jan. 2011.

CORSONLINI, S. et al. Persistent organic pollutants in edible fish: a human and environmental health problem. **Microchemical Journal**, London, v. 79, n. 1/2, p. 115-123, Jan. 2005.

CRAMER, R. D.; PATTERSON, D. E.; BUNCE, J. D. Comparative molecular field analysis (CoMFA): 1., effect of shape on binding of steroids to carrier proteins. **Journal of the American Chemical Society**, Easton, v. 110, p. 5959-5967, 1988.

DOMINGO, J. L. Human exposure to polybrominated diphenyl ethers through the diet. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, n. 1/2, p. 321-326, Oct. 2004.

DONG, Y. L. et al. The determinants of citizen complaints on environmental pollution: an empirical study from China. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 19, n. 12, p. 1306-1314, Aug. 2011.

ESTRADA, E.; MOLINA, E.; PERDOMO-LÓPEZ, I. Can 3D structural parameters be predicted from 2D (topological) molecular descriptors? **Journal of Chemical Information and Computer Sciences**, Washington, v. 41, p. 1015-1021, 2001.

EVELY, A. C. et al. High levels of participation in conservation projects enhance learning. **Conservation Letters**, Malden, v. 4, n. 2, p. 116-126, Apr. 2011.

FARIAS, E. M. **Percepção ambiental de estudantes de cursos técnicos industriais**. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FAZEY, I. Resilience and higher order thinking. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 15, n. 3, July 2010. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art9/>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FAZEY, I. et al. Adaptation strategies for reducing vulnerability to future environmental change. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 8, n. 8, p. 414-422, Oct. 2010.

FAZEY, I. et al. Adaptive capacity and learning to learn as leverage for social-ecological resilience. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 5, n. 7, p. 375-380, Sept. 2007.

FAZEY, I. et al. The nature and role of experiential knowledge for environmental conservation. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 33, n. 1, p. 1-10, Mar. 2006.

FERRARA, L. D. As cidades ilegíveis: percepção ambiental e cidadania. In: DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Nobel, 1999. p. 61-80.

FERREIRA, E. B.; OLIVEIRA, M. S. de. **Introdução a estatística básica com R**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2008. 124 p.

FISCHER, J. et al. Integrating resilience thinking and optimisation for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 24, n. 10, p. 549-554, 2009.

FOLKE, C. et al. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 15, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. 79 p.

FREITAS, M. R. et al. Em busca da conservação ambiental: a contribuição da percepção ambiental para a formação e atuação dos profissionais da química. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 988-993, 2010.

FREITAS, M. R. et al. Da teoria à ação: materiais didáticos em percepção ambiental. **Educação Ambiental em Ação**, Novo Hamburgo, n. 30, 2009. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=789&class=02>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FREITAS, M. R.; GARCIA, L. B. R. Educação cidadã: propostas de materiais didáticos que unem os conceitos de tempo e espaço em sala de aula. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 2, p. 261-277, 2003.

FREITAS, M. R.; MACEDO, R. L. G.; FERREIRA, E. B. Percepção e complexidade ambiental: um somatório teórico para se atingir a conscientização ambiental. **Educação Ambiental em Ação**, Novo Hamburgo, v. 27, 2009. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=693&class=02>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FUNTOWICZ, S.; MARCHI, B. de. Ciência pós-normal, complexidade reflexiva e sustentabilidade. In: _____. **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003. p. 65-98.

GERSTL, Z. Estimation of organic chemical sorption by soils. **Journal of Contaminant Hydrology**, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 357-375, Dec. 1990.

GIESY, J. P.; LUDWIG, J. P.; TILLITT, D. E. Deformities in birds of the Great-Lakes region assigning causality. **Environmental Science and Technology**, New York, v. 28, n. 3, p. A128-A135, Mar. 1994.

GRAMATICA, P.; CONSOLARO, F.; POZZI, S. QSAR approach to POPs screening for atmospheric persistence. **Chemosphere**, Oxford, v. 43, n. 4/7, p. 655-664, May/June 2001.

GÜNINDI, Y. Environment in my point of view: analysis of the perceptions of environment of the children attending to kindergarten through the pictures they draw. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 55, n. 5, p. 594-603, 2012.

JONES, K. C.; DE VOOGT, P. Persistent Organic pollutants (POPs): state of the science. **Environmental Pollution**, Barking, v. 100, n. 1/3, p. 209-221, 1999.

KAVLOCK, R. J. et al. Research needs for the risk assessment of health and environmental effects of endocrine disruptors: a report of the U.S. EPA-sponsored workshop. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 104, n. 4, p. 715-740, Aug. 1996. Supplement.

KELCE, W. R. et al. Persistent DDT metabolite P,P'-DDE is a potent androgen receptor antagonist. **Nature**, London, v. 375, n. 6532, p. 581-585, June 1995.

KELES, O. Evaluation of primary school students' thought about and behaviors and attitudes towards environment. **Energy Education Science and Technology Part B-Social and Educational Studies**, Trabzon, v. 3, n. 3, p. 343-358, July 2011.

KLEBE, G.; ABRAHAM, U.; MIETZNER, T. Molecular similarity indices in a comparative analysis (CoMSIA) of drug molecules to correlate and predict their biological activity. **Journal of Medicinal Chemistry**, Washington, v. 37, n. 24, p. 4130-4146, Nov. 1994.

KRASNY, M. E. A response to Scott's concerns about the relevance of environmental education research: applying social-ecological systems thinking and consilience to defining research goals. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 15, n. 2, p. 189-198, 2009.

KRASNY, M. E.; LUNDHOLM, C.; PLUMMER, R. Environmental education, resilience, and learning: reflection and moving forward. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 665-672, 2010a.

KRASNY, M. E.; LUNDHOLM, C.; PLUMMER, R. Resilience in social-ecological systems: the roles of learning and education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 463-474, 2010b.

KRASNY, M. E.; ROTH, W. M. Environmental education for social-ecological system resilience: a perspective from activity theory. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 545-558, 2010.

KRASNY, M. E.; TIDBALL, K. G. Applying a resilience systems framework to urban environmental education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 15, n. 4, p. 465-482, 2009.

KRASNY, M. E.; TIDBALL, K. G.; SRISKANDARAJAH, N. Education and resilience: social and situated learning among university and secondary students. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 14, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art38/>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

LANDE, R.; ENGEN, S.; SAETHER, B. E. Optimal harvesting, economic discounting and extinction risk in fluctuating populations. **Nature**, London, v. 372, n. 6501, p. 88-90, Nov. 1994.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. 340 p.

LEFF, E. Pensar a complexidade ambiental. In: _____. **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003. p. 15-64.

LIONEL, L.; LE GRANGE, L. Sustainability and higher education: from arborescent to rhizomatic thinking. **Educational Philosophy and Theory**, Malden, v. 43, n. 7, p. 742-754, Sept. 2011.

LOVELOCK, J. **Gaia**. New York: Oxford University, 1979. 176 p.

LU, C. et al. QSPR study on soil sorption coefficient for persistent organic pollutants. **Chemosphere**, Oxford, v. 63, n. 8, p. 1384-1391, May 2006.

LUCHIARI, M. T. D. P. Turismo, natureza e cultura caiçara, um novo colonialismo? In: SERRANO, C. M. T.; BRUHNS, H. T. (Ed.). **Viagens à natureza: turismo, cultura e ambiente**. Campinas: Papirus, 1997. p. 59-84.

LUNDHOLM, C.; PLUMMER, R. Resilience and learning: a conspectus for environmental education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 475-491, 2010.

MACEDO, R. L. G.; FREITAS, M. R.; VENTURIN, N. **Educação ambiental: referenciais teóricos e práticos para a formação de educadores ambientais**. Lavras: UFLA, 2011. 258 p.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, London, v. 405, n. 6783, p. 243-253, May 2000.

MARGULIS, L. Gaia: the living earth: an elmwood dialogue with Lynn Margulis and Fritjof Capra. **Elmwood Newsletter**, Berkeley, v. 5, n. 1, p. 8-9, 1989.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2000. 269 p.

MITRA, I.; SAHA, A.; ROY, K. Exploring quantitative structure-activity relationship studies of antioxidant phenolic compounds obtained from traditional Chinese medicinal plants. **Molecular Simulation**, New York, v. 36, n. 13, p. 1067-1079, Nov. 2010.

MOLINSPIRATION. **Cheminformatics on the Web**. Disponível em: <<http://www.molinspiration.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**, Pontevedra, n. 23/28, p. 87-95, 1998.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010. 80 p.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: _____. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica e Universitária; EPU, 1999. p. 151-165.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006. 111 p.

MURRAY, D. J. Case study as form of enquiry. In: THE OPEN UNIVERSITY. **Social sciences**. London, 1974. p. 165-172.

NUNES, C. A. et al. Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, p. 2003-2010, Nov. 2012.

NUNES, C. A.; FREITAS, M. P. Introducing new dimensions in MIA-QSAR: a case for chemokine receptor inhibitors. **European Journal of Medicinal Chemistry**, Amsterdam, v. 62, p. 297-300, Apr. 2013.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 5th ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612 p.

OJEDA-BARCELO, F.; GUTIERREZ-PEREZ, J.; PERALES-PALACIOS, F. J. Design, foundations and validation of a collaborative virtual programme in environmental education. **Ensenanza de las Ciencias**, Vigo, v. 29, n. 1, p. 127-146, mar. 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração do Rio de Janeiro sobre o meio ambiente e desenvolvimento**. Disponível em: <<https://www.onu.org.br>>. Acesso em: 28 jun. 2013a.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **O futuro que nós queremos**. Disponível em: <<https://www.onu.org.br>>. Acesso em: 28 jun. 2013b.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Nosso futuro comum**. Disponível em: <<https://www.onu.org.br>>. Acesso em: 28 jun. 2013c.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Plano de implementação de Johannesburgo**. Disponível em: <<https://www.onu.org.br>>. Acesso em: 28 jun. 2013d.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Povos resilientes, planeta resiliente: um futuro digno de escolha**. Disponível em: <<https://www.onu.org.br>>. Acesso em: 28 jun. 2013e.

OZGUNER, H.; CUKUR, D.; AKTEN, M. The role of landscape and urban planning disciplines to encourage environmental education among primary school children. **Energy Education Science and Technology Part B-Social and Educational Studies**, Trabzon, v. 3, n. 3, p. 369-386, July 2011.

ÖZSOY, S. Investigating elementary school students' perceptions about environment through their drawings. **Educational Sciences: Theory and Practice**, Washington, v. 12, n. 2, p. 1132-1139, 2012.

PAYNE, P. G. Moral spaces, the struggle for an intergenerational environmental ethics and the social ecology of families: an 'other' form of environmental education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 2, p. 209-231, 2010.

PEARCE, P. A.; PEAKALL, D. B.; REYNOLDS, L. M. Shell thinning and residues of organochlorines and mercury in seabird eggs, Eastern Canada, 1970-1976. **Pest Monitoring Journal**, New York, v. 13, p. 61-68, 1979.

PEREIRA, R. et al. Helping teachers to use urban natural areas for science teaching and environmental education. **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 15, n. 11, p. 1467-1473, 2006.

PLUMMER, R. Social-ecological resilience and environmental education: synopsis, application, implications. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 493-509, 2010.

PROSEN, H. **Fate and determination of Triazine herbicides in soil, herbicides:** properties, synthesis and control of weeds. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/herbicides-properties-synthesis-and-control-of-weeds/fateand-determination-of-triazine-herbicides-in-soil>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

RATCLIFFE, D. A. Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some British birds. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 7, p. 67-115, 1970.

RATCLIFFE, D. A. Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. **Nature**, London, v. 215, p. 208-210, 1967.

REA, L. M.; PARKER, R. A. **Metodologia de pesquisa:** do planejamento à execução. São Paulo: Pioneira, 2000. 262 p.

REED, M. S. et al. What is social learning? **Ecology and Society**, Wolfville, v. 15, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/resp1/ES-2010-3564.pdf/>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

REID, A. D.; PAYNE, P. G. Disrupting privilege, identity, and meaning: a reflective dance of environmental education. **British Journal of Sociology of Education**, Abington, v. 32, n. 1, p. 155-165, 2011.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 2007. 87 p.

RIO, V. del. Cidade da mente, cidade real: percepção ambiental e revitalização na área portuária do RJ. In: RIO, V. del; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção ambiental:** a experiência brasileira. São Paulo: Nobel, 1999. p. 3-22.

RONCA, P. A. C.; TERZI, C. A. **A aula operatória e a construção do conhecimento**. 7. ed. São Paulo: Edesplan, 1996. 149 p.

RONCA, P. A. C.; TERZI, C. A. **A prova operatória**. São Paulo: Edesplan, 1995. 62 p.

ROUGHGARDEN, J.; SMITH, F. Why fisheries collapse and what to do about it. **Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA**, Washington, v. 93, n. 10, p. 5078-5083, May 1996.

SABLJIĆ, A. et al. QSAR modelling of soil sorption. Improvements and systematics of logK_{OC} vs. logK_{OW} correlations. **Chemosphere**, Oxford, v. 31, n. 11/12, p. 4489-4514, Dec. 1995.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1997. 308 p.

SCHULTZ, L.; LUNDHOLM, C. Learning for resilience?: exploring learning opportunities in biosphere reserves. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 645-663, 2010.

SCHUSLER, T. M. et al. Developing citizens and communities through youth environmental action. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 15, n. 1, p. 111-127, 2009.

SCHUSLER, T. M.; KRASNY, M. E. Environmental action as context for youth development. **Journal of Environmental Education**, Abingdon, v. 41, n. 4, p. 208-223, 2010.

SCHÜÜRMAN, G.; EBERT, R. U.; KÜHNE, R. Prediction of the sorption of organic compounds into soil organic matter from molecular structure. **Environmental Science & Technology**, Easton, v. 40, n. 22, p. 7005-7011, Oct. 2006.

SHAVA, S. et al. Agricultural knowledge in urban and resettled communities: applications to social-ecological resilience and environmental education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 575-589, 2010.

SHERREN, K.; FISCHER, J.; FAZEY, I. Managing the grazing landscape: insights for agricultural adaptation from a mid-drought photo-elicitation study in the Australian sheep-wheat belt. **Agricultural Systems**, Essex, v. 106, n. 1, p. 72-83, Feb. 2012.

SIMIELLI, M. E. et al. Do plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 70, p. 5-21, 1991.

SPRADLEY, J. P. **Participant observation**. New York: Rineart & Winston, 1980. 195 p.

SRISKANDARAJAH, N. et al. Resilience in learning systems: case studies in university education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 559-573, 2010.

STAMPER, D. M.; TUOVINEN, O. H. Biodegradation of the acetanilide herbicides alachlor, metolachlor, and propachlor. **Critical Reviews in Microbiology**, Cleveland, v. 24, n. 1, p. 1-22, Jan. 1998.

STERLING, S. Learning for resilience, or the resilient learner?: towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 511-528, 2010.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, João Pessoa, v. 12, p. 72-85, dez. 2007.

TIDBALL, K. G.; KRASNY, M. E.; SVENDSEN, E. Stewardship, learning, and memory in disaster resilience. **Environmental Education Research**, Abingdon, v. 16, n. 5/6, p. 591-609, 2010.

TRAUTMANN, N. M.; KRASNY, M. E. Integrating teaching and research: a new model for graduate education? **Bioscience**, Washington, v. 56, n. 2, p. 159-165, Feb. 2006.

WANIA, F.; MACKAY, D. The evolution of mass balance models of persistent organic pollutant fate in the environment. **Environmental Pollution**, Barking, v. 100, n. 1/3, p. 223-240, 1999.

WANIA, F.; MACKAY, D. A global distribution model for persistent organic chemicals. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 160/161, p. 211-232, 1995.

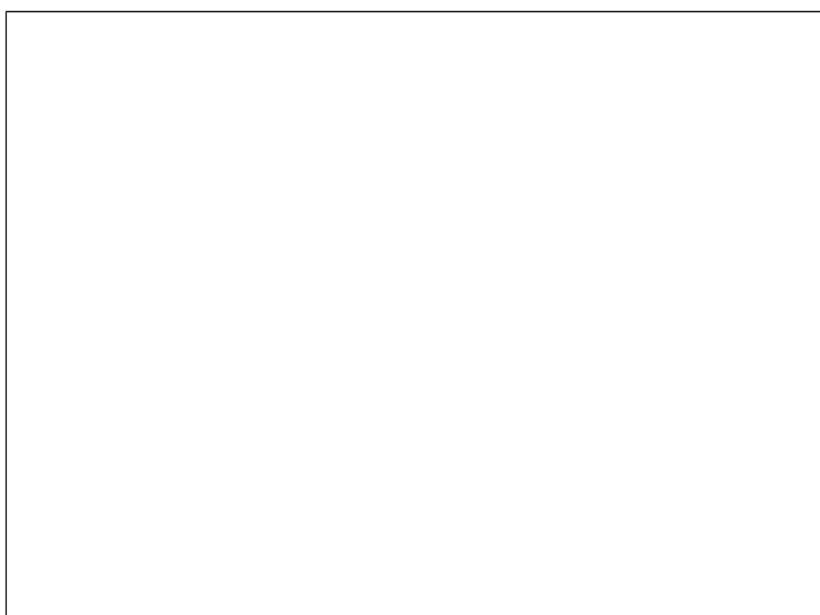
WANIA, F.; MACKAY, D. Tracking the distribution of persistent organic pollutants. **Environmental Science & Technology**, Easton, v. 30, n. 9, p. A390-A396, Aug. 1996.

WONG, T. K. Y.; WAN, P. S. Perceptions and determinants of environmental concern: the case of hong kong and its implications for sustainable development. **Sustainable Development**, Malden, v. 19, n. 4, p. 235-249, July/Aug. 2011.

ANEXOS

ANEXO A - QUESTIONÁRIO MISTO - Educação Ambiental Formal - Ensino Superior (Grupo A).

1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.

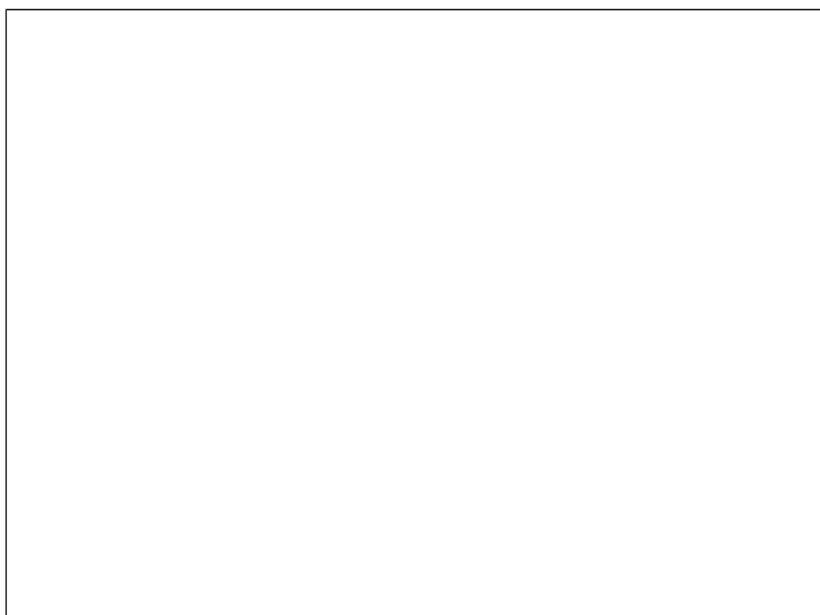


2. Marque com um "X" a ação que você considera mais importante para se atingir a conservação ambiental. Por favor, indique UMA ÚNICA ação.

- Promover e participar de cursos/ palestras sobre temáticas ecológicas.
- Cobrar fiscalização e/ou policiamento ambiental.
- Separar o lixo para reciclagem.
- Diminuir o consumo de produtos advindos de processos poluidores.
- Contribuir financeiramente para organizações ambientais.
- Promover a conservação da biodiversidade.
- Diminuir o desperdício de água.
- Instruir-se acerca dos recursos e fenômenos naturais do planeta.

**ANEXO B - QUESTIONÁRIO MISTO - Educação Ambiental Formal -
Graduandos e Pós-Graduandos em Engenharia Florestal (Grupo B).**

1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.

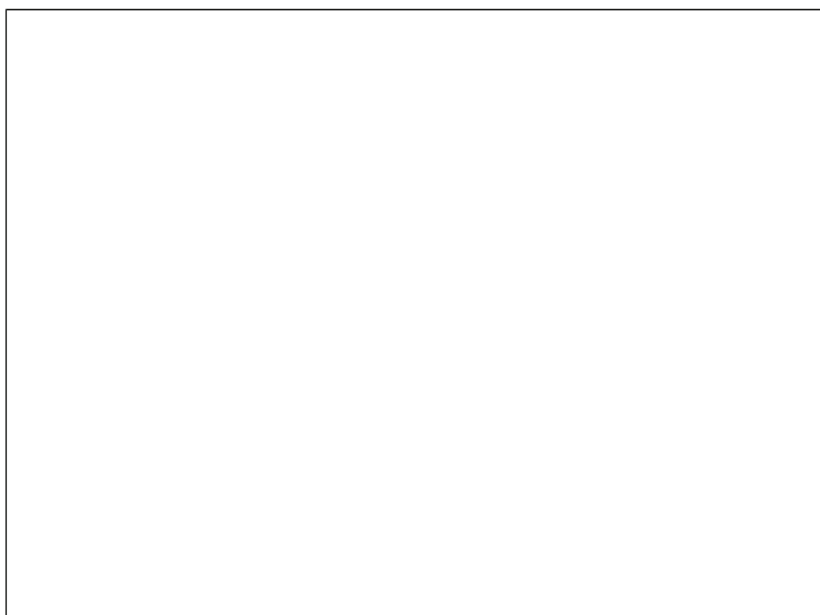


2. Marque com um "X" a ação que você considera mais importante para se atingir a conservação ambiental. Por favor, indique UMA ÚNICA ação.

- Promover e participar de cursos, palestras sobre temáticas ecológicas, agroecologia e manejo sustentável de florestas.
- Cobrar inspeção ou policiamento ambiental.
- Manejar as florestas como mantenedouros de estoque de carbono.
- Evitar processos degradantes para o ecossistema.
- Contribuir financeiramente para organizações ambientais.
- Promover a conservação da biodiversidade.
- Buscar práticas que minimizem a produção de resíduos provenientes da exploração madeireira.
- Desenvolver e estudar técnicas para otimizar os recursos naturais do planeta.

ANEXO C - QUESTIONÁRIO MISTO - Educação Ambiental Formal - Ensino Fundamental I, II e Médio (Grupo C).

1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.

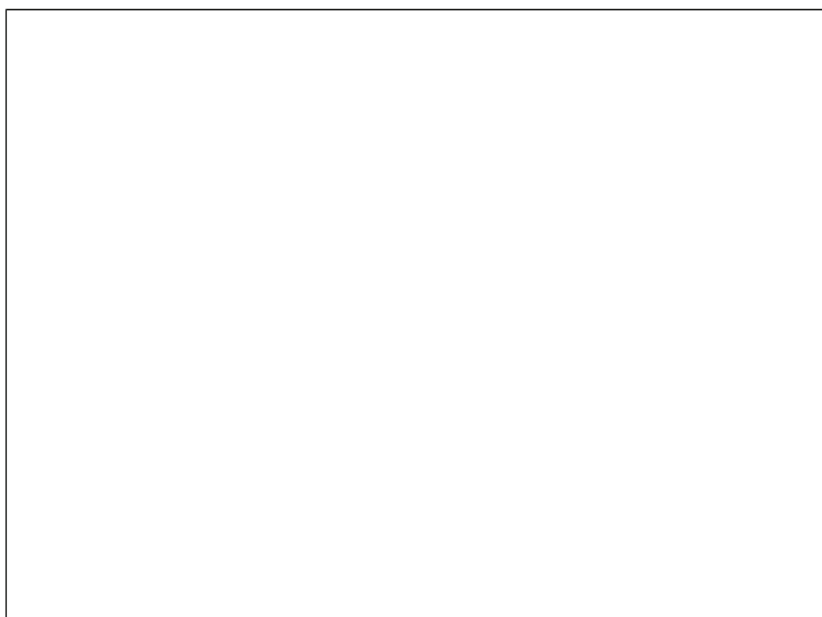


2. Marque com um "X" a ação que você considera mais importante para cuidar do meio ambiente. Por favor, indique UMA ÚNICA ação.

- () Visitar e conhecer zoológicos ou parques ecológicos.
- () Pedir aos policiais florestais para protegerem o meio ambiente.
- () Separar o lixo para reciclagem.
- () Não comprar produtos que poluam o meio ambiente.
- () Contribuir com dinheiro para pessoas conservarem o meio ambiente.
- () Conservar a vida das espécies vegetais e animais.
- () Não desperdiçar água.
- () Estudar sobre o meio ambiente.

ANEXO D - QUESTIONÁRIO ABERTO - Educação Ambiental Formal - Ensino Fundamental I, II e Médio (Grupo C).

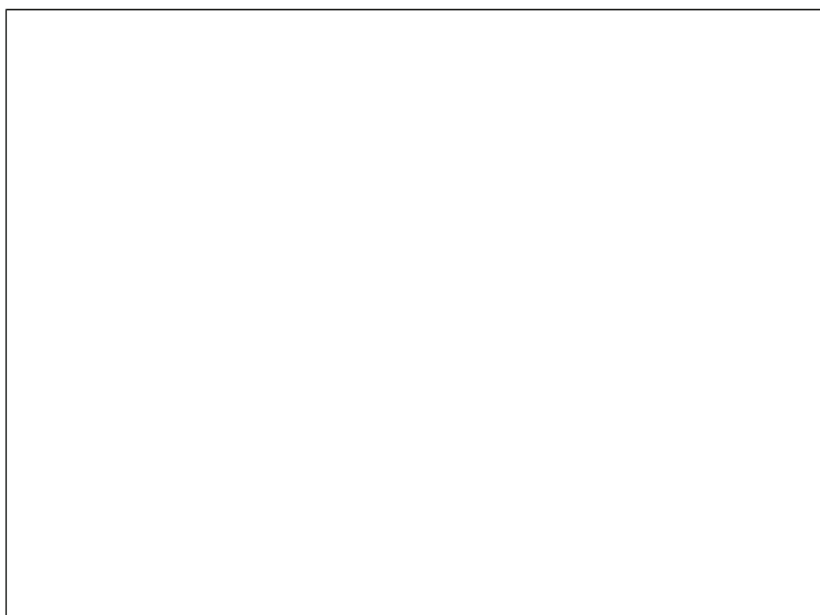
1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for a drawing or sketch representing the respondent's view of the environment.

2. Escreva qual é a ação mais importante para **cuidar** do meio ambiente.

ANEXO E - QUESTIONÁRIO PSEUDOABERTO - Educação Ambiental Formal - Ensinos Fundamental I, II e Médio (Grupo C).

1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.



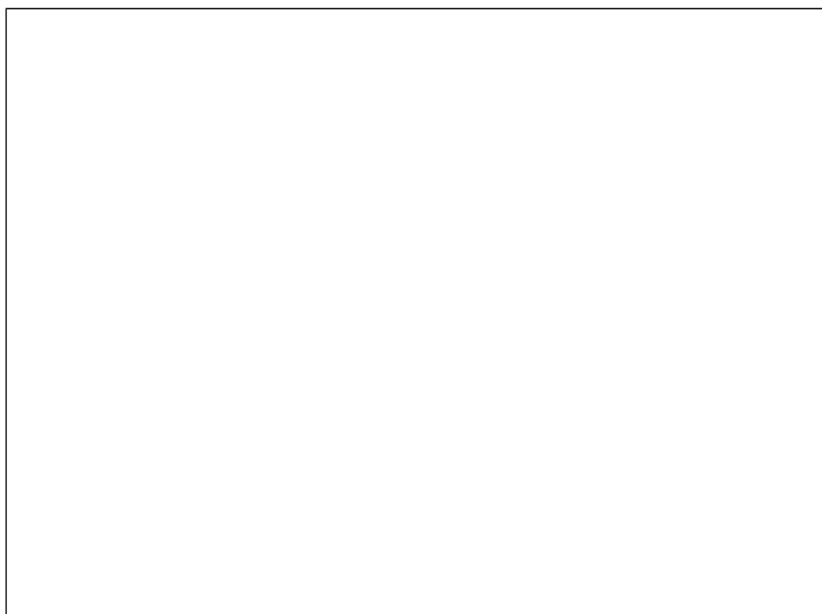
2. São exemplos de ações para conservar o meio ambiente:

- separar o lixo para reciclagem
- estudar e participar de cursos sobre meio ambiente
- reunir moradores do bairro para recuperar uma área poluída
- cobrar fiscalização ambiental da polícia e da prefeitura

Escreva UMA ÚNICA ação que, na sua opinião, é a mais importante para conservar o meio ambiente. Não precisa ser um dos exemplos acima.

**ANEXO F - QUESTIONÁRIO ABERTO - Educação Ambiental Formal -
Ensino Superior (Grupo A).**

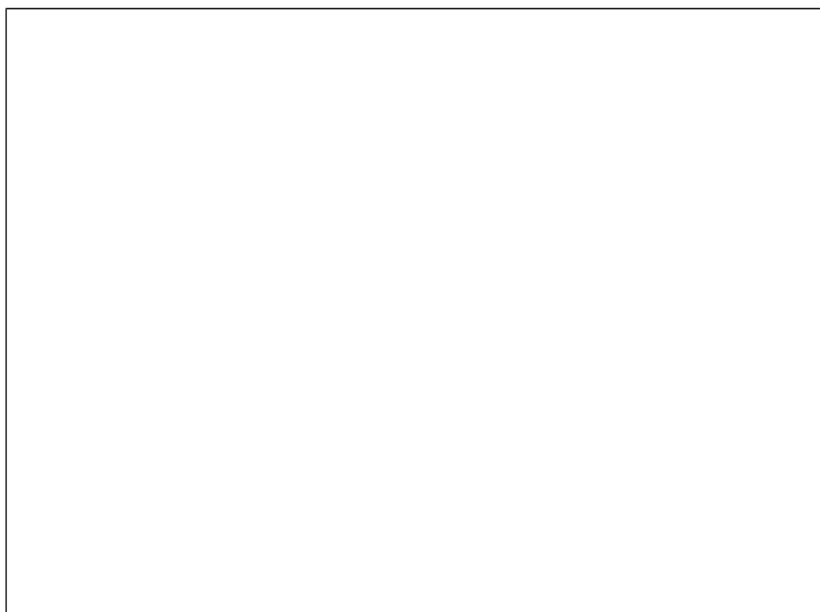
1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the respondent to draw their representation of the environment.

2. Escreva qual é a ação mais importante para se atingir a conservação ambiental.

ANEXO G - QUESTIONÁRIO PSEUDOABERTO - Educação Ambiental Formal - Ensino Superior (Grupo A).

1. No espaço abaixo, desenhe o que representa meio ambiente para você. Se preferir, acrescente legenda ou anotações ao desenho.



2. São exemplos de ações para conservar o meio ambiente:

- separar o lixo para reciclagem
- estudar e participar de cursos sobre meio ambiente
- reunir moradores do bairro para recuperar uma área degradada
- cobrar fiscalização ambiental de órgãos competentes

Escreva UMA ÚNICA ação que, na sua opinião, é a mais importante para conservar o meio ambiente. Não precisa ser um dos exemplos acima.

ANEXO H - QUESTIONÁRIO - Educação Ambiental Não formal - Produtores Rurais

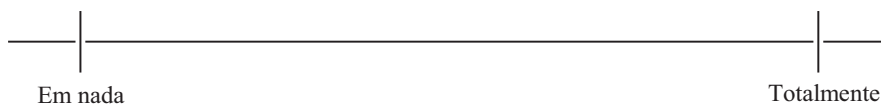
Responda a questão abaixo marcando cada "régua de intensidade" com um traço vertical indicando o quanto você considera de cada item.

1. Quando você escolhe o herbicida para utilizar em seus cultivos, você considera:

a) O preço do produto



b) O meio ambiente



c) A eficácia do produto



2. Você sabia que um herbicida é uma substância química?

Sim Não

3. Você sabe que um herbicida pode ser um contaminante químico do ambiente?

Sim Não

4. Você sabe que alterar a estrutura química de um herbicida pode aumentar ou diminuir sua toxicidade e risco ambiental?

Sim Não

ANEXO I - Respostas ao questionário misto aplicado a estudantes de ensino superior - cursos variados (Grupo A).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compreen.	Respons.	Comp. Cid.
1	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1
3	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
4	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
5	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
6	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
7	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
8	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
9	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
10	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0
11	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
12	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
13	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1
14	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
15	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
16	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
17	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
18	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
19	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0
20	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0
21	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
22	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0
23	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
24	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0
25	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0
26	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
27	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
28	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
29	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0
30	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0

31	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
32	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
33	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0
34	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
35	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
36	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
37	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
38	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
39	0	1	1	1	0	3	0	1	0	0
40	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0
41	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0
42	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
43	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0
44	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0
45	1	1	0	0	2	4	0	0	0	1
46	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0
47	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
48	0	1	1	1	0	3	1	0	0	0
49	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
50	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0

ANEXO J - Respostas ao questionário misto aplicado a estudantes de Engenharia Florestal (Grupo B).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compreen.	Respons.	Comp. Cid.
1	1	1	0	1	0	3	0	1	0	0
2	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
3	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
4	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
5	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1
6	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
7	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0
8	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
9	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0
12	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
13	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
14	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
15	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
16	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0
17	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
18	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
19	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
20	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
21	0	1	0	0	2	3	0	0	0	1
22	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0
23	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
24	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
25	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
26	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
27	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
28	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1
29	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
30	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
31	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0

32	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1
33	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0
34	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
35	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
36	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
37	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
38	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
39	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0
40	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
41	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
42	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
43	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
44	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1
45	0	1	0	1	2	4	0	1	0	0
46	0	1	1	1	0	3	0	0	0	1
47	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0
48	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
49	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
50	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
51	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
52	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
53	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
54	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
55	1	1	0	0	2	4	0	0	0	1
56	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
57	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0
58	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
59	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
60	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
61	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
62	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
63	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
64	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
65	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
66	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0

67	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
68	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
69	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
70	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
71	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
72	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1
73	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
74	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
75	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
76	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
77	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1
78	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
79	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
80	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
81	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
82	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0
83	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
84	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
85	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
86	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
87	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
88	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1
89	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
90	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0
91	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
92	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
93	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
94	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0
95	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
96	0	1	1	1	0	3	0	1	0	0
97	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
98	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
99	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
100	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
101	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0

102	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ANEXO K - Respostas ao questionário misto aplicado a estudantes da Educação Básica (Grupo C).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compreen.	Respons.	Comp. Cid.	Ensino
1	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
2	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund I
3	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	Fund I
4	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund I
5	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund I
6	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
7	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund I
8	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
9	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund I
10	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund I
11	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
12	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0	Fund I
13	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	Fund I
14	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
15	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
16	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund I
17	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
18	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
19	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund I
20	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
21	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund I
22	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund I
23	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
24	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Fund I
25	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0	Fund I
26	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund I
27	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
28	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund II
29	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund II
30	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund II
31	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II

32	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund II
33	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund II
34	1	1	0	1	0	3	0	0	0	1	Fund II
35	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
36	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund II
37	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
38	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Fund II
39	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
40	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
41	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
42	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
43	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
44	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
45	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
46	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
47	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
48	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund I
49	0	1	1	1	2	5	0	0	1	0	Fund I
50	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
51	0	1	1	1	2	5	0	0	1	0	Fund I
52	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund I
53	0	0	0	1	2	3	0	0	0	1	Fund I
54	0	1	1	1	2	5	1	0	0	0	Fund I
55	1	1	1	0	2	5	1	0	0	0	Fund I
56	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
57	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
58	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund I
59	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
60	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund I
61	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0	Fund I
62	0	1	0	1	2	4	0	0	1	0	Fund I
63	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
64	0	1	1	0	2	4	1	0	0	0	Fund I
65	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund I
66	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I

67	0	0	0	1	2	3	1	0	0	0	Fund I
68	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	Fund I
69	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
70	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund I
71	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	Fund I
72	0	1	1	1	2	5	0	0	1	0	Fund I
73	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
74	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
75	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Fund I
76	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
77	0	1	1	1	2	5	0	0	1	0	Fund I
78	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund I
79	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
80	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
81	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0	Fund I
82	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund I
83	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
84	0	1	1	0	2	4	0	0	1	0	Fund I
85	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	Fund I
86	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
87	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund I
88	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
89	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0	Fund I
90	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund I
91	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund I
92	0	0	1	1	2	4	0	0	1	0	Fund I
93	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
94	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund I
95	0	0	0	1	2	3	0	0	1	0	Fund I
96	0	1	1	1	0	3	0	0	0	1	Fund II
97	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
98	0	1	1	1	2	5	0	0	0	1	Fund II
99	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
100	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
101	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund II

102	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
103	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	Fund II
104	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
105	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
106	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
107	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Fund II
108	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
109	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
110	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
111	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
112	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
113	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
114	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund II
115	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
116	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
117	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund II
118	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund II
119	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund II
120	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
121	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
122	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Fund II
123	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund II
124	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
125	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund II
126	0	1	0	0	2	3	0	0	1	0	Fund II
127	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	Fund II
128	1	0	1	1	2	5	0	0	1	0	Fund II
129	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund II
130	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
131	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
132	0	1	0	0	2	3	0	0	1	0	Fund II
133	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund II
134	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund II
135	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
136	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund II

137	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund II
138	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	Fund II
139	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
140	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
141	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Fund II
142	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
143	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	Fund II
144	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	Fund II
145	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund II
146	1	0	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund II
147	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund II
148	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Fund II
149	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
150	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund II
151	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Médio
152	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0	Médio
153	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Médio
154	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Médio
155	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Médio
156	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	Médio
157	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
158	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
159	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	Médio
160	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	Médio
161	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
162	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	Médio
163	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Médio
164	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	Médio
165	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	Médio
166	0	1	1	1	0	3	1	0	0	0	Médio
167	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Médio
168	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
169	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
170	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
171	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio

172	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
173	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Médio
174	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
175	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Médio
176	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
177	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	Médio
178	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Médio
179	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Médio
180	1	1	1	0	2	5	0	0	0	1	Médio
181	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Médio
182	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0	Médio
183	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Médio
184	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Médio
185	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Médio
186	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Médio
187	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Médio
188	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Médio
189	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
190	0	1	1	1	2	5	0	0	0	1	Médio
191	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Médio
192	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
193	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
194	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
195	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
196	1	1	0	1	2	5	0	0	1	0	Médio
197	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	Médio
198	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
199	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	Médio
200	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
201	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
202	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
203	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Médio
204	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Médio
205	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Médio
206	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio

207	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
208	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
209	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Médio
210	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
211	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
212	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
213	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
214	0	1	1	0	2	4	0	0	1	0	Médio
215	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Médio
216	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
217	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
218	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Médio
219	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
220	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
221	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Médio
222	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
223	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
224	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
225	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
226	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
227	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
228	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Médio
229	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
230	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
231	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
232	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Médio
233	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
234	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Médio
235	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Médio
236	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Médio
237	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	Médio
238	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Médio
239	0	1	1	0	2	4	0	0	0	1	Médio

ANEXO L - Respostas ao questionário pseudoaberto aplicado a estudantes da Educação Básica (Grupo C).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compreen.	Respons.	Comp. Cid.	Ensino
1	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund I
2	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
3	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
4	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
5	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1	Fund I
6	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund I
7	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
8	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
9	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
10	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
11	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
12	0	1	1	1	2	5	0	0	1	0	Fund I
13	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
14	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
15	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
16	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
17	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	Fund I
18	0	0	1	0	2	3	0	0	1	0	Fund I
19	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	Fund I
20	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
21	0	1	1	0	2	4	0	0	0	1	Fund I
22	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
23	0	0	1	0	2	3	0	0	1	0	Fund I
24	0	1	1	0	2	4	0	0	1	0	Fund I
25	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
26	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund II
27	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
28	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
29	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	Fund II
30	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Fund II
31	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Fund II

32	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
33	0	1	1	1	0	3	1	0	0	0	Fund II
34	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
35	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
36	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
37	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund II
38	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund II
39	0	0	1	1	2	4	0	0	1	0	Fund II
40	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
41	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
42	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
43	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
44	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0	Fund II
45	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
46	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
47	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	Fund II
48	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund II
49	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
50	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund II
51	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
52	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	EM
53	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	EM
54	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	EM
55	1	1	0	1	0	3	0	0	1	0	EM
56	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	EM
57	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	EM
58	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	EM
59	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
60	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	EM
61	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	EM
62	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	EM
63	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
64	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
65	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
66	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	EM

67	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	EM
68	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	EM
69	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	EM
70	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
71	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	EM
72	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	EM
73	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	EM
74	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	EM
75	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	EM
76	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	EM
77	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
78	0	1	1	1	0	3	0	1	0	0	EM
79	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	EM
80	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	EM
81	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	EM

ANEXO M - Respostas ao questionário pseudoaberto aplicado a estudantes do ensino superior - cursos variados (Grupo A).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compreen.	Respons.	Comp. Cid.
1	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
2	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
4	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0
5	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0
6	1	1	0	0	2	4	0	0	1	0
7	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0
8	1	1	0	1	2	5	0	0	1	0
9	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0
10	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0
11	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0
12	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
13	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
14	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
15	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
16	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
17	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
18	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
19	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
20	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0
21	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0
22	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0
23	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0
24	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0
25	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1

ANEXO N - Respostas ao questionário aberto aplicado a estudantes da Educação Básica (Grupo C).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compreeen.	Respons.	Comp. Cid.	Ensino
1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	Fund I
2	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
3	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	Fund I
4	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund I
5	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
6	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
7	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
8	0	1	0	1	3	5	0	0	1	0	Fund I
9	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund I
10	0	0	0	1	2	3	0	0	1	0	Fund I
11	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund I
12	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
13	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Fund I
14	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	Fund I
15	1	0	1	1	0	3	0	0	1	0	Fund I
16	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	Fund I
17	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
18	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund I
19	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund I
20	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
21	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
22	0	0	0	1	2	3	0	0	1	0	Fund II
23	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	Fund II
24	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0	Fund II
25	1	1	0	1	0	3	0	0	1	0	Fund II
26	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
27	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	Fund II
28	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
29	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
30	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	Fund II
31	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	Fund II

32	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
33	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
34	1	1	1	1	2	6	1	0	0	0	Fund II
35	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
36	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
37	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
38	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund II
39	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
40	1	0	1	1	0	3	0	0	1	0	Fund II
41	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
42	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
43	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
44	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
45	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
46	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
47	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	Fund II
48	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	Fund II
49	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	Fund II
50	0	1	1	1	2	5	0	0	1	0	MÉDIO
51	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	MÉDIO
52	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0	MÉDIO
53	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	MÉDIO
54	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	MÉDIO
55	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	MÉDIO
56	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	MÉDIO
57	1	1	1	0	2	5	0	0	1	0	MÉDIO
58	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	MÉDIO
59	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	MÉDIO
60	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0	MÉDIO
61	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1	MÉDIO
62	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0	MÉDIO
63	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	MÉDIO
64	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	MÉDIO
65	1	1	1	1	0	4	0	0	1	0	MÉDIO
66	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	MÉDIO

67	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	MÉDIO
68	1	1	1	0	0	3	0	0	1	0	MÉDIO
69	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1	MÉDIO
70	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0	MÉDIO
71	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	MÉDIO
72	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	MÉDIO
73	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	MÉDIO

ANEXO O - Respostas ao questionário aberto aplicado a estudantes do ensino superior - cursos variados (Grupo A).

Quest.	Fauna	Flora	El. Nat.	El. Artif.	Humano	Total	Sensib.	Compren.	Respons.	Comp. Cid.
1	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
2	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
3	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
4	1	1	1	0	0	3	0	0	0	1
5	1	1	1	1	2	6	0	0	0	1
6	1	1	1	1	0	4	0	0	0	1
7	1	1	1	1	2	6	0	0	1	0
8	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
9	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
10	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0
11	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
12	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
13	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
14	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
15	1	1	1	1	2	6	0	1	0	0
16	1	1	1	1	0	4	0	1	0	0
17	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
18	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
19	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
20	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
21	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
22	1	1	1	0	0	3	0	1	0	0
23	1	1	1	0	2	5	0	1	0	0
24	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0
25	1	0	1	1	2	5	0	0	1	0

ANEXO P - Artigo publicado: Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Augmented Multivariate Image Analysis Applied to Quantitative Structure–Activity Relationship Modeling of the Phytotoxicities of Benzoxazinone Herbicides and Related Compounds on Problematic Weeds

Mirlaine R. Freitas,^{*,†} Stella V. B. G. Matias,[†] Renato L. G. Macedo,[†] Matheus P. Freitas,[‡] and Nelson Venturin[†]

[†]Department of Forest Sciences, and [‡]Department of Chemistry, Federal University of Lavras, 37200-000 Lavras, Minas Gerais (MG), Brazil

ABSTRACT: Two of major weeds affecting cereal crops worldwide are *Avena fatua* L. (wild oat) and *Lolium rigidum* Gaud. (rigid ryegrass). Thus, development of new herbicides against these weeds is required; in line with this, benzoxazinones, their degradation products, and analogues have been shown to be important allelochemicals and natural herbicides. Despite earlier structure–activity studies demonstrating that hydrophobicity ($\log P$) of aminophenoxazines correlates to phytotoxicity, our findings for a series of benzoxazinone derivatives do not show any relationship between phytotoxicity and $\log P$ nor with other two usual molecular descriptors. On the other hand, a quantitative structure–activity relationship (QSAR) analysis based on molecular graphs representing structural shape, atomic sizes, and colors to encode other atomic properties performed very accurately for the prediction of phytotoxicities of these compounds against wild oat and rigid ryegrass. Therefore, these QSAR models can be used to estimate the phytotoxicity of new congeners of benzoxazinone herbicides toward *A. fatua* L. and *L. rigidum* Gaud.

KEYWORDS: QSAR, herbicides, phytotoxicity, *Avena fatua* L., *Lolium rigidum* Gaud.

■ INTRODUCTION

Despite the use of oats for thousands as a food source for humans and livestock,¹ the wild oat *Avena fatua* L. is a major weed in oat farming; likewise, *Lolium rigidum* Gaud. (rigid ryegrass) affects cereal crops worldwide. The weed control is commonly performed using herbicides, but different cases of resistance have appeared.^{2–5} Accordingly, development of new herbicides is required. Benzoxazinones containing the hydroxamic moiety have gained widespread use in phytochemistry as well as their degradation products;⁶ therefore, development of new derivatives of this family of natural allelochemicals present in corn, wheat, and rye is of interest, which can be achieved using quantitative structure–activity relationship (QSAR) techniques.

The physicochemical and biological properties of herbicides can be related with their hydrophobicity, e.g., the soil sorption of a variety of herbicide families has shown to be linearly correlated with the octanol/water partition coefficient ($\log P$).⁷ In addition, other molecular descriptors, such as molecular weight and volume, determine transport characteristics of molecules.¹⁰ However, properties like these do not always correlate significantly with biological properties, e.g., in the QSAR modeling of antifungal activities of some benzothiazole derivatives.¹¹ Thus, more representative descriptors are usually invoked to generate predictive QSAR models.

Three-dimensional descriptors are frequently calculated to provide useful QSARs,^{12–14} despite the need for exhaustive data manipulation, such as conformational screening, geometry optimization, and three-dimensional alignment of molecules. Otherwise, a method based on two-dimensional (2D)

molecular representations (chemical structure images), namely, MIA–QSAR (multivariate image analysis applied to quantitative structure–activity relationship),¹⁵ can provide predictive QSAR models. Recently, this method was improved to augmented (aug)–MIA–QSAR,¹⁶ in which new dimensions were introduced to account for atomic size and other properties. In this way, physical, chemical, and biological properties of molecules can be appropriately explained by more complex information than hydrophobicity, such as 2D molecular shape, atomic sizes, and colors to encode other atomic properties.

Accordingly, aug–MIA descriptors were used in this study to generate quantitative relationships between the chemical structures of a series of benzoxazinones, their degradation products, and analogues with the respective phytotoxicities toward *A. fatua* L. and *L. rigidum* Gaud., expressed in terms of percent of root length compared to the control. These biological data were obtained in the literature,⁸ where a reasonable correlation between the phytotoxicities of five aminophenoxazines and $\log P$ was found, but it cannot be extended to the whole series of compounds analyzed.

■ MATERIALS AND METHODS

A series of 21 benzoxazinones, their degradation products, and analogues, together with the corresponding approximate phytotoxicity

Received: June 4, 2013

Revised: August 15, 2013

Accepted: August 15, 2013

Published: August 15, 2013

ANEXO Q - Artigo publicado: Chinese Journal of Population, Resources and Environment.

Chinese Journal of Population Resources and Environment, 2013
Vol. 11, No. 4, 352–356, <http://dx.doi.org/10.1080/10042857.2013.868573>



Socio-ecological insights into the development of agrarian professionals

Mirlaine R. Freitas*, Stella V.B.G. Matias, Renato L.G. Macedo and Nelson Venturin

Department of Forest Sciences, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil

(Received 15 July 2013; accepted 18 October 2013)

There is a lack of information about the factors responsible for the effectiveness of environmental policies in Brazilian agriculture. This study aimed at identifying the perception and practices of agrarian professionals. The data analysis was carried out using a survey and methodological approaches focusing on environmental complexity and categorization of environmental actions. Quantitative analysis was based on descriptive statistics. Atmospheric problems were perceived as the main problems for the current and next two generations, while hydrological problems were indicated as those deserving most urgent solutions. On the other hand, the main developed actions and those planned to be carried out were classified within the *responsibility* category. Because of the reductionist perceptions, introduction of the concept of a socio-ecological system is indicated by means of methodological interventions during the development of agrarian professionals; also, in order to stimulate actions related to the *competence and citizenship* category, a methodological intervention focusing on resilience thinking is proposed. Typical actions of individuals with either reductionist or complex conceptions of the environment can be captured and, therefore, educational strategies can be traced based on the profiles obtained.

Keywords: environmental perception; environmental complexity; categorization of environmental practices; agrarian professionals; resilience thinking; socio-ecological system

1. Introduction

The imbalance between the relationships of human society requirements and the capacity of the environment represents one of the major current problems that constantly challenge the scientific community. In this context, a gradual change is necessary in society's stance on environmental conservation and ethics, aiming at the maintenance of any life manifestation (Sato 1997). Also, according to Macedo et al. (2011), it is necessary to combine scientific knowledge and environmental understanding to achieve environmental conservation; the level of individual environmental understanding is assumed to be directly related to his/her degree of environmental perception, despite the well-known nonlinearity between education and environmental behavior, which is very complex. For example, strategic environmental education actions have been distinguished in the private and public spheres (Stern 2000; Chawla & Cushing 2007).

Freitas et al. (2009) point out that, to reach significant levels of environmental understanding, the individual needs to aggregate a theoretical conception about environment in a complex way; environmental perception can be used here as a diagnostic probe. For instance, a photo-elicitation study has provided insights into the agricultural adaptation in the Australian sheep-wheat belt; landscape perceptions were used to explore how graziers using different management practices perceived their production landscapes and what this may indicate about their adaptability to climate

challenges (Sherrin et al. 2012). Accordingly, the theory of environmental complexity arises as a methodological alternative that tries to break out the Cartesian scientific simplifications and to examine the reality, considering the interplay of the largest possible amount of phenomena, processes and information (Leff 2003).

In line with this, resilience thinking, also termed socio-ecological resilience, may be effective in achieving a deeper understanding the practices of the nature conservation (Fazey 2010; Krasny et al. 2010). It is worth mentioning that resilient thinking is claimed to be integrated to optimization for conservation as efficient and effective conservation strategy (Fischer et al. 2009). In this context, resilience thinking can be understood as a particular approach that assists understanding, analysis, and practice of environmental stewardship in complex social and ecological systems (Fazey 2010). It recognizes the interdependence of social and biophysical systems and encourages anticipation of undesired surprises or thresholds, but one drawback is that it can appear vague to policymakers and the general public. On the other hand, optimization for conservation can provide specific answers to a well-defined problem and fits well with how business and government operate, but it can sound absolute to policymakers and the general public (Fischer et al. 2009). Thus, these two concepts are complementary and, together, can be successful in promoting cost-effective and enduring conservation outcomes. In this study, data obtained from a survey aimed at identifying well-defined outcomes were

*Corresponding author. Email: mrotoly@gmail.com

ANEXO R - Artigo publicado: Educação Ambiental em Ação.



Trabalhos Enviados
07/09/2013

SISTEMA SÓCIO-ECOLÓGICO, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Diante da questão ambiental atual, é necessário que a sociedade incorpore raciocínios de sustentabilidade ambiental e pratique ações conservacionistas.

SISTEMA SÓCIO-ECOLÓGICO, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

MSc. Mirlaine Rotoly de Freitas, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, e-mail: mrotoly@gmail.com
MSc. Stella Vilas Boas Gonçalves Matias, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, e-mail: stellavbg@yahoo.com.br
Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, (35) 3829 – 1432, e-mail:rlgrisi@dcf.ufla.br
Prof. Dr. Nelson Venturin, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG.

RESUMO – Diante da questão ambiental atual, é necessário que a sociedade incorpore raciocínios de sustentabilidade ambiental e pratique ações conservacionistas. Para que as ações conservacionistas se concretizem, é necessário que as pessoas tenham conhecimento científico referente ao ambiente e que se sensibilizem percebendo a problemática ambiental. Para dar suporte à construção dos conteúdos ambientais, existe a educação ambiental, que pode ser formal ou informal. As atividades de ensino representam o momento da construção dos conteúdos ambientais e raciocínios conservacionistas que possam embasar ações conservacionistas. As atividades de ensino devem se atualizar às tendências da discussão ambiental, que remetem à preocupação sobre a adaptação dos indivíduos quanto às mudanças ocorridas no sistema sócio-ecológico e estudos de resiliência. O educador/pesquisador ambiental deve ser capaz de ajustar as atividades de ensino a duas variáveis: o tempo e o espaço. O objetivo deste artigo é, por meio de uma revisão de literatura, traçar as principais tendências relacionadas à pesquisa de conservação e educação ambientais e apresentar, como proposta de aplicação, um roteiro metodológico de uma atividade de ensino de educação ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A conservação da natureza é pressuposto para a manutenção da qualidade de vida no planeta. Diante da necessidade de sobrevivência e da ciência da escassez dos recursos ambientais, o ser humano deve agir guiado por raciocínios sustentáveis. Padrões de pensamento, consumo e hábitos incoerentes devem ser substituídos por raciocínios e ações conservacionistas, independentemente do nível sócio-econômico e intelectual. Está provado que, para que as ações conservacionistas se concretizem, é necessário que as pessoas tenham conhecimento científico referente ao ambiente e se sensibilizem percebendo a problemática ambiental (FREITAS et al, 2010).

ANEXO S - Artigo publicado: Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology.

Bull Environ Contam Toxicol (2014) 92:143–147
DOI 10.1007/s00128-013-1184-3

Three-Parameter Modeling of the Soil Sorption of Acetanilide and Triazine Herbicide Derivatives

Mirlaine R. Freitas · Stella V. B. G. Matias · Renato L. G. Macedo · Matheus P. Freitas · Nelson Venturin

Received: 18 July 2013 / Accepted: 18 December 2013 / Published online: 28 December 2013
© Springer Science+Business Media New York 2013

Abstract Herbicides have widely variable toxicity and many of them are persistent soil contaminants. Acetanilide and triazine family of herbicides have widespread use, but increasing interest for the development of new herbicides has been rising to increase their effectiveness and to diminish environmental hazard. The environmental risk of new herbicides can be accessed by estimating their soil sorption ($\log K_{oc}$), which is usually correlated to the octanol/water partition coefficient ($\log K_{ow}$). However, earlier findings have shown that this correlation is not valid for some acetanilide and triazine herbicides. Thus, easily accessible quantitative structure–property relationship models are required to predict $\log K_{oc}$ of analogues of these compounds. Octanol/water partition coefficient, molecular weight and volume were calculated and then regressed against $\log K_{oc}$ for two series of acetanilide and triazine herbicides using multiple linear regression, resulting in predictive and validated models.

Keywords Environmental risk · Herbicides · QSPR modeling · Soil sorption

Persistent organic pollutants (POPs) are chemicals that persist for very long periods of time in the environment and consequently may accumulate to a high level in the food

chain, causing toxic effects like problems in reproduction, development and immunological functions (Corsonlini et al. 2005; Domingo 2004; Giesy et al. 1994; Kavlock et al. 1996; Kelce et al. 1995; Ratcliffe 1967, 1970). POPs are often delivered in water and soil, while herbicides (a specific type of POP) are an important source of contaminants in soil. For example, the triazine herbicide Atrazine was banned in the European Union in 2004 because of its persistent groundwater contamination (Ackerman 2007). The soil/water partition coefficient normalized to organic carbon (K_{oc}) is an important property for accessing fate and persistence of POPs. Therefore, it is usually correlated to K_{ow} , the octanol/water partition coefficient, which can be experimentally determined or estimated using calculation models based on libraries of compounds. Indeed, a variety of compounds has been analyzed by comparing $\log K_{oc}$ with $\log K_{ow}$, but also with other parameters (Schüürmann et al. 2006). However, some models based on K_{ow} fail in describing the soil sorption of some classes of herbicides, like acetanilides and triazines (Fig. 1). According to Sabljic et al. (1995), the linear regression between $\log K_{ow}$ and $\log K_{oc}$ gave very poor correlations, with $r^2 \leq 0.5$, while the corresponding values for other classes of herbicides were stronger (e.g. phosphates, alcohols, anilines and phenols).

In quantitative structure–property relationship (QSPR), molecular properties are used to correlate chemical structures with the corresponding physical, chemical and/or biological properties, including soil sorption. In this case, the property is assumed to be dependent on the molecular structure and atomic composition. Some three-dimensional QSPR methods have been developed to generate descriptors that correlate with molecular properties, like CoMFA (Cramer et al. 1988) and CoMSIA (Klebe et al. 1994). However, Estrada et al. (2001), and Brown and Martin

M. R. Freitas (✉) · S. V. B. G. Matias · R. L. G. Macedo · N. Venturin
Department of Forest Sciences, Federal University of Lavras,
Lavras, MG 37200-000, Brazil
e-mail: mrotoly@gmail.com

M. P. Freitas
Department of Chemistry, Federal University of Lavras,
Lavras, MG 37200-000, Brazil

ANEXO T - Artigo publicado: Revista Agrogeoambiental.

Revista Agrogeoambiental - v. 6, n. 2 - Agosto 2014



Análise da percepção e complexidade ambiental de profissionais de um Curso de Ecoturismo

Vanessa Andretta¹
Mirlaine Rotoly de Freitas²
Renato Luiz Grisi Macedo³
Eric Batista Ferreira⁴
Nelson Venturini⁵

Resumo

Estudar a relação entre homem e natureza, bem como propor soluções que conduzam à conscientização ambiental, é um desafio para os pesquisadores. Por meio do ecoturismo, pode-se estimular a conscientização ambiental. Identificar e analisar a percepção ambiental dos profissionais envolvidos com o ecoturismo permite compreender a relação com a natureza desses possíveis multiplicadores da conscientização ambiental. O presente trabalho descreve um estudo sobre a teoria da complexidade ambiental e a percepção ambiental de uma série de profissionais que cursaram Pós-Graduação *Lato Sensu* à distância em Ecoturismo da Universidade Federal de Lavras, entre os anos de 2004 e 2007. Diagnosticou-se que os indivíduos analisados são capazes de perceber e apontar diversos problemas ambientais, mas pouco se responsabilizam por eles e, tampouco, envolvem-se em ações conservacionistas. Nesse contexto, um esquema de raciocínio é proposto, de tal forma que a percepção ambiental seja associada à teoria da complexidade ambiental, com o intuito de melhorar concepções e motivar ações conservacionistas nas atividades cotidianas desses profissionais. Certamente, aproximação similar pode ser estendida a outros grupos de indivíduos.

Palavras-chave: Conservação ambiental. Percepção ambiental. Complexidade ambiental. Ecoturismo.

1 Introdução

Neste início de século, inúmeros impactos ambientais negativos têm abalado a relação do homem com a natureza. A tomada de consciência da sociedade sobre a sua responsabilidade quanto aos danos ambientais tem sido gradual, mas ainda incipiente. É necessário agir para mitigar os efeitos danosos das interferências humanas no ambiente e investir em raciocínios que gerem ações conservacionistas.

A pesquisa de percepção ambiental é uma ferramenta que ultimamente é utilizada por pesquisadores, gestores e organizações para identificar e compreender os laços entre homem e natureza (DEL RIO, 1999), bem como compreender o grau de conscientização do mesmo quanto à problemática ambiental (MACEDO, 2005).

Alguns estudos de percepção ambiental estão sendo feitos no sentido de capturar a realidade segundo a perspectiva do objeto de estudo, como os trabalhos de Luchiani (1997), Machado (1999) e Ferrara (1999), ou mesmo para identificar a percepção ambiental de espaços específicos, como

¹Mestre em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, 37200-000, Lavras (MG). vanessa.ar@gmail.com

²Doutorando em Ciências Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, 37200-000, Lavras (MG). mrotoly@gmail.com

³Docente, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, 37200-000, Lavras (MG). rgrisi@dcf.ufla.br

⁴Docente, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Alfenas, 37130-000, Alfenas (MG). enochferreira@uem.com

⁵Docente, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, 37200-000, Lavras (MG). venturini@dcf.ufla.br



ANEXO U - Artigo aceito: The Journal of Agricultural Education and Extension.

{RAEE}Articles/RAEE913986/RAEE_A_913986_O.3d 28th April 2014 15:6:51

Journal of Agricultural Education and Extension
Vol. 00, No. 00, 1–10, Month 2014



Environmental Perception as a Diagnostic Probe of Environmental Complexity Levels

MIRLAINE R. FREITAS^{*}, RENATO L. G. MACEDO^{*},
MATHEUS P. FREITAS[†], CLEITON A. NUNES[‡] and NELSON VENTURIN^{*}

^{*}Department of Forest Sciences, Federal University of Lavras, P.O. Box 3037, Lavras, MG 37200-000, Brazil,

[†]Department of Chemistry, Federal University of Lavras, P.O. Box 3037, Lavras, MG 37200-000, Brazil,

[‡]Department of Food Science, Federal University of Lavras, P.O. Box 3037, Lavras, MG 37200-000, Brazil

ABSTRACT Purpose: Educational methods to diagnose and improve the level of environmental conception are required. The present work reports a methodology based on studies about the environmental perception of a university public, divided into general students and those related to the forest sciences, who are involved with disciplines and researches related to e.g. environmental management.

Design/Methodology/Approach: The environmental perception obtained from the graphical representation of environment and the most relevant actions indicated by the students to achieve the environmental conservation, divided in four levels of complexity, were correlated using principal component analysis.

Findings: The students from both groups having the highest scores in environmental perception prioritize actions related to the comprehension and responsibility levels, while the ideal scenario would be to indicate actions related to competence and citizenship. Thus, the complex concept about environment of the students is still incipient and, therefore, educational strategies can be traced based on the profiles obtained.

Practical Implications: The method for environmental perception can be designed for different populations and a scheme relating environmental perception with four levels of actions on behalf of the environmental conservation is proposed to diagnose environmental conceptions, as well as to guide educational strategies about socio-ecological system.

Originality/Value: A semi-quantitative method was developed to estimate, clearly and directly, the level of complexity about the environmental knowledge of university students and, consequently, to predict the actions on behalf of the environmental conservation that they would probably perform.

KEY WORDS: Resilience thinking, Socio-ecological system, Environmental perception, Complexity, University students, Principal component analysis

ANEXO V - Livro, editado em 2011.

