



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DOUGLAS JOSÉ DA SILVA RIBEIRO

ECOLOGIA DE ESTRADAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM DIÁLOGO POSSÍVEL?

CURITIBA

2020

DOUGLAS JOSÉ DA SILVA RIBEIRO

ECOLOGIA DE ESTRADAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM DIÁLOGO POSSÍVEL?

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Carina Catiana Foppa

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.  
Biblioteca de Ciências Biológicas.  
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Ribeiro, Douglas José da Silva.

Ecologia de estradas e educação ambiental: um diálogo possível? /  
Douglas José da Silva Ribeiro. – Curitiba, 2020.  
128 f. : il.

Orientadora: Carina Catiana Foppa.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de  
Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em  
Rede Nacional.

1. Biologia (Estudo e ensino). 2. Rodovias – Impactos ambientais. 3.  
Estradas. 4. Métodos de ensino. I. Título. II. Foppa, Carina Catiana. III.  
Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

CDD (20. ed.) 625.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE  
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010172P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **DOUGLAS JOSÉ DA SILVA RIBEIRO** intitulada: **ECOLOGIA DE ESTRADAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM DIÁLOGO POSSÍVEL?**, sob orientação da Profa. Dra. **CARINA CATIANA FOPPA**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

28/10/2020 14:58:52.0

CARINA CATIANA FOPPA

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

01/11/2020 13:50:55.0

SIDNEI DA SILVA DORNELLES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE)

Assinatura Eletrônica

28/10/2020 15:21:20.0

YANINA MICAELA SAMMARCO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Coronel Francisco Herculito dos Santos, 100 - Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil  
CEP 81531-960 - Tel: (41) 3361-1674 - E-mail: profbio@procoordenacao@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.  
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 58028

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.propp.ufpr.br/siga/ver/ante/autenticacao/assinaturas.jsp>  
e insira o código 09028**



## Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal do Paraná
Mestrando: Douglas José da Silva Ribeiro
Título do TCM: Ecologia de Estradas e Educação Ambiental: Um diálogo possível?
Data da defesa: 26/10/2020
<p>Nasci em Guaraniaçu, uma cidade situada no Oeste do estado do Paraná. Parte da minha infância e toda a adolescência vivi em Nova Laranjeiras, cidade vizinha, nessa cidade concluí meu ensino médio na rede pública de ensino.</p> <p>Logo após o término do ensino médio, eu e minha família nos mudamos para o estado de Santa Catarina, onde fiz minha graduação, pós-graduação e resido até hoje.</p> <p>Estudar em uma universidade pública sempre foi um dos meus sonhos, porém, por algumas circunstâncias, ainda não tinha conseguido realizá-lo. Em 2018, fiquei sabendo da existência do PROFBIO através de um amigo, fiz minha inscrição e fui aprovado, finalmente o sonho começa a se concretizar.</p> <p>A UFPR está localizada a aproximadamente 180 km de onde moro, acordar às 4 horas da manhã e pegar a estrada não era uma tarefa fácil nas segundas-feiras, mas sabia que todo o esforço e dedicação seriam recompensados e com o passar do tempo, se tornou uma rotina gratificante.</p> <p>O PROFBIO me proporcionou aprender muita coisa, mudou minha forma de ver a educação e a escola pública, além disso, me ofereceu a oportunidade de refletir sobre a minha prática pedagógica e trouxe novas estratégias de ensino às minhas aulas.</p> <p>Os professores do PROFBIO certamente reestruturaram os conteúdos que estávamos habituados a trabalhar com nossos estudantes, da mesma forma, apresentaram novas ferramentas e estratégias de ensino que enriqueceram nossa formação docente.</p> <p>Hoje posso dizer que evolui muito como professor, dessa forma, busco tornar os processos de ensino e aprendizagem significativos, propiciando assim o protagonismo dos estudantes.</p>

## AGRADECIMENTOS

À professora Carina Catiana Foppa por aceitar ser minha orientadora e por todo o conhecimento compartilhado comigo, pelas observações, correções e sugestões que fez ao longo de todo esse caminho.

À minha noiva Patrícia, por me apoiar, compartilhar seus dias comigo e por estar ao meu lado em todas as situações, torcendo pela minha vitória e entendendo minha ausência em algumas ocasiões. Por ter me dado toda a ajuda para que o resto da minha vida funcionasse enquanto eu me dedicava ao mestrado nesses dois últimos anos.

À minha avó Maria Aparecida, por acreditar no meu potencial e por me incentivar a continuar estudando.

À minha mãe Cleide e minha irmã Línea, por se preocuparem comigo e por entenderem minha ausência nos últimos anos.

Ao meu pai Lineu de Moraes Ribeiro (em memória), por tudo que representa em minha vida, por ter sido meu pai e meu melhor amigo, por me ensinar a amar a vida e não desistir diante das dificuldades.

A Deus, pela força e conforto nos momentos de dificuldade, por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida.

Aos professores do PROFBIO/UFPR por todos os ensinamentos, pela preocupação com a escola pública e por nos mostrarem caminhos para melhorar nossas aulas.

Aos professores Ciro Alberto de Oliveira Ribeiro e Francisco Filipak Neto por todas as contribuições no acompanhamento deste trabalho.

Aos colegas de turma PROFBIO/2018, pelas trocas de conhecimento, parceria e apoio quando surgiram dificuldades, especialmente aos meus colegas de equipe e orientação de TCM durante estes dois anos: Amanda, Amélia, Joseane, José Anevan, Patrícia e Tathiana.

Ao meu amigo Iverson por ter me apresentado o PROFBIO e incentivado a topar esse desafio.

Aos alunos, professores e equipe administrativa da Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann que de alguma forma participaram e contribuíram com a minha jornada no mestrado.

À UFPR, por ser o palco onde pude realizar meu sonho de estudar em uma universidade pública.

Este Trabalho de Conclusão do Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Carina Catiana Foppa e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

## RESUMO

As rodovias desempenham um papel importante no desenvolvimento econômico de uma região, pois transportam matérias-primas e produtos, além da própria população que as utilizam para realizar diferentes tarefas no dia a dia. Por outro lado, as rodovias também estão relacionadas a aspectos negativos, causando diversos impactos socioambientais como os acidentes de trânsito, atropelamento de animais silvestres, fragmentação de ecossistemas, entre outros. A Ecologia de Estradas é uma disciplina que surgiu com o intuito de discutir sobre os impactos socioambientais causados pelas rodovias e de buscar soluções para esses impactos. Por ser uma disciplina relativamente nova, a Ecologia de Estradas ainda é pouco conhecida no contexto escolar. O presente trabalho teve como finalidade relacionar a Ecologia de Estradas, Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa nos processos de ensino-aprendizagem do Ensino de Biologia. Para isso buscou-se fazer uma revisão de literatura sobre Ecologia de Estradas e também, através de uma sequência didática, valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes de uma turma de 3º ano do ensino médio acerca dos impactos socioambientais causados pela duplicação da rodovia BR-280, localizada na região Norte do estado de Santa Catarina. Na revisão de literatura foram identificados 26 artigos publicados entre os anos de 2010 e 2019, com a maioria das publicações realizadas entre 2014 e 2017, principalmente na região Sudeste do país. Os conteúdos dos artigos foram separados em três temáticas distintas: atropelamentos da fauna silvestre, fragmentação de habitats e medidas de mitigação. Foi observado que poucos estudos faziam correlações entre a Ecologia de Estradas, a Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa. Com relação a sequência didática aplicada em sala de aula, foram desenvolvidas diversas atividades relacionadas a Ecologia de Estradas, os diálogos e textos produzidos pelos estudantes evidenciaram que o envolvimento e o interesse pelas aulas aumentou e o conhecimento foi consolidado. Com base nos resultados obtidos foi desenvolvido um roteiro com sugestões de atividades que possam ser utilizadas por outros professores de biologia para inserir a temática de Ecologia de Estradas em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Rodovias. Impactos socioambientais. Educar pela Pesquisa.



## **ABSTRACT**

Highways play an important role in the economic development of a region, as they transport raw materials and products, in addition to the population itself, which uses them to perform different tasks on a daily basis. On the other hand, highways are also related to negative aspects, causing several socio-environmental impacts such as traffic accidents, wild animals being run over, fragmentation of ecosystems, among others. Road Ecology is a discipline that emerged in order to discuss the socio-environmental impacts caused by highways and to seek solutions to these impacts. As a relatively new discipline, Road Ecology is still little known in the school context. The present work aimed to relate the Ecology of Roads, Environmental Education and Educating through Research in the teaching-learning processes of Biology Teaching. To this end, a review of the literature on Road Ecology was carried out and also, through a didactic sequence, value previous knowledge of students from a 3rd year high school class about the socio-environmental impacts caused by the duplication of the BR- 280, located in the northern region of the state of Santa Catarina. In the literature review, 26 articles published between 2010 and 2019 were identified, with the majority of publications made between 2014 and 2017, mainly in the Southeast region of the country. The contents of the articles were separated into three distinct themes: wild fauna being run over, habitat fragmentation and mitigation measures. It was observed that few studies made correlations between Road Ecology, Environmental Education and Educating through Research. Regarding to the didactic sequence applied in the classroom, several activities related to Road Ecology were developed, the dialogues and texts produced by the students showed that the involvement and interest in the classes increased and the knowledge was consolidated. Based on the results obtained, a script was developed with suggestions for activities that can be used by other biology teachers to insert a theme of Road Ecology in the classroom.

Keywords: Biology Teaching. Highways. Social and Environmental Impacts. Educating through Research.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1 - Publicações ocorridas entre os anos de 2010 e 2019 no Portal de Periódicos CAPES.....	29
--	----

### CAPÍTULO 2

Figura 1 - Região afetada pela duplicação da rodovia BR-280.....	52
Figura 2 - Cadernos utilizados como diário de campo. ....	59
Figura 3 - Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes.....	60
Figura 4 - Imagens utilizadas na dinâmica. ....	60
Figura 5 - Post-its utilizados na elaboração do cartaz. ....	61
Figura 6 - Vídeo de apresentação da Ecologia de Estradas ....	62
Figura 7 - Estudantes participando da dinâmica da "rotação por estações" ....	63
Figura 8 - Simulação de uma audiência pública.....	64
Figura 9 - Tabela utilizada para análise dos textos.....	65
Figura 10 - Nuvem de palavras disponibilizada pelo programa NVivo.....	70
Figura 11 - Árvore de palavras disponibilizada pelo programa NVivo. ....	71
Figura 12 - Análise de cluster disponibilizada pelo programa NVivo. ....	71
Figura 13 - Página desenvolvida pelos estudantes.....	78
Figura 14 - Página desenvolvida pelos estudantes.....	78
Figura 15 - Página desenvolvida pelos estudantes.....	79
Figura 16 - Jornal desenvolvido pelos estudantes.....	79
Figura 17 - Algumas possibilidades de conexões entre a Ecologia de Estradas, a Educação Ambiental e o ensino de biologia.....	80
Figura 18 - Cartaz elaborado pelos estudantes.....	81
Figura 19 - Cartaz elaborado pelos estudantes.....	82
Figura 20 - Enquete elaborada por uma das equipes.....	83
Figura 21 - Enquete elaborada por uma das equipes.....	83

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Objetivos e perguntas de pesquisa.....	26
Tabela 2 - Materiais encontrados conforme cada combinação feita. ....	28
Tabela 3 - Número de publicações por periódico.....	29
Tabela 4 - Agrupamentos dos artigos em temáticas.....	33

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Termos mais utilizados pelos estudantes.....	70
---	----

## LISTA DE QUADROS

### **CAPÍTULO 1**

Quadro 1 - Número de publicações por universidade. ....	30
Quadro 2 - Relações entre os objetivos da pesquisa, a região do estudo e as rodovias envolvidas. ....	32

### **CAPÍTULO 2**

Quadro 1 - Sequência das atividades desenvolvidas. ....	56
Quadro 2 - Categorias de análise de conteúdo produzido pelos estudantes. ....	72

## **LISTA DE SIGLAS**

CBEE – Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas

UFLA – Universidade Federal de Lavras

EA – Educação Ambiental

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

UA – Unidades de Aprendizagem

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

PGSA – Programa de Gestão e Supervisão Ambiental

PBA – Plano Básico Ambiental

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

RIMA – Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

PPP – Projeto Político Pedagógico

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

ONG – Organização Não Governamental

PRF – Polícia Rodoviária Federal

EJA – Educação de Jovens e Adultos

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - Percentual

Nº - Número

P – Professor

E1 – Estudante 1

E2 – Estudante 2

E3 – Estudante 3

E4 – Estudante 4

E5 – Estudante 5

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

SC – Santa Catarina

MG – Minas Gerais

MS – Mato Grosso do Sul

SP – São Paulo

RS – Rio Grande do Sul

DF – Distrito Federal

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b> .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	16
2. OBJETIVO GERAL .....	19
2.1. Objetivos específicos .....	19
3. Estrutura da dissertação .....	19
REFERÊNCIAS .....	20
<b>Capítulo 1 – Possíveis interfaces entre Ecologia de Estradas, Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa</b> .....	22
1. Introdução .....	23
2. Metodologia .....	25
3. Resultados e discussões .....	27
3.1. Descrição da literatura revisada .....	27
3.1.1. Atropelamentos da fauna silvestre .....	33
3.1.2. Fragmentação de habitats .....	35
3.1.3. Medidas mitigadoras .....	38
3.2. Conexões entre a Ecologia de Estradas e a Educação Ambiental .....	40
3.3. Conexões entre a Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa .....	42
4. Considerações finais .....	43
REFERÊNCIAS .....	45
<b>Capítulo 2 – Vivenciando a temática Ecologia de Estradas e suas conexões com a Educação Ambiental em uma turma do ensino médio</b> .....	51
1. Introdução .....	52
2. Metodologia .....	54
2.1. Registro dos dados .....	57
2.2. Sistematização .....	58
2.3. O processo educativo .....	58
2.3.1. Apresentação da pesquisa .....	59
2.3.2. Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes .....	59
2.3.3. Análise de EIA/RIMA .....	61
2.3.4. Apresentando a Ecologia de Estradas .....	62
2.3.5. Dinâmica da rotação por estações .....	62
2.3.6. Simulando uma audiência pública .....	63
2.3.7. Elaboração de texto .....	64



2.3.7.1. Análise das redações.....	65
2.3.7.2. Reelaboração de texto.....	66
2.3.8. Divulgação do processo de aprendizagem.....	66
2.3.9. Autoavaliação .....	66
2.4. Processo de observação das aulas.....	66
3. Resultados e discussões .....	67
3.1. O envolvimento nas aulas.....	67
3.2. Análise dos textos e dos diálogos dos estudantes.....	69
3.3. Análise dos materiais de divulgação produzidos pelos estudantes.....	77
3.4. Ecologia de Estradas, Educação Ambiental e o ensino de biologia: diálogos possíveis .....	80
4. Considerações finais .....	84
REFERÊNCIAS .....	86
<b>POSFÁCIO</b> .....	90
Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	91
Anexo 2 – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....	94
Apêndice 1 – Lista dos artigos analisados na revisão de literatura do capítulo 1 .....	97
<b>Apêndice 2 – Sugestões de atividades a serem desenvolvidas pelos professores de biologia</b> .....	100
BIBLIOGRAFIA GERAL.....	120

## PREFÁCIO

Meu interesse pela Ecologia de Estradas surgiu em 2012, quando ainda estava na graduação. Desde aquela época era comum observar animais silvestres atropelados na rodovia BR-280 e algumas ruas de Guaramirim e Jaraguá do Sul, no Estado de Santa Catarina, por onde eu passava diariamente para ir ao trabalho ou à faculdade.

Essas observações diárias levaram à elaboração de um projeto que seria o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do bacharelado em Ciências Biológicas. No referido projeto busquei fazer o levantamento dos animais silvestres atropelados em trechos da BR-280 e da SC-413, Norte de Santa Catarina. Em sete meses de pesquisa foram encontrados 144 animais, incluindo espécies consideradas vulneráveis em alguns estados brasileiros, como a lontra (*Lontra longicaudis*) e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*).

Nesse mesmo período também já existia a preocupação com outros possíveis impactos que logo iriam acontecer na região, pois uma enorme obra rodoviária estava prestes a sair do papel, a duplicação da BR-280.

Alguns anos se passaram, as obras iniciaram e atualmente a duplicação da rodovia ainda está longe de ser concluída, porém, é sabido que uma obra desse porte irá trazer diversos tipos de impactos para a região. Mesmo que esses impactos não possam ser analisados separadamente, pois estão intimamente ligados, pode-se pensar em impactos positivos, principalmente relacionados à questão econômica e turística, já que a duplicação irá facilitar o fluxo de pessoas e mercadorias, e também impactos negativos, referindo-se às questões ambientais, como é o caso do atropelamento da fauna silvestre, e sociais, no tocante a desapropriação de terras, principalmente dos povos indígenas que vivem na região.

Em 2018, ao entrar no PROFBIO, surgiram muitas ideias de projetos, Citologia, Anatomia, Evolução, Genética, haviam tantas possibilidades para serem estudadas e desenvolvidas. Contudo, eu ainda sentia que poderia contribuir mais com a Ecologia de Estradas, poderia envolver mais pessoas nesse processo, sensibilizar os estudantes, divulgar essa problemática.

Não posso afirmar que dei continuidade ao projeto realizado na graduação, afinal, os objetivos eram outros, a realidade era outra e o curso era outro. Nesse novo contexto foi necessário buscar algo que pudesse ser colocado em prática na sala de aula, envolvendo os estudantes com a problemática socioambiental em questão.

Quanto ao desenvolvimento do projeto em sala de aula, escolhi uma turma do 3º ano do ensino médio noturno para desenvolver as atividades, a escolha por essa turma se deu por três motivos: eu era professor-regente da turma, já os conhecia desde o 1º ano do ensino

médio e o conteúdo previsto na grade curricular do 3º ano era mais facilmente atrelado aos pressupostos da Ecologia de Estradas.

A Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa surgiram como aportes teórico-metodológicos que faltavam e, dessa forma, transformaram a sala de aula em um espaço onde os estudantes puderam ser protagonistas de todo o processo de aprendizagem, deixando de ser apenas meros espectadores. Assim, a temática Ecologia de Estradas foi trabalhada de modo a sensibilizar os estudantes em face ao contexto que envolve a duplicação da rodovia, deste modo, foi possível planejar e participar de um processo de Educação Ambiental que buscou contribuir para a formação de estudantes e cidadãos críticos, capazes de atuar como agentes transformadores da sua própria realidade socioambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

As rodovias são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, visto que são importantes vias de transporte de matéria-prima, escoamento da produção agrícola e industrial, além da iminente contribuição com o turismo, lazer e outras atividades antrópicas (BAGER *et al.*, 2016).

Por outro lado, as rodovias podem ocasionar diversos tipos de impactos socioambientais quando construídas sem o devido planejamento (LAUXEN, 2012). De acordo com Simonetti (2010) esses impactos devem ser analisados segundo o meio impactado podendo ser biótico, físico e socioeconômico. Os impactos no meio biótico estão relacionados à fauna e a flora, principalmente ao aumento de atropelamentos de animais silvestres e a redução de habitats. Já os impactos no meio físico, normalmente, ocorrem desde o início das obras, como é o caso do aumento de processos erosivos e do assoreamento de cursos d'água. Os impactos sobre o meio socioeconômico são aqueles que afetam a qualidade de vida das populações locais, como por exemplo, o aumento no fluxo de veículos, acidentes de trânsito ou da relação que grupos possuem com os sistemas naturais.

Há também um outro impacto “silencioso” causado pelas rodovias, ocorre que muitas espécies, ao evitarem se aproximar da rodovia, acabam ficando restringidas a apenas um lado da pista, dessa forma o fluxo gênico entre populações fica impedido e também outras dinâmicas, como a migração e a dispersão em busca de recursos, acaba sendo prejudicada (GODBOUET e OUELLET, 2008). Mesmo sendo difíceis de serem quantificados, esses impactos certamente acarretam em redução da viabilidade populacional a médio e a longo prazo (BAGER *et al.*, 2015).

A Ecologia de Estradas surgiu justamente em resposta aos impactos causados pelas rodovias (FORMAN, 2004). Essa disciplina apresenta como principal objetivo integrar questões ambientais, sociais e econômicas, buscando assim minimizar os impactos causados pelas obras rodoviárias sobre a biodiversidade (TREVISAN *et al.*, 2016). Segundo Gordilho *et al.* (2017), outro objetivo da Ecologia de Estradas é incluir as rodovias às paisagens locais.

A rodovia BR-280 possui aproximadamente 634 quilômetros de extensão, sendo uma das principais vias de tráfego da região Sul do Brasil, ligando o Porto de São Francisco do Sul, situado no litoral Norte catarinense, com a chamada “Tri-Fronteira” entre Santa Catarina, Paraná e Argentina.

Essa rodovia atualmente passa por um processo de duplicação em alguns trechos, o que corresponde a 71,5 quilômetros entre as cidades de São Francisco do Sul e Jaraguá do Sul, região Norte do estado de Santa Catarina. De acordo com o Relatório de Impacto

Ambiental publicado pelo DNIT (2009), esse tipo de obra resulta em interações com o meio ambiente, as quais podem ocasionar diversas alterações na qualidade ambiental da área. Para minimizar os efeitos dessa obra na região afetada seriam desenvolvidos 15 programas ou subprogramas, de acordo com o mesmo relatório.

Quem trafega pela rodovia pode observar diversos tipos de impactos socioambientais: animais silvestres são comumente vistos atropelados no meio da pista ou em suas margens, fragmentos florestais são bastante comuns no entorno da rodovia, além de grandes áreas agrícolas, principalmente arrozeiras e bananais. Colisões entre veículos também são bastante frequentes. Segundo dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF), divulgados pelo jornal NSCTotal (2019), entre os anos de 2008 e 2018 foram contabilizadas 205 vítimas fatais decorrentes de acidentes de trânsito, contando apenas o trecho da rodovia que será duplicado (71,5 quilômetros).

Diante da problemática da duplicação da rodovia BR-280 e de todos os impactos socioambientais relacionados, buscou-se nesta pesquisa envolver os estudantes nessa temática nas aulas de biologia, de forma que se pudesse investigar e discutir os impactos socioambientais decorrentes da obra e as maneiras de minimizá-los a partir de estratégias dialógicas.

A temática Ecologia de Estradas ainda é pouco discutida no ambiente escolar. Entre os raros trabalhos encontrados na literatura, Viturino e Gracioli (2017) desenvolveram um jogo intitulado “Trilha da Vida Silvestre”, resultado do monitoramento de animais silvestres atropelados na rodovia MS-162, localizada no estado do Mato Grosso do Sul. Trevisan *et al.* (2016), utilizaram palestras e uma cartilha denominada “Dê passagem à vida” para trabalhar a temática com turmas do ensino fundamental de uma escola pública de Bauru/SP. A escassez de resultados na literatura demonstram a necessidade de trazer a Ecologia de Estradas para a sala de aula, não somente nas aulas de biologia ou ciências, mas, também, em projetos interdisciplinares que envolvam outras disciplinas e também a comunidade escolar.

Nessa linha de argumentação, os pressupostos da Educação Ambiental foram utilizados para inserção da Ecologia de Estradas em sala de aula. Oliveira e Latini (2012) destacam que as atividades de Educação Ambiental estão entre as principais medidas mitigadoras para os impactos causados pelas rodovias. Os autores também relatam que é imprescindível o desenvolvimento de metodologias que insiram as comunidades locais e as incentivem a se envolver com a conservação ambiental.

A discussão da Educação Ambiental no cotidiano escolar é essencial para a formação de cidadãos críticos, capazes de reconhecer os mecanismos sociais que lhes possam garantir

seus direitos e garantias em busca de melhorias no meio ambiente e, conseqüentemente, em sua qualidade de vida. Nesse sentido, é necessário que o meio ambiente possa se tornar temática de estudos, promovendo um aumento nos debates contemporâneos através de pesquisas e espaços de discussões solidários e democráticos (BUENO e ARRUDA, 2013).

Segundo Layrargues e Lima (2014), as práticas de Educação Ambiental podem ser classificadas em três macro-tendências político-pedagógicas. A macro-tendência *conservacionista* é aquela relacionada a conscientização “ecológica”, que busca estimular a sensibilidade humana para com a natureza. Já a macro-tendência *pragmática* abrange correntes relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável, ao estilo de produção e consumo, agindo como um mecanismo utilizado para consertar as imperfeições do modelo produtivo atual. Nesse trabalho buscou-se uma aproximação com a macro-tendência *crítica*, aquela que busca contextualizar e politizar o debate ambiental, problematizando as contradições dos modelos de desenvolvimento da sociedade.

Outros autores, como Massoni *et al.* (2019) também destacam a Educação Ambiental Crítica como uma vertente da Educação Ambiental que busca relacionar os processos ecológicos e sociais com a leitura de mundo e a forma de intervir na natureza. Os autores indicam que uma prática educativa crítica deve buscar a compreensão da realidade por parte de todos os sujeitos envolvidos, abrindo caminhos para a sua transformação. Nesse contexto, os participantes podem atuar em todas as etapas do processo, desde o planejamento até a aplicação e avaliação.

Como forma de tornar os estudantes protagonistas do processo de aprendizagem, foi utilizada a metodologia do Educar pela Pesquisa. Demo (1997) defende que essa metodologia estimula o estudante à curiosidade, ao buscar pelo desconhecido, a procurar respostas e ter iniciativa, a compreender e começar a elaborar seus próprios conceitos. Galiazzi e Moraes (2002) argumentam que o Educar pela Pesquisa transforma a sala de aula em espaço, modo e tempo de pesquisa. Güllich (2007) indica que essa metodologia mostra para professor e estudantes novas maneiras de pensar e repensar suas perguntas, reestruturar ideias, problemas, sínteses e conclusões.

Dessa forma, buscou-se interligar um problema socioambiental local, no caso a duplicação da rodovia BR-280, como uma proposta de Educação Ambiental que utilizasse o Educar pela pesquisa como suporte metodológico.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Promover um processo de Educação Ambiental com estudantes do ensino médio da Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann que contribua na formação de uma percepção crítica sobre Ecologia de Estradas.

### **2.1. Objetivos específicos**

Valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os impactos socioambientais causados pela duplicação da rodovia BR-280 no Norte de Santa Catarina.

Propor diretrizes de um processo de Educação Ambiental que articule a Ecologia de Estradas com o ensino de biologia.

Elaborar um roteiro didático orientado por metodologias dialógicas que possam ser utilizadas por outros professores para inserção da temática Ecologia de Estradas em sala de aula.

## **3. Estrutura da dissertação**

O presente trabalho foi organizado em dois capítulos estruturados em forma de artigo científico. O primeiro capítulo se refere à uma revisão de literatura que objetivou analisar o conteúdo das publicações relacionadas a temática Ecologia de Estradas no Portal de periódicos CAPES, bem como suas articulações com a Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa.

O segundo capítulo demonstra a aplicação de uma sequência didática desenvolvida nas aulas de biologia com uma turma do 3º ano do ensino médio noturno da Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, na qual foram utilizados os fundamentos metodológicos do Educar pela Pesquisa para constituir um processo de Educação Ambiental voltado à problemática da Ecologia de Estradas. Buscou-se assim, valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos impactos socioambientais relacionados à duplicação da rodovia BR-280.

Na parte final da dissertação, encontra-se um produto que representa o caminho metodológico adotado, a descrição e o link de acesso à um roteiro didático que foi desenvolvido para divulgar sugestões de atividades que possam ser utilizadas por outros professores em suas aulas.

## REFERÊNCIAS

- BAGER, A.; LUCAS, P.S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, 6 (1): 75-86, 2016.
- BUENO, R.L.; ARRUDA, R.A. Educação Ambiental. **Revista Eventos Pedagógicos**, v. 4, n. 2, p. 182-190, 2013.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) – Projeto de ampliação da capacidade rodoviária da BR-280/SC trecho São Francisco do Sul – Jaraguá do Sul**. 49p. 2009.
- FORMAN, R.T.T. Road ecology's promise: What's around the bend? **Environment**. v. 46, p. 8-21, 2004.
- GALIAZZI, M; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.
- GODBOUT, G; OUELLET, J. Habitat selection of American marten in a logged landscape at the southern fringe of the boreal forest. **Ecoscience**, 15 (3): 332-342, 2008.
- GORDILHO, H.J.S.; LIMA, Y.F.; CUSTÓDIO, V.P.S. Como reduzir os danos à biodiversidade decorrentes do atropelamento de animais selvagens nas estradas que cruzam a floresta atlântica brasileira? **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 3, n. 48, p. 225-242, 2017.
- GÜLLICH, R.I.C. Educar pela pesquisa: formação e processos de estudo e aprendizagem com pesquisa. **Revista Ciências Humanas**, v. 8, n. 10, p. 11-27, 2007.
- LAUXEN, M.S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. Porto Alegre. Monografia apresentada no departamento de Zoologia como pré-requisito para a conclusão do curso pós-graduação Lato Sensu, em Diversidade e conservação da fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 176p. 2012.
- LAYRARGUES, P.P.; LIMA, G.F.C. As macrotendências Político-Pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.
- MASSONI, P.C.M.; SILVA, A.C.S.; MANESCHY, D.M.; PEREIRA, C.S.; AMBIVERO, M.C.; LOPES, A.F. Educação Ambiental Crítica, da teoria à prática escolar: análise da experiência de um projeto no contexto de uma escola pública do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 86-102, 2019.
- OLIVEIRA, P. B.; LATINI, R. O. **Educação Ambiental: Uma abordagem para minimizar os atropelamentos da fauna silvestre**. (Trabalhos de Pesquisa e Iniciação Científica dos cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia - Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix). Acervo da Iniciação Científica. Belo Horizonte – MG. 2012. Não



publicado. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2016/08/R17.pdf>>  
Acesso em 05 de maio de 2020

SIMONETTI, H. **Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: Sistematização no processo de elaboração do EIA/RIMA.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TREVISAN, L.C.; CASTRO, T.F.N.; COSTA, C.G. Educar para conservar: estudo de caso sobre Ecologia de Estradas. **XII Congresso Nacional do Meio Ambiente.** Poços de Caldas, 2016.

VITURINO, M.J.P.; GRACIOLLI, S.R.P. Trilha da Vida Silvestre: um jogo a partir do monitoramento de animais em trecho da rodovia MS-162. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 22, n. 51, p. 269-288, 2017.

## **CAPÍTULO 1 – POSSÍVEIS INTERFACES ENTRE ECOLOGIA DE ESTRADAS, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O EDUCAR PELA PESQUISA**

**Resumo:** Este artigo apresenta os resultados de uma revisão da literatura feita sobre a temática de Ecologia de Estradas. Foi utilizado o Portal de Periódicos da CAPES para seleção e análise dos artigos. Da busca combinada dos descritores “ecologia de estradas”, “educação ambiental”, “educação”, “educar pela pesquisa”, “atropelamentos”, “pesquisa” e “rodovias” foram identificados 91 artigos, dos quais foram selecionados 26, publicados entre os anos de 2010 e 2019. A maior parte dos artigos foi publicada entre 2014 e 2017, representando 65,3% dos artigos selecionados. Percebeu-se grande diversidade nos periódicos utilizados para as publicações e também, na distribuição dos trabalhos por regiões do país, ainda que tenha predominado pesquisas na região sudeste. Os conteúdos dos artigos analisados foram divididos em três temáticas distintas: atropelamentos da fauna silvestre, fragmentação de habitats e medidas mitigadoras. A maioria dos trabalhos (42,3%) referiam-se a atropelamentos de animais silvestres. Foram encontrados apenas 4 trabalhos que indicavam correlações entre Ecologia de Estradas e Educação Ambiental. Não foram encontrados resultados sobre a utilização da proposta metodológica do Educar pela Pesquisa nas temáticas de Educação Ambiental. Essa pesquisa reforça a importância de estudos que articulem a Educação Ambiental e a Ecologia de Estradas e que possam inserir o Educar pela Pesquisa nas temáticas que envolvam a Educação Ambiental.

Palavras-chave: Rodovias. Mitigação. Socioambientalismo. Participação.

## 1. Introdução

As rodovias desempenham papel fundamental para o desenvolvimento econômico de uma região. Segundo Trevisan *et al.* (2016), no Brasil as rodovias transportam cerca de 85% da população e produtos, sendo o principal meio utilizado no transporte. Mesmo com toda a sua importância, o sistema rodoviário também está relacionado a perda da biodiversidade, devido ao aumento da mortalidade, à limitação de deslocamento de indivíduos entre populações, fragmentação de habitats, efeito de borda e aumento do acesso humano ao habitat (TROMBULAK e FRISSEL, 2000).

Conforme Santangelo (2003), os impactos ambientais causados por uma obra rodoviária devem ser analisados segundo o meio impactado, podendo ser biótico, físico e antrópico. Segundo a mesma autora, os impactos no meio biótico estão relacionados à fauna e a flora, destacando-se o desmatamento, a contaminação do solo, a redução de habitats e o atropelamento de animais silvestres. Já os impactos no meio físico são aqueles relacionados à emissão de gases e também aos ruídos, por fim, os impactos sobre o meio antrópico são aqueles que afetam as populações locais e os próprios operários das obras.

A Ecologia de Estradas surgiu em resposta aos diversos impactos ambientais causados pelas rodovias (FORMAN *et al.* 2003). Essa nova disciplina se tornou um segmento da Ecologia Aplicada e estuda as relações da implantação e manutenção das rodovias e seus impactos. Possivelmente, a Ecologia de Estradas é um dos segmentos da Ecologia com maior inserção no contexto social e econômico, sem precisar a eminente relação com a questão ambiental (BAGER, 2012).

No Brasil, o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), tornou-se referência em estudos desta área, atuando, segundo seu próprio site, em pesquisa, ensino e extensão relacionada à biodiversidade e infraestrutura viária.

Segundo Forman (2004), o enfoque na Ecologia de Estradas, integra contribuições das áreas de planejamento dos transportes, hidrologia, ecologia e outras ciências. No entanto, os modelos até agora desenvolvidos têm sofrido pela falta de perspectiva sobre o papel humano como resposta ao novo sistema viário e como um fator basilar para que ocorram mudanças ecológicas, institucionais e sociais (PERZ *et al.* 2008).

Diante dessa problemática, as atividades de Educação Ambiental (EA) surgem como estratégias importantes para a discussão e/ou resolução dos diversos problemas discutidos pela Ecologia de Estradas, visto que EA pode abordar a temática ambiental de modo interdisciplinar, proporcionando conhecimento e orientações para que cidadãos e

comunidades sejam capazes de agir na busca da solução de problemas ambientais (OLIVEIRA e LATINI, 2012).

É importante destacar alguns documentos que norteiam a EA no Brasil, entre eles os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que apontam a EA como um tema transversal essencial no ensino escolar brasileiro (BRASIL, 1997) e a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída em 1999 pela lei nº 9.795, sob a coordenação dos Ministérios do Meio Ambiente e da Educação (BRASIL, 1999).

Layrargues (2003) aponta alguns aspectos negativos da PNEA, principalmente o fato deste documento conter características que impõem uma visão naturalista da educação, esquecendo de alguns conceitos importantes como conflito, vulnerabilidade e justiça ambiental, que poderiam gerar uma maior reflexão nos processos de EA. Massoni *et al.* (2019) destaca que esta lei nacional poderia ser um grande avanço para a introdução de uma EA de forma eficaz nas escolas brasileiras, porém, ela acaba por dificultar a elaboração de processos pedagógicos críticos, reflexivos e envolvidos com a transformação social.

Conforme Rodrigues *et al.* (2013), apesar da difusão crescente da EA, principalmente no âmbito educacional, as ações de EA ainda parecem fragilizadas em sua prática pedagógica. No ambiente escolar as ações de EA muitas vezes são percebidas de forma superficial e fragmentada, aparecendo somente em projetos que não desenvolvem habilidades críticas e sistêmicas (PEREIRA, 2014).

A EA como tema transversal no currículo escolar deve ser entendida como uma temática que percorra todas as áreas do conhecimento, de forma atualizada e dinâmica, a busca da não-fragmentação do saber se deve ao fato de o conhecimento não se iniciar ou terminar com a alternância de disciplinas e/ou professores (GOMES, 2014).

O processo de EA é um momento importante de aprendizado e ressignificação de valores sociais que mediam as experiências ecológicas (SILVA et al., 2015). Segundo Silva e Calixto (2017), a EA incorpora a preocupação ambiental em seu contexto, trazendo oportunidades de pesquisas, debates e outras formas de estudo que não estão ligados somente às questões ambientais, mas podendo também estar relacionados à aspectos sociais, políticos e econômicos.

Para facilitar a ligação entre temáticas distintas, muitas vezes é necessária a utilização de Unidades de Aprendizagem (UA) que, segundo Galiazzi *et al.* (2004) são modos de planejar, elaborar, organizar e realizar as atividades, construídos através de diálogos na sala de aula.

Entre as Unidades de Aprendizagem conhecidas, a Educação pela Pesquisa é bastante utilizada. Segundo Demo (1997), a Educação pela Pesquisa estimula o aluno à curiosidade, ao buscar pelo desconhecido, a procurar respostas e ter iniciativa, a compreender e começar a elaborar seus próprios conceitos. Nessa perspectiva, é papel do professor transformar suas metodologias, reconstruir também os seus próprios conceitos e rever suas habilidades constantemente.

De acordo com Galiazzi e Moraes (2002), o Educar pela Pesquisa é uma proposta que consiste em reconstruir o conhecimento já existente, incluindo e enriquecendo com outros tipos de conhecimentos que os próprios alunos trazem e os novos conhecimentos que surgirem.

Fonseca Neto (2015) indica que o Educar pela Pesquisa tem como objetivo principal a formação de cidadãos mais críticos e autônomos, capazes de intervir na realidade com qualidade formal e política, conscientes de seu papel.

Nesse artigo foi realizada uma revisão de literatura, com três objetivos principais: (1) analisar a produção científica acerca da temática Ecologia de Estradas; (2) identificar as relações entre Ecologia de Estradas e Educação Ambiental; (3) verificar as contribuições do Educar pela pesquisa nos processos de Educação Ambiental, a fim de compor as bases teórico-metodológicas da pesquisa.

## **2. Metodologia**

Uma revisão de literatura é muito indicada para que o pesquisador possa se familiarizar com textos e com autores que vêm escrevendo sobre o tema pesquisado, sendo a base para a redação científica (FERENHOF e FERNANDES, 2016). Por isso, a revisão trata-se de um tipo de busca voltada à uma questão bem definida, que visa identificar, selecionar, qualificar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis (GALVÃO e PEREIRA, 2014).

Nessa pesquisa foi realizada uma revisão de literatura seguindo um processo de quatro etapas, adaptadas de Barreto (2017), sendo elas: (1) definição das perguntas de pesquisa; (2) definição do protocolo de pesquisa (bases de dados e termos de busca); (3) seleção de artigos com base em critérios pré-estabelecidos; (4) análise e síntese na literatura restante.

Na primeira etapa, a partir da definição dos objetivos e perguntas de pesquisa (Tabela 1), foram realizadas as buscas na base de dados. Segundo Mello (2013), as bases de dados são consideradas um sistema de recuperação de informação que apresentam como função armazenar e disseminar a informação através de um conjunto de documentos e dados por

meio de computadores. Segundo a autora, através desse sistema se torna mais fácil e rápido obter dados atualizados e utilizá-los para obtenção de respostas, garantindo flexibilidade na utilização de recursos avançados, proporcionando melhores resultados.

Nessa pesquisa foi utilizada a base de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Segundo Mello (2013), esse portal é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa a produção científica internacional, contendo mais 30 mil títulos com textos completos em seu acervo, além de bases referenciais, livros, enciclopédias, arquivos audiovisuais, entre outros.

TABELA 1 - OBJETIVOS E PERGUNTAS DE PESQUISA.

<b>Objetivos</b>	<b>Questões norteadoras</b>
Analisar o conteúdo das publicações relacionadas a temática Ecologia de Estradas.	O número de publicações mudou ao longo do tempo? Em quais revistas os artigos são publicados?
Identificar de que maneira a Ecologia de Estradas e a Educação Ambiental estão interligadas na literatura.	Quais são as principais características dessas publicações?
Analisar as contribuições do Educar pela pesquisa nos processos de Educação Ambiental.	Quais subsídios o Educar pela pesquisa fornece para que se obtenha êxito nas temáticas de Educação Ambiental?

FONTE: Barreto (2017)

Na segunda etapa foram definidos os termos de busca que permearam a análise da literatura. O Portal de Periódicos da CAPES oferece acesso livre, onde não é necessário realizar nenhum tipo de cadastro ou *login*, e o acesso Café (restrito), onde fazem parte as universidades associadas, fornecendo-lhes mais opções de busca e uma melhor seleção dos dados de pesquisa. Objetivando a obtenção de dados mais precisos, optou-se por utilizar o acesso restrito, com *e-mail* e senha fornecidos pela universidade.

Ainda no Portal, existem quatro formas de iniciar uma pesquisa, sendo elas: buscar assunto, buscar periódico, buscar livro e buscar base, para esse estudo optou-se por “buscar assunto”. Na sequência o portal oferece duas opções de procura: busca simples, onde coloca-se apenas um tema ou palavra-chave, e busca avançada, onde é possível colocar até dois temas ou palavras-chave, analisando as combinações entre elas. Todas as oito (8) buscas realizadas foram feitas de forma avançada. As combinações de buscas foram as seguintes: “ecologia de estradas”; “ecologia de estradas” e “educação ambiental”; “ecologia de estradas” e “educação”; “ecologia de estradas” e “educar pela pesquisa”; “educação ambiental” e “atropelamentos”; “ecologia de estradas” e “pesquisa”; “educação ambiental” e “rodovias”; “educação ambiental” e “educar pela pesquisa”.

O portal também oferece a possibilidade de escolher o tipo de material a ser procurado: artigos, livros, imagens ou audiovisual, com a opção de escolher todos os itens juntos, sendo essa a escolha para a pesquisa. Além disso é possível selecionar a periodicidade do tema a qual se quer buscar, nesta pesquisa optou-se por não estabelecer um período de busca.

Na terceira etapa da pesquisa foram selecionados apenas os artigos que foram revisados por pares, garantindo assim maior qualidade na interpretação dos dados.

Na última etapa a literatura restante foi submetida a alguns critérios de inclusão, todos os artigos foram lidos na íntegra e dessa forma optou-se por aqueles que apresentavam ações/debates relacionados às temáticas de Ecologia de Estradas, Educação Ambiental, Educar pela Pesquisa e/ou ensino de biologia. Trabalhos de outra natureza, mesmo que abrangessem as palavras-chave pesquisadas, foram excluídos por se referirem a outros contextos, como nos casos de trabalhos relacionados à gestão de resíduos sólidos, sustentabilidade empresarial, segurança ambiental, levantamentos fitogeográficos, entre outros.

Destarte, a literatura remanescente, que cumpria com os requisitos buscados, foi analisada novamente com o intuito de se obter as seguintes informações: temporalidade das publicações, periódicos onde foram publicadas, instituições a qual pertenciam os autores e coautores, estado ou país das instituições as quais os autores e coautores pertenciam, área de estudo, palavras-chave utilizadas nas respectivas pesquisas, temáticas estudadas e identificações de integração entre as áreas de estudo.

### **3. Resultados e discussões**

#### **3.1. Descrição da literatura revisada**

Das oito buscas que foram feitas, obtiveram-se 108 resultados, todos na forma de artigo, 91 deles eram revisados por pares, sendo então selecionados para análise. Feita a análise preliminar dos materiais, 32 artigos cumpriam com os requisitos buscados, porém, 6 deles apareceram em mais de uma busca, restando assim 26 artigos. A listagem dos artigos analisados está no Apêndice 1. Cada combinação feita no Portal teve os seguintes resultados, conforme a Tabela 2:

TABELA 2 - MATERIAIS ENCONTRADOS CONFORME CADA COMBINAÇÃO FEITA.

Busca N°	Palavras utilizadas	Total de materiais encontrados	Materiais revisados por pares	Materiais escolhidos
1	“Ecologia de Estradas”	27	23	23
2	“Ecologia de Estradas” e “Educação Ambiental”	0	0	0
3	“Ecologia de Estradas” e “Educação”	0	0	0
4	“Ecologia de Estradas” e “Educar pela pesquisa”	0	0	0
5	“Educação Ambiental” e “Atropelamentos”	4	4	2
6	“Ecologia de Estradas” e “Pesquisa”	8	8	4
7	“Educação Ambiental” e “Rodovias”	65	55	3
8	“Educação Ambiental” e “Educar pela Pesquisa”	5	1	0
<b>Total</b>		109	91	32
<b>Total após exclusão dos artigos repetidos</b>				26

FONTE: O autor (2020)

Algumas buscas trouxeram um número elevado de artigos, porém, poucos desses materiais estavam de acordo com os critérios de inclusão previamente estabelecidos. Esse fato ficou bastante nítido na busca de número 7, onde foram procurados os termos “Educação Ambiental” e “Rodovias”. Nessa busca foram encontrados 65 artigos, dos quais 55 eram revisados por pares, feita a primeira análise desses artigos percebeu-se que os artigos tratavam, na sua grande maioria, de temáticas distantes do que se procurava, abordando assuntos como ecoeficiência empresarial, geotecnologias, geoconservação, plano de proteção de aquíferos, projetos de recuperação de áreas degradadas, núcleos de desertificação, entre outros assuntos. Dessa forma, apenas 3 artigos foram escolhidos para a revisão de literatura.

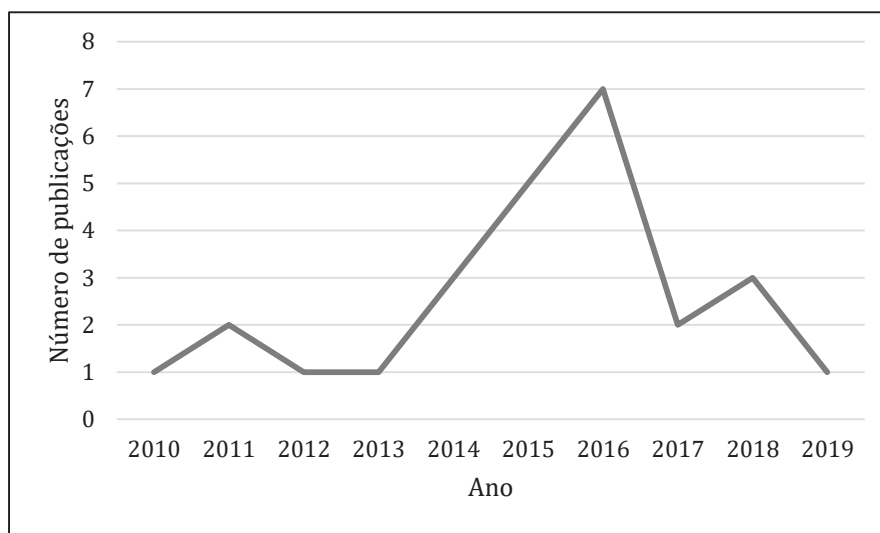
Com relação à periodicidade dos artigos, percebeu-se que 65,3 % (n=17) foram publicados entre os anos de 2014 e 2017, um aumento significativo se comparado com os anos anteriores (Figura 1). Em estudo parecido, analisando as publicações relacionadas à Ecologia de Estradas, Dornas *et al.* (2012) verificaram após análise de 66 trabalhos, que 8% deles antecederam o ano 2000, 31% foram publicados entre 2000 e 2005 e 61% foram publicados entre 2006 e 2009. Em outro estudo, Rizatti (2012) analisou 32 artigos publicados entre 1998 e 2012, verificando que 59,4% dos artigos haviam sido publicados entre 2008 e 2012. Esses dados evidenciam um aumento no interesse por essa área nas últimas décadas e, conseqüente, aumento na quantidade de publicações.

Mesmo com o nítido aumento no interesse por essa área, é importante destacar um fator que talvez impeça um crescimento ainda maior no número de publicações referentes



aos impactos das rodovias no Brasil. Ocorre que muitos estudos (EIA/RIMA) feitos durante a construção/manutenção de rodovias acabam não sendo publicados em periódicos científicos, isso talvez se explique pelo fato desse tipo de trabalho técnico normalmente ser realizado por empresas privadas, não ficando disponíveis à população em geral.

FIGURA 1 - PUBLICAÇÕES OCORRIDAS ENTRE OS ANOS DE 2010 E 2019 NO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES.



FONTE: O autor (2020)

No que se refere aos periódicos utilizados nas publicações revisadas por esse artigo, percebeu-se uma diversidade, sendo que os 26 artigos foram publicados em 20 periódicos distintos (Tabela 3). Dornas *et al.* (2012) perceberam em sua pesquisa, que a maioria das publicações à época eram feitas em Anais de Congressos, mas já evidenciavam um aumento do número de publicações em periódicos. Bager *et al.* (2007) verificaram em seu estudo que 56% das pesquisas eram publicadas em eventos científicos e 13% eram monografias de graduação, apenas 7 trabalhos encontrados por estes autores foram publicados em periódicos, sendo 4 nacionais e 3 internacionais. Os artigos analisados na presente pesquisa foram publicados em 10 periódicos nacionais e outros 10 internacionais.

TABELA 3 - NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR PERIÓDICO.

Periódico	Nº de artigos
Biotaneotropica	3
Tropical Conservation Science	2
Biotemas	2
Plos One	2
Revista Internacional de Ciências	2
Mastozoologia Neotropical	1
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	1

Neotropical Biology and Conservation	1
Brazilian Journal of Biology	1
Revista do Instituto Florestal	1
GeoUSP	1
Environmental Impact Assessment Review	1
Biological Conservation	1
Landscape Ecology	1
Sustinere	1
Biología Tropical	1
Jornal of tropical ecology	1
Jornal of Latin American Geography	1
Biodiversity and Conservation	1
Revista Metropolitana de Sustentabilidade	1
Total	26

FONTE: O autor (2020)

No tocante as instituições que mais publicaram, constatou-se nas informações disponíveis nos artigos, que os autores e coautores estavam vinculados a 43 instituições distintas, sendo 29 brasileiras e 14 estrangeiras. Algumas universidades destacaram-se quanto ao número de publicações (Quadro 1).

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no estado de Minas Gerais, foi a instituição com mais publicações entre os artigos revisados. Esta universidade tem se tornado referência em estudos relacionados à Ecologia de Estradas, tendo criado, inclusive, o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), atuando, segundo seu próprio site, em diversas áreas, com destaque à pesquisa científica, extensão, ensino, tecnologia e políticas públicas (CBEE, 2020).

QUADRO 1 - NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR UNIVERSIDADE.

Universidade	Estado/País	Nº de artigos
Universidade Federal de Lavras (UFLA)	MG	8
Universidade de São Paulo (USP)	SP	3
Universidade de Brasília (UNB)	DF	2
Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)	RJ	2
Universidade Cidade de São Paulo (UNICID)	SP	2
Associação Brasileira de Ensino Universitário (UNIABEU)	RJ	2
Universidade do Porto	Portugal	2
Universidade de Lisboa	Portugal	2
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	PB	1
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	RS	1
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)	MS	1
Universidade Estadual de Maringá (UEM)	PR	1
Universidade Federal do ABC (UFABC)	SP	1
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	RS	1
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)	RS	1

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	MG	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	RJ	1
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	MG	1
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	SP	1
Universidade Estadual Paulista (UNESP)	SP	1
Universidade Federal do Ceará (UFC)	CE	1
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN)	RN	1
Universidade Estadual do Ceará (UECE)	CE	1
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)	CE	1
Centro Universitário UNIVATES	RS	1
Universidade Vila Velha (UVV)	ES	1
Universidade Veiga de Almeida (UVA)	RJ	1
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)	MG	1
Centro Universitário de Viçosa (UNIVIÇOSA)	MG	1
Montana State University	EUA	1
University of Flórida	EUA	1
University of Texas	EUA	1
Indiana State University	EUA	1
Kansas State University	EUA	1
University College London	Reino Unido	1
Universitat de Barcelona	Espanha	1
Carleton University	Canadá	1
Ottawa-Carleton Institute	Canadá	1
Concordia University Montreal	Canadá	1
University of New Brunswick	Canadá	1
University of Wageningen	Holanda	1
University of Melbourne	Austrália	1
Universidade de Évora	Portugal	1

FONTE: O autor (2020)

Em relação à metodologia utilizada em cada artigo, buscou-se analisar os estados e regiões onde ocorreram as coletas de dados, dessa forma, identificou-se que os trabalhos ocorreram em 10 estados brasileiros, mais o Distrito Federal, resultado equivalente ao encontrado por Bager *et al.* (2007).

Foram observados esforços amostrais em todas as regiões do país, sendo que a região Sudeste apresentou a maior concentração (42,3%) com 11 artigos, a região Sul aparece na sequência com 15, 3% dos artigos (n=4), seguida da região Centro-Oeste com 11,5% dos artigos (n=3) e as regiões Norte e Nordeste com 1 artigo cada (3,8%). Dornas *et al.* (2012) também encontraram mais trabalhos publicados na região Sul (38%) e Sudeste (18,2%), assim como Bager *et al.* (2007), que encontraram mais trabalhos publicados na região Sul, Centro-Oeste e Sudeste. Assim como no presente artigo, os dois estudos citados anteriormente mostram poucos trabalhos publicados nas regiões Norte e Nordeste, o que reforça a importância de novas pesquisas nessas regiões, principalmente por estarem

localizadas em locais que concentram alta biodiversidade, como a Floresta Amazônica e a Caatinga.

É importante salientar que em 5 artigos não foram descritas as regiões de estudo ou essa informação não era relevante para o contexto da pesquisa, como no estudo feito por Rytwinski *et al.* (2016) no qual foi realizada uma metanálise sobre as medidas mitigadoras de atropelamentos que estão sendo mais usadas atualmente a nível mundial. Também destaca-se um trabalho realizado no exterior, relacionado ao atropelamento da fauna silvestre, Grilo *et al.* (2015) buscaram avaliar a resposta de várias espécies ao aumento da intensidade de veículos em algumas rodovias de Portugal.

Em 17 artigos foi possível identificar as rodovias que fizeram parte do estudo e a relação com a região onde estão inseridas, com base nessas informações foi possível identificar que vários desses estudos foram realizadas em regiões próximas a Unidades de Conservação, locais com grande biodiversidade e/ou locais com altos índices de atropelamentos da fauna silvestre, conforme o quadro 2:

QUADRO 2 - RELAÇÕES ENTRE OS OBJETIVOS DA PESQUISA, A REGIÃO DO ESTUDO E AS RODOVIAS ENVOLVIDAS

Autores	Regiões de estudo	Rodovias envolvidas	Relações entre o local e os objetivos da pesquisa
Secco <i>et al.</i>	Entre o Parque Estadual do Sumidouro e o Parque Nacional da Serra do Cipó/MG	Rodovia MG-010	Proximidade à Unidades de Conservação
Rezzadori <i>et al.</i>	Alto Uruguai, Norte do Rio Grande do Sul	Rodovia ERS-324	Proximidade à Unidades de Conservação, Áreas Indígenas, Sítios Arqueológicos e Comunidades Quilombolas.
Santos <i>et al.</i>	Sul de Minas Gerais	Rodovia MG-354	Região constituída por uma paisagem de transição entre Mata Atlântica, Cerrado e campos rupestres (alta biodiversidade).
Braz e França	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás	Rodovias GO-239 e BR-010	Proximidade à Unidades de Conservação
Cáceres <i>et al.</i>	Entre as cidades de Campo Grande e Miranda, Mato Grosso do Sul	Rodovia BR-262	Locais de transição entre Bioma Pantanal e Cerrado.
Sássi <i>et al.</i>	Entre os municípios de Conselheiro Lafaiete e Viçosa, Minas Gerais	Rodovia BR-482	Locais com alta biodiversidade.
Ramos <i>et al.</i>	Entre os municípios de Maringá e Guarapuava, Paraná.	Rodovias BR-317, BR-158, BR-487, PR-460 e PR/BR-466	Regiões de Mata Atlântica no Sul do Brasil (alta biodiversidade).
Bueno <i>et al.</i>	Entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais	Rodovia BR-040	Região de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil (alta biodiversidade).
Bager e Rosa	Entre os municípios de Rio Grande e	Rodovia BR-392	Local com alto índice de atropelamentos.

	Pelotas, Rio Grande do Sul		
Grilo <i>et al.</i>	Portugal	Rodovias de Portugal	Local com alto índice de atropelamentos.
Ascensão <i>et al.</i>	Próximo a cidade de Lavras, Minas Gerais, no bioma Cerrado.	Rodovias MG-354 e MG-335	Área de ocorrência de ratos-do-chão ( <i>Akodon montensis</i> ).
Carvalho-Roel <i>et al.</i>	Entre Uberlândia e Uberaba, Minas Gerais.	Rodovia BR-050	Local com altos índices de atropelamentos.
Srbek-Araújo <i>et al.</i>	Espírito Santo	Rodovias ES-060 e BR-262	Áreas de ocorrência do ouriço-preto ( <i>Chaetomys subspinosus</i> ). Proximidade à Unidades de Conservação.
Secco <i>et al.</i>	Sul de Minas Gerais	Rodovia MG-335	Áreas de ocorrência do sagui-de-tufo-preto ( <i>Callithrix penicillata</i> ).
Simmons <i>et al.</i>	Região Amazônica.	Rodovias BR-230 e BR-163	Local de alta biodiversidade.
Rodríguez-Castro <i>et al.</i>	Município de São Carlos, São Paulo.	Estrada SCA-010	Região de Cerrado, alta taxa de espécies endêmicas.
Santos <i>et al.</i>	Brasília, Distrito Federal.	BR-020, DF-001, DF-345, DF-128, DF-205	Proximidade à Unidades de Conservação

FONTE: O autor (2020)

Após a análise das palavras-chave utilizadas e da leitura dos textos na íntegra, os artigos foram agrupados em suas respectivas temáticas, de acordo com os contextos comuns entre eles, alguns artigos abordavam mais de uma temática, porém, por questões de organização, foram criados três grupos, respeitando a ideia central de cada artigo, conforme a tabela 4.

TABELA 4 - AGRUPAMENTOS DOS ARTIGOS EM TEMÁTICAS.

Temática	Exemplos de palavras-chave utilizadas	Quantidade de artigos
Atropelamentos da fauna silvestre	“atropelamento de fauna”; “taxa de atropelamentos”; “mortalidade em rodovias”; “escalas de atropelamento”.	12
Fragmentação de habitats	“efeito de borda”; “conectividade”; “efeito barreira”; “ecologia de paisagens”; “paisagem”;	6
Medidas mitigadoras	“mapeamento”; “índice de prioridade”; “mitigação de impactos”; “áreas protegidas”; “preservação”.	8

FONTE: O autor (2020)

Feito o agrupamento das temáticas conforme seus contextos comuns, na sequência cada uma delas será detalhada separadamente:

### 3.1.1. Atropelamentos da fauna silvestre

Além do termo “Ecologia de Estradas”, o termo “atropelamento” foi bastante citado na literatura revisada. Segundo Oliveira e Silva (2012), os atropelamentos da fauna silvestre

configuram-se como uma das maiores causas de mortalidade para várias espécies em todo o mundo. Os atropelamentos ocorrem devido a vários fatores ecológicos e comportamentais inerentes a cada espécie, desde seu modo de locomoção até seu comportamento territorial e reprodutivo (DORNAS et al., 2012). Outros parâmetros que também influenciam nos atropelamentos são a alta velocidade dos veículos, o aumento no tráfego, a largura da rodovia e o seu tipo de pavimento, as condições do entorno da rodovia, a topografia da região, a disponibilidade de recursos na rodovia (principalmente alimentação) e também a perturbação humana (CARVALHO, 2014).

Na revisão de literatura feita por Bager *et al.* (2007), a maioria dos artigos analisados (56%) também se referiam a atropelamentos da fauna. Os autores relatam que os trabalhos analisados eram na sua maioria descritivos, apresentando listas das principais espécies encontradas atropeladas, aspectos sazonais, taxas de atropelamento e características da paisagem ao entorno das rodovias.

Na presente pesquisa, verificou-se que dos 12 artigos agrupados nessa temática, 3 deles analisaram as taxas de atropelamentos que ocorriam com espécies pré-determinadas e outros 3 relacionaram os atropelamentos com características do entorno. Variações sazonais dos atropelamentos e listagens de espécies atropeladas estiveram presentes em 2 artigos cada. Também foi encontrado um artigo que fez um comparativo de taxas e características de atropelamentos ocorridos com animais domésticos e silvestres (CARVALHO-ROEL *et al.*, 2019) e outro artigo relacionando a persistência das carcaças nas rodovias e o tamanho do corpo do animal como fatores importantes nos estudos que envolvem taxas de atropelamentos (SANTOS *et al.*, 2016).

Conforme citado acima, alguns autores determinaram espécies para analisar taxas de atropelamentos e fatores associados a esse problema. Secco *et al.* (2014), analisaram os atropelamentos intencionais de serpentes na rodovia MG-010, em Minas Gerais. Grilo *et al.* (2015), avaliaram as respostas de quatro espécies ao aumento do tráfego em rodovias de Portugal, sendo *Tyto alba* (coruja-do-celeiro), *Erinaceus europaeus* (ouriço-cacheiro), *Vulpes vulpes* (raposa-vermelha) e *Oryctogalus cuniculus* (coelho-europeu). Já Srbeć-Araújo *et al.* (2018) analisaram as taxas de atropelamentos ocorridas com o ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*) no estado do Espírito Santo, alertando para os impactos das rodovias sobre as populações remanescentes dessa espécie.

Com relação à variação sazonal dos atropelamentos, Santos *et al.* (2012) estudaram os atropelamentos de animais silvestres ocorridos na rodovia MG-354, Minas Gerais, o estudo investigou as taxas de atropelamentos de mamíferos, répteis, aves e anfíbios,

constatando que o verão foi a estação com maior número de atropelamentos. Os autores destacaram que os regimes de precipitação na área de estudo são os principais fatores que alteram as taxas de atropelamento durante as estações. Outro estudo parecido foi realizado por Cáceres *et al.* (2012) na rodovia BR-262, estado do Mato Grosso do Sul, esses autores avaliaram a variação sazonal e espacial dos atropelamentos, percebendo que a maioria dos atropelamentos ocorreram no período chuvoso e em trechos da rodovia que estavam mais próximos ao Pantanal.

Outro tópico importante na temática dos atropelamentos foram os estudos que fizeram levantamentos ou listagens de espécies atropeladas. Braz e França (2016), em estudo realizado na Chapada dos Veadeiros, Goiás, encontraram 824 vertebrados atropelados, pertencentes a 138 espécies, com destaque para o sapo-cururu (*Rhinella schneideri*), o tico-tico-do-campo (*Ammodramus humeralis*), o preá (*Galea flavidens*) e a jararaca (*Bothrops marmoratus*). Em outro estudo, Sássi *et al.* (2013), encontraram 228 animais atropelados na rodovia BR-482, Minas Gerais, com destaque para o gambá-de-orelha-preta (*Didelphis marsupialis*), com 85 indivíduos.

Como parte final da temática “atropelamentos”, destacam-se três estudos em que foram feitas análises das paisagens ao entorno das rodovias, buscando relações com as taxas de atropelamento. Ramos *et al.* (2011), em estudo realizado no estado do Paraná, encontraram evidências que aves de pequeno porte são mais comumente atropeladas em regiões com fragmentos florestais ao entorno, já espécies de porte maior são mais encontradas em regiões de campos ou áreas cercadas pela agricultura. Em outro estudo, realizado por Bueno *et al.* (2015) no sudeste brasileiro, foi identificado que muitos atropelamentos ocorrem em regiões onde o entorno é composto por vegetação herbácea ou próximas a rios, caracterizando-os como provável rota preferencial para muitas espécies. Já no estudo realizado por Rodríguez-Castro *et al.* (2017) buscou-se analisar dados moleculares de animais atropelados onde não era possível identificar a espécie visualmente e também a correlação dos atropelamentos com características da paisagem do entorno. Nesse estudo constatou-se que aves foram mais atropeladas em regiões agrícolas, répteis com pouca capacidade de movimentação foram mais encontrados em regiões de remanescentes florestais e répteis com maior capacidade de locomoção foram mais encontrados em regiões antropizadas.

### 3.1.2. Fragmentação de habitats

A temática “fragmentação” esteve presente em 6 artigos, estando associada a contextos como paisagem, efeito de borda, áreas protegidas, entre outros. Fragmentação,

segundo Périco *et al.* (2005) consiste na formação de fragmentos isolados que funcionam como “ilhas” de matas cercadas por regiões não florestadas, causadas principalmente pelo desmatamento. Forman e Alexander (1998) indicam as estradas como elementos fragmentadores da paisagem, estando associadas à redução da conectividade entre ecossistemas.

De acordo com Santana (2012), a fragmentação é uma das principais causas de extinção das espécies, causando efeitos no microclima local e isolamento de parcelas do ambiente, levando a perda de conectividade entre diferentes habitats. A fragmentação leva à formação de barreiras na paisagem, interferindo na dinâmica populacional das espécies, podendo limitar sua dispersão, movimentação e colonização (PÉRICO *et al.*, 2005). Outra consequência da fragmentação florestal é o aumento no total de bordas no habitat, levando ao processo conhecido como “efeito de borda”, que expõe as diferentes populações a mudanças bióticas e abióticas relacionadas às bordas florestais (REZZADORI *et al.*, 2016).

Em comparativo com outros estudos, Bager *et al.* (2007) analisaram 89 trabalhos sobre Ecologia de Estradas e apenas um deles discutia a problemática das rodovias como barreiras ou agentes de fragmentação. Dornas *et al.* (2012), não relataram sobre fragmentação na revisão que analisou 66 trabalhos. Esses dados mostram a importância de estudos mais amplos em Ecologia de Estradas, não focados somente nos atropelamentos da fauna.

No presente estudo, a temática “fragmentação” foi vista em diversos contextos. Rezzadori *et al.* (2016) compararam a distribuição da cobertura vegetal em áreas com e sem influência ecológica de rodovias no Rio Grande do Sul. Os autores constataram haver um elevado grau de fragmentação na região estudada, principalmente nas amostras próximas às rodovias. Também é relatado que na região de estudo, algumas populações podem estar sujeitas à redução e até mesmo extinção, pelo fato de ocuparem áreas próximas de rodovias.

Alguns autores estudaram os efeitos da fragmentação sobre determinadas espécies. Pinto *et al.* (2018) analisaram os impactos que as rodovias causam sobre as populações do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tetradactyla*), indicando que a fragmentação causada pelas rodovias parece ter um efeito mais negativo do que a própria colisão com veículos sobre essa espécie, visto que as populações de tamanduá-bandeira necessitam de grandes áreas para manter sua diversidade genética e sobrevivência.

Em outro estudo, Ascensão *et al.* (2017) verificaram os efeitos das rodovias na permeabilidade e movimentação de pequenos mamíferos na cidade de Lavras, Minas Gerais, a espécie em questão foi o rato-do-mato (*Akodon montensis*). Os autores constataram que essa espécie parece evitar uma aproximação com a rodovia, o que supostamente aumentaria



o risco de predação. Também é relatado sobre a importância desse tipo de estudo pois, além de analisar as implicações da fragmentação sobre a conectividade entre os ecossistemas, também favorece nos aspectos relacionados a biologia e conservação de espécies e, até mesmo, no estudo de doenças, visto que o rato-do-mato é vetor do vírus causador da hantavirose, doença perigosa para os seres humanos.

Outra espécie estudada foi o sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*). No artigo publicado por Secco *et al.* (2018) foi identificado um “efeito positivo” da fragmentação sobre a espécie em questão, visto que a mesma tende a ocupar regiões mais antropizadas, ou seja, fragmentos florestais próximos de estradas e áreas urbana. Segundo os autores, o sagui-de-tufo-preto possui plasticidade ecológica, podendo se mover entre fragmentos florestais ou alcançar árvores individuais que produzem frutos em várias épocas do ano.

Normalmente, os trabalhos que estudam impactos causados pela fragmentação estão associados a espécies animais, porém, Santos *et al.* (2018) avaliaram esses impactos sobre duas espécies de plantas da família Maranthaceae (*Ctenanthe lanceolata* Petersen e *Goeppertia monophylla*) em Mauá, São Paulo. Os autores analisaram o desenvolvimento dessas espécies após serem realocadas em virtude da supressão vegetal ocorrida com a construção do trecho Sul do Rodoanel Mário Covas. Foi identificado que ambas as espécies apresentaram boa adaptação e desenvolvimento às novas condições ambientais que foram expostas, mostrando que esse tipo de estudo é importante em projetos que visem diminuir ou compensar os impactos ambientais causados por esse tipo de obra.

Em outro estudo relacionado à fragmentação não foram feitas análises sobre espécies pré-definidas, mas sim em contextos mais amplos. Simmons *et al.* (2016) analisaram fragmentos florestais na região amazônica e destacaram algumas implicações espaciais relacionadas ao desenvolvimento daquela região nas últimas décadas, os autores citam o contexto ambiental que enfoca o desmatamento e as formas de fragmentação florestal e suas diversas consequências ecológicas, além disso, também é citado que algumas geometrias e padrões de fragmentação são mais propícios aos esforços de conservação ambiental, apontando que o tipo de fragmentação conhecida como “espinha de peixe” pode conseguir manter a conectividade entre os ecossistemas, fator fundamental à conservação da biodiversidade amazônica. Por outro lado, alguns autores como Prist (2011), destacam que esse tipo de fragmentação favorece para uma paisagem mais fragmentada, com uma comunidade de vertebrados mais pobre e dominada por espécies generalistas. Segundo a mesma autora, esse padrão de desmatamento criou um efeito de borda ao longo da fronteira pasto-floresta e fragmentou grandes áreas florestais na região amazônica.

### 3.1.3. Medidas mitigadoras

Um dos principais objetivos da Ecologia de Estradas é propor medidas mitigadoras que eliminem ou reduzam os impactos socioambientais causados pelas rodovias. No entanto, percebe-se que não há muita discussão sobre a viabilidade da construção de rodovias em determinados locais, principalmente aqueles que concentram maiores biodiversidades e, conseqüentemente, maiores riscos de sofrerem os impactos da construção da rodovia.

Bager *et al.* (2016) destacam que os impactos das rodovias à biodiversidade brasileira parecem ser um problema crônico e devem ser discutidos por órgãos ambientais e de planejamento das rodovias, bem como no âmbito governamental.

Correa (2014) destaca a Educação Ambiental como uma das principais aliadas nos processos de implantação de empreendimentos que irão alterar a dinâmica das localidades, como é caso das rodovias. Matos e Loureiro (2011) também citam a importância da Educação Ambiental para que se alcance uma gestão ambiental democrática e participativa, possibilitando que a população local possa participar efetivamente dos processos de decisão e participação, visto que é justamente essa população quem será a mais afetada pelo empreendimento em questão.

No presente estudo a temática “mitigação” esteve presente em 8 artigos (30,7%), associada a alguns termos como mapeamento, áreas protegidas, índice de prioridade, preservação, entre outros. Bager *et al.* (2007) em outro estudo de revisão, encontraram 5 artigos sobre a temática (5,6%), esses dados mostram um aumento no interesse dos pesquisadores por esse tipo de análise.

A maioria dos artigos analisados nesta temática buscaram avaliar a eficácia das medidas de mitigação que vem sendo utilizadas. Destes, três trabalhos fizeram análises sobre a importância do licenciamento ambiental, segundo Lauxen (2012) a construção ou ampliação de rodovias deve estar submetida ao licenciamento ambiental para que sejam detectados seus impactos, sua viabilidade e também para que sejam prognosticadas as medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias.

Nos artigos revisados, Lins *et al.* (2015) destacam que o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo que deve ser utilizado no controle de obras e atividades que possam ocasionar alterações no meio ambiente. Os autores descrevem que falta seriedade no monitoramento pós construção, o que é imprescindível para conseguir avaliar a eficácia das medidas mitigadoras. Já no estudo realizado por Teixeira *et al.* (2016) foi indicado que é necessário qualificar o licenciamento ambiental e também as pesquisas em Ecologia de Estradas, além disso, é preciso que haja integração entre os profissionais envolvidos na

construção das rodovias, no manejo da biodiversidade e na conservação ambiental, para que assim aumente a efetividade das medidas de mitigação. Assis e Furlan (2014) fizeram análises sobre o III Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas, realizado em 2014 na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais e indicam que as principais reflexões acerca desse congresso consistiram no desenvolvimento de políticas públicas adequadas e no fortalecimento do processo de Avaliação Ambiental Estratégica e Licenciamento Ambiental.

A partir da análise destes três artigos, destaca-se a importância da Ecologia de Estradas para que se tenha um processo de licenciamento ambiental de forma mais crítica, onde se problematize as questões socioambientais dentro do contexto de órgãos executores e das comunidades que estão diretamente envolvidas, assim, os diferentes grupos afetados por empreendimentos podem participar diretamente dos processos de licenciamento ambiental, percebendo as consequências e danos socioambientais decorrentes da obra e atuando na tomada de decisões (CORREA, 2014).

Bruxel *et al.* (2015) analisaram a eficácia da implantação do Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA) como atenuante de impactos ambientais nas obras da BR-285, no Rio Grande do Sul. Conforme os autores, o PGSA é parte integrante do Plano Básico Ambiental (PBA) aprovado pelo IBAMA, sendo de fundamental importância para a implantação das medidas mitigadoras propostas pelo EIA/RIMA. Nesse estudo uma equipe acompanhou todo o desenvolvimento da obra, gerenciando a documentação do empreendimento e das licenças e fiscalizações ambientais, dessa forma não foram registrados impactos irreversíveis no meio ambiente, fato que mostra a importância do PGSA para a prevenção, mitigação e compensação dos impactos.

Com o intuito de hierarquizar os quilômetros prioritários à mitigação de atropelamentos, Bager e Rosa (2010) analisaram alguns trechos da rodovia BR-392 no Rio Grande do Sul e criaram índices conforme as taxas de atropelamentos no local, dessa forma foi possível compreender em quais locais poderiam ser implantados dispositivos para proteção da fauna. Santos e Silva (2015) investigaram a eficácia das passagens de fauna e cercas guia como medidas de mitigação. Os autores relatam que ambas são eficazes, por vários aspectos: garantem a conectividade do habitat, reduzem a mortalidade de animais, garantem a manutenção das florestas e também maior segurança para os usuários que trafegam pelas rodovias.

Brasil *et al.* (2014) estudaram os possíveis impactos causados pelo aumento da frota de veículos no Ceará, destacando a poluição atmosférica, a degradação dos ecossistemas, as alterações climáticas, os impactos sobre a biota e a segregação de comunidades. No tocante

às medidas mitigadoras, destacam-se a necessidade de reflorestamento, construção de passagens inferiores de fauna, criação de programas de comunicação social e ambiental, entre outros.

Rytwinski *et al.* (2016) fizeram uma metanálise de 50 artigos relacionados a medidas de mitigação para evitar atropelamentos. Foi constatado que no geral as medidas reduzem os atropelamentos em 40%. As cercas, por exemplo, apresentaram uma eficácia de 54%, e a combinação de cercas com estruturas de travessia contribuíram com a redução de 83% nos atropelamentos de grandes mamíferos. Os autores descrevem que medidas de mitigação relativamente mais caras são mais eficazes que medidas mais baratas. Também é relatado que para muitas medidas ainda não existem dados suficientes quanto a sua eficácia. É sugerido que as coletas de dados sejam iniciadas antes mesmo da medida ser aplicada e que essas análises tenham uma duração mínima de quatro anos para maior confiabilidade.

### 3.2. Conexões entre a Ecologia de Estradas e a Educação Ambiental

Na literatura são poucos estudos que demonstram correlações entre a Ecologia de Estradas e a Educação Ambiental. Trevisan *et al.* (2016), desenvolveram algumas atividades em uma escola estadual de Bauru, estado de São Paulo. Foi constatado que apenas 12 % dos entrevistados conheciam a Ecologia de Estradas. Viturino e Graciolli (2017) desenvolveram um jogo chamado “Trilha da vida silvestre” a partir do monitoramento de animais silvestres atropelados em trechos da rodovia MS-162 em Sigrolândia, Mato Grosso do Sul. Segundo os autores o jogo foi desenvolvido com a perspectiva de sua utilização como ferramenta de Educação Ambiental, principalmente no ensino fundamental.

Lauxen (2012) realizou uma revisão de todas as medidas mitigadoras que vêm sendo utilizadas no mundo, citando que algumas campanhas educativas vêm sendo feitas no Brasil, principalmente com a entrega de panfletos informativos aos usuários das rodovias, o autor indica que essas campanhas podem ser eventualmente adequadas na redução de acidentes envolvendo a herpetofauna, avifauna e mastofauna, ou seja, ainda não há estudos que mensurem a sua efetividade.

Dos 26 artigos que foram revisados no presente estudo, apenas quatro deles mencionam a Educação Ambiental como medida mitigadora aos problemas socioambientais causados pelas rodovias. Esses dados mostram que ainda falta para muitos pesquisadores a percepção de que para reduzir os impactos causados pelas rodovias, são necessárias medidas também ao longo prazo, que abrangem os diversos setores da sociedade, incluindo mudanças

nos currículos escolares e estudos que envolvam a população antes mesmo de implantar a rodovia.

Entre os artigos revisados, Ramos *et al.* (2011, p. 210) cita que “o conhecimento dos padrões de atropelamento da avifauna, além de contribuir para o manejo, pode nortear a tomada de decisões e as exigências de medidas mitigadoras, compensatórias e/ou de Educação Ambiental em rodovias, a serem implantadas, ou em regularização pelos órgãos competentes”. Enquanto que no estudo de Carvalho-Roel *et al.* (2019, p. 56) é citado que “aconselhamos a criação de campanhas educativas com o objetivo de conscientizar sobre quão perigoso é para a segurança humana abandonar animais domésticos nas estradas”.

No estudo de Bruxel *et al.* (2015) é citado que o Plano Básico Ambiental (PBA) da BR-285/RS é composto por 23 programas ambientais e 7 subprogramas, entre eles o Programa de Educação Ambiental, que busca difundir conceitos ambientais básicos à população e aos trabalhadores da obra e o Subprograma de Educação Ambiental nas Comunidades Lindeiras, que busca instruir as comunidades afetadas sobre questões ambientais e incentivando a preservação do meio em que está estabelecida. Já no estudo realizado por Santos e Silva (2015, p. 87-88) é citado que “campanhas educativas vêm ocorrendo com a finalidade de divulgar aos motoristas informações sobre o número de acidentes envolvendo animais, os trechos e horários com maior probabilidade e os cuidados necessários ao avistar animais sobre ou próximos a pista” e também “a conscientização dos usuários bem como da sociedade lindeira é de suma importância para a mitigação dos impactos ambientais sobre a fauna”.

Como foi visto, vários autores citam o termo “conscientização” como um dos objetivos da Educação Ambiental para reduzir os impactos causados pelas rodovias. Nesse contexto, Gumes (2005, p. 349) cita que “a conscientização é algo complexo que envolve a interação entre as várias realidades humanas e o ambiente.” Freire (2006) indica que a educação focada na conscientização e superação gera um sentimento de pertencimento à população. Deste modo, os trechos citados acima mostram aspectos de como a Educação Ambiental pode estar ligada aos objetivos da Ecologia de Estradas, pois, segundo Tozoni-Reis (2006) a Educação Ambiental deve ser pensada e elaborada de forma viva e dinâmica, assim, os conhecimentos devem ser construídos de forma coletiva, cooperativa, contínua, interdisciplinar, democrática e participativa para que se consiga contribuir no processo de conscientização dos sujeitos envolvidos.

Entre as várias vertentes da Educação Ambiental, destaca-se a Educação Ambiental Crítica que, segundo Layrargues (2002) é um processo educativo e político que busca o

desenvolvimento de educandos com percepção crítica a respeito das instituições, atores e fatores sociais geradores de riscos e conflitos socioambientais. Na Educação Ambiental Crítica, segundo Rodrigues e Leite (2019), a problemática socioambiental é vista de forma mais ampla e mais complexa. Essa tendência também problematiza as contradições dos modelos de desenvolvimento da sociedade (LAYRARGUES e LIMA, 2014).

Oliveira e Latini (2012) destacam que a Educação Ambiental fornece estratégias necessárias para reduzir os impactos causados pelas rodovias, pois a temática ambiental pode ser abordada de forma interdisciplinar, formando estudantes e cidadãos conscientes e atuantes junto ao meio ambiente. Também cabe destacar que, mais do que sensibilizar e conscientizar, a Educação Ambiental deve propiciar às pessoas condições de verificarem as suas realidades e de se posicionarem criticamente, percebendo-se como parte da natureza e entendendo as questões socioambientais que lhes cercam (CORREA, 2014).

Sabendo dos diversos impactos socioambientais causados pelas rodovias sobre o meio ambiente e as populações que vivem próximas a elas, as atividades de Educação Ambiental configuram-se como importante estratégia para o enfrentamento desses impactos. Nesse sentido, a Educação Ambiental deve buscar intensamente a integração entre o ser humano e o ambiente, fazendo que este perceba de que ele mesmo é natureza e não apenas parte dela (CORREA, 2014). Além disso, a Educação Ambiental também ajuda a construir possibilidades de ação política através do educar para a cidadania, contribuindo para a formação de uma coletividade que é responsável pelo mundo em que vive.

### 3.3. Conexões entre a Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa

Conforme os resultados mostrados anteriormente na tabela 2, a busca “Educação Ambiental” e “Educar pela Pesquisa” encontrou 5 artigos, dos quais apenas 1 era revisado por pares, esse artigo não foi selecionado pelo fato de abordar uma temática distante da Educação Ambiental, tratando da experimentação em ciências na Educação a Distância. Essa escassez de trabalhos demonstra que ainda há uma certa dificuldade em interligar o Educar pela Pesquisa às práticas de Educação Ambiental, conforme cita Galliazi *et al.* (2003), a proposta metodológica do Educar pela Pesquisa não é nova, porém possui um caráter inovador, visto que são poucos professores que a utilizam em sala de aula.

Nesse sentido, o Educar pela Pesquisa é uma proposta pedagógica que pode ser utilizada para contextualizar diferentes temáticas. Nesse tipo de abordagem educativa, os alunos tornam-se pesquisadores no processo investigativo, inserindo-se no projeto desde o início, participando de sua construção e execução (ISLAS *et al.*, 2015). Assim, percebe-se a

nítida afinidade do Educar pela Pesquisa com a Educação Ambiental que, segundo Leme *et al.* (2009) busca o protagonismo juvenil a partir do desenvolvimento de processos de formação e de projetos de interesse coletivo, para que, através de suas potencialidades, possam gerar mudanças no âmbito pessoal, familiar e comunitário.

Segundo Galliazi e Moraes (2002), o Educar pela Pesquisa surgiu da necessidade de superar a aula simplesmente copiada, onde o professor fala e o aluno apenas escuta, assim, essa nova formação busca tornar a pesquisa como atitude cotidiana no ambiente escolar. Fonseca Neto (2015, p. 28) indica que “o Educar pela Pesquisa é uma proposta diferente da que os professores e alunos estão acostumados, pois rompe com o modelo tradicional de educação baseado na transmissão de conhecimento.” Nas propostas de Educação Ambiental a escola deve oportunizar ao estudante momentos onde ele possa interagir e coordenar suas próprias ações, sendo seu próprio agente na estruturação de conhecimentos, atitudes e habilidades (STEIN, 2011)

O Educar pela Pesquisa se estabelece como um importante meio para a atuação do sujeito em sociedade, fazendo com que os estudantes construam conhecimentos científicos cíclicos e constantes a partir de seus conhecimentos prévios (CABREIRA *et al.*, 2019). Em Freire (2015) é citado que, para a construção do conhecimento, deve ser respeitado os saberes que os estudantes já trazem na bagagem. Dessa forma, é possível identificar outra inserção entre o Educar pela Pesquisa e a Educação Ambiental, principalmente no que tange à construção do conhecimento. Brandão (2005) cita que todo processo de Educação Ambiental deve partir de situações cotidianas individuais ou coletivas dos participantes, ou seja, uma perspectiva da realidade social.

Todas as perspectivas citadas acerca da Educação Ambiental e suas interfaces com o Educar pela Pesquisa estão previstas na Lei de Diretrizes e Bases – LDB (BRASIL, 1996), conferindo à Educação Básica o papel de desenvolver o estudante, garantindo sua formação para que possa ampliar suas habilidades, conhecimentos e competências, possibilitando uma formação participativa, ética, autônoma e crítica.

#### **4. Considerações finais**

A partir dos resultados apresentados no presente estudo, foi possível analisar todos os contextos relacionados a temática Ecologia de Estradas no Portal de periódicos CAPES. Os dados mostraram um relativo aumento no interesse por essa área nos últimos anos, nesse sentido, foi possível constatar que a maior parte das publicações estão relacionadas ao monitoramento de animais silvestres atropelados nas rodovias brasileiras.

Ainda na temática Ecologia de Estradas, também foi possível perceber um aumento nos estudos relacionados aos impactos da fragmentação sobre o ambiente e biota e também nos estudos relacionados a medidas de mitigação dos impactos causados pelas rodovias, porém, foram encontrados poucos estudos relacionando a Educação Ambiental como medida mitigadora.

Sugere-se que a Ecologia de Estradas seja inserida nos campos de atuação da Educação Ambiental como oportunidade de enriquecimento de conhecimentos, podendo facilitar na inserção de questões políticas, sociais e culturais que contribuam na busca de soluções dos problemas socioambientais atuais, assim como na compreensão das relações estabelecidas entre as pessoas e destas com o meio no qual vivem.

Nas buscas relacionadas à educação não foram encontradas publicações que fizessem correlações entre a temática Educação Ambiental e a proposta metodológica do Educar pela Pesquisa, dessa forma, sugere-se a elaboração de projetos e estudos que consigam atrelá-las, construindo assim processos de aprendizagem significativa, contribuindo para a formação de estudantes críticos e atuantes na sociedade.



## REFERÊNCIAS

- ASCENSÃO, F.; LUCAS, P.S.; COSTA, A.; BAGER, A. The effect of roads on edge permeability and movement patterns for small mammals: a case study with Montane Akodont. **Landscape Ecol**, 32: 781-790.
- ASSIS, J.C.; FURLAN, S.A. III Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas: Road Ecology Brazil 2014. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 2, p.461-463, 2014.
- BAGER, A.; PIEDRAS, S.R.N.; SAN MARTIN, T.; HÓBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do conhecimento brasileiro. **Armazém Digital**, Porto Alegre, p.49-62, 2007.
- BAGER, A.; LUCAS, P.S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, 6 (1): 75-86, 2016.
- BAGER, A.; ROSA, C.A. Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.
- BARRETO, G.C. **Dimensões humanas de áreas marinhas protegidas: Uma revisão sistemática das definições e componentes**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, 92p. 2017.
- BRANDÃO, C.R. Pesquisa Participante. In: **Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 259-266, 2005.
- BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9795**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm), acesso em: 10 jul. 2020.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Meio Ambiente**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL, M.V.O.; OLIVEIRA, L.C.; TASSIGNY, M.M.; OLIVEIRA, F.C. Impacto ambiental, sustentabilidade e o crescimento desordenado da frota de veículos automotores do estado do Ceará. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**. v. 4, n. 2, 2014.
- BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, 16 (1), 2016.
- BRUXEL, M.; SILVA, R.V.; KAUFFMANN, M.; KAUFFMANN, G. Implementação do Programa de Gestão e Supervisão Ambiental como atenuante dos impactos ambientais de uma obra rodoviária: o caso da BR-285/RS. **Revista Internacional de Ciências**, v. 5, n. 2, 2015.

BUENO, C.; SOUSA, C.O.M.; FREITAS, S.R. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates? **Bras. J. Biol.**, v. 75, n. 4, p. 228-238, 2015.

CÁCERES, N.C.; CASELLA, J.; GOULART, C.S. Variação espacial e sazonal de atropelamentos de mamíferos no Bioma Cerrado, rodovia BR-262, sudoeste do Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, 19 (1): 21-33, 2012.

CARVALHO, C.F. **Atropelamentos de vertebrados, Hotspots de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, 99 p. 2014.

CARVALHO-ROEL, C.F.; IANNINI-CUSTÓDIO, A.E.; MARÇAL JUNIOR, O. Do roadkill aggregations of wild and domestic mammals overlap? **Revista de Biologia Tropical**, v. 67 (1): 47-60, 2019.

Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. **Portal CBEE**, 2020. Disponível em: < <https://ecoestradas.com.br/>>. Acesso em 08 de abril de 2020.

CORREA, E.A. **Os dilemas e as proposições da Educação Ambiental na transamazônica (BR-230): do atendimento as normas para o licenciamento ao encontro das expectativas das comunidades da rodovias**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará, 131 p. 2014.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997.

DORNAS, R.A.P.; KINDEL, A.; BAGER, A.; FREITAS, S.R. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias do Brasil. p. 139-152. In: Bager, A. (Ed.). **Ecologia de Estradas**. Editora da UFLA, 2012.

Em uma década, 205 pessoas morreram no trecho previsto para duplicação da BR-280. **NSC Total**, 2019. Disponível em: < <https://www.nscotal.com.br/colunistas/saavedra/em-uma-decada-205-pessoas-morreram-no-trecho-previsto-para-duplicacao-da-br-280>>. Acesso em 05 de abril de 2020.

FERENHOF, H.A.; FERNANDES, R.F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**. v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

FREIRE, P. **A educação na cidade**. 7 ed. São Paulo, Cortez, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários para a prática educativa**. 51ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 143 p. 2015.

FONSECA NETO, S.N. **Educar pela pesquisa: as percepções de alunos de graduação sobre as temáticas energia e sustentabilidade em um curso de extensão**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará, 108p. 2015.

FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecologic Systems**, 29: 207-231. 1998

GALIAZZI, M.C.; GARCIA, F.A.; LINDERMANN, R.H. Construindo Caleidoscópios: organizando Unidades de Aprendizagem. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**, Ijuí: UNIJUÍ, p. 65-84, 2004.

GALIAZZI, M.C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GALIAZZI, M.C.; MORAES, R.; RAMOS, M.G. Educar pela pesquisa: as resistências sinalizando o processo de profissionalização de professores. **Editora UFPR**, Curitiba, n. 21, p. 227-241, 2003.

GALVÃO, T.F.; PEREIRA, M.G. Revisões sistemáticas de literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 23 (1): 183-184, 2014.

GOMES, R.W. Por uma educação ambiental crítica/emancipatória: Dialogando com alunos de uma escola privada no município de Rio Grande/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria. v. 36, n. 3, p. 430-440, 2014.

GRILO, C.; FERREIRA, F.Z.; REVILLA, E. No evidence of a threshold in traffic volume affecting road-kill mortality at a large spatio-temporal scale. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 55, p. 54-58, 2015.

GUMES, S.M.L. Construção da conscientização socioambiental: formulações teóricas para o desenvolvimento de modelos de trabalho. **Paidéia**, v. 15, n. 32, p. 345-354, 2005.

ISLAS, C.A.; BEHLING, G.M.; SCHNORR, S.M. Conhecimento ecológico local e educar pela pesquisa: bases para um ensino de ciências contextualizado. **Ensino em Re-vista**, v. 25, n. 2, p. 506-525, 2018.

LAUXEN, M.S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. Porto Alegre. Monografia apresentada no departamento de Zoologia como pré-requisito para a conclusão do curso pós-graduação Lato Sensu, em Diversidade e conservação da fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 176p. 2012.

LAYRARGUES, P.P. A crise ambiental e suas implicações na educação. In: QUINTAS, J. **Pensando e praticando a Educação Ambiental na Gestão do Meio Ambiente**. Brasília: IBAMA, 2002.

LAYRARGUES, P.P. **A natureza da ideologia e ideologia da natureza: elementos para uma sociedade da Educação Ambiental**. Campinas, 2003.

LAYRARGUES, P.P.; LIMA, G.F.C. As macrotendências Político-Pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LEME, S.E.G.; NORONHA, M.G.R.C.S.; VIANA, L.H. Protagonismo juvenil e Educação Ambiental por meio de atividades lúdicas. **IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE – III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, PUCPR, 2009.

LINS, G.A.; BEZERRA, L.G.E.; MOTA, M.J.P.; ROCHA-BARBOSA, O.; ALMEIDA, J.R. A Ecologia de Estradas sob a ótica do licenciamento ambiental. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 152-159, 2015.

MATOS, L.; LOUREIRO, C.F.B. Avaliação em Educação Ambiental: estudo de caso de um projeto em contexto de licenciamento. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 33-43, 2011.

MELLO, L.C. **Análise da produção científica brasileira sobre o conhecimento tradicional**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos, 134p. 2013.

OLIVEIRA, D.S.; SILVA, V.M. Vertebrados silvestres atropelados na BR-158, RS, Brasil. **Biotemas**. v.25. n.4. p. 229-235, 2012.

OLIVEIRA, P. B.; LATINI, R. O. **Educação Ambiental: Uma abordagem para minimizar os atropelamentos da fauna silvestre**. (Trabalhos de Pesquisa e Iniciação Científica dos cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia - Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix). Acervo da Iniciação Científica. Belo Horizonte – MG. 2012. Não publicado. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2016/08/R17.pdf>> Acesso em 05 de maio de 2020

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D.F.B.; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Goiânia, p. 2339-2346, 2005.

PINTO, F.A.S.; BAGER, A.; CLEVINGER, A.P.; GRILO, A. Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) conservation in Brazil: Analysing the relative effects of fragmentation and mortality due to roads. **Biological Conservation**, v. 228, p. 148-157. 2018.

PRIST, P.R. **Análise espacial da distribuição da fauna de vertebrados de médio e grande porte frente a dois padrões de desmatamento típicos da floresta Amazônica, na região de Alta Floresta – MT**. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo. 127 p. 2011

RAMOS, C.C.O.; LIMA JÚNIOR, D.P.; ZAWADZKI, C.H.; BENEDITO, E. A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? **Neotropical Biology and Conservation**, 6 (3): 201-212, 2011.

REZZADORI, T.; HARTMANN, M.T.; HARTMANN, P.A. Proximidade de rodovias pode influenciar a fragmentação florestal? Um estudo de caso no norte do Rio Grande do Sul. **Biotemas**, 29 (3): 21-28, 2016.

RYTWINSKI, T.; SOANES, K.; JAEGER, J.A.G.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C.S.; HOULAHAN, J.; REE, R.V.D.; GRIFT, E.A.V.D. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **Plos One**, 2016.

RIZATTI, L.G. **Ecologia de Estradas em regiões neotropicais: Revisão**. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio Claro. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 38 p. 2012.

RODRIGUES, D.A.M.; LEITE, R.C.M. O silêncio que ninguém ouviu: análise do enfoque CTSA nas concepções e práticas de professores premiados em um evento ambiental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 45-69, 2019.

RODRÍGUEZ-CASTRO, K.G.; CIOCHETI, G.; RIBEIRO, J.W.; RIBEIRO, M.C.; GALETTI-JR, P.M. Using DNA barcode to relate landscape attributes to small vertebrate roadkill. **Biodivers Conserv**, 26: 1161-1178, 2017.

RODRIGUES, J.N.; OLIVEIRA, A.L.; QUEIROZ, E.D. Universidade e formação de educadores ambientais críticos. **Educação: teoria e prática**. v. 23, n. 42, p. 90-105, 2013.

SANTANA, G.S. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**. 7 (1): 26-40, 2012.

SANTOS, A.L.P.G.; ROSA, C.A.; BAGER, A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG-354, Sul de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, 25 (1): 73-79, 2012.

SANTOS, C.R.; SILVA, R.V. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos. **Revista Internacional de Ciências**. v. 5, n. 2, 2015.

SANTOS, R.A.L.; SANTOS, S.M.; SANTOS-REIS, M.; FIGUEIREDO, A.P.; BAGER, A.; AGUIAR, L.M.S.; ASCENSÃO, F. Carcass Persistence and Detectability: Reducing the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys. **Plos One**, 2016.

SANTOS, V.R.; TAMAKI, V.; SUZUKI, R.M.; MEDINA, I.A.; CARRIÃO, S.M.; SHIRASUNA, R.T. Sobrevivência de *Ctenanthe lanceolata* Petersen e *Goepertia monophylla* (Vell.) Borchs e *S. Suárez* (Marantaceae) após o desmatamento. **Rev. Inst. Flor**. v. 28, n. 2, p. 177-191, 2016.

SÁSSI, C.M.; NASCIMENTO, A.A.T.; MIRANDA, R.F.P.; CARVALHO, G.D. Levantamento de animais silvestres atropelados em trechos da rodovia BR-482. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 65, n. 6, p. 1883-1886, 2013.

SECCO, H.; RATTON, P.; CASTRO, E.; LUCAS, P.S.; BAGER, A. Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. **Tropical Conservation Science**. v. 7 (3), p. 561-571, 2014.

SECCO, H.; GRILO, C.; BAGER, A. Habitat selection by the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in human-disturbed landscapes. **Jornal of Tropical Ecology**, 2018.

SIMMONS, C.; WALKER, R.; PERZ, S.; ARIMA, E.; ALDRICH, S.; CALDAS, M. Spatial Patterns of Frontier Settlement: Balancing Conservation and Development. **Jornal of Latin American Geography**, 15(1), 2016.

SRBEK-ARAÚJO, A.C.; ALVARENGA, A.C.; BERTOLDI, A.C. Do we underestimate the impact of roads on arboreal animals? Roadkill as an important threat to *Chaetomys subspinosus* (Mammalia: Rodentia). **Biota Neotropica**, 18(3), 2018.

STEIN, D.S. **Ações educativas ambientais no cotidiano de uma escola municipal de Santa Maria, RS**. Monografia de Especialização, 45p. 2011.

TEIXEIRA, F.Z.; COELHO, I.P.; LAUXEN, M.; ESPERANDIO, I.B.; HARTZ, S.M.; KINDEL, A. The need to improve and integrate science and environmental licensing to mitigate wildlife mortality on roads in Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 9 (1): 34-42, 2016.

TOZONI-REIS, M.F.C. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar - Editora UFPR**, n. 27, 2006.

TREVISAN, L.C.; CASTRO, T.F.N.; COSTA, C.G. Educar para conservar: estudo de caso sobre Ecologia de Estradas. **XII Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas, 2016.

TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, 14: 18-30, 2000.

VITURINO, M.J.P.; GRACIOLLI, S.R.P. Trilha da Vida Silvestre: um jogo a partir do monitoramento de animais em trecho da rodovia MS-162. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 22, n. 51, p. 269-288, 2017.

## **CAPÍTULO 2: VIVENCIANDO A TEMÁTICA ECOLOGIA DE ESTRADAS E SUAS CONEXÕES COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO**

**Resumo:** A Ecologia de Estradas é uma ciência ainda pouco conhecida no cotidiano escolar. Os poucos trabalhos descritos na literatura descrevem a utilização de estratégias pedagógicas voltadas principalmente a jogos didáticos, cartilhas ou palestras educativas. O presente capítulo apresenta como objetivos valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos impactos socioambientais causados pela duplicação da rodovia BR-280 e, a partir de um processo dialógico de ensino aprendizagem baseado nos fundamentos do Educar pela Pesquisa e da Educação Ambiental Crítica, propor diretrizes de um processo que contribua ao campo da Ecologia de Estradas. Para isso, foi desencadeado um processo educativo em 18 aulas (momentos) onde foram trabalhadas diferentes atividades. O estudo foi realizado com 29 estudantes de uma turma do terceiro ano do ensino médio noturno, na Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, situada em Guaramirim, Santa Catarina. As atividades desenvolvidas iniciaram a partir da observação dos conhecimentos prévios dos estudantes, passando posteriormente por reportagens, dinâmicas de grupo, debates, elaboração de textos e materiais de divulgação. Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes não conheciam os impactos causados pelas rodovias e também a Ecologia de Estradas. Foi notável o envolvimento dos estudantes com a problemática através de suas falas, textos, produções e contribuições. A pesquisa demonstrou que a Ecologia de Estradas pode ser atrelada a processos de Educação Ambiental e também vinculada a diversos conteúdos de biologia no ensino médio, até mesmo em atividades interdisciplinares. Além disso, o trabalho evidenciou a necessidade de diversificar as estratégias pedagógicas utilizadas em sala de aula e de propor momentos onde os estudantes possam sentir-se parte do processo, deixando de serem meros espectadores para serem atuantes nos processos de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino de Biologia. Participação. Rodovia BR-280. Ensino Médio. Impactos socioambientais.

## 1. Introdução

A BR-280 é uma rodovia que faz a ligação do litoral Norte de Santa Catarina com a divisa Brasil/Argentina, sendo uma importante rota para o desenvolvimento da região Sul, interligando diversas outras rodovias como a BR-101, BR-116, BR-153, BR-158 e BR-163, além de ser a única via de ligação com o porto de São Francisco do Sul, um dos principais portos do Sul do Brasil (DNIT, 2009).

A rodovia BR-280 passa por um processo de duplicação em alguns de seus trechos que correspondem a 71,5 quilômetros entre os municípios de São Francisco do Sul e Jaraguá do Sul, norte de Santa Catarina (Figura 1). O principal objetivo da obra, segundo relatório de impacto ambiental disponibilizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2009) é a melhoria no tráfego da rodovia.

FIGURA 1 - REGIÃO AFETADA PELA DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR-280.



FONTE: ClicRBS (2018)

Esse tipo de obra, traz benefícios, como a facilidade de transporte de mercadorias e pessoas, em contrapartida, pode trazer diversos tipos de problemas, quando ocorre sem o devido planejamento. Segundo Bandeira e Floriano (2004), a construção e manutenção de rodovias está associada a diversos tipos de impactos sobre o ambiente natural e também antrópico.

Entre os impactos causados pelas rodovias, Rezende e Coelho (2015) destacam: o atropelamento de animais silvestres, a fragmentação de habitats, alterações nos movimentos migratórios de algumas espécies, os diversos tipos de poluição (sonora, atmosférica, visual), início e aceleração de processos erosivos, alteração no cotidiano das comunidades que vivem próximas às rodovias, aumento no número de acidentes, entre outros.



A Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann está situada no município de Guaramirim, em um local muito próximo à rodovia que está sendo duplicada, desse modo, é possível imaginar que esse empreendimento irá impactar de várias maneiras na vida dos moradores locais, assim, pensou-se em estratégias para trazer essa discussão às aulas de biologia.

Quanto às formas de trazer essa temática para a sala de aula, a ideia inicial era formar um grupo de estudos no contraturno escolar, porém, em virtude dos horários das aulas, das dificuldades dos estudantes em virem em horários diferentes das suas aulas e do pouco tempo disponível para o desenvolvimento de todas as etapas, optou-se pela realização das atividades em horário normal de aula, no período noturno.

Após a definição do horário, surgiu outra dúvida: Com qual (is) turma (s) trabalhar? No período noturno, a escola atendia as três séries do ensino médio, após analisar a sequência de conteúdos que as turmas estavam estudando, foi decidido por trabalhar com apenas uma turma do 3º ano, a escolha se deu por três motivos: Eu era professor-regente da turma, a turma tinha as duas aulas semanais juntas, o que facilitaria na aplicação das atividades e os conteúdos estudados no 3º ano que são mais facilmente atrelados à problemática da duplicação da rodovia BR-280.

Os conteúdos estudados em biologia no 3º ano do ensino médio normalmente são abordados em três grandes áreas, sendo elas, Genética, Evolução e Ecologia, à vista disso, foi pensado em um processo de Educação Ambiental que interligasse a temática da duplicação da rodovia com alguns desses conteúdos.

Entre as várias vertentes da Ecologia, uma delas se encaixa perfeitamente na temática em questão, a Ecologia de Estradas. Essa disciplina surgiu justamente em resposta aos diversos impactos causados pelas rodovias (Forman *et al.* 2003), sendo uma disciplina relativamente nova no Brasil. Segundo Bager *et al.* (2007), os primeiros estudos encontrados na literatura datam de 1988. Essa disciplina tem por objetivo estudar as relações existentes entre a implantação e manutenção de rodovias e ferrovias com os impactos causados sobre a biodiversidade, contribuindo em processos de planejamento e gestão (BAGER *et al.* 2016).

Na literatura poucos são os trabalhos que fazem ligações entre a Ecologia de Estradas e o contexto escolar. Em um dos poucos trabalhos disponíveis, Trevisan *et al.* (2016) constataram que apenas 12% dos alunos e professores entrevistados conheciam essa disciplina. Os autores relatam que se faz urgente sensibilizar a população sobre esse assunto, pois é dessa forma que se pode ao menos minimizar os efeitos negativos das rodovias.

Como forma de facilitar na inserção das temáticas de Educação Ambiental e Ecologia de Estradas no contexto escolar, o Educar pela Pesquisa surgiu como uma ótima proposta metodológica. Segundo Hendges e Santos (2011) essa proposta impulsiona o desenvolvimento de competências e habilidades que orientam o envolvido nas soluções dos problemas. Dessa forma, trazer a realidade do estudante para o contexto da sala de aula faz com que ele desenvolva o interesse e a curiosidade pela reconstrução do conhecimento.

Com base no contexto da duplicação da rodovia BR-280 e de todos os impactos socioambientais causados por essa obra, o presente estudo teve como objetivos: (1) valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos impactos socioambientais causados pela duplicação da rodovia BR-280; (2) propor diretrizes de um processo de Educação Ambiental que articule a Ecologia de Estradas e o Educar pela Pesquisa para o ensino médio.

## **2. Metodologia**

A pesquisa ocorreu na Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, situada no município de Guaramirim, estado de Santa Catarina. A escola, por estar situada na região central da cidade, atrai alunos de diferentes bairros e localidades, o que forma um perfil bastante heterogêneo. A região de Guaramirim caracteriza-se pela presença de muitas empresas do ramo têxtil e metalúrgico, com isso, muitos alunos ao entrarem no ensino médio já começam a estagiar e/ou trabalhar nessas empresas, o que, segundo o Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola, aumenta os índices de evasão escolar.

A pesquisa ocorreu no turno escolar dos estudantes, nas aulas de Biologia, em um período aproximado de dois meses, totalizando 18 horas/aula.

O trabalho foi realizado com uma turma do 3º ano do ensino médio noturno, formada por 29 alunos, com idade entre 17 e 19 anos. O estudo foi realizado com alunos voluntários que tinham interesse em participar do projeto, em horário normal de aula. Com isso, foi utilizado um termo de consentimento por parte dos pais ou responsáveis pelo aluno, como condicionante para participação do projeto, o qual todos consentiram. A pesquisa foi realizada no espaço escolar, com o aval da direção escolar.

A avaliação realizada no processo teve como objetivo compreender o alcance do projeto e não foi utilizada como instrumento de avaliação curricular dos participantes do projeto. Essa informação constou no termo de consentimento e assentimento.

Aos participantes da pesquisa foi assegurado o anonimato e confidencialidade conforme previsto na Resolução 466/2012. Para o completo esclarecimento sobre a pesquisa e anuência participativa, o Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido (TCLE) bem como o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) foram emitidos em duas vias para que fosse conhecido e assinado pelo participante e/ou responsável legal (Anexos 1 e 2).

A presente pesquisa foi orientada pela abordagem da pesquisa qualitativa e utilizou como métodos a pesquisa bibliográfica, documental e a pesquisa-ação. A abordagem de pesquisa-ação tem sido a mais propícia para pesquisas que buscam integrar professor e aluno na produção do conhecimento (CHARLIER; CHARLIER, 1998).

Conforme Fagundes (2016), esse tipo de metodologia surgiu da necessidade de professores em buscar ações coletivas que pudessem solucionar algum problema ou, até mesmo, transformar a realidade. Thiollent (1985), indica que esse é um tipo de pesquisa social que é realizada na íntima associação entre a ação e a resolução de um problema coletivo, nesse sentido, os pesquisadores e demais participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo.

Nesse contexto, Jesus *et al.* (2014) cita que o processo de pesquisa-ação também envolve investigação e atitudes coletivas que fazem dessa metodologia uma alternativa para que o pesquisador entenda a realidade social e, a partir disso, produza novos conhecimentos e espaços de formação com todos os sujeitos inseridos no processo, no anseio de buscar novas linhas de pensamento e ação.

A proposta da pesquisa-ação foi estruturada em três momentos principais, constituídos de passos para atingir os objetivos de cada fase (BALDISSERA, 2001):

- (i) Momento de investigação: produzir conhecimento, uma compreensão da problemática dos grupos com os quais se trabalha e dos conhecimentos prévios que tais grupos tem de sua própria problemática, no caso vinculada à realidade da duplicação da BR-280;
- (ii) Momento de tematização: elaboração de documento sobre teorização da realidade estudada e dos conhecimentos prévios dos grupos, como veem ou representam para si sua realidade para comparar a teorização anterior com a intenção de montar um programa pedagógico utilizando os princípios do Educar pela Pesquisa.
- (iii) Momento de programação/ação: o programa de ação foi baseado nas atividades educativas dos momentos anteriores, estruturado e adequado com a realidade vivenciada. A proposta de ação foi formulada e realizada pelo próprio grupo (estudantes), envolvendo a comunidade escolar.

A problemática da Ecologia de Estradas foi abordada a partir do Educar pela Pesquisa, seguindo princípios que a fundamentam, conforme proposto por Demo (1997), e norteada pelos eixos da pesquisa-ação.

A Educação pela Pesquisa, segundo Galiazzi e Moraes (2002) é uma metodologia que surgiu da necessidade de superar a aula simplesmente copiada, tornando a pesquisa como ferramenta cotidiana na sala de aula, buscando transformar as aulas em espaço, modo e tempo de pesquisa. Nesse sentido, os principais pressupostos que norteiam o Educar pela Pesquisa são o questionamento, a argumentação e a crítica dos argumentos construídos. Ainda conforme os autores, o trabalho consiste em reconstruir o conhecimento já existente, incluindo e enriquecendo com outros tipos de conhecimentos que os próprios alunos trazem e os novos conhecimentos que surgirem.

O Educar pela Pesquisa, segundo Demo (1997), estimula o aluno à curiosidade, ao buscar pelo desconhecido, a procurar respostas e ter iniciativa, a compreender e começar a elaborar seus próprios conceitos. Nessa perspectiva, é papel do professor transformar suas metodologias, reconstruir também os seus próprios conceitos e estar constantemente recuperando sua competência.

Fonseca Neto (2015) indica que o Educar pela Pesquisa tem como objetivo principal a formação de cidadãos mais críticos e autônomos, capazes de intervir na realidade com qualidade formal e política, conscientes de seu papel.

Dessa forma, foram propostas a utilização de 18 horas/aula de 40 minutos para o desenvolvimento do processo educativo, conforme apresentado no Quadro 1:

QUADRO 1 - SEQUÊNCIA DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.

<b>Momentos</b>	<b>Nº de aulas</b>	<b>Processo educativo</b>
Preparação	1 hora/aula	-Apresentação da Pesquisa; -Entrega dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e Assentimento Livre Esclarecido para assinatura. -Orientações sobre o diário de campo; -Orientações sobre o desenvolvimento do projeto;
Investigação	2 horas/aula	-Elemento deflagrador: para analisar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca desse tema, foram trazidas diversas imagens

		mostrando animais silvestres atropelados e obras da duplicação da BR-280.
	1 hora/aula	-Reportagens sobre as situações de rodovias brasileiras.
	2 horas/aula	-Análise de trechos do EIA/RIMA da duplicação da BR-280. Apresentação dos resultados obtidos. -Preenchimento do diário de campo.
	1 hora/aula	-Vídeo mostrando o que é a Ecologia de Estradas e qual a sua importância.
Tematização	3 horas/aula	-Dinâmica da rotação por estações. -Preenchimento do diário de campo.
	2 horas/aula	-Dinâmica: simulando uma audiência pública sobre a duplicação da BR-280.
Programação/ação	2 horas/aula	-Elaboração de texto acerca do papel da sociedade e dos jovens nos cuidados socioambientais atuais;
	1 hora/aula	-Análise dos textos dos colegas seguindo alguns critérios estabelecidos.
	1 hora/aula	-Reestruturação dos textos que haviam sido corrigidos pelos colegas.
	1 hora/aula	-Apresentação dos materiais de divulgação criados pelas equipes.
	1 hora/aula	-Autoavaliação. -Devolução dos diários de campo.

FONTE: O autor (2020)

### 2.1. Registro dos dados

Todas as discussões e atividades realizadas durante os encontros foram registradas em diários de campo, pelo professor e pelos alunos. Algumas dinâmicas foram filmadas utilizando o aparelho celular do professor e/ou dos próprios estudantes, para posterior análise e transcrição de seu conteúdo.

Nos trechos que foram transcritos no presente trabalho, utilizou-se os símbolos P para o professor-pesquisador e E1, E2, E3 etc. para os estudantes. A numeração corresponde a

ordem que a fala do estudante surge no discurso analisado. Os símbolos foram utilizados para preservar a identidade dos estudantes, adaptado de Rodrigues e Quadros (2019).

Os resultados obtidos foram avaliados de forma qualitativa, buscando-se analisar a evolução do aluno e do grupo durante todo o processo de ensino e aprendizagem que envolveu a pesquisa. Optou-se por uma análise qualitativa pelo fato desse tipo de pesquisa priorizar a interação entre o pesquisador e os sujeitos-colaboradores da pesquisa. Na abordagem qualitativa, o pesquisador relata uma descrição dos sujeitos e de suas percepções sobre o tema.

Foram também utilizados instrumentos de autoavaliação para favorecer a avaliação por parte dos próprios participantes do processo.

## 2.2. Sistematização

A pesquisa foi realizada no ambiente escolar, em contato direto com os alunos, caracterizando a abordagem qualitativa. Segundo Amaral (2010), a análise qualitativa reúne informações de seus objetos de estudo, a partir de entrevistas, observações ou de textos já produzidos, assim consegue-se analisar a compreensão dos fenômenos, os quais observa detalhadamente, reconstruindo conhecimentos sobre os temas investigados.

Para análise dos dados, foram utilizados as comunicações verbais e textos produzidos pelos alunos. Segundo Bardin (2011, p.44) “a análise de conteúdos consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”.

Para realizar a sistematização dos conteúdos produzidos pelos estudantes foi utilizado o *software* NVivo que tem como objetivos codificar e armazenar os textos em categorias, além de facilitar no agrupamento dos dados de acordo com aspectos comuns (SILVEIRA, 2009). Para isso, foram buscadas e selecionadas as 30 palavras mais frequentemente utilizadas nos textos e nas falas dos estudantes, bem como suas relações de proximidade. É importante ressaltar que artigos, conjunções e preposições foram eliminadas nos filtros de busca por não serem relevantes para a análise de dados.

## 2.3. O processo educativo

Conforme mostrado anteriormente, a temática “Ecologia de Estradas”, interligada com a Educação Ambiental, foi trabalhada a partir de diversos momentos, totalizando 18 aulas, que serão descritas na sequência:

### 2.3.1. Apresentação da pesquisa

Para dar início às atividades, primeiramente, foi explicado sobre os objetivos da pesquisa e quais seriam as metodologias utilizadas, nesse dia, também foram entregues os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e Termos de Assentimento Livre e Esclarecido, na sequência foi realizada a leitura desses documentos e assim os estudantes puderam levar para casa para coletarem a assinatura dos seus responsáveis (quando menor de idade). Além disso foram entregues os diários de campo (na forma de um caderno pequeno) e foram feitas as orientações sobre sua utilização (Figura 2).

FIGURA 2 - CADERNOS UTILIZADOS COMO DIÁRIO DE CAMPO



FONTE: O autor (2020)

### 2.3.2. Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes

Para o desenvolvimento desta atividade foram utilizadas duas aulas. A sala foi organizada em equipes de quatro ou cinco integrantes, onde eles mesmos formaram os grupos por afinidade (Figura 3), assim foram entregues algumas imagens (Figura 4) para que os estudantes observassem e na sequência foram feitas duas perguntas:

1. Quais são as suas percepções sobre estas imagens?
2. Quais impactos socioambientais você consegue identificar?

As equipes tiveram alguns minutos para conversar e cada estudante pode colocar suas respostas no diário de campo.

FIGURA 3 - ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES.



FONTE: O autor (2020)

FIGURA 4 - IMAGENS UTILIZADAS NA DINÂMICA.



FONTE: O autor (2020)

Na aula seguinte, utilizando o projetor multimídia, foram passadas duas breves reportagens de jornais brasileiros mostrando e alertando sobre as situações de algumas rodovias nacionais com relação aos atropelamentos de animais silvestres. A primeira delas citava a BR-262, rodovia que dá acesso ao Pantanal, no estado do Mato Grosso do Sul, a reportagem mostrava vários animais silvestres atropelados, incluindo jacarés, tatus e tamanduás, a reportagem também enfatizava a ausência de medidas para redução dos acidentes naquela rodovia. A segunda reportagem mostrava um centro de reabilitação de animais silvestres atropelados em rodovias, citando que metade dos animais que chegam ao



local acabam não resistindo aos ferimentos. A reportagem também alertava para o número de animais silvestres atropelados por ano nas rodovias brasileiras, aproximadamente 2 milhões. As reportagens podem ser encontradas nos seguintes links:

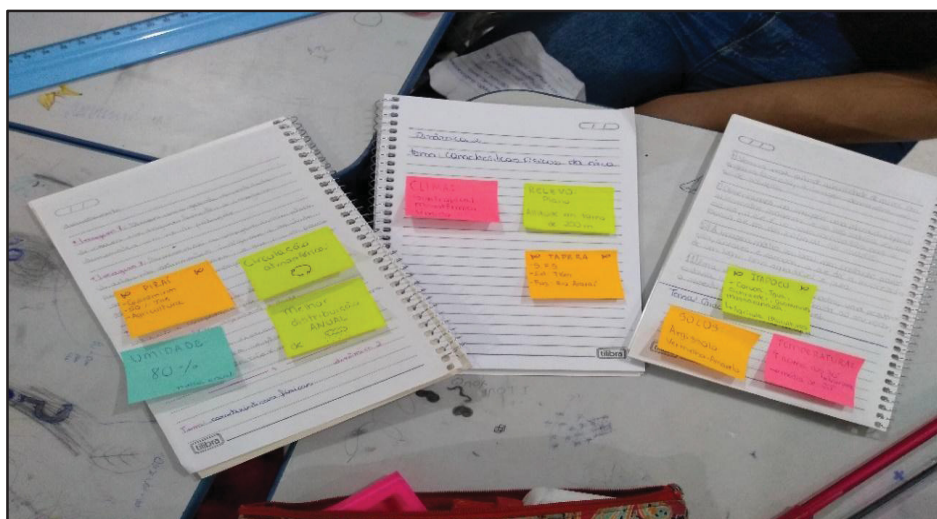
- Reportagem 1: <https://www.youtube.com/watch?v=MLpfDtfvlf0>
- Reportagem 2: <https://www.youtube.com/watch?v=x57d9V2qVyQ>

### 2.3.3. Análise de EIA/RIMA

Para o desenvolvimento desta atividade foram utilizadas duas aulas. A sala novamente foi organizada em equipes de quatro ou cinco integrantes e cada equipe recebeu uma cópia do Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA) disponibilizado *online* pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Dessa forma, cada equipe ficou responsável por fazer a leitura de um trecho do documento e extrair dele algumas palavras-chave que sintetizassem as principais partes do texto. Essas palavras-chave foram então colocadas em *Post-its* e posteriormente em um painel colocado no fundo da sala (Figura 5). Na parte final da aula cada grupo apresentou para os demais os resultados de suas leituras e discussões. A divisão dos temas ocorreu da seguinte forma:

- Grupo 1: Objetivos da obra.
- Grupo 2: Localização da rodovia.
- Grupo 3: O empreendimento.
- Grupo 4: Características físicas.
- Grupo 5: Hidrografia.
- Grupo 6: Características biológicas.
- Grupo 7: Características da sociedade.

FIGURA 5 - POST-ITS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DO CARTAZ.



FONTE: O autor (2020)

#### 2.3.4. Apresentando a Ecologia de Estradas

Para apresentar a temática aos estudantes foi utilizado o período de uma aula. Com o auxílio de um projetor multimídia, foi passado uma entrevista com a bióloga Fernanda Abra, que é uma das referências no Brasil quando se trata de Ecologia de Estradas. O vídeo abordou questões importantes sobre a temática, como a sua aplicação nos estudos de impactos socioambientais e também em algumas políticas públicas relacionadas à construção e manutenção de rodovias, entre outras questões (Figura 6). A entrevista pode ser acessada no seguinte link: <https://www.youtube.com/watch?v=vw3RUHe1SCM>

FIGURA 6 - VÍDEO DE APRESENTAÇÃO DA ECOLOGIA DE ESTRADAS.



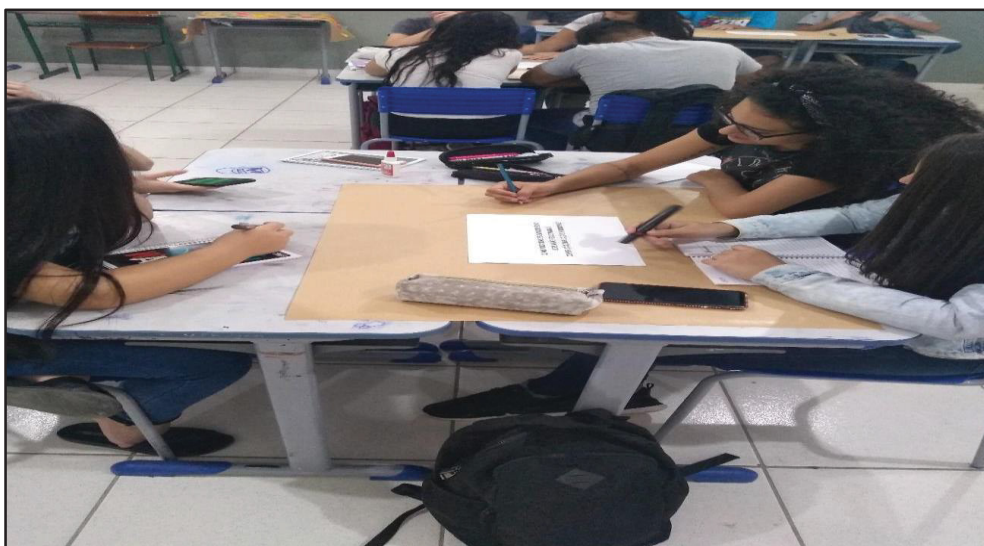
FONTE: O autor (2020)

#### 2.3.5. Dinâmica da rotação por estações

Nas três aulas seguintes foi realizada uma dinâmica chamada “rotação por estações”. A turma foi dividida em grupos de seis integrantes e as carteiras foram organizadas em seis “estações”, de modo que cada grupo ficasse por aproximadamente dez minutos em cada uma delas. Em cada estação havia uma pergunta fixada em uma grande folha de papel *Kraft*, assim, cada equipe dava suas contribuições conforme mudavam de estação (Figura 7). Para facilitar a comunicação das equipes, após o término da primeira estação, cada equipe elegeu um “embaixador”, que deveria continuar na sua estação e ajudar na formulação das respostas das demais equipes que chegavam. Quando o tempo esgotava, as equipes eram avisadas para trocarem de estação, no sentido horário. No final, cada embaixador apresentou as respostas que foram colocadas na sua estação de origem. As perguntas colocadas em cada estação foram as seguintes:

1. Quais são as espécies de animais silvestres mais comumente atropeladas na região de Guarimir? E no Brasil? E no mundo?
2. Quais são os principais impactos sociais que poderão ocorrer com a duplicação da BR-280?
3. Quais são os principais impactos ambientais que poderão ocorrer com a duplicação da BR-280?
4. Quais são as principais medidas mitigadoras para diminuição dos impactos socioambientais causados pelas rodovias?
5. Quais mudanças devem ocorrer na legislação relacionada à construção/duplicação de rodovias?
6. Qual a minha função diante deste cenário (duplicação da BR-280)?

FIGURA 7 - ESTUDANTES PARTICIPANDO DA DINÂMICA DA "ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES".



FONTE: O autor (2020)

### 2.3.6. Simulando uma audiência pública

Nas duas aulas seguintes foi proposta uma atividade que simulava uma audiência pública, para isso, na aula anterior a essa dinâmica, cada aluno recebeu através de sorteio, um papel para representar na simulação. Os papéis distribuídos foram: Governador do estado de Santa Catarina, Representantes Indígenas <sup>1</sup>(dois estudantes), Membro do Governo Municipal de São Francisco do Sul, Membro do Governo Municipal de Araquari, Membro

---

<sup>1</sup> Nesse trabalho tomou-se o cuidado para que não fossem utilizados estereótipos que pudessem atribuir racismo e preconceitos em relação a algumas minorias que estavam representadas como atores sociais relacionados a duplicação da rodovia BR-280, principalmente indígenas e agricultores familiares.

do Governo Municipal de Joinville, Membro do Governo Municipal de Guaramirim, Membro do Governo Municipal de Jaraguá do Sul, Representante do Porto de São Francisco do Sul, Empresários (dois estudantes), Estudante do Ensino Médio, Bombeiro Voluntário, Caminhoneiro, Turista, Professor Universitário, Fazendeiros (três estudantes), Pescador, Policial Rodoviário Federal, Representante do DNIT, Membros de ONGs Ambientais (dois estudantes), Trabalhador da Indústria, Biólogo especialista em impactos ambientais, Representante do IBAMA, Deputado Estadual, Dono de Construtora, Engenheiro responsável pela obra e Repórter de emissora de TV. Durante a dinâmica cada estudante era livre para participar no momento que se sentisse confortável, trazendo seu ponto de vista contrário ou favorável à duplicação da rodovia. O professor nesse caso teve o papel de mediador do processo, intervindo quando necessário, estimulando os alunos a interagir e refletir sobre o seu posicionamento (Figura 8).

FIGURA 8 - SIMULAÇÃO DE UMA AUDIÊNCIA PÚBLICA.



FONTE: O autor (2020)

### 2.3.7. Elaboração de texto

Nas duas aulas seguintes, cada aluno teve que elaborar uma redação individual. Para isso, receberam as seguintes indicações:

“Atropelamento de animais silvestres, fragmentação de ecossistemas, poluição, desmatamento, falta de planejamento rodoviário e de infraestrutura são alguns dos diversos problemas que podem ser observados em algumas regiões do Brasil. Diante desta problemática, elabore uma redação explicando sobre o papel da Ecologia de Estradas, do jovem e da sociedade nos cuidados socioambientais atuais. O texto deverá conter de 20 a 30 linhas.” No final da segunda aula, os textos foram recolhidos para posterior análise.

### 2.3.7.1. Análise das redações

Na aula seguinte foi realizada a análise dos textos produzidos pelos alunos, porém, a análise não foi feita pelo professor, mas sim pelos próprios estudantes, cada aluno analisou o texto de um colega. Para isso foram criados alguns critérios para que a análise fosse feita. De modo sistemático, foi elaborada uma tabela (Figura 9) com algumas perguntas relacionadas ao texto que precisava ser analisado, sendo elas:

- Citou problemas socioambientais da atualidade?
- Propôs medidas para reduzir ou minimizar os impactos socioambientais?
- Descreveu sobre o papel da Ecologia de Estradas nesse processo?
- Descreveu sobre o papel do jovem nesse processo?
- Descreveu sobre o papel da sociedade nesse processo?

Para cada uma dessas perguntas o estudante deveria responder com Sim ou Não na coluna ao lado e também indicar em qual parte do texto estava esta evidência.

FIGURA 9 - TABELA UTILIZADA PARA ANÁLISE DOS TEXTOS.

CRITÉRIOS	SIM/NÃO	EVIDÊNCIA
Citou exemplos de problemas socioambientais da atualidade?		
Propôs medidas para reduzir ou minimizar os problemas socioambientais?		
Descreveu sobre o papel da Ecologia de Estradas nesse processo?		
Descreveu sobre o papel do jovem nesse processo?		
Descreveu sobre o papel da sociedade nesse processo?		
Texto elaborado por: _____ Texto corrigido por: _____		

FONTE: O autor (2020)

### 2.3.7.2. Reelaboração de texto

A próxima atividade consistiu na reestruturação do texto que havia sido analisado pelos colegas, observando os eventuais itens que não haviam sido colocados no primeiro texto. Dessa forma, cada aluno pode argumentar de acordo com o que já sabia do tema e também enriquecer seu conhecimento com os argumentos passados pelos colegas.

### 2.3.8. Divulgação do processo de aprendizagem

No início desta pesquisa foi proposto que cada equipe pensasse em uma forma de divulgar o conhecimento que fosse adquirido durante o processo de aprendizagem, os estudantes ficaram livres para pensar em estratégias que pudessem facilitar nessa divulgação, podendo ser através de jornais, revistas, teatros, seminários, palestras, mídias sociais, ou outra. Em função de problemas no laboratório de informática da escola, essa atividade teve que ser realizada fora do ambiente escolar, as equipes tiveram aproximadamente dois meses para pensar em algo e se organizar quanto ao cronograma e tempo, para assim conseguir apresentar na data que foi previamente estabelecida.

### 2.3.9. Autoavaliação

A última parte da pesquisa consistiu na aplicação de uma autoavaliação onde os alunos puderam responder no próprio diário de campo. O intuito era compreender quais foram suas percepções acerca das metodologias que foram desenvolvidas e do andamento do projeto. Para isso foram iniciadas quatro frases, nas quais os estudantes tinham que completar da forma que preferissem, sendo elas:

1. Eu sugiro...
2. Eu critico...
3. Eu elogio...
4. Uma palavra do que representou o projeto...

## 2.4. Processo de observação das aulas

Eu, como professor-pesquisador, também utilizei um pequeno caderno como diário de campo, nesse caderno busquei anotar o máximo possível de informações que coletava durante as aulas, desde diálogos até comportamentos. Essas informações foram importantes para avaliar as metodologias utilizadas nessa sequência didática, bem como facilitar nas análises relacionadas à aprendizagem, participação e envolvimento da turma com as atividades propostas.

### 3. Resultados e discussões

Para facilitar na organização dos dados obtidos nessa pesquisa, os resultados foram divididos em quatro partes. A primeira parte está relacionada ao envolvimento dos estudantes com as atividades propostas, a segunda parte está relacionada à análise dos textos e diálogos, a terceira parte se refere aos materiais de divulgação elaborados pelos estudantes e a quarta parte se refere aos diálogos possíveis entre a Ecologia de Estradas, a Educação Ambiental e o ensino de biologia.

#### 3.1. O envolvimento nas aulas

As atividades propostas foram muito bem aceitas pelos estudantes, os quais sentiram-se motivados por estudarem um tema que está muito presente em seu dia a dia. A turma na qual foi desenvolvida essa pesquisa era a minha turma de regência e eu os conhecia desde o 1º ano do ensino médio, da mesma forma, a maioria dos estudantes já estudavam juntos há quase três anos, esses fatores facilitam a criação de laços afetivos e certamente favoreceram para a criação de um maior vínculo entre professor-estudante e estudante-estudante, conforme cita Piaget (1995, p. 37), “a afetividade constitui aspecto indissociável da inteligência, pois ela impulsiona o sujeito a realizar as atividades propostas”. Silva *et al.* (2018), indicam que todas as extremidades da vida podem ser ligadas pelo afeto e as relações escolares também devem ser marcadas por relações afetivas, seja na relação professor-estudante ou em outros campos do cotidiano escolar.

Já nas primeiras conversas com os estudantes, percebeu-se um grande interesse pelo projeto e na análise dos seus conhecimentos prévios, percebeu-se que o tema Ecologia de Estradas era até então pouco conhecido por eles. No segundo dia, quando foram passadas as reportagens mostrando a situação de algumas rodovias brasileiras, os estudantes ficaram até surpresos por nunca terem pensado que as rodovias causariam tantos impactos negativos.

O engajamento e a participação dos estudantes na temática serão demonstrados na sequência, em trechos transcritos da dinâmica que simulava a participação de vários setores da sociedade em uma audiência pública sobre a autorização da duplicação da rodovia BR-280.

No primeiro trecho transcrito é possível perceber a interação de quatro estudantes juntamente com o professor-pesquisador:

-E1 (Trabalhador da indústria): os indígenas poderiam ser realocadas para outra região, para não serem tão impactados pelas obras.

-E2 (Empresária): Eu sou a favor da duplicação, mas tirar eles da casa deles é injusto né. Não faz sentido, você iria gostar que te tirassem da sua casa?

-E3 (Fazendeira): Não faz sentido isso, porque, olha minha situação, minha fazenda vai ser cortada ao meio, por mais que eu ganhe indenização, esse dinheiro poderia estar sendo usado pra outra coisa, não para essa obra.

-E1 (Trabalhador da indústria): Mas o custo-benefício da obra vai ser muito maior do que o custo da indenização.

-P: Certamente muitas pessoas não vão querer sair de suas casas, pois criaram muitos vínculos no local, mesmo que sejam oferecidas indenizações.

-E4 (Representante indígena): As pessoas precisam aprender que o dinheiro não paga os sentimentos, as lembranças que a pessoa teve ali, ou então, a cultura que a pessoa leva...

- E1 (Trabalhador da indústria): Então você concordaria com a passagem da rodovia?

- E4 (Representante indígena): Não, eu sou contra.

- E3 (Fazendeira): Somos contra porque vai ocupar o nosso espaço.

É possível perceber nesse fragmento que os estudantes buscaram defender seus pontos de vista sobre a duplicação, havendo pouca necessidade de mediação do professor. Nesse caso os alunos tentaram mostrar como seria a realidade vivenciada pelos seus personagens dentro desse contexto. Foi muito interessante perceber o quanto eles realmente assumiram seus papéis, colocando-se no lugar de outras pessoas que teriam suas vidas impactadas pela obra.

No fragmento destacado a seguir houve a participação de cinco estudantes, é possível perceber que não foi necessária nenhuma intervenção, demonstrando o quanto a interação foi efetiva.

-E1 (Caminhoneira): Eu sou super a favor da duplicação, pois vamos precisar muito disso, vamos estar o tempo todo ali nesse trajeto e vai beneficiar muita gente, vai garantir mais conforto e segurança para quem trafega.

-E2 (Empresária): Os caminhoneiros sempre estão viajando, então eles sabem bem como é o trajeto todo, eles entendem o que é passar por esse trânsito todos os dias.

-E3 (Bombeira Voluntária): Eu também sou a favor da duplicação, pois acho que vai diminuir o número de acidentes pelo fato de ter menos trânsito.

-E4 (Policial Rodoviária Federal): Eu concordo em partes com o que você citou, eu acredito que vai aumentar o número de acidentes pelo fato do aumento de velocidade que vai ter com a duplicação. Terão que ser implantados mais radares, lombadas e redutores de velocidade para não ocorrer muitos acidentes.



-E5 (Engenheira): Eu sou totalmente a favor da obra, pois, como a caminhoneira falou, vai garantir segurança e agilidade para quem trafega pela região.

Nesse ponto da conversa foi possível identificar uma maior preocupação com o aumento ou diminuição dos acidentes após a duplicação da rodovia, esses dados mostram o quão relevante e impactante a duplicação pode se tornar para as pessoas que dependem da rodovia para transitar e o quanto os estudantes estavam envolvidos com essa problemática.

Desse modo, como foi representado nos fragmentos acima, em vários outros momentos também percebeu-se uma maior interação dos estudantes. O fato do tema escolhido para a pesquisa estar diretamente relacionado com o cotidiano dos estudantes certamente favoreceu para um maior envolvimento com as aulas, essas análises corroboram com Szymanski e Méier (2014) que citam a necessidade de articulação entre o currículo escolar e o cotidiano do estudante para que se objetive uma educação de qualidade.

Outra dinâmica desenvolvida que merece destaque no quesito envolvimento foi a “rotação por estações”. Durante a execução dessa dinâmica foram observadas muitas trocas de conhecimento entre os estudantes, como eles precisavam trocar de estação a cada 10 minutos, acabavam interagindo com praticamente todos os colegas de sala, surgindo oportunidades para que todos pudessem contribuir e trocar informações.

Com base na experiência como docente da turma ao longo dos três anos do ensino médio, percebi que as atividades desenvolvidas nessa pesquisa tiveram maior engajamento do que outras realizadas anteriormente, principalmente em relação àquelas onde eram passados apenas conceitos científicos, desvinculados da realidade do estudante.

### **3.2. Análise dos textos e dos diálogos dos estudantes**

Como já relatado anteriormente, os textos transcritos foram produzidos pelos estudantes em três momentos: produção, análise e reelaboração. Os diálogos transcritos ocorreram principalmente na dinâmica da simulação de audiência pública.

Com base nos dados transcritos e nas análises feitas através do *software* NVivo, identificou-se os 30 termos mais utilizados pelos estudantes em seus textos escritos ou nos seus diálogos em sala, os 8 termos mais utilizados estão dispostos abaixo, bem como a sua frequência (Tabela 1):

TABELA 1 - TERMOS MAIS UTILIZADOS PELOS ESTUDANTES.

TERMO	FREQUÊNCIA	%
Animais	119	1,88
Estradas	73	1,15
Rodovias	73	1,15
Atropelamentos	37	0,58
Ecologia	37	0,58
Problemas	36	0,57
Duplicação	34	0,54
Sociedade	30	0,47

FONTE: O autor (2020)

O software NVivo também permitiu organizar os termos mais recorrentes através de nuvens de palavras. Quanto mais vezes ele aparece no texto maior é o seu tamanho. Segundo Alves *et al.* (2015) esse tipo de representação é utilizada para ilustrar a distribuição das palavras, facilitando a visualização dos dados (Figura 10).

FIGURA 10 - NUVEM DE PALAVRAS DISPONIBILIZADA PELO PROGRAMA NVIVO.

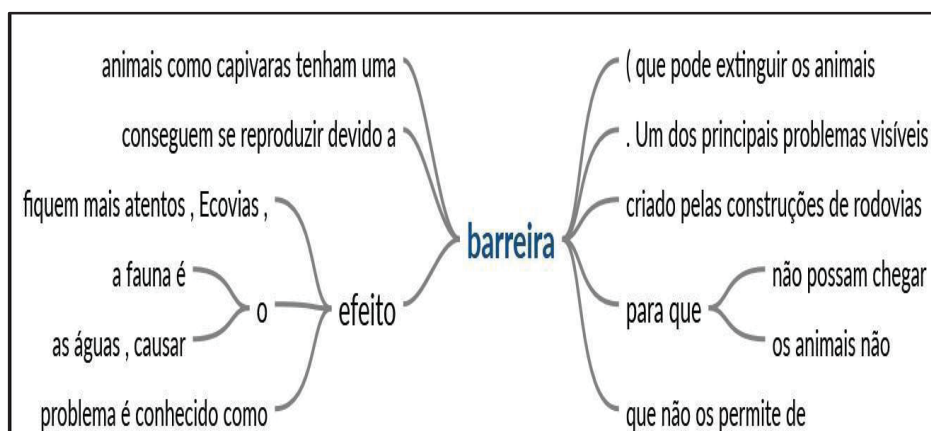


FONTE: O autor (2020)

Outra forma de representação disponibilizada pelo NVivo é através de árvores de palavras. Segundo Alves *et al.* (2015), essa forma de ilustração está diretamente ligada à derivação de um termo ou palavra-chave selecionado pelo pesquisador, facilitando assim na identificação de conexões entre diversos termos, conforme o exemplo mostrado na sequência (Figura 11), o termo barreira aparece conectado com outros diversos termos, sendo descrito

como um problema criado pelas construções de rodovias, isolando determinadas populações, podendo levar até mesmo à extinção de espécies.

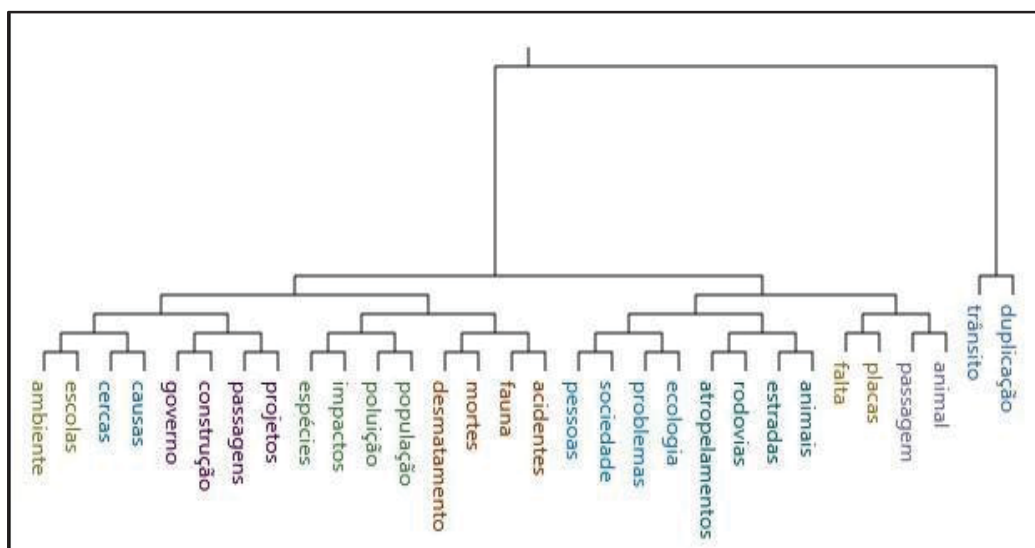
FIGURA 11 - ÁRVORE DE PALAVRAS DISPONIBILIZADA PELO PROGRAMA NVIVO.



FONTE: O autor (2020)

Outra forma de representação disponibilizada pelo Nvivo é através da análise de cluster. Segundo Alves *et al.* (2015), esse tipo de análise permite a visualização de padrões significativos, agrupando termos que compartilham valores ou características semelhantes, dessa forma, as palavras que aparecem juntas são mais semelhantes do que as que aparecem separadas (Figura 12).

FIGURA 12 - ANÁLISE DE CLUSTER DISPONIBILIZADA PELO PROGRAMA NVIVO.



FONTE: O autor (2020)

A partir da análise de cluster verificou-se as conexões entre os termos e contextos mais utilizados pelos estudantes. Assim foram criadas 5 categorias (Quadro 2) que serão discutidas na sequência:

QUADRO 2 - CATEGORIAS DE ANÁLISE DO CONTEÚDO PRODUZIDO PELOS ESTUDANTES.

Categoria	Exemplos de trechos citados pelos estudantes
Acidentes de trânsito	<p>“...um dos objetivos da duplicação é diminuir os acidentes de trânsito e facilitar o deslocamento...”</p> <p>“...muitos animais ao tentar atravessar a rodovia acabam sendo atropelados, também colocando em risco os motoristas que podem sofrer acidentes graves...”</p>
Impactos socioambientais causados pelas rodovias	<p>“...um dos principais impactos é o atropelamento de animais, causado principalmente pela falta de sinalização nas rodovias...”</p> <p>“...as rodovias prejudicam o meio social e ambiental, causando impactos como a poluição, atropelamentos e desmatamento...”</p>
Medidas de mitigação dos impactos	<p>“...medidas como aumento da fiscalização, ativação de limitadores físicos de velocidade deveriam ser aprovadas...”</p> <p>“...proteção e monitoramento da fauna e flora, prevenção de queimadas, comunicação social e educação ambiental são medidas que precisam ser tomadas...”</p>
Projetos nas escolas	<p>“...uma das soluções seria investir também em projetos em escolas e autoescolas...”</p> <p>“...esse assunto poderia ser encaixado nas matérias da escola também, pois, querendo ou não, a gente sai daqui, dirige, transita muito pelas rodovias...”</p>
Políticas públicas	<p>“...com o incentivo do governo, criando projetos em escolas e na sociedade, a população teria mais noção dos impactos...”</p> <p>“...deveriam ser muito mais cobradas as leis de construções de rodovias, principalmente na implantação de passagens de fauna, cercas...”</p>

FONTE: O autor (2020)

### (i) acidentes de trânsito

As rodovias certamente são indispensáveis para o desenvolvimento econômico de uma região, porém, é necessário que haja planejamento desde a sua construção até a sua manutenção. Santangelo (2003) cita que a duplicação da rodovia BR-101, na região norte de Santa Catarina, diminuiu em aproximadamente 70% os acidentes de trânsito no local, aumentando também a qualidade do tráfego. A rodovia BR-101 é citada no texto de um

estudante, no que diz respeito às barreiras físicas implantadas no meio das pistas para diminuição de acidentes.

Vários estudantes destacaram que os acidentes de trânsito, envolvendo tanto animais silvestres quanto seres humanos, são um dos principais problemas decorrentes do não planejamento na construção de rodovias. Outro ponto bastante citado foi a falta de discussão sobre esse tipo de acidente no Brasil, visto que para a grande maioria da população esse tema ainda parece ser desconhecido.

Realmente, no Brasil, ainda faltam estudos que demonstrem quais são os impactos desse tipo de acidente sobre o componente humano. Como exemplo desse enorme impacto em outros países, Bager *et al.* (2007) destaca que nos Estados Unidos calcula-se que 120 pessoas morram anualmente em virtude de colisões com veados, o que gera um custo anual de aproximadamente 200 milhões de dólares. Os mesmos autores ainda citam que é necessário mostrar para os governantes brasileiros o quanto de dinheiro é gasto com danos materiais e também humanos, simplesmente pela falta de medidas de mitigação nas rodovias, dessa forma, talvez, será possível sensibilizá-los.

Ainda no quesito acidentes, alguns alunos citaram que os motoristas teriam maior segurança para transitar se juntamente da duplicação também fossem implantadas passagens de fauna, cercas condutoras, ecodutos e outras formas de proteger os animais silvestres e também as pessoas que passam pela rodovia. Tais diálogos dos estudantes corroboram com Santos e Silva (2015) ao citar que as rodovias devem fornecer aos seus usuários, conforto, economia, segurança e condições para reduzir os danos à biodiversidade local.

Com base na análise desses trechos também foi possível identificar algumas das formas pelas quais os estudantes veem a natureza, o que nesse caso pode ser chamado de visão utilitarista. Esse tipo de visão é aquela que, segundo Araújo e Moraes (2016, p. 188), “indica uma perspectiva marcadamente antropocêntrica, na qual a natureza é vista apenas como fornecedora dos bens e serviços necessários à sobrevivência dos seres humanos...”. Nesse contexto, Lima e Oliveira (2011, p. 328) citam que “nessa tendência a natureza é vista como fonte de recurso para ser usufruído pela espécie humana, e sua sobrevivência está na dependência desta natureza.” Esses dados reforçam a importância de se repensar a concepção de natureza para alguns estudantes, o que não foi possível em virtude do tempo para o desenvolvimento das atividades.

## **(ii) impactos socioambientais causados pelas rodovias**

A construção de uma rodovia exerce influência direta sobre a biodiversidade e as populações humanas lindeiras. Com relação aos impactos causados sobre a biodiversidade,

Oliveira e Silva (2015) citam que estes podem ser classificados como diretos (atropelamentos, bloqueio de rotas de dispersão, etc) e indiretos (mudança de comportamento animal, aumento da caça, etc). No que se refere aos impactos sobre as populações humanas, Silva Junior e Ferreira (2008) destacam o uso e a ocupação do solo, a segregação urbana, a intrusão visual, os diversos tipos de poluição e as doenças associadas à elas, os acidentes de trânsito, entre outros.

Nos textos e falas dos estudantes percebeu-se uma grande preocupação com o atropelamento de animais silvestres, certamente as reportagens que foram passadas contribuíram para uma maior sensibilização nesse sentido. Outros termos bastante utilizados foram o desmatamento e a fragmentação de habitat, que obrigam o animal a se deslocar, deixando-o mais suscetíveis a atropelamentos (TREVISAN *et al*, 2016) e o efeito barreira, que segundo Lauxen (2012) diminui o fluxo gênico e, conseqüentemente, a diversidade genética das populações. Estes termos vão ao encontro de diversos conteúdos previstos na grade curricular de biologia, principalmente ecologia e genética e, também mostram como a Ecologia de Estradas pode ser adaptada à essa disciplina.

Outro impacto socioambiental citado por alguns estudantes faz referência aos povos indígenas que vivem nas regiões próximas à rodovia. Segundo relatório de impacto ambiental disponibilizado pelo DNIT (2009), existem 9 aldeias indígenas na área de estudo, com uma população estimada em 398 habitantes no ano de 2008. O relatório cita que o empreendimento em questão deve beneficiar esses povos, além de permitir que essas comunidades possam assegurar seu território e conservar sua cultura e tradições, essas informações parecem controversas devido a constante discussão sobre a realocação de algumas aldeias em virtude das obras da duplicação da rodovia.

As preocupações dos estudantes com os impactos causados pelas rodovias complementam as ideias de Bager *et al.* (2016) ao afirmar que cabe aos diversos setores da sociedade a interação com essa problemática e o engajamento em atividades que tenham como objetivo a diminuição destes impactos.

### **(iii) medidas de mitigação dos impactos**

Durante a análise dos textos e falas dos estudantes percebeu-se grande preocupação com a implantação de medidas que possam minimizar os impactos socioambientais que serão causados com a duplicação da rodovia BR-280. Entre as medidas mais citadas estão as passagens de fauna subterrâneas ou aéreas (ecodutos), cercas de contenção dos animais, implantação de redutores de velocidade, aumento da fiscalização, campanhas de

conscientização dos motoristas, projetos em escolas e autoescolas, construção de passarelas para os pedestres, entre outros.

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura sobre medidas mitigadoras de impactos causados pelas rodovias se referem a atropelamentos da fauna silvestre. Nesse sentido, Rytwinski *et al.* (2016) constataram que as passagens de fauna combinadas com cercas condutoras são, até o momento, as medidas de mitigação mais eficazes para atropelamentos.

Com relação aos redutores de velocidade, Lauxen (2012) afirma que existe uma relação intrínseca entre a velocidade do tráfego e a probabilidade de atropelamentos, visto que o tempo de resposta aumenta de acordo com a diminuição da velocidade. Nesse sentido, o autor também cita que primeiramente é necessário conhecer a geometria da rodovia para que se possa propor um limiar de velocidade ideal para o local.

Bruxel *et al.* (2015) destaca a importância dos programas de gestão ambiental como medida mitigadora durante a execução e manutenção de obras rodoviárias. No relatório de impacto ambiental disponibilizado pelo DNIT (2009) são citados 15 programas que serão desenvolvidos como forma de mitigação dos impactos causados pela duplicação da rodovia BR-280, sendo eles: Gestão Ambiental, Monitoramento Ambiental, Proteção à Fauna e Flora, Monitoramento da Qualidade da Água, Controle de Material Particulado, Gases e Ruídos, Educação Ambiental para os Trabalhadores, Comunicação Social, Plano de Ação de Emergência e Gerenciamento de Riscos, Ambiental de Construção, Adequação e Recuperação de Áreas Degradadas, Adequação dos Passivos Ambientais do Meio Socioeconômico, Proteção ao Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural, Apoio às Comunidades Indígenas, Compensação Ambiental e Programa de Desapropriação.

#### **(iv) projetos nas escolas**

Entre as medidas de mitigação citadas pelos estudantes em seus textos e falas, chama muito a atenção o fato deles próprios compreenderem o papel da escola nesse processo, algo ainda pouco discutido na literatura sobre Ecologia de Estradas. Trevisan *et al.* (2016) citam a importância do professor para a inserção da Educação Ambiental nesse contexto, qualificando os estudantes para um posicionamento mais crítico frente a esse problema socioambiental, tendo como meta a mudança de comportamentos e práticas sociais.

Nos trechos citados pelos estudantes destacam-se suas observações quanto à falta desse conteúdo no currículo escolar, bem como nos vestibulares e demais atividades educacionais. Outro ponto importante citado por alguns estudantes é a possibilidade de

inserção desse conteúdo em outras disciplinas específicas e atividades interdisciplinares, envolvendo Geografia, História, Química, Física, Matemática, entre outras disciplinas.

Também é importante citar alguns comentários feitos pelos estudantes sobre a inserção da temática Ecologia de Estradas nas autoescolas, pois, segundo eles, muitos alunos quando chegam no 3º do ano do ensino médio já começam suas aulas de habilitação e logo tornam-se condutores, utilizando a rodovia para se deslocar pela região, dessa forma, é de suma importância que as autoescolas discutam essa temática e suas correlações com a legislação de trânsito, contribuindo assim na sensibilização dos futuros motoristas.

#### (v) políticas públicas

No tocante às políticas públicas ligadas a Ecologia de Estradas, vários estudantes citaram a importância do aumento da fiscalização nas rodovias e também sugeriram mudanças no sentido de aumentar as punições aos motoristas que excedem o limite de velocidade ou que atropelam animais de forma proposital. A implantação de câmeras ao longo da rodovia também é indicada como uma alternativa para que essas medidas tenham êxito.

Outro aspecto importante citado pelos estudantes diz respeito a função da sociedade nesse processo, segundo eles, de nada adianta culpar os governantes pela falta de alternativas se cada pessoa não fizer a sua parte, tendo atitudes compatíveis com o que se espera para um equilíbrio entre sociedade, economia e meio ambiente.

Segundo Gordilho *et al.* (2017) é evidente que as políticas públicas brasileiras ainda não compreendem a existência da fauna e de qualquer noção de ética ambiental no planejamento de suas rodovias, dessa forma, o problema se agrava ainda mais com a ausência de estudos que demonstrem a importância das políticas públicas para a preservação da biodiversidade.

Entre as medidas que vêm sendo utilizadas como suporte à criação de políticas públicas que protejam a biodiversidade, destaca-se o aplicativo Urubu Mobile, criado pelo Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE). Segundo Bager *et al.* (2016) o aplicativo permite que qualquer pessoa possa contribuir para a coleta de dados e análise de regiões mais impactadas, basta fotografar o animal atropelado e encaminhar ao sistema pelo aplicativo.

Gordilho *et al.* (2017) ainda destacam três Projetos de Leis Federais criados para minimizar os danos ambientais causados pelas rodovias. O principal deles e que ainda está em tramitação no Congresso é o Projeto de Lei nº 466/2015, de autoria do Deputado Federal Ricardo Izar (PP-SP), esse projeto determina a criação de um cadastro nacional de acidentes



com animais silvestres e uma maior fiscalização em áreas com maiores índices de atropelamentos, outra proposta é a criação de passarelas, passagens de fauna, pontes, cercas, refletores e também redutores de velocidade para diminuição dos acidentes. Os outros projetos citados pelos autores são o de número 935/2015, de autoria do Deputado Federal Wadson Ribeiro (PcdoB-MG), e o Projeto 5.168/2016 de autoria do Deputado Federal Francisco Floriano (DEM-RJ), ambos anexados ao Projeto 466/2015 por referirem-se ao mesmo conteúdo.

Ainda em relação ao Projeto de Lei nº 466/2015, é importante destacar que o inciso IV do artigo 3º cita que a Educação Ambiental deve ser promovida no território brasileiro com o intuito de reduzir o número de acidentes com animais silvestres e que devem ser realizadas campanhas que visem a sensibilização dos motoristas e da população (BRASIL, 2015).

### **3.3. Análise dos materiais de divulgação produzidos pelos estudantes**

O Educar pela Pesquisa busca tornar os estudantes protagonistas do processo de aprendizagem, sendo capazes de tomar suas próprias decisões (PAULA e HARRES, 2015). Com base nesses pressupostos, algumas estratégias para divulgar a temática Ecologia de Estradas foram pensadas com o intuito de compartilhar os conhecimentos obtidos, deste modo, os estudantes organizados em equipes, ficaram livres para escolher aquela que tivessem mais afinidade.

Como resultado desse processo foram apresentados 4 meios de divulgação do tema, sendo 3 páginas de redes sociais (*Instagram*) e um jornal que poderia ser impresso ou disponibilizado *online*. Cada um desses materiais de divulgação será apresentado na sequência, sendo destacados por equipe.

- Equipe 1: página no instagram (@welcomeecologia)

Nessa página foram publicadas diversas imagens relacionadas principalmente às medidas mitigadoras de atropelamentos de animais silvestres, como cercas, passagens de fauna, sinalização, entre outras (Figuras 13). O grupo cita em uma publicação que a maioria dos animais atropelados são pequenos vertebrados como anfíbios, répteis e aves. Também foram publicadas algumas informações sobre outros tipos de impactos causados pelas rodovias, divididos em impactos físicos (erosão, alteração na hidrologia, poluição sonora), químicos (emissão de poluentes) e biológicos (atração de animais por alimento ou calor, atropelamentos, fragmentação). Também abordam sobre o objetivo principal da Ecologia de

Estradas que é estudar os efeitos das rodovias sobre a biodiversidade, relacionando-as também com os impactos sociais e econômicas para as populações humanas.

- Equipe 2: página do instagram (@projetoecoestrada)

Essa equipe buscou mostrar através de suas publicações as diversas opiniões sobre a duplicação da rodovia BR-280. Segundo a descrição da página, a mesma tem por objetivo debater e compartilhar ideias sobre as mudanças que envolvem o meio ambiente no qual vivemos (Figura 14). Através de algumas enquetes, foi possível perceber que a equipe tentou mostrar os aspectos positivos e negativos da obra, abordando também o grande investimento financeiro que será necessário (aproximadamente 1 bilhão de reais), a relação com o número de acidentes, a questão da desapropriação de terras, principalmente dos povos indígenas, o impacto dos atropelamentos da fauna, as medidas mitigadoras, entre outras informações.

FIGURA 13 - PÁGINA DESENVOLVIDA PELOS ESTUDANTES.



FONTE: O autor (2020)

FIGURA 14 - PÁGINA DESENVOLVIDA PELOS ESTUDANTES.



FONTE: O autor (2020)

- Equipe 3: página no instagram (@ecologiadeestradas)

Essa equipe também utilizou a página criada para descrever sobre os impactos causados pelas rodovias, principalmente os atropelamentos da fauna silvestre, a erosão, a

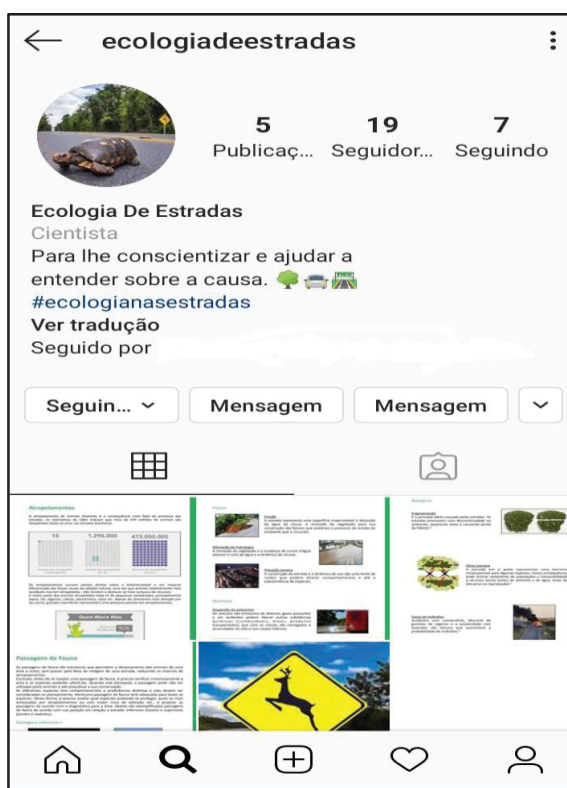
alteração na hidrologia, a dispersão de poluentes químicos, a fragmentação, o efeito barreira, os focos de incêndios. Com relação às medidas mitigadoras, a equipe descreveu sobre a importância das passagens de fauna e também da sinalização nas rodovias (Figura 15).

- Equipe 4: jornal pedagógico (Pé na estrada)

Essa equipe buscou utilizar um jornal para a divulgação da temática (Figura 16). Primeiramente foi citado o que é a Ecologia de Estradas e qual a sua importância, na sequência foi feita uma abordagem sobre os pontos positivos da duplicação, destacando-se a agilidade nos transportes e a questão econômica. Depois, foram abordados os aspectos negativos, separados em impactos físicos, químicos e biológicos. Também foi destacada a importância das medidas de mitigação, principalmente as passagens de fauna, cercas e redutores de velocidade.

A equipe também buscou alertar sobre as comunidades que serão diretamente impactadas pela obra, destacando os povos indígenas, os agricultores e pecuaristas que terão suas terras reduzidas.

FIGURA 15 - PÁGINA DESENVOLVIDA PELOS ESTUDANTES.



FONTE: O autor (2020)

FIGURA 16 - JORNAL DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES.



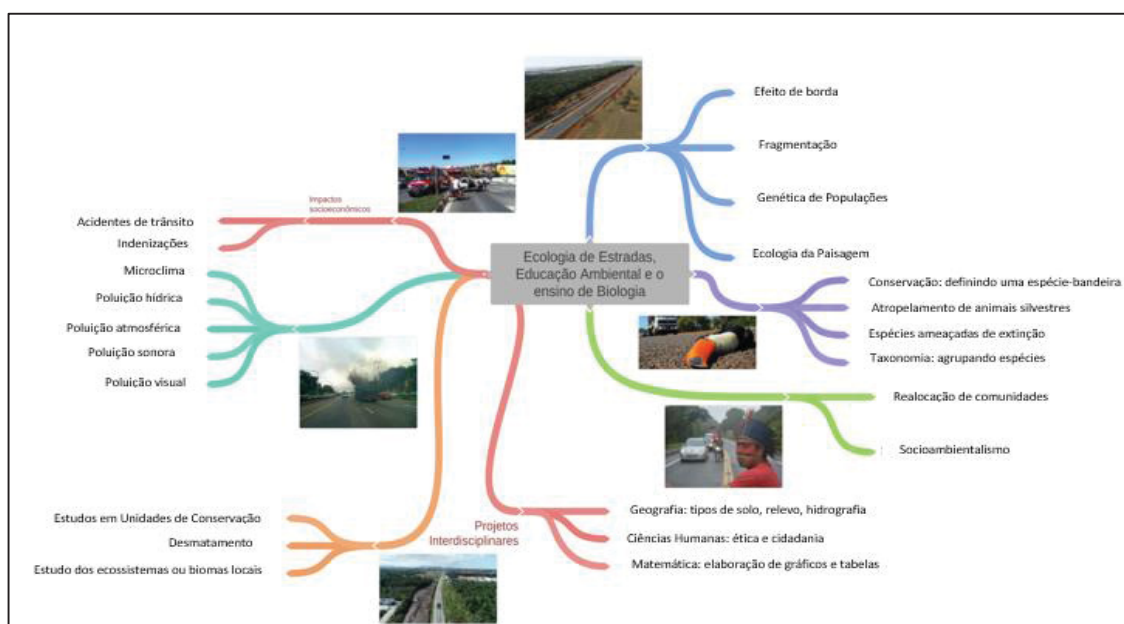
FONTE: O autor (2020)

### 3.4. Ecologia de Estradas, Educação Ambiental e o ensino de biologia: diálogos possíveis.

Apesar da sua importância, a temática Ecologia de Estradas ainda é pouco discutida na literatura e praticamente inexistente nas aulas de biologia, diante disso, Oliveira e Latini (2012) apontam a Educação Ambiental como excelente estratégia para incluir essa temática no contexto escolar.

No presente trabalho constatou-se que a disciplina de Ecologia de Estradas pode ser trabalhada como um tema transversal, adaptando-se a diversos conteúdos de biologia e até mesmo em atividades interdisciplinares, conforme a figura 17.

FIGURA 17 - ALGUMAS POSSIBILIDADES DE CONEXÕES ENTRE A ECOLOGIA DE ESTRADAS, A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE BIOLOGIA



FONTE: O autor (2020)

O atropelamento da fauna silvestre, por exemplo, pode ser estudado e interligado a outras temáticas como a taxonomia, onde se classificam as espécies estudadas, o estudo de espécies ameaçadas de extinção ou também a definição de uma espécie-bandeira com intuito de sensibilizar para a conservação da biodiversidade. O desmatamento é um dos principais impactos causados pelas rodovias e pode ser abordado a partir de estudos sobre os biomas, ecossistemas locais ou até mesmo em Unidades de Conservação. Já as discussões sobre fragmentação podem ser ampliadas a partir de assuntos como efeito de borda, Ecologia da Paisagem e Genética de Populações.

Outros aspectos que podem ser estudados compreendem a questão financeira relacionada a construção/manutenção das rodovias, o aumento ou diminuição dos acidentes

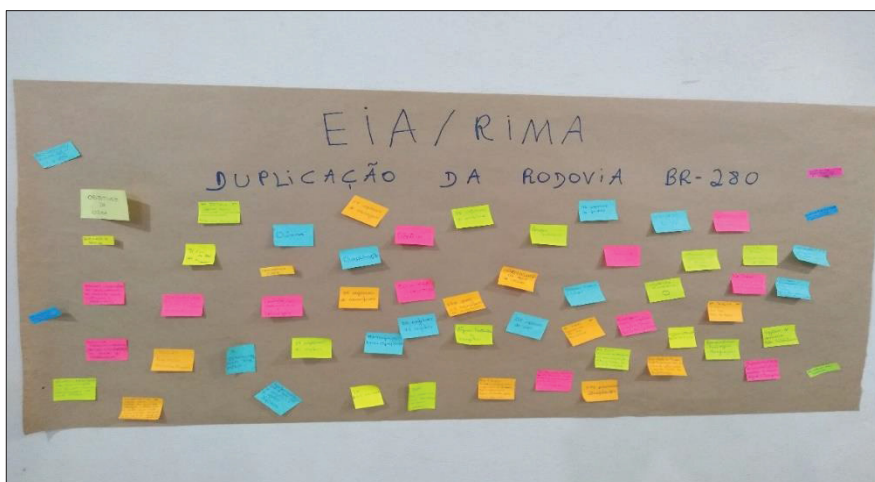
de trânsito, a desapropriação de terras e os impactos sobre as comunidades locais e os diferentes tipos de poluição causados pelas rodovias.

Além das diversas conexões com o ensino de biologia, também podem ser desenvolvidos projetos com intuito de envolver outras disciplinas nessas discussões. Com a disciplina de geografia pode ser estudado o solo, o relevo e a hidrografia da região. Já com a disciplina de matemática podem ser feitos levantamentos de dados e elaboração de gráficos e tabelas com base na análise de artigos científicos. No que tange as disciplinas da área das Ciências Humanas, podem ser estudados aspectos da ética e cidadania nos cuidados socioambientais atuais, entre outras temáticas.

No presente trabalho não houve tempo para o desdobramento de todos os conteúdos e possibilidades citadas acima, isso se deve principalmente ao fato dessa sequência didática ter sido realizada já na reta final do ano, assim, alguns desses conteúdos acabaram sendo tratados apenas de forma superficial. Outro fator que prejudicou no avanço de certos conteúdos foi o tempo de aula, visto que no ensino noturno as aulas tem apenas 40 minutos de duração, contando com o tempo utilizado para fazer a chamada, passar informações e outras situações que podem ocorrer, os 40 minutos acabam sendo reduzidos, sobrando pouco tempo para a aplicação das atividades propostas. Assim, em alguns momentos foi necessário trocar aulas com outros professores para que as dinâmicas não fossem interrompidas pela metade.

A imagem abaixo (Figura 18), mostra um exemplo de adaptação da Ecologia de Estradas com conteúdos da grade curricular de biologia. Esse cartaz foi realizado pelos estudantes a partir da análise do EIA/RIMA da duplicação da rodovia BR-280, a partir dele foram discutidos sobre as características do Bioma Mata Atlântica, sua fauna, flora, hidrologia, aspectos socioeconômicos da região, entre outros.

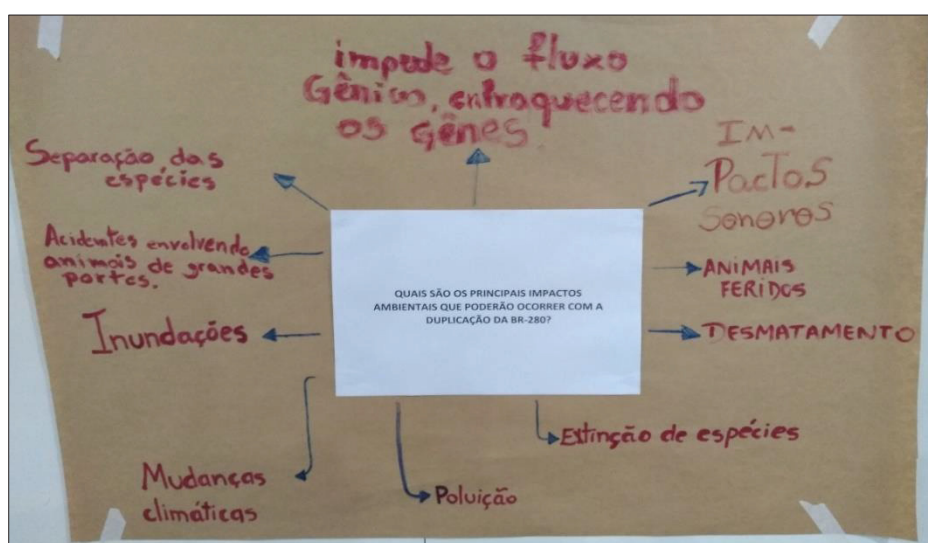
FIGURA 18 - CARTAZ ELABORADO PELOS ESTUDANTES.



FONTE: O autor (2020)

A imagem seguinte (Figura 19) mostra um dos cartazes elaborados pelos estudantes na dinâmica da rotação por estações, à vista disso é possível observar como alguns contextos foram assimilados a partir das discussões sobre a duplicação da rodovia, com destaque para a interrupção do fluxo gênico que pode ocorrer a partir da fragmentação de ecossistemas, a poluição decorrente dos automóveis e a extinção de espécies em virtude do atropelamento da fauna ou da própria fragmentação. Esses contextos também estão interligados à grade curricular de biologia no 3º ano do ensino médio, quando se estuda genética ou a própria ação do ser humano no ambiente.

FIGURA 19 - CARTAZ ELABORADO PELOS ESTUDANTES.



FONTE: O autor (2020)

Na presente pesquisa foram alcançados diversos resultados que são esperados nas práticas de Educação Ambiental. De acordo com Hoeffel e Fadini (2007), o desenvolvimento dessas práticas devem buscar compreender as diferentes percepções e representações sociais do ambiente para que assim se obtenha êxito na busca de soluções para os problemas ambientais da atualidade. Esse objetivo foi alcançado durante a realização trabalho, pois em várias situações os estudantes puderam compreender a realidade dos atores sociais relacionados à problemática da duplicação da rodovia, aumentando assim sua visão de mundo.

Segundo Bracagioli (2007), a Educação Ambiental é um processo de formação que procura não apenas entender ou transformar conhecimentos, mas também superar a visão fragmentada da realidade através da construção e reconstrução dos saberes. Essa forma de educação precisa ser constantemente modelada no sentido de contribuir na formação de sujeitos capazes de atuar na sociedade de maneira crítica, política e consciente (LUZ *et al.* 2018). Desse modo, a Educação Ambiental precisa ser promovida, incentivando e

mobilizando os estudantes para que pequenos gestos tornem-se ações cotidianas e habituais (BUENO e ARRUDA, 2013).

Jacobi (2005) cita que as ações e atividades de Educação Ambiental devem promover a autonomia e emancipação dos estudantes a partir de práticas que mobilizem o sentimento de pertencimento e estimulem o exercício ativo da cidadania. Nas falas, textos e atitudes dos estudantes ficou perceptível a satisfação por fazerem parte daquele processo, podendo discutir e propor medidas para problemas que irão afetar não somente a sua vida, mas sim de toda a população local.

Os dados e observações resultantes desse trabalho também justificam outros pressupostos da Educação Ambiental, pois a escola se tornou espaço de discussão, favorecendo na construção da cidadania ambiental, trabalhando problemas locais e suas possíveis soluções, dessa forma, os estudantes tiveram a oportunidade de refletir sobre a realidade, buscando alternativas para uma melhor qualidade de vida para todos (BUENO e ARRUDA, 2013).

As imagens abaixo (Figuras 20 e 21) são recortes de enquetes feitas por uma das equipes que criaram páginas no *Instagram*, nas imagens é possível perceber que a equipe buscou, além de saber a opinião de outras pessoas, também propor uma reflexão acerca de questões socioambientais importantes na realidade local. Esses dados corroboram com Jacobi (2005) quando cita a importância das práticas de Educação Ambiental para que se consiga consolidar o compromisso de envolvimento e sensibilização dos diversos atores sociais, mobilizando também o sentimento de pertencimento.

FIGURA 20 - ENQUETE ELABORADA POR UMA DAS EQUIPES.



FONTE: O autor (2020)

FIGURA 21 - ENQUETE ELABORADA POR UMA DAS EQUIPES



FONTE: O autor (2020)

No que se refere aos aportes teórico-metodológicos utilizados nesse trabalho, Cabreira *et al.* (2019) citam o Educar pela Pesquisa como uma estratégia emancipatória que busca promover a construção e a produção do conhecimento, fazendo com que o estudante deixe de ser simples objeto do processo e passe a ser sujeito da sua própria aprendizagem. Assim, verificou-se que os estudantes deixaram de ser meros espectadores e receptores de informações, passando a serem protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, opinando, sugerindo e participando de forma ativa ao longo de toda o processo.

Galiazzi e Moraes (2002) citam que o Educar pela Pesquisa transforma as aulas em espaço, modo e tempo de pesquisa, fato percebido na aplicação das atividades, onde a sala de aula deixou de ter aquele modelo tradicional, com estudantes enfileirados, para ter variados formatos, desde círculos e grupos até estações de aprendizagem. Os mesmos autores também citam os quatro passos essenciais do Educar pela pesquisa, sendo eles o questionamento, a argumentação, a crítica e a validação dos argumentos construídos. Paula e Harres (2015) destacam que o questionar é o início de todo processo, fato percebido principalmente no levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, onde foram levantadas muitas dúvidas sobre a temática que seria estudada. Os autores também destacam que a argumentação e a crítica acontecem quando estudante e professor dialogam sobre a realidade e, a partir disso, constroem argumentos fundamentados, feitos percebidos por exemplo, na dinâmica da rotação por estações e na elaboração individual do texto. Já a validação dos argumentos construídos ocorrem através da comunicação coletiva, juntamente do professor e também dos colegas, etapa percebida na análise e reestruturação do texto e também na apresentação dos materiais de divulgação.

Também cabe destacar que os procedimentos metodológicos do Educar pela Pesquisa foram essenciais para que houvesse a ponte entre a Educação Ambiental e a Ecologia de Estradas.

Destarte, todas as informações coletadas nesse trabalho contribuem na validação da Ecologia de Estradas, interligada à Educação Ambiental como ferramentas essenciais na construção de conhecimentos ligados à biologia e na formação de estudantes capazes de participar ativamente na sociedade e na realidade na qual estão inseridos.

#### **4. Considerações finais**

Os resultados obtidos nessa pesquisa demonstraram o quanto os estudantes sentiram-se motivados e engajados com a temática proposta. O termo “conhecimento” foi o mais citado na autoavaliação feita por eles, o que certamente reforça sobre a eficácia da metodologia aplicada.



Outros termos bastante utilizados foram: aprendizado, empenho, coletividade, proteção, representatividade, união e sapiência. Ambos indicam que a partir da dedicação de cada um, trabalhando principalmente em equipes, foi possível alcançar diversos objetivos, contribuindo para a sensibilização de cada estudante diante de um problemática até então desconhecida por eles.

Vários estudantes sugeriram que essa pesquisa continuasse com outras turmas nos anos seguintes, assim outras pessoas teriam a oportunidade de conhecer e aprender sobre esse tema. Também foi sugerido que o trabalho seja replicado em outros locais como autoescolas, faculdades e ONG's.

Essa pesquisa teve o grande desafio de articular três áreas distintas a partir de um problema socioambiental local, a duplicação da rodovia BR-280. Na literatura poucos são os trabalhos que fazem correlações entre essas áreas, o que tornam os dados obtidos nessa pesquisa ainda mais valiosos.

Os dados obtidos nesse trabalho também demonstraram que a temática Ecologia de Estradas pode ser vinculada à diversos processos de Educação Ambiental, visto que os impactos negativos causados pelas rodovias parecem passar despercebidos pela maior parte da população, inclusive nos espaços escolares. Nesse contexto, o Educar pela Pesquisa se mostrou uma excelente alternativa metodológica para interligar a Ecologia de Estradas e a Educação Ambiental no cotidiano escolar.

Os resultados dessa pesquisa demonstram que o desenvolvimento de atividades contextualizadas com a realidade vivida pelos estudantes são ferramentas significativas que favorecem a reflexão acerca dos problemas socioambientais locais, dessa forma, é possível contribuir na formação de cidadãos capazes de construir sua trajetória com compromisso social, exercendo a cidadania.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D.; FIGUEIREDO, D.F.; HENRIQUE, A. O poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista Política Hoje**, 2ª ed, v. 24, p. 119-134, 2015.
- AMARAL, I.B. **O educar pela pesquisa e a aprendizagem significativa crítica: uma união a favor do aluno na construção de autonomia e de conhecimentos**. Dissertação de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 172p. 2010.
- ARAUJO, J.P.G.; MORAES, G.I. Utilitarismo e desenvolvimento sustentável: eles podem se encontrar? **Revista de Economia Mackenzie**, v. 11, n. 3, São Paulo, p. 187-208, 2016
- BAGER, A.; PIEDRAS, S.R.N.; SAN MARTIN, T.; HÓBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do conhecimento brasileiro. **Armazém Digital**, Porto Alegre, p.49-62, 2007.
- BAGER, A.; LUCAS, P.S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, 6 (1): 75-86, 2016.
- BALDISSERA, A. Pesquisa-ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. **Sociedade em Debate**, 7(2), p. 5-25, 2001.
- BANDEIRA, C.; FLORIANO, E.P. Avaliação de Impacto Ambiental de rodovias. Santa Rosa, **Caderno didático**, 1ª ed, n. 8, 2004.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo, 1ª ed. 2011.
- BRACAGIOLI, A. Metodologias participativas: Encontros e desencontros entre a naturalização do ser humano e a humanização da natureza. **In: Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 228-242, 2007.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 466/2015. **Dispõe sobre a adoção de medidas que assegurem a circulação segura de animais silvestres no território nacional, com a redução de acidentes envolvendo pessoas e animais nas estradas, rodovias e ferrovias brasileiras**. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1303502&file\\_nome=PL+466/2015](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1303502&file_nome=PL+466/2015)>. Acesso em: 13 jun. 2020.
- BRUXEL, M.; SILVA, R.V.; KAUFFMANN, M.; KAUFFMANN, G. Implementação do Programa de Gestão e Supervisão Ambiental como atenuante dos impactos ambientais de uma obra rodoviária: o caso da BR-285/RS. **Revista Internacional de Ciências**, v. 5, n. 2, 2015.
- BUENO, R.L.; ARRUDA, R.A. Educação Ambiental. **Revista Eventos Pedagógicos**, v. 4, n. 2, p. 182-190, 2013.

CABREIRA, M.C.; IGNÁCIO, P.; TROMBETTA, F.; MILANI, R. O educar pela pesquisa e o ensino de ciências: perspectivas de uma aprendizagem significativa. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, p. 391-404, 2019.

CHARLIER, É.; CHARLIER, B. **La formation au coeur de la pratique: Analyse d'une formation continue d'enseignants**. Bruxelles: De Boeck, 1998.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) – Projeto de ampliação da capacidade rodoviária da BR-280/SC trecho São Francisco do Sul – Jaraguá do Sul**. 49p. 2009.

FAGUNDES, T.B. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n.65, 2016.

FONSECA NETO, S.N. **Educar pela pesquisa: as percepções de alunos de graduação sobre as temáticas energia e sustentabilidade em um curso de extensão**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará, 108p. 2015.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. **Road ecology: science and solutions**. Washington: **Island Press**, 481p. 2003.

GALIAZZI, M; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GORDILHO, H.J.S.; LIMA, Y.F.; CUSTÓDIO, V.P.S. Como reduzir os danos à biodiversidade decorrentes do atropelamento de animais selvagens nas estradas que cruzam a floresta atlântica brasileira? **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 3, n. 48, p. 225-242, 2017.

HENDGES, E.A.; SANTOS, E.D. A prática da pesquisa para educar: fundamentos e pressupostos. **V Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”**, 2011.  
HOEFFEL, J.L.; FADINI, A.A.B. Percepção Ambiental. In: **Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 254-262, 2007.

JACOBI, P. Participação. In: **Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 231-236, 2005.

JESUS, D.M.; VIEIRA, A.B.; EFFGEN, A.P.S. Pesquisa-ação colaborativo-crítica: em busca de uma epistemologia. **Revista Educação e Realidade**, Porto Alegre, v.39, n.3, p.771-788, 2014.

LAUXEN, M.S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão.** Porto Alegre. Monografia apresentada no departamento de Zoologia como pré-requisito para a conclusão do curso pós-graduação Lato Sensu, em Diversidade e conservação da fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 176p. 2012.

LIMA, A.M.; OLIVEIRA, H.T. A (re) construção dos conceitos de natureza, meio ambiente e educação ambiental por professores de duas escolas públicas. **Ciência e Educação.** v. 17, n. 2, p. 321-337, 2011.

LUZ, R.; PRUDÊNCIO, C.A.V.; CAIAFA, A.N. Contribuições da Educação Ambiental Crítica para o processo de ensino e aprendizagem em ciências visando à formação cidadã. **Investigações em ensino de ciências,** v. 23 (3), p. 66-81, 2018.

OLIVEIRA, D.S.; SILVA, V.M. Vertebrados silvestres atropelados na BR-158, RS, Brasil. **Biotemas.** v.25. n.4. p.229-235, 2012.

OLIVEIRA, P. B.; LATINI, R. O. **Educação Ambiental: Uma abordagem para minimizar os atropelamentos da fauna silvestre.** (Trabalhos de Pesquisa e Iniciação Científica dos cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia - Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix). Acervo da Iniciação Científica. Belo Horizonte – MG. 2012. Não publicado. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2016/08/R17.pdf>> Acesso em 05 de maio de 2020

PAULA, A.C.; HARRES, J.B.S. Teoria e Prática no “Educar pela Pesquisa”: Análise de dissertações em Educação em Ciências. **Contexto e Educação,** Editora UNIJUÍ, Ano 30, n. 96, 2015.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante. Relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

REZENDE, E.N.; COELHO, H.A. Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. **Revista do Mestrado em Direito,** Brasília, v. 9, n. 2, p. 155-180, 2015.

RODRIGUES, V.A.B.; QUADROS, A.L. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** v. 19, n. 1, 2019.

SANTANGELO, T. **Análise dos procedimentos ambientais na duplicação da BR-101, trecho divisa PR-SC, entrocamento BR-280.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, 151p. 2003.

SANTOS, C.R.; SILVA, R.V. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos. **Revista Internacional de Ciências.** v. 5, n. 2, 2015.

SILVA, C.C.; SILVA, D.M.; MACIEL, A.K.S.; TAHIM, A.P.V.O. A construção de laços afetivos na educação infantil: considerações teóricas possíveis. **X Fórum Internacional de Pedagogia** – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2018.

SILVA JÚNIOR, S.B.; FERREIRA, M.A.G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 221-237, 2008.

SILVEIRA, T.A. **Concepções didáticas do uso de vídeos de professores de ciências**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 115p. 2009.

SZYMANSKI, M.L.S.; MÉIER, W.M.B. Concepções de ensino e de aprendizagem: superando a burocracia curricular. **Revista de Administração Educacional**. Recife, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985

TREVISAN, L.C.; CASTRO, T.F.N.; COSTA, C.G. Educar para conservar: estudo de caso sobre Ecologia de Estradas. **XII Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas, 2016.

## POSFÁCIO

O presente trabalho buscou analisar o estado da arte da Ecologia de Estradas na literatura e também descrever sobre a aplicação de uma sequência didática que foi realizada com uma turma do terceiro ano do ensino médio nas aulas de biologia.

Organizado em dois capítulos, o primeiro constatou através de uma revisão de literatura, que são poucos trabalhos que fazem conexões entre a Ecologia de Estradas e a Educação Ambiental e entre a Educação Ambiental e o Educar pela Pesquisa.

A maioria dos trabalhos encontrados fizeram referência aos impactos causados pelas rodovias sobre a fauna, principalmente atropelamentos e fragmentação de habitats. As medidas mitigadoras também foram bastante citadas, com destaque para os redutores de velocidade, a construção de cercas, passagens de fauna, aumento da fiscalização, entre outros. Poucos trabalhos fizeram correlações trazendo a Educação Ambiental como medida mitigadora.

O segundo capítulo faz referência as atividades aplicadas em sala de aula, onde foram utilizados os pressupostos da Educação Ambiental e do Educar pela Pesquisa. Para o desenvolvimento dessa sequência didática, foi pensado em uma temática que estivesse diretamente relacionada ao conteúdo de biologia e também ao cotidiano dos estudantes, assim, foram estudados diversos aspectos ligados à duplicação da rodovia BR-280, uma grande obra rodoviária que está em andamento e que certamente irá acarretar diversos impactos socioambientais na região.

Os resultados demonstraram que o interesse dos estudantes pelas aulas aumentou consideravelmente, visto que a temática foi trabalhada de forma diferente do habitual, alternando entre variadas estratégias e metodologias. A partir dos diálogos, textos e materiais produzidos pelos estudantes, percebeu-se que a aprendizagem foi significativa, pois os estudantes demonstraram apropriar-se do conhecimento.

A disciplina de Ecologia de Estradas pode ser uma ótima ferramenta para se alcançar vários objetivos da biologia, visto que ela pode estar associada de forma transversal à diversos conteúdos e projetos de Educação Ambiental, podendo estar diretamente relacionada ao estudo de diversos impactos socioambientais comuns na atualidade. A partir dessas associações é possível contribuir na formação de cidadãos críticos, responsáveis e capazes de tomar decisões corretas no futuro.

## ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PAIS E/OU  
RESPONSÁVEL LEGAL**

Prezados pais e/ou responsáveis, o menor sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a) por nós, Prof. Dra. Carina Catiana Foppa e Douglas José da Silva Ribeiro, aluno do PROFBIO – Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade Federal do Paraná, a participar de um estudo intitulado “EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOLOGIA DE ESTRADAS: UM DIÁLOGO POSSÍVEL?”.

a) O objetivo desta pesquisa é promover processos de educação ambiental através do estudo dos possíveis impactos socioambientais causados pela duplicação da BR-280 na região de Guaramirim.

b) Caso os senhores(as) autorizem a participação do menor nesta pesquisa, será necessário que o mesmo participe das atividades que irão ocorrer na Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann. As atividades serão realizadas utilizando livros, revistas e computadores, ambos disponíveis na escola e/ou equipamentos próprios (*tablets, notebooks e smartphones*).

c) Para tanto, será necessário que o menor esteja presente nas aulas de Biologia, que irão ocorrer em horário normal de aula, entre os meses de setembro e novembro. Serão utilizadas 12 (doze) aulas (momentos) que estarão organizadas da seguinte maneira: No primeiro momento serão analisadas algumas reportagens sobre rodovias do Brasil, também serão analisadas matérias de jornais e revistas que tratem dos problemas socioambientais causados pelas rodovias. No segundo encontro, através da análise de documentos publicados por órgãos de fiscalização ambiental, principalmente IBAMA e Ministério Público, serão levantadas informações importantes sobre os impactos das rodovias. No terceiro encontro serão mostrados alguns vídeos destacando a importância da Ecologia de Estradas, será feita uma discussão sobre o conteúdo do vídeo. No quarto e quinto encontro será feita uma pesquisa sobre atropelamentos de animais silvestres, os resultados obtidos serão transformados em gráficos e apresentados. No sexto encontro a pesquisa será concentrada nas medidas mitigadoras, ou seja, medidas para diminuir os impactos socioambientais causadas pelas rodovias, nesse dia também será feito um debate acerca do tema. No sétimo e oitavo encontro será feita uma atividade lúdica chamada “júri simulado”, nessa dinâmica cada aluno terá um papel semelhante ao que ocorre em um júri verdadeiro, juiz, promotor e advogado de defesa, dessa forma, cada aluno irá levantar argumentos plausíveis favoráveis ou contrários à duplicação da rodovia. No nono encontro será elaborado um texto sobre cuidados socioambientais e o papel do jovem na sociedade atual, nesse encontro também haverá um debate. Nos dois últimos encontros será elaborada uma palestra sobre Ecologia de Estradas, que poderá ser apresentada em outras turmas da escola. No final de cada encontro será destinado um tempo para o preenchimento do diário de campo, nesse

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br  
telefone (041) 3360-7259

Responsável Legal _____ [rubrica]
Douglas José da Silva Ribeiro (Pesquisador que aplica o TCLE) _____
Profª Dra. Carina Catiana Foppa (Orientadora) _____

diário cada estudante irá descrever os principais conhecimentos, dúvidas ou demais informações que achou pertinente naquele dia.

d) É possível que o menor experimente algum tipo desconforto ou constrangimento, como por exemplo, uma dificuldade eventual na realização de uma ou outra atividade, o que pode acontecer em toda e qualquer situação semelhante, onde esteja resolvendo questões sobre um determinado tema.

e) Para minimizar o desconforto, o professor estimulará mencionando a importância do trabalho desenvolvido em relação a colaboração na pesquisa realizada, proporcionando ainda um ambiente agradável para que a atividade seja desenvolvida. Em relação ao constrangimento em não saber realizar uma ou mais atividades será esclarecido que todos podemos ter dúvidas e que isso é normal no processo de ensino-aprendizado, e ainda que caso isso ocorra o professor estará disponível para ajudar do início ao fim da aplicação, esclarecendo possíveis dúvidas.

f) Os benefícios esperados deste trabalho são: contribuição para a formação de cidadãos mais críticos e autônomos, capazes de intervir na sociedade, tornando-a mais justa e sustentável.

g) Os pesquisadores 1) Profa. Dra. Carina Catiana Foppa e 2) Douglas José da Silva Ribeiro, responsáveis por este estudo poderão ser localizados 1) na Universidade Federal do Paraná, DTFE – Setor de Educação, Campus Reitoria, Rua XV de Novembro, 1299 – Centro, Curitiba-PR, Brasil – CEP 80.060-000. Departamento de Teoria e Fundamentos da Educação, sala 407 C. Fone (41) 3360-5000, no horário das 9h às 17h30min (de segunda a sexta-feira) e pelo e-mail: [ccfoppa@gmail.com](mailto:ccfoppa@gmail.com) e 2) na Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, na Rua Vinte e Oito de Agosto, 1747, Centro, Guaramirim-SC. CEP 89270-000, no horário de 7h30min às 11h30min de 3ª a 6ª feira e pelo e-mail: [biologo.douglas@hotmail.com](mailto:biologo.douglas@hotmail.com) para esclarecer eventuais dúvidas que os senhores (as) possam ter e fornecer-lhes as informações que desejarem antes, durante ou após o término do estudo.

h) A participação do menor neste estudo é voluntária e nenhum prejuízo será acarretado ao estudante se o mesmo não quiser ou não for autorizado a participar da pesquisa. Caso tenha autorizado a participação e o menor não queira mais fazer parte desta pesquisa, o mesmo poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, coordenador do curso de mestrado e estudantes do curso. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **identidade do menor seja preservada e mantida sua confidencialidade.**

j) O estudo não acarretará nenhuma despesa aos senhores(as) e os senhores(as) não receberão qualquer valor em dinheiro pela participação do menor.

k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá nome do menor e sim um código.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br) | telefone (041) 3360-7259

Responsável Legal	[rubrica]
Douglas José da Silva Ribeiro (Pesquisador que aplicou o TCLE)	_____
Profa. Dra. Carina Catiana Foppa (Orientadora)	_____



l) Se os senhores(as) tiverem dúvidas sobre os direitos do menor como participante de pesquisa, poderão contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

m) Autorizo ( ), não autorizo ( ), o uso de questionários e imagens do menor para fins de pesquisa, sendo seu uso restrito a este estudo e utilizado na forma de código, respeitando a privacidade e confidencialidade.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo para qual autorizo a participação do menor sob minha responsabilidade. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios da pesquisa. Eu entendi que somos livres para interromper a participação a qualquer momento sem justificar nossa decisão e sem qualquer prejuízo para mim e para o menor.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

**Guaramirim, 01 de julho de 2019**

\_\_\_\_\_  
[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]

\_\_\_\_\_  
Profa Carina Catiana Foppa (Pesquisadora Principal/Orientadora)

\_\_\_\_\_  
Douglas José da Silva Ribeiro (Pesquisador Colaborador - Mestrando PROFBIO/UFPR)

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br  
telefone (041) 3360-7259

## ANEXO 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

**Título do Projeto:** “EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOLOGIA DE ESTRADAS: UM DIÁLOGO POSSÍVEL?”

**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Carina Catiana Foppa

**Local da Pesquisa:** Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann

**Endereço:** Rua 28 de Agosto, 1747, Centro, Guaramirim - Santa Catarina. CEP: 89270-000.

#### O que significa assentimento?

Assentimento significa que você, menor de idade, concorda em fazer parte de uma pesquisa. Você terá seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

#### Informação ao participante

Você, estudante do Ensino Médio, está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que tem como objetivo principal promover processos de educação ambiental através do estudo dos possíveis impactos socioambientais causados pela duplicação da BR-280 na região de Guaramirim.

Esta pesquisa é importante porque a partir desta metodologia será possível conhecer os impactos causados pela duplicação da rodovia e também discutir sobre medidas que poderão ser implementadas para diminuição desses impactos.

Espera-se contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e autônomos, capazes de intervir na sociedade, tornando-a mais justa e sustentável.

Este trabalho será desenvolvido nas dependências da Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, em horário normal de aula. Será utilizada a metodologia do Educar pela pesquisa, que busca transformar as aulas simplesmente copiadas em aulas investigativas, reconstruindo o conhecimento já existente, favorecendo a argumentação, o questionamento e a crítica dos argumentos construídos. Para isso, serão destinadas 12 (doze) aulas (momentos), que serão descritas na sequência.

No primeiro momento serão analisadas algumas reportagens sobre rodovias do Brasil, também serão analisadas matérias de jornais e revistas que tratem deste problema socioambiental. No segundo encontro, através da análise de documentos publicados por órgãos de fiscalização ambiental, principalmente IBAMA e Ministério Público, serão levantadas informações importantes sobre os impactos das rodovias. No terceiro encontro serão mostrados alguns vídeos destacando a importância

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br telefone (041) 3360-7259

Participante da pesquisa \_\_\_\_\_ [rubrica]  
 Douglas José da Silva Ribeiro (Pesquisadora que aplicou o TALE) \_\_\_\_\_  
 Profa. Dra. Carina Catiana Foppa (Orientadora) \_\_\_\_\_

da Ecologia de Estradas, será feita uma discussão sobre o conteúdo do vídeo. No quarto e quinto encontro será feita uma pesquisa sobre atropelamentos de animais silvestres, os resultados obtidos serão transformados em gráficos e apresentados. No sexto encontro a pesquisa será concentrada nas medidas mitigadoras, ou seja, medidas para diminuir os impactos socioambientais causadas pelas rodovias, nesse dia também será feito um debate acerca do tema. No sétimo e oitavo encontro será feita uma atividade lúdica chamada “júri simulado”, nessa dinâmica cada aluno terá um papel semelhante ao que ocorre em um júri verdadeiro, juiz, promotor e advogado de defesa, dessa forma, cada aluno irá levantar argumentos plausíveis favoráveis ou contrários à duplicação da rodovia. No nono encontro será elaborado um texto sobre cuidados socioambientais e o papel do jovem na sociedade atual, nesse encontro também haverá um debate. Nos dois últimos encontros será elaborada uma palestra sobre Ecologia de Estradas, que poderá ser apresentada em outras turmas da escola. No final de cada encontro será destinado um tempo para o preenchimento do diário de campo, nesse diário cada estudante irá descrever os principais conhecimentos, dúvidas ou demais informações que achou pertinente naquele dia.

Imagens fotográficas obtidas durante a pesquisa terão uso restrito e sua identidade será mantida em sigilo com o uso de tarjas no rosto (imagens). O material obtido, imagens e fotografias, serão utilizados unicamente para essa pesquisa e serão excluídos 15 meses após o término deste estudo.

#### **Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?**

Caso você aceite participar, será necessário que você esteja presente nas aulas de Biologia que irão ocorrer na Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann e realizar as atividades propostas. Essa pesquisa não terá nenhum tipo de risco pois não serão feitas experiências de laboratório e nem com qualquer espécie de ser vivo. Quanto ao entendimento da dinâmica das atividades, você poderá esclarecer todas as suas dúvidas durante a realização de cada uma.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo no seu colégio e no caso de aceitar participar você poderá desistir a qualquer momento também sem qualquer prejuízo para você.

#### **Contato para dúvidas**

Se você ou seus responsáveis tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar o pesquisador principal ou membro de sua equipe, Profa. Dra. Carina Catiana Foppa ([ccfoppa@gmail.com](mailto:ccfoppa@gmail.com)) pelo telefone (47) 99196-0787 ou na Universidade Federal do Paraná, DFTE – Setor de Educação, Campus Reitoria, Rua XV de Novembro, 1299 – Centro, Curitiba-PR, Brasil – CEP 80.060-000. Departamento de Teoria e Fundamentos da Educação, sala 407 C. Fone (41) 3360-5000, no horário das 9h às 17h30min (de segunda a sexta-feira) e Douglas José da Silva Ribeiro ([biologo.douglas@hotmail.com](mailto:biologo.douglas@hotmail.com)), pelo telefone (47) 98895-8738 ou no endereço da Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, Rua Vinte e Oito de Agosto, 1747 – Centro, Guaramirim/SC, CEP 89270-000, de 3ª a 6ª feiras, no horário das 7h:30min às 11h:30min.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 283 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br) | telefone (041) 3360-7259

Participante da pesquisa _____	[Inibrica]
Douglas José da Silva Ribeiro (Pesquisador que aplicou o TCLE) _____	
Profa. Dra. Carina Catiana Foppa (Orientadora) _____	

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone (41) 3360-7259.

#### **DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE**

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento.

**Guaramirim, 01 de julho de 2019.**

---

[Assinatura do Adolescente]

---

**Prof. Carina Catiana Foppa (Pesquisadora Responsável/Orientadora)**

---

**Douglas José da Silva Ribeiro (Pesquisador Colaborador-Mestrando PROFBIO/UFPR)**

**Apêndice 1 – Lista dos artigos analisados na revisão de literatura do capítulo 1**

Busca	Título	Autor (es)	Revista	Ano de publicação
1	Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill	Bager, A.; Rosa, C.A.	Biotaneotropica	2010
1	Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil	Santos, A.L.P.G.; Rosa, C.A., Bager, A.	Biotemas	2011
1	A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos?	Ramos, C.C.O.; Junio, D.P.L.; Zawadzki, C.H.; Benedito, E.	Neotropical - Biology and Conservation	2011
1	Variação espacial e sazonal atropelamentos de mamíferos no bioma cerrado, rodovia BR-262, Sudoeste do Brasil	Cáceres, N.; Casella, J.; Goulart, C.S.	Mastozoologia Neotropical	2012
1	Levantamento de animais silvestres atropelados em trecho da rodovia BR-482	Sássi, C.M.; Nascimento, A.A.T.; Miranda, R.F.P.; Carvalho, G, D.	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	2013
1	III Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas: Road Ecology Brazil 2014	Assis, J.C.; Furlan, S.A.	GeoUSP	2014
1	Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road	Secco, H.; Ratton, P.; Castro, E.; Lucas, P.S.; Bager, A.	Tropical Conservation Science	2014
7	Impacto ambiental, sustentabilidade e o crescimento desordenado da frota de veículos automotores do estado do Ceará	Brasil, M.V.O.; Oliveira, L.C.; Tassigny, M.M.; Oliveira, F.C.	Revista Metropolitana de Sustentabilidade	2014
5/7	Implantação do programa de gestão e supervisão ambiental como atenuante dos impactos ambientais de uma obra rodoviária: o caso da BR-285/RS	Bruxel, M.; Silva, R.V.; Kauffmann, M.; Kauffmann, G.	Revista Internacional de Ciências	2015

1	Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates?	Bueno, C.; Sousa, C.O.M.; Freitas, S.R.	Brazilian Journal of Biology	2015
1	No evidence of a threshold in traffic volume affecting road-kill mortality at a large spatio-temporal scale	Grilo, C.; Ferreira, F.Z.; Revilla, E.	Environmental Impact Assessment Review	2015
1/5/7	Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos ambientais	Santos, C.R.; Silva, R.V.	Revista Internacional de Ciências	2015
1	A ecologia de estradas sob a ótica do licenciamento ambiental	Lins, G.A.; Bezerra, L.G.E.; Mota, M.J.P.; Barbosa, O.R.; Almeida, J.R.	SUSTINERE	2015
1	Proximidade de rodovias pode influenciar a fragmentação florestal? Um estudo de caso no Rio Grande do Sul	Rezzadori, T.; Hartmann, M.T.; Hartmann, P.A.	Biotemas	2016
1/6	Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil	Braz, V.S.; França, F.G.R.	Biotaneotropica	2016
1	SOBREVIVÊNCIA DE <i>Ctenanthe lanceolata</i> Petersen e <i>Goepertia monophylla</i> (Vell.) Borchs. & S. Suárez (Marantaceae) APÓS O DESMATAMENTO	Santos, V.R.; Tamaki, V.; Suzuki, R.M.; Medina, I.A.; CARRIÃO, S.M.; SHIRASUNA, R.T.	Revista do Instituto Florestal	2016
1	The Need to improve and integrate science and environmental licensing to mitigate wildlife mortality on roads in Brazil	Teixeira, F.Z.; Coelho, I.P.; Lauxen, M.; Esperandio, I.B.; Hartz, S.M.; Kindel, A.	Tropical Conservation Science	2016
1	How Effective Is Road Mitigation at Reducing Road-Kill? A Meta-Analysis	Rytwinski, T.; Soanes, K.; Jaeger, J.; Fahrig, L.; Findlay, C.S.; Houlahan, J.; Ree, R.V.D.; Grift, E.V.D	PLOS ONE	2016
7	Carcass Persistence and Detectability: Reducing	Santos, R.A.L.; Santos, S.M.;	PLOS ONE	2016

	the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys	Santos-Reis, M.; Figueiredo, A.P.; Bager, A.; Aguiar, L.M.S.; Ascensão, F.		
1/6	Spatial Patterns of Frontier Settlement: Balancing Conservation and Development	Simmons, C.; Walker, R.; Perz, S.; Arima, E.; Aldrich, S.; Caldas, M.	Jornal of Latin American Geography	2016
1	The effect of roads on edge permeability and movement patterns for small mammals: a case study with Montane Akodont	Ascensão, F.; Lucas, P.S.; Costa, A.; Bager, A.	Landscape Ecology	2017
1/6	Using DNA barcode to relate landscape attributes to small vertebrate roadkill	Rodriguez-Castro, K.G.; Ciochetti, G.; Ribeiro, J.W.; Ribeiro, M.C.; Galetti, P.M.J.	Biodiversity and Conservation	2017
1	Giant anteater ( <i>Myrmecophaga tridactyla</i> ) conservation in Brazil: Analysing the relative effects of fragmentation and mortality due to roads	Pinto, F.A.S.; Bager, A.; Clevenger, A.P.; Grilo, C.	Biological Conservation	2018
1/6	Do we underestimate the impact of roads on arboreal animals? Roadkill as an important threat to <i>Chaetomys subspinosus</i> (Mammalia: Rodentia)	Srbek-Araujo, A.C.; Alvarenga, A.C.; Bertoldi, A.T.	Biotaneotropica	2018
1/6	Habitat selection by the black-tufted marmoset <i>Callithrix penicillata</i> in human-disturbed landscapes	Secco, H.; Grilo, C.; Bager, A.	Jornal of tropical ecology	2018
1	Do roadkill aggregations of wild and domestic mammals overlap?	Carvalho-Roel, C.F.; Iannini-Custódio, A.E.; Junio, O.M.	Biología Tropical	2019

## **APÊNDICE 2 - Sugestões de atividades a serem desenvolvidas pelos professores de biologia**

Esse material foi desenvolvido como parte integrante da dissertação de Mestrado, apresentada como requisito de conclusão ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO).

O principal objetivo é divulgar um roteiro de atividades que possam ser utilizadas por outros professores para inserir a temática de Ecologia de Estradas em suas aulas.

A Ecologia de Estradas é uma das vertentes da Ecologia Aplicada e busca estudar os impactos socioambientais causados pelas rodovias. Essa disciplina ainda é pouco conhecida no contexto escolar e dessa forma sugere-se a sua utilização como um tema transversal.

As sugestões de atividades foram desenvolvidas na forma de um roteiro didático, trazendo aos professores diversas sugestões de metodologias e formas de inserções da Ecologia de Estradas com alguns conteúdos da grade curricular de biologia e até mesmo em atividades interdisciplinares.

Todas as atividades podem ser relacionadas de alguma forma ao cotidiano do estudante e também a projetos de Educação Ambiental, pois tratam de uma problemática socioambiental comum a todas as regiões do país.

O roteiro didático está disposto nas páginas seguintes e também poderá ser acessado através do seguinte link: <http://bit.ly/EcologiadeEstradas>





# SUGESTÕES DE ATIVIDADES AOS PROFESSORES DE BIOLOGIA

**ECOLOGIA DE ESTRADAS**

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

## APRESENTAÇÃO

**Prezado (a) professor (a),**

Esse material foi desenvolvido com a finalidade de divulgar estratégias que possam ser utilizadas em sala de aula para a inserção da temática "Ecologia de Estradas" nas práticas escolares. Sugere-se que essa disciplina seja incluída como um tema transversal no ensino de biologia por tratar de questões socioambientais muito importantes como o atropelamento de animais silvestres, fragmentação de ecossistemas, desapropriação de terras, acidentes de trânsito, entre outros.

Esse trabalho é resultado de uma sequência didática apresentada em uma turma do 3º ano do ensino médio da Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann, situada em Guaramirim, Santa Catarina, na qual foram utilizados os pressupostos da Educação Ambiental e do Educar pela Pesquisa para inserir a Ecologia de Estradas em sala de aula.

O presente material faz parte da dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, pela Universidade Federal do Paraná, sob orientação da Professora Doutora Carina Catiana Foppa.

O trabalho contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**Atenciosamente,**

**DOUGLAS JOSÉ DA SILVA RIBEIRO**

E-mail para contato: [biologo.dougla@hotmail.com](mailto:biologo.dougla@hotmail.com)

## JUSTIFICATIVA

Todo o planejamento e desenvolvimento das atividades aplicadas em sala de aula foram baseados na duplicação da rodovia BR-280, uma grande obra rodoviária que está em andamento na região Norte do estado de Santa Catarina. Dessa forma, buscou-se formas de interligar as aulas de biologia com essa problemática socioambiental vivenciada pelos estudantes.

Outros fatores importantes para escolha dessa temática de pesquisa é a carência desse assunto nos livros didáticos e nas práticas de Educação Ambiental que estão sendo utilizadas nas escolas de educação básica. Entre os pouquíssimos trabalhos encontrados na literatura, destaca-se a pesquisa desenvolvida por Trevisan et al. (2016), na qual constataram que apenas 12% dos alunos e professores entrevistados conheciam a disciplina Ecologia de Estradas.

Dessa forma, se faz necessária a inclusão da temática Ecologia de Estradas como tema transversal ao ensino de biologia, bem como a elaboração de materiais didáticos para sua aplicação nos espaços escolares e na comunidade.

## APRESENTANDO A DISCIPLINA

As rodovias desempenham papel fundamental para o desenvolvimento econômico de uma região. Segundo Trevisan et al. (2016), no Brasil as rodovias transportam cerca de 85% da população e produtos, sendo a principal via de fluxo utilizada no transporte.

Mesmo com toda a sua importância, o sistema rodoviário também é responsável por diversos impactos socioambientais, interferindo no ambiente natural, causando alterações diretas e indiretas na biota (OLIVEIRA e SILVA, 2012).

Conforme Santangelo (2003), os impactos ambientais causados por uma obra rodoviária devem ser analisados segundo o meio impactado, podendo ser biótico, físico e antrópico. Segundo a mesma autora, os impactos no meio biótico estão relacionados à fauna e a flora, destacando-se o desmatamento, a contaminação do solo, a redução de habitats e o atropelamento de animais silvestres. Já os impactos no meio físico são aqueles relacionados à emissão de gases e também os ruídos, por fim, os impactos sobre o meio antrópico são aqueles que afetam as populações locais e os próprios operários das obras.

Diante deste contexto, a Ecologia de Estradas surgiu em resposta aos diversos impactos ambientais causados pelas rodovias (FORMAN et al. 2003). Essa nova disciplina se tornou um segmento da Ecologia Aplicada e estuda as relações da implantação e manutenção das rodovias e seus impactos. Possivelmente, a Ecologia de Estradas seja um dos segmentos da Ecologia com maior inserção no contexto social e econômico, sem precisar a eminente relação com os aspectos ambientais (BAGER, 2012).

**EXEMPLOS DE IMPACTOS  
SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELAS  
RODOVIAS**



Fragmentação - Fonte: oeco.org.br



Atropelamento de animais silvestres - Fonte: hojeemdia.com.br



Desapropriação de terras - Fonte: nsctotal.com.br

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EDUCAR PELA PESQUISA

Diante de todos os impactos socioambientais causados pelas rodovias, a Educação Ambiental surge como estratégia importante para a discussão e/ou resolução dos diversos problemas discutidos pela Ecologia de Estradas, visto que pode abordar a temática ambiental de modo interdisciplinar, proporcionando conhecimento e orientações para que cidadãos e comunidades sejam capazes de agir na busca da solução de problemas ambientais (OLIVEIRA e LATINI, 2012).

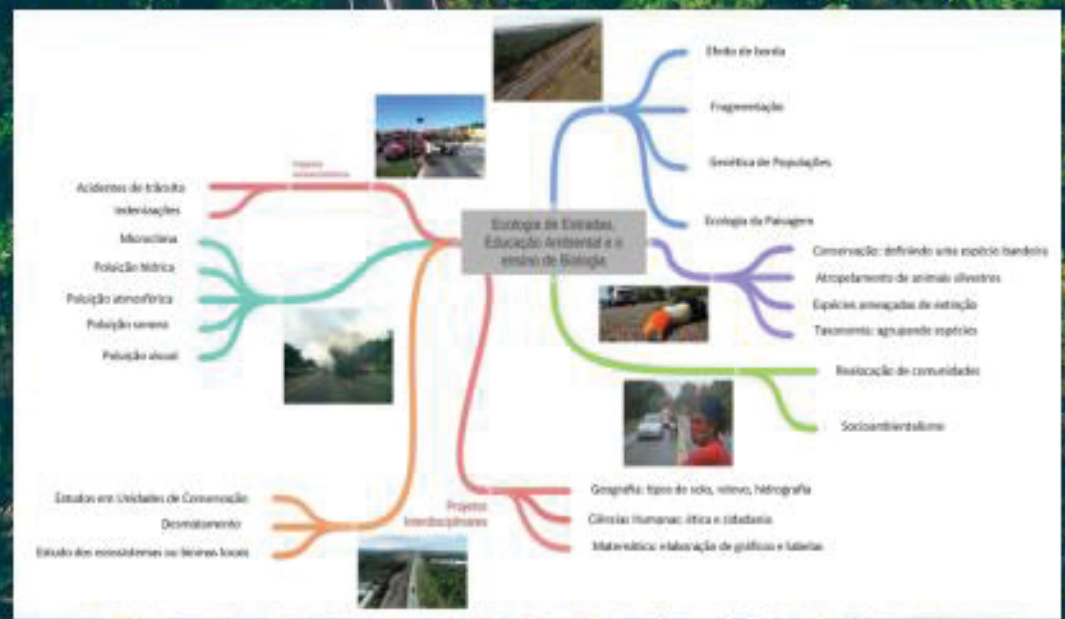
Os processos de Educação Ambiental são momentos importantes de aprendizado e ressignificação de valores sociais que mediam as experiências ecológicas (SILVA et al. 2015). Segundo Silva e Calixto (2017), a Educação Ambiental incorpora a preocupação ambiental em seu contexto, trazendo oportunidades de pesquisas, debates e outras formas de estudo que não estão ligados somente às questões ambientais, mas podendo também estar relacionados à aspectos sociais, políticos e econômicos.

Como forma de facilitar na inserção das temáticas de Educação Ambiental no contexto escolar, o Educar pela Pesquisa surge como uma ótima proposta metodológica. Segundo Hedges e Santos (2011) essa proposta impulsiona o desenvolvimento de competências e habilidades que orientam o envolvido nas soluções dos problemas. Dessa forma, trazer a realidade do estudante para o contexto da sala de aula faz com que ele desenvolva o interesse e a curiosidade pela reconstrução do conhecimento.

Na sequência serão mostradas algumas possibilidades de conexões da Ecologia de Estradas com certos conteúdos e áreas.

Depois, serão apresentadas algumas sugestões de atividades que podem ser utilizadas pelos professores em suas escolas, adaptando os conteúdos às suas realidades.

## A ECOLOGIA DE ESTRADAS E SUAS CONEXÕES COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE BIOLOGIA



## ATIVIDADE 1

**Tema:** Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes.

**Objetivos:**

- Analisar quais são os conceitos e ideias que os estudantes trazem sobre a temática da Ecologia de Estradas.
- Identificar quais são as percepções dos estudantes acerca do termo "impacto socioambiental".

**Metodologia:** Serão disponibilizadas diversas imagens (como o exemplo abaixo) mostrando exemplos de impactos socioambientais causados pelas rodovias. No mesmo momento serão passadas as seguintes questões:

- Quais são as suas percepções sobre essas imagens?
- Quais impactos socioambientais você consegue identificar?

Os estudantes terão alguns minutos para responder as questões e, na sequência, alguns deles serão escolhidos para lerem suas respostas. Dessa forma, será possível iniciar algumas discussões sobre a problemática socioambiental.



**Tempo de duração:** 1 hora/aula.

**Recursos:** Imagens impressas.

**Sugestão para avaliação da atividade:** Os estudantes poderão ser avaliados pela sua participação, atitude e engajamento com a proposta.

**Orientações ao professor:** É interessante que sejam mostradas imagens que destaquem impactos socioambientais da sua região, como por exemplo, obras em uma rodovia, animais silvestres atropelados, poluição, desmatamento, entre outros.



**ATIVIDADE 2**

**Tema:** Apresentando a Ecologia de Estradas.

**Objetivos:**

- Conhecer a temática da Ecologia de Estradas.
- Compreender a importância dessa disciplina para diminuição dos impactos socioambientais causados pelas rodovias.

**Metodologia:** Nessa aula será passada uma reportagem (32 minutos) que mostra uma entrevista feita com a Bióloga Fernanda Abra, pesquisadora que é referência em Ecologia de Estradas no Brasil. A bióloga cita alguns exemplos dos diversos impactos socioambientais causados pelas rodovias, como a Ecologia de Estradas surgiu e qual a sua importância nos dias atuais. Após a reportagem o professor poderá fazer algumas perguntas aos estudantes, de forma a perceber se eles entenderam as informações passadas no vídeo e também solucionar eventuais dúvidas que surgirem.

A reportagem pode ser encontrada no seguinte link:

<https://www.youtube.com/watch?v=vw3RUHe1SCM>

**Tempo de duração:** 1 hora/aula.

**Recursos:** Projetor multimídia.

**Sugestão para avaliação da atividade:** Os estudantes poderão ser avaliados pela sua participação no decorrer da aula.

**Orientações ao professor:** Se houver tempo, o professor poderá formular um questionário para os alunos responderem no caderno ou também pedir para que eles elaborem um mapa de conceitos sobre a reportagem.

### ATIVIDADE 3

**Tema:** Biomas do Brasil.

**Objetivos:**

- Compreender o conceito de Bioma.
- Identificar quais são os principais biomas do Brasil e suas peculiaridades.
- Interpretar quais são os impactos socioambientais que as rodovias causam no bioma em questão.

**Metodologia:** Primeiramente será feita uma apresentação de slides sobre os Biomas brasileiros e suas principais características. Na sequência será estudado detalhadamente o Bioma da região onde a escola se localiza. Para que a atividade se torne mais produtiva, é interessante que seja utilizado o laboratório de informática da escola ou os próprios smartphones dos estudantes.

Dessa forma, a turma será dividida em 6 equipes e cada uma delas receberá um tema para pesquisar, sendo eles:

- Características físicas do bioma.
- Características biológicas do bioma.
- Hidrografia do bioma.
- Características das populações humanas que vivem nessa região.
- Atividades econômicas desenvolvidas na região.
- Principais rodovias que passam por esse bioma.

Cada equipe deverá resumir os resultados de sua pesquisa em palavras-chave e colocá-las em Post-its que serão colados em um cartaz na parede da sala de aula. No final, cada equipe irá apresentar os resultados que obtiveram.

**Tempo de duração:** 3 horas/aula.

**Recursos:** Projetor multimídia - Smartphones ou laboratório de informática - Post-its - Cartolina ou Papel Kraft.

**Sugestão para avaliação da atividade:** A avaliação poderá ser feita através da análise da participação do estudante, sua colaboração com a equipe, atitude, postura e domínio de conteúdo durante a apresentação dos resultados da pesquisa.

**Orientações ao professor:** Quando apliquei essa atividade com minha turma, utilizei o Relatório de Impacto Ambiental elaborado para a duplicação da rodovia BR-280, esse documento trazia muitas informações sobre o Bioma Mata Atlântica, o qual essa rodovia está inserida. Sugiro procurar esse tipo de documento, pois é uma boa forma de conhecer as características da região, antes mesmo de adentrar com os conceitos de Ecologia de Estradas.

**ATIVIDADE 4**

**Tema:** Elaboração de gráficos e tabelas.

**Objetivos:**

- Investigar quais são as espécies mais comumente atropeladas na região.
- Pesquisar quais são os estados brasileiros e quais são os países do mundo onde ocorrem mais atropelamentos da fauna silvestre.

**Metodologia:** Para a realização dessa atividade é necessário que os estudantes tenham acesso a internet, através do próprio smartphone ou do laboratório de informática da escola. Assim, no primeiro momento cada estudante irá pesquisar artigos científicos que mostrem índices de atropelamentos de animais silvestres no Brasil e no exterior, bem como as espécies mais frequentemente atropeladas. No segundo momento a turma será dividida em equipes e cada uma delas ficará responsável por elaborar gráficos e tabelas com base nos resultados encontrados. A terceira etapa consiste na apresentação dos resultados para os colegas e exposição em um mural da escola.

**Tempo de duração:** 3 horas/aula.

**Recursos:** Smartphones ou laboratório de informática - Cartolina ou Papel Kraft - canetões coloridos.

**Sugestão para avaliação da atividade:** Os estudantes poderão ser avaliados pela qualidade dos gráficos elaborados, na postura e domínio de conteúdo nas apresentações, organização, participação e cooperação nas atividades em equipe.

**Orientações ao professor:** O professor deverá orientar os estudantes a pesquisarem os artigos em sites ou bases de dados confiáveis, como o Scielo, Periódicos Capes, entre outros. Quanto ao tipo de gráfico escolhido, normalmente resultados desse tipo são disponibilizados em gráficos de colunas, barras, linhas ou pizza.

**ATIVIDADE 5**

**Tema:** Taxonomia e Ecologia de Estradas.

**Objetivos:**

- Compreender a importância da Taxonomia para a organização dos seres vivos.
- Interligar a Taxonomia e a Ecologia de Estradas através da análise de dados.

**Metodologia:** Para a realização dessa atividade serão utilizados os dados obtidos na "Atividade 4" desse material. Assim, no primeiro momento o professor fará uma apresentação sobre conceitos importantes da Taxonomia e sua utilização. Na sequência, as equipes previamente formadas irão agrupar as espécies pesquisadas anteriormente em classes, ordens, famílias e gêneros. Por fim, cada equipe irá elaborar um relatório com os resultados obtidos.

**Tempo de duração:** 3 horas/aula.

**Recursos:** Smartphones ou laboratório de informática - Projetor multimídia.

**Sugestão para avaliação da atividade:** A avaliação poderá ser feita a partir da análise dos relatórios entregues pelas equipes, se houve compreensão dos conceitos vistos, bem como pela participação e engajamento dos estudantes ao longo da atividade.

**Orientações ao professor:** Normalmente os artigos científicos que fazem listagens de animais atropelados citam dezenas de espécies, para que o trabalho não fique muito extenso é importante estabelecer um número de espécies não muito grande para pesquisar.

**ATIVIDADE 6**

**Tema:** Definindo uma espécie-bandeira.

**Objetivos:**

- Conhecer as principais espécies da região.
- Discutir sobre medidas que possam ser utilizadas para preservação das espécies.

**Metodologia:** Utilizando o laboratório de informática ou os smartphones dos estudantes, será feita uma pesquisa sobre as principais espécies de animais silvestres atropeladas na região (Novamente podem ser usados os dados da atividade 4) e qual o estado de conservação das mesmas. Na sequência, a turma deverá escolher (preferencialmente por votação), uma espécie-bandeira, sobre a qual serão desenvolvidos materiais que visem alertar a população sobre a importância da preservação daquela espécie, bem como os cuidados a serem tomados no trânsito para evitar os atropelamentos dessa e de outras espécies.

A elaboração dos materiais poderá ser feita em equipes e cada uma delas ficará livre para escolher a ferramenta que irá utilizar, poderão ser elaborados panfletos, jornais, folders ou outro tipo de material a ser entregue às outras turmas da escola ou até mesmo na comunidade escolar.

**Tempo de duração:** 2 horas/aula.

**Recursos:** Laboratório de informática, smartphones, materiais trazidos pelos estudantes.

**Sugestão para avaliação da atividade:** Os estudantes poderão ser avaliados pela criatividade na elaboração dos materiais e na participação e colaboração durante o trabalho em equipe.

**Orientações ao professor:** No que se refere a divulgação dos materiais, as redes sociais são ótimas ferramentas, pois conseguem alcançar um número maior de pessoas em um curto espaço de tempo. Também podem ser buscadas parcerias com a PM ou PRF para entrega desses materiais em blitz educativas ou outros eventos realizados por essas instituições.

## ATIVIDADE 7

**Tema:** Genética e Ecologia de Estradas.

**Objetivos:**

- Compreender os impactos causados pela fragmentação de habitats.
- Entender as relações entre a fragmentação e a diversidade genética.
- Discutir sobre soluções que possam ser utilizadas para diminuição desses impactos.

**Metodologia:** Primeiramente será feita uma aula expositiva explicando alguns conceitos importantes da Genética de populações, tais como: frequências alélicas, frequências genotípicas, Equilíbrio de Hardy-Weinberg (migração, seleção, mutação, deriva genética, efeito do fundador e efeito gargalo), entre outros. Feito isso, serão passadas algumas imagens que mostram exemplos de áreas fragmentadas.

Após, serão passadas algumas questões como:

- Quais são as prováveis causas da fragmentação nessa área?
- De que maneira a fragmentação irá interferir na diversidade genética das espécies que vivem nesse ambiente?
- O que pode ser feito para reduzir os efeitos desse impacto?

Os estudantes terão alguns minutos para responder a essas questões e na sequência será feita uma discussão com base nas suas respostas, assim, será explanado sobre as variações que podem ocorrer na estrutura genética de uma determinada população ou espécie diante de tal situação.

**Tempo de duração:** 2 horas/aula.

**Recursos:** Projetor multimídia.

**Sugestão para avaliação da atividade:** A avaliação poderá ser realizada através das respostas das questões (caso o professor queira recolher e avaliar) ou também pela participação dos estudantes na discussão.

**Orientações ao professor:** Normalmente os estudantes apresentam bastante dificuldade para compreender esse tema. Acredito que utilizar o exemplo da fragmentação de habitats, mostrando imagens da sua região, pode despertar a curiosidade do estudante, facilitando no processo de construção do conhecimento.

## ATIVIDADE 8

**Tema:** Dinâmica da "rotação por estações".

**Objetivos:**

- Discutir sobre os impactos socioambientais causados pelas rodovias.
- Debater sobre as medidas mitigadoras que possam ser utilizadas para diminuição desses impactos.

**Metodologia:** Para a realização dessa atividade a turma deverá ser dividida em 5 equipes e as carteiras serão organizadas em "estações de aprendizagem" ou "ilhas". Em cada uma das estações haverá uma pergunta impressa colada em uma folha de papel Kraft, que será posteriormente transformada em cartaz. Assim, os integrantes das equipes terão aproximadamente 10 minutos para discutir e responder à pergunta daquela estação. Feito isso, as equipes trocam de estação, até passar por todas elas. No final, cada equipe terá 5 minutos para apresentar suas percepções acerca dessa dinâmica.

As perguntas que ficarão fixas nas estações serão as seguintes:

- Quais são os principais impactos sociais causados pelas rodovias?
- Quais são os principais impactos ambientais causados pelas rodovias?
- Quais são as principais medidas mitigadoras que podem ser utilizadas para diminuição dos impactos socioambientais causados pelas rodovias?
- Quais mudanças devem ocorrer na legislação relacionada à construção/manutenção de rodovias?
- Qual a função da sociedade diante desse cenário?

**Tempo de duração:** 2 horas/aula.

**Recursos:** Perguntas impressas - Papel Kraft - Canetões.

**Sugestão para avaliação da atividade:** Os estudantes poderão ser avaliados pela participação e envolvimento na atividade proposta, bem como pela organização, participação e cooperação com a equipe.

**Orientações ao professor:** O professor precisa circular por todas as estações e orientar os estudantes diante das eventuais dúvidas que surgirem, o diálogo e a troca de informações entre professor e aluno certamente enriquece o processo de ensino e aprendizagem.

**ATIVIDADE 9**

**Tema:** Simulação de uma audiência pública.

**Objetivos:**

- Discutir sobre os impactos socioambientais causados pelas rodovias.
- Debater sobre as medidas mitigadoras que possam ser utilizadas para diminuição desses impactos.
- Conhecer diferentes pontos de vista a respeito dessa temática.

**Metodologia:** Nessa atividade será realizada uma espécie de teatro onde irá ocorrer uma simulação de uma audiência pública na qual será discutido sobre a construção de uma rodovia que irá impactar positiva e negativamente diversos setores da sociedade e também o meio ambiente. Dessa forma, cada estudante irá receber um papel para representar, os papéis devem ter relação com a realidade local, por exemplo: empresário, prefeito, governador, caminhoneiro, pescador, indígena, fazendeiro, entre outros. O professor será o mediador do debate, intervindo sempre quando necessário. Cada estudante deverá posicionar-se favorável ou contrário à construção da rodovia, de acordo com seu papel e os impactos que a obra traria a sua realidade, assim, também deverá argumentar sobre o porquê da sua decisão.

**Tempo de duração:** 2 horas/aula.

**Recursos:** Papel para sorteio - materiais trazidos pelos próprios estudantes.

**Sugestão para avaliação da atividade:** A avaliação poderá ser realizada através da participação dos estudantes no debate, na forma como se expressaram e argumentaram e no respeito que tiveram com os colegas durante as apresentações.

**Orientações ao professor:** O sorteio dos papéis que os estudantes irão representar deve ser feito na aula anterior a essa atividade, para que assim os alunos tenham tempo para se organizar e preparar. O professor pode escolher diversos papéis para os alunos representarem, no meu caso busquei associar esses papéis à realidade da duplicação da rodovia BR-280, a qual irá impactar diretamente alguns povos indígenas, comerciantes, fazendeiros, pescadores e muitas outras pessoas.



**ATIVIDADE 10**

**Tema:** Divulgando a Ecologia de Estradas.

**Objetivos:**

- Utilizar tecnologias que possam contribuir com a aprendizagem.
- Criar materiais que possam ser utilizados para divulgar a disciplina de Ecologia de Estradas.

**Metodologia:** Essa atividade é uma ótima oportunidade de utilizar a tecnologia em sala de aula. A turma será dividida em equipes e cada uma delas ficará responsável por elaborar um material de divulgação sobre Ecologia de Estradas, abordando aspectos gerais da disciplina e demais informações ou curiosidades que a equipe considerar ser importante.

É necessário que os estudantes fiquem livres para escolher quais ferramentas desejam utilizar, podendo ser a criação de páginas em redes sociais, elaboração de jornais, teatros ou outras estratégias. É preciso que os estudantes tenham acesso à internet, podendo ser pelo próprio *smartphone* ou no laboratório de informática da escola. Após finalizar a elaboração dos materiais, as equipes poderão estar apresentando os resultados para outras turmas da escola, facilitando assim na divulgação do tema. Abaixo estão disponíveis alguns links de páginas criadas pelos estudantes durante a aplicação dessa atividade em uma turma do 3º ano do ensino médio.

- [Link 1:](#)
- [Link 2:](#)
- [Link 3:](#)

**Tempo de duração:** 2 horas/aula.

**Recursos:** Smartphones - laboratório de informática.

**Sugestão para avaliação da atividade:** Os estudantes poderão ser avaliados principalmente pela criatividade na elaboração dos materiais e na cooperação com a equipe durante o desenvolvimento do trabalho.

**Orientações ao professor:** Existem diversos aplicativos que os estudantes poderão utilizar para elaborar o material, editores de vídeo, criador de memes, o próprio Canva (utilizado para criação desse E-book), são ferramentas que podem ser muito úteis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente material buscou divulgar alguns aspectos que refletem a importância da Ecologia de Estradas, uma disciplina relativamente nova e praticamente desconhecida pela maioria dos professores.

Foram sugeridas 10 atividades direcionadas aos professores de Biologia. Buscou-se interligar a Ecologia de Estradas com diferentes conteúdos trabalhados em Biologia ao longo do ensino médio e também com os pressupostos da Educação Ambiental. Cada atividade apresenta seus objetivos, metodologias, recursos, sugestões de avaliação e demais dicas que podem ser adaptadas e traduzidas a realidade de cada professor. O fato do material ter sido desenvolvido aos professores de Biologia não impede que professores de outras disciplinas e áreas também possam adaptá-lo e utilizá-lo.

Dessa forma, a temática Ecologia de Estradas pode ser acrescentada nas práticas escolares sobre várias perspectivas. De acordo com os fundamentos dos processos de Educação Ambiental e do Educar Pela Pesquisa, todas as atividades sugeridas também buscaram integrar o conteúdo de sala de aula com a realidade vivenciada pelos estudantes.

Assim, conclui-se que o desenvolvimento de atividades contextualizadas são ferramentas significativas que favorecem a reflexão acerca dos problemas socioambientais locais, contribuindo também para a formação de cidadãos capazes de construir sua trajetória com compromisso social, exercendo a cidadania.

Agradecemos ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para o desenvolvimento desse trabalho.

**Muito obrigado!**

## REFERÊNCIAS

- BAGER, A. Atropelamentos. In: workshop "Ecologia de Estradas: Experiências Aplicadas". Anais Road Ecology Brazil 2011, Lavras/MG: Comunicação oral, 2012.
- FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. *Road ecology: science and solutions*. Washington: Island Press, 481 p. 2003.
- HENDGES, E.A.; SANTOS, E.D. A prática da pesquisa para educar: Fundamentos e pressupostos. In: V Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade". 2011.
- OLIVEIRA, D.S.; SILVA, V.M. Vertebrados silvestres atropelados na BR-158, RS, Brasil. *Biotemas*, v.25, n.4, p.229-235, 2012.
- OLIVEIRA, P. B.; LATINI, R. O. Educação Ambiental: Uma abordagem para minimizar os atropelamentos da fauna silvestre. (Trabalhos de Pesquisa e Iniciação Científica dos cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia - Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix). Acervo da Iniciação Científica. Belo Horizonte - MG. 2012. Não publicado. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2016/08/R17.pdf>> Acesso em 05 de maio de 2020
- SANTANGELO, T. Análise dos procedimentos ambientais na duplicação da BR-101, trecho divisa PR-SC, entrocamento BR-280. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- SILVA, L.N.R.; CALIXTO, P.M. Educação Ambiental na escola: promovendo e valorizando o sujeito e o ambiente. *Revista Thema*, v.14, n.2, p.25-36, 2017.
- SILVA, W.G.; HIGUSHI, M.I.G.; FARIAS, M.S.M. Educação ambiental na formação de psicossocial de jovens. *Revista Ciência e Educação*. Bauru, v.21, n.4, p.1031-1047, 2015.
- TREVISAN, L.C.; CASTRO, T.F.N.; COSTA, C.G. Educar para conservar: estudo de caso sobre Ecologia de Estradas. XII Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas, 2016.

## BIBLIOGRAFIA GERAL

ALVES, D.; FIGUEIREDO, D.F.; HENRIQUE, A. O poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista Política Hoje**, 2<sup>a</sup> ed, v. 24, p. 119-134, 2015.

AMARAL, I.B. **O educar pela pesquisa e a aprendizagem significativa crítica: uma união a favor do aluno na construção de autonomia e de conhecimentos**. Dissertação de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 172p. 2010.

ARAÚJO, J.P.G.; MORAES, G.I. Utilitarismo e desenvolvimento sustentável: eles podem se encontrar? **Revista de Economia Mackenzie**, v. 11, n. 3, São Paulo, p. 187-208, 2016

ASCENSÃO, F.; LUCAS, P.S.; COSTA, A.; BAGER, A. The effect of roads on edge permeability and movement patterns for small mammals: a case study with Montane Akodont. **Landscape Ecol**,32: 781-790.

ASSIS, J.C.; FURLAN, S.A. III Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas: Road Ecology Brazil 2014. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 2, p.461-463, 2014.

BAGER, A.; LUCAS, P.S.; BOURSCHEIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, 6 (1): 75-86, 2016.

BAGER, A.; PIEDRAS, S.R.N.; SAN MARTIN, T.; HÓBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do conhecimento brasileiro. **Armazém Digital**, Porto Alegre, p.49-62, 2007.

BAGER, A.; ROSA, C.A. Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

BALDISSERA, A. Pesquisa-ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. **Sociedade em Debate**, 7(2), p. 5-25, 2001.

BANDEIRA, C.; FLORIANO, E.P. Avaliação de Impacto Ambiental de rodovias. Santa Rosa, **Caderno didático**, 1<sup>a</sup> ed, n. 8, 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo, 1<sup>a</sup> ed. 2011.

BARRETO, G.C. **Dimensões humanas de áreas marinhas protegidas: Uma revisão sistemática das definições e componentes**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, 92p. 2017.

BRACAGIOLI, A. **Metodologias participativas: Encontros e desencontros entre a naturalização do ser humano e a humanização da natureza**. In: Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 228-242, 2007.

BRANDÃO, C.R. **Pesquisa Participante**. In: Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 259-266, 2005.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 466/2015. **Dispõe sobre a adoção de medidas que assegurem a circulação segura de animais silvestres no território nacional, com a redução de acidentes envolvendo pessoas e animais nas estradas, rodovias e ferrovias brasileiras.** Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1303502&filename=PL+466/2015](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1303502&filename=PL+466/2015)>. Acesso em: 13 jun. 2020.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei número 9394, 1996.

BRASIL, M.V.O.; OLIVEIRA, L.C.; TASSIGNY, M.M.; OLIVEIRA, F.C. Impacto ambiental, sustentabilidade e o crescimento desordenado da frota de veículos automotores do estado do Ceará. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade.** v. 4, n. 2, 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Meio Ambiente.** Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9795.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm), acesso em: 10 jul. 2020.

BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R. Wild vertebrate roadkill in the Chapada dos Veadeiros National Park, Central Brazil. **Biota Neotropica**, 16 (1), 2016.

BRUXEL, M.; SILVA, R.V.; KAUFFMANN, M.; KAUFFMANN, G. Implementação do Programa de Gestão e Supervisão Ambiental como atenuante dos impactos ambientais de uma obra rodoviária: o caso da BR-285/RS. **Revista Internacional de Ciências**, v. 5, n. 2, 2015.

BUENO, C.; SOUSA, C.O.M.; FREITAS, S.R. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates? **Bras. J. Biol**, v. 75, n. 4, p. 228-238, 2015.  
BUENO, R.L.; ARRUDA, R.A. Educação Ambiental. **Revista Eventos Pedagógicos**, v. 4, n. 2, p. 182-190, 2013.

CABREIRA, M.C.; IGNÁCIO, P.; TROMBETTA, F.; MILANI, R. O educar pela pesquisa e o ensino de ciências: perspectivas de uma aprendizagem significativa. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, p. 391-404, 2019.

CÁCERES, N.C.; CASELLA, J.; GOULART, C.S. Variação espacial e sazonal de atropelamentos de mamíferos no Bioma Cerrado, rodovia BR-262, sudoeste do Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, 19 (1): 21-33, 2012.

CARVALHO, C.F. **Atropelamentos de vertebrados, Hotspots de atropelamentos e parâmetros associados, BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, 99 p. 2014.

CARVALHO-ROEL, C.F.; IANNINI-CUSTÓDIO, A.E.; MARÇAL JUNIOR, O. Do roadkill aggregations of wild and domestic mammals overlap? **Revista de Biologia Tropical**, v. 67 (1): 47-60, 2019.

Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. **Portal CBEE**, 2020. Disponível em: < <https://ecoestradas.com.br/>>. Acesso em 08 de abril de 2020.

CHARLIER, É.; CHARLIER, B. **La formation au coeur de la pratique: Analyse d'une formation continue d'enseignants**. Bruxelles: De Boeck, 1998.

CORREA, E.A. **Os dilemas e as proposições da Educação Ambiental na transamazônica (BR-230): do atendimento as normas para o licenciamento ao encontro das expectativas das comunidades da rodovias**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará, 131 p. 2014.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) – Projeto de ampliação da capacidade rodoviária da BR-280/SC trecho São Francisco do Sul – Jaraguá do Sul**. 49p. 2009.

DORNAS, R.A.P.; KINDEL, A.; BAGER, A.; FREITAS, S.R. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias do Brasil. p. 139-152. In: Bager, A. (Ed.). **Ecologia de Estradas**. Editora da UFLA, 2012.

Em uma década, 205 pessoas morreram no trecho previsto para duplicação da BR-280. **NSC Total**, 2019. Disponível em: < <https://www.nsctotal.com.br/colunistas/saavedra/em-uma-decada-205-pessoas-morreram-no-trecho-previsto-para-duplicacao-da-br-280>>. Acesso em 05 de abril de 2020.

FAGUNDES, T.B. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n.65, 2016.

FERENHOF, H.A.; FERNANDES, R.F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**. v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

FONSECA NETO, S.N. **Educar pela pesquisa: as percepções de alunos de graduação sobre as temáticas energia e sustentabilidade em um curso de extensão**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará, 108p. 2015.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. **Road ecology: science and solutions**. Washington: **Island Press**, 481p. 2003.

FORMAN, R.T.T. Road ecology's promise: What's around the bend? **Environment**. v. 46, p. 8-21, 2004.

- FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecologic Systems**, 29: 207-231. 1998
- FREIRE, P. **A educação na cidade**. 7 ed. São Paulo, Cortez, 2006.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários para a prática educativa. 51ª ed. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 143 p. 2015.
- GALIAZZI, M; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.
- GALIAZZI, M.C.; GARCIA, F.A.; LINDERMANN, R.H. Construindo Caleidoscópios: organizando Unidades de Aprendizagem. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**, Ijuí: UNIJUÍ, p. 65-84, 2004.
- GALIAZZI, M.C.; MORAES, R.; RAMOS, M.G. Educar pela pesquisa: as resistências sinalizando o processo de profissionalização de professores. **Editora UFPR**, Curitiba, n. 21, p. 227-241, 2003.
- GALVÃO, T.F.; PEREIRA, M.G. Revisões sistemáticas de literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 23 (1): 183-184, 2014.
- GODBOUT, G; OUELLET, J. Habitat selection of American marten in a logged landscape at the southern fringe of the boreal forest. **Ecoscience**, 15 (3): 332-342, 2008.
- GOMES, R.W. Por uma educação ambiental crítica/emancipatória: Dialogando com alunos de uma escola privada no município de Rio Grande/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria. v. 36, n. 3, p. 430-440, 2014.
- GORDILHO, H.J.S.; LIMA, Y.F.; CUSTÓDIO, V.P.S. Como reduzir os danos à biodiversidade decorrentes do atropelamento de animais selvagens nas estradas que cruzam a floresta atlântica brasileira? **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 3, n. 48, p. 225-242, 2017.
- GRILO, C.; FERREIRA, F.Z.; REVILLA, E. No evidence of a threshold in traffic volume affecting road-kill mortality at a large spatio-temporal scale. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 55, p. 54-58, 2015.
- GÜLLICH, R.I.C. Educar pela pesquisa: formação e processos de estudo e aprendizagem com pesquisa. **Revista Ciências Humanas**, v. 8, n. 10, p. 11-27, 2007.
- GUMES, S.M.L. Construção da conscientização socioambiental: formulações teóricas para o desenvolvimento de modelos de trabalho. **Paidéia**, v. 15, n. 32, p. 345-354, 2005.
- HENDGES, E.A.; SANTOS, E.D. A prática da pesquisa para educar: fundamentos e pressupostos. **V Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"**, 2011.

HOEFFEL, J.L.; FADINI, A.A.B. Percepção Ambiental. In: **Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 254-262, 2007.

ISLAS, C.A.; BEHLING, G.M.; SCHNORR, S.M. Conhecimento ecológico local e educar pela pesquisa: bases para um ensino de ciências contextualizado. **Ensino em Re-vista**, v. 25, n. 2, p. 506-525, 2018.

JACOBI, P. Participação. In: **Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Organização por Luiz Antônio Ferraro Júnior. Brasília, p. 231-236, 2005.

JESUS, D.M.; VIEIRA, A.B.; EFFGEN, A.P.S. Pesquisa-ação colaborativo-crítica: em busca de uma epistemologia. **Revista Educação e Realidade**, Porto Alegre, v.39, n.3, p.771-788, 2014.

LAUXEN, M.S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. Porto Alegre. Monografia apresentada no departamento de Zoologia como pré-requisito para a conclusão do curso pós-graduação Lato Sensu, em Diversidade e conservação da fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 176p. 2012.

LAYRARGUES, P.P. A crise ambiental e suas implicações na educação. In: QUINTAS, J. **Pensando e praticando a Educação Ambiental na Gestão do Meio Ambiente**. Brasília: IBAMA, 2002.

LAYRARGUES, P.P.; LIMA, G.F.C. As macrotendências Político-Pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LAYRARGUES, P.P. **A natureza da ideologia e ideologia da natureza: elementos para uma sociedade da Educação Ambiental**. Campinas, 2003.

LEME, S.E.G.; NORONHA, M.G.R.C.S.; VIANA, L.H. Protagonismo juvenil e Educação Ambiental por meio de atividades lúdicas. **IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE – III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, PUCPR, 2009.

LIMA, A.M.; OLIVEIRA, H.T. A (re) construção dos conceitos de natureza, meio ambiente e educação ambiental por professores de duas escolas públicas. **Ciência e Educação**. v. 17, n. 2, p. 321-337, 2011.

LINS, G.A.; BEZERRA, L.G.E.; MOTA, M.J.P.; ROCHA-BARBOSA, O.; ALMEIDA, J.R. A Ecologia de Estradas sob a ótica do licenciamento ambiental. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 152-159, 2015.



LUZ, R.; PRUDÊNCIO, C.A.V.; CAIAFA, A.N. Contribuições da Educação Ambiental Crítica para o processo de ensino e aprendizagem em ciências visando à formação cidadã. **Investigações em ensino de ciências**, v. 23 (3), p. 66-81, 2018.

MASSONI, P.C.M.; SILVA, A.C.S.; MANESCHY, D.M.; PEREIRA, C.S.; AMBIVERO, M.C.; LOPES, A.F. Educação Ambiental Crítica, da teoria à prática escolar: análise da experiência de um projeto no contexto de uma escola pública do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 86-102, 2019.

MATOS, L.; LOUREIRO, C.F.B. Avaliação em Educação Ambiental: estudo de caso de um projeto em contexto de licenciamento. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 33-43, 2011.

MELLO, L.C. **Análise da produção científica brasileira sobre o conhecimento tradicional**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos, 134p. 2013.

OLIVEIRA, D.S.; SILVA, V.M. Vertebrados silvestres atropelados na BR-158, RS, Brasil. **Biotemas**. v.25. n.4. p. 229-235, 2012.

OLIVEIRA, P. B.; LATINI, R. O. **Educação Ambiental: Uma abordagem para minimizar os atropelamentos da fauna silvestre**. (Trabalhos de Pesquisa e Iniciação Científica dos cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia - Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix). Acervo da Iniciação Científica. Belo Horizonte – MG. 2012. Não publicado. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2016/08/R17.pdf>> Acesso em 05 de maio de 2020

PAULA, A.C.; HARRES, J.B.S. Teoria e Prática no “Educar pela Pesquisa”: Análise de dissertações em Educação em Ciências. **Contexto e Educação**, Editora UNIJUÍ, Ano 30, n. 96, 2015.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D.F.B.; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Goiânia, p. 2339-2346, 2005.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante. Relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PINTO, F.A.S.; BAGER, A.; CLEVINGER, A.P.; GRILO, A. Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) conservation in Brazil: Analysing the relative effects of fragmentation and mortality due to roads. **Biological Conservation**, v. 228, p. 148-157. 2018.

PRIST, P.R. **Análise espacial da distribuição da fauna de vertebrados de médio e grande porte frente a dois padrões de desmatamento típicos da floresta Amazônica, na região de Alta Floresta – MT**. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo. 127 p. 2011

RAMOS, C.C.O.; LIMA JÚNIOR, D.P.; ZAWADZKI, C.H.; BENEDITO, E. A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? **Neotropical Biology and Conservation**, 6 (3): 201-212, 2011.

REZENDE, E.N.; COELHO, H.A. Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. **Revista do Mestrado em Direito**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 155-180, 2015.

REZZADORI, T.; HARTMANN, M.T.; HARTMANN, P.A. Proximidade de rodovias pode influenciar a fragmentação florestal? Um estudo de caso no norte do Rio Grande do Sul. **Biotemas**, 29 (3): 21-28, 2016.

RIZATTI, L.G. **Ecologia de Estradas em regiões neotropicais: Revisão**. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio Claro. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 38 p. 2012.

RODRÍGUEZ-CASTRO, K.G.; CIOCHETI, G.; RIBEIRO, J.W.; RIBEIRO, M.C.; GALETTI-JR, P.M. Using DNA barcode to relate landscape attributes to small vertebrate roadkill. **Biodivers Conserv**, 26: 1161-1178, 2017.

RODRIGUES, D.A.M.; LEITE, R.C.M. O silêncio que ninguém ouviu: análise do enfoque CTSA nas concepções e práticas de professores premiados em um evento ambiental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 45-69, 2019.

RODRIGUES, J.N.; OLIVEIRA, A.L.; QUEIROZ, E.D. Universidade e formação de educadores ambientais críticos. **Educação: teoria e prática**. v. 23, n. 42, p. 90-105, 2013.

RODRIGUES, V.A.B.; QUADROS, A.L. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, 2019.

RYTWINSKI, T.; SOANES, K.; JAEGER, J.A.G.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C.S.; HOULAHAN, J.; REE, R.V.D.; GRIFT, E.A.V.D. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. **Plos One**, 2016.

SANTANA, G.S. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**. 7 (1): 26-40, 2012.

SANTANGELO, T. **Análise dos procedimentos ambientais na duplicação da BR-101, trecho divisa PR-SC, entrocamento BR-280**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, 151p. 2003.

SANTOS, A.L.P.G.; ROSA, C.A.; BAGER, A. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG-354, Sul de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, 25 (1): 73-79, 2012.

SANTOS, C.R.; SILVA, R.V. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos. **Revista Internacional de Ciências**. v. 5, n. 2, 2015.

- SANTOS, R.A.L.; SANTOS, S.M.; SANTOS-REIS, M.; FIGUEIREDO, A.P.; BAGER, A.; AGUIAR, L.M.S.; ASCENSÃO, F. Carcass Persistence and Detectability: Reducing the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys. **Plos One**, 2016.
- SANTOS, V.R.; TAMAKI, V.; SUZUKI, R.M.; MEDINA, I.A.; CARRIÃO, S.M.; SHIRASUNA, R.T. Sobrevivência de *Ctenanthe lanceolata* Petersen e *Goepertia monophylla* (Vell.) Borchs e *S. Suárez* (Marantaceae) após o desmatamento. **Rev. Inst. Flor.** v. 28, n. 2, p. 177-191, 2016.
- SÁSSI, C.M.; NASCIMENTO, A.A.T.; MIRANDA, R.F.P.; CARVALHO, G.D. Levantamento de animais silvestres atropelados em trechos da rodovia BR-482. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 65, n. 6, p. 1883-1886, 2013.
- SECCO, H.; GRILO, C.; BAGER, A. Habitat selection by the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in human-disturbed landscapes. **Jornal of Tropical Ecology**, 2018.
- SECCO, H.; RATTON, P.; CASTRO, E.; LUCAS, P.S.; BAGER, A. Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. **Tropical Conservation Science**. v. 7 (3), p. 561-571, 2014.
- SILVA, C.C.; SILVA, D.M.; MACIEL, A.K.S.; TAHIM, A.P.V.O. A construção de laços afetivos na educação infantil: considerações teóricas possíveis. **X Fórum Internacional de Pedagogia – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte**, 2018.
- SILVA JÚNIOR, S.B.; FERREIRA, M.A.G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 221-237, 2008.
- SILVEIRA, T.A. **Concepções didáticas do uso de vídeos de professores de ciências**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 115p. 2009.
- SIMMONS, C.; WALKER, R.; PERZ, S.; ARIMA, E.; ALDRICH, S.; CALDAS, M. Spatial Patterns of Frontier Settlement: Balancing Conservation and Development. **Jornal of Latin American Geography**, 15(1), 2016.
- SIMONETTI, H. **Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: Sistematização no processo de elaboração do EIA/RIMA**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- SRBEK-ARAÚJO, A.C.; ALVARENGA, A.C.; BERTOLDI, A.C. Do we underestimate the impacto of roads on arboreal animals? Roadkill as an important threat to *Chaetomys subspinosus* (Mammalia: Rodentia). **Biota Neotropica**, 18(3), 2018.
- STEIN, D.S. **Ações educativas ambientais no cotidiano de uma escola municipal de Santa Maria, RS**. Monografia de Especialização, 45p. 2011.
- SZYMANSKI, M.L.S.; MÉIER, W.M.B. Concepções de ensino e de aprendizagem: superando a burocracia curricular. **Revista de Administração Educacional**. Recife, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2014.

TEIXEIRA, F.Z.; COELHO, I.P.; LAUXEN, M.; ESPERANDIO, I.B.; HARTZ, S.M.; KINDEL, A. The need to improve and integrate science and environmental licensing to mitigate wildlife mortality on roads in Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 9 (1): 34-42, 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985

TOZONI-REIS, M.F.C. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar - Editora UFPR**, n. 27, 2006.

TREVISAN, L.C.; CASTRO, T.F.N.; COSTA, C.G. Educar para conservar: estudo de caso sobre Ecologia de Estradas. **XII Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas, 2016.

TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, 14: 18-30, 2000.

VITURINO, M.J.P.; GRACIOLLI, S.R.P. Trilha da Vida Silvestre: um jogo a partir do monitoramento de animais em trecho da rodovia MS-162. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 22, n. 51, p. 269-288, 2017.