

Impacto dos Empreendimentos Lineares na Paisagem

Impacts of Linear Projects at the Surrounding Landscape

Thayssa Araujo Costa Rangel¹; Cecília Bueno²

¹ Graduanda do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade Veiga de Almeida. E-mail: thayssacosta2010@gmail.com.

² Professora Titular; Doutora em Ciências (PPGG/ UFRJ); Universidade Veiga de Almeida. E-mail: cecilia.bueno@uva.br

Resumo

A preocupação relativa às questões de cunho ambiental tem tomado uma proporção cada vez maior, atribuindo às obras de empreendimentos lineares já construídas aqui no Brasil um papel cada vez mais impactante. Seguindo essa tendência, suas atividades vêm sendo observadas ao decorrer de décadas e consideradas potencialmente perigosas para a conservação da biodiversidade. Este projeto faz uma análise da atual interferência que os empreendimentos lineares têm sobre a biodiversidade e tem como objetivo diagnosticar os principais impactos causados pelos empreendimentos lineares, apontando suas respectivas medidas mitigadoras, sendo necessária a mútua análise do desenvolvimento destes empreendimentos, a tomar como exemplo alguns estudos internacionais ou fora do estado do Rio de Janeiro e criando sugestões para minimizar estes impactos junto às soluções de alternativas já existentes. A apresentação de considerações relevantes e críticas nos pontos chaves desse trabalho aliado às informações acadêmicas e estudos encontrados sobre esses impactos puderam ser obtidas através de levantamentos bibliográficos. Como resultados, temos a expansão desse processo, a efetiva implantação das propostas bem sucedidas de outros países aqui no Brasil assim como o incentivo ao monitoramento a partir do olhar crítico desenvolvido durante o estudo gerando um debate de ideias. Portanto é necessário consolidar as informações levantadas, propondo alternativas econômicas e ambientalmente viáveis ao processo de monitoramento, manutenção e proposta de novo modelo de obras por parte do governo.

Palavras-chave: Empreendimentos lineares, impactos ambientais, medidas mitigadoras.

Abstract

The concern on the environmental nature of issues has taken an increasing proportion, attributing the works of linear projects ever built in Brazil an ever more impactful. Following this trend, their activities are being observed to see the course of decades and considered potentially dangerous for biodiversity conservation. This project is one of the current interference analysis that linear projects have on biodiversity and aims to diagnose the main impacts of linear projects, indicating their respective mitigation measures, requiring mutual analysis of the development of these enterprises, taking as an example some international studies or outside the state of Rio de Janeiro and creating suggestions to minimize these impacts with the solutions already being. The alternative presentation of relevant considerations and critical at key points of this work allied to academic studies and information found on these impacts could be obtained through bibliographical survey. As a result we have the expansion of this process, the effective implementation of successful proposals from other countries here in Brazil as well as encouraging the monitoring from the critical eye developed during the study generating a debate of ideas. Therefore it is necessary to consolidate the information gathered by proposing economic alternatives and environmentally viable to process monitoring, maintenance and proposed new model works for the government.

Keywords: Linear developments, environmental impacts, mitigation measure.

Introdução

Visando a valorização da vida animal e vegetal existente no entorno de construções lineares com as necessidades humanas do mundo moderno, este estudo procura esclarecer seus conceitos como também os da biodiversidade a ser abordada.

Podemos citar como exemplo de empreendimentos lineares as ferrovias, rodovias, gasodutos, oleodutos e linhas de transmissão. Esses empreendimentos que causam impactos ambientais durante sua instalação e durante seu funcionamento. Os impactos são diretos e indiretos, onde observamos, por exemplo, processos erosivos, vazamentos e atropelamentos de animais silvestres, sejam na área do empreendimento ou nos acessos criados para eles.

Além de impactos causados na biodiversidade, motivo pelo qual abordaremos as estradas com maior aprofundamento, outros efeitos negativos são observados, como alteração da composição hidrológica e efeitos erosivos locais, que são impactados pelos tipos de fluxo e sedimentos gerados pelos veículos, se destacam ao falar das rodovias (FORMAN & ALEXANDER, 1998).

Consideramos relevante o desenvolvimento de estudos de todos esses impactos e seus efeitos, visto que há escassez de informação nessa área o suficiente para não termos em mãos ainda uma solução 100% eficaz aqui no Brasil (BAGER, 2012). Assim, o esclarecimento do conceito sobre estes tipos de empreendimentos se faz necessário devido a sua importância econômica e comercial, que sempre irá desenvolver ideias para sua expansão e melhor aproveitamento com fins lucrativos. Aliados ao conhecimento da legislação, procuramos aplicar ao tema, agregando teorias jurídicas pertinentes que nos auxiliem a entender a metodologia usada aqui no Brasil.

O objetivo deste estudo foi elaborar uma análise dos principais impactos causados pelos empreendimentos lineares, apontando suas respectivas medidas mitigadoras. Assim, através de levantamento bibliográfico pudemos apresentar considerações relevantes e críticas nos pontos-chaves desse trabalho e obter informações através de estudos acadêmicos com base nesse assunto.

Legislação Aplicável e Licenciamento Ambiental

A seguir é apresentado o arcabouço legal contendo as informações mais relevantes com relação às leis, decretos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Destacamos que a história da proteção ambiental como política pública, como Política de Estado, tem seu início verdadeiro com a edição da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6938/81, aonde dispõe sobre objetivos, instrumentos e diretrizes atendendo princípios, esclarecendo seus objetivos junto aos do Sistema Nacional do Meio Ambiente e do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Ressaltam-se o artigo 8º da Política Nacional do Meio Ambiente, na qual estabelece as medidas competentes ao Conselho Nacional do Meio Ambiente, o artigo 9º dispondo dos instrumentos necessários para atingir os objetivos da lei e o artigo 10º destacado pela importância estabelecida pela lei da elaboração de um prévio licenciamento ambiental *“na construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”*.

Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986 – Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais detalhadamente disponibilizadas em seus artigos para a elaboração de uma Avaliação de Impacto Ambiental correlacionados ao licenciamento de grandes atividades de alto impacto, no qual destacam-se o artigo 1º, definindo impacto ambiental; artigo 2º, listando quais atividades dependem da elaboração de estudo de impacto ambiental(EIA) e seu respectivo relatório de impacto ambiental(RIMA); artigo 4º, as atribuições dos órgãos setoriais do SISNAMA; artigo 5º, as diretrizes gerais a serem atendidas pelo estudo de impacto ambiental; artigo 6º, as atividades técnicas a serem desenvolvidas; artigo 7º, quem deverá desenvolver o estudo de impacto ambiental e por último; artigo 9º, o objetivo do RIMA.

Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997 - Dispõe de definições de licenciamento ambiental, licença ambiental, estudos ambientais, impacto ambiental regional, diretrizes para o licenciamento ambiental, define especificamente os empreendimentos e atividades a serem licenciadas pelo órgão ambiental competente, definição das suas licenças como exercício da sua competência, etc. Destacam-se: artigo 1º, definições de licenciamento ambiental, licença ambiental, estudos ambientais e impacto ambiental regional; artigo 2, as atividades que dependem do prévio licenciamento do órgão ambiental competente; artigo 4º, as competências do ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA; artigo 5º, características das atividades a serem licenciadas pelo órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal; artigo 6º, quando o licenciamento ambiental deve ser feito pelo órgão municipal e ; artigo

7º, sobre o licenciamento de empreendimentos e atividades de acordo com o estabelecido nos artigos anteriores.

Decreto Nº 44820, de 02 de junho de 2014 – Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental no Estado do Rio de Janeiro e tem como atividades relevantes ao licenciamento de empreendimentos lineares a classificação das atividades, Termo de Responsabilidade Técnica, auditorias ambientais para obtenção da Licença de Operação. Portanto, para o rito de licenciamento destas obras, destacam-se: artigo 2º, que tipos de empreendimentos e atividades estão sujeitos ao licenciamento ambiental; artigo 23º, dispõe das informações necessárias para determinar a magnitude do impacto ambiental; artigo 30º a importância da apresentação do Termo de Responsabilidade Técnica ao órgão ambiental e; artigo 31º, que tipos de empreendimentos e atividades devem realizar Auditorias Ambientais de Controle.

Este decreto foi uma atual alteração do Decreto Estadual nº 42.159, de 2 de dezembro de 2009, aonde se destacam os novos tipos de licenças ambientais: Licença Prévia e de Instalação (LPI), Licença de Operação (LO), Licença de Instalação e de Operação (LIO), Licença Ambiental Simplificada (LAS); Licença de Operação e Recuperação (LOR), Licença Ambiental de Recuperação (LAR). Licenças estas que poderão ser concedidas com intuito de atender especificamente melhor as condições, restrições e medidas de controle impostas pelo órgão ambiental.

Diante do exposto, destacamos a importância na lei em nos dispor dos instrumentos da política, assim como na Resolução CONAMA 01/86 nos trazendo, segundo o artigo 2º, as atividades modificadoras do meio ambiente, entre elas, os empreendimentos que serão abordados a seguir. Já na CONAMA 237/97 destaca-se o artigo 2º que afirma depender de um licenciamento ambiental as atividades que esses empreendimentos realizam que possam vir a poluir o meio ambiente, expondo-as especificamente. E finalmente o Decreto Nº 44820/09 que, por sua vez, garante um eficiente Licenciamento Ambiental no âmbito estadual perante a avaliação da magnitude de um impacto, exposto no artigo 23.

Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação das Rodovias

- *Atropelamento*

Segundo Centro Brasileiro de Estudo em Ecologia de Estradas (CBEE, 2015), cerca de 450 milhões de animais morrem atropelados nas estradas brasileiras anualmente. Este estudo foi feito a partir da média obtida de atropelamentos em cada região do país, de cada bioma.

Geralmente acontecem mais devido à falta de sinalização, ou precária sinalização, excesso de velocidade e falta de proteção ao entorno (BAGER, 2012; LESTER, 2015).

Bager (2012) também afirma que estes animais são atraídos para as pistas por carcaças de animais atropelados, que servem de alimento. No final das contas todos são atropelados, ao menos os que sobrevivem que infelizmente ficam desorientados por perto.

Outro problema também apontado e bem específico que acaba os atraindo para as estradas é que alguns caminhões acabam deixando vaziar grãos pelo caminho e chamando a atenção desses animais. Tornando-se uma situação cíclica devido à atração de outros predadores ao local para aproveitamento da carcaça (JORNAL DE UBERABA, 2014).

- *Afugentamento da fauna*

Ao correlacionar os efeitos de borda, estes: *“a tendência ao aumento de variedade e densidade em zonas de contato entre comunidades que o ladeiam”* (ODUM, 1988) com os de fragmentação florestal, sendo a disposição das remanescentes florestais em fragmentos, a extinção de *habitats* e espécies ou apenas como sua progressiva subdivisão, vemos que seus efeitos, dificilmente visíveis, vêm matando silenciosamente pela forma indireta. Logo, ao considerar uma área aonde já existem famílias que abrangem espécies interagindo entre si, qualquer fragmento estabelecido “no meio”, ou seja, as próprias estradas fazem com que os animais sejam obrigados a se dispersar gerando divisões menores de áreas abrigando suas menores comunidades (RODRIGUES & NASCIMENTO, 2006).

Tanto o número excessivo de atropelamentos quanto o baixo índice podem indicar os efeitos negativos das estradas sobre esses animais (ALVES, BERGALLO & FREITAS, 2014). O efeito

barreira mostra que esses animais evitam se deslocar em um determinado trecho da rodovia (BUENO & FAUSTINO & FREITAS, 2013).

Logo, de acordo com Rodrigues e Nascimento (2006) podemos afirmar que isso implica indiretamente nas suas inter-relações, pois geralmente estas espécies não se adaptam ao novo clima das bordas ou se estabelecem próximas às estradas, seja pelos alimentos ali perto ou para se manterem aquecidas, fazendo com que se rompam as trocas gênicas que antes eram feitas tanto para reprodução de espécies ou para o seguimento de uma cadeia alimentar.

- *Poluição Química e Erosão do Solo*

Além de oferecerem grande risco por atropelamento, veículos emitem gases e deixam escapar produtos tóxicos que se depositam nas rodovias e podem alcançar longas distâncias através de chuvas. Fato que implica na composição de rios e regimes hidrológicos pelas redondezas (FORMAN & ALEXANDER, 1998).

Além do derramando produtos com alto teor de inflamabilidade ou corrosividade, que chegam a atingir diretamente as áreas no entorno e indiretamente os cursos d'água (NOGUEIRA, 2012) outro problema ligado às estradas é o acúmulo de água em outros pontos que não são os de destino, concentrando mais águas provenientes de chuvas do que se não houvesse nada ali. Essa água, com ou sem químicos, pode ser carregada por meio de percolações para bacias hidrográficas e ser transmitida para outras da sua rede de canais. A drenagem dessas águas, feita de maneira incorreta, faz com que haja sobrecarga em outras partes das encostas. Esta água é transportada por valas, podendo ou não se encontrar com um fluxo já existente, enquanto outros são conectados a bueiros com ravinas logo abaixo das encostas, causando extensão da erosão, alteração das taxas de recarga de aquíferos, alteração da morfologia do canal, aumento das descargas de pico e inundações a jusante, resultado de remoção de florestas que antes contribuíam para evapotranspiração (FORMAN & ALEXANDER, 1998).

Forman e Alexander (1998) seguem destacando a vegetação antiga que é abastecida pelo lençol freático. Alguns tipos de cruzamento dificultam a permeabilidade do solo, fazendo com que, tanto o excesso de água que foi desviada para o lençol, quanto o fluxo insuficiente que não foi desviado não mantenham a vegetação.

- *Poluição Sonora*

Os ruídos causados pelo volume de tráfego de veículos são um tipo de poluição que afeta mais a população de aves e anfíbios, além do incômodo a população ao redor (ROSA, 2012). A interferência acústica causada pelos veículos nas aves, também denominada mascaramento, atinge diretamente o acasalamento, a defesa do território de outras aves, avisos sonoros emitidos contra os predadores e na maneira como estes grupos se relacionam, interferindo no sucesso reprodutivo da espécie (PARRIS & SCHNEIDER, 2009).

Rosa (2012) afirma que o mesmo ocorre com os anfíbios com relação ao acasalamento. Geralmente machos que emitem sons mais altos são os que querem chamar mais atenção, sendo estes menores do que os que emitem sons mais baixos. Isso resulta na escolha da fêmea, o que é interferida pela presença dos ruídos.

- *Expansão Urbana*

Em paralelo a essa necessidade de expansão das rodovias, podemos notar uma intensa demanda de estradas secundárias gerando arruamento pelo entorno, assim como a extração de algumas matérias primas de garimpeiros, mineradores, caçadores devido à facilidade que a estrada oferece em alcançar certas áreas, antes não habitadas, assim como a intensificação da agricultura e a migração de famílias sem terra perto de estradas recém-construídas ou melhoradas (LAURANCE W. F. & GOOSEM & LAURANCE S.W., 2009; ARIMA, E. Y. & WALKER, R. T. & PEZ, F. G. & CALDAS, M., 2005). Ou seja, as estradas contribuem para uma ampla dispersão tanto de moradias quanto das atividades humanas através das florestas, promovendo rapidamente o desmatamento de maneira ampla. Arima *et al* (2005) denominou como “Espinha de Peixe” esse padrão de fragmentação de geração de estradas secundárias.

Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação das Ferrovias.

- *Atropelamento*

O problema é pouco estudado. No que se refere a atropelamento da fauna presente pela área de estudo, se assemelha muito aos das rodovias, diferenciando um pouco pela acessibilidade às vias.

Bager (2012) avaliou junto à sua equipe este problema e nos mostrou que com o tempo os animais passam a interagir diretamente com estes empreendimentos, fazendo parte do *habitat* ou a procura de alimentos.

- *Efeitos no Solo e Água de Superfície*

Sendo necessária a movimentação de terra, quer seja para compactação do solo para suportar a carga de projeto quer seja por terraplanagem, para atender os níveis de projeto, o solo é exposto e sujeito a atuação de forças externas podendo vir a se degradar. Outro problema encontrado é quando há a necessidade da retirada do solo do local aonde serão feitas as instalações do empreendimento, pois em alguns casos o solo apresenta características fora dos padrões exigidos para aguentar a pressão exercida pelas instalações. Este se torna resíduo que, quando não usado na construção civil para outros fins, se torna rejeito. Já a água drenada pelas laterais muitas vezes não é desviada de maneira correta a fim de abastecer cursos d'água que sempre dependiam desta para manter a vegetação ao redor. Entre outros problemas semelhantes aos impactos causados pelas rodovias, há uma preocupação também muito grande com os sistemas de transfêrencia de produtos petrolíferos, no momento em que se transferem produtos de tanques de vagões ferroviários para caminhões, podem transbordar ou escapar no local onde massas de água ou solos são contaminados (GTZ DIVISION, 1995).

- *Emissão de gases*

GTZ DIVISION (1995) mostra os principais gases emitidos devido a essa tração: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), Óxido de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO₂) e materiais particulados (fuligem); estes podem causar danos específicos à saúde.

Estes materiais são potencialmente emitidos à atmosfera dependendo de alguns fatores como o peso do trem, que tem relação com a velocidade do motor e de deslocação englobando processos de manutenção, operação e do combustível que, por sua vez, depende da sua qualidade.

Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação dos Oleodutos

Pela localização (subterrâneo, submarino ou aéreo), os dutos que transferem ou transportam este produto podem impactar tanto o meio ambiente, assim como podem ocasionar perdas de vidas em geral, danos à saúde humana e econômica de diferentes maneiras, mesmo construídos com a máxima segurança possível, estando sujeitos à: erosão, deslizamento de terra, corrosão, queda de rochas, atos de vandalismo, ações de terceiros causando conseqüentemente os vazamentos e acidentes como estes em face à alta pressão ocasionada pelos bombeamentos, que dependem do derivado do petróleo a ser transportado/transferido (ASEL-TECH, 2010).

Em meios marinhos são conhecidos diversos acidentes por causa da exploração do petróleo, desde vazamentos de dutos ou lavagens de porões em alto mar, até explosão de plataformas que acabam poluindo, senão destruindo um ecossistema que contém animais e plantas aquáticas na sua área diretamente afetada (MEYER, M. F. & CRUZ, H. S. & OLIVEIRA F. P. & CÂMARA M. C. G. & NETO, M. C. C., 2013).

Além de vazamento no mar, entre colisões de máquinas de grande porte nos dutos, erros de escavação ou forças naturais, o que mais se destaca são vazamentos no solo causados por corrosões, de acordo com registros da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), dos principais acidentes atendidos em São Paulo pela Companhia.

Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação dos Gasodutos

Mesmo considerado pouco ameaçador ao meio ambiente com relação às outras fontes de energia, os dutos que transportam gás, assim como os oleodutos, têm seus impactos associados à construção e operação da infraestrutura que suporta a operação do projeto, não sendo inteiramente evitados, mas reduzidos para níveis aceitáveis. Já os riscos ao meio ambiente não estão associados ao funcionamento dos dutos e sim da sua ruptura (WILLIANS, 2012).

Seus impactos, segundo Willians (2012):

- A qualidade do ar: é afetada pela emissão de combustíveis fósseis durante a construção dos equipamentos e estações de bombeamento, este caso não funciona por energia elétrica;
- Poluição sonora: ruídos emitidos na construção dos equipamentos e nas estações de bombeamento.

- Erosão: solos são compactados, revirados, removidos e podem ser acidificado pelas emissões químicas locais, conseqüentemente causando chuva ácida.
- Alterações na geologia local: causando deslizamentos de terra.
- Vegetação: é afetada pelo distúrbio causado na superfície e causando mudanças no fluxo de água. Tais impactos levam a invasão de espécies exóticas e contaminação do ar.
- Fragmentação de *habitat*: afetando a vida selvagem local, seus hábitos e costumes.
- Recursos hídricos: devido o processo de erosão, a qualidade e quantidade de água pode ser afetada. Passando pelas escavações e produtos químicos aplicados para manter a qualidade do duto.
- Peixes de água doce, seus *habitats*, saúde e migração: devido à supressão da vegetação e estruturação na água, em alguns casos.
- Hidrogeologia: exposição de formações rochosas, podendo causar a lixiviação dos metais compostos nessas formações.
- Paleontologia: as construções afetam uma fonte importante para entendermos a evolução e mudanças climáticas assim como a coleção de fósseis.

Um caso que conclusivamente considerou a hipótese de retirada dos dutos devido a uma série de ilegalidades existentes no local, foi o das ameaças sofridas pela Reserva Biológica do Tinguá, que segundo Rocco (2010), devido a um forte temporal na região, deu ocorrência aos vários desmoronamentos de encosta assim como o comprometimento do fluxo de veículos dentro da REBIO Tinguá, atingindo o gasoduto ORBEL I. Nesse caso foram necessárias adoções de medidas de controle do acidente e a realização de serviços emergenciais para amenizar o desastre, como movimentação de solos e rochas, retirada de entulhos, escombros e árvores tombadas, tratamento emergencial de erosões, desmonte de rochas, abertura de acesso ao local de intervenção e outros, como serviços de podas de árvores tombadas e perfurações de solos específicos. Este com objetivo de reconhecer as camadas do subsolo e coleta de amostras.

Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação de Linhas de Transmissão

Apesar da fase de implantação do empreendimento apresentar boa porcentagem dos impactos, Tobouti (2015) mostra que a implantação destas linhas é empreendimento viável, desde que devidamente planejado e licenciado.

Ao implantar Linhas de Transmissão, Junior (2009) também nos diz que se deve ter conhecimento principalmente de dados específicos daquela região como: clima, geologia e características hidrográficas da região de estudo.

No meio físico, por sua vez, são atingidos os solos das regiões atravessadas que, devido à retirada da cobertura vegetal para instalação das torres, tendem a erodir com mais facilidade, assim como alterações na rede de drenagem de impacto decorrente da abertura de novos acessos e na base de instalação das torres.

No meio biótico, a vegetação é atingida diretamente pela abertura da faixa de segurança, alterando a composição na quantidade de biomassa e indiretamente a fauna, tanto pela sua facilidade de locomoção, quanto pelo isolamento dos fragmentos florestais, também pela tirada da vegetação nativa (FERREIRA, 2011).

Campos (2010) observou que além dos efeitos de borda por causa do isolamento, existem os chamados efeitos escondidos, que são alterações no clima em até 500m da borda que alteram o comportamento animal.

Mesmo sendo pouco conhecido no Brasil, é também relevante o número de acidentes da fauna alada de grande porte, que acaba morrendo eletrocutada ao ter contato com as torres de transmissão e ao se chocarem com os cabos e para-raios, podendo haver incêndio florestal por conta do dano (FERRER, 2012). Assim como eletrocussão, outro problema que envolve aves é a desorientação de certas espécies mais sensíveis devido aos campos eletromagnéticos emitidos pelas torres que interferem no campo magnético terrestre usado por estas aves para seguir suas rotas de migração (FERRER, 2012). Assim como em alguns lugares, Ferrer (2012) afirma que o número de árvores que serviam de repouso para essas aves migratórias já diminuiu bastante para darem lugar à infraestrutura de transmissão. Já na fauna terrestre, a eletrocussão acontece através de arames nas proximidades dos campos elétricos da LT. Além de fragmentação de áreas de vegetação nativa, o acesso às áreas dantes inacessíveis no interior da mata é outro fator negativo influenciado pela abertura dessas faixas (TOBOUTI, 2015).

Sabendo que o ozônio na biosfera é prejudicial à saúde, outro problema que ocorre é conhecido como “crown effect” ou efeito coroa, como Ferrer (2012) sugere. Esse efeito se deve a

ionização do ar envolta dos condutores elétricos, que se intensifica com a chuva, neblina ou o smog fotoquímico, chegando a gerar 300 mg de ozônio por quilômetro de linha de transmissão por hora, gerado a partir de 750 kV de transmissão de energia.

Em Unidades de Conservação, qualquer área que delimite 10 km dos seus limites, em caso de implantação da LT sem o plano de manejo que delimite a zona de amortecimento, estará sujeita a autorização do órgão gestor da Unidade, sendo pouco afetadas nesta fase e na de operação (TOBOUTI, 2015).

Com relação aos aspectos socioeconômicos e sociais, como a influencia no tráfego de veículos, não são tão afetados quanto os patrimônios históricos que, durante a escavação ou movimentação de terra, podem sofrer danos na construção de uma LT (JUNIOR, 2009).

No meio socioeconômico, citamos alguns impactos, como a interferência no cotidiano da população aumentando a movimentação de pessoas, equipamentos, veículos e também no modo de vida com a utilização de eletrodomésticos. No uso e ocupação do solo, especificando e exemplificando tamanhos máximos de espécies e os tipos de construções que abrangem nas áreas próximas das LT's (TOBOUTI, 2015).

Em tese, encontra-se em execução LT's de 69 kV, 138 kV, 230 kV, 500 kV e 750 kV em corrente alternada, e 600 kV em corrente contínua (JUNIOR, 2009), sendo as de menor que 138 Kv chamadas de Linhas de Distribuição e as de maior impacto as de 500 kV, mais rigorosas no que se refere o cumprimento de medidas mitigadoras e programas ambientais (TOBOUTI, 2015).

Técnicas de Mitigação

Para melhor aproveitamento dos benefícios que esses empreendimentos nos trazem junto ao bem estar geral da biodiversidade, foram dispostas medidas a fim de minimizar estes impactos (LESTER, 2015; ALMADA, 2014; GUERRA & JORGE, 2014; MALTEZ, 2013; TEIXEIRA, F. Z. & PRINTES, R. C. & FAGUNDES, J. C. G. & ALONSO, A. C. & KINDEL, A., 2013; BAGER, 2012; FORMAN, 2012; WILLIANS, 2012; FERREIRA, 2011; MOLON, 2011; BENITIS, JUNIOR, 2009; LAURANCE W. F. & GOOSEM & LAURANCE S.W., 2009; CAMARINHO, 2008; HUIJSER, 2008; PISSOT, 2007; MMA, 2006; BUENO, 2004; MONTEIRO, 2003; MMA, 2001; ROVERE, 2001; FORMAN & ALEXANDER, 1998; IBAMA, 1996; LA BITAR, 1995;):

Tabela 1- Impactos decorrentes dos Empreendimentos Lineares e suas respectivas medidas mitigadoras.

Empreendimento	Impactos	Medidas Mitigadoras e Preventivas
Rodovias	Atropelamento; Afugentamento da fauna; Poluição Química e Erosão do solo; Poluição Sonora; Expansão Urbana.	<ul style="list-style-type: none"> ● Técnicas de Mitigação para atropelamentos baseadas no comportamento humano: Sinalização com placas; Redução do volume de tráfego; Assistentes de trânsito; Informação pública; Sistema de Detecção animal; Postes de luz, Limpeza da Vegetação ao entorno; Colares reflexivos nos animais, etc. ● Técnicas de Mitigação para atropelamentos baseadas no comportamento dos animais: Espelhos Reflexores, avisos sonoros; Repelente Olfativo; Amedrontamento dos animais, Remoção de carcaça; Passarela de fauna; Ecoduto; Passagem de corda; Passagens subterrâneas; Corredores Ecológicos, etc. ● Poluição Atmosférica: Inspeção veicular; Estabelecimento de limites máximos de emissão dos veículos automotores pelo Programa de Controle de Poluição do ar por Veículos Automotores, etc. ● Controle de Erosão: Obras de contenção com canaletas e drenos; proteção vegetal; Implantação de canaletas revestidas ou gramadas; Sangras laterais; Abaulamento transversal da pista; Dissipadoras de energia.

		<ul style="list-style-type: none"> • Expansão Urbana: Fechamento de estradas após a colheita; Criação de áreas especialmente protegidas; Investimento em ferrovias ao invés de rodovias, etc.
Ferrovias	Atropelamento, Efeitos no solo e Água de Superfície, Emissão de gases.	Modelos de predição de atropelamentos e de compensação ecológica; Camada de vegetação a fim de prevenir a erosão; Destinação ambientalmente adequada do solo que foi retirado de um trecho destinado ao projeto, etc.
Oleodutos	Ruptura do duto; Vazamento do óleo; Incêndio/Explosão; Contaminação do solo e subsolo de cursos d'água/ Contaminação de área de proteção ambiental; Mortes; Danos a saúde dos humanos.	Reforço de fundação; Obras de contenção de taludes instáveis, Sistema de drenagem; Cobertura vegetal para a faixa de duto e seu monitoramento; Controle de obras de qualquer natureza no solo ou subsolo próxima a faixa de duto; Barreiras de contenção; Recolhimento do óleo da superfície da água; Recolhimento da areia contaminada; do lixo oleoso e do não oleoso das praias, Hidrojateamento das pedras e costões e muros para remoção da película de óleo; Sistema de drenagem, Cobertura vegetal para a faixa da de duto e seu monitoramento; Uso de equipamento de proteção individual; Monitoramento da faixa de duto; Evacuação da área afetada.
Gasodutos	Ruptura do duto; Vazamento do gás; Incêndio/Explosão; Contaminação do solo e subsolo de cursos d'água/ Contaminação de área de proteção ambiental; Contaminação	Reforço de fundação; Obras de contenção de taludes instáveis; Cobertura vegetal para a faixa de duto e seu monitoramento; Controle de obras de qualquer natureza no

	do ar; Mortes; Danos a saúde do ser-humano.	solo ou subsolo próxima a faixa de duto; Abatimento da nuvem de gás natural; Evacuação da área afetada;
Linhas de Transmissão	Impacto nos solos; Fragmentação Florestal; Efeitos de Borda; Acidentes com a fauna alada e terrestre; Ionização do ar em volta dos condutores elétricos; Poluição Visual.	A utilização da técnica “Chuva de sementes”; utilização de poleiros para dispersão das sementes pela fauna alada; Mapeamento das áreas mais susceptíveis à erosão; Reaproveitamento do solo, materiais vegetais e horizontes superficiais; A comunicação e apresentação de projetos às comunidades e equipes técnicas; uso do paisagismo com árvores adequadas ao meio

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Considerações Finais

Foi observado que com relação às rodovias, os oleodutos, gasodutos, ferrovias e linhas de transmissão perdem na quantidade de estudos elaborados como ferramenta para darmos início às propostas de mitigação aqui no Brasil. Consideramos de grande avanço a Instrução Normativa nº 13 de 19 de julho de 2013, editada pelo IBAMA, na qual “estabelece os procedimentos para padronização metodológica dos planos de amostragem de fauna exigidos nos estudos ambientais necessários para o licenciamento ambiental de rodovias e ferrovias”. Podemos notar também a implantação de algumas discretas passagens de fauna pelo Brasil (TAMOIOS, 2015; TEIXEIRA, F. Z. & PRINTES, R. C. & FAGUNDES, J. C. G. & ALONSO, A. C. & KINDEL, A., 2013).

Com o levantamento bibliográfico, identificamos até então que, apesar do alto número de animais atropelados, o investimento na área de Ecologia de Estradas vem sugerindo técnicas de mitigações de acordo com os casos específicos encontrados aqui no Brasil, criando uma perspectiva de avanço. Já com relação à poluição química derivadas das rodovias, ainda se tem algo pensado sobre o derramamento de produtos químicos da parte dos motoristas exaustos com a rotina de trabalho, mas com relação à poluição de cursos d’água e de solos, cogita-se a hipótese de um biomonitoramento em áreas mais suscetíveis a esse tipo de poluição. Para poluição sonora, por estar diretamente correlacionada com o volume do tráfego, o fechamento das pistas em época de acasalamento ou construções de barreiras acústicas foram soluções apresentadas que, por sua vez, são ideias que devem ser mais incentivadas devido à falta de interesse de quem aplica e ao alto custo envolvido.

As técnicas de mitigação envolvendo ferrovias são menos consideradas no Brasil. Não existem muitos estudos sobre seus impactos. Então, sendo estes semelhantes aos das rodovias, com o avanço na área em Ecologia de Estradas, nos faz otimistas quando nos referimos ao incentivo à mitigação desses impactos, assim como o uso de componentes biodegradáveis.

Oleodutos e gasodutos, devido à atenção que recebem por serem meios relativamente mais econômicos de transporte do petróleo e seus derivados, são meios bastante investidos, pode-se afirmar que suas técnicas de mitigação e prevenção acabam que estão sendo mais discutidas em face aos grandes problemas ocasionados por derramamento de óleo em meios marinhos, que dificilmente não são vistos, gerando assim certa cobrança em alguns casos, tanto da parte de pescadores ou

moradores da região que cercam o problema. Em casos que acontecem em meios terrestres, ainda podem passar despercebidos pelos noticiários nacionais e internacionais.

Temos ainda um grande desafio para a implantação de linhas de transmissão com a ampliação de usinas hidrelétricas e outras fontes de energia. Concluímos que, mesmo apresentando tamanhos riscos à biodiversidade, ainda há viabilidade de construção desse empreendimento, desde que devidamente planejado.

Observa-se também que o aumento do uso destes dispositivos criados para nos facilitar tanto a locomoção quanto o uso de equipamentos mais modernos, devido à crescente população e suas necessidades, faz com que esta crescente demanda seja uma triste realidade que temos de enfrentar, principalmente para aqueles que têm com objetivo defender o bem estar da biodiversidade e estão dispostos a procurar pelos seus direitos. Desafiando a sociedade, diante do reconhecimento do seu potencial crescimento, a auxiliar na decisão de ampliação de um empreendimento, aonde deveria ser instalado, a preferência de transporte e suas respectivas medidas mitigadoras (VAN DEER REE, 2015).

O Brasil carece de medidas urgentes e específicas eficientemente, sendo empregadas em todos estes empreendimentos. A partir de planos de gestão recentemente elaborados, o monitoramento destes assim como também sua elaboração, vai de encontro com clima estabelecido naquela região tal como bioma, espécies ali presentes, tipo de solo e densidade do fluxo de tráfego.

Portando, é necessário o debate de ideias e elaboração de novos planos de manejo como estratégias para melhor eficiência da conservação da biodiversidade, englobando ao licenciamento ambiental dessas obras, planos de prevenção, mitigação e compensação, aliado à produção de conhecimento contínua a para solução de problemas ambientais e geração de tecnologias (DODDE, 2012).

Referências

ALMADA, M. (2014) Ecoducto Misiones: Imágenes desde un drone de este puente natural para proteger la fauna único en América Latina. Disponível em: <http://misionesonline.net/2014/12/02/ecoducto-misiones-imagenes-desde-un-drone-de-este-puente-natural-para-proteger-la-fauna-unico-en-america-latina/>. Acessado em 19 de junho de 2015.

ALVES, A. G. & BERGALLO, H. G. de. & FREITAS, S. (2014). Estradas e Conectividade da Mata Atlântica: Identificando Áreas Prioritárias para Aplicação de Medidas de Mitigação. **Road Ecology Brazil 2014**. Editora UFLA. Volume único. Lavras, p. 2 -4.

ARIMA, E. Y. & WALKER, R. T. & PEZ, F. G. & CALDAS, M. Loggers and forest fragmentation: Behavioral models of road building in the Amazon basin. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 95, n. 3, p. 525-541, 2005.

ASEL-TECH, Fatos sobre Vazamentos em Dutos de Transporte de Petróleo e Derivados (2010). Disponível em: http://www.asel-tech.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=151. Acesso em 3 de abril de 2015.

BAGER, A. **Ecologia de estradas: tendências e pesquisas**. Lavras: Ed. UFLA, 2012.

BENITES, J.; MOLON, S. Rio Grande do Sul, 2011. A educação Ambiental no Contexto do Licenciamento Ambiental do Gasoduto Coari- Manaus/AM: A perspectiva dos educadores ambientais envolvidos no processo. Disponível em: <http://www.x_pesquisa.furg.br/inscricao/trabalhos/96.doc>. Acesso em 26 abr. 2015.

BITAR, O. Y. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE/IPT, 1995.

BUENO, C. Bases Conceituais de Corredores Ecológicos e Proposta Metodológica: Evolução na Conservação de Biodiversidade. 2004. 167 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BUENO, C.; FAUSTINO, M.T. & FREITAS, S.R. (2013). Influence of landscape characteristics on capybara road-kill on highway BR-040, southeastern Brazil. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 2, Rio de Janeiro, Editora, p. 130-137.

CAMARINHO, R. J. Análise comparativa dos estudos de impacto ambiental (EIA-RIMA) de projetos dutoviários no Brasil: estudo dos gasodutos Paulínia-Jacutinga, Texto não publicado. 2008.

CAMPOS, O. L. Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica (2010). Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32107.pdf. Acesso em: 15 de junho de 2015.

CBEE, Apresentação (2015). Disponível em: cbee.ufla.br/portal/atropelamento. Acesso em 1 de agosto de 2014.

COMPANHIA, DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Cetesb. Disponível em: <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/tipos-de-acidentes/dutos/introducao-dutos/>. Acesso em 18 abril de 2015.

DODDE, P. A. M Impactos de Empreendimentos Lineares em Terras Indígenas na Amazônia Legal: O caso da BR-230/PA e das Terras Indígenas Mãe Maria, Nova Jacundá e Socoró. 2012. p.184 Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FERREIRA, J. B. Estudo de impactos ambientais e medidas mitigadoras para uma obra de linhas de transmissão de energia elétrica. Texto não publicado, 2011.

FERRER, M. **Birds and Power Lines: From conflicts to Solutions**. Algeciras: Fundación MIGRES, 2012.

FORMAN, R.T.T. **Safe passages: highways, wildlife, and habitat connectivity**. Washington, Island Press, 2012.

FORMAN, R. T. T. & ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, p. 207-C2, 1998.

FREITAS, A. Licenciamento e Gestão Ambiental de Empreendimentos lineares: situação atual e perspectivas futuras (entre 2006 e 2014). Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/download/meio-ambiente/acoes-e-atividades/apresentacoes-institucionais/licenciamento-e-gestao-ambiental-de-empresendimentos-lineares-situacao-atual-e-perspectivas-futuras.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2014.

GTZ DIVISION, (1995). Disponível em: <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/enven/vol139.htm#18.%20Railways%20and%20railway%20operation>. Acesso em 10 de junho de 2015.

GUERRA, A. J. T. ; JORGE, M. C. O. **Degradação de Solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertland, 2014.

HUIJSER, M. P & MC GOEWN, P. T. & FULLER, J. & HARDY, A. & KOCIOLEK & A. M. L (2008). Wildlife-vehicle collision reduction study: Report to congress. Disponível em: <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08034/08034.pdf>. Acesso em 11 de maio de 2015.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1996). Portaria IBAMA 85/1996. Disponível em: http://www.carvaomineral.com.br/abcm/meioambiente/legislacoes/bd_carboniferas/ar/portaria_ibama_85-1996.pdf. Acesso em 21 de setembro de 2014.

JORAL DE UBERADA, Grãos nas rodovias atraem animais, que acabam sendo atropelados. **JORNAL DE UBERABA**. São Paulo, 2014, Uberaba.

JUNIOR, I. M. D. **Linhas de transmissão compactas urbanas: a adequação de uma evolução tecnológica a parâmetros de licenciamento ambiental existentes**. 2009. 132 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Tecnologia) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, Curitiba.

LA ROVERE, E. L.; MENDES, F. E.; SZWARCFITER, L. Avaliação do PROCONVE-Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores. Texto não publicado, 2001.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. W. (2009) **Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. Trends in Ecology & Evolution**, Elsevier Ltd, v. 24, n. 12, p. 659-669.

LESTER, D.. Effective Wildlife Roadkill Mitigation (2015) **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, v. 3, Hobart, David Publishing, p. 42-51.

MALTEZ, J. S. Estudo da Análise de Risco Ambiental na Operação de Duto Terrestre, Considerando Alterações, Geológico- Geotécnicas na Faixa de Duto e Áreas Adjacentes. Texto não publicado, 2013.

NOGUEIRA, G. Manual Estrada Segura. (2012). Disponível em: http://www.fibria.com.br/shared/midia/publicacoes/manual_fibria_estrada_segura_jan2012.pdf. Acessado em 29 de junho de 2015.

MEYER, M. F. & CRUZ, H. S. & OLIVEIRA F. P. & CÂMARA M. C. G. & NETO, M. C. C. Impactos Ambientais Gerados por navios Petroleiros (2013). Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1083/214>. Acesso em 5 de maio de 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA, 2001). Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/processos/67B2E6A7/artigo5.doc. Acesso em 19 de abril de 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Corredores Ecológicos (2006). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/acoes-e-iniciativas/gestao-territorial-para-a-conservacao/corredores-ecologicos>. Acesso em 20 setembro de 2014.

MONTEIRO, A. G. Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamento de Óleo: o Estudo de caso do Complexo REDUC – DTSE. 2003. 270 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A. 1988.

PARRIS, K. M.; SCHNEIDER, A. (2009) Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside *habitats*. **Ecology and society**, v. 14, n. 1, Wolfville, Resilience Alliance p. 29.

PISSOT, J. Trains, Grains, and Grizzly Bears: Reducing Wildlife Mortality on Railway Tracks in Banff National Park (2007). Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/8sf4b0jr#page-1>. Acessado em 20 de junho de 2015.

ROSA, C. A. Efeito de borda de rodovias em pequenos mamíferos de fragmentos florestais tropicais. 2012. 45p. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RODRIGUES, P. J. F. P. & NASCIMENTO, M. T. (2006) Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. **Rodriguésia**, v.57, n.1, Rio de Janeiro, p. 63-74.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. Brasília, Edições Aduaneiras, 2008.

ROCCO, R. G. Relatório sobre as ilegalidades existentes na localização de dutos da Transpetro no interior da Reserva Biológica do Tinguá, Texto não publicado. 2010.

TAMOIOS (2015). Equipes da Concessionária Tamoios apoiam lançamento de vigas de passagem aérea de fauna. Disponível em: <http://concessionariatamoios.com.br/news/show/20/equipes-da-concessionaria-tamoios-apoiam-lancamento-de-vigas-de-passagem-aerea-de-fauna>. Acesso em 24 de agosto de 2015.

TEIXEIRA, F. Z.; PRINTES, R. C.; FAGUNDES, J. C. G.; ALONSO, A. C.; KINDEL, A. (2013). Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 1, Campinas, p. 117-123, 2013.

TOBOUTI, A. K; DOS SANTOS, V. L. P. (2015). Impactos Ambientais Causados na Implantação de Linhas de Transmissão no Brasil/Environmental Impacts caused the Establishment of Transmission Lines in Brazil. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, n. 3, Curitiba, Grupo Uninter, p. 184-199, 2015.

VAN DER REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. **The Ecological Effects of Linear Infrastructure and Traffic**. Orlando, John Wiley & Sons, Ltd, 2015.

WILLIAMS, T. G. Pipelines: Environmental Considerations. Library of Parliament (2012). Disponível em: <http://www.parl.gc.ca/Content/LOP/ResearchPublications/2012-37-e.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2015.

WOLLERMAN, L.(1998). Stabilizing and directional preferences of female *Hylaebaccata* for calls differing in static properties. **Animal Behaviour**, St. Andrews, Elsevier Ltd. v. 55, n. 6, p. 1619-1630.