

Impactos ambientais gerados pela construção e operação de rodovias
Environmental impacts generated by road construction and operation
Impactos ambientales generados por la construcción y operación de rodavias

Recebido: 01/07/2019 | Revisado: 29/07/2019 | Aceito: 15/08/2019 | Publicado: 23/08/2019

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Jéssica Aparecida Gonçalves Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-1251-6189>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: gjessicaaparecida@gmail.com

Ramon de Souza Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1629-1741>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: marromsf@hotmail.com

Bruno Balarini Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-1251-6189>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: brunobalarini@yahoo.com.br

Paulo Henrique V. de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2316-9592>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: phvcengcarvalho@yahoo.com.br

Rogério Starich

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3941-8071>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: starich@gmail.com

Resumo

Escoar produção é o fator dominante no momento de planejamento da construção de uma rodovia. Transferir produtos de um canto a outro é o objetivo da globalização que disponibiliza a qualquer pessoa um produto independentemente de onde esteja localizado no

mundo. Entretanto não é possível realizar esse trânsito via aérea ou aquática na maioria das vezes. Pela disposição geográfica dos continentes e dos altos preços do transporte de cargas aéreas, enviar produtos por via terrestre, sempre que possível, é mais atrativo. Dessa forma, mais estradas significa menor custo, mais praticidade e rapidez na entrega de mercadorias. Entretanto construir e operar uma rodovia requer muitos cuidados, principalmente com o meio ambiente e qualidade das vias. Esse trabalho apresenta as características das vias do Brasil, o processo de expansão e os desafios enfrentados para construção e operação das rodovias. Foi escolhido um trecho no estado de Minas Gerais entre os municípios de Águas Formosas e Novo Oriente de Minas e levantado quais os impactos positivos e negativos sociais, ambientais e estruturais ocorridos durante a construção, pavimentação e operação do trecho denominado rodovia MG-409 e MG -105.

Palavras-chave: Rodovia. Construção. Operação. Impactos.

Abstract

Shedding production is the dominant factor at the time of planning the construction of a highway. Transferring products from one corner to another is the goal of globalization that gives anyone a product regardless of where they are located in the world. However, it is not possible to carry out this transit by air or water in most cases. By the disposition of the continents and the high prices of the air cargo transport to send products by land is more attractive whenever possible. In this way, more roads means less cost, more practicality and speed in the delivery of goods. However, building and operating a highway requires a lot of care, especially with the environment and road quality. This paper presents the characteristics of the roads in Brazil, the expansion process and the challenges faced for the construction and operation of highways. An excerpt was selected in the state of Minas Gerais between the municipalities of Águas Formosas and Novo Oriente de Minas and raised the positive and negative social, environmental and structural impacts that occurred during the construction, paving and operation of the section called highway MG-409 e MG -105.

Keywords: Highway. Construction. Operation. Impacts.

Resumen

El flujo de producción es el factor dominante en el momento de la planificación de la construcción de una carretera. Transferir productos de un canto a otro es el objetivo de la globalización que ofrece a cualquier persona un producto independientemente de donde esté ubicado en el mundo. Sin embargo, no es posible realizar este tránsito vía aérea o acuática la

mayoría de las veces. Por la disposición de los continentes y los altos precios del transporte de cargas aéreas enviar productos por vía terrestre es más atractivo siempre que sea posible. De esta forma, más carreteras significa menor costo, más practicidad y rapidez en la entrega de mercancías. Sin embargo, construir y operar una carretera requiere muchos cuidados, principalmente con el medio ambiente y calidad de las vías. Este trabajo presenta las características de las vías de Brasil, el proceso de expansión y los desafíos enfrentados para la construcción y operación de las carreteras. Se eligió un trecho en el estado de Minas Gerais entre los municipios de Aguas Formosas y Nuevo Oriente de Minas y levantado cuáles los impactos positivos y negativos sociales, ambientales y estructurales ocurridos durante la construcción, pavimentación y operación del tramo denominado carretera MG-409 y MG - 105.

Palabras clave: Ruta. Construcción. Operación. Impactos.

1. INTRODUÇÃO

A construção de vias de ligação entre os povos é feita desde a antiguidade, quando tribos e aldeias construía pontes de madeira ou corda e caminhos de ligação entre as florestas ou desertos. Com essa ideia eles podiam se deslocar, transportar alimentos e se conectar com outras regiões.

De acordo com Lopes (2015), a necessidade de mais rapidez, praticidade e economia no transporte de cargas e pessoas deu lugar a grandes obras de engenharia que puderam proporcionar a ligação entre todas as regiões. Também foi preciso pavimentar essas rodovias que sem pavimentação em tempos de chuva acumulavam lama e em tempos de seca multiplicavam os buracos aumentando os custos no transporte e por consequência o preço final das cargas transportadas.

Ao pavimentar as rodovias a dirigibilidade aumentou de forma significativa. Entretanto, ao se construir e operar uma rodovia, impactos ambientais positivos e negativos são percebidos e por esta razão devem ser mensurados. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução de número 001 de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas ou biológicas no meio ambiente causada por intervenção humana e que possa afetar direta ou indiretamente a saúde, segurança ou bem estar da população; atividades sociais econômicas; biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais

(BRASIL, 1986). De acordo com Vilhena (2017), geralmente quando se usa o termo impacto ambiental, tende-se a imaginar que é algo ruim, porém os impactos podem ser negativos ou positivos.

Quando essa via de transporte é pavimentada os impactos também aumentam durante as obras. Entre os impactos positivos, são percebidos a geração de emprego na construção da rodovia, a ligação entre regiões para o escoamento de produção e deslocamento de pessoas, a redução dos custos de transporte, segurança de uso e fluxo mais contínuo.

Por outro lado, estão os impactos negativos como desmatamento no momento da construção da obra, interrupção de corredores bióticos que durarão eternamente ou enquanto existir essa rodovia, compactação de solo, desvio de águas pluviais, geração de resíduos sólidos, dentre outros. Com a finalidade de pontuar impactos negativos em rodovias foi analisado o trecho de estrada denominado MG-105 e MG-409 entre os municípios de Águas Formosas e Novo Oriente de Minas, ambos localizados no Vale do Mucuri, região Nordeste do Estado de Minas Gerais.

Essa interligação entre cidades é essencial para o novo modo de vida humano, globalizado e rápido, e através de estudos é possível minimizar ao máximo os impactos negativos causados pela construção e operação das rodovias. Após a construção também é possível realizar a recuperação de algumas áreas que foram degradadas.

Segundo Reis (2015), construir qualquer empreendimento sem causar impactos às estruturas naturais é impossível. Por esse motivo, foram criadas ferramentas de análise e avaliação de impactos ambientais. Ainda de acordo com o mesmo autor, as legislações ainda são consideradas recentes e frágeis e em muitos casos a lei e a falta de consciência ambiental favorecem o empreendedor que prefere pagar a multa e identificar uma falha na legislação que o autorize a continuar o empreendimento. Outro ponto importante é que existem poucos agentes para realizar a fiscalização de casos envolvendo o meio ambiente.

Por esta razão, objetiva-se neste trabalho apresentar os impactos ambientais negativos e positivos da construção e operação de uma rodovia. Especificamente esse trabalho apresenta a análise de um trecho de rodovia que exemplifica as condições comuns nas rodovias brasileiras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A importância das malhas viárias para a economia

O Brasil se encontra em fase de expansão de sua malha viária. Com o crescimento constante de sua produção de bens e commodities, escoar essa produção com rapidez e baixo custo pode ser um desafio em um país de proporções continentais. Essa produção pode ser transportada via terra, ar ou água. Em relação ao transporte terrestre esse pode ser feito por rodovias ou ferrovias.

De acordo com Laurance (2014), até o ano de 2050 o planeta terá em rodovias o suficiente para circular a terra 600 vezes. Haverá de 2010 a 2050 um acréscimo de 60% no total de rodovias pavimentadas sendo que 14 milhões de quilômetros serão adicionados até o ano de 2030 e outros 11 milhões de quilômetros até 2050. Como justificativa desse crescimento existe o escoamento de produtos e a necessidade de interligação e ocupação de novas terras.

Com relação aos impactos ambientais causados pela construção de novas rodovias, a International Energy Agency - Agência Internacional de Energia (2010) sediada nos Estados Unidos da América estima que 90% das novas rodovias que serão construídas estarão em áreas com ecossistemas extremamente importantes.

Em se tratando de Brasil, para Andrade (2015) o país tem seu escoamento de produção baseado quase que predominantemente dado pelas suas rodovias, tanto perceptível que quando ocorre qualquer tipo de greve que envolva bloqueio de rodovias ou paralisação de caminhões ocorre concomitante desabastecimento total de alimentos e elevação de preços.

De acordo com Junior (2014), mesmo com o alto custo para construção e manutenção das rodovias brasileiras esse ainda é o principal meio de transporte de cargas e pessoas. No ano de 1998 o Brasil tinha aproximadamente 1,7 milhões de quilômetros de estradas e apenas 161 mil quilômetros asfaltados representando 9,5%. Em relação as condições das vias, em 72,8% da malha viária ela foi considerada deficiente e com falhas estruturais. Como o governo alega não ter verbas para a manutenção das rodovias ele entrega ao setor privado. Dessa forma aumentam-se o número de pedágios e o valor cobrado nas tarifas. Só no Estado de São Paulo entre os anos de 2010 e 2014 houve um aumento no custo da viagem em torno de 45%. Juntamente com o aumento das tarifas também crescem as condições de segurança da pista, manutenção, sinalização e trafegabilidade.

Para Albano (2010), houve uma evolução na qualidade das rodovias brasileiras obedecendo padrões mais rigorosos.

2.2. Impactos ambientais na fase da construção de uma rodovia

Os impactos ambientais causados pela construção e operação de uma rodovia geralmente são vistos de forma equivocada em relação a que fase impacta mais o meio ambiente. De forma negativa, os impactos causados durante a operação da rodovia podem ser muito maiores, em vista que serão de duração indeterminada, enquanto que os impactos causados durante a construção da rodovia mesmo podendo ser enormes e catastróficos são somente causados nessa fase (JUNIOR, 2014).

Segundo Bandeira e Floriano (2004), os impactos causados por uma rodovia já iniciam na fase de planejamento e se estendem durante toda a fase de construção e posteriormente na fase de operação onde ocorrerá os maiores impactos. Mesmo sendo extremamente importante incluir os impactos causados em todas as fases da vida da rodovia, no Brasil ainda são jovens e pouco rigorosas as legislações que estabelecem regras para a fase de operação. Apenas depois da década de 80 que o país começou a se atentar para as questões ambientais, anteriormente consideradas um obstáculo para o desenvolvimento da nação devido a questão econômica que envolvia a gestão ambiental.

O primeiro impacto negativo ambiental percebido na fase de construção de uma rodovia é a retirada de vegetação na área em que a rodovia irá passar e em seu parque de obras. De acordo com Centurion (2001), após isso é feita a retirada de excessos de solo e taludeamento que quando feitos de forma imprecisa acarretará em processos erosivos e assoreamento de terrenos. Em relação a terraplanagem, dependendo do tamanho da obra o corte de montanhas inteiras poderão alterar o caminho percorrido por ventos, água dos rios e das chuvas. Quando ocorre o rebaixamento do solo, esse poderá atingir lençóis freáticos menos profundos alterando a qualidade da água principalmente com aumento da turbidez e poluentes decorrentes dos produtos utilizados para a pavimentação da via como pinche. Com a compactação do solo poderá ocorrer a redução da capacidade de infiltração do solo acarretando no acréscimo de água no escoamento superficial que pode gerar erosão. Caso o solo seja erodido, essa sedimentação poderá atingir o curso d'água refletindo em menor profundidade e em consequência o maior número de inundação.

Segundo Reis (2015), com relação aos impactos causados na fauna e flora, a rodovia irá cortar um sistema biótico ao meio criando uma zona de risco. Corte de árvores, atropelamento de animais, incêndios, deposição de resíduos sólidos nas vias, interrupção de intercambio ecológico, vazamento de cargas perigosas principalmente em casos de acidente,

ruídos e lixiviação dos resíduos da pista que são carreados para corpo d'água podendo acarretar em eutrofização são outros impactos negativos em potencial.

Outro impacto negativo causado remete ao meio socioeconômico. Quando a obra tem seu início, ocorre a atração de pessoas em busca de emprego e que na maioria das vezes começam a residir em alojamentos oferecidos pelas construtoras REIS (2015).

Para Battistelli (2007), ocorre uma mudança na economia e na vida das pessoas da região afetada pela construção da rodovia. Máquinas pesadas e grande tráfego de pessoas exigem atenção e segurança na área. Também poderá haver diversos ruídos, possíveis explosões de rochas, tremores e emissões atmosféricas das máquinas utilizadas na obra. Existe ainda a possibilidade de interferência em antigos ou recém descobertos sítios arqueológicos ainda nem mapeados degradando patrimônios arqueológicos, cultural e histórico da região.

Os impactos são percebidos também quando o traçado da rodovia corta um município. Segundo Junior (2014), quando a rodovia corta um município ocorre a perda da qualidade de vida dos vizinhos dela através da poluição visual, sonora e atmosférica.

Todavia, os impactos negativos podem ser minimizados. Para Santos e Omena (2008), é possível perceber que vários passivos são deixados após a construção e fica concluído que a legislação não é seguida à risca. Um dos meios de minimizar os impactos negativos ambientais causados pela construção da rodovia é realizando um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) claro, coeso e o mais abrangente possível. O impacto ambiental é qualquer alteração causada ao meio ou a algum componente pertencente a ele por uma atividade ou ação. Já o EIA é um instrumento científico e técnico multidisciplinar que busca monitorar, mensurar, mitigar, definir e corrigir possíveis efeitos e causas de uma determinada atividade. Dessa forma, qualquer alteração no meio ambiente pode ser quantificada e qualificada através de um EIA. Um EIA pode modificar, cancelar ou beneficiar a construção de uma rodovia ou de trechos dela.

Segundo Junior (2014), no Brasil por exemplo no estado de São Paulo tem-se a construção da rodovia dos Imigrantes que foi considerada como um marco de um grande projeto concebido com tecnologias que visaram minimizar a geração de impactos ambientais.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento que visa auxiliar na decisão de construção ou não de um empreendimento que seja potencialmente gerador de impacto ambiental. De acordo com Müller (2002), a AVA precisa ser um instrumento de prevenção e deve estar acima de qualquer interesse econômico. Ela precisa levar em conta o

desenvolvimento sustentável primeiramente e posteriormente outros fatores. Já Leff (2000) aponta que os problemas ambientais são provenientes de um conjunto de problemas sociais.

Para Malafaia (2004), os problemas com os passivos ambientais são em sua maioria de rodovias construídas há mais de trinta anos atrás. Na década de 1980 ainda não existia a visão ecológica e sustentável em obras. Para o autor, essas obras precisam passar por uma etapa de recuperação de passivos ambientais com a caracterização, avaliação das condições de recuperação, estimativa de custo e plano de execução.

Por Machado (2010), os impactos ambientais sentidos até hoje nas áreas das rodovias brasileiras são em consequência de que a maior parcela delas foi construída sem a menor visão ambiental e preservação de ecossistemas. De acordo com Junior (2014), os riscos de passivos ambientais podem se maximizar quando essa rodovia passar por áreas frágeis e com alto valor histórico e ambiental. Não são todos os habitats que suportam mudanças contínuas em sua estrutura como ocorre com as rodovias em suas fases de construção e operação.

Segundo Romanini (2006), cada fase da idealização da rodovia – plano, projeto, construção e operação - impacta de forma diferente no meio ambiente. No momento do plano e do projeto não ocorrem impactos significativos. Os impactos negativos não estão sozinhos na construção de uma rodovia e existem formas de mitigá-los como por exemplo passagens suspensas ou subterrâneas para a fauna transitar livremente sem riscos de causar acidentes, reposição vegetal, instalação de barreiras protetoras para casos em que ocorra derramamento de cargas perigosas e a criação de áreas de proteção ambiental. É preciso ressaltar que existem muitos impactos ambientais positivos como geração de empregos, escoamento de produtos e o desenvolvimento da região.

2.3. Impactos ambientais após a conclusão da rodovia

Após a construção e abertura da nova rodovia outros impactos negativos se iniciam. De acordo com Junior (2014), o impacto mais perceptível é a mortalidade de animais silvestres. No Brasil ainda não existem estudos e pesquisas que possam revelar o real tamanho desse problema. A degradação do meio ambiente e consequente eliminação dos habitats no momento da construção das rodovias também colabora para a extinção da fauna principalmente quando existe a baixa densidade de espécies.

Para Meneses (2001), a abertura de uma nova rodovia traz muitos benefícios e aponta que as desvantagens são a poluição sonora, poluição da água, degradação de casas, doenças relacionadas a poluição e insegurança para pedestres. De acordo com Battistelli (2007), em relação ao fator socioeconômico pessoas que outrora se viam sem um local para moradia começam a ocupar as margens das rodovias resultando em habitações irregulares e conflitos de uso e ocupação do solo. Também são construídos às margens das rodovias comércios diversos.

Quando a rodovia corta um município a vida das pessoas também é alterada. Segundo Mouette (1998), a rodovia se torna uma barreira física para as pessoas que precisam fazer a travessia para o outro lado. Novas rotas de trânsito são construídas com o objetivo de melhorar o fluxo de veículos. As pessoas ficam dependentes dos chamados trevos e passarelas que nem sempre são construídas e quando são estão distantes forçando as pessoas a cruzarem a pista ou desistindo causando risco de acidentes. Em relação ao impacto causado pela barreira física essa é dividida em três tipos. O primeiro tipo é relacionado aos impactos gerados nas pessoas que estão na zona que é diretamente afetada alterando a mobilidade e acessibilidade das pessoas. O segundo tipo é relacionado às novas rotas que são criadas com o objetivo de evitar trafegar na rodovia. Por fim, o terceiro tipo é relacionado à zona indiretamente afetada quando ocorre alterações em todo o deslocamento dentro do município devido à construção da rodovia.

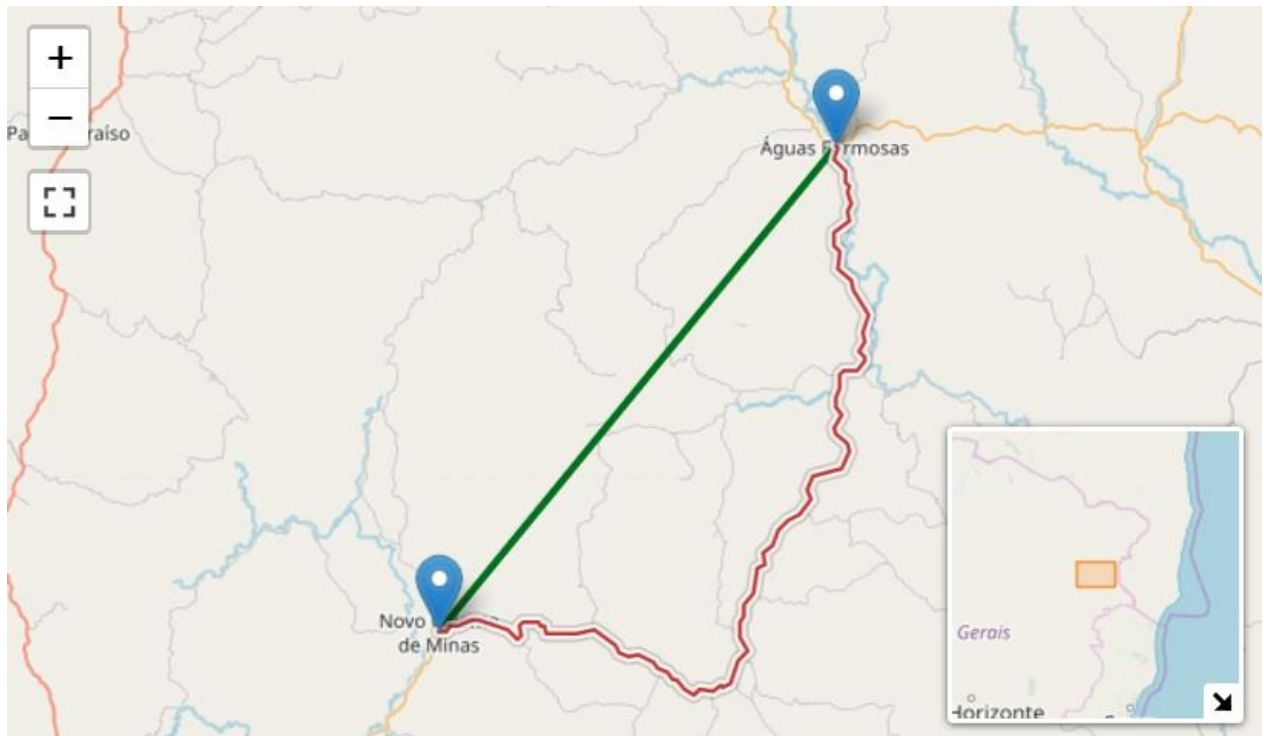
Além de criar uma barreira física para os humanos, a rodovia também cria uma barreira para a fauna que reflete em diversos acidentes que causam a morte de animais silvestres todos os dias. De acordo com Rodrigues et al (2002), os acidentes acontecem por duas principais causas. A primeira é que a rodovia corta seu habitat ao meio interferindo em sua zona de moradia e deslocamento e a segunda é que muitas pessoas jogam resíduos na margem das rodovias os atraindo. Segundo Forman e Alexander (1998), a barreira biológica formada pelas rodovias interrompe o trânsito da fauna e acarreta em uma significativa alteração nas espécies que se situam na borda da rodovia. Para Goosem (1997), essa quebra realizada pela rodovia também pode ser feita por cursos d'água, linhas férreas, linhas elétricas e zonas de desmatamento.

3. METODOLOGIA

O estudo que deu origem ao trabalho foi realizado primeiramente com a análise de vasta bibliografia cuja a temática envolvesse o estudo de construção de estradas, o histórico de acidentes na fase da construção e operação de rodovias, os impactos gerados desde o planejamento até a operação, as formas de mitigação dos impactos negativos e novas tecnologias e estudos em prol da melhoria na engenharia do planejamento, construção e operação das rodovias no Brasil e no mundo.

Posteriormente foi escolhida uma área onde existisse uma rodovia já construída, porém que apresentassem alguns dos impactos negativos com o objetivo de identificá-los e apontar possíveis soluções para tais. O trecho escolhido para o estudo conta com uma parte das rodovias denominadas MG-105 que possui 245,5 quilômetros e MG-409 que possui 78 quilômetros. A MG-105 é uma rodovia estatal que se inicia no município de Pedra Azul no entroncamento com a rodovia BR-251 e termina no município de Carlos Chagas no entroncamento com a rodovia BR-418. A rodovia MG-409 se inicia no município de Pavão e termina no entroncamento com a rodovia BR-116 próximo ao município de Teófilo Otoni. O trecho selecionado para o estudo possui 80,2 quilômetros e está entre os municípios de Águas Formosas e Novo Oriente de Minas como mostra a Figura 1. O motivo da escolha do trecho foi a constatação dos impactos estudados, a facilidade para a identificação desses impactos e o prévio conhecimento da região. Existindo outros 2 municípios entres Novo Oriente e Águas Formosas, sendo eles Pavão e Crisólita.

Figura 1 – Mapa do trecho escolhido, na MG-409 entre Águas Formosas e Novo Oriente.



Fonte: Google Earth (ADAPTADO), 2019.

Foi então realizado o percurso em 4 horas, em um veículo automotor próprio e identificado todos os pontos onde houve degradação do meio ambiente e quais as medidas que foram tomadas para eliminação ou mitigação dos mesmos. Também foram identificados diversos problemas tanto ambientais como estruturais na rodovia e em suas margens.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após percorrer o trecho escolhido foram levantadas as questões pertinentes ao interesse do trabalho. Entretanto, como forma de tornar o levantamento mais sucinto, foram escolhidos no trecho apenas um impacto de cada modalidade evitando assim repetições. Dessa forma podem se entender que durante todo o percurso existem falhas pontuais e as constantes aqui são exemplos do que se pode encontrar no trecho.

4.1. Impactos sociais

Em relação às rodovias o trecho estudado é fundamental para o escoamento de produção sentido capital interior e vice-versa. Da capital são enviados eletrodomésticos, móveis, automóveis, verduras, frutas, laticínios, carnes, rações dentre outros para abastecer os comércios de cada município além de produtos comercializados via internet pelos moradores. Do interior são enviados bovinos de corte, suínos, mel, artesanatos, farinha e algumas matérias-primas como leite. Nesse trecho ainda existe o transporte de pessoas através de quatro empresas de ônibus Rio Doce, Gontijo, Vale do Mucuri e Spínola sendo essa última registrada como turismo de pessoas apenas. Os benefícios, escoamento de produção e transporte de pessoas são as consequências positivas da construção dessa rodovia.

Já na modalidade de impactos sociais negativos, quando esses municípios foram ligados e beneficiados com massas asfálticas o fluxo de veículos cresceu de forma exponencial. Anteriormente o trecho era evitado pelos motoristas devido ao seu estado precário. Com esse aumento do fluxo de veículos sendo muitos deles veículos de carga um problema começou a existir na zona urbana dos municípios. Visto que dos cinco municípios do trecho, a rodovia corta quatro ao meio com exceção de Crisólita que teve seu fluxo transferido para uma estrada que passa paralela a sua zona urbana como mostra a Figura 01. Há poucos anos atrás eram os cinco municípios cortados pela rodovia. São municípios considerados pobres, sem infraestrutura e que não suportam tal tráfego de veículos pesados. As ruas desses municípios são muito estreitas e em certas partes não possuem dez metros de largura. As vias urbanas desses municípios não foram preparadas para tal trânsito. Veículos pesados forçam o pavimento e abalam as estruturas das residências localizadas na rota dos veículos.

Pontuando ainda outros impactos sociais negativos, existem a prostituição nas vias, mesmo que bem raro e a construção de “barracos” nas margens da pista quando próxima aos municípios, quando distante dos municípios acontece o aproveitamento das margens para plantio ou outros fins. Como exemplo é possível perceber na rodovia próximo a zona urbana do município de Crisólita uma “pista de caminhada”. Como mostra a Figura 2 é possível perceber que a obra não possui as condições mínimas de segurança. Um dos problemas é que não existe uma barreira física que possa separar os pedestres dos veículos.

Figura 2 – Pista de veículos e pista de caminhada



Fonte: Própria, 2019.

Essa pista foi construída pela prefeitura do município de Crisólita com o intuito de proporcionar um espaço para realização de atividades físicas, pois a zona urbana devido ao dimensionamento de suas ruas não possui tal estrutura. Porém, é preciso analisar com muita cautela quais os riscos que essa pista apresenta aos que dela usufruem. Nos outros municípios é possível perceber que algumas pessoas praticam suas atividades físicas nas bordas da pista correndo risco maior ainda.

Outro aspecto importante é relacionado à sinalização das vias. No trecho entre os municípios de Águas Formosas e Crisólita que representa 18 quilômetros do trecho total, não existe nenhuma placa de sinalização. Entre Crisólita e Pavão as placas são raras e estão cobertas pela vegetação que geralmente é capim colônia não podado. O trecho entre Pavão e Novo Oriente de Minas possui placas, mas, no entanto, também estão encobertas. Quando as vias foram inauguradas existiam placas de sinalização. Algumas foram roubadas e outras foram perdidas por falta de manutenção. Pontes e passagens subterrâneas também não são sinalizadas mesmo estas alterando a dinâmica da pista, pois causam o estreitamento da via e nunca estão à mesma altura em relação à pista acarretando em desestabilização dos veículos. Em todo trecho existe a necessidade de repintar as faixas e em alguns casos não é possível visualizar nenhuma delas. Os principais impactos sociais negativos estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Impactos negativos sociais e possíveis soluções para a MG-409.

Impactos sociais	
Impactos negativos	Solução
Aumento do tráfego de veículos pesados na zona urbana dos municípios afetando na estrutura das residências	Criação de vias alternativas para o tráfego de veículos pelas margens das cidades
Falta de sinalização, aumento de ruídos e acidentes provocados por veículos	Melhoria na sinalização, fiscalização de veículos e motoristas
Aglomeração de residências (casas e barracos) e prostituição nas margens das pistas além de aproveitamento para outros fins.	Fiscalização e coibição de tais práticas

Fonte: Própria, 2019.

4.2. Impactos ambientais

A região onde se encontra a rodovia MG-105 é marcada por terras com supressão de vegetação nativa para o plantio de capim e criação de gado. Durante todo percurso é possível perceber a falta de mata ciliar acompanhando o percurso dos rios. Também se percebe a falta de vegetação em topos de morros e áreas com erosão em estágio avançado. Em relação aos impactos ambientais, só foram percebidos impactos ambientais negativos. Não existem áreas de preservação. Em todo o percurso não existem passagens para animais silvestres. Entretanto, mesmo se houvessem tais passagens ainda existiria um problema para que elas fossem usadas, pois no trecho não existe nenhum cinturão verde ou corredor ecológico que possibilite o trânsito de animais silvestres de uma região para outra. O mais próximo de passagem para animais é mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Passagem subterrânea para gado



Fonte: Própria, 2019.

Trata-se de uma passagem subterrânea colocada sempre que a estrada corta ao meio uma propriedade e isolada um lado do outro. Para resolver esse problema são colocadas essas estruturas para facilitar o trânsito dos animais da fazenda e evitar que transitem pela pista colocando os usuários da mesma em risco. Essa é a única técnica aplicada em favor do meio ambiente.

Fora isso durante a construção da rodovia tivemos desmatamento, compactação do solo, taludeamento e durante a pavimentação da via ocorreu o depósito de derivados de petróleo para confecção do asfalto e esse pode ser um grande problema visto que esses materiais são perigosos e quando carregados para corpos d'água tem alto nível de degradação da vida aquática.

Para a confecção do asfalto aplicado na pista, alguns materiais foram adquiridos na própria região com o intuito de minimizar os gastos. Um dos materiais é a pedra britada. Foram criados alguns pontos onde rochedos foram explodidos para a obtenção dessas pedras. Nesses locais houve a fuga de animais silvestres devido à movimentação de máquinas pesadas e ao uso dos explosivos.

Também foram eliminadas montanhas compostas por cascalho para ser parte fundamental do subleito das vias. Novamente a vida silvestre foi obrigada a se retirar.

Também é possível perceber em todo o trecho que existem erosões em taludes. Outro problema encontrado é relacionado ao escoamento das águas pluviais que precisam ser canalizadas para pontos específicos. Quando ocorre uma precipitação o canal pode não

suportar tamanha carga d'água e despejar na pista. Após atravessar a pista, caso não tenha uma canaleta para receber essa água uma ravina irá ser formada e possivelmente evoluirá para maiores erosões posteriormente. Por não ter grandes empecilhos como rios caldosos, e esses não precisaram ter seus percursos modificados de forma significativa. Ainda assim, a estrada funciona como uma canalização que despeja de uma vez as cargas d'água recebidas. Os principais impactos ambientais negativos estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Impactos negativos ambientais e possíveis soluções para a MG-409.

Impactos ambientais	
Impactos negativos	Solução
Interrupção de corredores ecológicos	Criar zonas de amortecimento próximo às passagens subterrâneas para facilitar o deslocamento seguro da fauna
Modificação do ecossistema	Mitigar os efeitos do desmatamento criando áreas de proteção ambiental
Animais soltos na pista (equinos e bovinos) e acidentes constantes	Fiscalizar, recolher animais e autuar proprietários
Mortandade da fauna silvestre	Construir lombadas em áreas com alto índice de acidentes com animais
Erosão de taludes	Controlar as erosões com vegetação
Ineficiências nas canaletas e canais pluviais	Realizar o estudo de pluviosidade da região e dimensionar novamente os canais.

Fonte: Própria, 2019.

4.3. Impactos estruturais

Qualquer forma de ligação entre ambientes é fundamental para uma relação entre as partes. Em tempos remotos a globalização era feita por meio de estradas e rotas de navegação. Posteriormente com o advento da revolução industrial e a criação das máquinas foram criadas

ferrovias, rodovias pavimentadas e rotas aéreas. As vias pavimentadas são as que precisam de manutenção constantemente.

Em média no trecho estudado a massa asfáltica foi aplicada há vinte anos e conta com operação tapa-buraco todo ano. Entretanto, o trabalho de tapa-buraco deve ser feito primeiramente com a utilização de técnicas que visam adequar o buraco para que esse não venha a se abrir novamente. Existem parâmetros para a realização dessa atividade e a técnica mais prática é realizar o corte do buraco obtendo a forma de um retângulo. Ângulos retos proporcionam maior resistência ao peso e deslocamento dos veículos. Em alguns pontos do trecho a pista mais parece uma colcha de retalhos. Porém, não é só a pista que precisa ser reparada. Já no início da zona urbana do município de Águas Formosas é possível notar que a pista precisa de canaleta em sua margem esquerda. A Figura 04 mostra certa quantidade de areia que foi movida durante uma precipitação. Essa lama seca é proveniente de um bairro que não possui calçamento em suas ruas e têm suas vias sendo destruídas pelas chuvas. Como consequência da falta de canaleta tudo é escoado para dentro da pista.

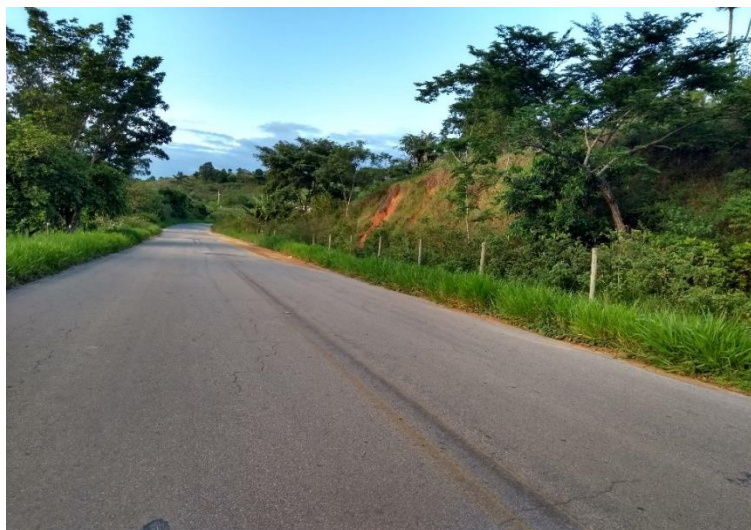
Figura 04 – Escoamento de lama na MG-409 entrada do município de Águas Formosas.



Fonte: Própria, 2019.

Essa areia também pode ser acumulada por outros motivos. Na Figura 05 é possível perceber que a vegetação existente na lateral direita da pista impede o escoamento de águas pluviais e outros materiais carregados por ela. Nesse ponto a vegetação funciona como um filtro e retém materiais sólidos como areia e lixo.

Figura 05 – Vegetação retendo materiais sólidos na MG-409.



Fonte: Própria, 2019.

Outro problema identificado foi em relação à falta de taludes de qualidade como mostra a Figura 06. No quilômetro 03 sentido Águas Formosas - Crisólita é possível identificar outro problema. Quando ocorre precipitações no local, a água pluvial proveniente do escoamento dos terrenos a montante despeja lama na pista e por falta de canaletas e vegetação do talude essa lama atravessa a pista criando uma espécie de lombada exatamente em uma curva. A prefeitura municipal de Águas Formosas envia uma máquina para que possa ser feita a retirada do material toda vez que ocorre precipitações no local.

Figura 06 – Falta de canaleta e talude sem vegetação na MG-409.



Fonte: Própria, 2019.

Os principais impactos negativos estruturais estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Impactos negativos estruturais e possíveis soluções

Impactos estruturais	
Impactos negativos	Correção
Deterioração da pista da rodovia	Realizar a operação tapa-buracos de

	acordo com os índices de precipitação regional
Falta de passagem para pedestres e animais	Construir passagens subterrâneas para a travessia de animais e lombadas para facilitar a travessia de pedestres
Falta de sinalização e limpeza das vias	Realizar a capina das margens e identificar a necessidade de placas de sinalização em todo o percurso
Despejo de água e lama na pista	Construção de novas canaletas

Fonte: Própria, 2019.

Por fim, foi identificado no trecho estudado impactos positivos que melhoraram a economia e o deslocamento na região e impactos negativos que podem ser mitigados com ações simples e pontuais. A Tabela 4 identifica esses impactos.

Tabela 4 - Impactos identificados no trecho estudado

Impactos positivos	Impactos negativos
Deslocamento facilitado	Interrupção de corredores ecológicos
Menor tempo de viagem	Modificação do ecossistema
Melhoria da frota regional	Muitos buracos nas vias
Diminuição de deterioração de veículos	Falta de sinalização e faixas na pista
Facilidade para escoamento da produção	Aumento significativo de veículos pesados nos municípios
Possibilidade de viagem independente de tempo chuvoso	Falta de passagem para pedestres e animais
Desenvolvimento econômico, social e cultural	Alteração no trânsito dos municípios interligados
Infraestrutura atrativa para novos mercados	Animais soltos na pista (equinos e bovinos) e acidentes constantes
Valorização das terras marginais	Mortandade da fauna silvestre

Fonte: Própria, 2019.

5. CONCLUSÃO

O trabalho focou em apresentar os grandes desafios enfrentados pela construção e operação de rodovias no mundo analisando os impactos ambientais positivos e negativos e

apontando as possíveis soluções. O trecho escolhido ilustrou muito bem a realidade mundial em relação aos impactos negativos. Também foi muito útil como modelo nacional de construção, operação e manutenção. Foi um retrato perfeito das más condições de trafegabilidade, precárias manutenções, operações tapa-buracos ineficientes, degradação das margens da estrada, valetas de águas pluviais entupidas com terra e mato, taludes sem vegetação apresentando ravinas e/ou grandes erosões, falta de passagens para a fauna local dentre outros.

Os impactos negativos além de serem oriundos da falta de planejamento e manutenção das vias, em geral no Brasil também são resultado da inexperiência de funcionários que erraram ou não deram atenção necessária aos pontos importantes. Um exemplo é que com poucos recursos seria possível cobrir com vegetação os taludes da via e por consequência impedir a erosão que despeja lama na via e nas canaletas de águas pluviais evitando vários problemas com apenas uma ação. A construção de vias de acesso para a fauna também poderia impedir acidentes e mortalidade de animais evitando dois problemas com apenas uma ação. A falta de legislações e fiscalizações mais rígidas abrem precedentes para o aumento de falhas nos projetos.

Não é possível realizar qualquer atividade mesmo com todo o controle e cuidado sem gerar impactos ambientais. O detalhe está em aumentar os impactos positivos e diminuir os impactos negativos ao máximo para que a obra seja no mínimo viável em todas as esferas e não somente na econômica. É necessária ainda a construção de muitas vias de ligação porque a produção precisa escoar e temos todas as ferramentas para tornar esse processo totalmente ligado à sustentabilidade e progresso.

6. REFERÊNCIAS

Albano, João Fortiini. **Rodovias.** Disponível Em: Http://Www.Producao.Ufrgs.Br/Arquivos/Disciplinas/420_03-Evolucao_Das_Vias.Pdf.

Andrade, Nicolas. **Com A Greve Dos Caminhoneiros Preços De Frutas Dobram Em São Paulo.** Folha De São Paulo. 25 Fev 2015. Disponível Em: <Http://Www1.Folha.Uol.Com.Br/Mercado/2015/02/1594613-Com-Greve-De-Caminhoneiros-Precos-De-Chuchu-E-Tomate-Dobram-Em-Sp>.

Bandeira, Clarice; Floriano, Eduardo Pagel. **Avaliação De Impacto Ambiental De Rodovias**. Caderno Didático N° 8, 1ª Ed, Santa Rosa, 2004.

Batistelli, G. M. B. **Amina Residual Na Flotação Catiônica Reversa De Minério De Ferro**. 2007. 118 P. Dissertação (Mestrando Em Engenharia Metalúrgica E De Minas). Ufmg, Belo Horizonte – Mg, 2007.

Brasil. **Resolução Conama N°001**, Brasília De 23 De Janeiro De 1986.

Centurion, F.J.; Cardoso J.P.; Natali, W. **Efeitos De Formas De Manejo Em Algumas Propriedades Físicas E Químicas De Um Latos Solo Vermelho Em Diferentes Agro Ecossistemas**. Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental, V.5, N2, 2001.

Forman, R. T. & Alexander, L. E. **Roads And Their Major Ecological Effects**. Annual Review Of Ecology And Systematics, 1998.

Goosem, M. **Internal Fragmentation: The Effects Of Roads, Highways, And Powerline Clearings On Movements And Mortality Of Rainforest Vertebrates**. In: Laurance, W. F. & Bierregard, R.O.Jr. (Eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, And Conservation Of Fragmented Communities. Chicago: University Of Chicago Press, 1997.

International Energy Agency. Information Paper. **Transport Energy Efficiency: Implementation Of Iea Recommendations Since 2009 And Next Steps**. 2010. Disponível Em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication>.

Junior, Renato Muzzolon. **Controle Ambiental Em Rodovias**. Revista Técnico-Científica Do Crea-Pr - 2ª Edição –. Setembro De 2014.

Laurance, Bill. **Global ‘Roadmap’ Shows Where To Put Roads Without Costing The Earth**. The Conversation. Ago. 2014. Disponível Em: <http://theconversation.com>.

Leff, E. **Pensamento Sociológico, Racionalidade Ambiental E Transformações Do Conhecimento**. In E Leff. Epistemologia Ambiental. Cortez Editora, São Paulo. Macnaghten P & Urry J 1998. Contested, 2000.

Lopes, Y, C. **Transporte De Produtos Agrícolas E A Otimização De Seus Resultados.** Fundação Educacional Do Município De Assis – Fema – Assis, 2015. Disponível Em: <https://cepein.femanet.com.br/bdigital/arqtccs/1211390278.pdf>.

Machado, Carlos José Saldanha. **Por Uma Revisão Das Políticas Públicas De Construção De Rodovias Face Aos Danos Ambientais Causados Nas Bacias Hidrográficas.** Disponível Em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/detalhe.jsp?id=12210>.

Malafaia, R.M.S. **Passivo Ambiental: Mensuração, Responsabilidade, Evidenciação E Obras Rodoviárias.** In: Sinaop, IX, Rio De Janeiro, 2004.

Meneses, Fernando Antônio Bezerra. **Análise E Tratamento De Trechos Rodoviários Críticos Em Ambientes De Grandes Centros Urbanos.** 2001. Dissertação (Mestrado Em Engenharia De Transportes) - Coordenação Dos Programas De Pós-Graduação Em Engenharia – Coppe, Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio De Janeiro, 2001.

Mouette, Dominique. **Os Pedestres E O Efeito Barreira.** Tese (Doutorado Em Engenharia De Transportes) - Escola Politécnica, Universidade De São Paulo, São Paulo, 1998.

Müller, R. **A Motivação Social Da Avaliação De Impacto Ambiental.** In: Verdum, R. & Medeiros, R.M.V. (Org.) Relatório De Impacto Ambiental: Legislação, Elaboração E Resultados. Porto Alegre: Editora Da Universidade Ufrgs, 2002. P. 127-130.

Reis, P. L. **Estudos De Impactos Ambientais Nas Rodovias Do Estado De São Paulo: Uma Revisão Crítica.** Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Instituto De Biociências. Campus De Botucatu. Botucatu – Sp. 2015.

Rodrigues, F.H.G.; Hass, A.; Rezende, L.M.; Pereira, C.S.; Figueiredo, C.F.; Leite, B.F.; França, F.G.R. **Impacto De Rodovias Sobre A Fauna Da Estação Ecológica De Águas Emendadas, Df.** In: Iii Congresso Brasileiro De Unidades De Conservação. 2002.

Romanini, Pedro Umberto. **Inúmeras Medidas Podem Ser Adotadas Para Diminuir O Impacto Das Obras Rodoviárias No Meio Ambiente.** Disponível Em: <Http://Www.Abcr.Org.Br/Noticias/Noticia.Php?Cod=23180>.

Santos, Edinaldo Batista Dos.; Omena, Maria Luiza Rodrigues De Albuquerque. **Análise Da Efetividade Da Avaliação De Impactos Ambientais – Aia – Da Rodovia Se 100/Sul-Sergipe.** Disponível Em: <Http://Www.Rbgdr.Net/012008/Comunicacao.Pdf>.

Vilhena, G; Silva, O. Avaliação De Impactos Ambientais De Rodovias No Módulo Ii Da Floresta Estadual Do Amapá. **Revista De Geografia E Ordenamento Do Território (Got)**, Nº12 (Dezembro). Centro De Estudos De Geografia E Ordenamento Do Território, P 357-381, <Dx.Doi.Org/10.17127/Got/2017.12.016>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Pedro Emílio Amador Salomão – 20%

Jéssica Aparecida Gonçalves Santos – 30%

Ramon de Souza Ferreira – 20%

Bruno Balarini Gonçalves – 10%

Paulo Henrique V. de Carvalho – 10%

Rogério Starich – 10%