

**A inserção da rodovia Via Rápida (SC 446) e os desafios da expansão urbana e de  
proteção ambiental entre Içara e Criciúma/SC**

**The insertion of the highway Via Rápida (SC 446) and the challenges of urban  
expansion and environmental protection between Içara and Criciúma/SC**

**La inserción de la rodovía Via Rápida (SC 446) y los desafíos de la expansión urbana y  
la protección del medio ambiente entre Içara y Criciúma/SC**

Recebido: 23/11/2019 | Revisado: 24/11/2019 | Aceito: 24/11/2019 | Publicado: 26/11/2019

**Renato Barbosa Reis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2045-112X>

Universidade Salvador, Brasil

E-mail: [georeis@gmail.com](mailto:georeis@gmail.com)

**Leticia Dias Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9505-2687>

Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [leticiadiasgomes@hotmail.com](mailto:leticiadiasgomes@hotmail.com)

**Julia Dias Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5664-7407>

Universidade Salvador, Brasil

E-mail: [juliadiasgomes@hotmail.com](mailto:juliadiasgomes@hotmail.com)

**Ana Mirthes Hackenberg**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3751-8105>

Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [ana.hackenberg@udesc.br](mailto:ana.hackenberg@udesc.br)

**Resumo**

O mapeamento através de imagens de satélite constitui em um importante instrumento de auxílio relacionado às áreas urbanas e suas respectivas infraestruturas, onde permite-se o tratamento da informação espacial relacionada a estas áreas e suas especificidades de forma ágil e precisa. O objetivo principal deste estudo consistiu na contextualização, mapeamento e análise dos impactos causados pela inserção da rodovia Aristides Bolan, mais conhecida como Via Rápida, entre os municípios de Içara e Criciúma, localizados no estado de Santa Catarina. A

obra da rodovia foi inaugurada no dia 20 de dezembro de 2017, por isso, como a construção ainda é recente, percebe-se aos poucos o impacto que a inserção da via gera entre os municípios e nas áreas emergentes. De acordo com o mapeamento e análise das áreas de floresta densa, infraestrutura urbana e agricultura e pastagem, constatou-se que a implantação da rodovia implicou, ao longo de sua construção, em uma mudança na paisagem ao qual foi inserida. Considerando os resultados obtidos, concluiu-se que a Via-Rápida, apresenta impactos significativos ao longo dos anos no espaço urbano, podendo ser positivos ou negativos ao meio ambiente. A pesquisa procurou mostrar, que por mais que a rodovia tenha aproximadamente 2 anos de inauguração, ao longo do tempo ela exerceu grande influência sobre as transformações no entorno.

**Palavras-chave:** Mapeamento; Via-Rápida; Crescimento urbano.

### **Abstract**

Mapping through satellite images is an important aid instrument related to urban areas and their respective infrastructures, where it allows the treatment of spatial information related to these areas and their specificities in an agile and precise way. The main objective of this study was the contextualization, mapping and analysis of the impacts caused by the insertion of the Aristides Bolan highway, better known as the highway, between the municipalities of Içara and Criciúma, located in the state of Santa Catarina. The highway work was inaugurated on December 20, 2017, so, as the construction is still recent, the impact that the insertion of the road generates between the municipalities and the emerging areas is slowly being perceived. According to the mapping and analysis of dense forest areas, urban infrastructure and agriculture and pasture, it was found that the implementation of the highway implied, during its construction, a change in the landscape to which it was inserted. Considering the results obtained, it was concluded that the Via-Fast, has significant impacts over the years in the urban space, can be positive or negative to the environment. The research sought to show that, although the highway has approximately 2 years of inauguration, over time it has had a major influence on the transformations in the surroundings.

**Keywords:** Mapping; Via Rápida; Urban growth.

### **Resumen**

El mapeo a través de imágenes satelitales es un importante instrumento de ayuda relacionado con las áreas urbanas y sus respectivas infraestructuras, donde permite el tratamiento de la información espacial relacionada con estas áreas y sus especificidades de una manera ágil y

precisa. El objetivo principal de este estudio fue la contextualización, el mapeo y el análisis de los impactos causados por la inserción de la carretera Aristides Bolan, más conocida como la Carretera Rápida, entre los municipios de Içara y Criciúma, ubicados en el estado de Santa Catarina. El trabajo de la carretera se inauguró el 20 de diciembre de 2017, por lo que, como la construcción aún es reciente, el impacto que genera la inserción de la carretera entre los municipios y las áreas emergentes se está percibiendo lentamente. De acuerdo con el mapeo y análisis de áreas de bosques densos, infraestructura urbana y agricultura y pastoreo, se encontró que la implementación de la carretera implicó, durante su construcción, un cambio en el paisaje en el que se insertó. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se concluyó que el Via-Fast, tiene un impacto significativo a lo largo de los años en el espacio urbano, puede ser positivo o negativo para el medio ambiente. La investigación buscó demostrar que, aunque la carretera tiene aproximadamente 2 años de inauguración, con el tiempo ha tenido una gran influencia en las transformaciones en los alrededores.

**Palabras clave:** Mapeo; Via Rápida; Crecimiento urbano.

## 1. Introdução

A implantação de rodovias, de acordo com Sestrem & Kormann (2013), pode envolver diferentes regiões ao longo de seu traçado, com características específicas em relação ao relevo, vegetação, geologia, geotecnia e condições climáticas. No Brasil, muitas vezes a principal responsabilidade das rodovias é a interligação de importantes centros urbanos e industriais, o que representa desafios em relação à suas construções e operação.

Magalhães, Martins & Santos (2011) destacam que mesmo que a construção de rodovias promova melhoria na qualidade de vida da população, além de subsidiar o desenvolvimento de determinadas áreas, elas podem causar impactos que nenhum a afetar tanto o meio antrópico quanto o meio ambiente. Sendo assim, é preciso levar em consideração o levantamento de impactos ambientais na área de abrangência, quando na fase de planejamento de obra aborde todas as fases do projeto, como implantação, manutenção e operação.

Ainda, o espaço urbano se caracteriza pela intensidade das atividades humanas, onde Júnior & Ferreira (2008) apontam que estas, muitas vezes, são rodeadas por uma série de conflitos de diversos fatores. No Brasil, o grande estímulo ao transporte rodoviário teve início na década de 1950, onde no governo de Juscelino Kubischek, com o plano de metas do governo, onde o território brasileiro começou a ser entrecortado por diversas rodovias no intuito de interligar e integrar todo o território nacional.

Assim, Villaça (2017) descreve que o fenômeno ocorrido por meio da construção de rodovias torna-se mais flexível, pois “o transporte intra-urbano surge, então, como um subproduto do sistema interurbano, representando uma parte desse sistema que a cidade recebe não só antes da demanda, mas também gratuitamente”. Ainda, o autor complementa seu pensamento quando cita que as vias regionais de transporte constituem o mais poderoso elemento na atração da expansão urbana.

Esta pesquisa tem como objetivo principal a contextualização, mapeamento e análise dos impactos causados pela inserção da Via Rápida, entre os municípios de Içara e Criciúma. Pretende-se, primeiramente, discutir algumas temáticas importantes para a compreensão do estudo, como os impactos ambientais, o monitoramento das áreas de interesse e o objeto de estudo desta pesquisa, identificar e mapear as áreas de interesse ambiental e crescimento urbano ao longo de seu perímetro emergente, discutir acerca dos dados de evolução das manchas dos setores entre os municípios e refletir quanto aos principais resultados.

### **1.1. Rodovias e impactos ambientais**

Villaça (2017) parte da hipótese de que o crescimento urbano é altamente influenciado pelas vias – rodovias e ferrovias- regionais. Para essa afirmação, o autor traz os conceitos de Milton Santos de que a riqueza da localização e a importância da acessibilidade para o crescimento, em função das diferenças de acessibilidade (tempo, frequência, preço) independentes de sua própria condição. Assim, o espaço produzido tem valor, e seu preço, como o preço dos produtos produzidos em geral é a expressão monetária desse valor, onde os transportes intra-urbanos são os maiores determinantes das transformações espaciais, as vias de transporte têm enorme influência não só no arranjo interno das cidades, como também nos diferenciais de expansão urbana, onde o primeiro efeito de uma via regional ou terminal de transporte urbano provoca nos terrenos adjacentes a melhoria de sua acessibilidade, daí sua valorização.

Além disto, os espaços entre municípios são lugares estratégicos para a promoção do desenvolvimento e crescimento econômico, já que a maioria destes ocorrem de forma desordenada e sem planejamento. Esta realidade comum desencadeia a falta de controle de instituições e órgãos referente ao uso e ocupação do solo urbano. O Estado tem contribuído de forma bastante relevante para a reestruturação territorial e suporte do crescimento e redirecionamento de fluxos, através da implantação de infraestrutura como rodovias, com pontes, túneis e acessos, já que estas se caracterizam por um fluxo intenso de veículos e um

número relativamente grande de acessos laterais para a saída de veículos, além de representarem um indicador de desenvolvimento regional. (Souza, 2006; Fogliatti, Filippo & Goudard, 2004).

Por outro lado, a inserção de rodovias representa um dos maiores males da civilização em relação aos impactos sobre o ambiente natural, já que a preservação de áreas de interesse ambientais nas regiões emergentes as rodovias são de extrema importância, visto o papel fundamental do meio ambiente para a vida humana. Segundo Bellia & Bidone (1993), os impactos causados pela construção viária devem ser analisados por etapas de construção do empreendimento, obedecendo as fases de projeto, que incluem etapas de estudos de traçado e anteprojeto, durante e após a execução da obra e entrega ao público, envolvendo a conservação e restauração de trechos, e na fase de operação.

Ao longo da última década, a variável ambiental como um dos critérios de viabilidade em empreendimentos rodoviários torna-se um fator significativo, onde a avaliação do impacto ambiental deve incluir todas as fases, mas no Brasil ainda é incipiente na fase de operação, sendo pouco ou nada exigido pelas legislações (Bandeira & Floriano, 2004).

Com isto, o gerenciamento ambiental, segundo Holzmann (2014), deve estar presente desde o planejamento das novas rodovias, onde busca-se alternativas de localização que gerem menos ocorrências ambientais. Para compô-lo, tem-se o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o Projeto Básico Ambiental (PBA), o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Plano de Controle Ambiental (PCA) e o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), sendo instrumentos que avaliam na teoria a prevenção, mitigação e compensação dos danos ambientais que possivelmente afetam o equilíbrio ambiental, social, econômico e físico causados pelas implantações e operações rodoviárias. A finalidade destes estudos é a emissão da licença Ambiental para construção de infraestrutura viária.

Em Santa Catarina, órgãos como o DEINFRA (Departamento de Infraestrutura), instauraram um corpo técnico de especialistas em meio ambiente, onde procura-se adaptar as normas e instruções de serviço com os cuidados que devem ser tomados com os meios físicos (ar, água e solo), biótipos (flora e fauna) e socioeconômicos (população de entorno, funcionários e usuários da rodovia), nos projetos de infraestrutura com ênfase na implantação, restauração e melhoramento de rodovias, sendo premissa a visão da estruturação de medidas de proteção as áreas de interesse ambiental, tornando-se possível evitar danos a este, e não apenas mitigá-los (Neves & Henkes, 2013).

Nesse sentido, a recuperação de uma área em torno de uma estrada é de fundamental importância, visto que a área impactada poderá sofrer regeneração natural, dependendo de como ocorreu o processo de degradação, e assim propor medidas que amenizem

os danos causados pela construção da área de entorno, visando uma forma de sustentabilidade do ecossistema impactado a longo prazo (Magalhães, Martins & Santos, 2011).

## 1.2. Monitoramento de áreas de interesse

Prado, Ferreira & Guimarães (2006) apontam que a construção de estradas é um mecanismo de fragmentação de alto impacto, removendo a cobertura vegetal original de áreas onde inseridas, gerando um efeito de borda e alterando a função e a estrutura da paisagem. Para que se mapeie as áreas de interesse ambiental, ou que estude-se um mapa de capacidade de uso da terra com divisão das áreas, utiliza-se, como meio mais comumente, um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que é um conjunto de ferramentas digitais para aquisição, análise e divulgação de informações espaciais (Rodrigues, Zimback & Piroli, 2001). Nos últimos anos, com o avanço da tecnologia teve-se grandes mudanças nas ciências ligadas ao meio ambiente e ao mapeamento em geral. O advento da era dos satélites tornou possível a obtenção de informação confiável, com grande repetitividade e a um custo relativamente baixo.

Através do SIG, permite-se o exame de um amplo conjunto de variáveis, que são usualmente consideradas em análises e decisões de uso da terra. Este sistema é constituído por um conjunto de módulos computacionais, destinados à aquisição, armazenamento, recuperação, transformação e saída de dados espacialmente distribuídos. Os dados são descritos sobre o aspecto de seu posicionamento em relação a um sistema de coordenadas, seus atributos e as relações topológicas existentes. Assim, torna-se possível trabalhar com dados pelos quais conhece-se a posição geográfica, o valor da característica em determinado ponto e a sua estrutura de relacionamento espacial. Por estes fatores, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente, na pesquisa da previsão de fatores específicos ou no apoio a decisões de planejamento (Rodrigues, Zimback & Piroli, 2001).

A identificação de áreas de interesse, bem como as mudanças ocorridas no ambiente a partir da inserção de sistemas viários, geram a necessidade do constante monitoramento que, por sua vez, mantenha as informações atualizadas. O SIG favorece o monitoramento dessas informações através do uso de imagens multiespectrais, as quais estão periodicamente sendo obtidas por sensores orbitais. Deste modo, a facilidade para o mapeamento e visualização de informações, após classificação e análise, auxilia na tomada de decisão e minimiza os possíveis riscos e danos ambientais locais, bem como as áreas apropriadas para a expansão urbana (Monguilhott *et al.*, 2010).

### **1.3. Via Rápida e gestão territorial**

Tendo em vista os discursos sobre a problemática ambiental, em distintas escalas, converge-se para o questionamento da relação entre as ações humanas e o meio ambiente como geradora de diversos conflitos. Em contrapartida, é cada vez mais significativo os estudos propostos para estabelecerem condições de equilíbrio na relação homem e natureza, com intuito de reduzir os impactos negativos especialmente vivenciados nas cidades, como os impactos ambientais urbanos, neste caso a inserção de novos sistemas viários (Garcia, 2013).

A paisagem tratada nesta pesquisa trata-se da Rodovia Aristides Bolan (SC 446), mais conhecida como Via Rápida, entre os municípios de Içara e Criciúma, localizados no estado de Santa Catarina. A obra da rodovia foi inaugurada no dia 20 de dezembro de 2017, por isso, como a construção ainda é recente, percebe-se aos poucos o impacto que a inserção da via gera entre os municípios e nas áreas emergentes. Por outro lado, permite com que seja analisado com maior precisão os dados referentes as áreas com vegetação e o crescimento urbano ao longo da mesma, para que se possam tomar medidas de precaução aos danos ambientais e de crescimento desordenado, através de um sistema de informação geográfica.

A construção tinha como principal objetivo o redirecionamento de fluxos e redução do tempo de acesso entre a BR-101 e os municípios da região sul catarinense, e seu projeto inclui 12,7km de extensão e 17 viadutos, sendo considerada como a principal obra de mobilidade e infraestrutura da região (Figura 1). Conforme Vilhena & Silva (2017), em geral, durante as obras de implantação de uma rodovia são feitos os acompanhamentos segundo o sistema de gestão ambiental escolhido e a utilização de programas para a diminuição de possíveis consequências negativas referentes à construção.

Porém, o sistema viário, como força promotora de alteração do espaço urbano, é um processo que age ao longo do tempo, e considerando o papel que a mobilidade tem sobre a evolução das cidades, deve-se entender a questão da preservação dos meios ao qual se incorpora o empreendimento e a eficácia dos projetos de engenharia para quem trafega pela rodovia e para a população dos municípios que se encontram em sua área de influência.



**Figura 1** – Inserção da rodovia na cidade e seu entorno com vegetação consolidada.



**Fonte:** Lenzi, 2017

Deste modo, um plano de proteção ambiental ao meio socioeconômico torna-se um item relevante na elaboração e execução de projetos de engenharia rodoviária, pois o DEINFRA não tem como prioridade à aplicação de melhorias e recursos em áreas ambientais emergentes as rodovias, tampouco no controle da expansão urbana das cidades para estas áreas. Além disto, embora a gestão ambiental e revisão de legislações urbanísticas acarretam maiores custos aos projetos, conhece-se que caso não implementada possam existir maiores consequências, uma vez que mais cedo ou mais tarde, estes danos terão que ser reparados, com custos ainda maiores ou com danos irreversíveis ao meio ambiente e sociedade (Neves & Henkes, 2013).

Para realização de ações como o gerenciamento ambiental e controle do crescimento desordenado das cidades ao longo da rodovia, é necessário um estudo prévio, que se objetiva em identificar as áreas de expansão e interesse ambiental. O conhecimento e mapeamento destas áreas são tarefas relevantes para contribuir com ações locais do poder público, provendo informações precisas, de fácil entendimento e passíveis de serem utilizadas na gestão dos municípios ou região. Este tipo de estudo baseia-se na produção e análise de um amplo conjunto de informações que representam os aspectos físicos e sociais das regiões. Os procedimentos de mapeamento, modelagem e representação cartográfica para identificação das áreas de preservação e verificação de irregularidades quanto aos usos do solo favorecem a tomada de decisões quanto à proposição de recuperação para aquelas que já se encontram degradadas e controle das futuras ocorrências.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

A metodologia foi estruturada em duas partes, a primeira de análise qualitativa sobre os impactos gerados pela construção de rodovias, e a segunda, de caráter quantitativo buscou



mostrar por meio do mapeamento e cálculo das áreas as transformações que a rodovia em estudo trouxe para o quadro da expansão urbana. Para atender aos objetivos da pesquisa, a técnica adotada será de caráter qualitativa e quantitativa, perante a forma como a problemática será discutida e analisada, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações socioespaciais. De acordo com Godoy (1995), na pesquisa qualitativa permite-se uma compreensão dos fenômenos estudados, tendo atenção aos detalhes e do conhecimento sobre situações específicas. Esse trabalho possui caráter descritivo, pois pretende descrever as características do fenômeno estudado (Gil, 2002). Este modelo de pesquisa tem como principais características a compreensão, descrição e explicação dos fatos, sendo principal objetivo a produção de novas informações para uma aplicação prática (Gerhardt & Silveira, 2009).

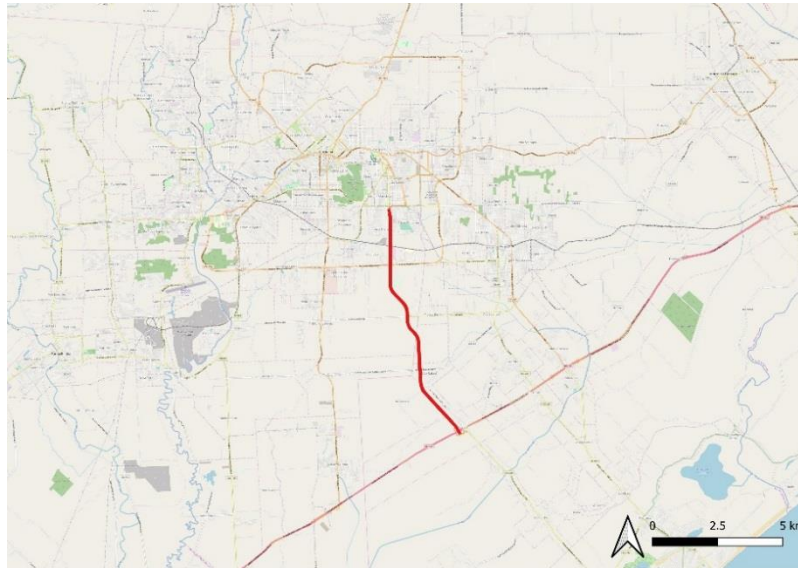
No caso da pesquisa proposta, se caracterizará por qualitativa com relação a exploração dos aspectos subjetivos de análise dos dados e do local de estudo, e quantitativa por utilizar métodos estatísticos para sintetizar e tratar as informações obtidas. Nesse sentido, como citado anteriormente, a pesquisa se delineará acerca de um estudo de caso, entre os municípios de Criciúma e Içara, com recorte geográfico a região da Via-Rápida, enquanto unidade de análise.

A SC-446, rodovia Aristides Bolan, mais conhecida como Via-Rápida, liga os municípios Içara e Criciúma, localizados no sul de Santa Catarina, como se observa na Figura 2, onde inicia-se na região do bairro Próspera, em Criciúma, com dois acessos no perímetro urbano e segue por dez quilômetros até a BR-101, passando por Içara. A implantação da rodovia foi a primeira ligação duplicada entre estes dois municípios e a BR.

De acordo com Correa (2017), a idealização do projeto da rodovia ocorreu em meados de 2008. O projeto começou a sair do papel em 31 de maio de 2012, quando o então governador de Santa Catarina anunciou o processo de licitação da Via Rápida. Além disto, a rodovia foi construída para uma possível expansão futuramente, sem que haja necessidade de desapropriação ao longo de seu perímetro, já que durante seu processo construtivo as exigências feitas pelos bairros emergentes caracterizaram as maiores dificuldades.

Nas análises posteriores, apresenta-se uma análise temporal entre os principais anos da história da rodovia: 2008, 2012 e 2016, anos relacionados ao início do projeto, início da execução e um ano anterior da finalização da construção. Foram realizadas análises em um período de oito anos, de modo que se atinja ao objetivo proposto no estudo.

**Figura 2** – Localização da rodovia, destaca em vermelho, entre os municípios de Içara e Criciúma -SC



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019

Para realizar as análises sobre a área de estudo, foram construídos mapas georreferenciados fornecidos pela plataforma MapBiomas, onde foram retiradas imagens do bioma Mata Atlântica, na resolução TIF, da coleção 2 - de 2000 a 2016. Quanto a metodologia utilizada para a classificação do MapBiomas, os mapas são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens de satélite *Landsat* (MAPBIOMAS, 2019). Todo o processo de mapeamento é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*) através da plataforma *Google Earth Engine*, uma plataforma de computação em nuvem capaz de analisar dados de sensoriamento remoto em escala global (Gorelick, Hancher, Dixon *et al.*, 2017). Além disso, para a parametrização dos algoritmos e organização das etapas são utilizadas 556 cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

O *software* QGIS® foi utilizado para realizar a construção e análise dos mapas. Foram coletadas imagens para os anos de 2008, 2012 e 2016 respectivamente, importadas para o QGIS® e vetorizadas. A partir dos vetores, juntamente com o arquivo dos municípios brasileiros, foi extraído o recorte dos municípios de Içara e Criciúma, assim como o vetor da Via-Rápida por meio do complemento de mapas QuickMapServices e OSMDownloader. Por fim, foi feito um *buffer*, demarcando a Via-Rápida em raios de 1 em 1km, abrangendo assim, uma área total de 5km a partir da via.

Com o *buffer* realizado, foi unido juntamente com os vetores recortados de cada ano, e assim extraiu-se os dados para análise do impacto da Via-Rápida sobre os setores de

infraestrutura urbana e industrial, floresta densa e mosaico de agricultura e pastagem. Tendo cada setor de classificação selecionado, puderam ser extraídos os cálculos das áreas para realizar as análises quantitativas da proporção do quanto foram modificadas ao longo dos anos avaliados neste estudo. Por fim, foram extraídos os dados de área de 1 em 1km para realizar uma análise de sensibilidade, com o auxílio do *Software-R*, a partir de uma correlação de cada setor e ano, tendo como variável dependente a distância, gerando por fim um gráfico de dispersão, onde foram feitas as observações sobre a distribuição.

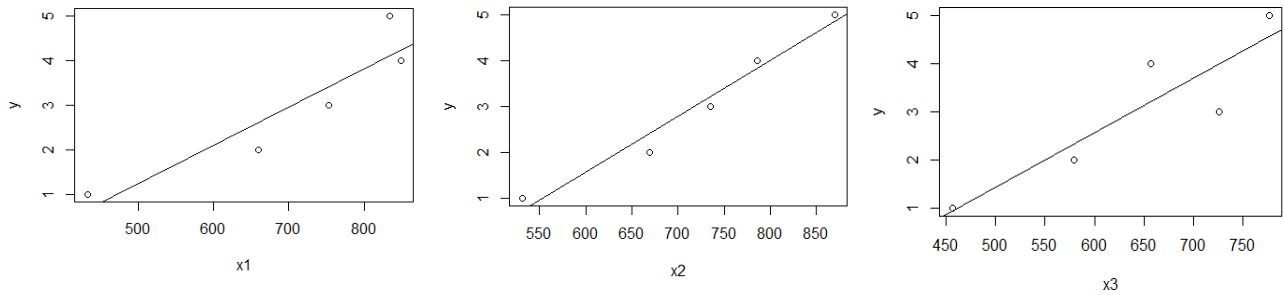
### 3. Resultados e discussões

Tendo em vista o mapeamento produzido através das plataformas anteriormente estabelecidas, realizou-se uma análise estatística com intuito de verificar e validar os dados para posterior discussão, tornando possível o entendimento de como uma variável afeta em outra. Foram criados gráficos de dispersões, referentes aos anos de estudo em relação aos setores mapeados, de forma que se estabeleceu as principais relações entre as variáveis elencadas, os anos de estudo e os quilômetros a partir da rodovia.

Para isto, o *Software-R* foi utilizado para validação dos dados. No Gráfico 1, apresenta-se a correlação do setor de florestas densas. A correlação entre os setores, especialmente no ano de 2012, indica a forte relação entre os anos de projeto da rodovia e o aumento da área de floresta para este ano.

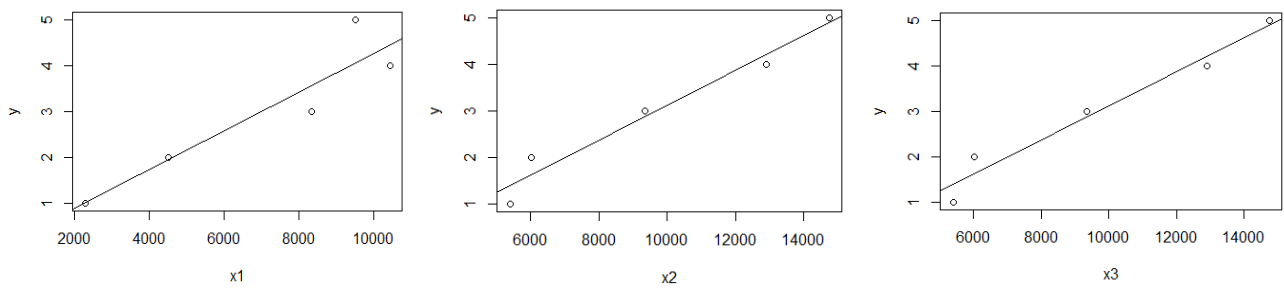
No setor de infraestrutura urbana, o Gráfico 2 apresenta uma maior correlação das variáveis no ano de 2016. Os demais dados que embasam esta análise são discutidos no próximo capítulo. Já no Gráfico 3, a maior relação entre o setor de agricultura e pastagem ao longo dos anos com os quilômetros da rodovia ocorre no ano de 2016. Assim, observa-se que todas as variáveis dos setores estudados possuem uma correlação positiva, indicando que seguem uma distribuição normal, sendo válidas para o estudo proposto.

**Gráfico 1** – Análise de dispersão e correlação de floresta densa de 1 em 1km a partir do traçado da rodovia, em 2008, 2012 e 2016 respectivamente.



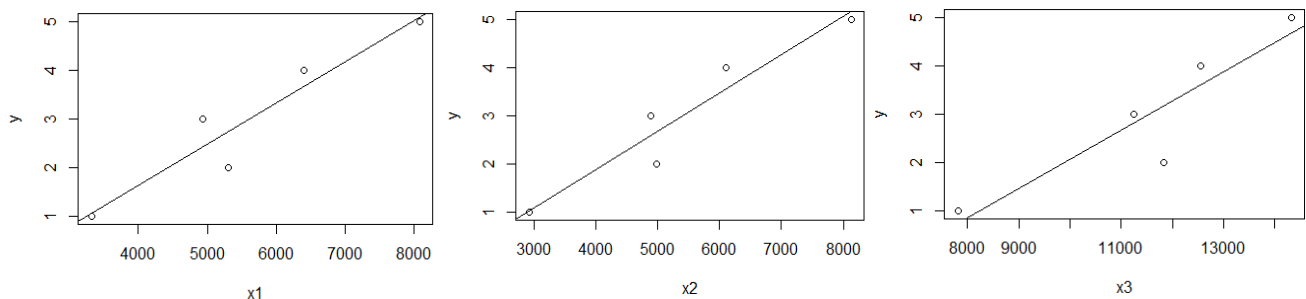
**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019

**Gráfico 2** – Análise de dispersão e correlação de infraestrutura urbana de 1 em 1km a partir do traçado da rodovia, em 2008, 2012 e 2016 respectivamente.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019

**Gráfico 3** – Análise de dispersão e correlação de agricultura e pastagem de 1 em 1km a partir do traçado da rodovia, em 2008, 2012 e 2016 respectivamente.

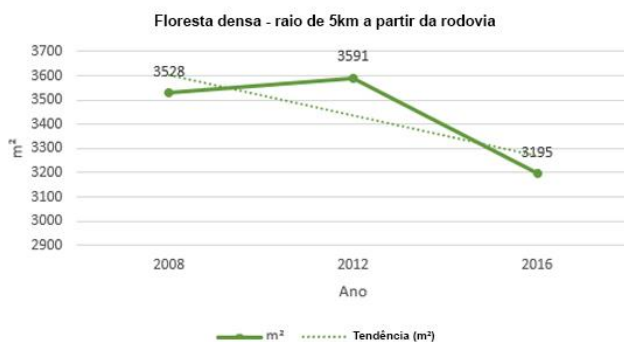


**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019

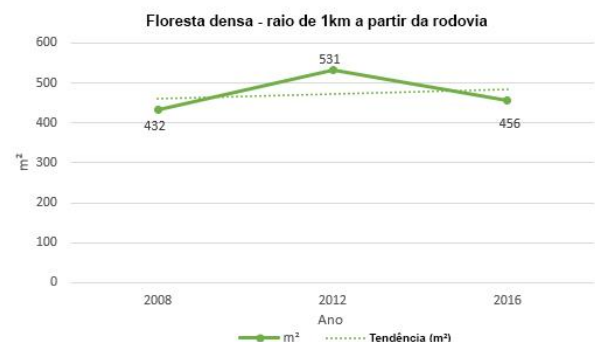
Com relação as análises temporais realizadas no período de 8 anos entre os anos de 2008 a 2016, a avaliação do mapeamento e cálculo de área das imagens gerou os resultados apresentados nos gráficos a seguir, em relação a áreas de agricultura e pastagem, infraestrutura urbana e floresta densa, emergentes a Via-Rápida, objeto de estudo. De modo geral, as imagens selecionadas tiveram qualidade geométrica em termos posicionais compatíveis para a realização do mapeamento da superfície, possibilitando uma melhor avaliação do produto, e verificando que para as aplicações estudadas e encontradas durante o mapeamento tiveram uma acurácia satisfatória.

No que diz respeito a área de floresta densa, segundo Matias (2011), os impactos ao meio ambiente provocados pelas obras de engenharia rodoviária ocorrem de maneira diferenciada nas fases de planejamento, implantação e operação. De acordo com o mapeamento realizado, e expresso no Gráfico 4, ao longo de 5 quilômetros a partir da Via-Rápida a área de floresta densa reduziu cerca de 9,43% (333 m<sup>2</sup>) desde 2008. Entre os anos de construção da rodovia (2012 a 2016), a área de florestas reduziu em 396 m<sup>2</sup> (aproximadamente 11%). Neste caso, Guimarães, Guedes & Dourado (2013), destacam que na fase de implantação de rodovias, os meios físico, biológico e antrópico são impactados em maior grau, em função das obras executadas e do porte do projeto, que neste estudo se apresenta como a implantação da rodovia entre os municípios do sul de Santa Catarina, assim como as características ambientais ao seu entorno, como as áreas de vegetação presentes na área de influência do projeto.

**Gráfico 4 - Floresta Densa - raio de 5km a partir da rodovia**  
2019



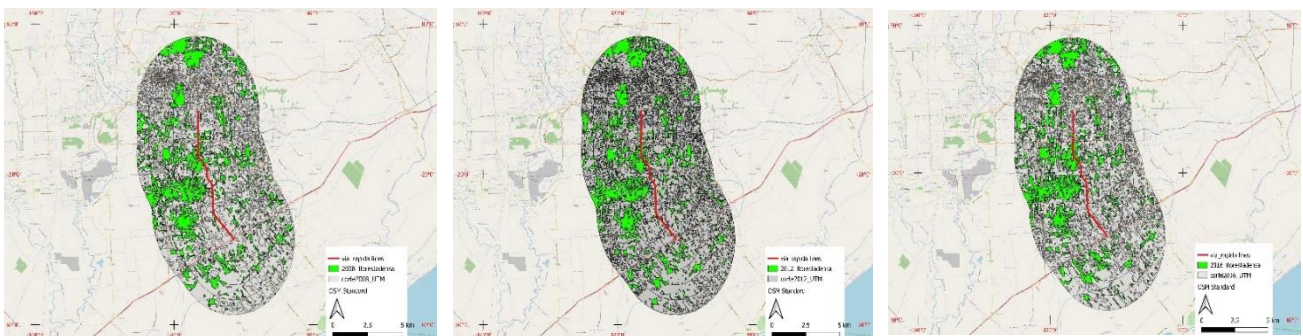
**Fonte:** Extraído das imagens retiradas do MapBiomias. Elaborado pelos autores,  
**Gráfico 5 - Floresta Densa - raio de 1 km a partir da rodovia**



Entretanto, ao analisar as áreas de floresta densa emergentes a 1 quilômetro a partir da rodovia (Gráfico 5), constatou-se um aumento de 5,55% (24 m<sup>2</sup>) entre o ano de projeto (2008) e o ano de início da construção (2012), indicando que, conforme a proximidade da via, pode ter ocorrido uma recuperação das áreas que haviam sido desmatadas para canteiros de obras da

rodovia e de infraestruturas temporárias para a implantação da mesma. Além disso, em Santa Catarina, o novo Código Florestal (Lei 12.651), foi aprovado em maio de 2012, ano de início da implantação da rodovia, o que pode ter auxiliado ainda mais no aumento de florestas densas emergentes a rodovia. Isso pode ser percebido de acordo com a Figuras 3, referente ao mapeamento das áreas de floresta densa, no qual destaca-se a alteração da vegetação no raio total de 5km.

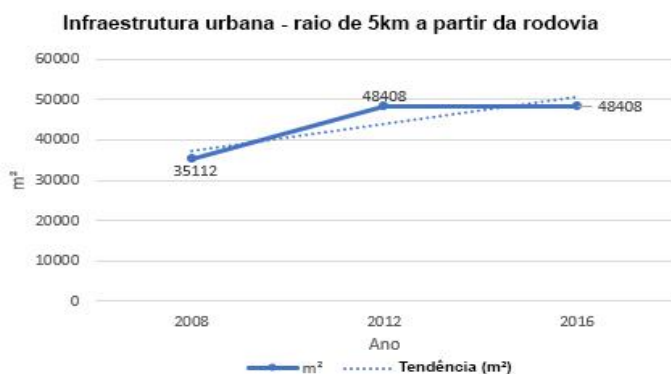
**Figura 3** – Mapeamento de floresta densa no raio de 5km a partir do traçado da rodovia, em 2008, 2012 e 2016, respectivamente.



**Fonte:** Extraído das imagens retiradas do MapBiomias. Elaborado pelos autores, 2019

Ao analisar as áreas mapeadas referentes a infraestrutura urbana, como edificações, indústrias, houve um aumento significativo durante o período de tempo analisado, sendo que em um perímetro de 5km a partir da rodovia, o aumento foi de aproximadamente 13.296 m<sup>2</sup>, equivalente a cerca de 37,86%, como observado no Gráfico 6.

**Gráfico 6** – Infraestrutura urbana - raio de 5km a partir da rodovia



**Gráfico 7** – Infraestrutura urbana - raio de 1km a partir da rodovia

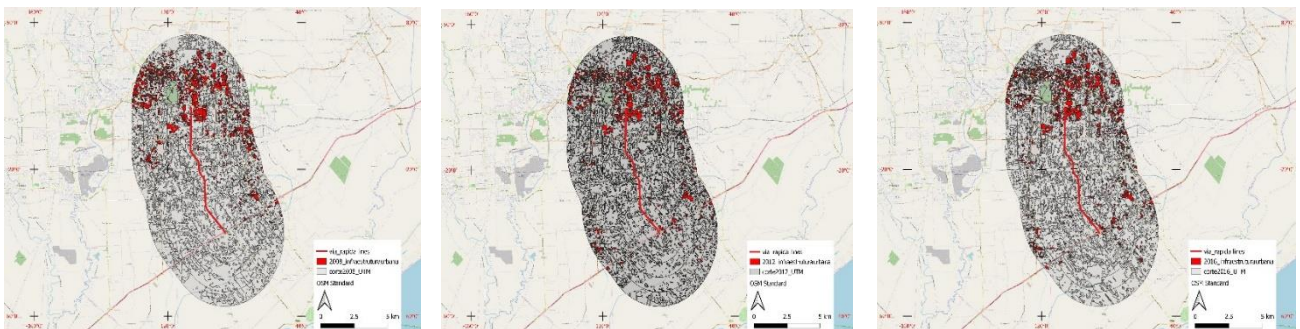


**Fonte:** Extraído das imagens retiradas do MapBiomias. Elaborado pelos autores, 2019



Como discorrido no início do estudo, a implantação de rodovias é um termômetro da capacidade de determinado local de garantir com eficácia o processo de desenvolvimento econômico, sendo assim, é esperado que, com a inserção de rodovias nas cidades brasileiras, aumente-se a infraestrutura local, já que as obras, além de facilitarem o acesso a locais já estabelecidos, acabam criando novos. Se analisarmos esta questão, a partir de 1km da rodovia, no Gráfico 7, o aumento de infraestrutura local aumentou em 136,84% (3.120 m<sup>2</sup>), o que converge com a problemática da pesquisa de que, quanto mais próximas as rodovias, mais os empreendimentos imobiliários tende a se localizar, reduzindo, muitas vezes, as áreas de vegetação para locação de infraestruturas. Pode-se constatar a mudança no mapeamento apresentado em vermelho, desse setor (Figura 4), no qual a diferença no aumento de área concentra-se principalmente na porção noroeste e sudeste do mapa.

**Figura 4** – Mapeamento de infraestrutura urbana no raio de 5km a partir do traçado da rodovia, em 2008.



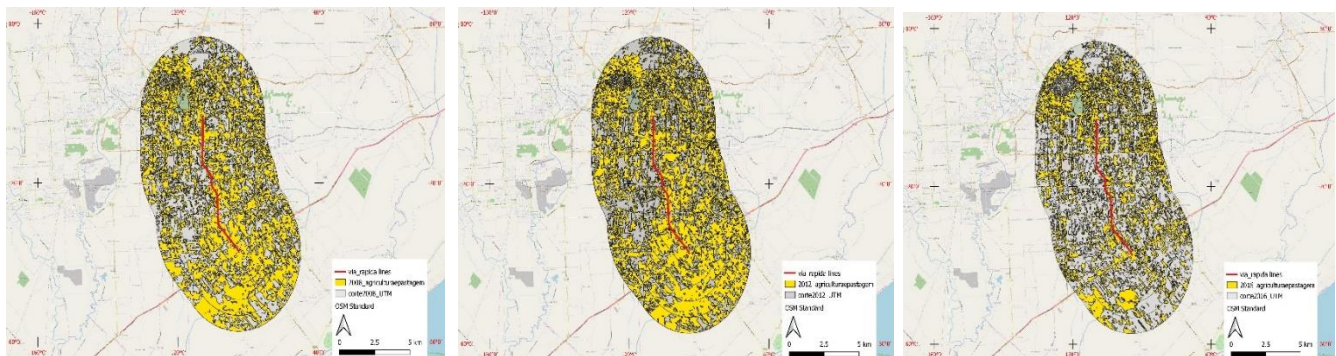
**Fonte:** Extraído das imagens retiradas do MapBiomias. Elaborado pelos autores, 2019.

Ainda, Polidoro (2011) destaca que o modelo linear de expansão urbana ao longo da rodovia entre os municípios induz ao processo de conurbação e aglomeração física, trazendo comprovadamente malefícios do ponto de vista do planejamento intra-urbano e regional, tendo em vista que os instrumentos de regulação do uso do solo como zoneamento, legislação de loteamentos e diretrizes do sistema viário não mais se aplicariam a apenas um município, mas ao conjunto destes, podendo causar conflitos de jurisdição, devido ao caso do sistema viário em questão, onde vias locais municipais, estaduais e federais se cruzam, desenhando um sistema complexo para a atuação das prefeituras.

As áreas de agricultura e pastagem destacaram-se ao longo dos anos na paisagem. Entre o período analisado, em um raio de 5km a partir da rodovia, o crescimento deste setor caracterizou-se em torno de 105,91%, sendo o maior crescimento dos três setores analisados nesta pesquisa. A área computada em 2008 era cerca de 28.056 m<sup>2</sup>, enquanto em 2016

encontrou-se com 57.771 m<sup>2</sup>, observadas no Gráfico 8. Na Figura 5, nota-se que embora a área do setor tenha reduzido na porção sul, ela sofre um deslocamento para a porção norte, o que pode acontecer em decorrência da demarcação de áreas de proteção ambiental, visto que forma demarcadas áreas de floresta densa no ano de 2016 em áreas que em 2008 eram destinadas à agricultura e pastagem.

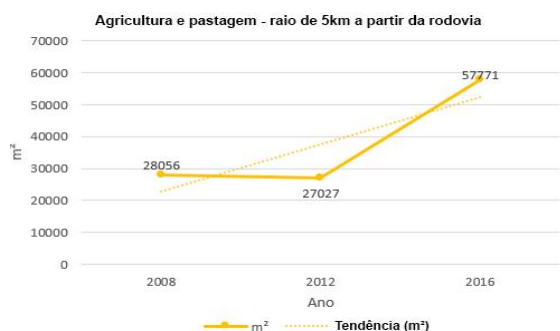
**Figura 5** – Mapeamento de agricultura e pastagem no raio de 5km a partir do traçado da rodovia, em 2008, 2012 e 2016 respectivamente.



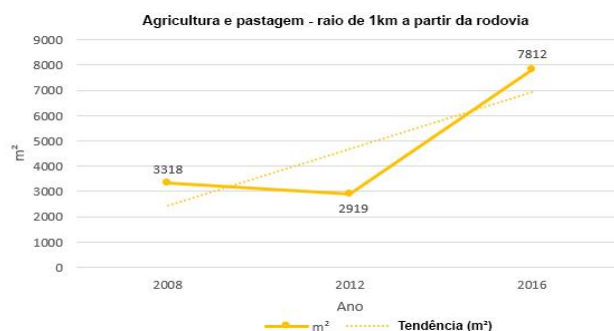
**Fonte:** Extraído das imagens retiradas do MapBiomass. Elaborado pelos autores, 2019

Castro (2003) mostra que um sistema de transporte ineficiente acarreta altos custos de deslocamento e é um entrave ao desenvolvimento, sendo relevante o impacto do transporte para o desenvolvimento agrícola das regiões. Uma das principais razões, segundo o autor, é em relação ao valor relativamente mais baixo dos produtos, em relação ao seu peso, e os fretes serem menores em relação ao preço final do produto, pois muitos produtos agrícolas possuem suas cotações fixadas nos mercados internacionais, sendo dificultada a transferência dos custos de transporte aos preços finais. Com relação aos setores localizados a 1km da rodovia, como apresentado no Gráfico 9, a porcentagem do aumento da área foi de 135,44%, o equivalente a 4.494 m<sup>2</sup>. Focaliza-se, deste modo, o papel específico desempenhado pela inserção da malha de transporte rodoviário e sua relação com o aumento da produção agrícola, em especial atenção às áreas mais emergentes à Via-Rápida.

**Gráfico 8** – Agricultura e pastagem - raio de 5km a partir da rodovia



**Gráfico 9** – Agricultura e pastagem - raio de 1km a partir da rodovia



**Fonte:** Extraído das imagens retiradas do MapBiomas. Elaborado pelos autores, 2019

Ademais, Polidoro (2011) destaca que áreas de agricultura e pastagem, presente em algumas cidades brasileiras, possuem características urbanas, já que o processo de periurbanização, no caso em estudo, ocorre especialmente quando situados a zonas muito urbanizadas, que se beneficiam de empreendimentos residenciais, industriais ou são destinatários de demandas voltadas a atividade de lazer. Portanto, experimentam um crescimento demográfico e contínuo desenvolvimento econômico, onde a agricultura tem impacto significativo.

A relação entre estes espaços ocorre com a localização das indústrias e outros setores econômicos geradores de empregos, onde, quando instalados na beira de rodovias, atraem loteamentos residenciais e comerciais, e muitas vezes são espalhados ao longo das rodovias sem planejamento de demanda da infraestrutura e os limites enquanto a política e administração dos municípios não são levados em consideração.

Projetos como o da Via-Rápida, entre os municípios sul catarinenses, são capazes de direcionar e modificar os padrões de expansão urbana, mas deixam evidente sua influência sobre os padrões de expansão e desenvolvimento urbano e a necessidade de políticas de planejamento urbano e regional para conter os principais impactos implicados pela inserção da mesma.

#### 4. Considerações finais

Os resultados obtidos através do mapeamento das classes de floresta densa, infraestrutura urbana e agricultura e pastagem permitiram, ao final deste estudo, delinear uma análise sobre o impacto da rodovia entre os municípios de Içara e Criciúma, onde está inserida.

Ainda, indicou-se a viabilidade do uso da classificação orientada a objeto no mapeamento de áreas urbanizadas a partir de imagens de alta resolução espacial. No que diz respeito ao processo de mapeamento, realizado entre as imagens através da técnica utilizada, foi satisfatório quanto à capacidade de transferência de detalhes, potencializando a exploração dos dados necessários para discussão proposta e favorecendo a rapidez e agilidade do trabalho.

Na aplicação da classificação realizada, nota-se que a implantação de rodovias implica, em longo prazo, em uma mudança na paisagem ao qual foi inserida. O maior impacto ocorreu com setores de agricultura e pastagem, enquanto o desmatamento, quando observado no período de 8 anos, apresentou uma diminuição. Com as novas formas de urbanização que estão ocorrendo, através da formação de núcleos dispersos, surge a necessidade de dados atualizados, sobre a distribuição espacial destas áreas, para a orientação de políticas públicas, em especial voltadas ao planejamento urbano, em direção a um crescimento urbano inteligente e em equilíbrio com o ambiente natural. Estes dados poderão ser obtidos em primeiro momento a partir da classificação orientada a objeto de imagens de satélite, como apresentado no trabalho desenvolvido, e refinados através de verificação de campo.

Dentre as análises apresentadas nos mapas e no cálculo de áreas, mostrado a partir dos gráficos, o mapeamento das classes florestas densas, infraestrutura urbana e agricultura e pecuária sofreram alterações, tanto na mudança de concentração dos setores sobre o mapa, quanto pela porcentagem de aumento ou redução das áreas, de modo que é possível observar visualmente as mudanças territoriais ao longo da implantação da rodovia entre os municípios. Em relação às áreas de infraestrutura urbana, pode-se perceber um aumento em relação a centralidade de Criciúma, indicando que a rodovia ampliou este setor especialmente dentro das cidades, e pouco ao longo de seu perímetro. Ainda, pode-se perceber que em todos os mapas ocorre uma significativa mudança de comportamento na porção sul da via, visto que ali há o encontro com a BR-101, no qual acontece um efeito sinérgico, onde a BR exerce certa influência sobre as atividades analisadas ao seu redor.

Destaca-se, então, a importância da infraestrutura de transportes para o desenvolvimento da economia, onde estradas com boa qualidade implicam na redução do custo de transportes, e, conseqüentemente, no preço final dos produtos, tornando-os mais acessíveis ao consumidor e competitivos aos concorrentes. Também permitem com que cada região se especialize nas atividades econômicas para as quais possuem maior vocação, como agricultura, pecuária, serviços, dentre outros, gerando ganhos de produtividade e qualidade para a economia. A redução do tempo de viagem entre as duas cidades permite, ao longo dos anos, aumentar os laços econômicos e sociais, além do universo de escolha de habitação e investimento da

população onde a rodovia se situa, mas, como qualquer investimento público em infraestrutura, para obter um potencial benéfico necessita-se de que o estado tenha capacidade técnica para planejar e monitorar as áreas emergentes.

Por fim, considerando os resultados deste estudo, concluiu-se que obras rodoviárias, como a Via-Rápida, apresentam impactos significativos ao longo dos anos no espaço urbano, podendo ser positivos ou negativos ao meio ambiente. A pesquisa procura mostrar, que por mais que a rodovia tenha aproximadamente 2 anos de inauguração, ao longo do tempo ela exerce grande influência sobre as transformações no entorno. Com isto, é de primordial importância a análise destes impactos constantemente para a melhoria dos projetos, tanto ao longo da mesma como em áreas subsequentes, visando sempre a minimização dos impactos negativos e maximização dos positivos, além de prever o controle da expansão e de áreas ambientais sobre os impactos que uma rodovia pode trazer ao seu entorno.

## Referências

Bandeira, C., & Floriano, E. P. (2004). Avaliação de impacto ambiental de rodovias. *Caderno Didático*, (8).

Bellia, V., & Bidone, E. D. (1993). Rodovias, recursos naturais e meio ambiente (No. 2). Editora Universitária, Universidade Federal Fluminense.

Castells, M. (1983). A questão urbana. Paz e terra.

de Castro, N. (2003). Expansão rodoviária e desenvolvimento agrícola dos cerrados.

Brasil. (2012). Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. *Resolução nº 17*, de 2 de março de 2012

Correa, Débora. *Via Rápida será inaugurada nesta quarta-feira*. Portal Engeplus, 2017.

Brasil. (2006). Departamento Estadual de Infraestrutura. *Manual de gestão ambiental*. Florianópolis, 2006.



Fogliatti, M. C., Filippo, S., & Goudard, B. (2004). Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte. Interciência.

Garcia, D. G. (2013). DESAFIOS DA EXPANSÃO URBANA EM ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGEIS-O ENTORNO DA RODOVIA DARLY SANTOS-VILA VELHA-ES (Master's thesis, Universidade Federal do Espírito Santo).

Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2009). Métodos de pesquisa. Plageder.

Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, 5(61), 16-17.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27.

Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de empresas*, 35(3), 20-29.

Guimarães<sup>1</sup>, E. D. S., Guedes, M. V., & Dourado, G. MONITORAMENTO AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS—ESTUDO DE CASO DA RODOVIA PORTO DE GALINHAS-MARACAÍPE, EM IPOJUCA/PE.

Holzmann, Fernanda Nagal. *Gestão Ambiental em Rodovias, Departamento de Estradas de Rodagem*, 2014

Júnior, S., & Ferreira, M. A. G. (2008). Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. *Sociedade & natureza*, 20(1), 221-237.

Lenzi, Alexandre. *Via Rápida entre Criciúma e Içara vai transformar mobilidade no Sul do Estado*. Portal Veneza, 2017.

Magalhães, Ivo Augusto Lopes; Martins, Renata Farah; Santos, A. R. Identificação dos impactos ambientais relacionados à pavimentação da rodovia MG 307 no município de Grão



Mogol–MG. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 6, n. 5, p. 10-16, 2011.

MapBiomias General Handbook. *Algorithm Theoretical Basis Document*. Collection 4, 2019.

Mascaró, J. L., & Yoshinaga, M. (2005). *Infra-estrutura urbana*. Masquatro.

Matias, A. P. (2010). O impacto da construção da BR-101 sobre o crescimento econômico na mesorregião da grande Florianópolis-uma análise qualitativa (1960-2000).

Monguilhott, M. (2008). Estudo de áreas suscetíveis a movimentos de massa na rodovia RS-486-Rota do Sol.

da Silva Neves, F. E., & Henkes, J. A. (2013). A gestão ambiental aplicada na implantação de rodovias no estado de Santa Catarina. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 2(1), 265-349.

Polidoro, M. (2011). Reflexões Sobre a Influência da Rodovia BR-369 na Definição dos Padrões de Expansão Urbana dos Municípios no Estado do Paraná. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Goiânia, 9.

do Prado, T. R., Ferreira, A. A., & Guimarães, Z. F. S. (2006). Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(3), 237-241.

de Souza Rodrigues, F., & Listo, F. D. L. R. (2017). Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21(4).

Rodrigues, J. B. T., Zimback, C. R. L., & Piroli, E. L. (2001). Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(3), 675-681.

Santos, R. F. (2007). Livro Planejamento Ambiental: teoria e prática, ed. *Oficina de Textos– São Paulo, 184.*

Sestrem, L. P., & Kormann, A. C. M. (2013). Implantação de um sistema de monitoramento automatizado para monitoramento de uma encosta litorânea rodoviária. In *Anais do 8º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões, Santos, Brasil.*

Sousa, J. P. (2006). Estudo do controle de acesso em rodovias através de um modelo de inserção para simuladores microscópicos de tráfego.

Vilhena, G., & Silva, O. (2017). Avaliação de impactos ambientais de rodovias no Módulo II da Floresta Estadual do Amapá. *GOT, Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, (12), 357-381.

Villaça, F. (2017). *Espaço intra-urbano no Brasil*. Studio nobel.

Villaça, F. J. M. (2012). Reflexões sobre as cidades brasileiras.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Renato Barbosa Reis – 30%

Leticia Dias Gomes – 30%

Julia Dias Gomes – 30%

Ana Mirthes Hackenberg – 10%