

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos
Unidade Acadêmica de Educação Online
Especialização em Big Data, Data Science e Data Analytics

Cesar Iuri Rangel Guerra

Uso de Data Analytics para Avaliar a Influência Econômica e Social em Acidentes Graves de Trânsito nas Rodovias Federais e Fatores de Redução de Ocorrências no Norte Fluminense

São Leopoldo / RS

2019

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos
Unidade Acadêmica de Educação Online
Especialização em Big Data, Data Science e Data Analytics

Cesar Iuri Rangel Guerra

Uso de Data Analytics para Avaliar a Influência Econômica e Social em Acidentes Graves de Trânsito nas Rodovias Federais e Fatores de Redução de Ocorrências no Norte Fluminense

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em *Big Data, Data Science e Data Analytics*, pelo curso de Pós-Graduação Lato Sensu em *Big Data, Data Science e Data Analytics* da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos.
Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Sorgatto Kuyven.

São Leopoldo / RS

2019

Agradecimentos

Primeiramente a Deus que é fonte primária de toda inteligência;

À minha orientadora Patrícia Sorgatto Kuyven por todos os finais de semana que a perturbei;

Aos amigos certos nas horas incertas Marcelo Remião e Rodrigo Hoppe que foram rochas quando estávamos prestes a ruir;

Aos irmãos Mansur por auxiliar na obtenção dos dados;

Aos meus amigos da Polícia Rodoviária Federal, principalmente, os que fazem parte do PCE – Projeto Controle Estatístico;

A minha irmã Ana “Maluca” (*in memoriam*) por ter me apoiado nesta empreitada;

Aos meus pais Laerte e Odete que me serviram de imagem e aos meus filhos Rafael e Thiago para os quais espero poder servir de espelho;

E à minha amiga e companheira Michele por ter segurado as barras sozinha enquanto eu estudava.

“O óbvio precisa ser dito... . Precisamos ter muito cuidado com o que é óbvio para nós e o que é óbvio para quem estamos falando, alguns líderes se utilizam de forma maldosa desta palavra para justificar sua pouca habilidade de comunicação ou até mesmo sua incompetência em delegar tarefas. Quem nunca ouviu a celebre frase: ‘– Mas isto era óbvio’”.

Fernando Costa

Uso de Data Analytics para Avaliar a Influência Econômica e Social em Acidentes Graves de Trânsito nas Rodovias Federais e Fatores de Redução de Ocorrências no Norte Fluminense

Cesar Iuri Rangel Guerra

iuri.guerra@prf.gov.br

Abstract. Traffic accidents kill about forty-five thousand people every year in Brazil. It is of the utmost importance that those who work with road management can identify what may influence these accidents, and how they can find those factors. This essay addresses serious reports registered by the Brazilian Federal Highway Police and tries to figure out the relations between the factors that may cause them using linear regression statistical technique. At first, it will be seen that economic factors impact the number of accidents and are closely related to its reduction in Brazilian federal highways but this aspect is not the only one. We found other factors such as traffic reordering and road engineering which are also significant regarding accident decreasing. Throughout this essay, will be drawn a comparison between empirical knowledge and factual results. Sometimes one had confirmed the other but it did not always happen. For instance, using road beacons or placing speed cameras in certain areas had proved to be ineffective.

Keyword: linear regression, road accidents, road traffic

Resumo. Os acidentes de trânsito matam cerca de 45 mil pessoas todos os anos no Brasil. Saber o que os influencia e de que forma estes fatores se mostram é de suma importância para o gestor rodoviário. O presente trabalho estudou as ocorrências graves registradas pela Polícia Rodoviária Federal e buscou entender essas relações através da técnica estatística regressão linear. Num primeiro momento será visto que fatores econômicos impactam neste tipo de evento sendo bastante correlacionado com sua redução nas rodovias federais, porém, não são os únicos; outras ações tais como reordenação de tráfego, engenharia viária também se mostraram eficazes. Ao longo do trabalho será feito um paralelo entre conhecimento empírico e resultados factuais. Em vários momentos um corroborou o outro, mas em outros não, como nos casos de balizadores de pista e colocação de radares em determinadas áreas que se mostraram ineficazes.

Palavras-chave: regressão linear, acidentes rodoviários, trânsito

1. Introdução

“Governar é abrir estradas”. Com estas palavras publicadas no jornal O Globo, em 25 de agosto de 1928 [acervo digital jornal O Globo], o então presidente da república Washington Luís não apenas inaugura a primeira rodovia asfaltada do Brasil, a antiga Rio-Petrópolis, mas também lança os alicerces para o principal modal de transporte do país; o rodoviário (Gráfico 1).

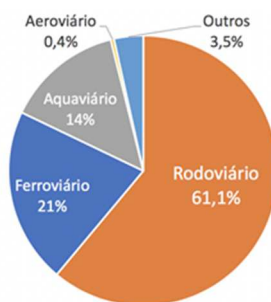


Gráfico 01. Uso dos modais de mercadoria no Brasil em 2009 (Fonte: CNT).

Segundo o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) em seu site oficial, em 2018 o estado do Rio de Janeiro contava com uma frota de 6.725.822 veículos.

De acordo com o anuário da Confederação Nacional de Transportes (CNT) de 2017, neste ano o país tinha mais de 1.600.000 veículos destinados a transporte de carga, fora os veículos estrangeiros que se utilizam do Brasil como rota para escoamento de mercadorias via portos.

Com esta significativa frota viária, surgiu incrementos importantes na matriz de transporte rodoviário. Em 2015, ainda de acordo com o citado relatório da CNT, o Brasil contava com 210.618,8 quilômetros de rodovias pavimentadas (federal, estadual e municipal), sendo que dezenas destas concedidas à iniciativa privada e um sistema de policiamento, monitoramento e melhoramento destes corredores onde diariamente transitam bens e pessoas.

Associado a todo este avanço, vieram problemas. Não existe valor para a perda de uma vida, mas, para gerir, há que saber o quanto um acidente custa financeiramente para um país a fim de alocar recursos em práticas que mais se mostrem eficazes para reduzir este grande mal social.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em estudo de 2015, os acidentes de trânsito no Brasil matam cerca de 45 mil pessoas por ano e deixam mais de 300 mil pessoas com lesões graves. Segundo o estudo, em 2014 observou-se que os acidentes em rodovias custam à sociedade brasileira cerca de R\$ 40,0 bilhões [página 25], sendo que o gasto relativo à perda de produção responde pela maior fatia desses valores, seguido pelos custos hospitalares.

Situação similar é observada em outros países. Durante o lançamento por parte da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2011 do “*compromisso global para redução das mortes por acidentes de trânsito no mundo na década de 2011 a 2020*”, mostrou-se que nos últimos anos cerca de 1,3 milhões de pessoas morriam anualmente na Terra vítimas de acidentes de trânsito. Destas, segundo a World Health Organization (WHO) em seu “*Status report on road safety*” (2015), grande parte estavam em idade produtiva o que torna imensurável as perdas de investimentos nestes jovens.

O motivo principal deste trabalho é entender o evento acidente de trânsito grave, para que através de *Data Analytics*, haja contribuição com subsídios para tomadas de decisões que possam salvar vidas.

Conforme supracitado, os acidentes de trânsito possuem um impacto social bastante alto, mas neste trabalho trata-se o contrário, ou seja, como alterações no cenário social e econômico influenciam naquelas ocorrências.

Também se analisa como a quantidade de veículos circulantes nas rodovias federais impactam nos acidentes graves.

Muito do apresentado pode ser utilizado para que gestores públicos e privados implementem políticas baratas de redução de acidentes, bem como traçar tetos de ocorrências com o objetivo de reduzi-los paulatinamente.

Cada objetivo apresentado acima será respondido numa seção do trabalho.

A seção 4 faz uma análise descritiva dos acidentes graves em rodovias federais, tanto nacional, como pormenorizando a região norte fluminense.

Os impactos das alterações no cenário social e econômico do Brasil sobre os acidentes graves de trânsito nas rodovias federais são analisados na seção 5.

Ainda na seção 5 verificam-se correlações de eventos e reconhecem-se padrões para criar um modelo preditivo de acidentes que tenham resultados satisfatórios.

A seção 6 trata dos fatores de redução de ocorrências de acidentes graves no norte fluminense, onde são vistas duas rodovias federais que fazem parte da circunscrição da 08ª delegacia da Polícia Rodoviária Federal/RJ – PRF/RJ.

2. Referencial teórico

Uma das principais características do cientista de dados em Data Analytics é o conhecimento do negócio ao qual ele se propõe a estudar, por isso, faz-se imprescindível uma exposição das características das rodovias federais bem como da sociedade cuja hipótese inicial deste trabalho impacta no evento acidente viário grave.

2.1. Caminhos do Brasil, uma breve história

Não há como se falar de influência social em rodovias, sem saber quais sociedades e vias estão sendo tratadas.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em seu site oficial, *“a nomenclatura das rodovias é definida pela sigla BR, que significa que a rodovia é federal, seguida por três algarismos. O primeiro algarismo indica a categoria da rodovia, de acordo com as definições estabelecidas no Plano Nacional de Viação e os dois outros algarismos definem a posição, a partir da orientação geral da rodovia, relativamente à Capital Federal e aos limites do País (Norte, Sul, Leste e Oeste)”*.

As rodovias podem ser radiais, ou seja, partem da Capital Federal em direção aos extremos do país; longitudinais, que cortam o país na direção Norte-Sul; transversais, seguindo na direção Leste-Oeste; diagonais que podem ser Noroeste-Sudeste ou Nordeste-Sudoeste e as rodovias de ligação que apresentam-se em qualquer direção, geralmente ligando rodovias federais, ou pelo menos uma rodovia federal a cidades ou pontos importantes ou ainda a nossas fronteiras internacionais.

Tomando o aspecto histórico, o Brasil não é homogêneo enquanto sociedade. Em seu livro “O povo brasileiro, a formação e o sentido do Brasil” do antropólogo Darcy Ribeiro, trata dos diversos “*brasis*” dentro de um só [página 199 em diante]. O Brasil Crioulo, Caboclo, Sertanejo, Caipira e Sulinos possuem características próprias e por isso, o que é realidade para o norte do país pode não ser para o sudeste.

Mas antes mesmo que esta nação heterogênea fosse formada, o país se intercomunicava. Como nos mostra o historiador Eduardo Bueno em seu canal no YouTube, “as estradas que hoje tornam São Paulo a capital geográfica do Brasil eram originalmente percorridas pelos índios (SIC)” que mais tarde foram se transformando em nossa matriz de transporte.

O historiador Sergio Buarque de Holanda no livro “Raízes do Brasil” extrapola esta noção de Brasis dentro de um Brasil e coloca nosso país como parte integrante de um mundo descoberto por portugueses “trabalhadores e aventureiros (SIC)” [página 50] os quais tinham por objetivo comercializar com suas colônias.

A forma tida por excelência dos portugueses acessarem o Brasil era através da costa marítima; sendo assim, os caminhos que interligam as principais rotas econômicas ao litoral foram se consolidando ao lado daquelas que já eram trilhas tradicionais indígenas.

Por estes motivos é que se trata o Brasil como um todo ao estudar os indicadores econômicos nacionais e delimita-se o estudo quando pormenorizou características regionais.

2.2. A sociedade como artífice de seu trânsito

Num período de crescimento econômico é empiricamente de se esperar uma maior movimentação de carga bem como crescimento na venda de veículos novos e mais viagens de lazer ou trabalho; tudo isso acarreta um crescimento no fluxo viário e, como verifica-se a frente, uma maior probabilidade de ocorrerem acidentes.

Segundo Costa (2016) citando Bottesine, “*existem basicamente duas dimensões do fator humano na segurança do trânsito: o desempenho e o comportamento do indivíduo. O desempenho pode ser entendido como o conjunto de conhecimentos e habilidades do indivíduo, ou seja, aquilo que ele é capaz de fazer. O comportamento, por sua vez, é a atitude do indivíduo, aquilo que ele escolhe fazer com suas habilidades*” [página 19]. Esta visão mecanicista de indivíduo como fator de mudança é complementada por Araque (2000): “*Tanto a estrutura burocrático-mecanicista quanto o sistema de mercado surgem da análise racional da realidade. A razão, símbolo por excelência da Idade Moderna, tem reduzido a análise da Sociedade e do Homem ao nível de sistemas mecânicos. O paradigma racional enxerga a realidade como uma grande máquina, esquecendo uma série de fatores relacionados à natureza orgânica dela. Todos os sistemas são tratados como máquinas: os elementos que a compõem são separados, analisados separadamente e depois sintetizados, sem estabelecer alguma diferença entre o conjunto de elementos funcionando separadamente e o sistema formado pelos elementos integrantes do sistema agindo em conjunto, com propriedades adicionais. Consideramos que existe a possibilidade de enxergar a realidade organizacional e a Sociedade de um ponto de vista diferente. Partimos do princípio de que as organizações,*

as instituições sociais e a sociedade podem ser vistas como uma grande teia de relações justapostas, com propriedades próprias além da análise dos elementos feita separadamente, em que a metáfora a usar não seja a máquina, baseada na razão, mas a rede, baseada na consciência do homem, podendo dar origem ao que denominaremos de Estrutura Orgânica” [página 12].

Ou seja, não é só o indivíduo enquanto unidade que altera o todo, este em conjunto com os demais aspectos sociais é que formam essa “grande teia justaposta” que poderão alterar consciências inclusive de trânsito.

O indivíduo pode através de suas ações mais preventivas minorar fatores estressores no trânsito como excesso de velocidade, bebida e direção dentre outros, mas para um ser condicionado a um tipo de prática costumeira e até consensual, ter mudanças que alterem de forma abrupta sua dirigibilidade, leva um certo tempo até se inserir nesta nova teia.

Os aspectos socioeconômicos se modificam, as rodovias evoluem, mas ainda se precisa de balizadores legais para iniciar a mudança comportamental. E não só as alterações das leis são suficientes; muitas vezes precisamos de freios físicos para nos doutrinar. Daí surgem alterações na engenharia viária, maior policiamento, melhor emprego dos recursos muitas vezes parcos, enfim, uma melhor análise e execução de políticas de redução de acidentes.

Neste conceito de balizador e gestor encontramos a Polícia Rodoviária Federal que conforme preceituado na Constituição Federal do Brasil em seu artigo 144 possui a competência de, “*na forma da lei, ao patrulhamento ostensivo das rodovias federais*” e segundo o Decreto Lei 1655 de 1995 cabe a PRF “*executar serviços de prevenção, atendimento de acidentes e salvamento de vítimas nas rodovias federais*”. Daí a busca da instituição por melhorias na coleta e tratamento do evento acidente com vistas a evitar os mesmos.

2.3. Outras definições

- **Acidentes graves:** Segundo definição da PRF em seu manual (M-015), acidente grave “*é o acidente de trânsito que tenha como consequência pelo menos 1 (um) envolvido com lesão grave, ou morto*” [página 04].

O trabalho apresenta apenas os números de acidentes graves. Esta foi motivada pelo alto impacto social e econômico que estes representam e sofrem menos risco

de subnotificação, dado que em acidentes leves, muitos usuários optam por não registrar.

- **Características sociais:** Em seu sentido antropológico designa o âmbito, situação ou características de uma determinada sociedade.
- **Indicadores socioeconômicos:** São as características sociais mensuradas. Taxa de desocupação, renda per capita, IDH, são alguns exemplos de indicadores socioeconômicos.
- **Indicadores econômicos:** É uma forma de mensurar a atividade econômica de certo local.

Segundo o Banco Central do Brasil (BCB) em seu site oficial, *“No Brasil, não há um índice oficial para inflação de períodos passados. A inflação é medida por meio de diversos índices, divulgados por várias instituições, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Fundação Getúlio Vargas (FGV), a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE).”*

Após análise descritiva mostrada em seção à frente, verifica-se que dois destes explicam melhor o evento acidente grave: O IGP-M (FGV) e o IPCA (IBGE) e, por isso, foram os escolhidos para o trabalho.

Muito embora estes indicadores tenham impacto na sociedade, não podem ser considerados socioeconômicos pois quando se analisa os aspectos determinantes de seus cálculos, encontramos fatores econômicos e não sociais.

2.4. Trabalhos relacionados

Costa (2016) aborda o tema acidente de trânsito em rodovias federais sob o aspecto de aumento de efetivo policial. Esta variável não foi tratada neste trabalho, optando por outros fatores que podem impactar diretamente no evento acidente grave no trânsito como ações de engenharia viária e implementação de instrumentos como radares.

Moreira (2014) analisa o evento acidente em rodovias federais, observando como suas variações se repetem e se reproduzem ao longo do tempo. Nesta abordagem de análise de series temporais autor conclui que a análise pessoal do conhecedor do evento acidente tem uma vantagem sobre o automatismo dos softwares pois *“os acidentes, no contexto global, não dependem da ocorrência de acidentes anteriores”* [página 60], no presente trabalho se aborda outra frente de estudo: quais variáveis independentes impactam mais ou menos nos acidentes graves calculando uma regressão linear que explique satisfatoriamente o evento.

Outro estudo que toma por base acidentes graves é o relatório IPEA (2015), onde se propõe analisar impactos econômicos decorrentes de acidentes de trânsito. O atual trabalho inverte esta premissa, ou seja, como aspectos econômicos impactam nos acidentes graves.

3. Metodologia empregada

3.1. Técnicas estatísticas empregadas

Com o objetivo de mensurar as relações entre variáveis dependentes e independentes, ou seja, como uma se comporta diante da alteração de outra, utiliza-se o coeficiente de correlação de Pearson que é o mais indicado em casos que esta relação entre os objetos é linear.

Kuyven (2009) traz que o valor encontrado neste coeficiente tem que ser entre -1 e 1. Conforme a correlação se aproxima de 1, diz-se que ao aumentar o valor de uma variável, a outra aumenta também. Já quando se aproxima de -1, há uma correlação negativa, ou seja, o aumento de uma implica diminuição da outra [página 110].

Ainda que o valor esteja próximo de -1 ou 1 não há necessariamente relação de causalidade. Daí a importância de se conhecer do negócio o qual se estuda para saber se além do coeficiente ser alto, faz sentido afirmar que um causa o outro.

Ainda de acordo com Kuyven (2009), para traçar um modelo preditivo, pode utilizar-se da regressão linear simples, que é uma forma de expressar matematicamente como se comporta uma variável em relação a outra [página 113]. Dentre alguns conceitos que devem ser observados, a correlação entre as variáveis dependentes e independentes tem que ser de tal forma que uma possa ser considerada explicativa da outra; esta relação é linear e a equação encontrada possa ser extrapolada para eventos futuros.

Na seção 5 utiliza-se os conceitos de correlação de Pearson para verificar o quanto uma variável independente influencia na dependente e calculadas regressões lineares com o objetivo de obter modelo preditivo significativo.

A opção pelo modelo de regressão linear simples e não múltipla (com mais de uma variável explicativa) foi tomada pois as variáveis independentes adotadas possuem correlação entre si, ou seja, uma influencia noutra, o que ocasiona perda na representatividade do modelo preditivo.

Na execução do trabalho usa-se o SIGER/PRF (Sistema de Informações Gerenciais da PRF) que se utiliza de soluções de business intelligence – BI – no ambiente MicroStrategy (www.microstrategy.com) para minerar os dados de acidentes nos registros da PRF; dos softwares Excel para tratamento dos dados e o API em R (www.rstudio.com) para os cálculos empregados.

Os dados trabalhados têm diversas fontes sendo feita referência à sua origem conforme os mesmos forem utilizados, porém é de suma importância abordar o tema no que tange aos originários da PRF, caracterizando o emprego de pesquisa documental na coleta de dados.

As informações extraídas pelo SIGER/PRF só podem ser acessadas por servidores PRF credenciados, mas solicitados por interessados conforme preceitua a Lei de Acesso à Informação – Lei 12.527/2011.

Além do SIGER, existe o acesso através de fontes abertas e disponíveis no site da PRF (<https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/>).

Os dados de acidentes obtidos em fonte aberta podem apresentar pequenas distorções dos extraídos pelo SIGER/PRF. Motivo: não necessariamente um evento deste

é registrado no momento próximo à sua existência, status das vítimas podem mudar nos hospitais (fato comum são pessoas serem socorridas com vida e morrerem ainda na ambulância) dentre outras situações. Na PRF existe a possibilidade de alteração (e até inclusão) de acidentes anos após a ocorrência dos mesmos. Enquanto os dados abertos são informações estáticas, o SIGER é atualizado diariamente. Esta distorção é bem baixa e com pouco efeito prático.

Não há individualização de nenhuma ocorrência sob risco de infringir a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – Lei 13.709/2018.

3.2. Delimitação do trabalho

Os problemas de trânsito estão presentes desde vias locais até rodovias internacionais, mas por uma questão prática e de confiança nos dados, optou-se por trabalhar apenas em rodovias federais brasileiras com registros feitos pela PRF.

Parte do estudo trabalha os números de acidentes registrados em todo o país dado que os indicadores econômicos escolhidos têm por base representatividade nacional, mas no momento em que se tratar de ações pontuais para redução de acidentes, toma-se por base os registros realizados pela 08ª delegacia-PRF/RJ cuja circunscrição compreende as BR-101 (Rodovia Mário Covas) entre os quilômetros 0 e 124 e BR-356 entre os quilômetros 0 e 183 ambas no estado do Rio de Janeiro.

A circunscrição da 08ª delegacia da PRF abrange as cidades de Campos dos Goytacazes, Itaperuna, Italva, Cardoso Moreira e São João da Barra (Figura 1). Todas no estado do Rio de Janeiro.

A BR-101 é importante corredor nacional de mercadorias e de transporte de pessoas. Desde 2008 no norte do estado é concedida à empresa Autopista Fluminense (APF) e diversas obras de melhoria foram – e ainda estão – sendo implementadas. No trecho estudado. Dos 124 quilômetros tratados, 40 já são duplicados, ou seja, possuem duas faixas de rolamento para cada sentido de direção.

A BR-356 é praticamente toda de responsabilidade do DNIT (excetuam-se trechos pequenos que são municipalizados). Diferentemente da BR-101, a área de responsabilidade da PRF é toda composta de pista simples. Muito embora não seja uma via tão movimentada e relevante como a anterior, compõe o corredor logístico do porto do Açú em São João da Barra, ligando via terrestre este aos grandes centros urbanos.



Figura 01. Área de circunscrição da 08ª delegacia PRF/RJ (Fonte: PRF).

Com respeito à temporalidade das observações, esta varia de acordo com a necessidade do estudo. Não adianta trabalhar com séries muito longas quando o objetivo é verificar a atual situação de acidentes numa rodovia que foi duplicada há um ano apenas. Suas características se alteram significativamente. Já quando se quer traçar um paralelo nacional entre indicadores econômicos e acidentes, uma série histórica mais longa pode trazer ganhos maiores. Todas as análises individuais contarão com a referência do período temporal a que se refere.

3.3. Desafios

O trabalho parte da premissa empírica que características sociais e indicadores econômicos influenciam o aumento de fluxo de veículos e estes os acidentes, mas ainda que se confirme esta informação, sairá do aspecto de estatística descritiva e diagnóstica para avançar num modelo preditivo que apresente um nível de assertividade satisfatório.

Existe também o problema de que num ambiente público onde a carência humana e de recursos financeiros são fatores dificultadores, o tomador de decisão possui limitações para implementar as sugestões apresentadas no trabalho.

4. Estudo Descritivo

4.1. Acidentes nas rodovias federais do Brasil

Este tópico analisará os acidentes no Brasil como um todo, mas sem o nível de aprofundamento que terá para a região norte fluminense trazido seção 6.

No Gráfico 02 e Tabelas 01 e 02 vê-se que a maior parte dos acidentes graves ocorrem em rotas econômicas mais ativas do país tais como as BR-101 e BR-116.

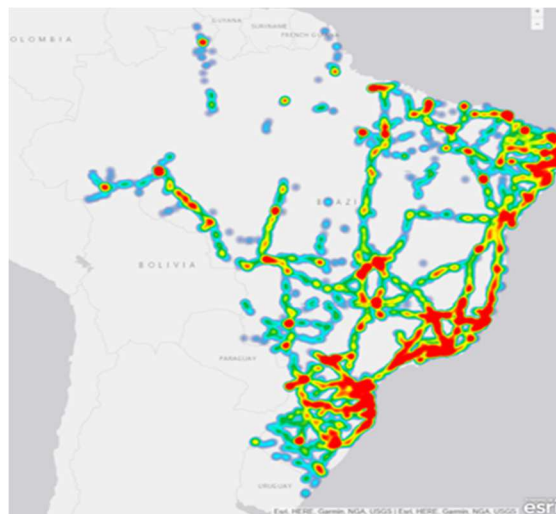


Gráfico 02: mapa de calor dos acidentes graves ocorridos em rodovias federais no Brasil nos anos de 2017 e 2018 (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

Tabela 01: acidentes graves nos anos de 2017 e 2018 em rodovias federais por estado

UF	Qtde Acidente Grave
MG	4.783
PR	4.078
SC	3.744
BA	2.333
RS	2.069
RJ	1.957
ES	1.833
PE	1.726
GO	1.635
SP	1.414
MT	1.112
CE	1.111
MA	1.047
PI	1.038
RN	971
PB	924
PA	799
MS	790
RO	785
AL	530
TO	412
SE	342
DF	313
RR	138
AC	128
AP	77
AM	66

Fonte: SIGER/PRF (05/05/2019).

Tabela 02: acidentes graves nos anos de 2017 e 2018 em rodovias federais por via (as 15 com mais acidentes) e periculosidade

Rodovia	Qtde Acidente Grave	Extensão em Km	Periculosidade*
101	5.529	4650	1,1890322581
116	4.317	4486	0,9623272403
040	1.529	1175	1,3012765957
153	1.429	3585	0,3986052999
381	1.334	562	2,3736654804
316	1.200	620	1,9354838710
262	1.146	2213	0,5178490737
364	1.143	4230	0,2702127660
376	986	680	1,4500000000
163	982	3579	0,2743783180
277	967	730	1,3246575342
470	909	472	1,9258474576
230	854	4260	0,2004694836
282	714	684	1,0438596491
222	620	1811	0,3423522916

* Quantidade de acidentes graves por extensão da rodovia.

Fonte: SIGER/PRF (05/05/2019).

Por sua característica longitudinal, ligando o sul ao nordeste do Brasil, as BR-101 e BR-116 são os principais corredores logísticos do país e onde há a maior quantidade de acidentes graves, mas vemos ainda na Tabela 02 que existem rodovias menores, como a BR-381, BR-316 e BR-470 com um nível de periculosidade maior que estas duas. Cada rodovia possui uma realidade e neste trabalho só veremos de forma pormenorizada as delimitadas no item 3.2.

Devido às suas individualidades, cada região do país pode encontrar similaridades ou divergências. No Gráfico 03 vê-se que os acidentes graves podem ocorrer mais nos sábados (caso do sul) ou domingo (outros casos). Sem contar os demais dias da semana onde dependendo o local de estudo pode variar o dia em que estes eventos ocorrem.

É importante ter isso em mente pois o trabalho tem dois escopos básicos: influência social e econômica para redução de acidente e estudo de caso em uma região específica – a norte fluminense.

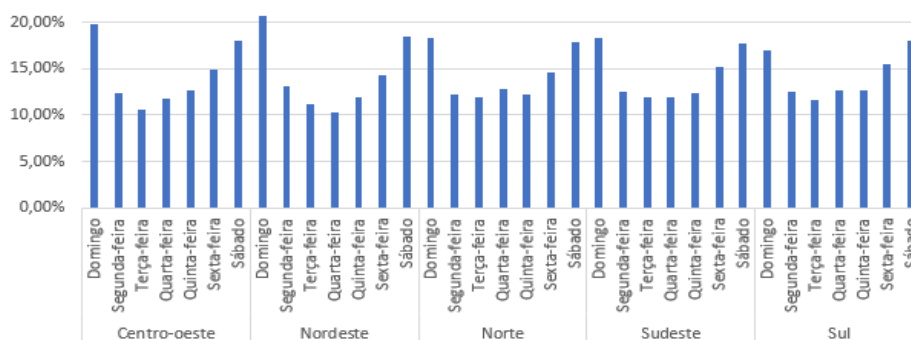
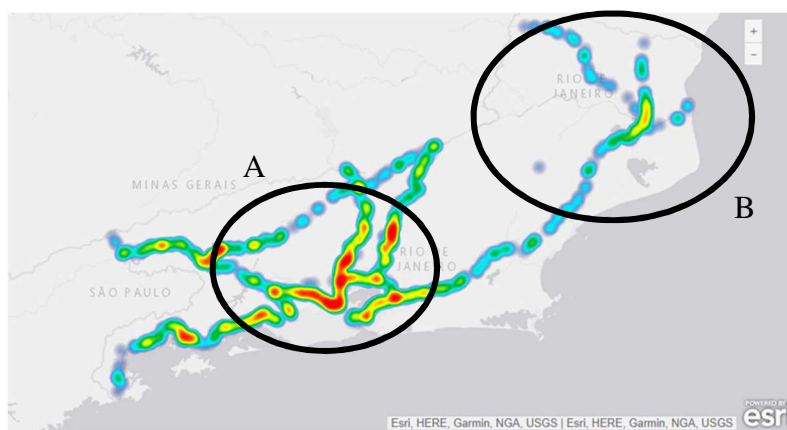


Gráfico 03: acidentes graves por dia da semana em cada região do Brasil – anos 2017 e 2018 (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

4.2. Acidentes nas rodovias federais do norte do Rio de Janeiro

O Gráfico 04 mostra que as vias que cortam a região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro (A), são as mais violentas do estado (BR-101, BR-116, BR-040), principalmente quando comparado a área da 08ª delegacia/PRF (B).



Ponto A: região metropolitana do estado.

Ponto B: área da 08ª delegacia/PRF.

Gráfico 04: mapa de calor dos acidentes graves ocorridos nas rodovias federais do estado do Rio de Janeiro nos anos de 2017 e 2018 (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

Fazendo uma comparação entre os acidentes nacionais, no Rio de Janeiro e no Norte Fluminense (Gráfico 05 e Tabela 03) três importantes verificações podem ser vistas:

- Quando se trata de acidentes nacionais tanto a tendência de subida quanto a de descida ocorrem de maneira mais suave que as mais regionalizadas. Isso pode ser explicado pelo fato de que nestes cenários apresentam-se mudanças mais impactantes em curto espaço de tempo com soluções das mais variadas possíveis conforme pode se ver na seção 6.
- No ano de 2011 houve um crescimento significativo no número de acidentes na região norte fluminense o que acarretou impacto representativo nos números do estado como um todo.
- Apesar das diferenças quanto a suavidade, vê-se uma similaridade no que tange às tendências de subida e queda nos números de acidentes. Esta queda é explicada a frente.

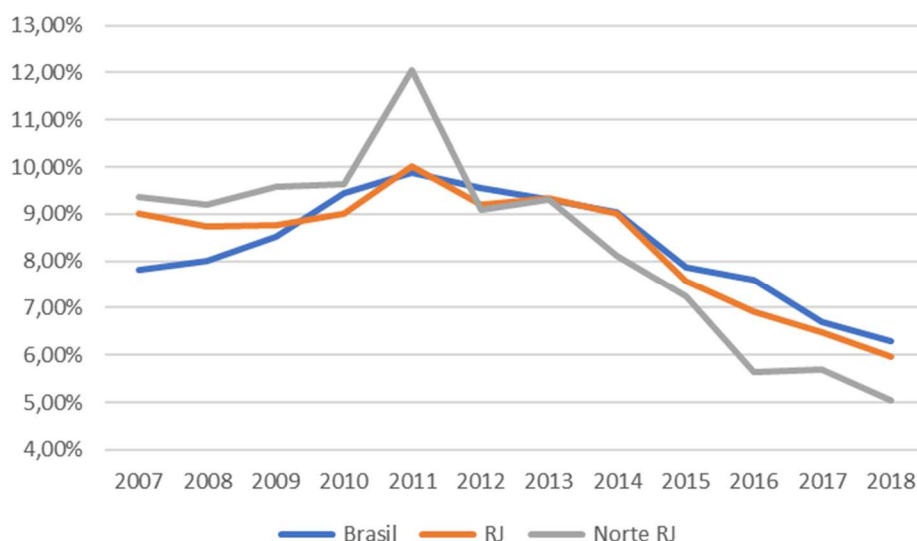


Gráfico 05: comparativo de acidentes graves ocorridos nas rodovias federais do país, no estado do Rio de Janeiro e no norte do estado entre os anos de 2007 e 2018 (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

Tabela 03: comparativo de acidentes graves ocorridos nas rodovias federais do país, no estado do Rio de Janeiro e no norte do estado (08ª delegacia PRF/RJ) entre os anos de 2007 e 2018

Ano	Brasil	RJ	08 Del
2007	21758	1417	171
2008	22332	1372	172
2009	23762	1376	178
2010	26340	1417	177
2011	27517	1573	220
2012	26589	1446	171
2013	25916	1465	173
2014	25207	1414	148
2015	21890	1188	129
2016	21128	1085	100
2017	18655	1019	105
2018	17502	938	92
Total	278596	15710	1836

Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019.

5. Influência Econômica e Social em Acidentes Graves de Trânsito nas Rodovias Federais do Brasil

Após se ter uma visão analítica do negócio a ser tratado, observa-se neste tópico como a situação social e econômica do país impacta os acidentes graves nas rodovias federais.

Neste momento há dois desafios a transpor: a escolha temporal a trabalhar e qual indicador escolher.

5.1. Período

No Gráfico 05 pode verificar que o ano de 2011 é o ápice da série histórica disponível e confiáveis de acidentes graves em rodovias federais. Após este, os acidentes começam a regredir. Sendo assim, é um ano de interesse e uma pergunta deverá ser respondida: os fatores econômicos ou socioeconômicos do país foram impactantes para esta guinada? E se não, a série vista a partir deste marco temporal seria a melhor representação de uma realidade atual?

Vê-se no Gráfico 06 que a taxa de desocupação no país medido pelo IBGE (indicador socioeconômico) só começa alterar sua tendência – de decréscimo para subida – no ano de 2015. Para 2011 verifica-se até uma estabilidade neste, por isso, não há indicativo de que tenha influência tão significativa no ponto de virada dos acidentes graves, tanto que o coeficiente de correlação de Pearson entre os acidentes graves e a taxa de desocupação total no período de 2010 a 2012 é de apenas – 45% e mesmo no período integral de 2007 a 2016 (ano em que o indicador foi encerrado) ficou em -66%.

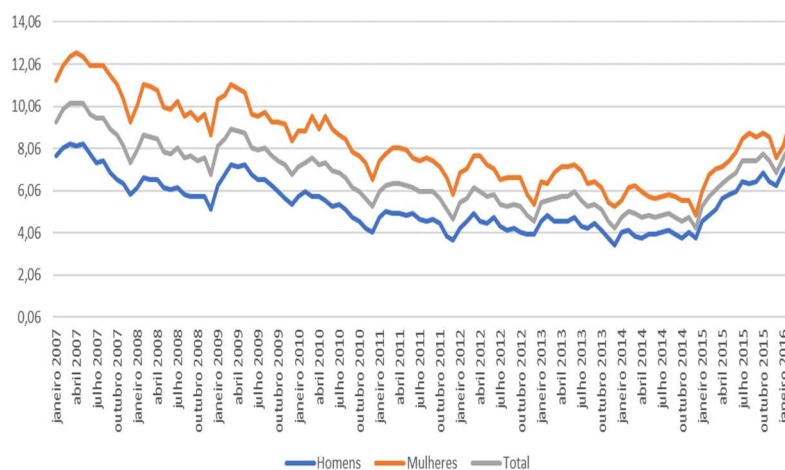


Gráfico 06: taxa de desocupação (pessoas de 10 anos ou mais) na área pesquisada pela PME (Pesquisa Mensal de Emprego) do IBGE (Fonte: IBGE).

O Gráfico 07 exterioriza, tal qual o anterior, que indicadores econômicos – IPCA e IGP-M – também exercem pouca influência para a alteração de tendência no ano de 2011, tanto que os coeficientes de correlação de Pearson neste período (2010 a 2012) ficam em 22% e 30% respectivamente.

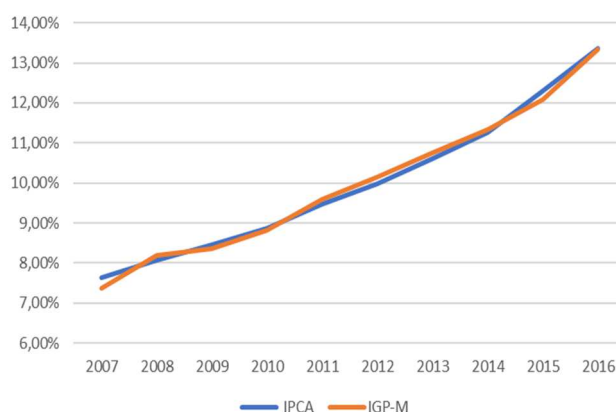


Gráfico 07: valores percentuais do IPCA e IGP-M entre 2007 e 2016 (Fontes: IPCA – IBGE; IGP-M – FGV).

Vê-se que os indicadores socioeconômicos e econômicos não poderão definir qual período é mais representativo para a atualidade, porém, no ano de 2011 três decisões foram tomadas com o intuito de redução de acidentes.

5.1.1. Década de redução de acidentes

Conforme supracitado, Oliveira (2016) traz que a Organização das Nações Unidas proclamou em 2010 a Resolução A/RES/64/255 que define o período de 2011 a 2020 como a “década de ações para segurança de trânsito”, onde recomenda aos países-membros a elaboração de um plano diretor para guiar as ações com a meta de reduzir em 50% os acidentes de trânsito em todo o mundo [página 04]. O plano é composto de ações conjuntas entre diversos órgãos que visem diminuir as taxas de mortalidade e lesões por acidentes de trânsito.

Esta recomendação acabou por suscitar ações do governo federal com vista a redução de acidentes, em especial, os com mortes. Dentre estas ações há as duas a seguir.

5.1.2. Programa de Investimento em Logística (PIL)

Em seu site oficial, o Banco Nacional de Desenvolvimento Social (www.bndes.gov.br) traz o lançamento em 2012 deste programa. O PIL teve por objetivo aumentar os investimentos públicos privados em infraestrutura de transportes e promover a integração de rodovias, ferrovias, portos e aeroportos, tendo o BNDES como principal aporte financeiro.

5.1.3 Projeto Controle Estatístico (PCE/PRF)

Conforme definição de relatório da PRF/IPEA (2015):

“Para auxiliar os policiais na tarefa de planejamento operacional utilizando estatísticas, foi iniciado em 2011 o Projeto Controle Estatístico (PCE). O projeto se baseia na análise estatística de acidentes e infrações para identificar as ações que podem ser implementadas para reduzir o número de acidentes graves. Na análise de acidentes, busca-se identificar os pontos críticos e a melhor forma de atuar sobre eles, seja com

fiscalização, sinalização, infraestrutura, seja com educação. Na análise de infrações, procura-se identificar o perfil do policial, seus principais locais e horários de fiscalização e os tipos de autuações extraídas. O resultado é a redução de 5% na quantidade de mortos e 9,7% na quantidade de feridos graves entre 2011 e 2014, apesar do aumento de 23% da frota nacional de veículos no mesmo período.” [Página 27].

O PCE busca otimizar os recursos da própria PRF, tanto humano como de equipamentos e integração com outros órgãos públicos e privados para promover melhorias que impactem redução de acidentes graves em rodovias federais e sugestão de mudanças na legislação.

Estas ações associadas a outras, fez com que de 2011 a 2018 houvesse uma redução de 36% na quantidade de acidentes graves (vide Tabela 03).

Ante os motivos acima, houve a escolha de se trabalhar com a temporalidade de 2011 a 2018.

5.2. Indicadores e características

Para que se defina qual variável escolher dentre os indicadores sociais e econômicos, tem-se que observar as relações destes com os acidentes graves.

5.2.1. Características sociais

Quando o pensador Darcy Ribeiro nos traz os “brasis” dentro do Brasil, vemos que o “sulino” diferencia-se consideravelmente em costumes do “caipira”. Um exemplo desta diferenciação podemos ver abaixo.

Conforme visto no Gráfico 08 no estado do Pará há um aumento considerável dos números de acidentes em setembro; o mesmo ocorre no Rio de Janeiro, mas em dezembro. Por que desta diferenciação? Em outubro ocorre o Círio de Nazaré no estado do norte sendo que suas comemorações se iniciam em setembro. Este evento atrai muitos turistas e, conseqüentemente, veículos circulantes.

Já no estado fluminense, este aumento se dá em períodos de verão por conta das festas de final de ano e das praias, ou seja, mesmo compondo o mesmo país, características regionais distintas traduzem-se em resultados diferentes também.

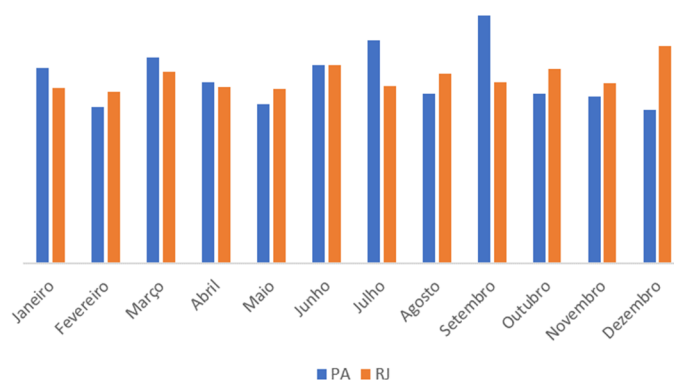


Gráfico 08: comparativo de acidentes graves nos anos de 2017 e 2018 nos estados do Pará e Rio de Janeiro (Fonte: SIGER/PRF – 30/05/2019).

5.2.2. Indicadores socioeconômicos

Conforme mostrado no item 5.1. e Gráfico 06, indicador socioeconômico pouca influência estatística exerce sobre os acidentes graves, por isso, não será pormenorizado neste trabalho.

5.2.3. Indicadores econômicos

Dois dos principais indicadores nacionais no Brasil são o IGP-M e IPCA. Ao calcular o coeficiente de correlação de Pearson entre estes dois no período de estudo (2011 a 2018 por mês), chega-se aos seguintes números: IGP-M possui uma correlação de -88,40% com os acidentes e o IPCA -89,85%.

No Gráfico 09 pode visualizar bem esta relação (por ano).

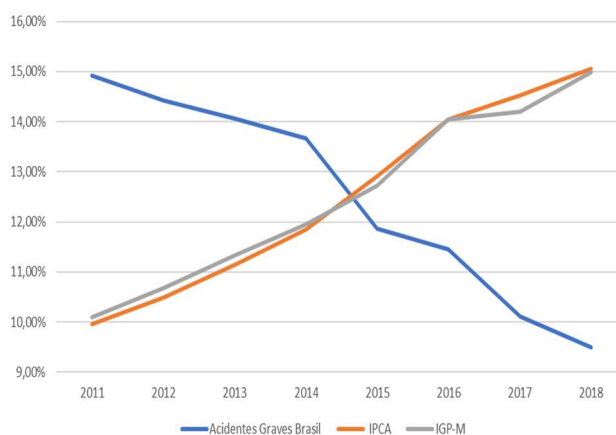


Gráfico 09: comparativo entre valores percentuais dos acidentes graves no Brasil, IPCA e IGP-M entre 2011 e 2016 (Fontes: IPCA – IBGE; IGP-M – FGV; Acidentes – SIGER/PRF em 18/03/2019).

5.3. Predição com variável econômica

Vê-se que os acidentes graves têm correlação significativa com indicadores econômicos, por isso no modelo preditivo tratado, terão estes como variáveis independentes.

A importância de calcular um modelo preditivo satisfatório habita no fato em que se possa mensurar ações, ou seja, saber se estas práticas fazem com que ocorram uma quantidade menor ou maior de acidentes graves.

O Gráfico 09 sugere que um modelo de regressão linear pode ser utilizado, porém uma ressalva tem que ser registrada: observando o Gráfico 10 vê-se que no ano de 2017 houve uma redução maior que a esperada em nossa linha de tendência nos acidentes.

5.3.1. Variável independente

Tanto o IGP-M quanto o IPCA apresentam boa correlação com a variável dependente (acidentes graves), por isso poderá ter estas duas como variáveis em separado para verificar outros indicativos (P-valor e coeficiente de explicação).

Conforme explicado no item 3.1. não houve a colocação destes dois indicadores na mesma regressão (modelo múltiplo) como variáveis explicativas para não correr o risco de alta correlação entre variáveis independentes, o que prejudicaria o modelo.

5.3.2. Conjunto de dados

Como já visto, o número de acidentes graves tratados são os registrados pela PRF em rodovias federais entre os anos de 2011 e 2017 (Gráfico 10) para treinamento do modelo, e o ano de 2018 será o de teste.

São utilizados números mensais tanto para as variáveis dependentes quanto para as independentes.

Por tratar-se de estudo populacional, não há necessidade de extrapolação nem testes típicos de estudos amostrais.

Os dados de acidentes mês a mês encontram-se no anexo A deste trabalho. Os dados de IGP-M e IPCA encontram-se em fontes abertas.

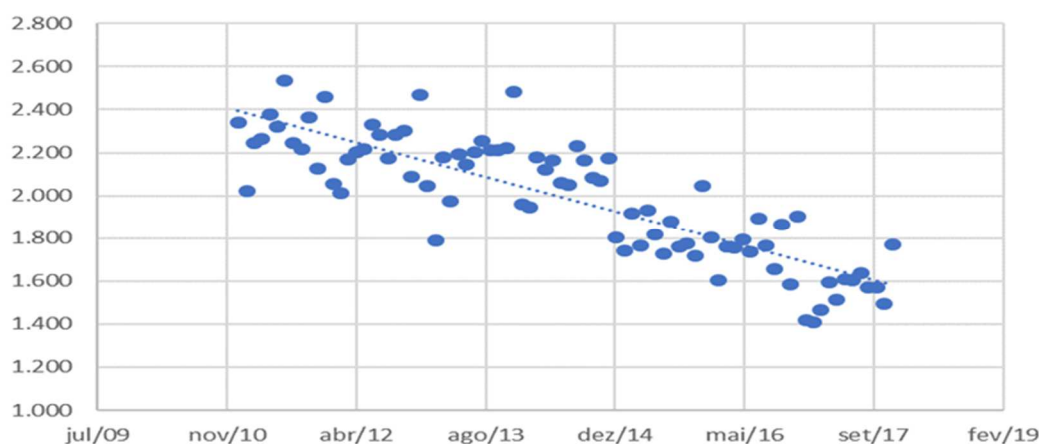


Gráfico 10: acidentes graves no Brasil entre os anos de 2011 e 2017 por quantidade e mês com linha de tendência (Fonte: SIGER/PRF em 18/03/2019).

5.3.3. O modelo linear encontrado

A variável independente IGP-M, explica os acidentes graves nacionais num nível de 72%, já o IPCA tem um R^2 de 75%. Em ambos os casos o P-Valor ficou inferior a 2^{-16} , ou seja, a hipótese de que os indicadores explicam satisfatoriamente nossa variável dependente é aceita.

Estes números são importantes pois, num primeiro momento, a função encontrada pode ser considerada explicativa, o que na prática quer dizer tendo o valor mensal do indicador econômico, pode-se calcular a quantidade de acidentes esperados.

Ao se realizar ações que a princípio reduziriam acidentes e tendo o valor esperado, pode-se saber se as ações são efetivas ou não.

Por exemplo: estima-se que em determinado mês foi calculado com base na variável independente em 100 a quantidade de acidentes. Se alguma ação resultou em 90 ocorrências, esta foi eficaz; se foi 110 a prática deverá ser revista pois se mostrou ruim.

Apesar de muito próximos em resultados o IPCA se mostrou ligeiramente mais satisfatório ficando a equação da seguinte forma:

$$\text{Acidentes graves nacionais (estimado)} = 3.782,63089 - 0,44357 \times \text{IPCA}$$

Num segundo momento tratou um modelo de regressão linear apenas para os acidentes no Rio de Janeiro, tomando por variáveis independentes os mesmos indicadores acima. Neste caso, o P-valor se mostrou também baixo, mas os coeficientes de explicação (R^2) para estes casos ficaram em insatisfatórios 63% para ambos. Este número não é de se estranhar pois o país possui uma gama de realidades econômicas e os indicadores tratados retratam o país como um todo, por isso o modelo para o estado do Rio não tem representatividade.

5.3.4. Análise de resíduos

No Gráfico 11 pode-se verificar certa regularidade no entorno do zero. Mesmo assim existem valores que estão destoando, principalmente nos meses de novembro a fevereiro (resultados mês a mês no anexo A).

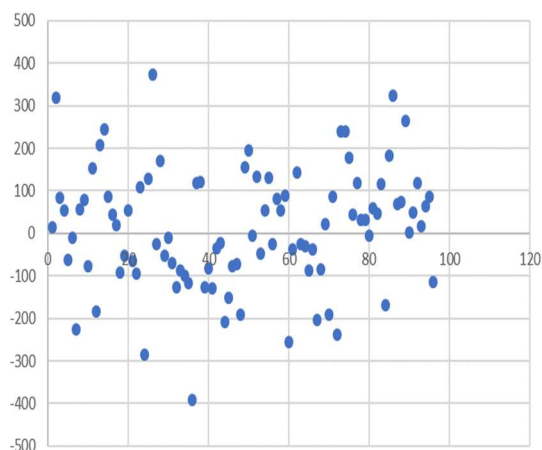


Gráfico 11: resíduo entre os valores de acidentes graves no Brasil estimados e observados entre os anos de 2011 e 2017.

Quando se extrapola para o grupo de teste (dados de acidentes graves 2018) é verificado que este modelo se mostra não totalmente satisfatório (Gráfico 12).

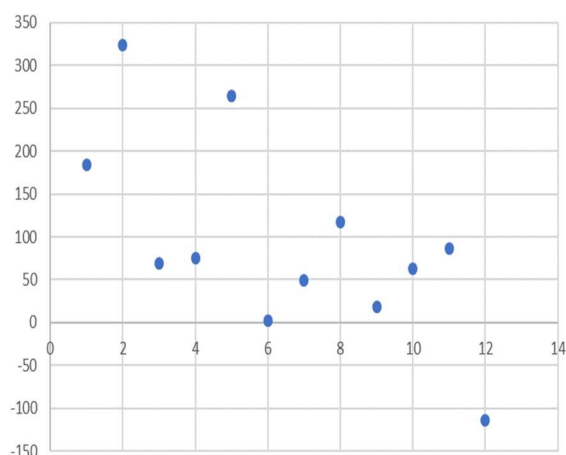


Gráfico 12: resíduo entre os valores de acidentes graves no Brasil estimados e observados no ano de 2018.

Algumas considerações importantes podem se tirar deste modelo:

- Há uma correlação significativa entre o IPCA e acidentes graves, o que possibilitou modelagem de função preditiva, porém, apesar deste ser considerado estatisticamente significativo, quando se trabalha o conjunto teste, há perda da efetividade.
- Como já pontuado, no ano de 2017 houve uma queda nos acidentes graves, sem que houvesse alterações de tendência no IPCA. Esta constatação sugere uma mudança no cenário das rodovias para este ano.
- A forma de captura pela PRF dos dados modificou em 2017. Por este motivo é que a escolha de acidentes foi na modalidade graves pois buscou justamente reduzir possíveis subdimensionamentos na coleta ao longo dos anos.
- Uma forma de melhorar o modelo seria ter uma maior quantidade de dados temporalmente falando, principalmente após esta alteração de coleta ocorrida em 2017.

Além do pontuado anteriormente algo muito importante tem que ser considerado: que o modelo estaria correto em sua essência e as ações tomadas em 2017/2018 surtiram o efeito esperado, ou seja, o número de acidentes graves ficou abaixo do estimado (Gráfico 13) – o que é uma boa notícia. Este enfoque faz com que o modelo careça de acompanhamento permanente para registrar as mudanças e se adequar às novas realidades.

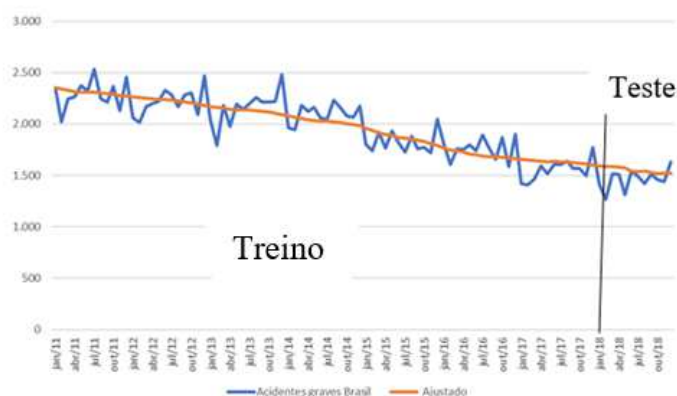


Gráfico 13: comparativo entre quantidade de acidentes ocorridos no Brasil e os estimados já com os dados de teste.

5.4. Impacto de circulação viária nos acidentes graves

Da mesma forma que no item anterior, será feita modelagem linear para a variável independente quantidade de veículos circulantes explicar os acidentes graves.

5.4.1. Variáveis independentes.

Desde 2008 a BR-101 no trecho que liga a divisa com o Espírito Santo com a cidade fluminense Niterói é administrada pela Autopista Fluminense que disponibilizou números mensais de veículos (por categoria) no período de janeiro 2012 a outubro 2018.

Foi visto que a BR-101 é uma das rodovias que possui maior importância em termos de tráfego no país, por isso, a quantidade de veículos circulantes em determinado ponto desta poderá explicar os acidentes graves nacionais.

Calculando o coeficiente de correlação de Pearson entre as categorias que passavam por uma de suas cabines de pedágio (Km 123 – distrito de Serrinha em Campos dos Goytacazes / RJ), duas destas tiveram correlações altas com os acidentes graves nacionais:

- Grupo 1: Ônibus e caminhão com duas rodas de rodagem dupla na traseira: 80%
- Grupo 2: Caminhão de cinco rodagens: 81%

Além da correlação alta, o ponto é central na ligação entre o sul e nordeste brasileiro, por isso sua importância e relevância.

5.4.2. Resultados.

Da mesma forma que nos indicadores econômicos, para estas variáveis o resultado apresentou performance aceitável para o grupo treino e insatisfatório para o grupo de teste conforme vê-se no Gráfico 14.

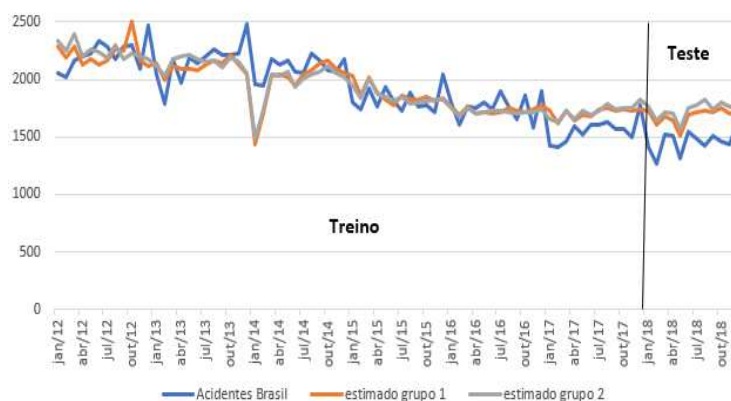


Gráfico 14: comparativo entre quantidade de acidentes ocorridos no Brasil e os estimados por grupo de veículos já com os dados de teste.

Aqui cabem os mesmos comentários mostrados no item 5.3.4.

Os dados fornecidos pela concessionária podem ser solicitados tomando por base a Lei de Acesso à Informação por ser concessão de serviço público.

6. Fatores de Redução de Ocorrências de Acidentes Graves no Norte Fluminense – rodovias da circunscrição da 08ª delegacia-PRF/RJ

6.1. BR-101

Esta rodovia desde 2008 é administrada pela empresa Autopista Fluminense que empreendeu diversas mudanças de engenharia viária.

No Gráfico 15 verifica-se a evolução dos acidentes desde a concessão da rodovia em 2008 até 2018.

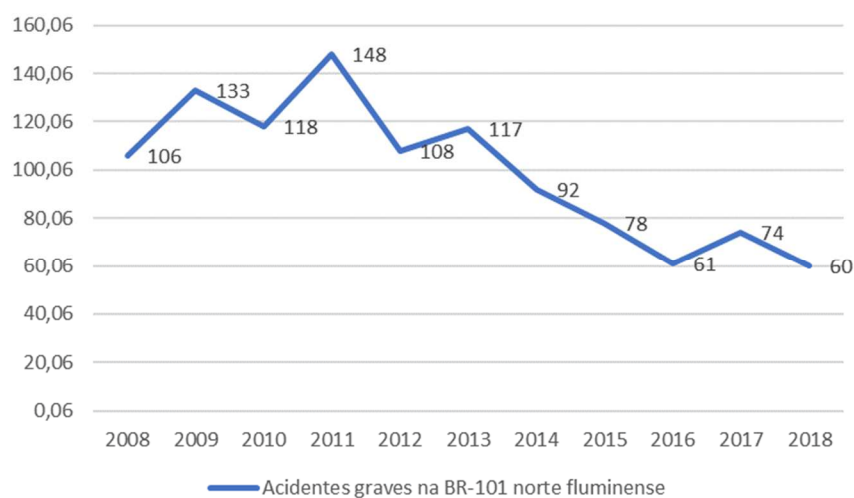


Gráfico 15: acidentes graves na BR-101 por ano desde início de concessão (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

O início das atividades da APF foi marcado por um aumento no número de acidentes graves. No Gráfico 05 pode-se ver que no país, como um todo, houve um aumento, mas na região norte fluminense da BR-101 este foi mais significativo.

Normalmente quando uma rodovia é reformada tem-se um aumento na quantidade de acidentes graves precedendo uma redução significativa. Empiricamente vemos que o usuário costumeiro da via ao se ver numa pista melhor acaba excedendo nas imprudências, o que resulta em mais acidentes graves.

Num primeiro momento a APF realizou basicamente serviços de tapar buracos na via, porém, outras alterações viárias foram empreendidas ao longo dos anos. Nos tópicos abaixo veremos seus impactos.

6.1.1. Trechos duplicados

Quando a rodovia foi concedida todo seu trecho era de pista simples, ou seja, apenas uma faixa de rolamento seguia sentido crescente e outra no decrescente. Algumas obras chamadas de duplicação foram realizadas. Abaixo vê-se a quantidade de acidentes graves no quilômetro afetado 12 meses antes e 12 depois.

As datas foram passadas pela própria concessionária e, de acordo com a lei de acesso às informações, podem ser solicitadas à mesma.

Tabela 04: comparativo de acidentes graves ocorridos 12 meses antes e 12 depois de duplicação de pista na BR-101/RJ

Intervalo Km	Liberação	Acidentes graves	
		12 meses antes	12 meses depois
84,6 a 89,2	out/16	5	1
89,2 a 93,3	jun/17	5	3
93,3 a 100	mai/17	1	1
100 a 105,2	nov/15	3	2
118 a 121,3	nov/18	4	Não há histórico ainda
121,3 a 123,2	fev/17	0	0
Total para o período		18	7

Fontes: SIGER/PRF – 18/03/2019 e APF.

Ainda que se desconsidere os 4 acidentes do intervalo 118 – 121,3, verifica-se uma redução de 50% no número de acidentes graves neste intervalo de tempo. Conforme apresentado na seção 5, parte desta redução está associada ao cenário econômico nacional, mas corrobora com a hipótese de que ações tomadas nos anos de 2017 e 2018 fizeram que os acidentes reduzissem mais do que as estimadas na regressão baseada em indicadores econômicos.

6.1.2. Balizadores tubulares

Feito em Polietileno semi-flexível (Figura 2) serve para divisão de faixas em pistas simples conforme mostrado na Figura 3.

Este objeto foi colocado com o objetivo de inibir ultrapassagens indevidas, infração que pode resultar em um dos tipos de acidentes mais graves: colisão frontal.

Este item de segurança foi colocado em espaços de poucos metros nos quilômetros especificados, mas a coleta foi dos dados de todo o Km nos 12 meses antes e depois.

Em alguns casos a concessionária só possuía informação do ano de implantação. Nestes será feita uma coleta de acidentes do ano anterior, do próprio e do posterior.



Figura 02: Balizador semi-flexível



Figura 03: Utilização de balizador para divisão de faixas em pistas simples.

Tabela 05: comparativo de acidentes graves ocorridos 12 meses antes e 12 depois de duplicação de pista na BR-101/RJ

Quilômetro	Implantação	Período de análise	Acidentes graves
11	dez/12	dez/11 a nov/12	1
		jan/13 a dez/13	0
13	ano de 2016	2015	0
		2016	0
		2017	0
16	ano de 2016	2015	1
		2016	1
		2017	0
65	mar/14	mar/13 a fev/14	1
		abr/14 a mar/15	2
66	mar/14	mar/13 a fev/14	3
		abr/14 a mar/15	0
81	ano de 2013	2012	1
		2013	0
		2014	1
83	ano de 2014	2013	1
		2014	0
		2015	1
84	ano de 2014	2013	0
		2014	0
		2015	0
92	ano de 2014	2013	0
		2014	0
		2015	2

Fontes: SIGER/PRF – 18/03/2019 e APF.

Esta intervenção obteve pouco impacto no que tange a redução de acidentes graves. Em alguns locais houve até aumento de ocorrências.

Ainda se verifica que os locais escolhidos para colocação dos equipamentos tinham poucos acidentes graves antes de sua colocação, o que demonstra sua subutilização para a finalidade de redução deste tipo de ocorrência.

6.1.3. Fechamento de acessos e colocação de semáforos

Observado no Gráfico 15 que a queda de acidentes graves na região norte fluminense foi de quase 60% entre 2011 e 2018 passando de 148 para 60. Alguns dos motivos desta redução foram apresentados ao longo deste trabalho, mas um dos fatores que se mostrou bem eficaz foi a remodelação de uma área específica.

Conforme visto no Gráfico 16, em 2011 mais da metade dos acidentes graves foram registrados entre os quilômetros 45 e 64,9, ou seja, 16 % de rodovia analisada era responsável por 51% das ocorrências. Isso motivou um trabalho em conjunto entre a PRF, como consultora; a concessionária que administra a via, Autopista Fluminense e a prefeitura municipal de Campos dos Goytacazes a realizar obras de engenharia de trânsito em 2012/2013 neste distrito: Guarus.

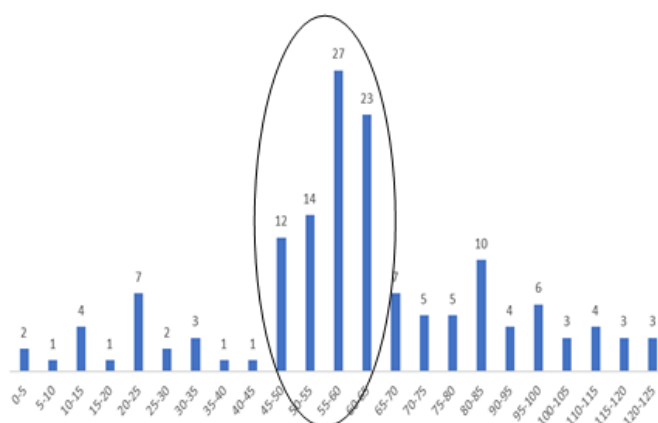


Gráfico 16: acidentes no ano de 2011 por intervalo de 5 quilômetros na região do norte fluminense (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

Este local é área urbana e por isso absorve todo o fluxo dos veículos que transitam em viagem e os deslocamentos locais. Além disso, a rodovia neste trecho divide o distrito em comunidades carentes onde muitos dos veículos que lá transitam estão sem condições de segurança e alguns dos condutores não são habilitados.

Das obras empreendidas, duas das principais são: acessos direto a pista foram reduzidos em número e alguns cruzamentos de via ganharam semáforos. Estas ações criaram um ordenamento no trânsito com reflexo direto na redução de acidentes neste trecho conforme vê-se na Tabela 06.

Tabela 06. Comparativo de acidentes graves ocorridos no intervalo de quilômetros 45 e 64,9 da BR-101/RJ com os acidentes totais do trecho e percentuais entre os anos de 2011 e 2018

Ano	Intervalo Km		Percentual
	45 a 64,9	0 a 123,5	
2011	76	148	51%
2012	43	108	40%
2013	42	117	36%
2014	29	92	32%
2015	28	78	36%
2016	26	61	43%
2017	31	74	42%
2018	27	60	45%

Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019.

Da Tabela 06 pode-se tirar algumas conclusões:

- As ações tomadas neste trecho conseguiram redução significativa no número de acidentes no computo geral da delegacia.
- Considerando o pouco intervalo de quilômetros, continuam proporcionalmente altos os índices de acidentes e voltaram a subir após 2016.

- Se for feito mais trabalhos focados neste pequeno trecho, pode ainda cair mais o número de acidentes graves no cômputo geral.

6.2. Análises sobre as intervenções na BR-101

Quando se fala em redução de acidentes há que se ter em mente gastos e eficiência.

Os balizadores foram os que menos obtiveram impactos positivos e foram a solução mais barata. Num primeiro momento poderia se pensar em descartá-lo como opção para salvar vidas, mas uma pergunta há que ser feita: que tipo de estudo foi feito previamente para definir onde colocá-los? Em pontos onde a modalidade de acidente mais comum seja por exemplo a colisão frontal, talvez este equipamento se mostre eficaz como pudemos ver no Km 66 que há um posto de combustíveis no sentido decrescente e muitos veículos que trafegavam no sentido crescente ao invés de ir ao contorno (há menos de 1 Km) para acessá-lo, cruzava a pista sem os cuidados necessários causando colisões transversais graves. Após os balizadores estes acabaram.

A duplicação se mostrou bem eficaz, mas, desconsiderando a redução geral do país para o período ante a situação econômica, ficou em termos similares às obras no trecho urbano de Guarus. Esta última foi um ordenamento viário com custos menores que a duplicação.

As duplicações de vias trazem agregados outros valores não tratados neste trabalho, mas em áreas urbanas cuja pista seja simples uma correta reordenação do fluxo de veículos poderá resultar em economia de vidas e de dinheiro no que tange a implementação, socorro e atendimento às vítimas.

6.3. BR-356

A BR-356 em seus 187 quilômetros é praticamente toda de responsabilidade do DNIT (excetuam-se trechos pequenos que são municipalizados).

A parte federalizada é toda de pista simples e embora não seja uma via tão movimentada e relevante como a BR-101, compõe o corredor logístico do porto do Açu no município de São João da Barra, ligando este aos grandes centros urbanos.

Nos Gráficos 17 e 18 vê-se um comportamento relativamente diferente entre a BR-101 e a BR-356 em alguns períodos temporais, ainda que após 2011 ela tenha seguido a tendência nacional de decréscimo de acidentes.

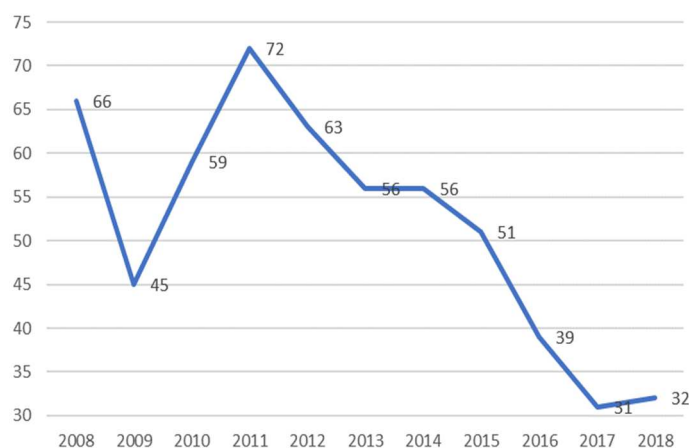


Gráfico 17: acidentes graves na BR-356 por ano (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

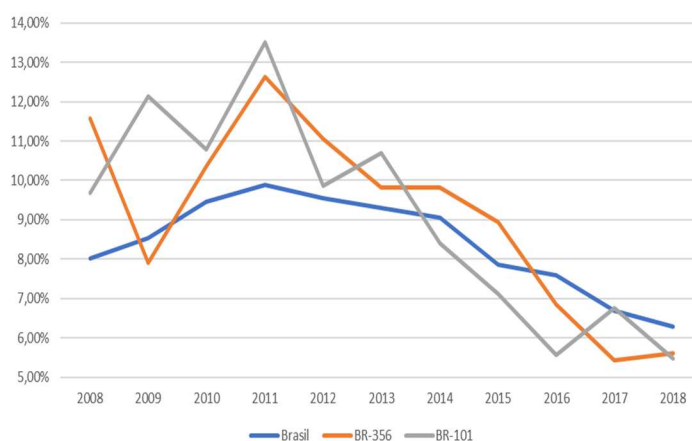


Gráfico 18: comparativo de percentual de acidentes graves nas BR-101 (08ª Del/RJ), BR-356 (08ª Del/RJ) e rodovias federais do Brasil por ano (Fonte: SIGER/PRF – 18/03/2019).

Da mesma forma que a BR-101 passou por obras e interferências de engenharia de trânsito no período de estudo, a BR-356 também as teve.

6.3.1. Obras de recapeamento da via

Até a liberação dos trechos recapeados, ou seja, melhorias no leito de rodagem, a pista possuía muitos buracos.

Diferentemente das obras de duplicação da BR-101, as realizadas na BR-356 implicaram retenções de fluxo em diversos momentos.

Não foram levantadas as datas de início das obras e sim as de entrega

O mais aconselhável seria fazer uma análise de dados dois anos antes e dois depois da entrega da obra pois o período desta também impactou na via, porém, coletar dados

dois anos após traria influência de outra ação vista no próximo item. Por isso, tal qual na BR-101, a análise será dos dados 12 meses antes e depois da liberação da via com a ressalva que tais resultados não possuem o mesmo significado que na duplicação da rodovia concedida, mas mostra que desde 2011 há um empenho governamental com vistas a redução acidentes, o que se confirma na Tabela 07.

Tabela 07. Comparativo de acidentes graves ocorridos em intervalos de quilômetros recapeados da BR-356/RJ 12 meses antes e depois da conclusão da obra

Intervalo Km	Liberação	Acidentes graves	
		12 meses antes	12 meses depois
0 a 29	dez/12	9	7
38 a 180	jun/11	55	44
Total para o período		64	51

Fontes: SIGER/PRF – 18/03/2019 e DNIT.

6.3.1. Radares fixos e estáticos

Em maio de 2013 e agosto de 2014 radares foram colocados na BR-356. Abaixo aparece seus impactos.

Com o objetivo de reduzir possíveis problemas de aproximação de localização de radar versus local exato do acidente, a quilometragem do radar foi truncada pelo valor inteiro, ou seja, radar colocado no Km 186,6, trata-se como 186.

Foram extraídos os acidentes graves registrados 2 quilômetros antes e depois da localização do radar e temporalmente 12 meses antes e depois da colocação do equipamento.

Durante o período tratado, obras para construção do porto do Açú estavam em funcionamento, por isso não houve delonga na amplitude temporal abordada sob o risco de reduções ou aumentos significativos do fluxo de veículos de carga

Tabela 08. Comparativo de acidentes graves ocorridos em intervalos de 2 quilômetros e 12 meses antes e depois da implantação dos radares da BR-356/RJ

Quilômetro	Implantação do radar			
	mai/13		ago/14	
	12 meses antes	12 meses depois	12 meses antes	12 meses depois
182	2	2		
171	1	2		
170	0	2		
169	1	3		
160	0	1		
157	3	0		
147	3	5		
89			0	2
77			2	2
76			3	1
70			1	0
38			0	2
35			0	0
31			4	2
30			4	3
28			3	5
19			4	0
Totais	10	15	21	17

Fontes: SIGER/PRF – 18/03/2019 e DNIT.

Algumas observações podem ser depreendidas da Tabela 08:

Os radares colocados no primeiro momento – entre os quilômetros 147 e 182 – estão em áreas urbanas, já os da segunda fase em área rural. No primeiro, mais do que velocidade o grande problema são as ultrapassagens indevidas pois os veículos transitando em via urbana não têm condições de empreender velocidades tão alta, por isso não se mostraram eficazes. Já na área rural, a velocidade é um problema que o radar consegue lograr êxito. Por isso falar em colocação de radar há que se preocupar com as características do entorno.

Não se pode tratar apenas desta dupla rural versus urbano. Também tem que levar em consideração que tipo de acidente ocorre com mais frequência no local. Onde, por exemplo, atropelamento de pedestre é o acidente mais comum, talvez a colocação de radar seja a solução mais aconselhável ainda que em trecho urbano.

7. Conclusão

A epígrafe desse trabalho inicia-se dizendo que “o óbvio precisa ser dito” dando a impressão de que todas as hipóteses iniciais tratadas iriam ser confirmadas ao longo do estudo. Muitas foram, outras não.

O artigo visa duas vertentes básicas: mostrar que aspectos socioeconômicos e econômicos impactam em acidentes graves e verificar o que foi feito na região norte do Rio de Janeiro para redução destas ocorrências.

Quanto às questões socioeconômicas vê-se que os aspectos sociais espalhados pelos brasis dentro de um único Brasil são uma realidade, ou seja, o que impacta nas festas religiosas do Pará não necessariamente refletirá no Rio de Janeiro e vice e versa. Mas os indicadores socioeconômicos não se mostraram correlacionados de forma satisfatória quando o comparativo são os acidentes graves de trânsito em nossas rodovias federais.

Já os indicadores econômicos não só apresentam uma correlação alta como também podem ser relativamente significativos numa regressão linear. O termo “relativamente” reside no fato em que no ano de 2017 houve uma ruptura positiva no tocante a acidentes graves e, desta forma, o modelo carece de acompanhamento para que, quando houver uma temporalidade maior, possa-se repetir o experimento.

Quanto aos acidentes na região da 08ª delegacia/PRF-RJ, houve confirmação de que tanto a duplicação da BR-101, o melhoramento da BR-356 e, principalmente, a reordenação do trecho de Guarus obtiveram resultados positivos. Mas o “não óbvio” habitou no fato de que balizadores e radares não obtiveram o resultado que inicialmente se achava que teria, sendo assim, a utilização destes deve ser precedida de estudos dos dados para que recursos importantes possam ser empregados em locais corretos.

Mas talvez o principal resultado deste estudo é a certeza de que não se vive mais na época do empirismo como única alternativa de gestão. Tudo tem que ser testado, correlacionado e demonstrado para que se possa retirar valor dos números que por si só são frios. E mais, esses valores têm que ser externados de tal forma que lance luz ante a capacidade cognitiva.

Este estudo focou no evento acidentes graves, mas outras questões têm que ser colocadas na balança quando a questão é matriz de transporte. Assuntos como logística para escoamento de produção, conforto, proteção ao meio ambiente e tempo de viagem, são temas importantes e que em momento oportuno já houve e ainda há espaço para ser tratado.

Este trabalho tem o escopo de, através de Data Analytics, balizar os tomadores de decisões e servir de início para quem queira se debruçar sobre o tema até que se encontre o modelo estatístico mais representativo ante as mudanças de cenários.

8. Referências

- Araque, Carlos Henrique Sosa. “O Paradigma Orgânico e seus Reflexos no Indivíduo, na Sociedade, no Estado e nas Organizações.” 2000. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Dissertação apresentada à Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas – EBAPE/FGV, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração Pública.
- Banco Central do Brasil. “índices de inflação” Disponível em: https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/legado?url=https:%2F%2Fwww.bcb.gov.br%2Fpre%2FportalCidadao%2Findecon%2Findice_inflacao.asp%3FidPai%3DPORTALBCB . Site oficial BCB, acessado em: 24/05/2019.
- BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento. “PIL Programa de Investimento em Logística.” Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/onde-atuamos/infraestrutura/programa-investimentos-logistica/pil%20programa%20investimentos%20logistica> . Site oficial BNDES, acessado em : 26/06/2018.
- Bueno, Eduardo. Canal YouTube: “não vai cair no ENEM” sobre “os bandeirantes” . Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rHgpCYjKekc>. Acessado em: 05/05/2019.
- CNT. Confederação Nacional de transportes. “Anuário de transporte.” Disponível em <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Anu%C3%A1rio/anuario%20rodoviario.pdf> , Site oficial da CNT, acessado em 17/03/2019.
- Costa, Daniel Antônio Torno de Araújo. “A influência do policiamento e da fiscalização nos acidentes de trânsito.” 2016. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Dissertação apresentada à Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas – EBAPE/FGV, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração Pública.
- DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. “Frota veicular.” Disponível em <http://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018> . Site oficial do DENATRAN, acessado em: 17/03/2019.
- DNIT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte “Nomenclatura das rodovias federais” <http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais> . Site oficial do DNIT, acessado em 06/09/19 12:20
- Geografia Opinativa. “Os modais de transporte no Brasil” Disponível em <https://www.geografiaopinativa.com.br/2017/01/os-modais-de-transportes-no-si.html> . Acessado em: 17/03/2019.
- Globo O. “Washington Luís inaugura a primeira rodovia asfaltada do país, a Rio-Petrópolis.” Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/rio-de-historias/washington-luis-inaugura-primeira-rodovia-asfaltada-do-pais-rio-etropolis-8849272> . Acervo digital do jornal O Globo, acessado em: 17/03/2019.
- Holanda, Sérgio Buarque de. “Raízes do Brasil”. Editora: Companhia das Letras, Reedição 2014.

- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. “Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras: Caracterização, tendências e custos para a sociedade. Relatório de Pesquisa. 2015.” Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_transito.pdf . Site oficial IPEA, acessado em 21/04/20149.
- Kuyven, Patrícia Sorgatto. “Métodos estatísticos aplicados ao processo decisório”. 2010. Editora Unisinos.
- Moreira, Marcus Vinicius. “Construção de Modelos de Previsão de Acidentes de Trânsito Utilizando Séries Temporais”. 2014. Dissertação (Pós-Graduação em Estatística) – Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada da Universidade Cruzeiro do Sul, como requisito à obtenção do título de especialista em Estatística.
- Oliveira, Antônia Maria de Fátima. “ONU – Década de Ações para a Segurança no Trânsito 2011 – 2020.” 2016 Editora: Câmara dos Deputados.
- ONU. Organização das Nações Unidas. “Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020 é lançada oficialmente hoje (11) em todo o mundo”. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/decada-de-acao-pela-seguranca-no-transito-2011-2020-e-lancada-oficialmente-hoje-11-em-todo-o-mundo/> . Site oficial ONU, acessado em 21/04/2019.
- Ribeiro, Darcy. “O povo brasileiro, a formação e o sentido do Brasil”. Editora Global Reedição 2015.
- WHO. World Health Organization. Global. “Status report on road safety 2015”. Disponível em http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/ . Site oficial WHO, acessado em: 22/04/2019.

Anexo A

Quantidades de acidentes graves mês a mês nas rodovias federais do Brasil, IPCA, valores ajustados pela função linear encontrada no item 4.3.3, resíduos para o conjunto de treinamento (2011 a 2017) e de teste (2018).

Mês	Brasil	IPCA	Ajustado	Resíduo
jan/11	2.340	3222,42	2353,26	13
fev/11	2.023	3248,2	2341,83	319
mar/11	2.247	3273,86	2330,44	83
abr/11	2.265	3299,07	2319,26	54
mai/11	2.376	3314,58	2312,38	-64
jun/11	2.320	3319,55	2310,18	-10
jul/11	2.534	3324,86	2307,82	-226
ago/11	2.246	3337,16	2302,37	56
set/11	2.216	3354,85	2294,52	79
out/11	2.365	3369,28	2288,12	-77
nov/11	2.128	3386,8	2280,35	152
dez/11	2.457	3403,73	2272,84	-184
jan/12	2.057	3422,79	2264,38	207
fev/12	2.014	3438,19	2257,55	244
mar/12	2.169	3445,41	2254,35	85
abr/12	2.201	3467,46	2244,57	44
mai/12	2.219	3479,94	2239,03	20
jun/12	2.331	3482,72	2237,8	-93
jul/12	2.284	3497,7	2231,16	-53
ago/12	2.172	3512,04	2224,8	53
set/12	2.282	3532,06	2215,92	-66
out/12	2.302	3552,9	2206,67	-95
nov/12	2.089	3574,22	2197,21	108
dez/12	2.469	3602,46	2184,69	-284

Mês	Brasil	IPCA	Ajustado	Resíduo
jan/13	2.044	3633,44	2170,95	127
fev/13	1.789	3655,24	2161,28	372
mar/13	2.180	3672,42	2153,66	-26
abr/13	1.974	3692,62	2144,7	171
mai/13	2.192	3706,28	2138,64	-53
jun/13	2.146	3715,92	2134,36	-12
jul/13	2.203	3717,03	2133,87	-69
ago/13	2.257	3725,95	2129,91	-127
set/13	2.212	3738,99	2124,13	-88
out/13	2.214	3760,3	2114,67	-99
nov/13	2.223	3780,61	2105,67	-117
dez/13	2.482	3815,39	2090,24	-392
jan/14	1.962	3836,37	2080,93	119
fev/14	1.948	3862,84	2069,19	121
mar/14	2.181	3898,38	2053,43	-128
abr/14	2.124	3924,5	2041,84	-82
mai/14	2.164	3942,55	2033,83	-130
jun/14	2.062	3958,32	2026,84	-35
jul/14	2.050	3958,72	2026,66	-23
ago/14	2.230	3968,62	2022,27	-208
set/14	2.163	3991,24	2012,24	-151
out/14	2.082	4008	2004,8	-77
nov/14	2.067	4028,44	1995,74	-71
dez/14	2.174	4059,86	1981,8	-192

Mês	Brasil	IPCA	Ajustado	Resíduo
jan/15	1.803	4110,2	1959,47	156
fev/15	1.742	4160,34	1937,23	195
mar/15	1.918	4215,26	1912,87	-5
abr/15	1.767	4245,19	1899,59	133
mai/15	1.932	4276,6	1885,66	-46
jun/15	1.817	4310,39	1870,67	54
jul/15	1.729	4337,11	1858,82	130
ago/15	1.880	4346,65	1854,59	-25
set/15	1.762	4370,12	1844,18	82
out/15	1.775	4405,95	1828,28	53
nov/15	1.720	4450,45	1808,54	89
dez/15	2.045	4493,17	1789,6	-255
jan/16	1.803	4550,23	1764,29	-39
fev/16	1.604	4591,18	1746,12	142
mar/16	1.762	4610,92	1737,37	-25
abr/16	1.755	4639,05	1724,89	-30
mai/16	1.796	4675,23	1708,84	-87
jun/16	1.738	4691,59	1701,58	-36
jul/16	1.894	4715,99	1690,76	-203
ago/16	1.766	4736,74	1681,56	-84
set/16	1.657	4740,53	1679,87	23
out/16	1.866	4752,86	1674,4	-192
nov/16	1.584	4761,42	1670,61	87
dez/16	1.903	4775,7	1664,27	-239

Mês	Brasil	IPCA	Ajustado	Resíduo
jan/17	1418	4793,85	1656,22	238
fev/17	1409	4809,67	1649,21	240
mar/17	1466	4821,69	1643,87	178
abr/17	1596	4828,44	1640,88	45
mai/17	1515	4843,41	1634,24	119
jun/17	1608	4832,27	1639,18	31
jul/17	1603	4843,87	1634,04	31
ago/17	1636	4853,07	1629,95	-6
set/17	1568	4860,83	1626,51	59
out/17	1570	4881,25	1617,45	47
nov/17	1495	4894,92	1611,39	116
dez/17	1771	4916,46	1601,84	-169
jan/18	1412	4930,72	1595,51	184
fev/18	1265	4946,5	1588,51	324
mar/18	1517	4950,95	1586,54	70
abr/18	1507	4961,84	1581,71	75
mai/18	1309	4981,69	1572,9	264
jun/18	1543	5044,46	1545,06	2
jul/18	1489	5061,11	1537,67	49
ago/18	1422	5056,56	1539,69	118
set/18	1511	5080,83	1528,93	18
out/18	1456	5103,69	1518,79	63
nov/18	1437	5092,97	1523,54	87
dez/18	1634	5100,61	1520,15	-114