

A Geografia dos acidentes na BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares: o que pode ser explicado pela morfoestrutura regional?

Renato Martins Passos Ferreira
Mestrando em Sensoriamento Remoto – INPE

Sergio Donizete Faria
Professor Adjunto do Departamento de Cartografia do IGC/UFMG

Bráulio Magalhães Fonseca
Doutorando em Geografia – IGC/UFMG

Resumo

Este trabalho apresenta a distribuição espacial dos trechos com maior índice de acidentes ocorridos na BR-381, entre os municípios de Belo Horizonte e Governador Valadares, considerando as características físicas da região, para o período de 2008 a 2010. Pretende-se assim fornecer elementos relacionados aos aspectos geomorfológicos da região que tornem possível o entendimento mais objetivo do alto índice de ocorrência de acidentes nesse trecho da rodovia.

Abstract:

This paper presents the spatial distribution of the sections with the highest rate of accidents on the BR-381, between Belo Horizonte and Valadares, considering the physical characteristics of the region for the period 2008 to 2010. The aim is to provide information related to the geomorphological aspects of the region that can become more objective understanding of the high rate of accidents along this highway..

Recebido 03/2012
Aprovado 09/2012

Palavras-chave: Mortalidade por causas externas; acidente de transporte; distribuição espacial de acidentes.

Key words: *External-cause mortality; transportation accidents; spatial distribution of accidents.*

renatompf@gmail.com

sergiofaria@ufmg.br

brauliomagalhaes@cart.igc.ufmg.br

Introdução

O Brasil tem apresentado uma mudança no padrão de mortalidade nas últimas décadas, tanto em termos de faixas etárias quanto em relação aos grupos de causa. Apesar do índice geral de mortalidade ter reduzido, alguns grupos de causa ganharam destaque nesse período como, por exemplo, as mortes por causas externas. Esse fenômeno se encontra relacionado com o contexto social e econômico do país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). Um componente relevante no aumento das mortes por causas externas são os acidentes de transportes, notadamente o transporte rodoviário, por ser mais recorrente e empregado com maior incidência, tendo em vista o modelo de transporte predominantemente adotado no país.

O aumento da taxa de mortalidade por causas externas ocorrido no Brasil nos últimos trinta anos tem gerado diversos impactos na sociedade, desde questões econômicas e de políticas públicas até alterações dos padrões de estrutura social e de qualidade de vida, podendo chegar a representar uma diminuição na expectativa de vida da população, em especial a masculina.

Segundo análise do Ministério da Saúde, a região Sudeste concentra mais da metade dos óbitos por causas externas do país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010) e, no que diz respeito aos acidentes de trânsito, Minas Gerais aparece em destaque em razão de sua extensa malha rodoviária e de fatores como má conservação das rodovias, traçados complexos e incompatíveis com a demanda de usos, além da falta de preparo dos condutores.

Neste contexto, a BR-381, no trecho entre Belo Horizonte e Governador Valadares (km 144 a km 453) aparece recorrentemente com elevado índice de acidentes, muitos dos quais com vítimas fatais, além de grande repercussão social. Entre as diversas causas dos acidentes, a geometria do traçado da rodovia é bastante relevante, tendo em vista a existência de muitas curvas acentuadas e o uso ao qual se destina a via. No referido trecho, a BR-381 caracteriza-se pelo fluxo intenso de veículos, notadamente caminhões, uma vez que funciona como importante sistema de ligação entre diversas fábricas e usinas e centros consumidores, além de portos de exportação de mercadorias.

Dessa forma, a representação espacial dos registros de acidentes ocorridos nos anos de 2008, 2009 e 2010, no trecho mencionado auxilia na análise, reconhecimento e identificação dos locais mais susceptíveis à ocorrência desses acidentes, de forma mais objetiva, e no entendimento desses eventos naquilo que pode estar relacionado com o traçado da via condicionado pelos aspectos morfoestruturais onde ela está inserida.

A desconformidade entre a capacidade da rodovia e o número atual de veículos, juntamente com a carência de manutenção, de sinalização e a qualidade da pavimentação são fatores que contribuem para que haja um acréscimo do número de acidentes e, conseqüentemente, da mortalidade por causas externas. Este trabalho constitui um primeiro esforço de estabelecer um paralelo entre morfologia, traçado, acidentes e mortalidade, com foco na relação entre a geometria da BR-381, no trecho entre Belo Horizonte e Governador Valadares, e os aspectos morfoestruturais.

Para estabelecer a relação entre as características físicas e os acidentes com transporte rodoviário primeiramente é feito um estudo das mortes por causas externas e suas interações com os acidentes de transportes, baseando-se em estatísticas e levantamentos disponibilizados pelos órgãos competentes e também noutros estudos realizados sobre o tema. Na sequência é apresentada uma descrição e uma caracterização da região estudada, segundo suas características físicas

e também socioeconômicas, que constitui etapa fundamental para o esforço empreendido em relacionar essas características físicas da região com a geometria da rodovia e a ocorrência de acidentes. É realizada ainda a espacialização dos grandes domínios morfoestruturais citados na literatura sobre a área em questão, bem como a confecção de um perfil longitudinal do traçado da BR-381 para o trecho em estudo. Nesta fase foram utilizadas imagens do sensor TM/Landsat 5 e o modelo digital de elevação TOPODATA/INPE, de acordo com a metodologia utilizada em Augustin et al (2011). A essa caracterização da região é sobreposto o levantamento linear do traçado da rodovia executado pelo DER/MG.

Foi escolhido esse trecho da rodovia por causa do número de acidentes e mortes nele registrados e da complexidade/quantidade de formas de relevo.

Mortalidade e transporte

A mortalidade por fatores externos é entendida como uma morte “não natural”, fruto de interferência voluntária como, por exemplo, homicídios ou suicídios, ou por causa brutal, como acidentes de trânsito (CHESNAIS, 2003). Segundo Camargo (2002), os óbitos relacionados a fatores externos já representam o segundo em volume no Brasil, ficando atrás apenas dos óbitos ocorridos em função de doenças circulatórias. Em números absolutos, de 1980 a 2000, as mortes por causas externas no país subiram mais de 68%, enquanto que o total de óbitos cresceu 26% (DIAS JUNIOR, 2004).

Em Minas Gerais, a mortalidade por condicionantes externos também ocupa posição de destaque no perfil geral de mortalidade, atingindo, em 2004, o quarto lugar entre os grupos de causa de mortes. Em 2007 foram registrados 12.415 óbitos por acidentes e violências de pessoas residentes no estado. Isso significa uma média de 34 mortes por dia, sendo que a maioria, aproximadamente 37% do total de mortes, está contida na faixa etária de 15 a 29 anos (MINAS GERAIS, 2010). Portanto, os custos sociais e econômicos resultantes dessas causas tornam-se cada vez mais relevantes, em função das mortes prematuras ou incapacidades devido a lesões e da sobrecarga na demanda de serviços assistenciais. Dessa forma, o crescimento dos agravos decorrentes de causas externas, como homicídios, acidentes de transporte e suicídios, representa um desafio para a sociedade e para os governantes.

Os acidentes de transportes representam o segundo maior agente causador de óbitos no Brasil entre as causas externas, estando atrás apenas dos homicídios, compreendendo um total de 36.666 mortes em 2008 e uma percentagem de 27,4% do total de mortes por causas externas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). Tomando-se por base os acidentes registrados nas rodovias federais no ano de 2008, chega-se a um total de 138.802 acidentes, que resultaram em 83.227 feridos e 6.858 mortos. Em torno de 16% do total desses acidentes ocorreram em Minas Gerais, sendo esse o estado que apresentou o maior número de registros em acidentes nas rodovias federais, no período entre 2004 e 2008 (ANTT, 2009).

Minas Gerais é destaque nacional em quantidade de acidentes e de óbitos nas estradas. Dentre as rodovias que cortam o estado, a BR-381 é uma das que mais chamam atenção em função do número de acidentes e de mortes, tendo recebido a alcunha de “rodovia da morte”, principalmente no trecho que liga a região central do estado ao acesso ao litoral capixaba e ao Nordeste. Em 2005, foram registrados 17.592 acidentes na malha rodoviária federal de Minas Gerais, sendo 1.923 (10,93%) ocorridos entre os km 144 e 453 da BR-381 (ANTT, 2009).

Na Tabela 1 são apresentados os números de acidentes registrados no trecho entre Belo Horizonte e Governador Valadares da BR-381, entre os anos de 2005 e 2008, de acordo com Torres (2010). Pelos dados apresentados nessa tabela pode-se observar um aumento significativo no número de acidentes no período analisado de mais de 40%.

Tabela 1 **Acidentes na BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares – 2005 a 2008**

Classificação	BR-381 (km 144 a 453)				
	2005	2006	2007	2008	Varição (%) 2005-2008
Acidentes sem vítimas	1193	1266	1469	1607	34,70%
Acidentes com feridos	633	762	956	1003	58,45%
Acidentes com fatalidades	97	106	83	105	8,25%
Total de acidentes	1923	2134	2508	2715	41,19%

Fonte: Adaptada de Torres (2010).

Apesar do crescimento do número de acidentes com fatalidades ter sido pequeno no período mencionado (8,25%), o número de acidentes com feridos apresentou um acréscimo bastante significativo (58,45%), superior ao de registros sem vítimas (34,70%).

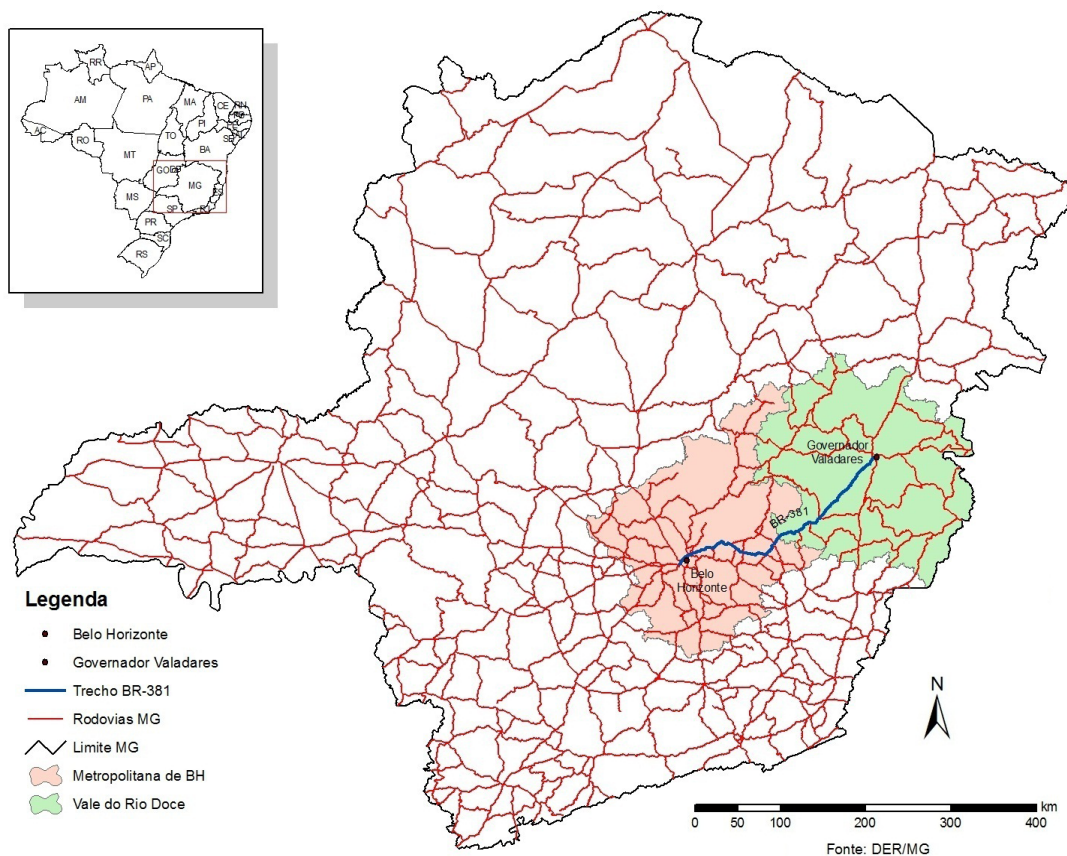
O Código Nacional de Trânsito Brasileiro, instituído em 1997, foi uma medida implantada que apresentou bons resultados no estado, reduzindo o risco de morte por acidentes de transporte em seus primeiros anos de atuação. Contudo, após esse período inicial, houve uma retomada no crescimento do número de acidentes e na mortalidade no transporte, chegando a uma taxa de 19,6 óbitos por 100 mil habitantes, valor próximo ao ano anterior à criação do código (MINAS GERAIS, 2010).

Em vista dos dados e registros de acidentes e da importância que a rodovia BR-381 possui na questão da mobilidade e no escoamento da produção e da circulação econômica do estado e o histórico brasileiro de utilização do transporte rodoviário em detrimento das demais alternativas (ferroviário e hidroviário, por exemplo) justifica-se, portanto, atentar para os fatores que implicam na ocorrência de acidentes, em busca de entendimento e de alternativas para redução das estatísticas existentes.

Caracterização da área

De acordo com divisão estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2011), a região pesquisada da BR-381 está localizada em duas mesorregiões do estado de Minas Gerais: região Metropolitana de Belo Horizonte e região do Vale do Rio Doce. Na Figura 1 é apresentado um mapa de localização do trecho em estudo no estado.

Figura 1 Localização do trecho em estudo da BR-381.



Fonte: Dados disponibilizados pelo DER/MG (2010).

O trecho em estudo, do km 144 ao km 453, representa importante via de acesso à capital mineira e também a regiões de produção industrial do estado, notadamente a região do Vale do Aço. A rodovia permite ainda a conexão entre as regiões Sudeste e Nordeste do país. O tráfego médio diário no trecho descrito é de aproximadamente 30 mil veículos, em grande parte constituído de caminhões e carretas (ANTT, 2009). A seguir é apresentada uma caracterização física e socioeconômica da região.

Caracterização litoestrutural

O substrato litoestrutural regional é bastante diversificado, o trecho em análise parte do embasamento cristalino e segue subparalelamente ao lineamento com rumo N45E, morfologicamente representado pelo sistema Serra do Curral – Serra da Piedade. Nesse trecho a rodovia passa por gnaisses e granitoides diversos dos Complexos Belo Horizonte e Caeté (embasamento cristalino). Localmente, em um curto trecho nas adjacências da Serra da Piedade, o substrato litológico é caracterizado por filitos, xistos e quartzitos do Super Grupo Minas (localmente indiviso) e por uma zona

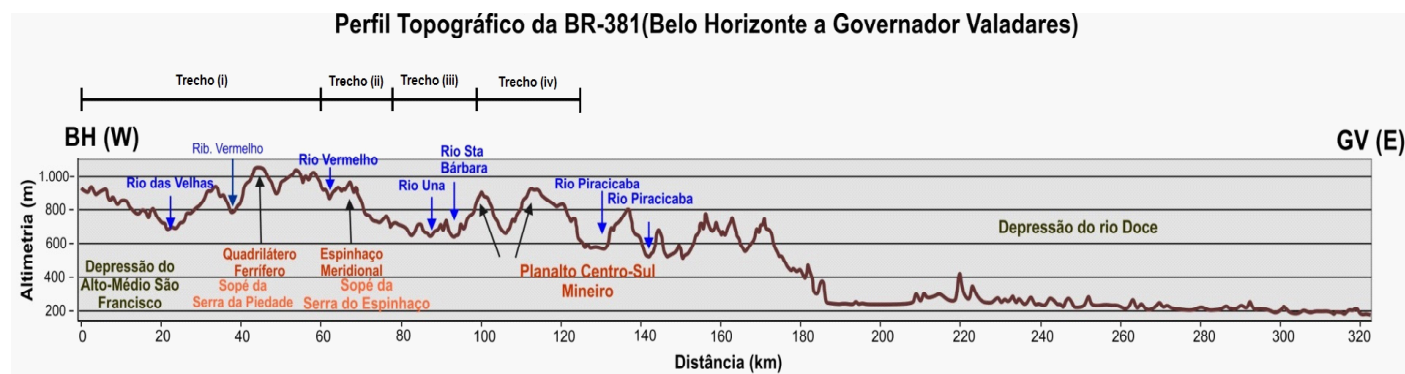
de cisalhamento compressional, ambos descritos por Baltazar et al (2005). A rodovia segue sobre litotipos do embasamento cristalino até o grande divisor de águas entre as bacias hidrográficas do rio São Francisco e rio Doce, localmente Velhas/Piracicaba, quando passa por uma zona de cisalhamento compressional com quartzitos e conglomerados do Supergrupo Espinhaço, na localidade de Serrinha em Bom Jesus do Amparo. Após cortar o divisor de águas, continua sobre rochas de idade arqueana do Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico, descrito por Padilha (2000), até o município de São Gonçalo do Rio Abaixo. Em uma perspectiva regional, é nítido o aumento do número de lineamento estruturais e falhamentos diversos no trecho que abrange os territórios de São Gonçalo do Rio Abaixo, João Monlevade e Bela Vista de Minas, um dos trechos com a maior ocorrência de acidentes (Figura 3). É também nesse trecho que observa-se a maior variabilidade litológica, além das rochas do complexo granito-gnáissico-migmatítico, granito da suíte Borrachudos (Corpo Peti), xistos e metagrauvascas do Grupo Nova Lima, diques de metabasalto, filitos e quartzitos do Grupo Caraça e itabiritos da Formação Cauê.

Após esse trecho a rodovia segue até Governador Valadares em relativa homogeneidade litológica, a partir de Bela Vista de Minas até Ipatinga a sequência litológica vai de ortognaisses e anfibolitos do Complexo Mantiqueira, granitos do Corpo Açucena. No referido trecho a BR-381 passa longitudinalmente por depósitos aluvionares do rio Piracicaba e localmente, de maneira transversal, por depósitos homólogos relacionados aos afluentes da margem esquerda do rio Doce. De Santana do Paraíso até Governador Valadares a rodovia segue predominantemente sobre granitoides do Complexo Piedade e depósitos aluvionares da margem esquerda do rio Doce.

Domínios morfoestruturais ao longo da BR-381

O trecho da BR-381 compreendido entre Belo Horizonte e Governador Valadares pode ser dividido em cinco grandes domínios morfoestruturais, a saber: Depressão do Alto-médio São Francisco; Quadrilátero Ferrífero; Espinhaço Meridional; Planalto Centro-sul Mineiro e Depressão do Rio Doce. Na Figura 2 é apresentado o perfil topográfico desse trecho destacando esses cinco grandes domínios morfoestruturais.

Figura 2 Perfil topográfico da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares.



A Depressão do Alto-médio São Francisco apresenta-se como uma área rebaixada em relação aos planaltos adjacentes: o planalto do Espinhaço Meridional à leste, o Quadrilátero Ferrífero ao sul e a Serra Geral de Goiás a oeste, fora da área de estudo do presente trabalho. Nesse domínio encontram-se áreas cársticas, zonas de colinas arredondadas, zonas de colina alongadas com topos aplainados, além de serra como planaltos residuais. A diversidade morfológica da região está diretamente ligada à complexidade geológica (controles estruturais e tectônicos) local, aos processos morfoclimáticos tropicais e à atuação da drenagem do rio São Francisco e de seus afluentes (SOUZA e SILVA, 2009).

O Quadrilátero Ferrífero caracteriza-se por uma complexa trama de relevos acidentados, com altitudes que variam de 1.100 a 1.700 m, sendo que na Serra do Caraça, atingem 2.064 m. Neste domínio estão localizadas as cabeceiras das bacias dos rios das Velhas e Doce, importantes bacias hidrográficas no trecho estudado da BR-381, além de uma importante zona de transição entre diferentes biomas, incluindo resquícios de mata atlântica, trechos de cerrado e campos rupestres. Esta unidade geomorfológica sofre importante influência das estruturas geológicas, em especial no controle dos processos de dissecação do relevo, no qual se destacam alinhamentos de cristas com vales encaixados e vertentes ravinadas (MARENT e SALGADO, 2010).

A unidade de macrocompartimentação geomorfológica do Planalto e Serras do Espinhaço se caracteriza por um conjunto de formas de relevo representadas, majoritariamente, por cristas, escarpas e vales profundos, oriundos de processos de dissecação fluvial em rochas predominantemente quartzíticas, pertencentes ao Supergrupo Espinhaço. Nessa unidade encontram-se áreas de cristas e picos, com vales encaixados e vertentes íngremes, além de extensos escarpamentos, com topos entre 1.300 e 1.500 m. São encontradas também formas de colinas, associadas com cristas, que possuem altitudes mais baixas, com médias entre 850 e 1.000 m. Os planaltos e serras do Espinhaço apresentam dobras que resultam em cristas longas separadas por vales profundos, formações advindas da dissecação fluvial na região (SAADI, 1995).

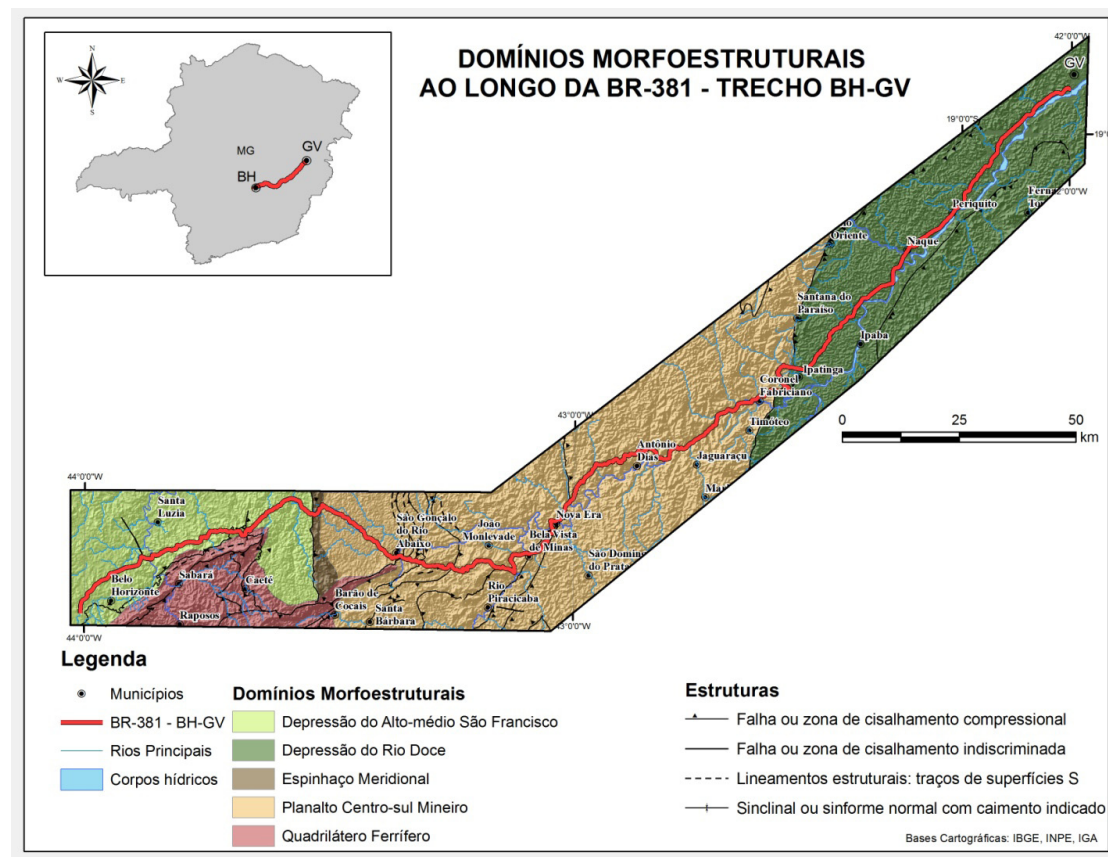
O Planalto Centro-sul Mineiro corresponde a um extenso domínio morfoestrutural, composto por colinas, cristas, pontões e vales encaixados, em sua maioria, formas oriundas da dissecação fluvial em rochas granito-gnaissicas e granitoides diversos. Pode-se dividir a unidade em zonas de colinas e zona de pontões. Na primeira, predominam colinas côncavo-convexas e vales encaixados em “v”, além de vertentes ravinadas e cristas associadas às colinas. Os topos localizam-se entre 850 e 950 m em média, podendo as cristas atingir até 1.300 m nas encostas do Espinhaço, regredindo em altitude em direção ao Rio Doce. A drenagem na região é bastante densa (padrão dendrítico), com vales encaixados que apresentam vertentes da ordem de 100 a 200 m, sendo o aparecimento de planícies fluviais bastante restrito (COELHO, 2006).

Na zona de pontões são encontradas muitas formas de relevos residuais, podendo ocorrer isoladas ou em agrupamentos. Representam elevações rochosas de topos arredondados e vertentes convexas abruptas, que evoluem por esfoliação, por meio do destacamento de placas. Existem também colinas côncavo-convexas na região. As altitudes ficam em torno de 700 a 800 m em média, podendo chegar a 900 a 1.300 m em pontões e cristas. A drenagem é encaixada e apresenta um controle estrutural em parte dos cursos. Outra característica é a instabilidade das vertentes, em especial nas áreas de pontões, onde são registradas formas de erosão aceleradas, como escorregamentos e voçorocas (COELHO, 2006).

A depressão do Rio Doce, por sua vez, configura-se como uma depressão interplanáltica, com altitudes rebaixadas em relação ao entorno que variam entre 250 e 500 m, fato bem delineado por desníveis altimétricos abruptos no contato com as formas circundantes. A depressão é marcada pela presença de colinas de declividade média e topo plano, associadas a vales de fundo chato, planícies fluviais colmatadas, rampas de colúvio, depósitos aluvionais e lagos de barragem natural. Predominam processos de dissecação fluvial e acumulação, sendo encontrados topos tabulares remanescente de degradação de superfície de aplainamento antiga, que em geral apresenta cobertura lateritizada. As condições e oscilações climáticas contribuem para a geodinâmica local na formação de espessos mantos de intemperismo e no entalhamento dos vales. Associado a isso, a retirada da cobertura vegetal acelera o processo de surgimento de sulcos e ravinas. O clima dessa região é o tropical úmido, marcado por verão úmido e inverno seco, com precipitações entre 1.000 e 1.500 mm e temperatura média em torno de 23° C (CBH DOCE, 2005).

Na Figura 3 é apresentado um mapa desses cinco domínios morfoestruturais com a sobreposição do trecho da rodovia BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares.

Figura 3 Mapa dos domínios morfoestruturais – BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares.



O contexto geológico e geomorfológico do trecho em estudo da rodovia é complexo, oriundo de processos diversos, que conferem à região variações em relação ao relevo, a drenagem e a vegetação, fatores que impactam diretamente sobre o traçado da BR-381.

Caracterização socioeconômica

Outra questão fundamental para a análise dos acidentes de transportes na rodovia diz respeito à importância econômica da região, tendo em vista o intenso tráfego de veículos para transporte de cargas e de pessoas. O trecho conecta a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) à região do Vale do Aço, significativo pólo produtivo do estado e do país, com diversos jazimentos e ocorrências minerais. Destacam-se as empresas ligadas à siderurgia e à exploração de outros minerais importantes (manganês, ouro e pedras preciosas), podendo-se citar a ArcelorMittal Inox Brasil, a Usina Siderúrgica de Minas Gerais (USIMINAS), a fábrica de cimento CAUÊ, além da Celulose Nipo Brasileira (CENIBRA), sendo essa última ligada ao cultivo do eucalipto na região. A Companhia Vale do Rio Doce (VALE), instalada no município de Itabira, também pode ser citada, uma vez que gera importante movimento de mercadorias e matérias-primas e de pessoas na rodovia.

Todas essas empresas possuem um crescente consumo de matéria-prima e de exportação de produtos, além de perspectivas de expansão física e produtiva, demandando, portanto, intensiva utilização do meio de transporte rodoviário, uma vez que esse se destaca amplamente em relação ao uso de outros modais na região (EZEQUIEL, 2007). A atividade agropecuária completa o quadro econômico da região, que demanda matéria-prima, insumos, mão-de-obra e transporte de mercadorias para os mercados consumidores e para os portos de exportação.

Além da questão econômica e produtiva, a rodovia representa também importante ligação entre as regiões Sudeste e Nordeste do país, sujeita, portanto, ao intenso fluxo de veículos, em especial durante finais de semana e feriados prolongados. Nesse mesmo contexto, a BR-381 é constantemente utilizada como acesso da população mineira ao litoral do Espírito Santo e da Bahia, revelando ainda sua importância social.

Tendo-se em vista a complexidade da morfologia da região e a importância social e econômica da rodovia, cabe ainda conhecer o contexto de idealização e de sua construção, o que permite relacionar o traçado não apenas às características físicas e geográficas, mas também as condições técnicas e tecnológicas da época de sua criação.

A BR-381 foi construída para ligar a região central e a região leste do estado, com o intuito de facilitar o deslocamento e fomentar o crescimento industrial e econômico de Minas Gerais. O projeto original seguiu a rota utilizada por “burros de carga” que realizavam o transporte entre Belo Horizonte e João Monlevade, passando, portanto, por vales e contornando montanhas. Dessa forma, o trajeto atual se aproxima de um caminho que seria feito caso o indivíduo se deslocasse a pé. Em função disso, o traçado da rodovia é bastante sinuoso, contemplando somente no trecho entre Belo Horizonte e João Monlevade, de aproximadamente 100 quilômetros, mais de duzentas curvas, muitas delas em desacordo com as normas técnicas atualmente empregadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (DNIT, 2010).

Há que se ressaltar ainda que os recursos e técnicas de engenharia disponíveis, quando comparados aos conhecimentos atuais, eram bastante limitados à época da construção da rodovia.

Acidentes e a geografia da rodovia

Com base na análise dos dados provenientes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e da Polícia Rodoviária Federal (PRF), pode-se indicar alguns trechos nos quais foram registrados maior quantidade de acidentes nos anos de 2008, 2009 e 2010. Os trechos referidos, que podem ser compreendidos como segmentos críticos, são, por ordem decrescente de registros: (i) do km 428 em Nova União até o km 458; (ii) do km 398 no entroncamento com a rodovia MG-434, trevo de Itabira, ao km 428 em Nova União; (iii) do km 348 em João Monlevade ao km 380 em São Gonçalo do Rio Abaixo; e (iv) do km 332 em Nova Era ao km 348 em João Monlevade. Esses trechos estão destacados no perfil topográfico da Figura 2. Na Tabela 2 são apresentados os números de acidentes, de feridos e de óbitos nesses trechos nos três anos analisados.

Tabela 2 – Número de acidentes, feridos e mortos nos trechos com maiores registros na BR-381 entre BH e Governador Valadares – 2008, 2009 e 2010.

	(i) km 428 ao 458			(ii) km 398 ao 428			(iii) km 348 ao 380			(iv) km 332 ao 348		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Acidentes	361	664	599	574	524	472	374	500	589	189	290	226
Feridos	111	212	190	197	148	147	158	202	219	75	134	106
Mortos	10	17	30	35	22	22	12	13	14	3	7	6

Fonte: Elaborada a partir de dados de DNIT (2008, 2009, 2010).

É possível perceber que o número de acidentes aumentou em todos os trechos no período entre 2008 e 2010, à exceção do trecho (ii) que apresentou decréscimo no número de acidentes. O mesmo padrão pode ser observado em relação ao número de feridos e de mortos nesses trechos. Nota-se que o trecho (iv) apresenta menor número de acidentes, feridos e mortos em relação aos demais trechos, fato que pode ser atribuído a menor extensão quilométrica do mesmo.

À exceção do trecho (iii), os demais trechos apresentaram queda no número de acidentes e de feridos entre os anos de 2009 e de 2010. Já em relação ao número de óbitos, apenas o trecho (iv) apresentou diminuição no período observado, contudo, a variação observada foi pequena.

Os segmentos identificados acima como críticos possuem características diversas, contudo, convergem em relação à existência de uma geometria complexa da via, em função das condições geomorfológicas locais. O traçado dos segmentos caracteriza-se pela presença de várias curvas, muitas das quais possuem raio de curvatura menor do que as determinações atuais do DNIT (DNIT, 2010).

No trecho (i), que se estende do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, próximo a Sabará, até o trevo de Caeté são encontradas 28 curvas acentuadas, verificadas a partir da integração de levantamento linear da rodovia executado pelo DER/MG e de imagens de satélite, em uma extensão aproximada de 30 quilômetros (método aplicado a todos os trechos analisados). O trecho se situa em sua maioria na Depressão de Belo Horizonte, que possui altitudes variando entre 750 e 1.000 m e apresenta colinas de topos arredondados e vertentes suaves (MAGALHÃES JUNIOR e SAADI, 1994).

A geometria da via, que se desenvolve em pista simples, acompanha principalmente os fundos de vales, alternando em alguns momentos com as cristas. Apesar das vertentes serem majoritariamente suaves, a quantidade de curvas se deve ao número elevado de vertentes, em função do relevo tipo “meia laranja” da região, fruto da atuação de uma densa rede de drenagem (COELHO, 2006).

O traçado da rodovia tende a contornar as vertentes, com intuito de evitar maiores desníveis de altitude, o que acarreta em curvas acentuadas, com raio de curvatura pequeno.

O trecho (ii), com cerca de 30 quilômetros de extensão, a partir do trevo de Caeté até o entroncamento com a MG-434 para Itabira, apresenta 35 curvas acentuadas. Este trecho se situa em diferentes domínios morfoestruturais, que incluem a Depressão de Belo Horizonte, a Serra do Espinhaço e a Borda Leste da Serra do Espinhaço. Nesse trecho encontram-se vertentes mais íngremes, e as altitudes variam entre 700 e 1.050 m. O relevo é caracterizado pelos “mares de morros” (COELHO, 2007), com complexa rede de drenagem (pertencente na maior parte à Bacia do Rio Doce), marcada pela presença de vales encaixados, o que confere ao trecho sucessivos acíves e declives. O traçado da via tende a acompanhar os topos de morros, contudo, devido ao relevo de “mares de morros” e à inclinação das vertentes existem muitas curvas acentuadas, na tentativa de transpor os obstáculos e evitar rampas com declividade elevada.

Estendendo-se do entroncamento com a MG-129 até o entroncamento com a MG-123, com cerca de 32 quilômetros, o trecho (iii) é o que apresenta o maior número de curvas acentuadas, 37. Esse trecho está totalmente inserido na Bacia do Rio Doce, e abrange parte da Borda Leste da Serra do Espinhaço (Vertentes do Espinhaço) e, em sua maioria, o Planalto Dissecado dos Rios Piracicaba e Santo Antônio.

O Planalto Dissecado dos Rios Piracicaba e Santo Antônio, inserido no domínio Planalto Centro-sul Mineiro, corresponde à maior parte da Bacia do Rio Doce (20,66%), com uma área de aproximadamente 17.200 km². Ele é marcado por uma morfologia variada de serras, cristas, vales encaixados e forte dissecção. Apresenta altitude entre 400 e 1.000 m no vale do Rio Santo Antônio, e 200 m no vale do Rio Piracicaba. Entre os dois vales ocorrem as maiores elevações nesse compartimento geomorfológico, bem como as maiores declividades, podendo ser superiores a 50%, caracterizando relevo montanhoso ou escarpado. Em Ipatinga e em Governador Valadares pode-se observar também a ocorrência deste tipo de modelado em alguns pontos isolados (COELHO, 2007).

No trecho (iii) a rodovia tende a acompanhar os fundos dos vales encaixados, contudo, devido à complexidade geomorfológica local, além da transição entre dois compartimentos de características diferentes, seu traçado apresenta muitas curvas, com objetivo de contornar as vertentes, algumas vezes íngremes, outras suaves e extensas. A necessidade de evitar trechos com declividade alta para permitir o tráfego de veículos pesados implica utilização de um traçado com curvas acentuadas.

O trecho (iv), compreendido entre o entroncamento com a MG-123 para Rio Piracicaba e o município de Nova Era, possui um comprimento de aproximadamente 16 quilômetros, ao longo dos quais são destacadas 28 curvas acentuadas. Percebe-se, portanto, considerando a extensão do trecho e o número de curvas, que esse trecho possui, proporcionalmente aos outros, a maior quantidade de curvas acentuadas. Esse trecho encontra-se totalmente inserido no Planalto Dissecado dos Rios Piracicaba e Santo Antônio, aproximando-se em alguns pontos do curso do Rio Piracicaba. É um trecho que apresenta colinas bem orientadas, notadamente um relevo de “mares de morros”, com drenagem densa e encaixada, apresentando em diversos pontos vertentes ravinadas e com tendência à erosão agravada pelas atividades antrópicas. A rodovia alterna entre topos e fundos de vales nesse trecho, contornando diversas encostas, o que confere à região a quantidade de curvas mencionadas anteriormente. Apesar de se situar em um compartimento geomorfológico predominantemente de relevo suave, o trecho em análise apresenta significativos desníveis altimétricos (destaque para a Serra de Bela Vista de Minas), outro fator que contribui para o elevado número de curvas acentuadas.

Conclusões

A mortalidade por causas externas tem apresentado crescimento nos últimos anos no Brasil, tendo como importante componente os acidentes rodoviários, com destaque para os ocorridos nas rodovias de Minas Gerais. Em relação a esses últimos, pode-se citar diversas causas e condicionantes, por exemplo: aumento do fluxo de veículos; precariedade do sistema de transporte; falta de investimento e de fiscalização em rodovias; déficit de sinalização e de qualidade da pavimentação; despreparo de motoristas; sinuosidade de traçados; falta de alternativas para o modal de transporte rodoviário etc.

O elevado número de acidentes nas estradas mineiras, em especial no trecho da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares revela a necessidade de se atentar para esta problemática, que acarreta grandes custos sociais e reduz a qualidade de vida da população. Neste sentido, os acidentes são onerosos para o sistema de saúde, já que demandam recursos para resgates e tratamento de feridos, para a economia, uma vez que elevam os custos de transportes e de logística, e também para indivíduos e famílias, em função dos óbitos e outras conseqüências negativas (lesões, invalidez, prejuízos materiais).

Ao analisar os acidentes na rodovia BR-381, para o período de 2008 a 2010, nota-se que as características geomorfológicas da região aparecem como condicionantes para o complexo traçado da via e, conseqüentemente, para a ocorrência de acidentes e para a mortalidade em rodovias. A existência de vertentes íngremes, a alternância entre topos e fundos de vales e a densa rede de drenagem surgem como elementos fundamentais para a definição da geometria da via, e, no trecho analisado, da quantidade de curvas existentes. Essas últimas, por sua vez, estão diretamente ligadas aos acidentes, como pode ser comprovado pelos registros ocorridos nos últimos anos na rodovia (Tabela 2).

Pode-se dizer, portanto, que a geografia da região se constitui fator limitante para a construção e ampliação de vias, contudo, as técnicas e as tecnologias atuais buscam alternativas para superar essas dificuldades, tendo por base a importância social e econômica da rodovia. Ainda neste sentido, são necessários planos de governo para duplicação e melhoria de traçado.

Os processos de formação e a dinâmica de evolução do relevo, a partir de associação entre elementos esculturais e estruturais e contextos climáticos, confere à área estudada uma complexidade morfológica, influenciando e/ou determinando a geometria da via e, por conseguinte, a ocorrência dos acidentes e óbitos registrados na mesma.

Contudo, apesar da relação que é possível estabelecer entre as características geográficas locais e os acidentes, a escala geomorfológica comumente empregada em estudos e dados existentes é ainda insuficiente para dar conta da questão da geometria da via e da relação com os acidentes. Portanto, faz-se necessário estudos mais detalhados do problema, em escala adequada, fazendo uso de parâmetros morfométricos, de maneira a aproximar a escala de análise geomorfológica e a escala de estudo empregada nas perspectivas da engenharia rodoviária, e, desta forma, permitir análises mais objetivas.

Referências bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Anuário estatístico dos transportes terrestres – AETT 2009. Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres, 2009. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett_2009/principal.asp>. Acesso em: 04 out. 2011.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, v. 19, n. 2, p. 50-69, 2011.
- BALTAZAR, O. F.; BAARS F. J.; LOBATO, L. M.; REIS, L. B.; ACHTSCHIN, A. B.; BERNI, G. V.; SILVEIRA, V. D. 2005. **Mapa Geológico**: com nota explicativa. Belo Horizonte, 2005. Escala 1:50000. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero: Integração e Correção Cartográfica em SIG, 2005.
- CAMARGO, A. B. M. Mortalidade por causas externas no estado de São Paulo e suas regiões. Tese de doutorado. FSP/USP, São Paulo, 2002. 227 p.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (CBH DOCE). Diagnóstico consolidado da Bacia do Rio Doce. Dezembro, 2005. Disponível em: <<http://www.riodoce.cbh.gov.br/Diagnostico2005.asp>>. Acesso em: 5 out. 2011.
- CHESNAIS, J. C. Les morts violentes dans le monde. **Population & Sociétés**, n° 395, novembre 2003. Institut National d'Études Démographiques.
- COELHO, A. L. N. Situação hídrico-geomorfológica da bacia do Rio Doce com base nos dados da série histórica de vazões da estação de Colatina – ES. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 6, n. 19, p. 56-79, 2006.
- COELHO, A. L. N. Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES. Tese de doutorado. Universidade Federal do Espírito Santo, Niterói, 2007. 227 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários/Instruções para acompanhamento e análise**. Brasília: DNIT, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/manuais/diretrizes_basicas_instrucoes_para_acompanhamento_publicacao_ipr_739.pdf>. Acesso em: 18 out. 2011.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Locais concentradores de acidentes (8 ou mais)**. Brasília: DNIT, Coordenação geral e operações rodoviárias, 2008, 2009 e 2010. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 2 out. 2011.
- DIAS JUNIOR, C. S. O impacto da mortalidade por causas externas e dos homicídios na expectativa de vida: uma análise comparativa entre cinco regiões metropolitanas do Brasil. In: **2º Congresso Português de Demografia**, Lisboa, 2004.
- EZEQUIEL, W. SEPLAG explica série de iniciativas viáveis com funcionamento da RMVA. **Diário do Aço**, Minas Gerais, 14 de nov. de 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão Regional do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogramas/mesoregiao.html>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; SAADI, A. Ritmos da dinâmica fluvial neo-cenozóica controlados por soerguimento regional e falhamento: O Vale do Rio das Velhas na Região de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 42-54, 1994.

MARENT, B. R.;
SALGADO, A. A.
R. Mapeamento das
unidades do relevo da
porção nordeste do
Quadrilátero Ferrífero –
MG. **Revista Geografias**,
Belo Horizonte, v. 6, n. 1.
p. 118-139, 2010.

MINAS GERAIS. Atlas
de mortalidade por
causas externas em Minas
Gerais. Belo Horizonte:
Secretaria Estadual de
Saúde, 2010.

MINISTÉRIO DA
SAÚDE. **Saúde Brasil
2004**: uma análise da
situação de saúde.
Brasília: Ministério da
Saúde, 2004.

MINISTÉRIO DA
SAÚDE. **Saúde Brasil
2009**: uma análise da
situação de saúde e
da agenda nacional
e internacional de
prioridades em saúde.
Brasília: Ministério da
Saúde, 2010.

PADILHA, A.
V. **Programa
levantamentos
geológicos básicos do
Brasil**: Itabira SE.23-Z-
D-IV. Estado de Minas
Gerais. Brasília: CPRM,
2000. Escala 1:100.000.

SAADI, A. A.
geomorfologia da Serra
do Espinhaço em Minas
Gerais e de suas margens.
Geonomos, Belo
Horizonte, v. 3, n. 1, p.
41-63, 1995.

SOUZA, C. J. O.; SILVA,
V. C. B. A contribuição
didática do trabalho de
campo na compreensão
da paisagem da Região
Metropolitana de Belo
Horizonte e entorno a
partir da cartografia e
dos vestígios sociais e
físicos. In: **X Encontro
Nacional de Prática de
Ensino em Geografia -
ENPEG**. Porto Alegre,
2009.

TORRES, C. E. G.
A importância da
inserção do custo dos
acidentes de trânsito na
análise da viabilidade
econômica de projetos
de infraestrutura viária:
uma análise de equilíbrio
geral computável para as
rodovias BR-116, BR-
262 e BR-381 em Minas
Gerais. In: **Anais do
XIV Seminário sobre
a Economia Mineira**.
Diamantina, maio de
2010.