

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ACESSIBILIDADE E ACIDENTES EM RODOVIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BR-230 NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

Tairone P. e Albuquerque
Alexandre Augusto B. da C. Castro
Paulo Vitor N. de Freitas
José Augusto R. da Silva
Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia

RESUMO

As rodovias localizadas em áreas urbanas possuem dinâmicas que põem em risco a integridade física de pedestres e motoristas. No entanto, as análises sobre acidentes e os riscos inerentes não buscam analisar como o grau de acessibilidade interfere na ocorrência de colisões e atropelamentos. Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho é estudar as relações entre a acessibilidade e os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-230, na cidade de João Pessoa, Paraíba. Os resultados mostraram que há correlação no número de acidentes e o risco deles ocorrerem com o grau de acessibilidade espacial de cada trecho estudado.

ABSTRACT

Roads located in urban areas have dynamic that endangers the safety of pedestrians and drivers. However, analysis of accidents and the risks do not seek to analyze the degree of accessibility interfere in the occurrence of collisions and pedestrian accidents. Based on the above, the objective of this work was to study the relationship between accessibility and traffic accidents on federal highway BR -230 in the city of João Pessoa, Paraíba. The results showed that there is a correlation in the number of accidents and the risk of them occurring to the degree of spatial accessibility of each segment studied.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da frota de veículos, incentivado pelo crescimento econômico ocorrido na última década, é um dos principais desafios da atual política pública nacional para o trânsito, no que se refere também à segurança. Em 2004, os acidentes de trânsitos representavam a nona mais importante causa de morte no mundo, com 1,2 milhão de vítimas. A Organização Mundial da Saúde estima que os acidentes de trânsito serão a quinta principal causa em 2030, podendo atingir mais de 2 milhões de pessoas (BACCHIERI E BARROS, 2011).

No Brasil, o Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitscheck, que representou um grande estímulo ao transporte rodoviário motorizado, provocou, a partir da década de 1950, um intenso crescimento do número de rodovias, resultado de uma tentativa de integrar o território nacional e desenvolver um mercado interno consumidor (JÚNIOR e FERREIRA, 2008). Essa integração intensificou o processo de urbanização, sobretudo após a década de 1970, e com o passar do tempo essas rodovias passaram a entrecortar não só o território nacional como também as cidades que, ao se expandirem, passaram a incorporar essas vias.

Assim, a rodovia, que antes fora um dos principais propulsores do processo de urbanização, integração e desenvolvimento econômico nacional, passou a se configurar quase que um empecilho aos deslocamentos intraurbanos, sobretudo àqueles dos habitantes das regiões lindeiras, que passaram a conviver cada vez mais com as interfaces entre a cidade e a rodovia (JÚNIOR e FERREIRA, 2008).

Os contornos rodoviários das cidades têm gerado grandes problemas urbanos, quando é pequena a distância entre a rodovia e a cidade. O conflito mais comum surge da imediata ocupação urbana do contorno, transformando a estrada em uma via urbana, pavimentada e própria para velocidades elevadas (LISBOA, 2002).

Configurando-se como uma barreira para pedestres e ciclistas – que são os mais frágeis na disputa por espaço nas vias de circulação em um universo de deslocamento predominantemente motorizado –, a rodovia em áreas urbanizadas se torna, então, um espaço com grande potencial para ocorrência de acidentes de trânsito, principalmente quando contam com equipamentos adequados para auxiliar a travessia (JÚNIOR e FERREIRA, 2008).

De acordo com Jiang e Peng (2012), as rodovias não suportam fluxos de transportes não motorizados, por não possuir infraestruturas necessárias para tais modais. A caixa viária de uma rodovia padrão não apresenta calçadas ou passeios para pedestres, o que dificulta o descolamento destes, aumentando o risco de acidentes.

Alguns estudos sobre segurança rodoviária buscam analisar os riscos de acidentes (PEÑA E GOLDNER, 2012; PAIXÃO E KOMATI, 2013) como também a criação de modelos que buscam prever o risco destes (MÂNICA, 2007; SILVA, 2011), porém sem correlacioná-los com o potencial de acessibilidade da via. A partir do exposto, este trabalho tem como objetivo principal analisar as relações entre a acessibilidade e os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-230, na cidade de João Pessoa, Paraíba.

2. OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo é o contorno rodoviário da BR-230, mais precisamente o trecho localizado na porção central da cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba. Este trecho possui 10,6 km de extensão, locado entre o km 17,5 (Hospital de Emergência e Trauma) e o km 28,1 (Viaduto Ivan Bichar). Possui pista dupla com pavimentação asfáltica e é uma via predominantemente expressa, com poucas passagens em nível com o entorno imediato (Figura 1).

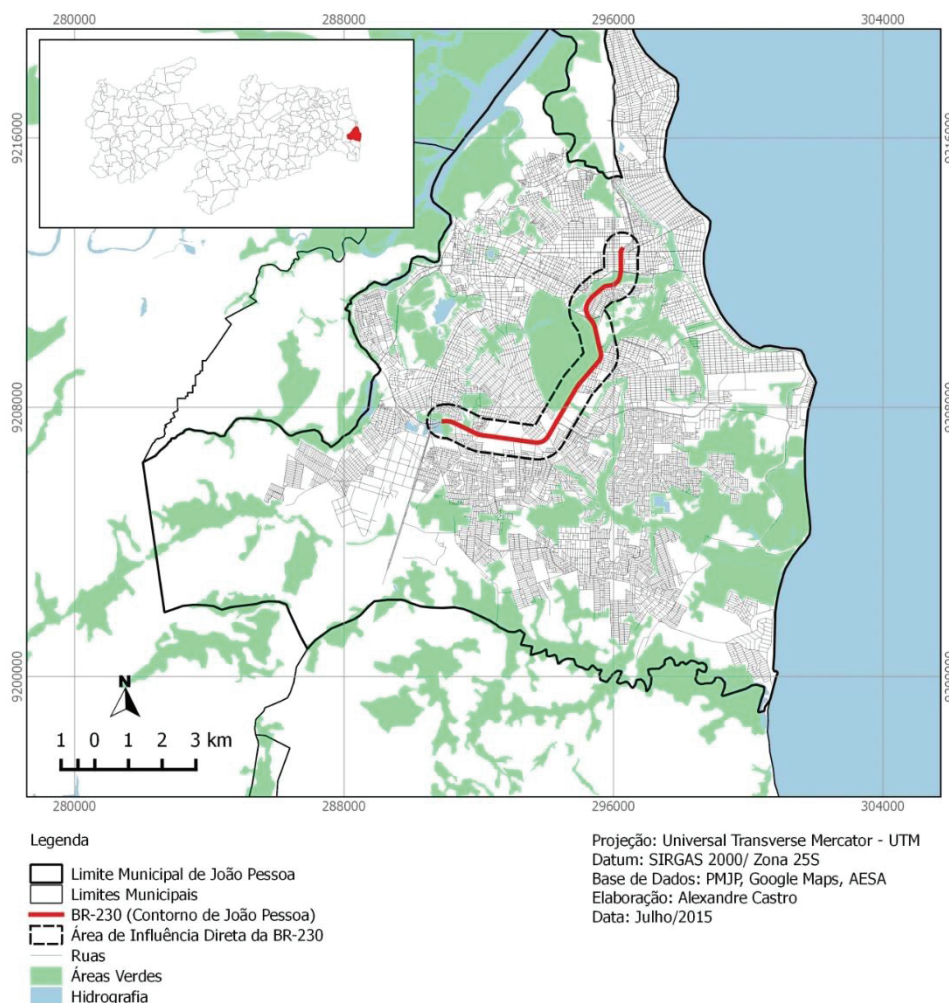


Figura 1: Localização da BR-230 em João Pessoa-PB

3. METODOLOGIA

A primeira etapa da metodologia consiste em realizar as coletas dos dados essenciais para a identificação dos segmentos críticos, onde são incluídas informações referentes à: identificação do trecho dentro do PNV - Plano Nacional de Viação; segmentação da rodovia através de sua caracterização de acordo com a pista, tipo de uso do solo lindeiro e perfil da rodovia; determinação do VMDa - Volume Médio Diário Anual; e, finalmente, aquisição de dados de acidentes.

A rodovia em estudo é a BR 230, uma rodovia transversal federal com administração direta do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), localizada em João Pessoa- PB, entre os trechos (17,5 a 28 km). A rodovia é duplicada com duas pistas de rolamento em cada lado, separada com barreira New Jersey, o uso do solo lindeiro, varia de preservação ambiental, residencial, institucional e comercial, estes dois últimos tipos, são predominantes ao longo do trecho, o perfil da rodovia caracterizado como ondulado, variando no máximo 10 metros, a determinação do VMDa para os quilômetros do 17,5km a 20km, de acordo com o DNIT (2009) é de 4.470 e do 20km ao 28km o VMDa é 14.810. A aquisição dos dados de acidentes de trânsito, fornecidos pelo Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), só foi possível até o ano de 2011.

A segunda etapa baseia-se em cálculos matemáticos para determinar os índices de acidentes ponderados por quilômetro e índices críticos do trecho. A busca de tais índices vai ao encontro de uma análise comparativa, baseada em um teste de hipóteses; os segmentos que apresentarem índices de acidentes maiores que os índices críticos do trecho poderão ser considerados como segmentos críticos. A extensão dos trechos de 1km foram definidas de acordo com critérios de segurança para compensar erros de localização dos acidentes e para a compatibilização dos métodos empregados.

A determinação dos indicadores para encontrar os índices baseou-se no método da Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP), que inicialmente determina os acidentes ponderados e a exposição pelas fórmulas:

$$\text{Acidente ponderado} = \text{DM} \times 1 + \text{FE} \times 5 + \text{MO} \times 13 \quad \text{Eq. 1}$$

$$\text{Exposição} = \text{Ext} \times \text{VDM} \times 365(\text{n}^\circ \text{ dias do ano})/10^6 \quad \text{Eq. 2}$$

DM – Acidentes com Danos Materiais (n°)

FE – Acidentes com Feridos (n°)

MO – Acidentes com Mortos (n°)

TO – Acidente Total (n°)

Ext - Extensão dos trechos (adotando valor mínimo de 1 km e máximo de cada segmento homogêneo)

VDM – Número de Veículos Médio Diário

Posteriormente, calcula-se o índice de acidente ponderado por quilômetro (**Ip**) que é determinado pela razão do acidente ponderado sobre a exposição e determina o índice de acidentes médio ponderado (**Ipm**) da rodovia, determinado pelo quociente do acidente médio ponderado sobre a exposição. Após ter determinado todas as variáveis do índice crítico, pode-se calculá-lo usando a constante K igual a 1,645, cujo coeficiente determina um grau de confiança de **95%**, segundo a expressão abaixo.

$$Ic = Ipm + Kx \left(\frac{Ipm}{Exp.} \right)^{0,5} - \frac{0,5}{Exp.} \quad \text{Eq. 3}$$

Finalmente, compara-se o Índice de Acidentes Ponderado para cada quilômetro com o Índice Crítico. Se $I_p > I_c$, considera como segmento crítico, calculado para cada segmento homogêneo, composto por vários quilômetros de similares características operacionais, para determinar quais trechos merecem mais atenção de programas de redução de acidentes.

3.1. ÍNDICE CRÍTICO DE ACIDENTES

Atendendo aos procedimentos em desenvolvimento, somente serão considerados segmentos críticos aqueles que apresentarem índices de acidentes ponderados (I_p) acima do índice crítico médio (I_c), estimado por intervalo de confiança. Assim, para cada segmento homogêneo “s”, determina-se um Índice Crítico (I_c) ou Limiar Crítico de Acidentes, pois este índice representa um parâmetro acima do qual os acidentes observados num segmento “s”, num período considerado, serão provavelmente decorrentes de outros fatores intervenientes (causas intrínsecas à via), além daqueles associados meramente ao acaso (causas transitórias). Com relação a estes fatores intervenientes na ocorrência de acidentes, primeiramente é importante compreender-se o conceito de aleatoriedade, visto que a hipótese de aleatoriedade da ocorrência de acidentes pode ser justificável por dois motivos: a incerteza inerente à falta de

conhecimento pleno dos fenômenos sociais; e, a natureza do fenômeno dos acidentes de trânsito.

Portanto, dentro desse enfoque, os fatores intervenientes podem ser divididos em dois grupos: aleatórios, ou seja, fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes e que independem do ambiente rodoviário, isto é, de qualquer característica referente ao local onde se verificou o acidente (p. ex.: diminuição da distância de visibilidade em decorrência de desenvolvimento sazonal de vegetações, execução de obras na rodovia, etc.); e, os fatores não aleatórios ou causais que estão relacionados às causas intrínsecas à rodovia (p. ex.: curvas, super elevação, resistência à derrapagem, etc.). Note-se que nesta fase do processo, aplica-se um teste estatístico na determinação de um índice crítico, fundamentado no modelo probabilístico de Poisson, assegurando deste modo o controle de qualidade da seleção de segmentos críticos.

Quanto ao parâmetro “K”, sabe-se que este fator está relacionado com a probabilidade de um local seguro apresentar um índice significativamente maior que a média, ou seja, este fator determina o grau de confiança que um determinado índice de acidente ponderado (I_p), superior ao índice crítico (I_c), seja significativo e não resultado do acaso. Sabe-se também que, quanto maior é o valor de “K”, mais rigoroso é o processo, já que a probabilidade de erro (nível de significância “ μ ”) diminui. Com isto, evita-se a seleção de uma grande quantidade de segmentos críticos em trechos extensos e, em decorrência, tem-se um nível maior de segurança na identificação.

Apresenta-se, na Tabela 1, os fatores probabilísticos e estatísticos usualmente utilizados em estudos dessa natureza, ou seja: o nível de significância (erro tolerado) “ μ ”; o grau de confiança “GC”, o número de desvios padrões “K” (correspondentes a um GC) e a relação entre estes. Note-se que um grau de confiança de 95% (valor desejável em análise dessa natureza) define um número de desvios padrões “K” igual a 1,645 e um nível de significância (aceitável) igual a 5%.

Tabela 1: Relação entre Parâmetros μ , GC e K

μ	GC	K
0,001	0,999	3,090
0,005	0,995	2,576
0,050	0,950	1,645
0,100	0,900	1,282

Fonte: LAPPONI (1997)

A determinação dos segmentos críticos, após a determinação dos índices de cada segmento, deve-se efetuar uma análise detalhada desses parâmetros, contando, para tanto, com o auxílio de planilhas eletrônicas.

3.2. EXAME NO CAMPO PARA DEFINIÇÃO FINAL

Esta fase final caracteriza-se por uma inspeção no campo, visando a, exclusivamente, um exame dos resultados determinados na fase anterior e com a real situação configurada no ambiente viário, com o intuito de fazer avaliações para confirmação ou não dos locais detectados, proceder às correções, ajustes e complementações, como por exemplo, a exata posição (localização/extensão) de algum segmento, bem como outros procedimentos pertinentes que se fizerem necessários. Para tanto, além dos dados e informações já destacados (relativos ao reconhecimento preliminar) que contempla o resumo final dos indicadores de insegurança e outras informações indispensáveis para essa avaliação.

3.3. HIERARQUIZAÇÃO DOS SEGMENTOS CRÍTICOS

A classificação dos segmentos críticos com vistas a uma escala de prioridades para diagnóstico das possíveis causas dos acidentes, bem como para se estabelecer uma hierarquia para as soluções de tratamentos, é feita em função do nível de gravidade. Portanto, com base nos índices de acidentes (ou índices de gravidade, já que foram determinados fundamentado no número equivalente de acidentes ou Unidade Padrão de Severidade) de todos os segmentos críticos, estes deverão ser dispostos em duas listas. Uma é ordenada em função do nível crescente da quilometragem dos segmentos e a outra em ordem decrescente conforme seus índices de acidentes.

Associada aos índices expostos, será analisada a acessibilidade da rodovia através da Teoria da Sintaxe Espacial. Desenvolvida a partir da Teoria da Lógica Social do Espaço (HILLIER E HANSON, 1984), a Sintaxe Espacial mede, quantitativamente, o potencial de acessibilidade a partir da configuração do sistema de espaços livres (ruas, praças, etc). Utilizar-se-á o mapa axial da cidade de João Pessoa, desenvolvido por Castro (2014), a partir do qual serão obtidas as seguintes medidas:

- Conectividade (Connectivity): é a quantidade de linhas que interceptam outras. De acordo com Saboya (2007), as linhas com alta conectividade tendem a ser importantes no espaço urbano por terem um potencial maior de acesso a mais outras linhas axiais.
- Integração Global (*Integration HH*): de acordo com Hillier (2009), a integração mede o potencial de “movimento-para” (*to-movement potential*), ou seja, a facilidade de alcançar uma via a partir de todas as outras do sistema. Um eixo viário em posição mais central na malha urbana tende a possuir maior integração.
- Profundidade Média (*Mean Depth*): de acordo com Silva *et al.* (2009), é a média de passos topológicos dos menores caminhos a serem percorridos de uma linha axial a todas as demais do sistema. Dessa forma, quanto menor a distância entre os pontos médios dos segmentos, mais rasa é a linha e, portanto, mais fácil é de acessar as vias adjacentes.

4. IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES CONDICIONANTES DA OCORRÊNCIA DE ACIDENTES

A fase inicial desta etapa do procedimento é marcada por uma forte compreensão dos problemas atinentes aos acidentes, complementando desse modo a análise desenvolvida na etapa anterior e possibilitando a elaboração de um pré-diagnóstico das possíveis causas desses acidentes. Em seguida, passa-se por uma fase intermediária de inspeção do subtrecho, visando a uma investigação complementar das características geométricas, operacionais, do estado de conservação, do uso do solo e do meio ambiente adjacente e de outros fatores considerados relevantes, concluindo com um diagnóstico final para subsidiar a etapa seguinte, que compreende as proposições de soluções adequadas a adotar. Desta forma, esta etapa abrange quatro fases: estruturação dos dados; análise e diagnóstico preliminar; exame local do trecho ou subtrecho; e diagnóstico conclusivo, conforme apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Acidentes e Índices de Acidentes na BR-230

TRECHO	DM	FE	MO	TO	EXPM	ACIP	LPM	IP	IC
km_17_18	9	7	0	16	0.815775	44	87.73	53.94	104.18
km_18_19	26	7	1	34	1.631550	74	87.73	45.36	99.49
km_19_20	24	24	0	48	1.631550	144	87.73	88.26	99.49
km_20_21	26	21	0	47	5.405650	131	26.48	24.23	30.03
km_21_22	21	10	1	32	5.405650	84	26.48	15.54	30.03
km_22_23	13	13	1	27	5.405650	91	26.48	16.83	30.03
km_23_24	21	17	0	38	5.405650	106	26.48	19.61	30.03
km_24_25	23	5	0	28	5.405650	48	26.48	8.88	30.03
km_25_26	105	51	1	157	5.405650	373	26.48	69.00	30.03
km_26_27	63	38	2	103	5.405650	279	26.48	51.61	30.03
km_27_28	24	21	0	45	5.405650	129	26.48	23.86	30.03

Legenda: DM: Danos Materiais; FE: Feridos; MO: Mortes; TO: Total; EXPM: Exposição Mensal; ACIP: Acidentes Ponderados; LPM: Índice de Acidente Médio Ponderado; IP: Índice Ponderado de Acidentes; IC: Índice Crítico

A modelagem do mapa axial mostra que o contorno rodoviário da BR-230 é uma das vias com maior integração espacial, em virtude de sua posição central no tecido urbano da cidade de João Pessoa, bem como do fato de que se conforma como uma linha contínua que conecta os setores norte e sudoeste da cidade. Dessa forma, a rodovia tem importante papel na acessibilidade global da cidade.

Os dados de integração e profundidade média se mostraram parecidos tanto espacialmente como nos valores de cada quilômetro estudado, com variações médias pequenas nos trechos analisados, o que mostra uma homogeneidade nos padrões espaciais globais. No entanto, os valores de conectividade média ao longo da rodovia tiveram variações consideráveis (entre 2.8 e 13), sendo os valores mais altos encontrados nas proximidades de bairros residenciais e com presença de comércio atacadista e varejista, entre os quilômetros 23 e 27 (Figura 2 e Tabela 3).

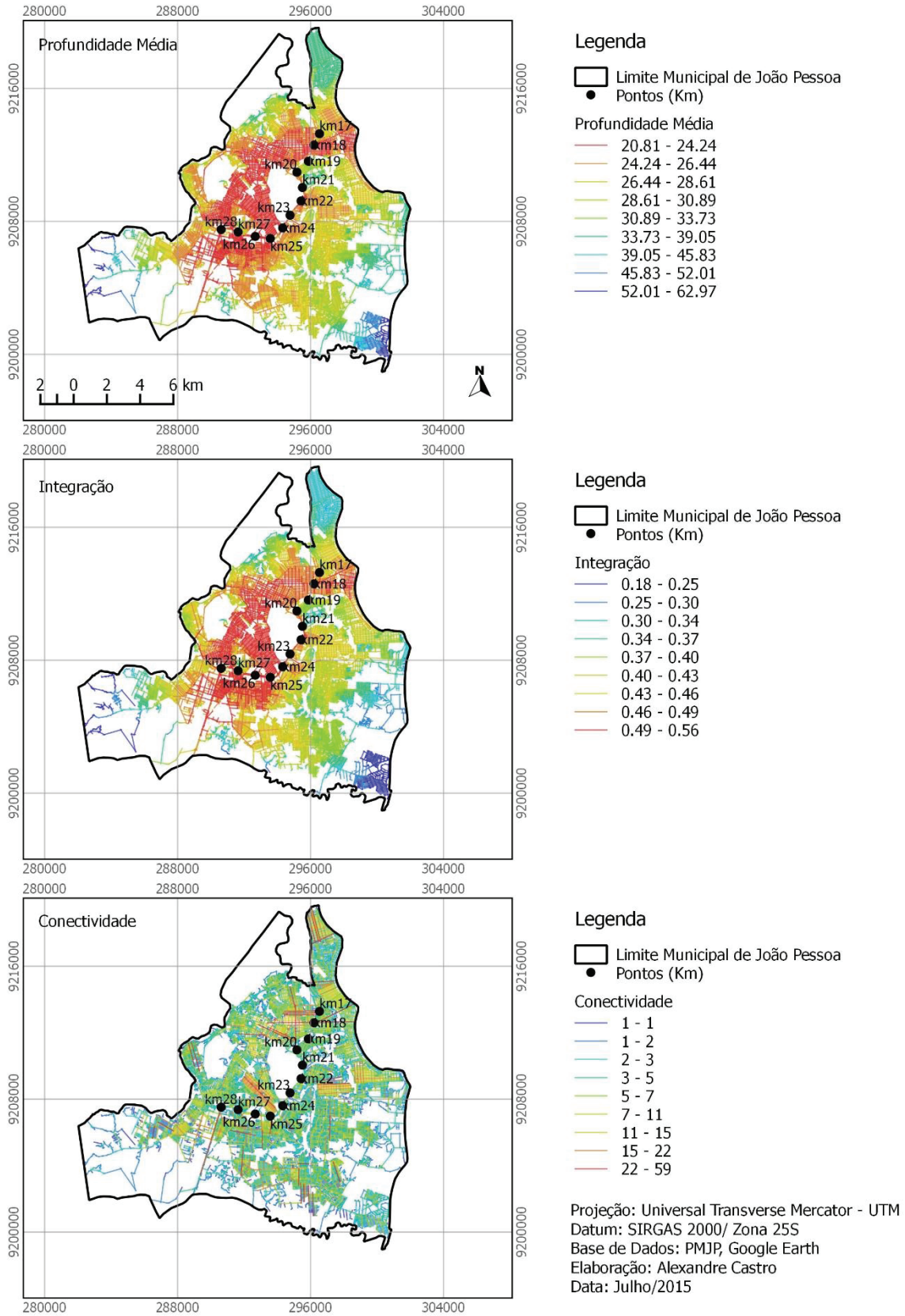


Figura 2: Dados sintáticos da cidade de João Pessoa-PB

Tabela 3: Atributos Sintáticos da BR-230

TRECHO	INT	MDPTH	CONN
Km 17-18	0.4456	25.93	4.00
Km 18-19	0.4423	26.09	2.80
Km 19-20	0.4557	25.37	3.60
Km 20-21	0.4921	23.57	4.00
Km 21-22	0.5146	22.57	3.00
Km 22-23	0.5299	21.95	4.33
Km 23-24	0.5439	21.41	7.00
Km 24-25	0.5405	21.54	5.20
Km 25-26	0.5547	21.01	13.00
Km 26-27	0.5431	21.44	7.66
Km 27-28	0.5302	21.94	5.00

Legenda: INT: Integração; MDPTH: Profundidade Média; CONN: Conectividade

Ao cruzar os dados, foram encontradas correlações altas entre as variáveis Integração e Profundidade Média com o Índice Crítico e Exposição Mensal. Devido à baixa variação dos dados de Exposição Mensal ao longo dos trechos estudados, considerou-se como mais relevante os dados correlacionados com o Índice Crítico. A BR-230, por possuir espaços adjacentes com malha urbana densa, reduz as distâncias entre estas vias e, assim, foram espaços pouco profundos e mais acessíveis a partir da rodovia. Além disso, no trecho mais crítico, a via se estabelece numa posição mais central dentro da cidade, sendo assim um espaço que minimiza as distâncias topológicas para a maior parte dos setores da cidade (Figuras 3 e 4).

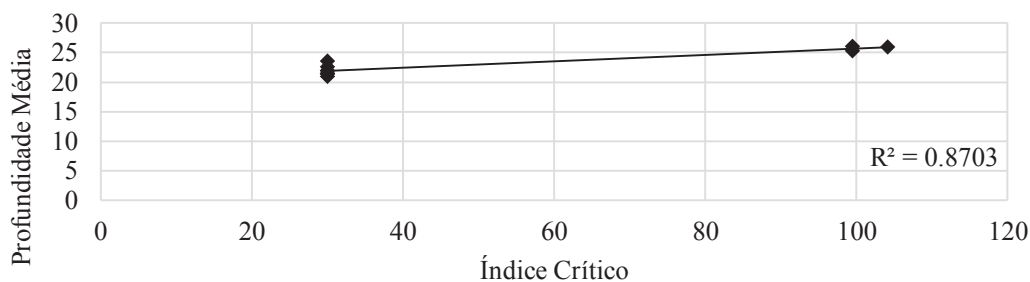


Figura 3: Correlação Profundidade Média X Índice Crítico

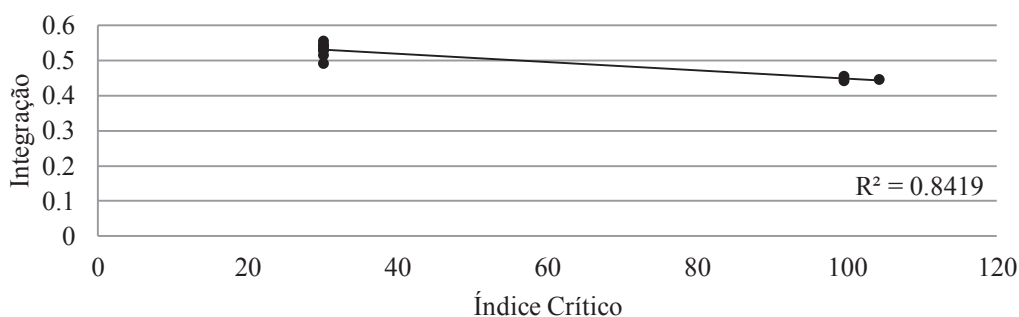


Figura 4: Correlação Integração x Índice Crítico

Dessa forma, através das correlações obtidas, nota-se que os trechos que são mais críticos e susceptíveis a acidentes são os mais integrados à cidade (com maior valor de integração global) e os que minimizam a distância dos percursos (com menor valor de profundidade média). O trecho que apresenta maior acessibilidade e potencial de acidentes é delimitado pelos quilômetros 25 e 27, região com concentração de equipamentos de grande porte, geradores de tráfego, além de bairros residenciais com tecido urbano consolidado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dinâmicas das rodovias em áreas urbanas possuem relação direta com a configuração espacial do seu entorno, de modo que o grau de acessibilidade espacial influencia diretamente o risco de acidentes. Os achados mostram-se importantes para a identificação de trechos mais críticos, nos quais também há potencial de acessibilidade em fluxos transversais à rodovia, onde o risco de acidentes é maior. Para uma análise mais detalhada da localização dos acidentes, reitera-se a importância de analisar trechos com extensão inferior a 1km para meio intraurbano, com o intuito de se obter dados mais detalhados acerca das dinâmicas de acessibilidade intraurbanas. Os métodos aplicados possuem limitações quanto ao *input* de dados de acidentes, os quais foram obtidos apenas até 2011. O estudo contribuiu para mostrar como as duas variáveis analisadas – acessibilidade e risco de acidentes – podem ser estudadas conjuntamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCHIERI, G.; BARROS, A.D.J. (2011) Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. *Revista de Saúde Pública*, v.45, n.5, 15 p. 949-963.
- CASTRO, C.B.A.A. (2014). Interfaces Rodoviário-Urbanas na Produção da Cidade: Estudo de Caso do Contorno Rodoviário de João Pessoa – PB, Dissertação (Mestrado). Programa Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA ESTRUTURA DE TRANSPORTE – Volume Médio Diário Anual, 2009. Disponível em [http://ipr.dnit.gov.br/manuais/Volume Médio Diário Anual VMDa](http://ipr.dnit.gov.br/manuais/Volume%20M%C3%A9dio%20Di%C3%A1rio%20Anual%20VMDa), Acesso em 20 de julho de 2015.
- HILLIER, B. (2009) Spatial Sustainability in cities: Organic patterns and sustainable forms. *Proceedings: 7th International Space Syntax Symposium*, Stockholm.
- HILLIER, B.; HANSON, B. (1984) *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- JIANG, Y.; PENG, Q. (2012) The Relationship between Highways and Urban Roads in Urbanization. *CICTP*, p. 99-104.
- SILVA JÚNIOR, S. B.; FERREIRA, M. A. G. (2008) *Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres*. *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, 20 (1): 221-237
- LAPPONI, J. C. (1997) Estatística usando Excel. 1.ed. São Paulo: Laponi Treinamento.
- LISBOA, M. V. (2002) Contribuição para a tomada de decisão na classificação e seleção de alternativas de traçado para rodovias em trechos urbanizados. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, USP, São Paulo.
- MÂNICA, A.G. (2007) *Modelo de Previsão de Acidentes Rodoviários Envolvendo Motocicletas*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PAIXÃO, W.R.; KOMATI, K.S. (2013) Uma Aplicação baseada em SIG para Análise de Acidentes de Trânsito: Estudo de caso na Rodovia BR-101/ES. Escola Regional de Banco de Dados, 9, 2013. *Anais...* Camboriú: SBC, p. 1-4.
- PEÑA, C. C.; GOLDNER, L. G. (2012) Caracterização e análise dos acidentes em interseções: estudo de caso em rodovias de Santa Catarina, no Brasil. In: Congresso Panamericano de Engenharia de Tráfego, Transportes e Logística, 2012, Santiago do Chile. *Anais...* Santiago do Chile: Universidad de Los Andes, v. 1, p. 1-12.
- SABOYA, R. (2007) Sintaxe Espacial. *Urbanidades*. Disponível em: <http://urbanidades.arq.br/2007/09/sintaxe-espacial>

- SILVA, J.M.; LOCH, C.; SILVA, S.C. (2009) A Sintaxe Espacial de Curitiba. *Revista Brasileira de Cartografia*, n.61, v.02.
- SILVA, K.C.R. (2011) *Aplicação do Modelo de Previsão de Acidentes do HSM em Rodovias de Pista Simples do Estado de São Paulo*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Tairone Paz e Albuquerque (taironepz@gmail.com)
Alexandre Augusto Bezerra da Cunha Castro (alexbccastro@hotmail.com)
Paulo Vítor Nascimento de Freitas (paulogeo5@ct.ufpb.br)
José Augusto Ribeiro da Silveira (ct.laurbe@gmail.com)
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba
Campus Universitário S/N, Cidade Universitária, Castelo Branco - João Pessoa , PB, Brasil