

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

**MAPEAMENTO DE PRIORIDADES PARA O PROGRAMA
NACIONAL DE ADEQUAÇÃO E SEGURANÇA RODOVIÁRIA EM
NÚCLEOS URBANOS - PRONURB – PRONURB**

Raimundo Fagner Frota de Vasconcelos

Orientador: Henrique Llacer Roig
Co-orientadora: Tatiana

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

COMISSAO JULGADORA

Nome	Assinatura
Presidente:	_____
Examinadores:	_____

BRASÍLIA

MAPEAMENTO DE PRIORIDADES PARA O PROGRAMA NACIONAL DE ADEQUAÇÃO E SEGURANÇA RODOVIÁRIA EM NÚCLEOS URBANOS - PRONURB – PRONURB

Raimundo Fagner Frota de Vasconcelos

Departamento de Geociências

Universidade de Brasília

RESUMO

O presente trabalho procura estabelecer ordem de prioridade para implantação de contornos e anéis rodoviários em travessias urbanas. Sendo o principal objetivo, listar e mapear os 50 municípios que apresentam mais demandas dentre as 200 maiores cidades brasileiras. Os fatores para gerar a classificação foram; número total da população, da frota e de acidentes nestes municípios. Foi criado um banco de dados considerando a média normalizada entre esses valores, foi necessário classificar as regiões metropolitanas, portanto, optou-se pela ordem decrescente da população, da frota e dos acidentes, considerando as cidades conurbadas como um único município. O resultado foi à produção de um mapa que fornece essa ordem de prioridade em regiões que mais necessitam de investimentos em infraestrutura de transportes, visando o aumento da segurança nas rodovias federais.

ABSTRACT

The present work intends to establish an order of priorities for the implementation of contours and road rings for urban crossing. The first objective is to map the fifty municipalities that represent primary needs in transport infrastructure within two hundred Brazilian metropolitan areas. The metropolitan areas were then classified by a normalized index relating the population, car fleet and the number of accidents for each area. The value obtained was assigned to the main county of the conurbation and the information stored in a geodatabase as a polygon feature class. The resulting map was elaborated using the feature class and combined restriction factors, such as environmental and local culture conservation areas, to determine a hierarchy of metropolitan areas that crave the most in infrastructure for safety in road transport.

1. INTRODUÇÃO

No intuito de subsidiar o debate em torno do planejamento e da gestão de investimentos em infraestrutura de transportes no Brasil, o DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, pretende institucionalizar o Programa Nacional de Adequação e Segurança Rodoviária em Núcleos Urbanos (PRONURB). Tal programa consiste em investimentos para adequação de travessias urbanas com implantação de contornos e anéis rodoviários em perímetros urbanos.

Para tal, verificou-se que era preciso classificar as cidades e/ou regiões metropolitanas e estabelecer critérios de prioridades para que estas recebam tais investimentos. Portanto, inicialmente optou-se por classificar as cidades utilizando três fatores; Ordem Decrescente de População (considerando as cidades conurbadas¹ como se formasse uma única cidade), Total da Frota Registrada, e por fim o Número de Acidentes. Este último considerando apenas os acidentes registrados em rodovias federais que no perímetro das 50 (cinquenta) maiores cidades brasileiras analisadas.

¹ **Conurbação** (*do lat. urbis, cidade*) é a unificação da malha urbana de duas ou mais cidades, em consequência de seu crescimento geográfico. Geralmente esse processo dá origem à formação de regiões metropolitanas. Contudo, o surgimento de uma região metropolitana não é necessariamente vinculado ao processo de conurbação.

Após armazenamento dos dados utilizando um SIG (sistema de informações Geográficas), os dados coletados foram geograficamente espacializados. Chegou a um resultado que permite uma análise significativa no que concerne a classificação desejada.

2. JUSTIFICATIVA

Realizado um comparativo entre alguns países de dimensões territoriais aproximadas; Rússia, Canadá, Austrália, EUA e China, verificou-se que o Brasil, dentre estes, é o país que possui maior desequilíbrio relacionado à utilização dos três principais modais de transportes, a saber; rodoviário, ferroviário e hidroviário. Esse desequilíbrio está relacionado a vários fatores históricos.

Conforme Barat, “do período compreendido entre o 1945 (pós-guerra) até 1980, a economia brasileira teve seu crescimento acelerado em virtude da industrialização baseada na substituição de importações e alargamento do mercado interno. Nesse contexto, de mudanças estruturais, expansão da infraestrutura e reforma do Estado, as atividades de transporte cresceram, concentrando-se na construção e pavimentação de rodovia, encampação de atividades privada, e com a deterioração econômica e financeira nos setores ferroviário, marítimo e portuário. O desafio era transpor aquilo que era visto com um sistema arcaico de transportes, incapaz de atender às novas demandas. Nesse ciclo, o transporte rodoviário passou a ser a principal moda de suprimento de matérias-primas, com exceção dos minérios e carvão” (BARAT, 2007a, p.47-48).

Hoje no Brasil o percentual do uso deste modal é cerca de 60%, enquanto que nos demais países percebe-se maior equilíbrio entre os modais, conforme ilustrado na Figura 1;

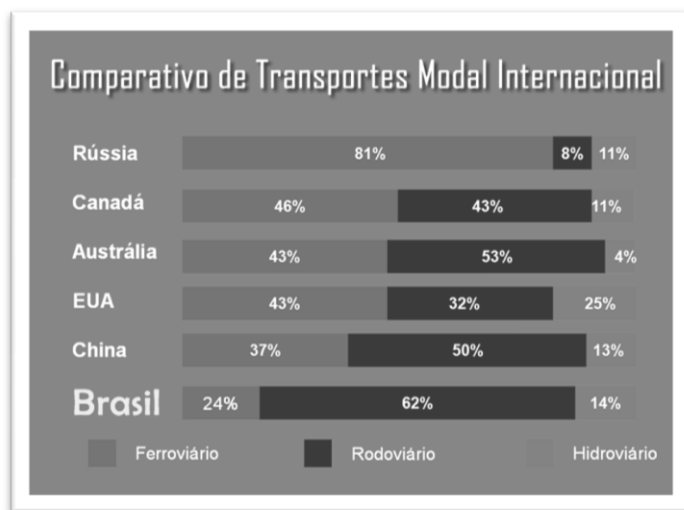


Figura 1: Comparativo de Transportes Modal Internacional

O contexto atual é o reflexo da ausência de planejamento e ineficiência da gestão de políticas públicas voltadas à infraestrutura de transportes do passado, não obstante, representa hoje um problema logístico significativo. Segundo publicação do Tribunal de Contas da União – TCU, denominada Seminário Desenvolvimento de Infraestrutura de Transportes no Brasil:

Perspectivas e Desafios, o órgão de controle em questão cita a lacuna deixada pela extinção do GEIPOT²;

“Os custos logísticos, muito elevados no Brasil, sugerem a grande importância e necessidade de planejamento adequado. A experiência do GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, que começou em 1996, foi significativa e contribuiu muito para a melhoria dos transportes em nosso país. Entretanto, a partir da segunda metade da década de 1990 e com a extinção da empresa em 2001, o país ficou praticamente sem qualquer planejamento no setor” (TCU, 2007, p.31).

Existem inúmeras publicações que tratam do desmonte do Estado brasileiro no período neoliberal, vivenciado pelo país ao longo da década de 1990. Também é verdade que este artigo pretende apenas subsidiar o debate a cerca do planejamento de investimentos e na tomada de decisões da gestão de investimentos em infraestrutura de transportes, particularmente em núcleos urbanos. Investimentos programados que visam o aumento da segurança e consequentemente a redução dos acidentes nas rodovias federais brasileiras.

No entanto, a despeito desta pretensa contribuição e partindo para uma análise histórica no que concerne aos investimentos, tanto em logística quanto em infraestrutura de transportes, é importante observar os avanços notórios do setor na última década. Cabe citar novamente o Seminário Desenvolvimento de Infraestrutura de Transportes no Brasil: Perspectivas e Desafios (TCU, 2007), agora sob a ótica recente de reversão do quadro herdado pelos governos neoliberais que priorizavam o Estado mínimo;

“Só recentemente, em 2006, tivemos a iniciativa muito oportuna do Ministro dos Transportes Paulo Sérgio Passos que, em convênio com o Ministério da Defesa, contratou a realização de um Plano Nacional de Logística de Transportes que vem sendo elaborado sob coordenação do CENTRAN, do Ministério da Defesa” (TCU, 2007, p.31).

Nesse sentido, a iniciativa governamental de lançar programas como PNLT - Programa Nacional de Logística e Transportes (citado acima), o PAC - Programa de Aceleração do Crescimento, além do programa de concessão denominado PIL - Programa de Investimentos e Logística, este último tendo como base um modelo de parceria entre o setor público e o privado e que a regulação e supervisão dos serviços ficam a cargo da ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres.

Essas iniciativas governamentais tem demonstrado relativa disposição do Estado em investir em infraestrutura dos transportes, até então, deficitária. Vale ressaltar outras ações que corroboram em tal disposição; a criação de empresas públicas como a VALEC e a EPL, voltadas para a administração e investimentos no setor de transportes.

A falta de estrutura no principal modal de transportes brasileiro gera milhares de acidentes todos os anos, além de travar o desenvolvimento econômico. A solução envolve a eficácia no

² Em 1965 foi criado por meio do decreto nº 57.003, de 11/10/1965, o Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes (GEIPOT), com o objetivo de coordenar e desenvolver uma série de estudos de transportes como contrapartida brasileira a um convênio firmado com o BIRD. Em 1969 o GEIPOT foi transformado em *Grupo de Estudos para Integração da Política de Transportes*, subordinando-o ao Ministro dos Transportes. O GEIPOT foi transformado em **Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes** pela Lei nº 5.908, de 2008/1973, mantendo-se a sigla GEIPOT. Em 2001 o governo federal promoveu uma reestruturação do MT, por meio da lei nº 10.233, de 5/06/2001, sendo criado o Conselho Nacional de Integração de Política de Transportes Terrestres (CONIT), que sucederia o GEIPOT e que entraria em liquidação por meio do decreto nº 4.135, de 20/02/2002.

planejamento e gestão dos investimentos no setor, neste caso, aos que visam o aumento na segurança das rodovias federais, particularmente nos perímetros urbanos das grandes cidades.

Nesse sentido, foram estabelecidos alguns critérios capaz de gerar determinada classificação e assim priorizar as regiões que mais necessitam de obras de infraestrutura, visando antes de tudo à adequação e segurança do sistema rodoviário, incluindo a perspectiva de redução de acidentes nas rodovias federais sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Foram realizados os seguintes passos;

3.1. As análises das manchas urbanas (Figura 1) foram feitas a partir de imagens de satélite e de arquivos em formato *shapefile* do IBGE, conforme Figura 2.



Figura 2: Mancha Urbana da cidade de São Paulo
Imagem do satélite Landsat 18-04-2010 resolução 30m

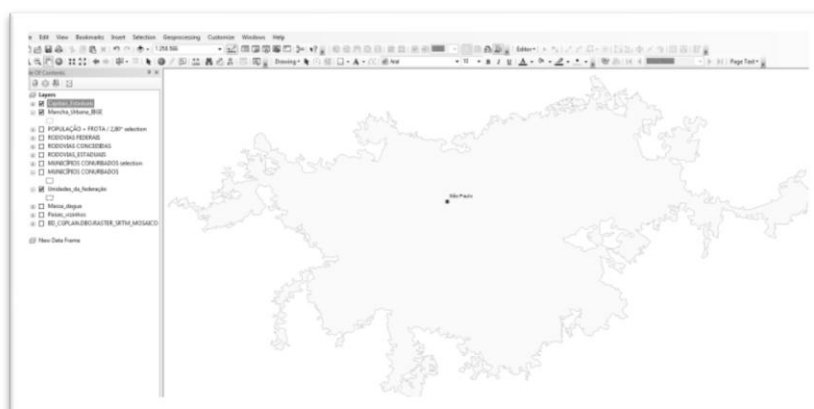


Figura 3: Mancha Urbana São Paulo – Arquivo Shapefile (IBGE)

3.2. Depois de realizado os agrupamentos das cidades conurbadas, os municípios/aglomerações urbanas foram classificados em ordem decrescente de população, de

veículos registrados e da média normatizada entre a população e o número de veículos, conforme exemplo na Tabela 1;

Tabela 1: Classificação das cidades, da frota e as médias.

(1)

Município/Aglomeração	UF	Total da população (IBGE)	Frota registrada (DENATRA)	Frota + Pop/2,80	C. de pop	C. de frota	C. média
SP e conurbações	SP	18.912.958	9.887.270	16.641.898	1°	1°	1°
RJ conurbações	RJ	11.711.233	3.286.171	7.468.754	2°	2°	2°
BH conurbações	MG	3.883.480	1.910.255	3.297.212	3°	3°	3°
PA conurbações	RS	3.459.044	1.612.899	2.848.272	5°	5°	4°
Curitiba conurbações	PR	2.676.094	1.710.029	2.665.777	8°	4°	5°
Brasília	DF	2.562.963	1.300.140	2.215.484	9°	7°	6°
Campinas e conurbações	SP	2.258.562	1.364.366	2.170.995	10°	6°	7°
Recife conurbações	PE	3.486.803	919.852	2.165.139	4°	9°	8°
Fortaleza conurbações	CE	3.213.519	872.470	2.020.155	6°	10°	9°
Goiânia conurbações	GO	1.946.532	1.141.397	1.836.587	12°	8°	10°

3.3. Para o cálculo da média normatizada foi somada toda a população do país e toda a frota de veículos. Dividindo-se a população pela frota obteve-se a média de 2,80 pessoas por veículo. A partir dessa média somou-se a frota de cada município/aglomeração com a população dividida por 2,8, obtendo-se um valor para classificação, conforme tabela 2.

Tabela 2: Cálculo da média nacional normatizada

(2)

População Nacional	Frota Nacional	População/Frota
190.732.694	68.024.839	2,80

3.4. Em seguida foram verificadas quais as cidades possuíam rodovias federais implantadas, excluindo da lista aquelas cujas cidades só possuíam rodovias estaduais, por não haver travessias sob a jurisdição do DNIT. Das 200, restaram 145 cidades, conforme pode ser visualizado na tabela 3;

Tabela 3: Cidades com rodovias federais

(3)

Município/Aglomeração	UF	Classificação	Rodovias Federais
SP e conurbações	SP	1°	116 e 381
RJ conurbações	RJ	2°	040/101/116/493
BH conurbações	MG	3°	040/135/262/356/381
PA conurbações	RS	4°	116/290/386
Curitiba conurbações	PR	5°	116/277/376/476
Brasília	DF	6°	010/020/030/040/050/060/070/080/251/450
Campinas e conurbações	PE	7°	101/232/408
Recife conurbações	CE	8°	020/116/222

3.5. Em seguida foram levantados número de acidentes ocorridos em rodovias federais, nas travessias urbanas dos municípios listados acima, no ano de 2010. O resultado é mostrado na tabela 4;

Tabela 4: Acidentes ocorridos em rodovias federais (4)

Nome do município	Extensão das travessias (Km)	Acidentes com mortos	Acidentes com feridos	Acidentes sem feridos + não informados	Total
SP e conurbações	114	97	986	2.030	3.113
RJ conurbações	252	161	1.352	5.497	7.010
BH conurbações	73	46	746	2.443	3.235
PA conurbações	134	70	1.151	2.297	3.518
Curitiba conurbações	113	63	847	3.109	4.019
Brasília	84	19	395	428	842
Campinas e conurbações	62	48	544	713	1.305

3.6. Para considerar o número de acidentes no índice de prioridade das travessias urbanas, foram considerados os seguintes cálculos:

1º Determinou-se a extensão total das travessias, o total de acidentes sem feridos, total de acidentes com feridos, e total de acidentes com mortos.

Tabela 5: Acidentes ocorridos em rodovias federais (5)

Extensão (Km)	Acidentes com mortos	Acidentes com Feridos	Acidentes com Vitimas
3.105	1.554	22.771	48.229

2º Calculou-se a média de acidentes por Km de cada tipo de acidente.

Tabela 6: Acidentes ocorridos em rodovias federais. (6)

Acidentes com mortos por Km (M1)	Acidentes com Feridos por Km (M2)	Acidentes com Vitimas por Km (M3)
1.554	22.771	48.229

3º Calculou-se a o índice de acidentes por quilômetro para cada município e cada tipo de acidente.

4º Calculou-se para cada município os números R e S para conforme as seguintes fórmulas.

$$R = (\text{População} + 2,8 * \text{Frota}) / 1000$$

$$S = [(\text{A. com mortos por km}) / M1 + (\text{A. com Feridos por km}) / M2 + (\text{A. sem feridos por km}) / M3] * 100$$

A divisão por 1000 no cálculo do número R e a multiplicação por 100 no cálculo do número S tem a função apenas de ajustar as ordens de grandezas, facilitando a visualização, e não influem na classificação final dos municípios.

4ª Somou-se o número R e S de todos os municípios listados, e calculou-se a relação entre os números R e S.

Tabela 7: Acidentes ocorridos em rodovias federais. (7)

R total	S total	S/R
203.795	472.944	2,32

5ª Calculou-se o número T de modo a dar peso de 33% para os acidentes, 33% para a população e 33% para a frota de veículos. Como o Número R já representa a frota de veículos e a população em 50% cada, o número T foi calculado dando peso 2 ao R e peso 1 ao S. Logo o número T foi calculado da seguinte forma:

$$T = (2,32 * 2 * R + 1 * S) / 3$$

onde os valores 1 e 2 são pesos, e 2,32 é para normalizar a comparação entre os números S e R.

O resultado final é mostrado a seguir:

4. METODÓLOGIA PARA CRIAÇÃO DO MAPA

As cidades conurbadas selecionadas foram integradas a partir da base georeferenciada de municípios brasileiros, disponibilizadas pelo IBGE e utilizadas pelo DNIT. Para realizar os processos foi utilizado o *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) denominado *Arcgis*. Após pesquisa nos portais do IBGE, DNIT e DPF, foram coletados arquivos em formato *shapefile*. Os dados coletados foram armazenados em um Banco de Dados Geográficos³ (GDB) criado para esse fim, conformes Figura 5 e 6;

³ Banco de dados geográficos é um banco de dados preparado para armazenar dados sobre informações espaciais. São comumente chamados de Sistemas de Informação Geográficos (SIG). Este tipo de banco de dados tem o intuito de manipular um imenso volume de informações de grande complexidade, como mapas e imagens de satélite.

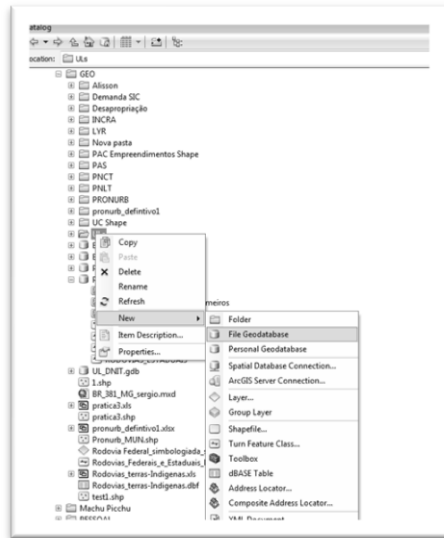


Figura 5: Criação do Geodatabase

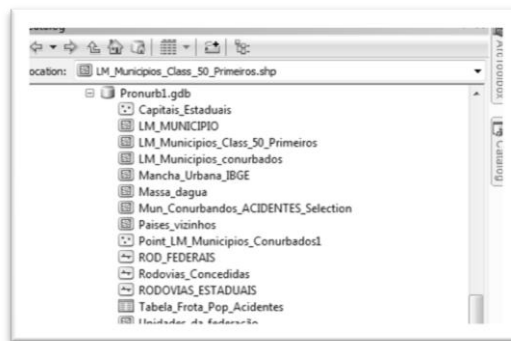


Figura 6: Geodatabase

4.1. Os arquivos abaixo elencados, em formato *shapefile*, foram projetados no mesmo sistema de coordenadas geográficas; Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000);

- Capitais Estaduais – IBGE
- Limite Municipal – IBGE
- Unidades da Federação – IBGE
- Mancha Urbana – IBGE
- Rodovias Federais – DNIT
- Rodovias Estaduais – DNIT (fornecidos por todos os DER's)

4.2. Para integrar a tabela com os dados já consolidados, utilizou o comando JOIN, esse procedimento é necessário quando se pretende juntar duas tabelas, nesse caso, foi utilizado o campo **Código do Município**, ou seja, um campo em comum às duas tabelas que uniu a

tabela que continha os dados fornecidos pelo relatório com o arquivo *ShapeFile* de municípios brasileiros. Além dos dados das áreas conurbadas, as rodovias que intersectam estas, assim como os dados quantitativos referentes à população e frota destas áreas foram mantidas.

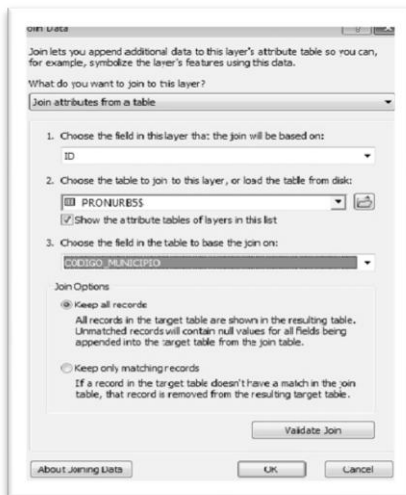


Figura 7: Join

No campo Validade Join, é possível identificar os resultados, na janela que se abre, será apresentado erros no processo caso haja inconsistências, do contrário, basta dar ok para consolidar o Join, conforme **Figura 8**;



Figura 8: Processo de validação do Join

4.3. Depois de realizados estes procedimentos, referentes ao tratamento e união das tabelas, o resultado foi um arquivo *Shapefile* contendo as informações geográficas necessárias para elaboração do mapa desejado, conforme **Figura 8**;

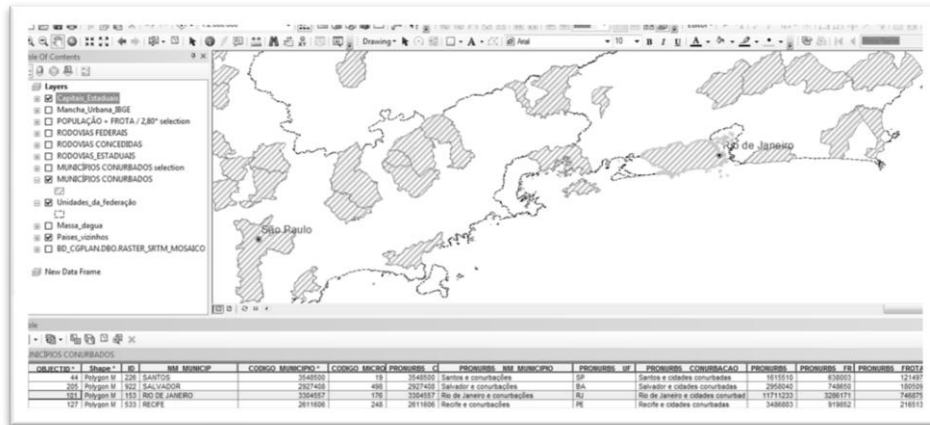


Figura 8: Shapefile de Municípios contendo os dados de População, Frota e Acidentes.

4.4. Estabelecidos os critérios que deveriam ser utilizados para a produção cartográfica, foram feitos alguns testes em relação à forma como seria apresentado o mapa, como, por exemplo, o tamanho, a simbologia e a escala. Definido como *Pronurb*, o mapa disponibiliza informações concernentes ao planejamento, estabelecendo as prioridades de Implantação de Travessias Urbanas e Contornos Rodoviários em regiões metropolitanas brasileiras.

5. CONCLUSÃO

Apesar de o presente trabalho ter utilizado basicamente os dados de população, frota e acidentes, e que a relevância de demais dados, como por exemplo, o VMD (Volume Médio Diário), custos de engenharia e desapropriação, além de fatores de restrição ambiental, pudesse ter garantido uma análise mais precisa dos resultados, optou-se por incluí-los num segundo momento, considerando que a coleta destes encontra-se em andamento.

Cabe salientar também que ferramentas e aplicações mais complexas de geoprocessamento e do próprio *software* Arcgis, como a inclusão de um modelo digital para análise de custos socioeconômicos e ambientais dentre outros, serão necessários para uma abordagem mais científica do tema. A despeito da singela proposta, atingiu-se em parte o objetivo principal que era a criação de um método capaz de classificar uma ordem de prioridade para escolha de regiões que irão receber investimentos em infraestrutura de transportes, conforme Figura 9;

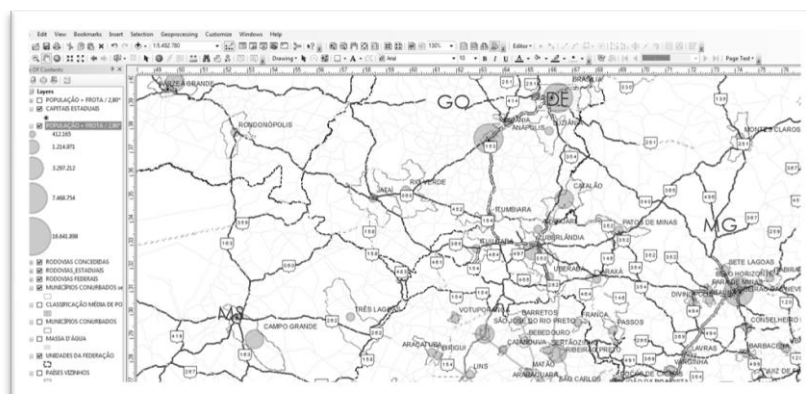


Figura 8: Visualização dos shapes

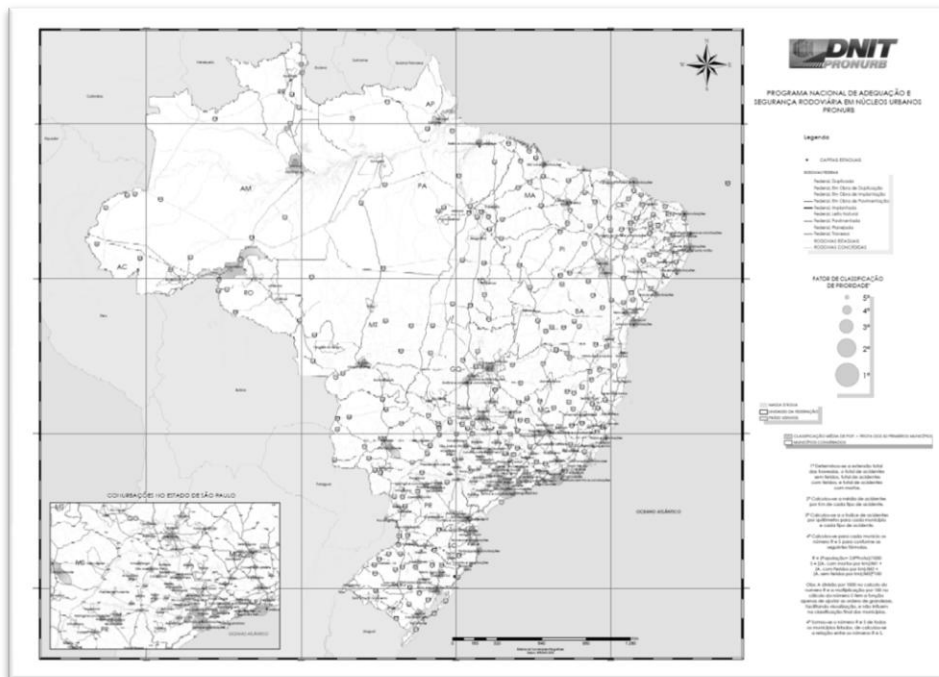


Figura 10: Mapa Pronurb

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Seminário Desenvolvimento de Infraestrutura de Transportes no Brasil: Perspectivas e Desafios (TCU, 2007),

Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. - Rio de Janeiro, 2010.392p. (IPR. Pub. 740).

Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras, IPEA, DENATRAN, dezembro, 2006.

Logística e Transporte no Processo de Globalização: Oportunidades para o Brasil, BARAT, Josef, 2007.

Análise e Tratamento de Trechos Rodoviários Críticos em Ambientes de Grandes Centros Urbanos, SILVA, H; S, LOPES, P. E. JUNIOR, L.M.; TACO, P. W. G. 2007.

7. AGRADECIMENTOS

Além da minha família, registro aqui meus sinceros agradecimentos a toda equipe de Geoprocessamento do DNIT; Adailton Dias Cardoso, Alexandre Moreno, Felipe Queiroz, Leonel Teixeira, Lucas Tavares Sobral e Iana Belli. Além de um agradecimento especial para minha companheira Analine Specht.