

Estudo comparativo de índices e previsões do total de veículos de passageiros na Região Metropolitana de Porto Alegre

Autor: Júlio Henrique Ely Zibetti
Orientador: Professor Dr. Marilene Dias Bandeira

Porto Alegre, 15 de Dezembro de 2009.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Matemática
Departamento de Estatística

Estudo comparativo de índices e previsões do total de veículos de passageiros na Região Metropolitana de Porto Alegre

Autor: Júlio Henrique Ely Zibetti

Monografia apresentada para obtenção
do grau de Bacharel em Estatística.

Banca Examinadora:
Professor Dr. Marilene Dias Bandeira
Maria de Lourdes Teixeira Jardim

Porto Alegre, 15 de Dezembro de 2009.

*Dedico este trabalho aos meus pais, Elmo José Zibetti e
Virginia Maria Ely Zibetti*

"Os limites da minha linguagem são os limites do meu mundo".

Ludwig Wittgenstein

Agradecimentos

Agradeço a meus pais por terem me dado o maior de todos os presentes: a vida. Também agradeço a eles por terem investido e me dado toda a educação necessária para chegar até este momento.

Agradeço em especial a minha irmã pelo seu papel fundamental como minha orientadora durante toda minha vida, também agradeço a minha família como um todo por terem contribuído indiretamente para esta conquista, bem como a minha namorada e a meus amigos.

Resumo

O artigo presente tem o objetivo de estudar o total de veículos de passageiros de vinte e um municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre. O banco de dados da variável em estudo fornece dados anuais, de 1991 a 2008. Tem-se, portanto, uma série temporal agrupada por categorias, onde cada categoria é um município de interesse. Dispõe-se também da população e área de cada município. Determinar modelos que expliquem da melhor maneira as séries temporais, bem como calcular os índices para cada ano e para os anos futuros, são etapas analíticas que serão apresentadas durante o trabalho. As conclusões, comparações e comentários serão feitos de maneira a serem compreendidos de maneira prática.

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. Introdução..... | 10 |
| 2. Revisão bibliográfica..... | 10 |
| 2.1. Congestionamentos..... | 10 |
| 2.2 Séries temporais..... | 11 |
| 2.3 Princípio da Parcimônia..... | 11 |
| 3. Metodologia..... | 11 |
| 3.1 Panorama geral..... | 11 |
| 3.1.1 Variáveis..... | 12 |
| 3.1.2 Fontes de dados..... | 12 |
| 3.1.3 Limitações..... | 12 |
| 3.2 Metodologia de Box e Jenkins..... | 13 |
| 3.3 Representação matemática de Modelos ARIMA(p,d,q)..... | 13 |
| 4. Método utilizado..... | 14 |
| 4.1 Análises preliminares dos índices de veículos por km ² | 16 |
| 4.2 Ajuste de modelos..... | 19 |
| 5. Resultados..... | 20 |
| 5.1 Previsões dos modelos selecionados..... | 20 |
| 5.2 Cálculo de índices baseados nas previsões..... | 21 |
| 5.3 Cálculo do crescimento percentual..... | 21 |
| 6. Conclusões..... | 22 |
| Referências Bibliográficas..... | 23 |

Este artigo será submetido à “REVISTA INDICADORES FEE”

1. Introdução

A Região Metropolitana de Porto Alegre, bem como outras regiões metropolitanas brasileiras, vem sendo atingidas por um problema agravante nos dias atuais, os congestionamentos. Além da questão de dificultar a mobilidade das pessoas, tais fenômenos também geram danos financeiros à sociedade, pois o tempo perdido poderia estar sendo utilizado para trabalho. Ainda, perde-se na própria qualidade de vida do cidadão. Mundialmente, nos últimos anos, milhões de pessoas têm perdido dinheiro e tempo por causa dos congestionamentos (BERTINI, 2005), sem falar no gasto excedente por utilizarmos, em maioria, veículos cuja fonte energética é à base de petróleo.

A principal motivação do estudo comparativo é produzir estimativas futuras para o total de veículos de passageiros da Região Metropolitana de Porto Alegre. Além disso, contribuir para fomentar políticas públicas que amenizem a situação de trânsito caótico que começa a se formar na região de interesse.

Também é nosso objetivo quantificar valores futuros da variável de interesse para os vários municípios de interesse e produzir análises comparativas, dada a importância que a discussão sobre planejamento urbano vem tendo nos últimos anos.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Congestionamentos

Congestionamentos costumam estar relacionados à perda de tempo e dinheiro, provocando estresse e irritação nas pessoas e ainda por cima, poluindo o meio ambiente. É um problema comum à maioria das metrópoles brasileiras e não parece haver perspectivas de grandes melhorias por parte do poder público nos próximos anos. Para Downs (2004) e Bertini (2005), inexistem uma definição universal de congestionamento, no entanto, uma via pode ser considerada congestionada sempre que a velocidade média do veículo for inferior à capacidade para a qual foi projetada.

Geralmente, os congestionamentos são cíclicos nas cidades. Isso porque refletem os horários de maior fluxo de veículos, que são manhã, quando muitas pessoas estão indo trabalhar, e fim de tarde, quando a maioria das pessoas está voltando para suas casas.

2.2 Séries Temporais

Segundo EHLERS (2000), série temporal é um conjunto ou uma coleção de observações adquiridas ao longo do tempo. Tem-se como característica comum a essas séries o fato de cada observação ser dependente das outras, e uma forma para medir-se essa relação é a chamada autocorrelação da série. Analisar e modelar essa dependência é o grande desafio para o entendimento da série temporal. Os modelos de séries temporais mais utilizados são o auto-regressivo (AR), o média móvel (MA), o auto-regressivo de média móvel (ARMA) e o auto-regressivo integrado de média móvel (ARIMA), sendo este último utilizado para séries temporais não estacionárias, como no trabalho em questão.

2.3 Princípio da Parcimônia

O Princípio da parcimônia, também conhecido como “Navalha de Occam”, sugere que quando houver dúvida na escolha de um entre muitos modelos (aproximadamente) equivalentes, deve-se escolher o mais simples.

Este princípio, quando empregado criteriosamente, contribui muito para a qualidade da pesquisa. Proposto no século XIV por Guilherme de Occam (1285-1347), é um dos fundamentos da epistemologia científica, e tem como enunciado: "... não multiplique as coisas desnecessariamente". Em outras palavras, seu objetivo é tornar a pesquisa mais simplificada. Por esse motivo, é também conhecido como "Navalha de Occam".

3. Metodologia

3.1 Panorama geral

Foi feito o uso de técnicas de séries temporais para produzir valores do número de veículos de passageiros dos municípios de interesse. Além disso, foram criados índices de veículos por área, para os diversos municípios em estudo.

3.1.1 Variáveis

A escolha dos vinte e um municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre baseou-se num dos princípios básicos do estudo da Estatística. Ou seja, devemos medir as mesmas variáveis sucessivas vezes, nas mesmas condições de experimentação, a fim de podermos compará-las.

Como o início da série temporal é em 1991, foram selecionados os vinte e um municípios que faziam parte da então chamada Região Metropolitana de Porto Alegre daquele ano, e esse grupo foi mantido até o final da série em 2008. Os municípios que foram incorporados à Região Metropolitana de Porto Alegre após o ano de 1991 foram, portanto, deixados de fora do estudo pelos motivos mencionados.

3.1.2 Fontes de dados

A fonte de dados do presente trabalho é sugerida como fonte terciária. Isso porque a fonte primária seria o órgão que coletou a informação inicial, no caso o Departamento de Trânsito do Rio Grande do Sul (DETRAN-RS). Posteriormente, na Fundação de Economia e Estatística (FEE), foram armazenadas essas informações e estruturadas em um banco de dados disponível via Internet. Finalmente, através do *download* dessas informações, foi feito um novo banco de dados somente com as variáveis de interesse do trabalho, no caso, o total de veículos de passageiros dos vinte e um municípios desejados.

3.1.3 Limitações

Cabe aqui sugerir como limitação, principalmente, a quantidade de observações de cada série temporal. Como são dezoito observações para cada município, de 1991 anualmente até 2008, poder-se-ia pensar tal como uma crítica ao trabalho. Porém, formalmente, não há um consenso determinístico na literatura, de qual seria o mínimo de observações necessárias para a modelagem de uma série temporal. Tem-se como princípio empírico e intuitivo, no entanto, de que quanto mais observações possíveis, melhor para as previsões.

3.2 Metodologia de Box e Jenkins

A metodologia de Box e Jenkins é uma proposta de método utilizada para verificar o modelo de série temporal ARIMA com três parâmetros, chamados de (p,d,q) que seja o mais adequado para um determinado conjunto de dados (GUJARATI, 2000).

Uma das primeiras tarefas da etapa inicial de análise de uma série temporal é verificar sua função de autocorrelação e função de autocorrelação parcial. Ambas fornecem evidências para aplicarmos alguma transformação na série original tal que ela tenha sua variância estável e aplica-se a transformação necessária para que fique estacionária.

Posteriormente, são estimados os parâmetros do modelo de cada série. Por fim, a análise dos resíduos é uma ferramenta que nos fornece evidências de quão bem o modelo está ajustado aos dados originais. Geralmente, um modelo bem ajustado apresenta resíduos não correlacionados distribuídos em torno de zero e com variância constante.

3.3 Representação matemática de Modelos ARIMA(p,d,q)

Um modelo ARIMA(1,1,1), por exemplo, deve levar em conta três informações referentes aos parâmetros. Tal modelo com constante poderia ter a seguinte equação preditora:

$$\ddot{Y}_{(t)} = \mu + Y_{(t-1)} + \phi(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - \theta Z_{(t-1)}$$

Onde (t-1) refere-se ao índice da observação Y. No caso, a observação imediatamente anterior à Y(t). Analogamente, o termo (t-2) refere-se ao segundo termo anterior à Y(t).

Os termos Y com os respectivos índices referem-se à parte autoregressiva do modelo, o primeiro parâmetro. Os termos com “e”, referem-se aos erros do modelo. Finalmente, o termo μ refere-se à presença de uma constante no modelo.

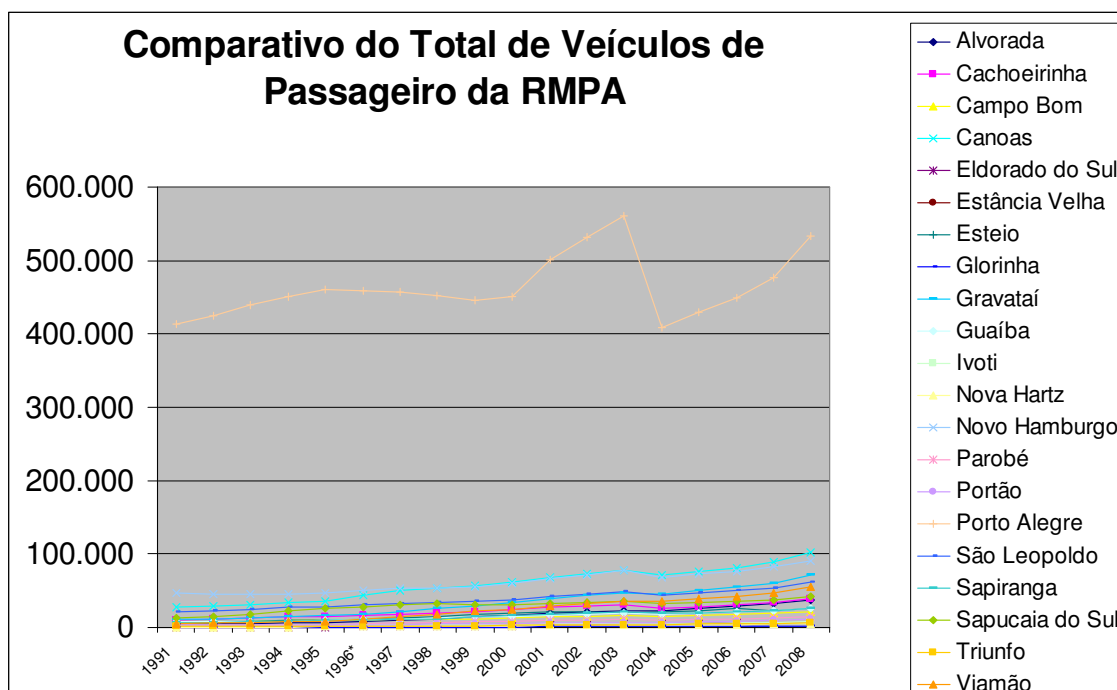
Os coeficientes ϕ e θ são estimativas que ponderam os termos anteriores de maneira a melhor representar o modelo.

4 Método utilizado

Os softwares utilizados foram o Microsoft Excel versão 2003 e o software estatístico Minitab versão 14. O início da análise das séries se deu com a diferenciação de todas as séries apenas uma vez, de modo a obtermos uma nova série estacionária. Essa pressuposição teórica é necessária para o enquadramento dos modelos do tipo ARIMA(p,d,q) com três parâmetros: “p”, “d” e “q”. A escolha do melhor modelo se baseou no critério de qual modelo minimizava a soma dos quadrados dos erros, ou qual modelo minimizava o quadrado médio dos erros. Em caso de empate ou dúvida, era escolhido aquele com o menor número de parâmetros, satisfazendo então, desse modo, o Princípio da Parcimônia.

O Gráfico 1 mostra as séries originais, com dados de 1991 até 2008 para os vinte e um municípios analisados.

Gráfico 1



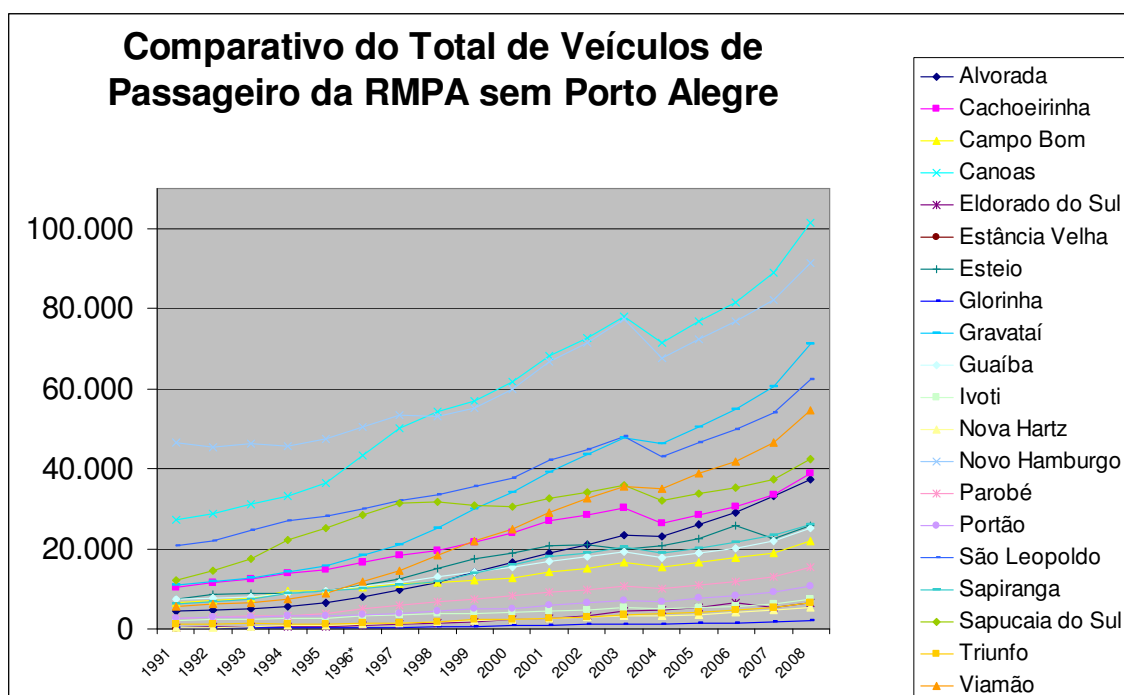
FONTE: FEE dados (<http://www.fee.rs.gov.br/feedados>)

Com base no gráfico 1, pode-se perceber certa tendência de crescimento de todas as séries, exceto Porto Alegre, que apresenta um movimento mais oscilante a partir de 2002, tendo como hipótese explicativa macroeconômica mais provável, a crise financeira causada pela expectativa de troca do governo brasileiro, ou seja, a eleição de Luis Inácio Lula da Silva. Além

disso, a questão de escala numérica, por se tratar de uma maioria de municípios com valores muito menores que a capital, também deve ser observada e levada em conta nas análises.

Para poder-se observar melhor as outras séries, deve-se observar o Gráfico 2, que dispensa apenas o município de Porto Alegre, tornando mais claras as outras tendências.

Gráfico 2



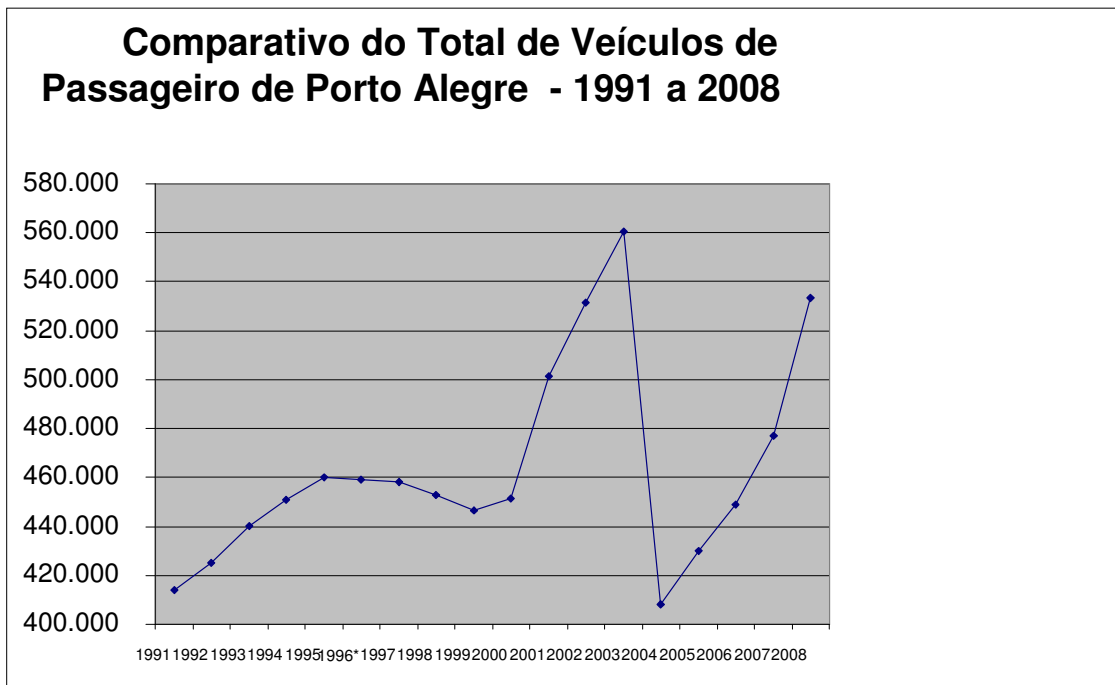
FONTE: FEE dados (<http://www.fee.rs.gov.br/feedados>)

Com base no gráfico 2, finalmente pode-se evidenciar que há uma certa tendência de crescimento no total de veículos de passageiros de praticamente todos os municípios para os próximos anos. Constata-se, também, que a maioria dos municípios que estavam nos primeiros lugares, manteve-se de tal forma. Em 1991, o município com o maior valor era Novo Hamburgo, seguido imediatamente por Canoas. Ao final, em 2008, houve uma inversão, com Canoas superando Novo Hamburgo. Na parte de baixo do gráfico, temos como menores valores os municípios de Glorinha, Nova Hartz, Triunfo, Eldorado do Sul e Ivoti, que praticamente mantiveram suas tendências constantes, com pouco crescimento.

Por outro lado, tomando-se apenas Porto Alegre como análise, percebe-se que o modelo a ser ajustado não apresenta uma tendência muito clara. Isso tem algumas implicações para a modelagem. Uma delas é a sensibilidade que o modelo terá perante os valores mais

oscilantes. A série, nesse caso, pode resultar em uma convergência para algum valor, como consta no Gráfico 3.

Gráfico 3



FONTE: FEE dados (<http://www.fee.rs.gov.br/feedados>)

Ainda, pode-se ver que o mínimo da série está sempre acima de 400.000 veículos, ao passo que o máximo nunca passa de 580.000 veículos. A oscilação de 2002 em diante constitui-se um desafio à modelagem, dado que não é uma sazonalidade, apenas um movimento que ocorreu na série.

4.1 Análises preliminares dos índices de veículo por km²

Baseado no total de veículos de passageiros para os anos de 1991 até 2008 pode-se criar, conjuntamente com as áreas de todos os municípios em estudo, um índice que relaciona as duas variáveis. Os valores foram calculados e organizados em uma tabela.

A tabela 1 abaixo ordena todos os municípios de forma decrescente no ano de 1991.

Tabela 1 – Total de veículos de passageiros por km², municípios selecionados-1991

| Total de veículos por km ² | 1991 |
|---------------------------------------|--------|
| Porto Alegre | 833,28 |
| Esteio | 268,96 |
| Cachoeirinha | 234,25 |
| Canoas | 209,11 |
| Sapucaia do Sul | 208,99 |
| Novo Hamburgo | 207,60 |
| São Leopoldo | 203,71 |
| Campo Bom | 105,46 |
| Alvorada | 63,21 |
| Estância Velha | 52,16 |
| Sapiranga | 45,59 |
| Ivoti | 32,26 |
| Parobé | 24,26 |
| Gravataí | 23,63 |
| Guaíba | 19,89 |
| Portão | 16,98 |
| Nova Hartz | 5,53 |
| Viamão | 3,79 |
| Triunfo | 1,56 |
| Eldorado do Sul | 0,65 |
| Glorinha | 0,48 |

Em seguida, foi construída outra tabela (tabela 2) com o objetivo de mostrar o mesmo cenário do índice do total de veículos por quilômetro quadrado, porém no ano de 2008, o último dado disponível.

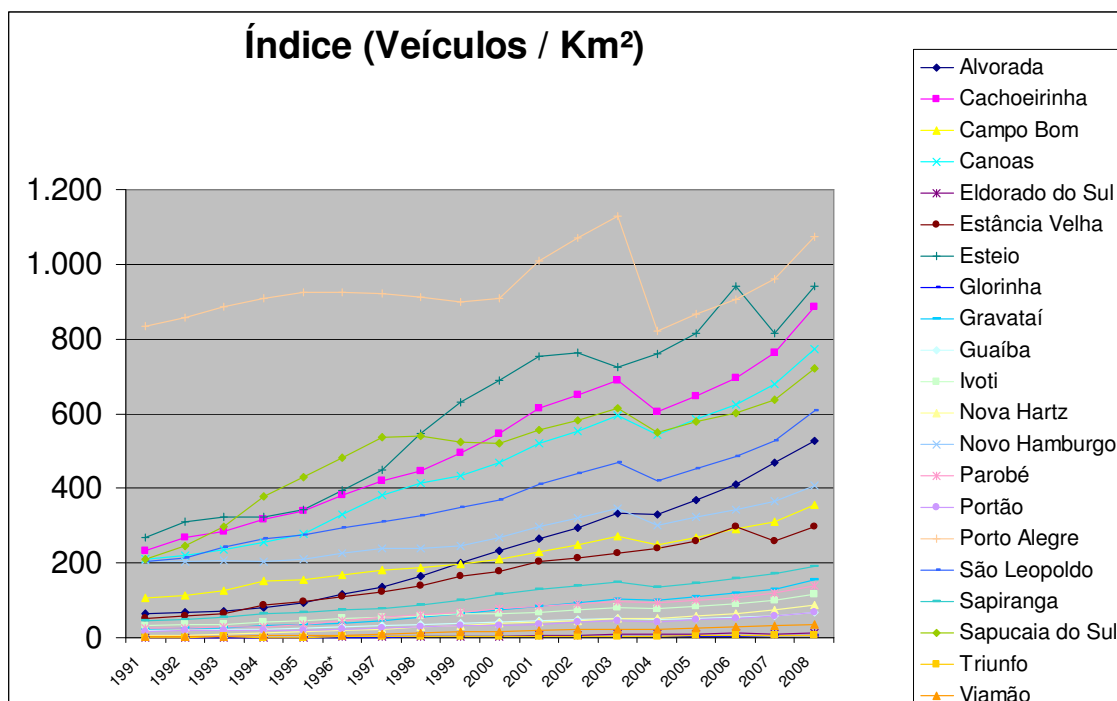
Tabela 2 -Total de veículos de passageiros por km², municípios selecionados-2008

| Total de veículos por km ² | 2008 |
|---------------------------------------|---------|
| Porto Alegre | 1073,60 |
| Esteio | 939,91 |
| Cachoeirinha | 884,73 |
| Canoas | 774,00 |
| Sapucaia do Sul | 722,61 |
| São Leopoldo | 609,66 |
| Alvorada | 527,42 |
| Novo Hamburgo | 408,28 |
| Campo Bom | 356,41 |
| Estância Velha | 296,00 |
| Sapiranga | 189,32 |
| Gravataí | 153,69 |
| Parobé | 140,13 |
| Ivoti | 116,38 |
| Nova Hartz | 85,84 |
| Guaíba | 67,20 |
| Portão | 67,19 |
| Viamão | 36,50 |
| Eldorado do Sul | 12,70 |
| Triunfo | 7,86 |
| Glorinha | 6,26 |

Pode-se perceber que praticamente a ordenação não muda, exceto por municípios na parte de baixo da tabela, que apresentam uma pequena diferença de ordenação. No topo, as colocações continuam as mesmas. Porto Alegre se mantém no topo, seguida por Esteio, Cachoeirinha, Canoas e Sapucaia do Sul.

O cálculo do índice foi feito dividindo-se o valor do total de veículos de passageiros, para cada município, para cada ano, pelo total de quilômetros quadrados de área do referido município, para todos os possíveis casos. Finalmente, pode-se criar uma série para visualização conjunta dos índices, como consta no gráfico 4.

Gráfico4



Pode-se concluir, novamente, com base nas séries históricas apresentadas, que a capital sempre apresentou o maior índice, ou seja, a maior densidade de carros por área municipal, exceto no ano de 2006, que foi superado por Esteio. Nas próximas posições ao longo da série houve um revezamento entre os municípios de Esteio, Cachoeirinha, Sapucaia do Sul e Canoas.

4.2 Ajuste de modelos

Pelos critérios de escolha do modelo com menor soma dos quadrados dos erros ou menor média dos quadrados dos erros, a escolha dos modelos ficou da seguinte forma, como consta na tabela 3.

Tabela 3 – Modelos escolhidos para cada município*

| Município | Modelo escolhido |
|-----------------|------------------|
| Alvorada | ARIMA(1,1,3) |
| Cachoeirinha | ARIMA(1,1,3) |
| Campo Bom | ARIMA(1,1,1) |
| Canoas | ARIMA(1,1,3) |
| Eldorado do Sul | ARIMA(1,1,1) |
| Estância Velha | ARIMA(1,1,1) |
| Esteio | ARIMA(1,1,1) |
| Glorinha | ARIMA(1,1,1) |
| Gravataí | ARIMA(1,1,2) |
| Guaíba | ARIMA(1,1,1) |
| Ivoti | ARIMA(1,1,1) |
| Nova Hartz | ARIMA(1,1,1) |
| Novo Hamburgo | ARIMA(1,1,1) |
| Parobé | ARIMA(1,1,1) |
| Portão | ARIMA(1,1,1) |
| Porto Alegre | ARIMA(2,1,1) |
| São Leopoldo | ARIMA(1,1,2) |
| Sapiranga | ARIMA(1,1,1) |
| Sapucaia do Sul | ARIMA(1,1,1) |
| Triunfo | ARIMA(1,1,1) |
| Viamão | ARIMA(1,1,2) |

*Todos os modelos foram considerados como tendo seus parâmetros significativos.

Pode-se perceber que, em maioria, os modelos apresentam poucos parâmetros para cada um dos valores de “p”, “d” e “q”. O primeiro parâmetro, referente à parte autoregressiva do modelo, apresentou valor “1” para todos os casos, exceto na capital. O segundo parâmetro, referente ao número de diferenciações aplicados na série original foi sempre “1” pois foi feita sempre apenas uma diferença na série original de todos os municípios. Já o terceiro parâmetro,

referente à parte média-móvel do modelo, obteve-se a maioria de valores “1” e alguns valores “2” e “3”.

5. Resultados

5.1 Previsões dos modelos selecionados

Foram feitas seis previsões futuras para cada município, de 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. Todas essas previsões foram então organizadas na tabela 4 abaixo, ordenada alfabeticamente pelo nome do município.

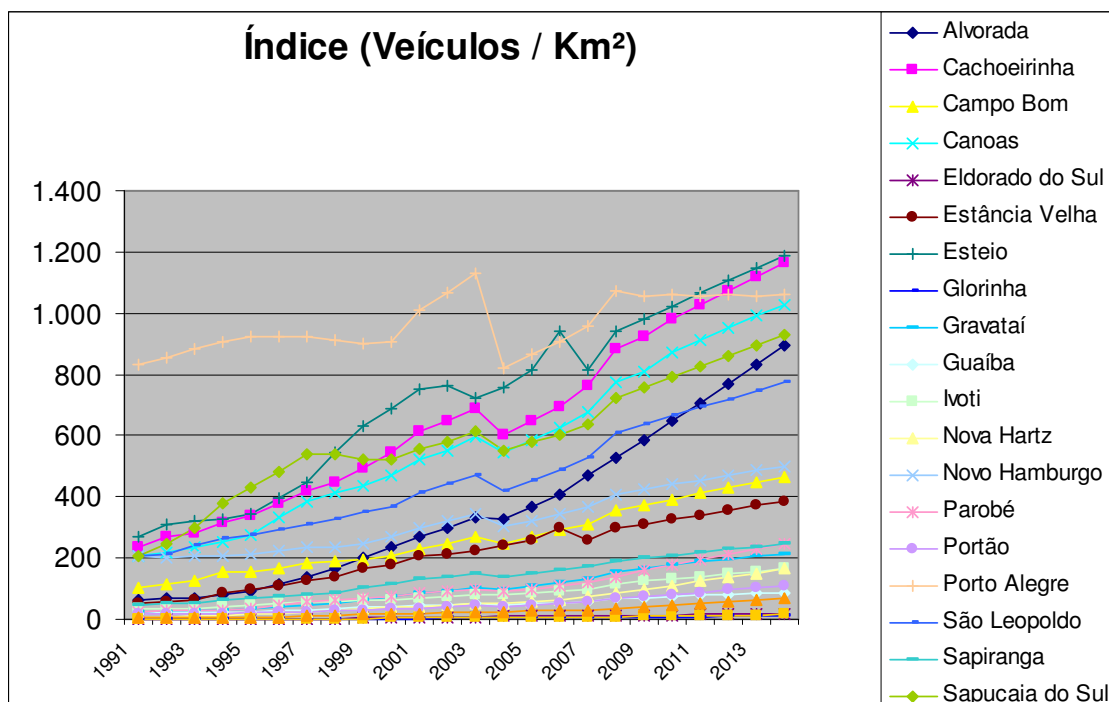
Tabela 4 – Previsões de veículos de passageiros por município - 2009 a 2014

| Município | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Alvorada | 41.595 | 45.778 | 50.039 | 54.384 | 58.817 | 63.338 |
| Cachoeirinha | 40.402 | 43.011 | 44.998 | 46.985 | 48.971 | 50.957 |
| Campo Bom | 22.991 | 24.097 | 25.203 | 26.309 | 27.415 | 28.521 |
| Canoas | 105.996 | 114.287 | 119.453 | 124.619 | 129.785 | 134.949 |
| Eldorado do Sul | 6.890 | 7.307 | 7.724 | 8.141 | 8.558 | 8.974 |
| Estância Velha | 16.294 | 17.083 | 17.873 | 18.662 | 19.452 | 20.241 |
| Esteio | 27.033 | 28.178 | 29.320 | 30.461 | 31.600 | 32.737 |
| Glorinha | 2.266 | 2.508 | 2.751 | 2.996 | 3.242 | 3.490 |
| Gravataí | 78.274 | 82.964 | 86.954 | 90.752 | 94.498 | 98.230 |
| Guaíba | 26.664 | 27.998 | 29.332 | 30.667 | 32.002 | 33.337 |
| Ivoti | 7.848 | 8.348 | 8.850 | 9.352 | 9.855 | 10.359 |
| Nova Hartz | 6.161 | 6.962 | 7.771 | 8.589 | 9.415 | 10.251 |
| Novo Hamburgo | 94.748 | 98.201 | 101.654 | 105.107 | 108.560 | 112.012 |
| Parobé | 17.210 | 19.151 | 21.098 | 23.054 | 25.016 | 26.986 |
| Portão | 11.857 | 12.976 | 14.101 | 15.232 | 16.371 | 17.516 |
| Porto Alegre | 524.006 | 526.760 | 525.209 | 526.348 | 525.462 | 526.158 |
| São Leopoldo | 65.360 | 68.108 | 70.855 | 73.601 | 76.347 | 79.092 |
| Sapiranga | 27.334 | 28.634 | 29.934 | 31.233 | 32.532 | 33.831 |
| Sapucaia do Sul | 44.394 | 46.411 | 48.425 | 50.438 | 52.449 | 54.459 |
| Triunfo | 7.507 | 8.556 | 9.622 | 10.704 | 11.802 | 12.916 |
| Viamão | 61.923 | 70.570 | 79.358 | 88.263 | 97.297 | 106.460 |

A relação em comum, da maioria dos municípios, é a tendência de aumento do total de veículos de passageiros, de 2009 até 2014. Para ajudar no entendimento desses números, propõe-se o gráfico 5, que mostra os índices previstos até 2014 para todos os municípios.

5.2 Cálculo de índice de veículos por km² baseados nas previsões

Gráfico 5



O gráfico 5 possibilita um entendimento mais geral da variável em todos os anos, e podemos perceber tendências para o futuro de todas as séries. Percebe-se que em 2014, por exemplo, o maior índice é ocupado pelo município de Esteio, seguido por Cachoeirinha, e somente então a capital Porto Alegre. Após esta, vem o município de Canoas, que aparentemente tende a ultrapassá-la nos anos seguintes. Ou seja, apesar de Porto Alegre ter o maior número absoluto do total de veículos de passageiros, ela nem sempre apresenta valores maiores desse índice, pois este está relacionado com a área do município em quilômetros quadrados.

5.3 Cálculo do crescimento percentual

A tabela 5 indica o crescimento percentual e o crescimento percentual médio de cada município, ao comparar-se os valores absolutos de 1991 com os absolutos previstos para 2014.

Tabela 5 – Cálculo do crescimento percentual - 1991 a 2014

| Total de veículos | crescimento % | crescimento % médio |
|-------------------|---------------|---------------------|
| Alvorada | 1315,1 | 57,2 |
| Cachoeirinha | 397,0 | 17,3 |
| Campo Bom | 340,4 | 14,8 |
| Canoas | 392,3 | 17,1 |
| Eldorado do Sul | 2611,4 | 113,5 |
| Estância Velha | 640,9 | 27,9 |
| Esteio | 341,9 | 14,9 |
| Glorinha | 2166,6 | 94,2 |
| Gravataí | 796,4 | 34,6 |
| Guaíba | 344,6 | 15,0 |
| Ivoti | 408,5 | 17,8 |
| Nova Hartz | 2862,9 | 124,5 |
| Novo Hamburgo | 141,3 | 6,1 |
| Parobé | 920,3 | 40,0 |
| Portão | 544,9 | 23,7 |
| Porto Alegre | 27,1 | 1,2 |
| São Leopoldo | 279,5 | 12,2 |
| Sapiranga | 439,6 | 19,1 |
| Sapucaia do Sul | 344,3 | 15,0 |
| Triunfo | 907,5 | 39,5 |
| Viamão | 1778,9 | 77,3 |

Constata-se que o maior crescimento percentual no período refere-se ao município de Nova Hartz, com um crescimento percentual de 2862,9%, e um crescimento percentual de 124,5% ao ano. Em seguida aparecem Eldorado do Sul, com crescimento percentual de 2611,4% e crescimento percentual médio de 113,5% ao ano, e Glorinha com crescimento percentual de 2166,6% e crescimento percentual médio de 94,2% ao ano.

Na última posição aparece Porto Alegre, com um crescimento percentual, no período, de 27,1% e um crescimento percentual médio de 1,2% ao ano. Aparentemente valores baixos, porém como os valores absolutos são muito maiores que os outros municípios, uma pequena variação percentual representa uma grande quantidade absoluta de novos carros no município, e conseqüentemente um impacto considerável no tráfego urbano.

6. Conclusões

No que tange ao crescimento percentual do total de veículos de passageiros, a capital Porto Alegre parece não apresentar um crescimento percentual grande, comparada aos outros municípios, pois cresceu apenas 27,1% no período de 23 anos estudado. Já em relação ao índice de veículos por quilômetro quadrado, podemos observar uma mudança no ranking do índice na

última previsão de 2014, comparado a 2008. Vemos que Porto Alegre é ultrapassada por dois vizinhos: Cachoeirinha e Esteio, e tudo indica que em breve será ultrapassada por Canoas, que consta como o próximo índice após a capital. Apesar de Porto Alegre ter um número absoluto de veículos bem maior que os vizinhos, quando relacionados pelo índice, vemos que a densidade de carros da capital não será sempre a maior do estado, conforme as previsões. Entretanto, cabe ressaltar, que como no momento já há evidências de grandes congestionamentos na Região Metropolitana de Porto Alegre para o futuro, esse trabalho reforça a necessidade de mais investimentos em infra-estrutura por parte do poder público, ou mesmo em formas alternativas de tráfego urbano, sob pena de termos a mobilidade urbana dessa região fortemente comprometida nos próximos anos.

Referências Bibliográficas

BERTINI, Roberto L. You Are the Traffic Jam: An examination of Congestion Measures. 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C. November, 2005.

DETRAN/RS – Departamento de Trânsito do Rio Grande do Sul
http://www.detran.rs.gov.br/estatisticas/anuario2008/22_-_Frota_por_Especie.pdf

DOWNS, Anthony. Still stuck in traffic: coping with peak-hour congestion. Brookings Institution Press: Washington, D.C., 2004.

EHLERS, R.S. Análise de séries temporais. 1ª edição. Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná, 2000. 86 p.

FEE – Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul
http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/sel_modulo_pesquisa.asp

GUJARATI, D. N. Econometria básica. 3ª edição. São Paulo: Editora Makron Books, 2000, 848 p, ISBN 9788534611114.

MORETTIN, P. A. ; TOLOI, C. M. C. . Previsão de Séries Temporais. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1986. v. 1. 436 p.