



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO E DINÂMICA DA VIOLÊNCIA NA CIDADE DE SÃO PAULO ENTRE OS ANOS 1996 E 1999

José Luis Rodríguez Yi
Carlos Felgueiras
Antônio Miguel Monteiro
Gilberto Câmara

São José dos Campos
Setembro de 2000

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	3
<u>2. METODOLOGIA</u>	4
<u>2.1 – Análise de Superfície</u>	8
<u>2.1.1 Análise exploratória dos dados</u>	9
<u>2.1.2 Geração e Ajuste do Semivariograma</u>	11
<u>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	16
<u>3.1 – Análise da dinâmica temporal e evolução espacial da taxa de homicídios</u>	16
<u>3.1- Análise da correlação da taxa de homicídios com outras variáveis sociais</u>	19
<u>4- CONCLUSÕES</u>	25
<u>5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	26

1. INTRODUÇÃO.

Pesquisas de opinião mostram que a segurança é a segunda preocupação do brasileiro depois do desemprego, essa preocupação está relacionada sem dúvidas com o aumento crescente da violência no país, em particular nas grandes cidades brasileiras. Diferentes fatores socioeconômicos e demográficos têm contribuído para o incremento de importantes índices como, por exemplo, o de homicídios.

A maior metrópole da América do Sul, a cidade de São Paulo, bateu recorde de homicídios em diferentes localidades, no passado ano de 1999, segundo estatísticas da Fundação SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados) citados pelo jornal Folha de São Paulo na edição de cinco de junho de 2000.

O principal objetivo deste trabalho é procurar uma melhor representação e entendimento dos padrões de distribuição espacial da violência. A análise baseia-se nas ferramentas de análise proporcionadas pela estatística espacial para o estudo das taxas de homicídios acontecidos na cidade de São Paulo durante os anos 1996 e 1999, segundo estatísticas da SEADE, as quais refletem de forma alarmante o aumento deste indicador. Assim mesmo pretende mostrar as vantagens dos métodos de análise e representação de superfícies criadas a partir da interpolação de dados associados a uma unidade territorial.

Nos últimos anos com a crescente popularização das técnicas e aplicativos de geoprocessamento a tendência à espacialização dos dados é cada vez maior, porém as técnicas de análise espaciais vêm cobrando dos especialistas e usuários SIG análises mais complexas nas diversas áreas de aplicação, desde as tradicionais ciências naturais até os dinâmicos fenômenos sociais e de mercado.

Os SIG, como destacam Bailey e Gatrell (1995), “abrangem muito mais do que simples facilidades de visualização e estas outras funções (de análise espacial) são cada vez mais importantes”. Hoje as funções de análise vão além de simples “query” espacial ou agregação de “layers”, assim, a integração do software de geoprocessamento com um módulo de funções de estatística espacial é cada vez maior.

2. METODOLOGIA.

A análise espacial dos dados geográficos considera em primeira ordem o principal atributo do dado geográfico, é que além do próprio atributo do dado e registrada a localização geográfica deste no espaço, ou seja, a natureza espacial do dado. De forma geral a análise espacial segundo Bailey and Gatrell (1995), pode ser definida como o estudo quantitativo de fenômenos que estão localizados no espaço.

O processo de análise espacial conceitualmente inclui três etapas básicas de forte inter-relação: a *visualização espacial*, a *análise exploratória* e a *modelagem* dos dados. (Bailey and Gatrell, 1995), já Anselin, (1999) subdivide a primeira delas a *visualização* em *seleção e manipulação*.

De forma geral a *visualização* considera a essência de manipular e consultar um banco de dados geográficos e criar diferentes mapas cloropléticos, ou seja, explorar visualmente o dado objeto de análise.

A *análise exploratória* permite descrever a distribuição espacial dos dados e os padrões de associação espacial, ou seja, padrões de agrupamento, sendo uma etapa essencial para a modelagem dos dados.

A *modelagem* inclui os procedimentos de validação estatística e modelos de estimação dos dados, por exemplo, para afirmar que um determinado fenômeno pode ser considerado uma variável aleatória e possui uma determinada distribuição de probabilidade.

O dados relacionados com este trabalho (taxa de homicídios) pertencem à categoria de dados socioeconômicos associados espacialmente a uma unidade de análise (distritos da cidade de São Paulo). Isto pressupõe um comportamento homogêneo da variável dentro dos limites da unidade de análise, o que como afirma Câmara et al. 1999, “é uma falsa premissa”, pois essas unidades foram definidas por critérios operacionais e históricos, e hoje inclusive está sendo reformulada (Neves da Cunha, comunicação pessoal), e nada

garante essa homogeneidade representativa. Outro problema para a análise deste tipo de dado na cidade de São Paulo é as diferenças entre a densidade populacional dos distritos e a convivência de grupos sociais com grande disparidade nos indicadores socioeconômicos num mesmo distrito o que valoriza uma falsa média e esconde a verdadeira divisão e exclusão social de importante parte da população.

O fato de o dado manipulado estar padronizado, e ser uma taxa para 100.000 habitantes, evita o efeito “funil” permitindo comparações entre diferentes populações. A Fundação SEADE calcula esta taxa a partir da certidão de óbito. Isto considera para as estatísticas o endereço residencial da vítima, e não o local onde ocorreu o crime. Segundo a SEADE existe uma relação entre o local do assassinato e a residência da vítima, além disso, eles preferem trabalhar com a certidão de óbito, em vez dos boletins de ocorrência, pois é a forma mais precisa de se conhecer o número real de vítimas de homicídios. Por exemplo, mesmo se a vítima morrer um mês depois da ocorrência, a SEADE consegue inclui-las nas estatísticas.

A primeira etapa do trabalho mostra a metodologia de geração de uma superfície contínua a partir da interpolação por krigeagem de valores amostrais correspondentes à taxa de homicídios por 100.000 habitantes para os 96 distritos da cidade de São Paulo referente aos anos de 1996 e 1999.

A segunda etapa analisa os resultados obtidos a partir da krigeagem e faz uma análise da dinâmica da taxa de homicídios na cidade entre 1996 e 1999, e finalmente faz uma breve análise de correlação dos homicídios com outras três variáveis socioeconômicas a percentagem de idosos e de analfabetismo, e o índice de desenvolvimento humano, todas extraídas do trabalho Mapa da Exclusão / Inclusão Social da cidade de São Paulo de Sposati et al., (1996).

Para iniciar a entrada dos dados, criaram-se duas colunas com os valores das taxas de homicídios referentes a 1996 e 1999 (Tabela 1) ao banco de dados “São Paulo” disponível no CD do SPRING versão 3.4. Além disso, foi registrada no projeto uma imagem TM-Landsat 5, bandas 3, 4 e 5, correspondente ao 26 de agosto de 1999.

TABELA 1 HOMICÍDIOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (Por 100 mil habitantes)

FONTE: SEADE

DISTRITO	HOMI_1996	HOMI_1999
Água Rasa	15	21,42
Alto de Pinheiros	15,8	16,49
Anhanguera	31,55	36,01
Aricanduva	29,54	46,89
Artur Alvim	47,99	66,83
Barra Funda	34,88	43,46
Bela Vista	38,54	25,49
Belém	32,89	32,1
Bom Retiro	36	48,69
Brás	37,52	93,47
Brasilândia	80,34	92,31
Butantã	28,04	30,74
Cachoeirinha	68,17	77,75
Cambuci	12,47	29,41
Campo Belo	43,59	26,88
Campo Grande	51,87	44,41
Campo Limpo	80,23	93,83
Cangaíba	24,52	47,95
Capão Redondo	86,39	93,02
Carrão	25,19	18,19
Casa Verde	37,12	38,15
Cidade Ademar	90,79	106,06
Cidade Dutra	70,37	80,64
Cidade Líder	41,72	49,02
Cidade Tiradentes	54,12	88,88
Consolação	17,07	19,6
Cursino	48,05	50,09
Ermelino Matarazzo	37,08	48,4
Freguesia do Ó	33,03	41,78
Grajaú	60,17	95,62
Guaianazes	92,16	72,62
Iguatemi	54,56	100,11
Ipiranga	30,86	53,55
Itaim Bibi	22,59	19,18
Itaim Paulista	63,09	76,82
Itaquera	58,54	64,47
Jabaquara	69,69	57,05
Jaçanã	47,98	76,39
Jaguará	31,1	53,02
Jaguaré	44,33	61,95
Jaraguá	46,36	48,56
Jardim Ângela	94,42	116,23
Jardim Helena	57,43	61,79
Jardim Paulista	6,72	8,22
Jardim São Luis	69,9	103,75
Jose Bonifácio	33,69	60,98
Lajeado	63,23	64,45

TABELA 1 (cont.)

Lapa	22,24	28,06
Liberdade	13,99	18,04
Limão	36,92	48,88
Mandaqui	23,55	30,77
Marsilac	80,94	50,7
Moema	14,84	4,11
Mooca	23,5	26,11
Morumbi	77,85	81,71
Parelheiros	66,66	91,52
Pari	51,85	54,16
Parque do Carmo	48,1	72,7
Pedreira	65,87	82,09
Penha	24,43	37,71
Perdizes	9,64	14,73
Perus	46,89	53,79
Pinheiros	12,95	19,49
Pirituba	41,58	49,23
Ponte Rasa	31,49	45,45
Raposo Tavares	47,03	50,74
Republica	40,28	57,11
Rio Pequeno	66,4	74,51
Sacomã	63,19	67,45
Santa Cecília	27,7	13,75
Santana	29,55	19,27
Santo Amaro	55,58	42,02
São Domingo	39,78	42,12
São Lucas	26,28	47,24
São Mateus	65,6	62,35
São Miguel	45,36	63,96
São Rafael	60,1	96,16
Sapopemba	46,7	77,68
Saúde	21,23	19,16
Se	89,42	107,62
Socorro	54,74	59,7
Tatuapé	16,78	28,99
Tremembé	30,72	57,8
Tucuruvi	24,53	38,44
Vila Andrade	38,8	50,07
Vila Curuçá	49,73	59,08
Vila Formosa	32,83	26,91
Vila Guilherme	29,9	45,01
Vila Jacuí	58,01	65,67
Vila Leopoldina	37,77	49,61
Vila Maria	38,88	64,48
Vila Mariana	15,3	11,55
Vila Matilde	27,17	28,01
Vila Medeiros	35,07	55,69
Vila Prudente	38,85	47,84
Vila Sonia	42,88	47,51

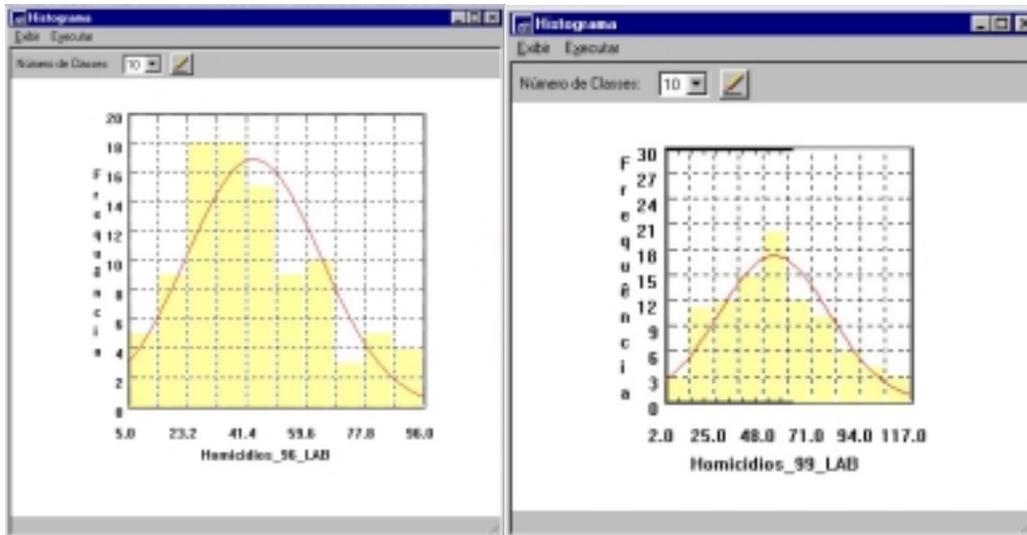


Fig.1 – Histograma dos dados referentes a 1996 (esquerda) e 1999 (direita).

2.1 – Análise de Superfície

A análise de superfície está relacionada com a análise e inferência de variáveis distribuídas no espaço. Embora geralmente a maioria das aplicações de interpolação de amostras por geostatística para a geração de superfícies contínuas esteja relacionada com variáveis da área das ciências naturais (precipitação, temperatura, teor de minerais do solo, entre outras), também existem reportes interessantes (Câmera et al. 1999) sobre sua aplicação a variáveis socioeconômicas. Com o objetivo de fazer uma visualização contínua e analisar padrões de comportamento e tendência espacial fora dos rígidos limites da unidade administrativa – distritos- adotou-se o critério de testar a aplicação de uma krigeagem simples para os referidos dados de homicídios da cidade de São Paulo.

Para a execução da interpolação por krigeagem uma premissa básica dos dados é que sua distribuição estatística possa ser caracterizada como uma normal (Figura 1). Assim os dados de homicídios correspondentes a 1996 e 1999 (Tabela 1) foram espacializados no SPRING, para isto o programa cria um plano de informação da categoria Numérico (MNT) associando o valor da taxa de homicídio ao centróide do polígono correspondente ao distrito (Figura 2).

A seguir os pontos com o valor associado foram editados com ajuda da imagem (composição R5G4B3) do sensor TM do Landsat-5, principalmente os distritos da região

Sul que possuem maior área, sendo boa parte dela desocupada. A edição consistiu em mover o ponto do polígono para a localização do centro populacional do distrito correspondente. O objetivo desta edição é representar de forma mais real a distribuição espacial das amostras, consideração importante para o algoritmo da krigagem, que considerará no cálculo, a interpolação as distâncias entre elas.

A krigagem, nome derivado do geólogo sul-africano D.G. Krige é uma técnica de interpolação espacial que permite inferir valores de uma variável distribuída no espaço em locais não amostrados. Segundo Camargo (1999) sua diferença em relação a outros métodos tradicionais de interpolação consiste no cálculo de uma matriz de covariância espacial que determina os pesos atribuídos às amostras, o tratamento da redundância dos dados, a vizinhança considerada durante o processo de inferência e o erro associado ao valor estimado. Tudo isto conjuntamente com propriedades de não tendenciosidade fazem dela um estimador de qualidade superior aos modelos tradicionais.



Fig.2 - Espacialização das amostras referentes à taxa de homicídios por 100.000 habitantes acontecidos nos bairros da cidade de São Paulo em 1996 e 1999.

2.1.1 Análise exploratória dos dados

Para a análise dos dados mostra-se a continuação as estatísticas referentes às amostras da taxa de homicídios de 1996 e 1999.

TABELA 2 – ESTATÍSTICAS DOS CONJUNTOS DE AMOSTRAS (TAXA DE HOMICÍDIOS)

HOMICÍDIOS	1996	1999
Número de amostras	96	96
Número de amostras válidas	96	96
Média	43.606	53.015
Variância	428.863	657.625
Desvio Padrão	20.709	25.644
Coefficiente de Variação	0.475	0.484
Coefficiente de Assimetria	0.538	0.338
Coefficiente de Curtose	2.661	2.486
Valor Mínimo	6.720	4.110
Quartil Inferior	28.790	31.435
Mediana	39.330	49.840
Quartil Superior	57.720	67.140
Valor Máximo	94.420	116.230

Uma análise “a priori” das estatísticas dos dados (taxa) de homicídios para 1996 e 1999 para os 96 distritos da cidade de São Paulo mostra que a média de ocorrências para 1999 (53) é maior que a de 1996 (43.6), o que mostra uma tendência geral de aumento do índice. Por outra parte se reflete uma variância maior em 1999, 657.6 contra 428.9 em 1996, indicando um provável aumento das diferenças entre os distritos com valores extremos da taxa de homicídios. Os valores da mediana são próximos da média, sendo em ambos casos (1996 e 1999) de quatro pontos inferior à média. Este comportamento e o tamanho da população amostral permitem fazer a consideração de que os dados de ambos anos possuem uma distribuição estatística normal padrão, que é mostrada nas figuras 3 e 4.

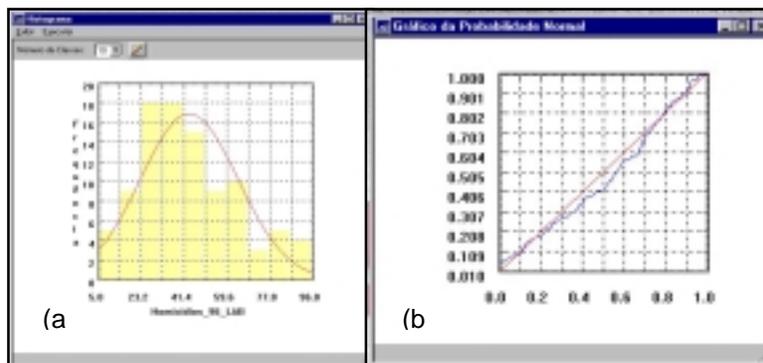


Fig. 3 - Histograma da distribuição dos dados (a) e gráfico da probabilidade normal de homicídios em 1996 (b).

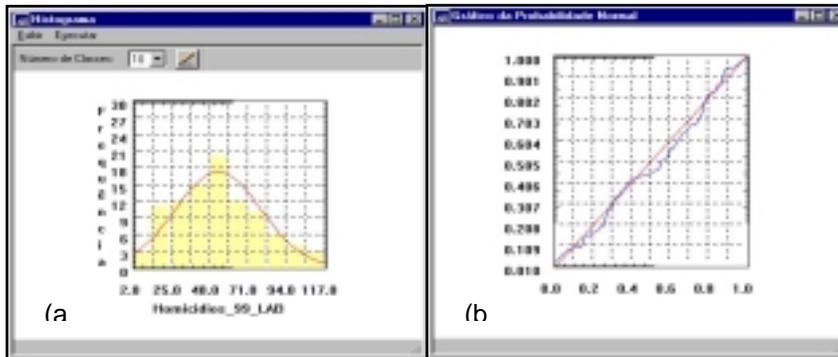


Fig. 4 - Histograma da distribuição dos dados (a) e gráfico da probabilidade normal de homicídios em 1999 (b).

O próximo e importante passo é avaliar a isotropia dos dados. Um dado é considerado isotrópico se sua dependência é função unicamente da distância entre as amostras e não de nenhuma direção preferencial. A krigagem considera este parâmetro e segundo o caso (isotrópico ou anisotrópico) o modelo de interpolação será diferente. Para a avaliação da isotropia é consultado o diagrama de superfície do semivariograma dos dados (Figura 5 a e b), como praticamente não é observada nenhuma direção preferencial nos dois gráficos podemos assumir que nossos dados têm um comportamento isotrópico.



Fig. 5 - Superfície de semivariograma referentes aos valores do campo de amostras de homicídios a) 1996 e b) 1999.

2.1.2 Geração e Ajuste do Semivariograma

Uma vez confirmada a isotropia dos dados é gerado e posteriormente ajustado de forma interativa de forma tal que ele adote o jeito mais próximo do semivariograma ideal

(Camargo, 1999) que é mostrado conjuntamente com seus parâmetros na figura 6. O semivariograma mostra a correlação espacial entre as amostras a partir da distância entre elas.

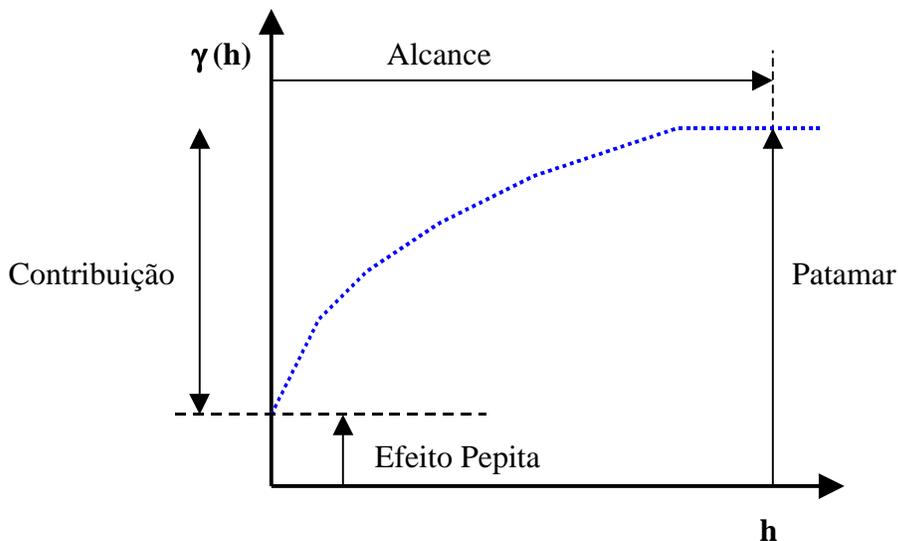


Fig. 6 – Parâmetros do semivariograma

A continuação, nas figuras 7 e 8, mostram-se os semivariogramas e parâmetros de ajuste para os dados correspondentes a 1996 e 1999 respectivamente.

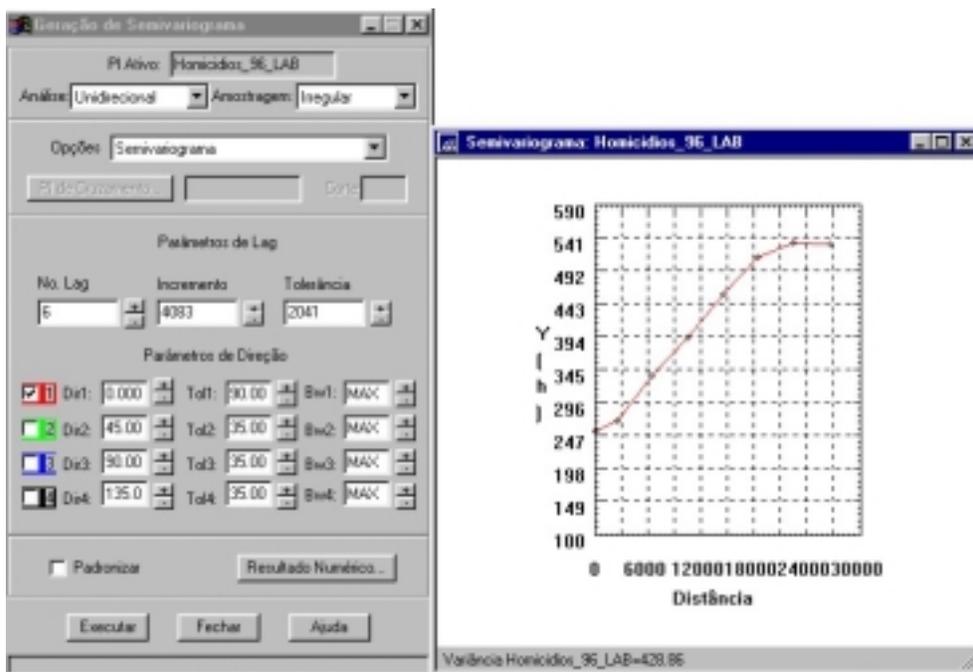


Fig. 7 – Semivariograma correspondente às amostras de homicídios para 1996.

TABELA 3 – RESULTADO NUMÉRICO DO SEMIVARIOGRAMA DE 1996

No. Lag:6 Incremento:4083.00 Tolerância:2041.00 Homicídios 1996			
Direção: 0.00 Tol.Angular: 90.00 Máxima Bw: 1000000.00			
Efeito Pepita = 251.80			
Lag.	No. Pares	Distância	Semivariograma
1	890	2590.678	267.78258
2	1426	6515.270	335.19533
3	1574	10525.234	391.49030
4	1400	14550.854	456.70098
5	1188	18583.180	510.59512
6	956	22643.424	531.39054
7	682	26734.238	531.01944

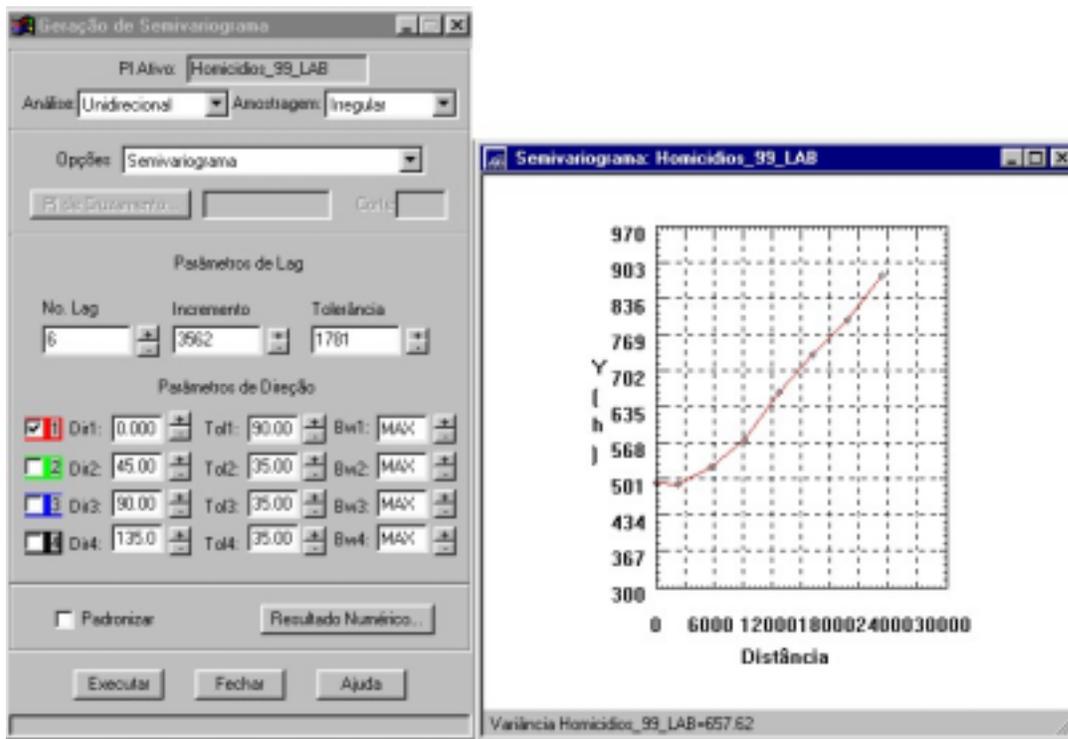


Fig. 8 - Semivariograma correspondente às amostras de homicídios para 1999

TABELA 4 - RESULTADO NUMÉRICO DO SEMIVARIOGRAMA DE 1999

No. Lag:6 Incremento:3562.00 Tolerância:1781.00 Homicídios_99			
Direção: 0.00 Tol.Angular: 90.00 Máxima Bw: 1000000.00			
Efeito Pepita = 492.70			
Lag	No. Pares	Distância	Semivariograma
1	684	2387.471	489.78660
2	1158	5798.182	520.25536
3	1350	9293.680	572.86283
4	1332	12783.630	661.75903
5	1162	16341.114	730.79824
6	1026	19931.444	793.38610
7	780	23510.283	876.42436

O modelo utilizado com melhor resultado para o ajuste do semivariograma foi o Gaussiano. O modelo Gaussiano se caracteriza por ser um modelo utilizado para fenômenos contínuos com um comportamento parabólico próximo à origem. (Camargo, 1999).

A seguir como exemplo mostra-se o ajuste do semivariograma para os dados referentes à taxa de homicídios de 1996 (Figura 9).

Sumário:				
Arquivo: c:\Springdb\São Paulo\SP_260899\GeoStatistic\Homicidios_96_LAB_0.var				
No. de variáveis: 3				
No. de Lags: 8				
No. de Lags usados: 8				
Parâmetros iniciais:				
Efeito Pepita (Co): 251.804				
Para modelo transitivo: Gaussiano				
Contribuição (C1): 272.531				
Alcance (a): 13367.119				
Modelo de Semivariograma Gaussiano				
No.	Akaike	Efeito Pepita	Contribuição	Alcance
1	-52.521	257.805	256.779	18491.188
2	-64.080	256.141	277.227	21417.844

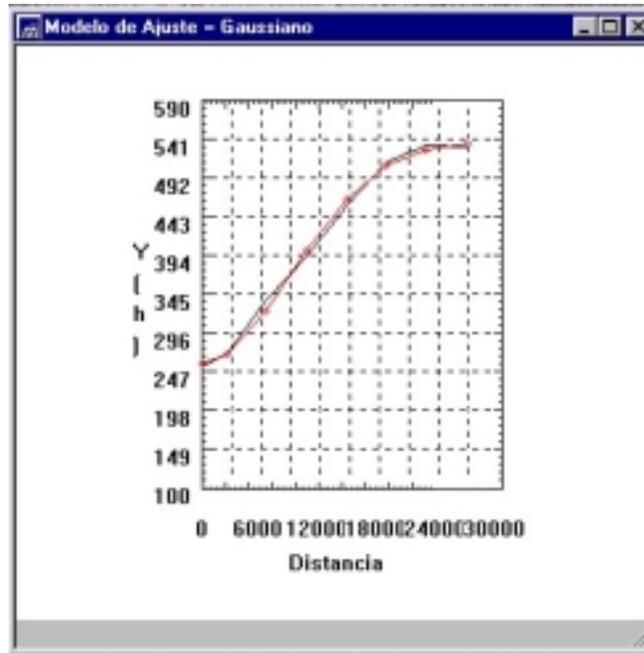
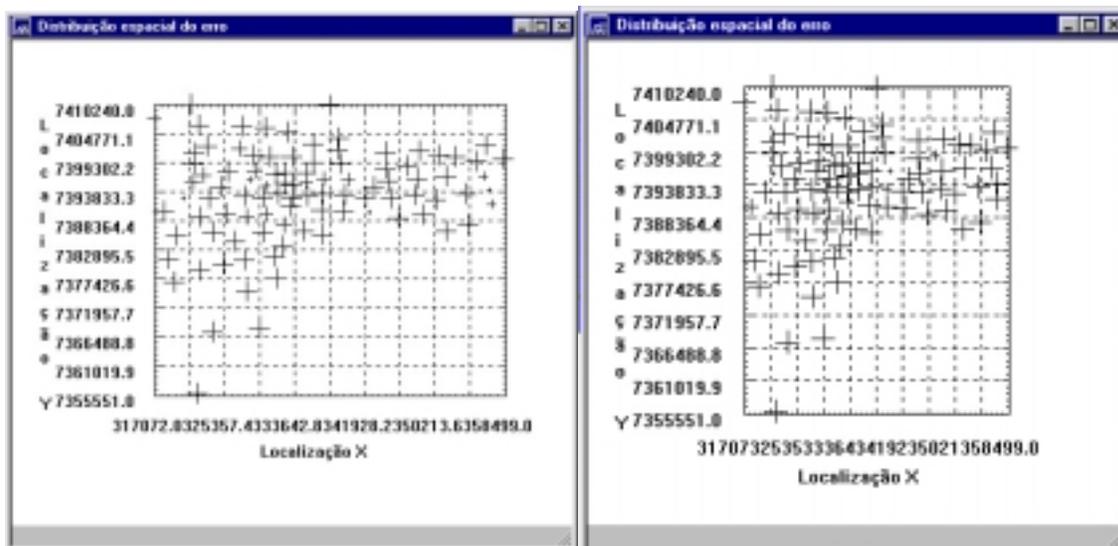


Fig. 9 – Gráfico do modelo de ajuste do semiavariograma de 1996

Uma vez ajustados os semivariogramas, é realizada a avaliação do modelo de ajuste, verificando-se as estatísticas do erro do modelo, os gráficos de correlação entre os valores observados e estimados para cada amostra, e o de distribuição espacial do erro. Na figura 10 se mostra este último gráfico mencionado para as amostras de 1996 e 1999 respectivamente.



a) 1996

b) 1999

Fig. 10 – Gráfico da distribuição espacial do erro para os pontos estimados

A continuação é gerada a grade com os valores interpolados resultado de uma krigagem ordinária obtendo-se uma superfície (Figura 11) que posteriormente é fatiada para facilitar a leitura dos valores representados no mapa da variável objeto de estudo.



Fig. 11 - Resultado (Grade Numérica e Imagem) da interpolação por krigagem do PI de homicídios de 1996.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Análise da dinâmica temporal e evolução espacial da taxa de homicídios.

Como resultado da krigagem primeiramente verificou-se que as amostras correspondentes aos distritos da região Sul eram insuficientes, algo esperado, pois estes distritos são os de maior extensão territorial na cidade. Como fato comprobatório pode-se observar na figura 12 que os maiores valores de variância correspondem a esta região.

Este fato, porém, não implica que os resultados obtidos estejam errados, pois como fica em evidencia na figura 13, as tendências e padrões de distribuição espacial dos homicídios na cidade podem ser nitidamente apreciados.



Fig. 12 – Amostras e imagem da variância da Krigeagem do PI correspondente à taxa de homicídios de 1996.

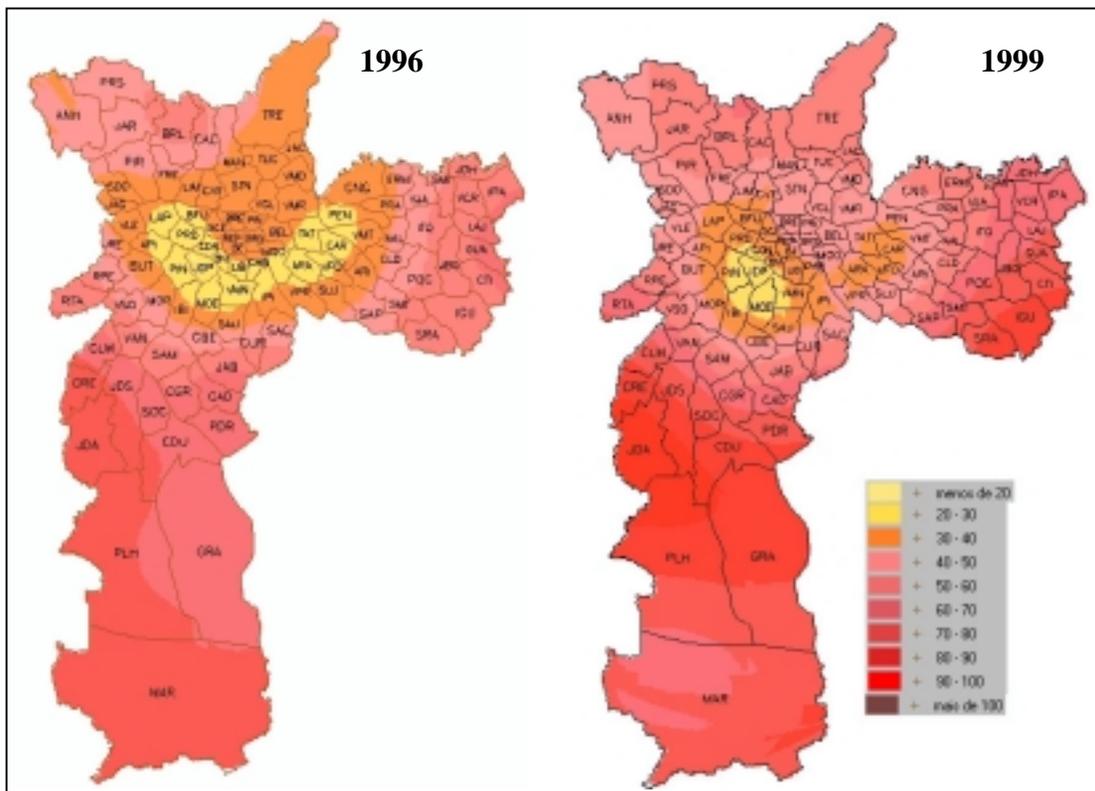


Fig. 13 – Resultado comparativo da dinâmica da taxa de homicídios na cidade de São Paulo.

O que primeiro chama a atenção na figura 13 é a redução da área menos violenta da cidade (tons de amarelo – menos de 30 homicídios por 100.000 hab.) que em 1996 ocupava uma área maior no centro e em 1999 ocupa apenas uma mancha reduzida praticamente aos bairros – Jardim Paulista, Pinheiros, Moema e Itaim Bibi. Isto contradiz de fato a afirmação da demógrafa Bernadete Waldvogel da fundação SEADE, citada pela Folha de São Paulo (5/06/2000) quando diz: “A violência aumentou na região metropolitana de São Paulo, mas esse crescimento foi concentrado em áreas violentas. Em municípios e distritos da cidade mais tranquilos, não houve tendência significativa de aumento”.

A segunda importante mudança registra-se na faixa dos 30 a 40 homicídios por 100.000 habitantes (cor laranja) que em 1996 ocupa parte do Centro, Zonas Oeste, Leste e Norte, já em 1999 está faixa se reduz a uma área menor em torno da amarela, sendo que todos os distritos da região Norte anteriormente pertencentes a ela agora passam às faixas de 40-50 ou 50-60 homicídios por mil habitantes. Analisemos por exemplo, três dos distritos mais ao norte da cidade – Tremembé - passou de uma taxa de 30,72 em 1996 para uma taxa de 57,8 em 1999, ou seja, um incremento de 88% no índice; Jaçanã de 46,98 pulo para 76,39 incremento de 62 %, e Tucuruvi de 24,53 a 38,44 incremento de 57 %.

A terceira mudança significativa que se destaca na figura 13 (vermelho mais intenso) é o aumento da taxa de homicídios nas zonas Sul e Leste da cidade. Ambas regiões já tinham índices altos em 1996 com índices entre 60 e 80 homicídios por 100.000 habitantes na zona Sul e índices um pouco menores, entre 50 e 60 na zona Leste. É precisamente nesta última onde os incrementos na taxa foram os maiores, por exemplo, Iguatemi passou de uma taxa de 54,56 em 1996 para 100,11 em 1999, incremento de 83,4 % e Cidade Tiradentes de uma taxa de 54,12 em 1996 aumento para 88,88 em 1999, incremento de 64 %.

Entre os distritos da zona Sul, o de maior taxa de homicídios de toda a cidade, o Jardim Ângela teve um incremento de 23 %, que é menor que outros incrementos antes citados, o problema é que o índice que já era de 94,42 mortes por 100.000 habitantes passou

para 116,23 em 1999. Para poder ter uma idéia da gravidade da situação, basta destacar esta taxa é 48% superior à de Colômbia (78,44), e quase cinco vezes maior que a média brasileira, que é de 24,1 homicídios por 100.000 habitantes. A boa notícia foi à redução da taxa de homicídios no distrito de Marsilac, na zona Sul, onde ela caiu de 80,94 em 1996 para 50,7 em 1999.

Sobre as vantagens do análise a partir das superfícies geradas pode-se concluir que foi particularmente útil para a espacialização dos dados e facilitar a interpretação da dinâmica do comportamento da taxa de homicídios para os anos de 1996 e 1999, porém é necessário prestar especial atenção e cuidado aos valores absolutos para determinados distritos. Por exemplo, o distrito Sé, que em 1999 atingiu uma taxa de 107,62 homicídios por 100.000 habitantes, a segunda maior de todos os distritos da cidade, durante a interpolação teve seu valor diminuído devido a que os distritos vizinhos como República, Bom Retiro, Liberdade e Cambuci e Pari possuem taxas bem menores, com valores em média entre 20 e 40 homicídios.

3.1- Análise da correlação da taxa de homicídios com outras variáveis sociais

Para a análise da correlação das taxas de homicídios correspondentes a 1996 e 1999 foram escolhidos três indicadores do trabalho “Mapa da Exclusão / Inclusão Social da cidade de São Paulo”, coordenado pela Dra. Aldaíza Sposati da PUC de São Paulo (Sposati et al., 1996). Estes indicadores foram o Índice de Desenvolvimento Humano (IDSHU), a percentagem de idosos, e a percentagem de analfabetismo, este último estimado a partir dos dados de população e número de analfabetos para os 97 distritos da cidade de São Paulo referido no trabalho antes citado.

O IDSHU é o indicador adotado pela ONU – PNUD que avalia as possibilidades de todos os cidadãos de uma sociedade melhor desenvolverem seu potencial com menor grau possível de privação e de sofrimento, além da sociedade poder usufruir coletivamente do mais alto grau da capacidade humana (Sposati et al., 1996).

A seguir na Tabela 5 se mostra o resultado do coeficiente de correlação do momento do produto Pearson que relaciona os indicadores (variáveis) mencionados. A partir de duas matrizes das variáveis (X) e (Y) o valor (r) do coeficiente de Pearson pode ser expresso como:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

TABELA 5 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON.

	IDSHU	PERC. ANALF.	PERC. IDOSOS
Taxa. Homicídios 1996	-0,723	0,641	-0,684
Taxa. Homicídios 1999	-0,780	0,657	-0,727

Uma visão mais clara destas correlações das taxas de homicídios pode ser observada a partir dos gráficos das mesmas

- Primeiro com o IDSHU (Figuras 14 e 15).

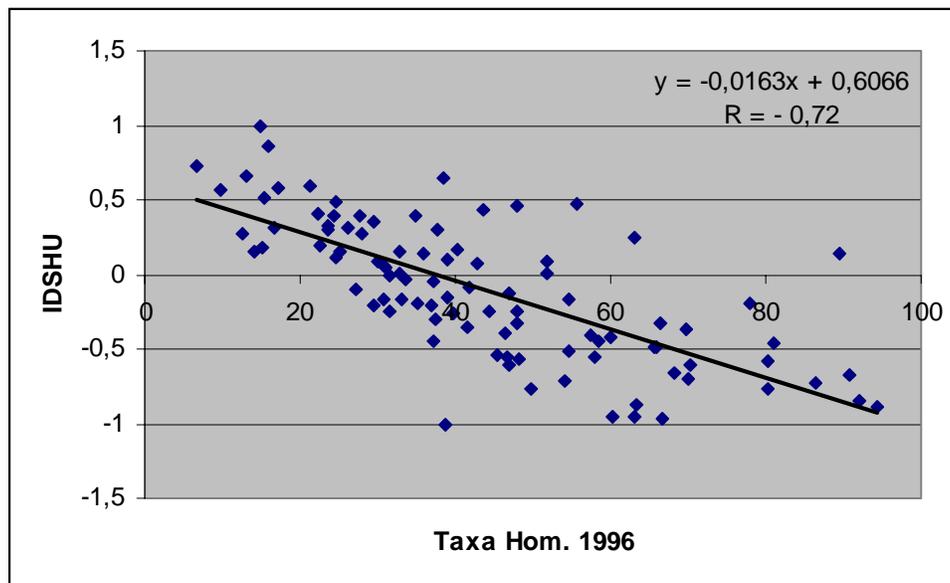


Fig. 14 – Correlação da taxa de homicídios em 1996 com o índice de desenvolvimento humano.

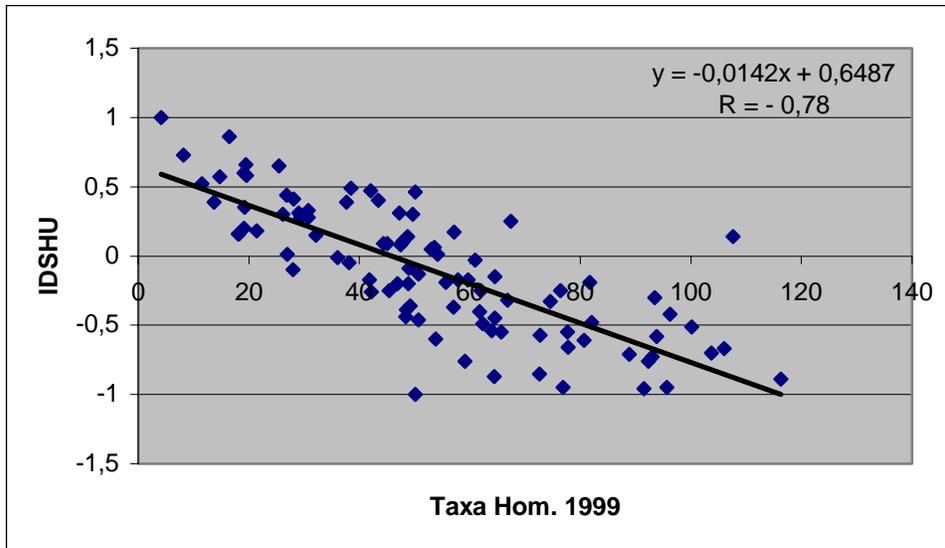


Fig. 15 – Correlação da taxa de homicídios em 1999 com o índice de desenvolvimento humano.

- A seguir com a percentagem de analfabetos por distrito (Figuras 16 e 17)

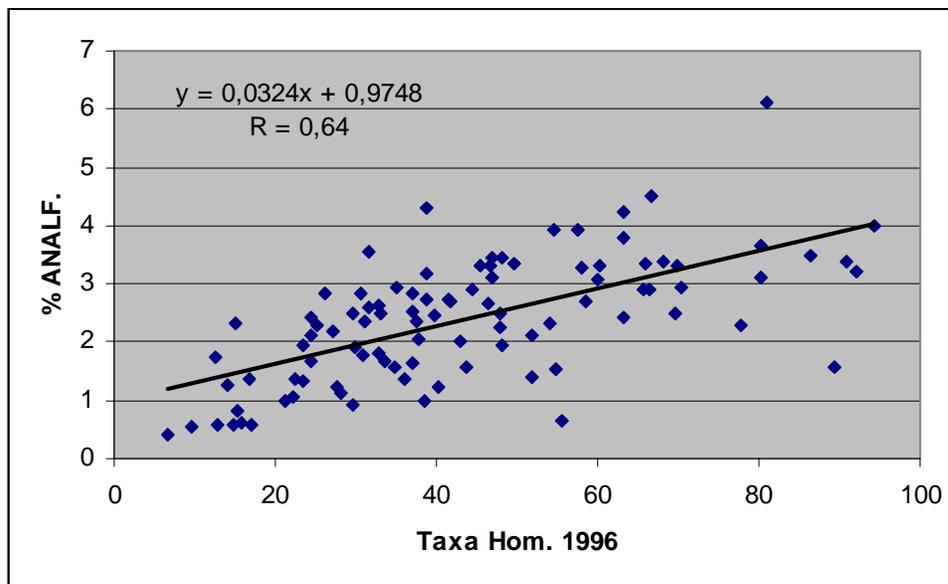


Fig. 16 – Correlação da taxa de homicídios em 1996 com a percentagem de analfabetismo.

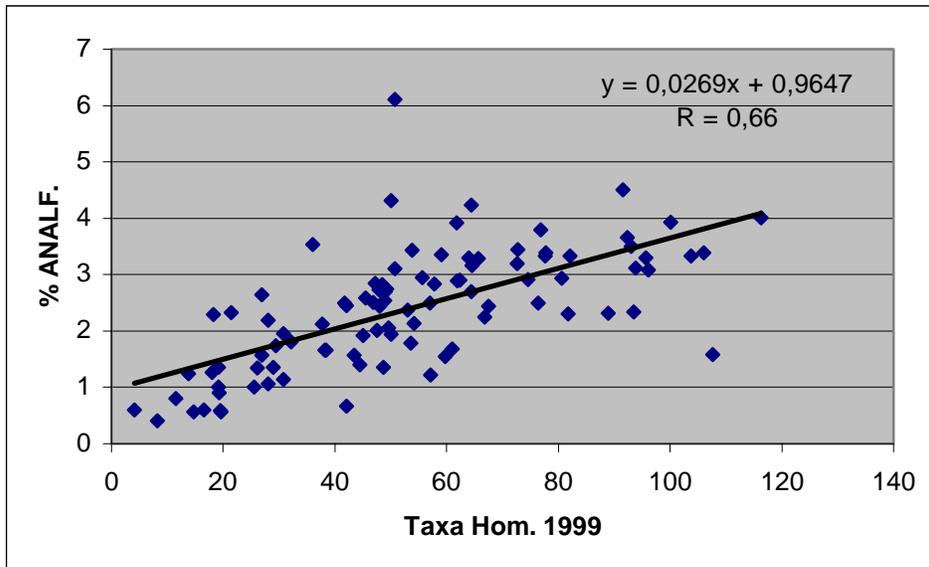


Fig. 17 – Correlação da taxa de homicídios em 1999 com a percentagem de analfabetismo.

- Finalmente com a percentagem de idosos (Figuras 18 e 19)

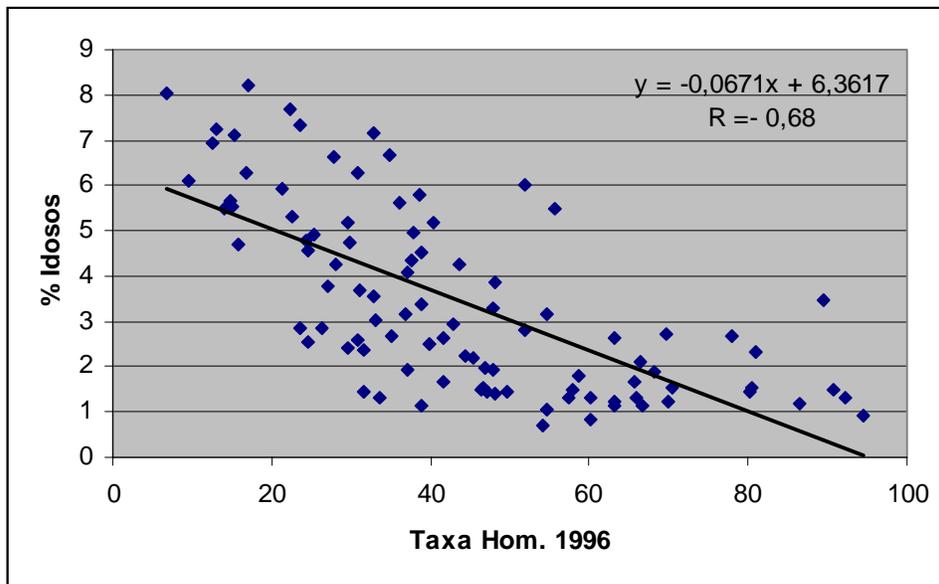


Fig. 18 – Correlação da taxa de homicídios em 1996 com a percentagem de idosos.

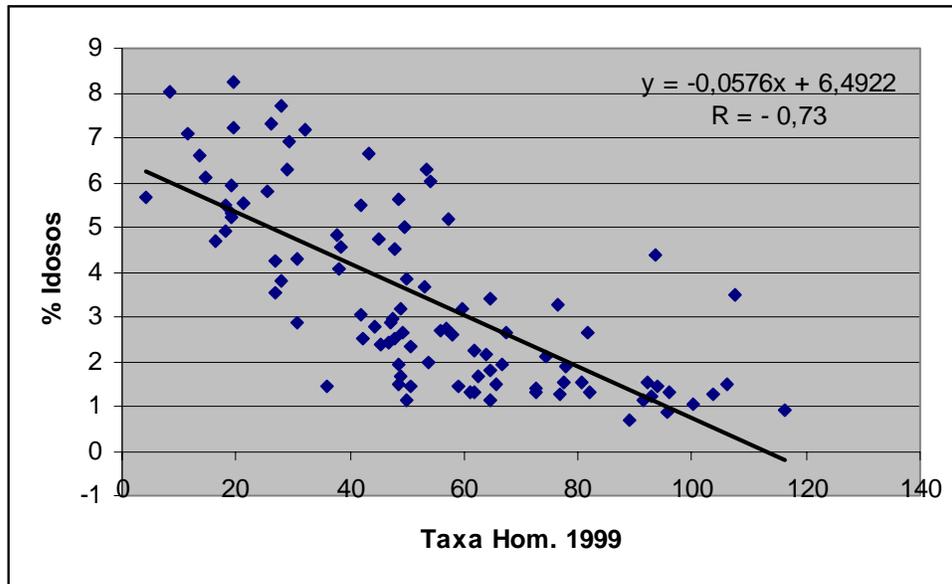


Fig. 19 – Correlação da taxa de homicídios em 1999 com a percentagem de idosos.

Como pode se observar nos gráficos as correlações podem ser consideradas funções lineares e de valores de correlação altos. Nas figuras 14 e 15 pode ser calculada aproximadamente com que proporção à medida que aumenta a taxa de homicídios, diminui o índice de desenvolvimento humano e que o valor de “*r*” aumenta para os dados de 1999.

Nas figuras 16 e 17 observam-se valores de correlação positivos, quando a taxa de homicídios de ambos anos é correlacionada com a percentagem de analfabetos nos distritos da cidade, mostrando um incremento em 1999, ou seja, à medida que aumenta o número de analfabetos, aumenta o número de homicídios.

Finalmente correlacionando-se a taxa de homicídios com um indicador importante de qualidade de vida, como a percentagem de idosos, se obtém como resultado valores negativos de correlação, mostrando uma redução da percentagem de idosos, com o incremento da taxa de homicídios. Este

resultado indica que estes distritos devem ter um índice de expectativa de vida menor.

Os resultados da análise de estas correlações, não deixam lugar a dúvidas sobre a relação direta que existe entre o aumento da violência e a degradação cada vez maior dos indicadores sociais mais elementares e básicos que determinam um mínimo de condições de vida dignas para todos os setores da população.

Para finalizar realizou-se um teste “*t*” para avaliar o nível de significância do resultado dos valores de correlação obtidos.

O teste pode ser expresso pela fórmula:

$$t^* = \frac{r_{12} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{12}^2}} \quad \text{Onde } n = 97$$

Na Tabela 6 mostram-se os valores de *t* calculados para os valores de *r* expressos na Tabela 5.

TABELA 6 – VALORES DO TESTE *t* PARA OS VALORES DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS

	IDSHU	PERC. ANALF.	PERC. IDOSOS
Taxa. Homicídios 1996	-10,20	8,14	-9,14
Taxa. Homicídios 1999	-12,15	8,50	-10,35

Como os valores expressos na Tabela 6, são maiores que 3,3733 os valores positivos e que – 3,3733 os valores negativos (Tabela da distribuição *t*, (Neter, 1974)), podemos afirmar que os valores de *r* são significativos com uma probabilidade de 0,9995.

4- CONCLUSÕES

A interpolação por krigeagem para os dados estudados, de natureza socioeconômica, e a análise das superfícies geradas por este método, mostraram-se particularmente úteis para a análise dos padrões de variação espacial da violência na cidade de São Paulo e uma melhor visualização da dinâmica espacial da taxa de homicídios durante os anos de 1996 e 1999.

O modelo de ajuste empregado (Gaussiano) mostrou-se eficiente e os mapas resultantes da interpolação coerentes com os valores das amostras espacializadas, constatando-se na variância da krigeagem a importância da densidade das amostras por unidade de área para a qualidade do resultado.

O incremento da violência na cidade de São Paulo ficou evidente de forma espacial, mostrando que não ficou restrito unicamente aos distritos historicamente violentos da cidade. Isto confirma que a violência hoje se generaliza numa relação biunívoca centro-periferia e periferia-centro.

Os resultados da análise de correlação da taxa de homicídios de 1996 e 1999 com três indicadores sociais escolhidos mostraram como o deterioro crescente dos índices de qualidade de vida e a alarmante situação de exclusão social, da periferia contribui de forma permanente para que a solução destes problemas seja cada vez mais urgente, e uma política de desenvolvimento, acompanhada de emprego e distribuição equitativa de renda, cada vez mais necessária.

A integração de ferramentas de análise e estatística espacial diretamente com software de geoprocessamento (SPRING versão 3.4) constitui uma nova ferramenta que amplia notavelmente as capacidades dos Sistemas de Informação Geográfica.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anselin L. Interactive techniques and Exploratory Spatial Data Analysis. In: P.Longley, M. Goodchild, D. Maguire and D. Rhind (eds.), **Geographical Information Systems: principles, techniques, management and applications**. Cambridge: Geoinformation International, 1999.

Bailey T.C. and Gatrell A.C. **Interactive Spatial Data Analysis**. Longman Group Limited. London, 1996. 413 p.

Camargo E.C.G. Análise Espacial de Superfícies por Geoestatística. Capítulo 3. In: <http://www.dpi.inpe.br/cursos/livro>.

Câmara G., Monteiro A.M., Carvalho M.S. Análise Espacial e Geoprocessamento, Capítulo 1. In: <http://www.dpi.inpe.br/cursos/livro>.

Folha de São Paulo. Homicídio cresce em áreas mais violentas. (Artigo) Página C1. 5 de junho de 2000.

Neter J. and Wasserman W. **Applied Linear Statistical Models**. Regression, Analysis of Variance and Experimental Designs. Irwin-Dorsey Ltd., Inc. Illinois, 1974. 842 p.

Sposati A. O. **Mapa da Exclusão / Inclusão Social da cidade de São Paulo**. EDUC. São Paulo, 1996. 126 p.