

***ANÁLISE GEOESTATÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE  
CORRELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE CRIANÇAS E A  
INTENSIDADE DE SERVIÇOS DE CRECHES MEDIDA ATRAVÉS DO  
ESTIMADOR DE KERNEL, NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS.***

**Lucas Tessmann Schwalm**

**UFSC**

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial - PPGTG  
Criciúma-SC  
lucas.estop@gmail.com

**Pedro Henrique Machado Porath**

**UFSC**

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial - PPGTG  
Florianópolis-SC  
phporath@gmail.com

**Everton da Silva**

**UFSC**

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial - PPGTG  
Florianópolis-SC  
everton.silva@ufsc.br

**Francisco Henrique de Oliveira**

**UDESC**

Centro de Ciências Humanas e da Educação - FAED  
Florianópolis-SC  
chico.udesc@gmail.com

**Resumo:**

Este artigo, visando auxiliar a gestão territorial do setor público, propõem o uso de técnicas de geoestatística desenvolvidas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) como constituição de um método para análise da correlação entre concentração de crianças com idade entre 0 e 6 anos frente a locais com diferentes níveis de serviços de creches públicas no município de Florianópolis. A elaboração do método foi pautada no uso de dados públicos e de livre acesso, como os dados tabulares do censo demográfico do IBGE (2010) e endereços de creches provenientes do web site da Prefeitura Municipal de Florianópolis, além dos dados georreferenciados do setor censitário. A fim de chegar ao objetivo final deste estudo, foram definidas as seguintes etapas: Aquisição e tratamento de dados georreferenciados; Geração do mapa de Concentração de Crianças (0 a 6 anos) por setor censitário; Geração do mapa de Valores médios do estimador de Kernel para avaliar intensidade de serviços de creches; e Geração da correlação linear de Pearson. Como resultado, obteve-se o índice de correlação entre as duas variáveis, servindo como apoio a decisão de gestores públicos.

**Palavras-chave:** Geoestatística, SIG, Correlação de Pearson, Estimador de Kernel.

## Abstract

This article, in order to assist territorial management of the public sector, proposes the use of geostatistical techniques developed in a Geographic Information System (GIS) as a method for analyzing the correlation between concentrations of children aged 0 and 6 years to places with different levels of municipal day care services in the municipality of Florianópolis. The elaboration of the method was based on the use of public data and free access, such as tabular data from IBGE's demographic census (2010) and daycare addresses from Florianópolis city's website, as well as georeferenced data from the census tract. In order to reach the final objective of this study, the following steps were defined: Acquisition and processing of georeferenced data; Generation of the Map of Concentration of Children (0 to 6 years) by census sector; Generation of the Mean Values of the Kernel Estimator to evaluate the intensity of daycare services; and Pearson's linear correlation generation. As a result, the correlation index between the two variables was obtained, serving as support for managers' decision.

**Keywords:** Geostatistics, GIS, Pearson's Correlation, Kernel Estimator.

## 1. INTRODUÇÃO

O acesso aos serviços públicos é algo de extrema importância para a população brasileira. Dessa maneira, a realização de uma avaliação do nível de serviço público se faz necessária, pois dessa forma é possível determinar a qualidade de cada setor e com isso traçar uma estratégia de investimento a partir da identificação de áreas prioritárias. O uso integrado de técnicas de análise espacial e estatística em um Sistema de Informação Geográfica podem ser um importante instrumento de gestão territorial, indicando a qualidade do nível de serviço e até locais para novos investimentos.

O uso com maior frequência desse tipo de instrumento pode facilitar a leitura dos problemas sociais enfrentados pelos municípios. Em muitos municípios brasileiros a população possui dificuldades em acessar os serviços básicos, por diversos motivos, como: sistema altamente burocrático, serviços não disponíveis ou mal dimensionados, dentre outras situações. Essa situação também é comum quando famílias passam dificuldades para encontrar vagas em creches para matrículas de novas crianças.

O acesso à educação é um direito constitucional, e segundo o Campos (2009), “as creches têm por objetivo educar e cuidar de crianças até 6 anos de idade”. Conforme é possível visualizar na Tabela 1, a porcentagem de crianças fora da escola, de 0-5 anos e 6-14, reduziram consideravelmente em 10 anos. Estes resultados devem se ao investimento dos municípios da grande Florianópolis na criação de creches e escolas.

Vulnerabilidade Social - RM - Florianópolis

Crianças e Jovens	2000	2010
Mortalidade infantil	14,44	6,54
% de crianças de 0 a 5 anos fora da escola	68,02	45,28
% de crianças de 6 a 14 fora da escola	3,89	2,09

Tabela 1 – Vulnerabilidade Social de Florianópolis. Fonte: Atlas Brasil.

Dessa forma, este estudo tem por objetivo através de uma implantação de metodologia piloto no município de Florianópolis (SC), analisar o grau de correlação entre locais com maior concentração de crianças de 0 a 6 anos e a intensidade de serviços de creches medida através do estimador de Kernel.

Para a realização desta análise de geoestatística, foram usados dados de setores censitários e informações do censo demográfico ambas com fonte do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Com esses dados foi possível gerar o mapa de concentração de crianças entre 0 e 6 anos.

As informações das creches da área de estudo foram obtidas no próprio site da Prefeitura Municipal de Florianópolis. A partir delas, foi elaborado o mapa de intensidade de serviços de creches medida através do estimador de Kernel.

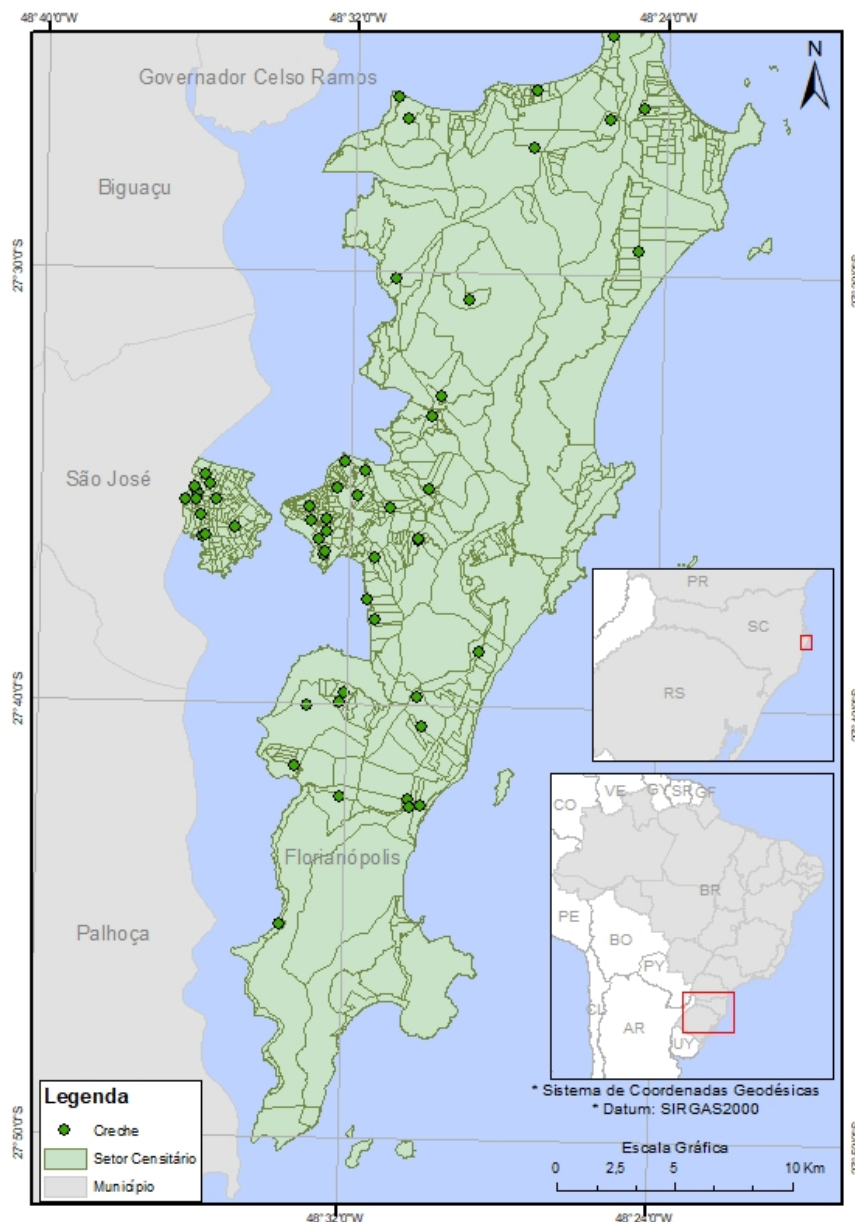


Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo

Fonte: Autores, 2018

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a execução do estudo que visa analisar o índice de correlação linear de concentração de crianças entre 0 e 6 anos frente a intensidade de serviços de Creches em Florianópolis, foram definidas algumas etapas, sendo elas:

- Aquisição e tratamento de dados georreferenciados;
- Geração do mapa de Concentração de Crianças (0 a 6 anos) por setor censitário;
- Geração do mapa de Valores médios do estimador de Kernel para avaliar intensidade de serviços de creches; e
- Geração da correlação linear de Pearson.

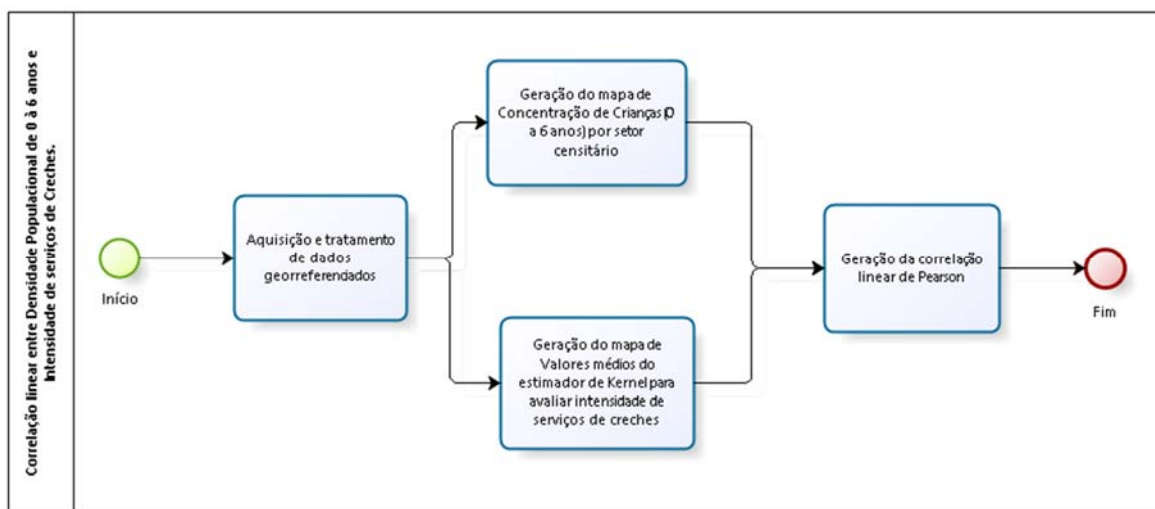


Figura 2 – Estrutura do método proposto para identificação do grau de correlação entre Concentração de Crianças e Intensidade de serviços de Creches.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Aquisição de dados e tratamento de dados georreferenciados

Após a definição da área de estudo, município de Florianópolis, foi feita a análise sobre quais dados seriam necessários para a execução deste estudo. Dessa forma foi definido que ao final da pesquisa fosse possível construir um dado georreferenciado com informação de quantidade de crianças por setor censitário (polígono) e outro contendo as creches (ponto) municipais de Florianópolis. A Tabela 2 – Fonte de aquisição dos dados, identifica a origem de cada um dos dados.

Nome	Fonte	Formato
Setores Censitário	IBGE	Shapefile
Censo Demográfico	IBGE	XLS

Creches	PMF (SC)	-
---------	----------	---

Tabela 2 – Fonte de aquisição dos dados.

### 3.1.1 Setor Censitário e Censo Demográfico

Para este estudo foram usados os dados do último censo demográfico, ano de 2010. Segundo IBGE (2010), a periodicidade dos Censos Demográficos é regulamentada pela Lei nº 8.184, de 10 de maio de 1991, que estabelece um máximo de dez anos para o intervalo intercensitário.

As informações presentes na publicação final do Censo Demográfico do IBGE, é muito valioso e possui muitas aplicações para a gestão pública. Este dado fica ainda mais rico quando espacializado nas informações dos Setores Censitários. Segundo IBGE (2010), o objetivo principal da base territorial do Censo Demográfico 2010 foi possibilitar a cobertura integrada de todo o território e ampliar as possibilidades de disseminação de informações à sociedade. Sua preparação levou em conta a oferta de infraestrutura cadastral e de mapeamento para a coleta dos dados do Censo Demográfico, e a necessidade de atender às demandas dos setores público e privado por informações georreferenciadas no nível de setor censitário.

A fim de se obter uma camada georreferenciada de Setores Censitários com informações do Censo Demográfico vinculadas, foram necessários os seguintes passos:

- Junção de tabelas entre o shapefile de setor censitário com a planilha do Censo Demográfico através do código do setor;
- Filtro dos campos (V32 a V38) com informações de quantidade de crianças com 0 a 6 anos de idade (IBGE, 2010);
- Identificação da população absoluta de crianças com 0 a 6 anos de idade.

### 3.1.2 Creche

Foi determinado que para este estudo a camada de Creches contivessem apenas unidades públicas de jurisdição municipal. Para isso, foi utilizado a fonte oficial da Prefeitura Municipal de Florianópolis, em seu website havia a informação do endereço de cada unidade<sup>1</sup>.

A partir dessas informações, os endereços foram consultados no software Google Earth e consequentemente suas coordenadas foram determinadas. Ainda foram necessários os seguintes passos: transformação do arquivo KML para Shapefile e transformação do datum WGS84 para SIRGAS 2000 representado no sistema de projeção UTM.

### 3.2 Geração do mapa de Concentração de Crianças (0 a 6 anos) por setor censitário

Com o tratamento realizado na camada de Setor Censitário, os dados de população absoluta de crianças de 0 a 6 anos de idades e o valor da área em quilômetros quadrados de cada polígono do setor censitário, foi possível gerar as informações da concentração de crianças (densidade populacional) entre 0 e 6 anos de idade por quilômetro quadrado.

$$Densidade\ populacional = \frac{n^{\circ}\ de\ crianças\ de\ 0\ a\ 6\ anos}{Área\ em\ m^2}$$

Ao gerar o mapa com os valores de concentração de crianças, pôde-se perceber a baixa densidade de crianças entre 0 e 6 anos no município de Florianópolis, onde foi identificado a média de 104,66 crianças por km<sup>2</sup>. A densidade fica relativamente mais alta nas regiões do continente, centro além dos bairros da Tapera e Ingleses.

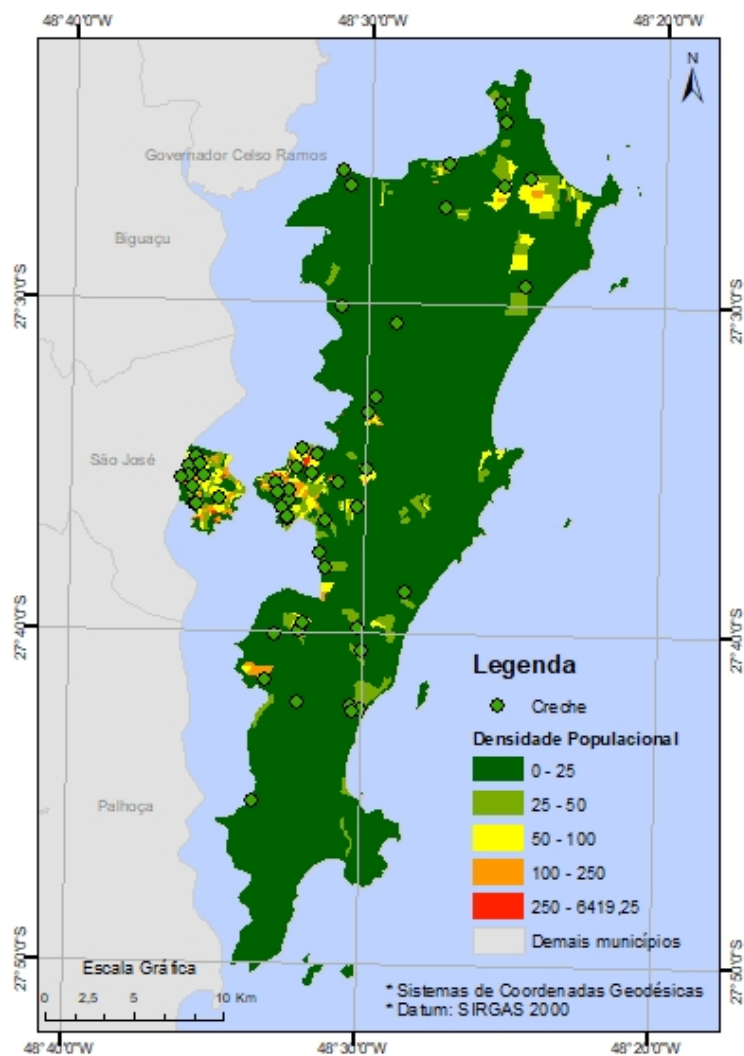


Figura 3 – Mapa de Concentração de crianças entre 0 e 6 anos de idade por km<sup>2</sup>.

### 3.3 Geração de mapa de valores médios do estimador de Kernel para avaliar intensidade de serviços de creches

Visando determinar os valores médios da intensidade de serviços de creches por setor censitário, foi definida a utilização do estimador de densidade de Kernel a partir das localizações de creches. Segundo Souza et. al. (2013), o estimador de densidade kernel desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira

da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores kernel sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (Silverman,1986). Deste modo é possível estimar a quantidade e evento por unidade de área específica, em cada célula de uma grade padrão que recobre a região estudada. Esta técnica não paramétrica, além de estimar a intensidade da ocorrência de casos em toda a superfície analisada, permite filtrar a variabilidade de um conjunto de dados, ao mesmo tempo que retém suas principais características locais. (Tassini et al, 2004)

O primeiro mapa, também conhecido como mapa de calor, foi gerado a partir da ferramenta *Kernel Density* do software *ArcGIS*, onde foram identificados valores de intensidade de serviços de creches de 0 a 441216. Onde o menor número representa a menor atratividade e o maior, a maior atratividade (Figura 4).

Em seguida, foi gerado a média dos valores de intensidade da presença de serviços de creches dentro de cada setor censitário. Esse passo é necessário para cumprir o objetivo deste estudo, correlação entre a concentração de crianças e intensidade de serviços de creches, visto que as duas variáveis estando inseridas nos polígonos de setores censitários cumprem a função um a um (*one to one*).

Dessa forma, para gerar os valores médios do mapa de estimador de Densidade Kernel dentro de cada setor censitário, foi utilizado a ferramenta de *Zonal Statistics* do software *ArcGIS*. Segundo Silva et. al. (2013), esta ferramenta é capaz de calcular uma série de estatísticas a partir da leitura de uma base de dados matricial (*raster*) para uma ou mais “zonas” geográficas definidas pelo usuário.

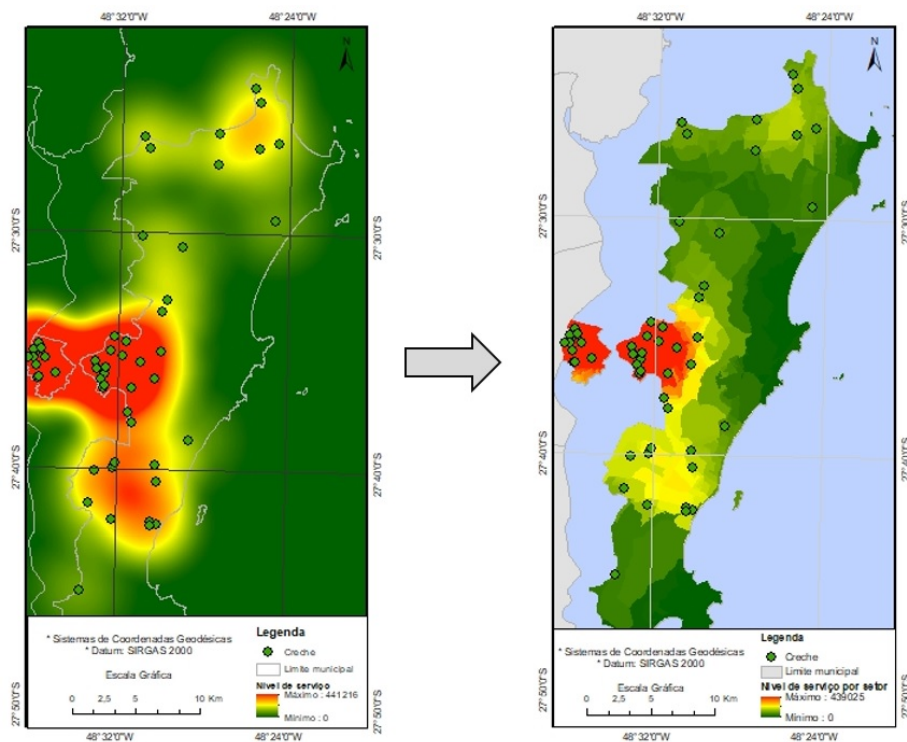


Figura 4 – Mapa de estimador de Kernel indicando níveis de serviços de atendimento de creches.

### 3.4 Geração da Correlação Linear de Pearson

Com a definição dos valores de concentração de crianças de a 0 a 6 anos de idade e intensidade de serviços de creches; posterior espacialização desses valores na camada de setores censitários, pôde-se dar início ao processo de análise da correlação entre as duas variáveis.

Por ser um método bem utilizado cientificamente para medir o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas, neste estudo a correlação entre as variáveis será feita a partir da Correlação Linear de Pearson. Como cita Schultz e Schultz (1992) apud Lira (2004), o método usualmente conhecido para medir a correlação entre duas variáveis é o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, também conhecido como Coeficiente de Correlação do Momento Produto. Este foi o primeiro método de correlação, estudado por Francis Galton e seu aluno Karl Pearson, em 1875.

Segundo Corrêa et. al. (2008) apud Appolinário (2006) o coeficiente de correlação de Pearson varia entre -1,00 e +1,00 acrescentando ainda que as correlações possuem duas vertentes: a força e a direção. Sendo menor do que zero, tem-se correlação negativa e, do contrário, correlação positiva. Isso indica a direção do relacionamento entre as variáveis em

análise. Sendo positiva, a relação é direta e, sendo negativa, a relação é inversa. Quanto à força, uma correlação pode ser: absoluta, muito forte, forte, moderada, fraca e nula.

Valores da Correlação	Força (interpretação)
0,00	Nula
0,01 até 0,10	Muito fraca
0,11 até 0,30	Fraca
0,31 até 0,59	Moderada
0,60 até 0,80	Forte
0,81 até 0,99	Muito forte
1,00	Absoluta

Fonte: Appolinário (2006, p. 150)

Figura 5 – Valores da Correlação e a Força.

O método prevê a definição das variáveis como termo dependentes e independentes. Dessa forma, foi definido como termo independente (X) a variável “concentração de crianças entre 0 e 6 anos de idade” e “intensidade de serviços de creches” como termo dependente (Y). O cálculo de Correlação linear de Pearson é feito através da seguinte fórmula:

$$r = \frac{n \cdot (\sum xy) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2] \cdot [n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \text{ onde}$$

Através de uma planilha de Excel, foram feitos todos os cálculos dos somatórios dos termos independentes e dependentes, além da aplicação da fórmula para se chegar no valor de correlação linear (r) das variáveis citadas. A memória de cálculo está disponível com os autores. A Tabela 3 é o demonstrativo dos resultados obtidos.

$\sum x$	67609,52278
$\sum y$	137039778
$\sum x^2$	86583126,23
$\sum y^2$	42969276407790
$\sum xY$	19420251039
n	646

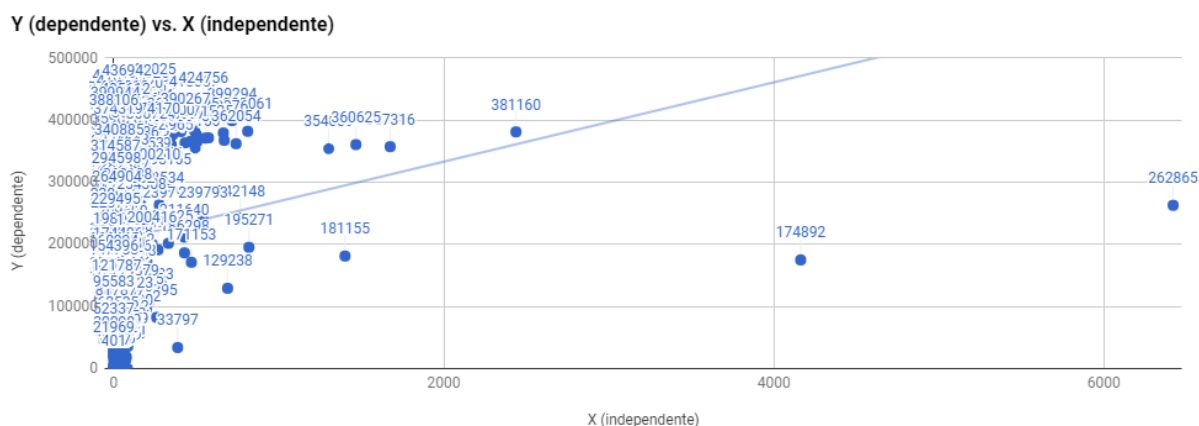
Tabela 3: Valores extraídos da memória de cálculo da Correlação de Pearson.

Portanto, para se chegar ao resultado do grau de correlação de Pearson, foi necessário aplicar os resultados da 1 na fórmula de Pearson, encontrando assim o valor de 0,1528.

$$r = \frac{646.(19420251039) - (67609,52278).(137039778)}{\sqrt{[646(86583126,23) - (67609,52278)^2]. [646(42969276407790) - (137039778)^2]}}$$

$$r = 0,1528$$

Com a finalização do método proposto, pôde-se identificar o valor de 0,1528 como correlação entre as variáveis de concentração de crianças de 0 e 6 anos de idade e intensidade de serviços de creches no município de Florianópolis. Segundo Appolinário (2006), para casos em que a correlação seja de 0,11 a 0,30 é considerada de fraca interpretação, como pode ser visto no *Gráfico 1*.



*Gráfico 1: Representação da correlação linear de Pearson entre as variáveis estudadas.*

Vale ressaltar que não foram feitos estudos em campo a fim de validar os resultados obtidos. Entretanto através do método proposto, foi possível identificar estatisticamente que algumas regiões apesar de possuir uma certa demanda de crianças necessitando de vagas em creches não as possui. Como exemplo pode-se citar os Ingleses e seus bairros vizinhos (Capivari e Santinho) e Tapera que apenas consta com uma unidade de creche, havendo a necessidade de deslocamento para outras unidades. Por outro lado, existem creches em áreas com menor concentração de crianças como é o caso do bairro Carianos que atualmente consta com três unidades de creches.

#### 4. CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento deste estudo, tinha-se a ideia que o grau de correlação fosse maior. Algumas causas podem estar envolvidas neste contexto.

- Algumas creches se localizam em bairros de passagem aos grandes centros e não ao pequeno bairro, como é o caso do sudeste da Ilha onde a creche mais próxima é apenas no Campeche;
- Uma avaliação mais criteriosa quanto a localização das creches utilizada;
- Possibilidade de excluir da análise de correlação os setores censitários que estão fora do desvio padrão.

Foi possível observar que a densidade populacional das crianças entre 0 e 6 anos de idade por km<sup>2</sup> ficou maior na região do oeste da ilha (bairro centro e afins), bem como na parte do continente e ainda uma pequena área ao norte da ilha. Com esta informação a gestão pública tem melhores parâmetros para tomada de decisão a respeito da instalação de novas creches e educação básica.

Se além das creches municipais fossem inseridas as creches particulares, provavelmente os valores pudessem expressar melhor um grau de correlação mais adequado para a validação dos dados e análise, visto que não somente na rede pública são atendidas as crianças. A região do extremo sul da ilha, não conta com nenhuma unidade de atendimento as crianças, comunidades como a Tapera, Açores e Pântano do Sul ficam desassistidos. De acordo com o mapa populacional, estas áreas não são populosas significativamente para necessitar destes serviços.

Com a finalização deste estudo, concluiu-se que mesmo com dados públicos e de livre acesso é possível fazer gestão territorial. As técnicas de estatística utilizadas em um Sistema de Informação Geográfica tornam-se um potencial instrumento de auxílio a tomada de decisão por parte dos gestores públicos.

## **Referências Bibliográficas**

APPOLINÁRIO, F. **METODOLOGIA DA CIÊNCIA: FILOSOFIA E PRÁTICA DA PESQUISA**. 1 ed. São Paulo: Editora Thomson, 2006.

BRASIL. IBGE. **CENSO DEMOGRÁFICO: AGLOMERADOS SUBNORMAIS INFORMAÇÕES TERRITORIAIS**. Brasília, 2010. 251 p. Disponível em:

<[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/552/cd\\_2010\\_agsn\\_if.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/552/cd_2010_agsn_if.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2017.

**BRASIL, ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, IPEA. VULNERABILIDADE SOCIAL – RM – FLORIANÓPOLIS.**  
<[http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_rm/91#educacao](http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_rm/91#educacao)> Acesso em: 28 set. 2018.

**CAMPOS, M. M. CRITÉRIOS PARA UM ATENDIMENTO EM CRECHES QUE RESPEITE OS DIREITOS FUNDAMENTAIS DAS CRIANÇAS /** Maria Malta Campos e Fúlvia Rosemberg. – 6.ed. Brasília: MEC, SEB, 2009. 44 p.: il.

**CORRÊA, D. M. M. C.; MEDEIROS, E. de L.; CARDOSO, V. I. da C. O USO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: UM ESTUDO DE CASO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO TRABALHO EM GRUPO À DISCIPLINA DE LEGISLAÇÃO TRIBUTÁRIA EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA.** Afirse. França, p. 1-15. jan. 2008. Disponível em: <<http://www.afirse.com/archives/cd11/GT08 - POLÍTICAS E PRÁTICAS DE GESTÃO, FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO/807 o uso do coeficiente.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2017.

**LIRA, S. A. ANÁLISE DE CORRELAÇÃO: ABORDAGEM TEÓRICA E DE CONSTRUÇÃO DOS COEFICIENTES COM APLICAÇÕES.** 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Pósgraduação em Métodos Numéricos, Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/dissertacao\\_sachiko.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/dissertacao_sachiko.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2017.

**SILVA, L. R. A. da et al. FERRAMENTA SIG DE CÁLCULO DE ESTIMATIVA POPULACIONAL PARA O PLANEJAMENTO URBANO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.** Anais Xvi Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbsr. Foz do Iguaçu, p. 1-8. 18 abr. 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1201.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2017.

**SILVERMAN, B. W. DENSITY ESTIMATION FOR STATISTICS AND DATA ANALYSIS.** Nova York: Chapman and Hall,1986.

**SOUZA, Nicolas Pereira de et al. APLICAÇÃO DO ESTIMADOR DE DENSIDADE KERNEL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO PARA ANÁLISE DE FOCOS DE DESMATAMENTO E FOCOS DE CALOR.** Anais Xvi Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Foz do Iguaçu, p.

---

1-8. 18 abr. 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1135.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2017.

STEVENSON, W. J. **ESTATÍSTICA APLICADA À ADMINISTRAÇÃO**. 1. ed. São Paulo: Editora Harbra, 2001.

TASSINI W.S. PELLGRINI D.C.P, SABROZA P.C. CARVALHO M.S. **DISTRIBUICAO ESPACIAL DA LEPTOSPIROSE NO MUNICIPIO DO RIO DE JANEIRO**, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999. Cad Saude Publica. 2004.

---