

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## Método de localização de áreas candidatas a receberem empreendimentos residenciais com utilização da p-mediana: Um estudo do Município do Rio de Janeiro

Bruno Freitas de Azevedo

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 1. O Problema:



# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 2. Objetivo:

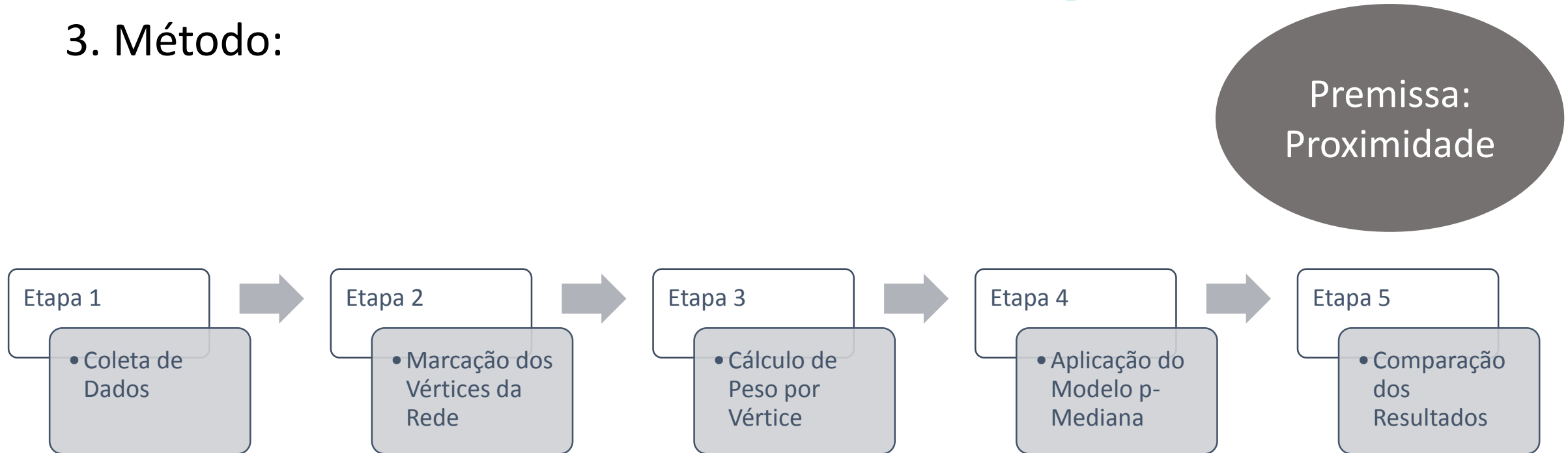
- Desenvolver uma ferramenta auxiliar para o processo de tomada de decisão de compra de terrenos para empreendimentos de unidades residenciais.
  - *“Encontrar n locais candidatos para receberem um empreendimento residencial”.*

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 3. Método:



# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 3.1. Coleta de Dados

- Foram utilizados os dados do IBGE do último Censo (2010);
- Divisão territorial: Áreas de Ponderação;
- Acesso aos dados: Microdados.

Etapa 1

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 4.2. Marcação dos Vértices da Rede

- Vértices: Centros geométricos das Áreas de Ponderação;
- *Software* de Informações Geográficas: QGIS 2.8.2.

Etapa 2

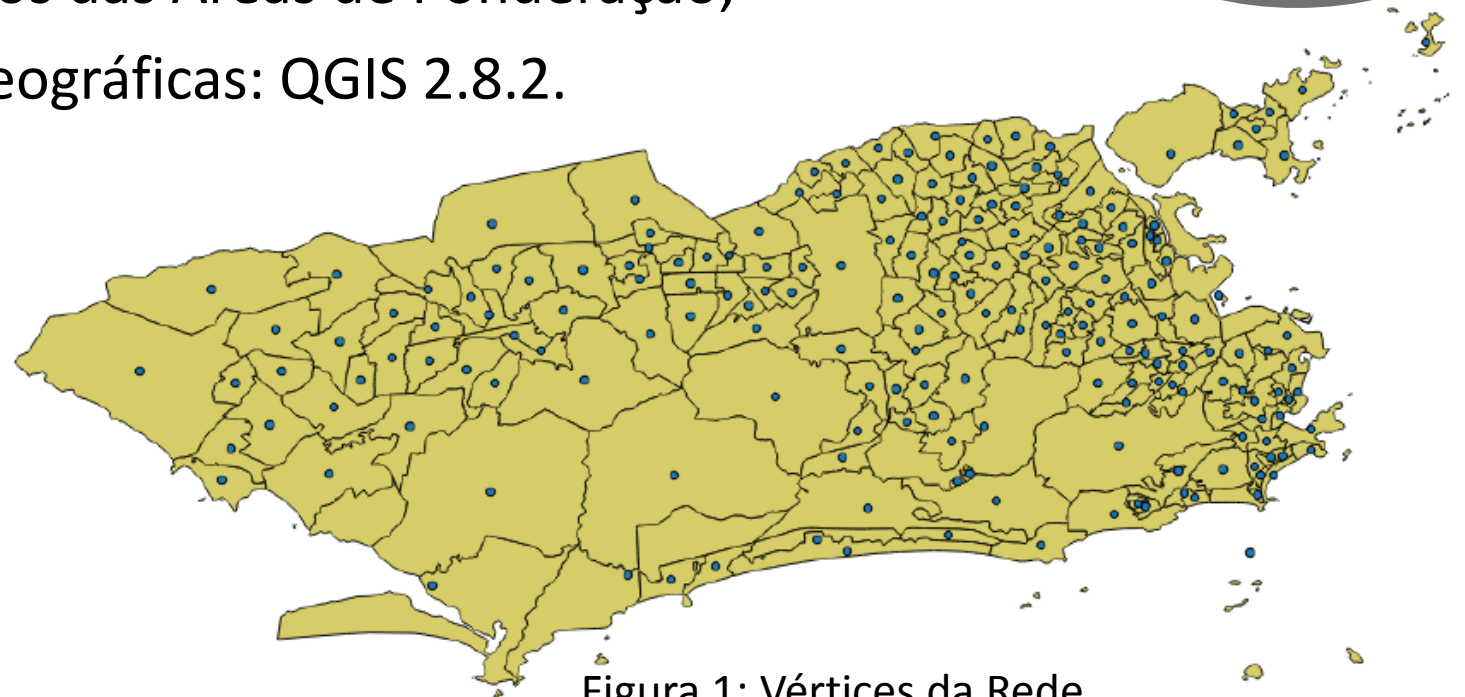


Figura 1: Vértices da Rede.

Fonte: Imagem gerada pelo autor no QGIS 2.8.2.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 4.3. Cálculo de Peso por Vértice

- Combinação de variáveis retiradas dos microdados do Censo 2010:
  - V0011 – Código da Área de Ponderação;
  - V0201 – Condição de ocupação do imóvel (Imóveis alugados);
  - V6530 – Rendimento domiciliar.
- Criação de 6 faixas de rendimento domiciliar.

Etapa 3

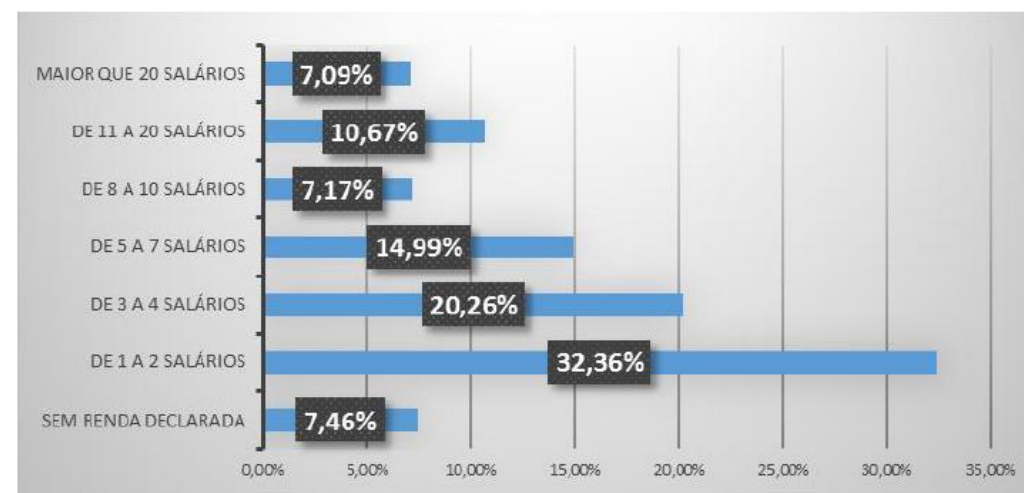


Figura 2: Distribuição Domicílios Locados por Faixa de Rendimento Salarial.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 4.4. Aplicação do Modelo p-Mediana

Etapa 4

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_i d_{ij} x_{ij}$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; j \in N$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jj} = p$$

$$x_{ij} \leq x_{jj}; i, j \in N$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}; i, j \in N$$

Onde,

$N$  é o conjunto de vértices da rede,  $N = \{1, \dots, n\}$ ;

$D = [d_{ij}]_{n \times n}$  é uma matriz simétrica de distâncias entre os vértices com  $d_{ii} = 0$ ,  $i \in N$ ;

$p$  é o número de medianas a serem localizadas;

$q_i$  representa a demanda do vértice  $i$ ;

$x_{ij}$  são as variáveis de decisão, com  $x_{ij} = 1$  se o vértice  $i$  está alocado ao vértice  $j$ , e  $x_{ij} = 0$  no caso contrário, e  $x_{jj} = 1$  se o vértice  $j$  é uma mediana e  $x_{jj} = 0$  no caso contrário, para  $i, j \in N$ .



# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 4.4. Aplicação do Modelo p-Mediana

Etapa 4

- Importação dos arquivos para o SIG denominado SPRING (do INPE);
- Inclusão de tabelas de demanda por Vértice;
- Determinar 5 medianas por faixa de rendimento domiciliar.

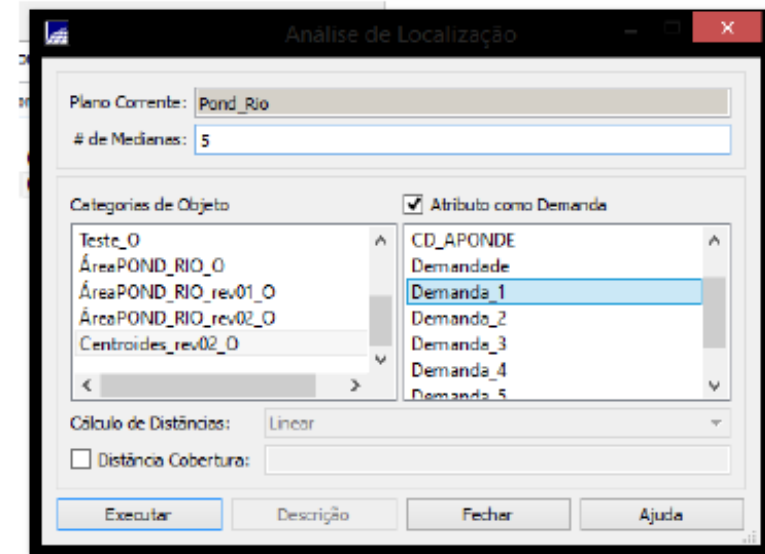


Figura 3: Função Localização de Medianas do SPRING.  
Fonte: Gerada pelo Autor no SPRING.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 4.5. Comparação dos Resultados com os Lançamentos do Mercado

Etapa 5

- Dados de lançamentos da ADEMI-Rio de 2010 a 2013;

Posição	2010			2011			2012			2013		
	Bairros	Unidades	Repres.	Bairros	Unidades	Repres.	Bairros	Unidades	Repres.	Bairros	Unidades	Repres.
1º	Barra da Tijuca	3.886	23,2%	Jacarepaguá	3.245	21,5%	Jacarepaguá	4.454	28,1%	Recreio	4.190	29,2%
2º	Campo Grande	3.479	20,8%	Campo Grande	2.355	15,6%	Recreio	2.942	18,6%	Jacarepaguá	2.125	14,8%
3º	Jacarepaguá	3.222	19,2%	Recreio	2.253	14,9%	Barra da Tijuca	2.029	12,8%	Campo Grande	1.362	9,5%
4º	Vila da Penha	904	5,4%	Barra da Tijuca	1.746	11,6%	Campo Grande	1.174	7,4%	Cachambi	1.134	7,9%
5º	Irajá	690	4,1%	Tijuca	959	6,4%	Tijuca	655	4,1%	Penha	966	6,7%
6º	Recreio	541	3,2%	Pavuna	740	4,9%	Guadalupe	600	3,8%	Barra da Tijuca	778	5,4%
7º	Tijuca	523	3,1%	Vargem Pequena	699	4,6%	Rocha Miranda	444	2,8%	Del Castilho	492	3,4%
8º	Honório Gurgel	500	3,0%	Del Castilho	452	3,0%	Tomás Coelho	440	2,8%	Santa Cruz	492	3,4%
9º	Cachambi	442	2,6%	Vila da Penha	338	2,2%	Camorim	431	2,7%	Engenho de Dentro	428	3,0%
10º	Engenho da Rainha	394	2,4%	Méier	284	1,9%	Vila da Penha	403	2,5%	Irajá	310	2,2%

Tabela 1: Ranking dos 10 Bairros Mais Expressivos em Lançamentos de 2010 a 2013.

Fonte: ADEMI-Rio

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5. Resultados:

### Faixa 1 – Rendimento Familiar de 1 a 2 Salários

Distância Entre Medianas e Vértices	Vértices / Demanda Potencial	Mediana 1 - Laranjeiras e Cosme Velho		Mediana 2 - Complexo do Alemão 2		Mediana 3 - Madureira 1		Mediana 4 - Cidade de Deus		Mediana 5 - Campo Grande 8	
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Até 5 Km	Vértices	27	63%	21	57%	19	45%	13	42%	12	26%
	Dem. Potencial	14.133	48%	20.931	65%	17.099	58%	15.173	54%	6.913	23%
Entre 5Km e 10 Km	Vértices	15	35%	10	27%	22	52%	11	35%	18	38%
	Dem. Potencial	12.612	43%	7.376	23%	12.456	42%	9.170	33%	12.595	41%
Acima de 10 Km	Vértices	1	2%	6	16%	1	2%	7	23%	17	36%
	Dem. Potencial	2.777	9%	3.906	12%	145	0%	3.714	13%	11.150	36%
Total	Vértices	43	100%	37	100%	42	100%	31	100%	47	100%
	Dem. Potencial	29.522	100%	32.213	100%	29.700	100%	28.057	100%	30.658	100%

Tabela 2: Resultados de Quantidade de Vértices e Unidades Alocadas para Faixa 1.

Fonte: Tabela elaborada pelo Autor.

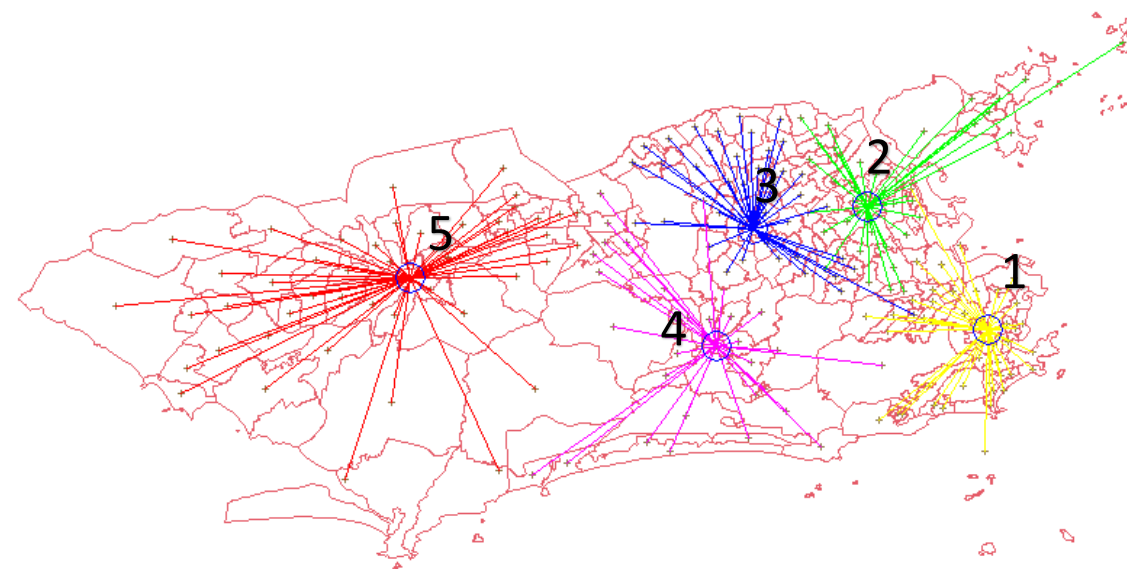


Figura 4: Resultado Localização de Medianas do Município do Rio de Janeiro no SPRING 5.3 para Faixa 1.

Fonte: Imagem Gerada Pelo Autor no Software SPRING 5.3.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5. Resultados:

### Faixa 2 – Rendimento Familiar de 3 a 4 Salários

Distância Entre Medianas e Vértices	Vértices / Demanda Potencial	Mediana 1 - Cosmos 2		Mediana 2 - Complexo Da Penha e Caricó		Mediana 3 - Rio Comprido		Mediana 4 - Praça Seca 1		Mediana 5 - Padre Miguel 2	
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Até 5 Km	Vértices	10	33%	25	52%	28	57%	14	41%	15	38%
	Dem. Potencial	2.654	36%	13.276	57%	15.471	67%	7.502	39%	5.776	28%
Entre 5Km e 10 Km	Vértices	16	53%	18	38%	17	35%	13	38%	12	31%
	Dem. Potencial	3.721	50%	8.320	36%	5.856	25%	7.557	39%	4.059	20%
Acima de 10 Km	Vértices	4	13%	5	10%	4	8%	7	21%	12	31%
	Dem. Potencial	1.021	14%	1.674	7%	1.898	8%	4.314	22%	10.886	53%
Total	Vértices	30	100%	48	100%	49	100%	34	100%	39	100%
	Dem. Potencial	7.396	100%	23.270	100%	23.225	100%	19.373	100%	20.721	100%

Tabela 3: Resultados de Quantidade de Vértices e Unidades Alocadas para Faixa 2.

Fonte: Tabela elaborada pelo Autor.

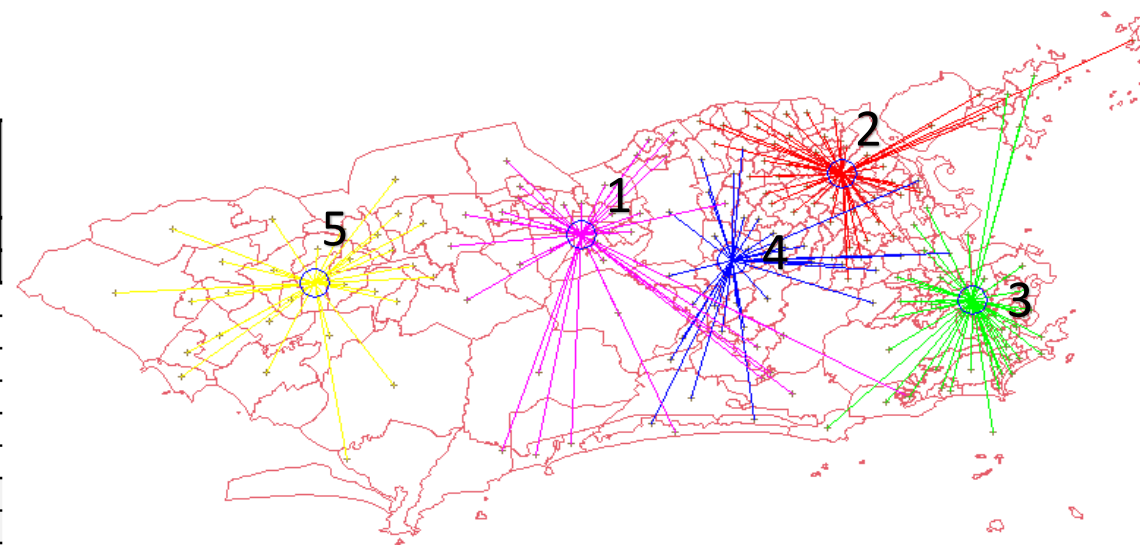


Figura 5: Resultado Localização de Medianas do Município do Rio de Janeiro no SPRING 5.3 para Faixa 2.

Fonte: Imagem Gerada Pelo Autor no Software SPRING 5.3.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5. Resultados:

### Faixa 3 – Rendimento Familiar de 5 a 7 Salários

Distância Entre Medianas e Vértices	Vértices / Demanda Potencial	Mediana 1 - Senador Vasconcelos		Mediana 2 - Botafogo 2		Mediana 3 - Bonsucesso		Mediana 4 - Madureira 2		Mediana 5 - Pechincha	
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Até 5 Km	Vértices	11	21%	23	56%	19	53%	24	55%	11	42%
	Dem. Potencial	2.314	25%	12.111	71%	7.311	47%	10.731	62%	4.849	46%
Entre 5Km e 10 Km	Vértices	18	34%	15	37%	16	44%	19	43%	10	38%
	Dem. Potencial	3.517	37%	4.492	26%	7.691	50%	6.225	36%	3.700	35%
Acima de 10 Km	Vértices	24	45%	3	7%	1	3%	1	2%	5	19%
	Dem. Potencial	3.612	38%	405	2%	410	3%	282	2%	1.887	18%
Total	Vértices	53	100%	41	100%	36	100%	44	100%	26	100%
	Dem. Potencial	9.443	100%	17.008	100%	15.412	100%	17.238	100%	10.436	100%

Tabela 4: Resultados de Quantidade de Vértices e Unidades Alocadas para Faixa 3.

Fonte: Tabela elaborada pelo Autor.

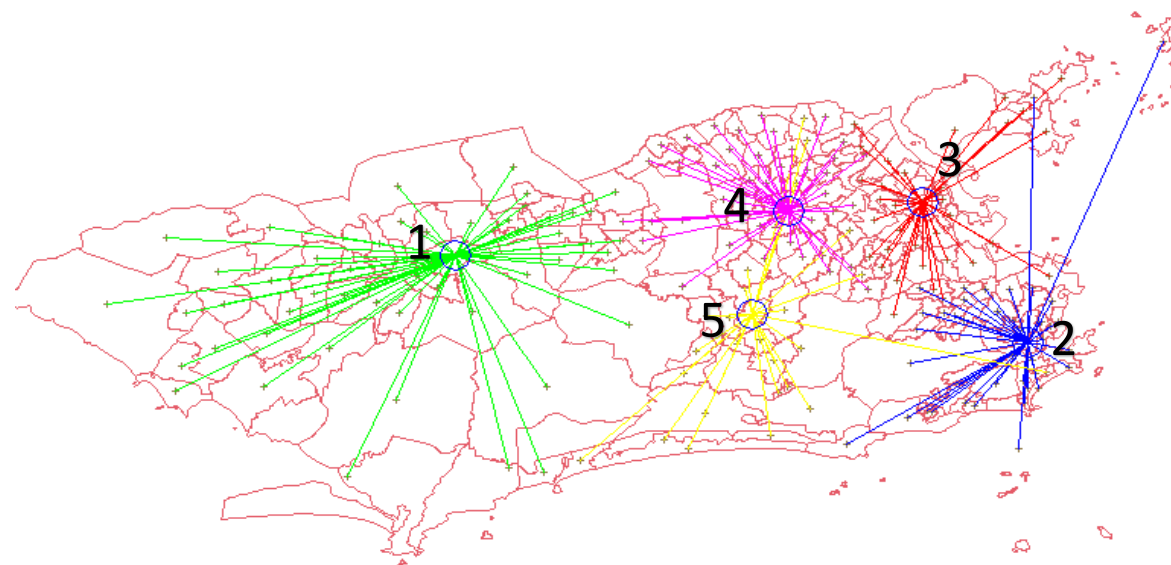


Figura 6: Resultado Localização de Medianas do Município do Rio de Janeiro no SPRING 5.3 para Faixa 3.

Fonte: Imagem Gerada Pelo Autor no Software SPRING 5.3.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5. Resultados:

### Faixa 4 – Rendimento Familiar de 8 a 10 Salários

Distância Entre Medianas e Vértices	Vértices / Demanda Potencial	Mediana 1 - Lagoa		Mediana 2 - Olaria 1		Mediana 3 - Pilares		Mediana 4 - Tanque		Mediana 5 - Senador Camará 2	
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Até 5 Km	Vértices	19	59%	21	48%	20	65%	13	34%	10	18%
	Dem. Potencial	4.944	62%	3.107	38%	4.172	57%	2.224	38%	746	19%
Entre 5Km e 10 Km	Vértices	11	34%	13	30%	10	32%	17	45%	19	35%
	Dem. Potencial	2.852	36%	2.376	29%	2.310	32%	2.501	42%	1.761	45%
Acima de 10 Km	Vértices	2	6%	10	23%	1	3%	8	21%	26	47%
	Dem. Potencial	168	2%	2.726	33%	802	11%	1.196	20%	1.389	36%
Total	Vértices	32	100%	44	100%	31	100%	38	100%	55	100%
	Dem. Potencial	7.964	100%	8.209	100%	7.284	100%	5.921	100%	3.896	100%

Tabela 5: Resultados de Quantidade de Vértices e Unidades Alocadas para Faixa 4.

Fonte: Tabela elaborada pelo Autor.

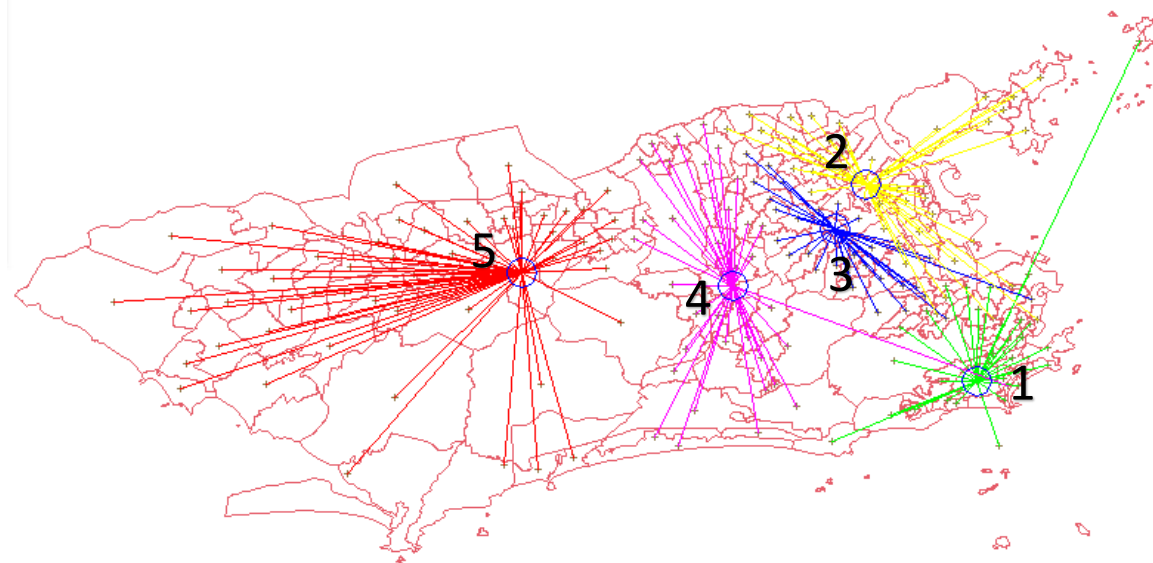


Figura 7: Resultado Localização de Medianas do Município do Rio de Janeiro no SPRING 5.3 para Faixa 4.

Fonte: Imagem Gerada Pelo Autor no Software SPRING 5.3.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5. Resultados:

### Faixa 5 – Rendimento Familiar de 11 a 20 Salários

Distância Entre Medianas e Vértices	Vértices / Demanda Potencial	Mediana 1 - Tijuca 3		Mediana 2 - Madureira 1		Mediana 3 - Cidade de Deus		Mediana 4 - Flamengo 2		Mediana 5 - Campo Grande 9	
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Até 5 Km	Vértices	16	62%	22	33%	13	39%	15	54%	9	20%
	Dem. Potencial	8.582	70%	3.708	35%	2.766	25%	9.867	80%	892	26%
Entre 5Km e 10 Km	Vértices	10	38%	39	58%	11	33%	6	21%	16	35%
	Dem. Potencial	3.688	30%	6.275	60%	3.605	33%	1.123	9%	744	22%
Acima de 10 Km	Vértices	-	0%	6	9%	9	27%	7	25%	21	46%
	Dem. Potencial	-	0%	527	5%	4.650	42%	1.290	11%	1.794	52%
Total	Vértices	26	100%	67	100%	33	100%	28	100%	46	100%
	Dem. Potencial	12.270	100%	10.510	100%	11.021	100%	12.280	100%	3.430	100%

Tabela 6: Resultados de Quantidade de Vértices e Unidades Alocadas para Faixa 5.

Fonte: Tabela elaborada pelo Autor.

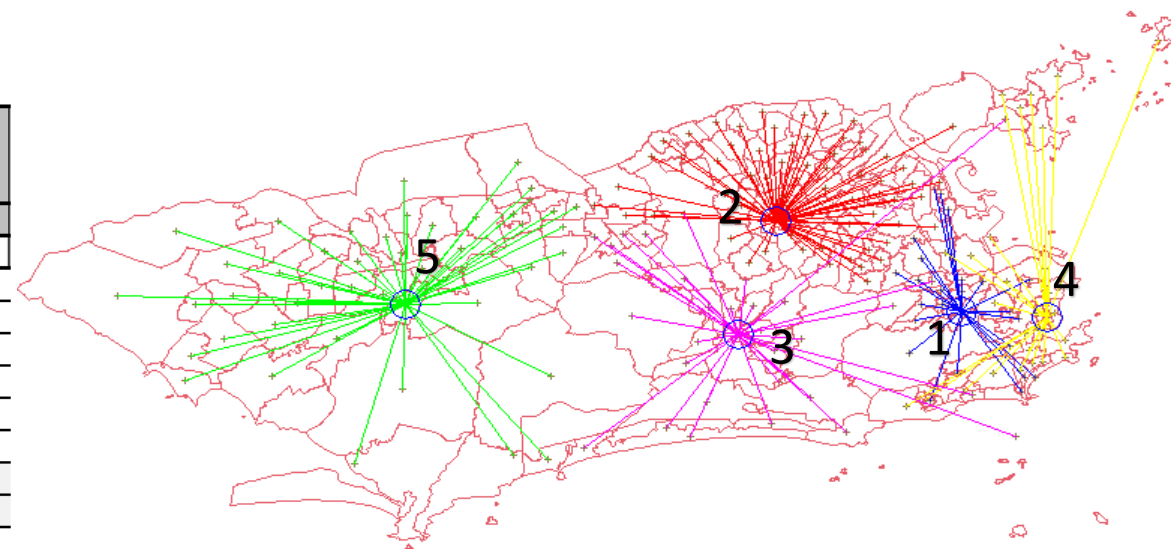


Figura 8: Resultado Localização de Medianas do Município do Rio de Janeiro no SPRING 5.3 para Faixa 5.

Fonte: Imagem Gerada Pelo Autor no Software SPRING 5.3.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5. Resultados:

### Faixa 6 – Rendimento Familiar Acima de 20 Salários

Distância Entre Medianas e Vértices	Vértices / Demanda Potencial	Mediana 1 - Botafogo 3		Mediana 2 - Copacabana 4		Mediana 3 - Cascadura, Cavalcanti e		Mediana 4 - Bangu 5		Mediana 5 - Campo Grande 7	
		QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%	QTD	%
Até 5 Km	Vértices	12	57%	11	50%	29	33%	16	46%	12	34%
	Dem. Potencial	5.816	71%	6.128	76%	1.338	19%	339	4%	291	16%
Entre 5Km e 10 Km	Vértices	4	19%	11	50%	47	54%	10	29%	12	34%
	Dem. Potencial	2.076	25%	1.910	24%	2.873	42%	472	6%	167	9%
Acima de 10 Km	Vértices	5	24%	-	0%	11	13%	9	26%	11	31%
	Dem. Potencial	275	3%	-	0%	2.691	39%	7.141	90%	1.396	75%
Total	Vértices	21	100%	22	100%	87	100%	35	100%	35	100%
	Dem. Potencial	8.167	100%	8.038	100%	6.902	100%	7.952	100%	1.854	100%

Tabela 7: Resultados de Quantidade de Vértices e Unidades Alocadas para Faixa 6.

Fonte: Tabela elaborada pelo Autor.

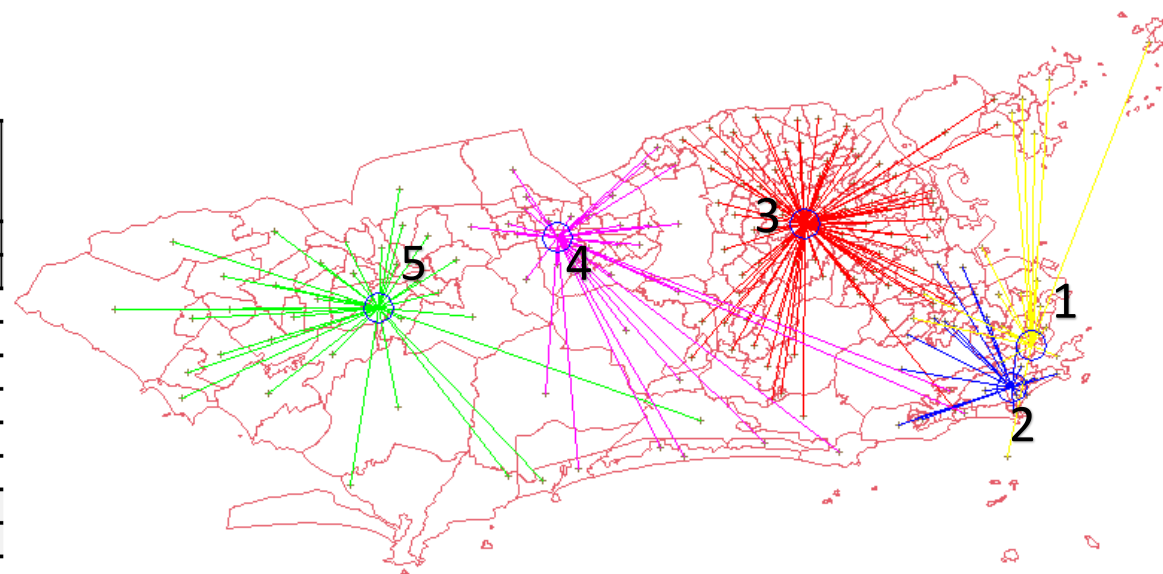


Figura 9: Resultado Localização de Medianas do Município do Rio de Janeiro no SPRING 5.3 para Faixa 6.

Fonte: Imagem Gerada Pelo Autor no Software SPRING 5.3.



# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 5.1. Análise dos Resultados:

- Foram encontrados alguns bairros que poderiam ser melhor explorados, próximos ao centro da cidade;
- O Rio de Janeiro possui necessidade alta para imóveis destinados à famílias com rendimento domiciliar até 4 salários mínimos;
- A determinação da quantidade de medianas é fundamental no estudo.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016



## 6. Conclusões:

- Melhora na qualidade das decisões de compra de terreno;
- O método pode ser aplicado em qualquer região e para qualquer produto imobiliário;
- Possibilidade de análise das áreas sem realizar grandes pesquisas;
- Possibilidade de aplicação em outras áreas: Ex: Galpões, corporativos, supermercados e varejo em geral.

# 16ª Conferência Internacional da LARES

São Paulo - Brasil  
29 e 30 de setembro de 2016

