



UnB | IE

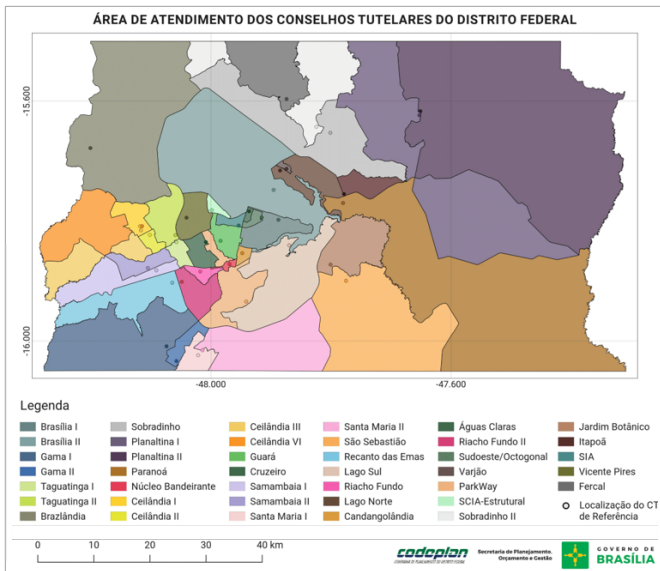
I Workshop do IE

Solução para o Problema da CODEPLAN

Localização de Serviços Públicos: Conselhos Tutelares

17 de Agosto, 2018

Localização Atual dos Conselhos



O Problema

Baseado no número atual de conselhos tutelares (CT) no DF, qual é a sua localização ótima considerando o acesso do cidadão ao ponto de atendimento?

Restrições:

1. Deverá haver pelo menos 1 CT por Região Administrativa;
2. A otimização deverá ser feita com base no acesso ao transporte público e mapeamento de ruas;
3. Considerar 40 CT e 31 RA;
4. Levar em consideração a distribuição da população no DF;

Os dados

Dados disponibilizados pela CODEPLAN:

1. Distribuição de domicílios obtida por meio do número de unidades de consumo da Companhia Energética de Brasília - CEB e da Companhia de Água e Esgoto de Brasília - CAESB;
2. Dados da população do Censo Demográfico - 2010 (dados agregados por setores censitários);
3. Dados da malha viária e da distribuição de pontos de ônibus e rotas de ônibus;

A solução

Objetivo: Minimizar a soma das distâncias percorridas por todos os habitantes da RA para chegar até o CT via transporte público.

$$\min_{c_1, \dots, c_K} \sum_{j=1}^{40} \sum_{i=1}^n d(\mathbf{x}_i, c_j) = \min \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

Etapas da solução:

1. Alocar primeiramente 31 CT, 1 em cada RA;

A solução

Objetivo: Minimizar a soma das distâncias percorridas por todos os habitantes da RA para chegar até o CT via transporte público.

$$\min_{c_1, \dots, c_K} \sum_{j=1}^{40} \sum_{i=1}^n d(\mathbf{x}_i, c_j) = \min \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

Etapas da solução:

1. Alocar primeiramente 31 CT, 1 em cada RA;
2. Alocar +1 CT considerando a configuração dos 31CT;

A solução

Objetivo: Minimizar a soma das distâncias percorridas por todos os habitantes da RA para chegar até o CT via transporte público.

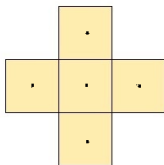
$$\min_{c_1, \dots, c_K} \sum_{j=1}^{40} \sum_{i=1}^n d(\mathbf{x}_i, c_j) = \min \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

Etapas da solução:

1. Alocar primeiramente 31 CT, 1 em cada RA;
2. Alocar +1 CT considerando a configuração dos 31CT;
3. Alocar +1 CT considerando a configuração dos 32CT;
4. ...
5. Alocar +1CT considerando a configuração dos 39 CT.

Etapa 1: Alocar 1 CT em 1 RA

- Para cada RA, calcular a distância entre os centróides de todas as combinações de setores censitários via transporte público.
 - Simplificação: Os habitantes do setor censitário residem no centróide do mesmo.

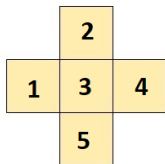


	1	2	3	4	5
1	-	{2,1}	{3,1}	{4,1}	{5,1}
2	{1,2}	-	{3,2}	{4,2}	{5,2}
3	{1,3}	{2,3}	-	{4,3}	{5,3}
4	{1,4}	{2,4}	{3,4}	-	{5,4}
5	{1,5}	{2,5}	{3,5}	{4,5}	-

- Para o cálculo da distância via malha, chamamos o GoogleMaps dentro do software SAS/R.
 - No R usamos o pacote *mapsapi*.
 - E no SAS uma macro foi feita chamando o link:
<https://maps.google.com/maps?&addr=-15.45,-48.77&sddr=-15.20,-48.95&dirflg=r>

Etapa 1: Alocar 1 CT em 1 RA

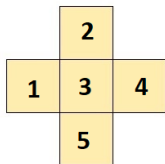
- Uma vez que temos a matriz de distâncias, a soma das linhas nos dá a distância total.



	1	2	3	4	5	Soma_Dist
1	0	2	2	2	2	8
2	2	0	2	2	2	8
3	1	1	0	1	1	4
4	2	2	1	0	2	7
5	2	2	1	2	0	7

Etapa 1: Alocar 1 CT em 1 RA

- Uma vez que temos a matriz de distâncias, a soma das linhas nos dá a distância total.



	1	2	3	4	5	Soma_Dist
1	0	2	2	2	2	8
2	2	0	2	2	2	8
3	1	1	0	1	1	4
4	2	2	1	0	2	7
5	2	2	1	2	0	7

- Podemos também considerar pesos, por exemplo, utilizando a população de cada setor.

	1	2	3	4	5		Pesos		Soma_Dist
1	0	2	2	2	2	X	100	=	88
2	2	0	2	2	2		10		268
3	1	1	0	1	1		20		124
4	2	2	1	0	2		8		252
5	2	2	1	2	0		6		256

Etapa 2: Acrescentar +1 CT em 1 RA

- E agora? Em qual RA acrescentar 1 CT?

Relembrando: Minimizar a soma das distâncias percorridas por todos os habitantes da RA para chegar até o CT via transporte público.

$$\min \sum_{i=1}^n d_i = \min \sum_{j=1}^J w_j d_j$$

- Vamos encontrar o pior caso (RA com maior função objetivo):

RA	Soma_Dist
1	88
2	70
3	65
...	
31	20

Etapa 2: Acrescentar +1 CT em 1 RA

- Como otimizar a disposição de 2 CT na RA escolhida?

Escolhemos utilizar o algoritmo do k-means: "É um método de Clustering que objetiva particionar n observações dentre k grupos onde cada observação pertence ao grupo mais próximo da média" [Wiki].

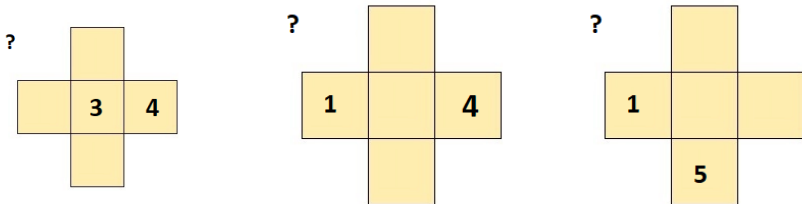


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Inicialização: Selecione 2 setores aleatoriamente

Rodada 1

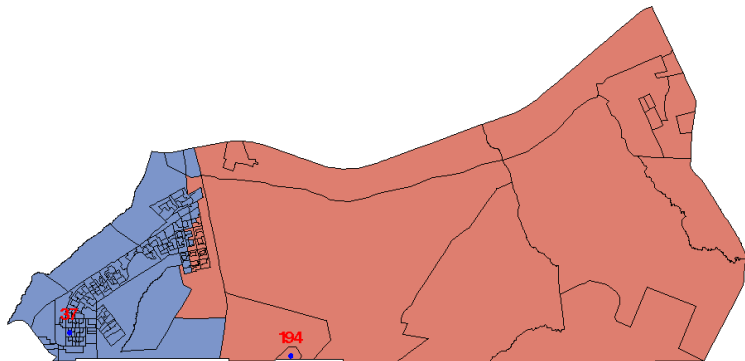


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Inicialização: Selecione 2 setores aleatoriamente
 2. Obtenha a região de abrangência com base na matriz de distâncias

Rodada 1

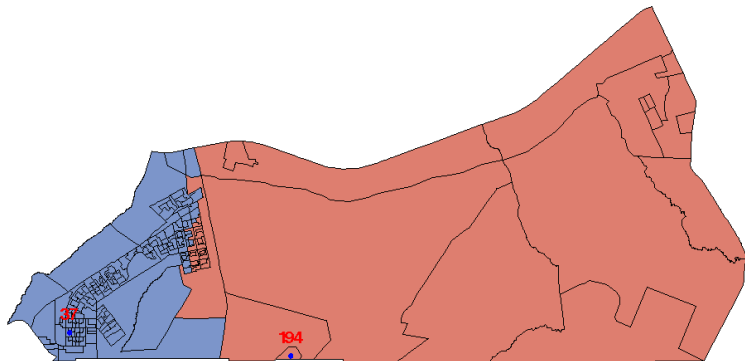


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Inicialização: Selecione 2 setores aleatoriamente
 2. Obtenha a região de abrangência com base na matriz de distâncias
 3. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado

Rodada 1

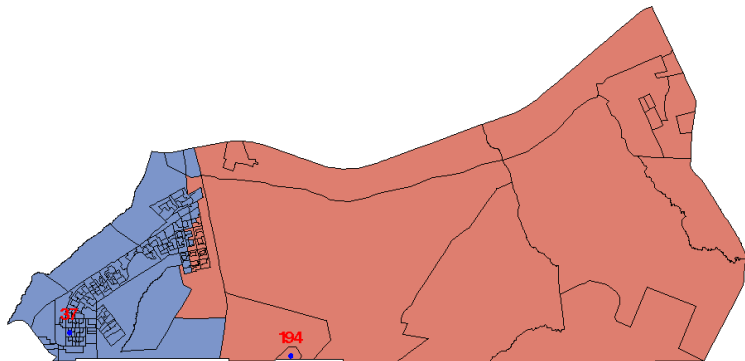


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Inicialização: Selecione 2 setores aleatoriamente
 2. Obtenha a região de abrangência com base na matriz de distâncias
 3. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado

Setores censitários das médias da Rodada 1

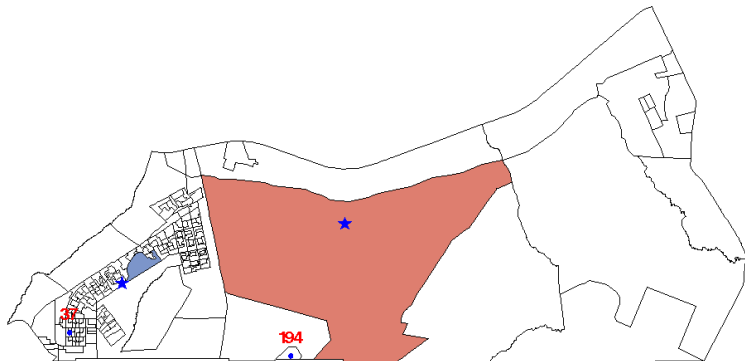


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Atualize a região de abrangência
 2. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado
 3. E repita esses passos até a convergência

Rodada 2

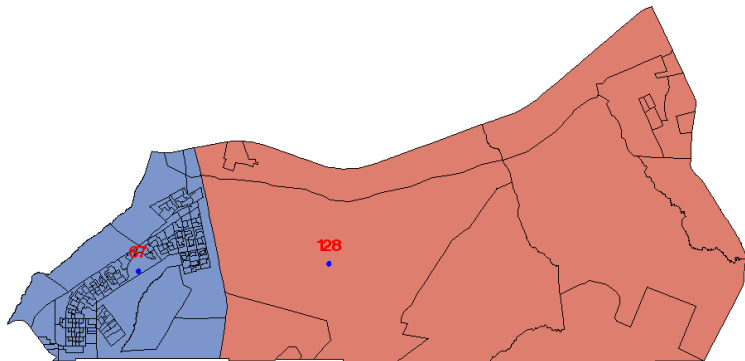


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Atualize a região de abrangência
 2. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado
 3. E repita esses passos até a convergência

Setores censitários das médias da Rodada 2

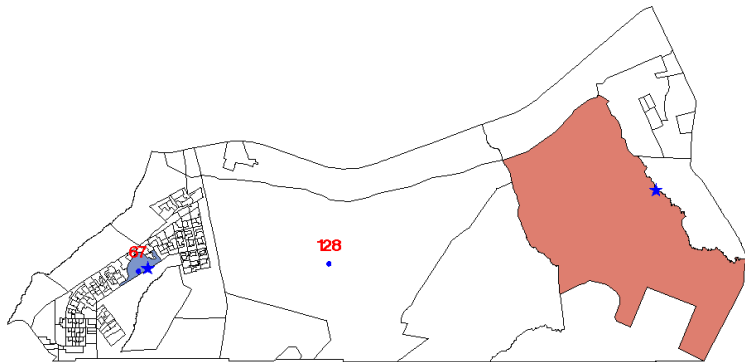


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Atualize a região de abrangência
 2. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado
 3. E repita esses passos até a convergência

Setores censitários das médias da Rodada 3

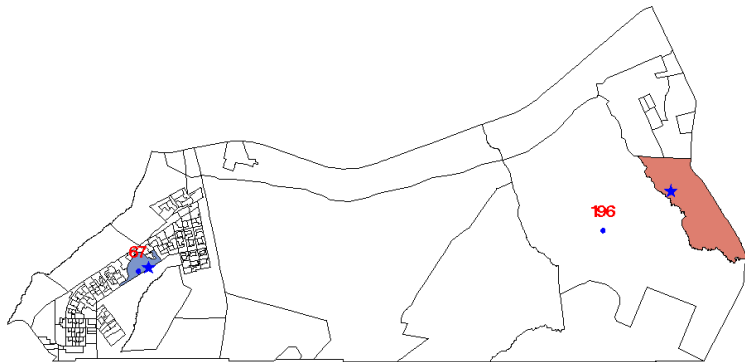


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Atualize a região de abrangência
 2. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado
 3. E repita esses passos até a convergência

Rodada 5

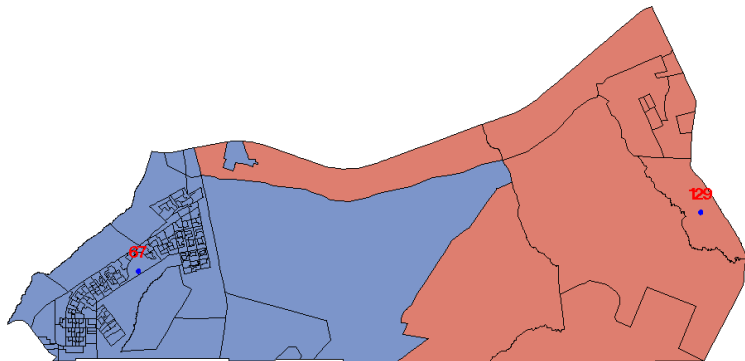


Ilustração do algoritmo k-means

- Considere a RA de Santa Maria com 201 Setores Censitários.
 1. Atualize a região de abrangência
 2. Atualize o CT para o “ponto central” ponderado
 3. E repita esses passos até a convergência

Setores censitários das médias da Rodada 5



Etapa 2: Acrescentar +1 CT em 1 RA

- E agora? Em qual RA acrescentar 1 CT?

Relembrando: Minimizar a soma das distâncias:

$$\min \sum_{i=1}^n d_i = \min \sum_{j=1}^J w_j d_j$$

- Vamos encontrar o pior caso (RA com maior função objetivo):

RA	Soma_Dist
1a	60
1b	72
2	70
3	65
...	
31	20

- Como otimizar a disposição de 3 CT na RA?

k-means de novo! Agora com 3 pontos de partida ...

Em suma: A solução

Objetivo: Minimizar a soma das distâncias percorridas por todos os habitantes da RA para chegar até o CT via transporte público.

Etapas da solução:

1. Alocar primeiramente 31 CT, 1 em cada RA;
2. Alocar +1 CT considerando a configuração dos 31CT;
3. Alocar +1 CT considerando a configuração dos 32CT;
4. ...
5. Alocar +1CT considerando a configuração dos 39 CT.

Naturalmente, as localizações encontradas devem ser avaliadas e um ajuste fino realizado. Por exemplo, mover o ponto ótimo para perto de equipamentos públicos (escola, CRAS, CREAS).

Considerações Finais

Vantagens da metodologia proposta:

1. Simplicidade metodológica
2. Algoritmo é válido para alocação de qualquer número de CT
3. O atributo do peso pode ser explorado para incluir outras informações relevantes: fatores sócio-econômicos, vulnerabilidade, população por faixa etária

Considerações Finais

Vantagens da metodologia proposta:

1. Simplicidade metodológica
2. Algoritmo é válido para alocação de qualquer número de CT
3. O atributo do peso pode ser explorado para incluir outras informações relevantes: fatores sócio-econômicos, vulnerabilidade, população por faixa etária

Desvantagens:

1. A obtenção da matriz de distâncias via malha tem um custo computacional ou financeiro elevado. Como alternativa, propõe-se a distância euclidiana.

Considerações Finais

Vantagens da metodologia proposta:

1. Simplicidade metodológica
2. Algoritmo é válido para alocação de qualquer número de CT
3. O atributo do peso pode ser explorado para incluir outras informações relevantes: fatores sócio-econômicos, vulnerabilidade, população por faixa etária

Desvantagens:

1. A obtenção da matriz de distâncias via malha tem um custo computacional ou financeiro elevado. Como alternativa, propõe-se a distância euclidiana.

Softwares utilizados:

1. Matriz de distâncias: SAS e R
2. k-means: SAS e linguagem C

Obrigada!

Equipe:

Prof. Alan da Silva - EST-UnB,
Alisson Silva - EST-UnB/CODEPLAN,
Prof^a Ana Maria Vasconcelos - EST-UnB/CODEPLAN,
Prof. André Cançado - EST-UnB,
Prof^a Andrea Oliveira - MAT-UnB,
Bruno Cruz - CODEPLAN,
Bruno de Castro - EST-UnB,
Kessys de Oliveira - EST-UnB,
Patrícia da Silva - CODEPLAN,
Prof^a Thais Rodrigues - EST-UnB,
Prof. Vinicius Ruela - CIC-UnB.

Obrigada!

Equipe:

Prof. Alan da Silva - EST-UnB,
Alisson Silva - EST-UnB/CODEPLAN,
Prof^a Ana Maria Vasconcelos - EST-UnB/CODEPLAN,
Prof. André Cançado - EST-UnB,
Prof^a Andrea Oliveira - MAT-UnB,
Bruno Cruz - CODEPLAN,
Bruno de Castro - EST-UnB,
Kessys de Oliveira - EST-UnB,
Patrícia da Silva - CODEPLAN,
Prof^a Thais Rodrigues - EST-UnB,
Prof. Vinicius Ruela - CIC-UnB.

Dúvidas, sugestões ?